УДК 631.95:574.34: 632.981:633
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.145.1.12

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ РІЗНИХ ГРУП ФАО ВІД УРАЖЕННЯ ПУХИРЧАСТОЮ САЖКОЮ (*USTILAGO ZEAE* (BECKM.) UNGER.) ЗА БЕЗЗМІННИХ ПОСІВІВ В УМОВАХ ЗРОШЕННЯ

Донець А.В. *– к.с.-г.н.,*
докторант,
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0009-0004-0338-5302
Марченко Т.Ю. *– д.с.-г.н.,*
завідувач відділу селекції сільськогосподарських культур,
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України,
доцент кафедри садівництва, виноградарства, біології та хімії,
Одеський державний аграрний університет
orcid.org/0000-0001-6994-3443
Пілярська О.О. *– к.с.-г.н.,*
завідувач відділу маркетингу та міжнародної діяльності,
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0001-6994-3443
Міщенко С.В. *– д.с.-г.н.,*
доцент кафедри біології, здоров'я людини та методики навчання,
Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра Довженка,
головний науковий співробітник відділу селекції і насінництва конопель,
Інститут луб'яних культур Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0002-1979-4002
Лавриненко Ю.О. *– д.с.-г.н., професор,*
головний науковий співробітник відділу селекції сільськогосподарських культур,
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0001-9442-8793
Лікар С.П. *– старший науковий співробітник,*
Український інститут експертизи сортів рослин
orcid.org/0000-0002-2590-7376
Марченко В.Д. *– студентка ІІІ курсу агрономічного факультету,*
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/0009-0009-8010-8284

У статті викладено результати досліджень ступеня ураженості гібридів кукурудзи різних груп ФАО пухирчастою сажкою (Ustilago zeae (Beckm.) Unger.) за беззмінних посівів протягом п'яти років. Метою досліджень було визначення ефективності застосування хімічних та біологічних засобів захисту гібридів кукурудзи різних груп ФАО від пухирчастої сажки (Ustilago zeae (Beckm.) Unger.) в умовах краплинного зрошення на беззмінних посівах кукурудзи протягом 2020–2024 рр. Польові досліди проводили в Інституті

кліматично орієнтованого сільського господарства НААН в агроекологічній зоні Південний Степ України (м. Херсон, географічні координати: північна широта: 46°38'24", східна довгота: 32°36'52"). В дослідженнях використовували гібриди української селекції, що занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні. За результатами досліджень було встановлено, що за беззмінних посівів кукурудзи пошкодження рослин гібридів кукурудзи пухирчастою сажкою на 4–5 році значно зросло, порівняно з першими роками. Без застосування засобів захисту рослин ураженість рослин (Ustilago zeae (Beckm.) Unger.) зросла до п'ятого року беззмінних посівів у 3,5…5,3 разів. За дворічного терміну повторних посівів ураженість рослин гібридів становила 3,8…5,4%, а за останні два роки п'ятирічного беззмінного терміну посівів ступінь ураженості рослин гібридів підвищилась до 14,3…21,0% у скоростиглих і середньоранніх гібридів (ФАО 190…290) та до 24,5…28,8% у середньостиглих та середньопізніх гібридів (ФАО 320…430). Застосування біологічного захисту рослин (Трихопсин БТ) суттєво знизило захворюваність у перші два роки п'ятирічного терміну на 1,3…1,6% (або на 30,9…42,1% відносно контролю) у гібридів ФАО 190…290, та на 1,5…3,1% (31,9…49,2% відносно контроля) у гібридів ФАО 320…430. Ураженість гібридів ФАО 190…290 пухирчастою сажкою при застосуванні препарату Абакус зменшилась на 5,2…11,5% за 4–5 річного терміну беззмінних посівів. Ураженість гібридів ФАО 320…430 при застосуванні хімічного фунгіциду Абакус зменшилась на 11,9…14,2% за 4–5 річного терміну беззмінних посівів. Таким чином, застосування фунгіциду Абакус є ефективним засобом боротьби з пухирчастою сажкою, особливо, за тривалого (4–5 років) беззмінного посіву кукурудзи. Застосування інтегрованого захисту рослин (хімічний інсектицид + біопрепарат + хімічний фунгіцид) зменшило інтенсивність ураження рослин гібридів кукурудзи найбільш істотно, що вказує на високу синергічну дію трьох препаратів. Також встановлена генотипова реакція гібридів кукурудзи на ураженість пухирчастою сажкою (Ustilago zeae (Beckm.) Unger.). Найбільше уражувались рослини гібридів з ФАО 430 як без застосування засобів захисту рослин, так і з застосуванням фунгіцидів, біопрепаратів, інсектицидів та їх інтегрованого впливу. Розрахунки технічної ефективності препаратів захисту рослин гібридів кукурудзи від ураженості пухирчастою сажкою (Ustilago zeae (Beckm.) Unger.) показали найбільш високу ефективність застосування інтегрованого захисту рослин (Трихопсин БТ + Бі 58 + Абакус). Технічна ефективність інтегрованого захисту гібридів кукурудзи за дворічних беззмінних посівів становила на гібридах ФАО 190…290 50,0…68,3%, а на гібридах ФАО 320…430 – 44,9…72,3%. За 4–5 річних беззмінних посівів технічна ефективність комплексного захисту на скоростиглих гібридах становила 52,5…73,3%, а на гібридах ФАО 320…430 – 58,6…72,2%.

Ключові слова: *кукурудза, фітопатогени, пестициди, біопрепарати, хімічний захист рослин, гібриди.*

Donets A.V., Marchenko T.Yu., Piliarska O.O., Mishchenko S.V., Lavrynenko Yu.O., Likar S.P., Marchenko V.D. The effectiveness of protection measures for maize hybrids of different FAO groups by Ustilago zeae (Beckm.) Unger. under continuous maize cultivation conditions with irrigation

The article presents the results of studies on the degree of damage to maize hybrids of different FAO groups by blister sooty mold (Ustilago zeae (Beckm.) Unger.) in permanent crops for five years. The aim of the research was to determine the effectiveness of the use of chemical and biological means of protecting maize hybrids of different FAO groups from blister sooty mold (Ustilago zeae (Beckm.) Unger.) under drip irrigation conditions in permanent maize crops during 2020…2024. Field experiments were conducted at the Institute of Climate-Oriented Agriculture of the NAAS in the agroecological zone of the Southern Steppe of Ukraine (Kherson, geographical coordinates: north latitude: 46°38'24", east longitude: 32°36'52"). The studies used hybrids of Ukrainian selection that are included in the State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine. According to the results of the research, it was found that during constant maize sowings, damage to corn hybrid plants by blister soot in the 4th…5th year increased significantly compared to the first years. Without the use of plant protection products, the incidence of plants (Ustilago zeae (Beckm.) Unger.) increased by 3.5…5.3 times by the fifth year of constant crops. During the two-year period of repeated crops, the incidence of hybrid plants was 3.8…5.4%, and during the last two years of the five-year constant crop period, the degree of infection of hybrid plants increased to 14.3…21.0% in early and medium-early hybrids (FAO 190…290), and to 24.5…28.8% in medium-early and medium-late hybrids (FAO 320…430).

The use of biological plant protection (Trichopsin BT) significantly reduced the incidence in the first two years of the five-year period by 1.3…1.6% (or by 30.9…42.1% relative to the control) in FAO 190…290 hybrids, and by 1.5…3.1% (31.9…49.2% relative to the control) in FAO 320…430 hybrids. The incidence of blister sooty mold in hybrids FAO 190…290 when using the drug Abacus decreased by 5.2…11.5% over a 4-5 year period of continuous crops. The incidence in hybrids FAO 320…430 when using the chemical fungicide Abacus decreased by 11.9…14.2% over a 4–5 year period of continuous crops. Thus, the use of the fungicide Abacus is an effective means of combating blister sooty mold, especially during long-term (4–5 years) continuous maize sowing. The use of integrated plant protection (chemical insecticide + biological product + chemical fungicide) reduced the intensity of damage to maize hybrid plants most significantly, which indicates a high synergistic effect of the three drugs. The genotypic response of maize hybrids to damage by blister sooty mold (Ustilago zeae (Beckm.) Unger.) was also established. Plants of hybrids with FAO 430 were most affected both without the use of plant protection products and with the use of fungicides, biological products, insecticides and their integrated effect. Calculations of the technical efficiency of plant protection products for maize hybrids from damage by blister sooty mold (Ustilago zeae (Beckm.) Unger.) showed the highest efficiency of the use of integrated plant protection (Tryhopsin BT + Bi 58 + Abacus). The technical efficiency of integrated protection of maize hybrids in two-year permanent crops was 50.0…68.3% for FAO 190…290 hybrids, and 44.9…72.3% for FAO 320…430 hybrids. In 4–5-year permanent crops, the technical efficiency of integrated protection in early-maturing hybrids was 52.5…73.3%, and 58.6…72.2% for FAO 320…430 hybrids.

Key words: *maize, phytopathogens, pesticides, biological products, chemical plant protection, hybrids.*

Постановка проблеми. Чергування культур у сівозміні має велике значення для боротьби з шкідниками, хворобами, бур'янами, позитивно впливає на мікробіологічну діяльність у ґрунті. За беззмінних посівів агрокультури значно підвищується ураження посівів спеціалізованими грибними і бактеріальними хворобами, шкідниками, сегетальною рослинністю [1].

В останні роки, у зв'язку високою прибутковістю окремих культур (кукурудза, соя), зафіксовано зростання у виробництві частки цих культур у сівозмінах. Беззмінні посіви кукурудзи можуть порушувати баланс організмів в агрофітоценозі, проте, науковими дослідженнями та практичним досвідом встановлено, що урожайність кукурудзи переважно залежить від погодних умов і меншою мірою від повторних та беззмінних посівів [2].

В сучасних умовах наукові розробки з удосконалення технологічних заходів вирощування агрокультур повинні враховувати, окрім підвищення урожайності та прибутковості, також поєднання проблеми захисту навколишнього природного середовища, як важливого фактора екологічно безпечного розвитку продовольчої системи України в умовах євроінтеграції [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Насичення кукурудзи в сівозмінах може бути рентабельним та енергетично доцільним, при цьому, важливим технологічним елементом повинно стати удосконалення безпечного захисту посівів від шкідливої мікобіоти. В системі комплексного захисту гібридів кукурудзи від патогенів та шкідників провідними факторами є генотипова резистентність, хімічний та біологічний захист. Альтернативою хімічним пестицидам можуть бути біологічні препарати для захисту гібридів кукурудзи. Встановлено достатню конкурентну енергетичну ефективність використання біологічних препаратів для захисту генотипів кукурудзи, порівняно з хімічними пестицидами в умовах півдня України [4].

Вітчизняними вченими актуалізується питання щодо захисту агропродукції від ушкоджень шкідливими організмами. Розробка ефективних методів нейтралізації фітопатогенної мікобіоти є першочерговим напрямом в сільськогосподарській науці. Національною академією аграрних наук України віднесено до

актуальних дослідження контролю фітопатогенної мікобіоти в агроекосистемах. Прерогативним завданням поставлено пошук заходів, спрямованих на зниження рівня пестицидного забруднення сільськогосподарських угідь та сталості продуктивності агрокультур. Акцентовано увагу на питання впливу генотипів рослин на фітопатогенний мікобіом з урахуванням змін клімату, ураження агрофітоценозів інвазійними штамами фітопатогенів, розповсюдження деградації екосистем [5]. Дослідженнями Гадзала Я.М., Вожегової Р.А., Лікаря Я.О. встановлено, що застосування інтегрованого захисту рослин гібридів кукурудзи за умов зрошення призвело до суттєвого зростання врожайності зерна порівняно з необробленим контролем на 33,8% (до 11,12 т/га) [6].

Одним із основних шкодочинних організмів на посівах кукурудзи є пухирчаста сажка. Пухирчаста сажка (збудник – гриб *Ustilago zeae* (Beckm.) Unger (синонім – *U. maydis* (DC) Corda) проявляється на всіх органах рослин кукурудзи впродовж вегетації, крім підземних коренів. Збудник уражує рослину через механічні пошкодження, протягом вегетації поширюється теліоспорами. Зараженню сприяють шкідники, які можуть заносити у пошкоджені тканини теліоспори збудника. За вегетаційний період кукурудзи збудник пухирчастої сажки може сформувати від трьох до п’яти поколінь теліоспор, що пояснює найвищий ступінь ураження перед збиранням врожаю. Ураження пухирчастою сажкою впливає на морфологію рослин, продуктивність качанів, їх озерненість та крупність зерна. Масове ураження рослин може призвести до повної втрати врожаю [7–9].

Детальні пояснення щодо поширення та шкідливості хвороби надає докторка с.-г. наук Л.М. Чернобай. За її спостереженнями встановлено, що збудник хвороби – гриб *Ustilago zeae (Beckm.) Unger.* поширений у Європі, Азії, Америці, Африці, Австралії, Україні, скрізь де вирощують кукурудзу, особливо за вирощування сприйнятливих гібридів. На величину втрат урожаю впливає кількість, розмір та розташування пухирів на одній рослині. Пухирі великих розмірів спричиняють втрати урожаю до 60%, середньої величини – 25%, невеликі – 10%. Гриб уражує усі органи рослини, крім коріння: листя, стебла, міжвузля, листові піхви, качани, волоть, повітряні корені. Поширенню пухирчастої сажки сприяють також пошкодження рослин шведською мухою, стебловим кукурудзяним метеликом та іншими комахами, механічне травмування за обробки ґрунту. Гриб дифузно не поширюється по рослині, тому кожне утворене здуття є місцем її зараження. Молоді жовна (пухирі сажки) зі щільною м’якоттю не отруйні, а жовна зі сформованою споровою масою отруйні для всіх тварин. Тому уражені рослини не слід використовувати для годівлі тварин [10].

Результати досліджень вказують на позитивний вплив застосування фунгіцидів на врожайність зерна кукурудзи, яка збільшується на 5–7% і більше [11]. У дослідженнях P.A. Paul зі співавторами [12] застосування фунгіцидів при вирощуванні кукурудзи підвищувало врожайність зерна на 0,23–0,39 т/га. У дослідженнях Т. Глушко, Д. Войташенка [13] встановлено, що застосування фунгіциду Абакус забезпечило підвищення врожайності гібридів кукурудзи різних груп ФАО на 6,24–11,45%. Дослідженнями академіка НААН О.І. Борзих встановлено, що ураженість кукурудзи грибними захворюваннями може понижувати урожайність зерна до 30–50% [14].

Підсилює розвиток пухирчастої сажки наявність механічних пошкоджень і особливо пошкодження шведською мухою чи кукурудзяним метеликом. Основну небезпеку становить ґрунтова інфекція, яка накопичується в разі порушення сівозміни, або ж за повторних та беззмінних посівів. Джерелами інфекції є рослинні

рештки, що залишаються після збирання кукурудзи на поверхні та в ґрунті. За період вегетації кукурудзи гриб може дати три–чотири, а іноді й п'ять поколінь. Зараження рослин триває протягом усього періоду вегетації – від сходів до наливу зерна. Спори гриба проникають в тканини кукурудзи через продихи, мікротравми, що спричинені комахами, градом, робочими органами машин [15].

Створення і вирощування резистентних генотипів кукурудзи є найбільш радикальним і економічно ефективним засобом боротьби з грибними хворобами, тому агровиробництво зацікавлене в використанні генотипів, що стійкі до ураження шкідливими організмами. Підвищенню ураженості кукурудзи патогенами сприяє і те, що у виробництві кукурудза все частіше висівається в умовах монокультури, а це призводить до накопичення в ґрунті збудників хвороб. Одним із основних негативних наслідків вирощування кукурудзи в беззмінних посівах, особливо за умов зрошення, є накопичення шкідників та збудників захворювань в рослинних рештках та ґрунті, що вимагає удосконалення системи захисту рослин [16, 17].

Великі сподівання на сьогодні пов'язані з застосуванням біологічних засобів захисту рослин. Біологізація рослинницької галузі виробництва в Україні сприяє синхронізації досліджень з провідними інноваційними структурами країн ЄС і світу у напрямі раціонального природокористування, ресурсного заощадження, адаптації до змін клімату [18].

Застосування біопрепаратів з ростовими регуляторами та захисним ефектом на даному етапі агровиробництва є найбільш перспективним напрямом інновацій в аграрних сектор економіки. Біопрепарати фунгіцидної та ріст-стимулюючої дії показали високу ефективність в захисті посівів кукурудзи від грибних захворювань [19].

Біостимулятори допомагають рослині ефективніше використовувати ґрунтові поживні речовини, мобілізують потенційні внутрішні рослинні резерви, особливо за різких погодних флуктуацій (низькі температури, посуха). Застосування біопрепаратів зі стимулюючою дією забезпечує прискорене надходження біологічно активних речовин до метаболічно функціонуючих зон рослин, що сприяє рослині оперативно адаптуватися до факторів біотичного та абіотичного ураження [20].

Таким чином, у зв'язку з поширенням вирощування кукурудзи в повторних та беззмінних посівах, актуальним науковим і практичним питанням є удосконалених технологій захисту посівів від фітопатогенної мікобіоти з урахуванням генотипової стійкості гібридів.

Задля встановлення ступеня ураженості рослин гібридів кукурудзи різних груп ФАО пухирчастою сажкою (*Ustilago zeae* (Beckm.) Unger.) за беззмінних посівів в умовах зрошення та з'ясування ефективності застосування сучасних засобів захисту від шкідливих організмів, були проведені дослідження в рамках ПНД НААН 5 «Зрошуване землеробство» за завданням 05.00.01.03.Ф «Теоретичне обґрунтування технологій вирощування кукурудзи в повторних та беззмінних посівах на зрошенні» (№ ДР 0121U108070).

Постановка завдання. Метою досліджень було визначення ефективності застосування хімічних та біологічних засобів захисту гібридів кукурудзи різних груп ФАО від пухирчастої сажки (*Ustilago zeae* (Beckm.) Unger.) в умовах краплинного зрошення на беззмінних посівах кукурудзи протягом 2020–2024 років.

Матеріали і методи досліджень. Польові досліди проводили в Інституті кліматично орієнтованого сільського господарства НААН в агроекологічній зоні Південний Степ України (м. Херсон, географічні координати: північна широта: 46°38′24″, східна довгота: 32°36′52″). В дослідженнях використовували гібриди української селекції, що занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних

для поширення в Україні. Використовували загальновизнану методику досліджень [21–23].

В дослідженнях використовували мікробіологічний препарат Трихопсин БТ інсекто-фунгіцидної дії та вмістом біологічно активних ріст-регулюючих речовин українського виробництва [24]. Препаратом обробляли рослини в процесі вегетації згідно рекомендацій Інженерно–технологічного інституту «Біотехніка» НААН (м. Одеса) [24]. Використовували хімічний синтетичний інсектицидний препарат Бі 58 (діюча речовина – диметоат, виробник – BASF) та фунгіцид Абакус.

Виклад основного матеріалу дослідження. За результатами досліджень було встановлено, що за беззмінних п'ятирічних посівів кукурудзи, без застосування засобів захисту, пошкодження рослин гібридів кукурудзи пухирчастою сажкою (*Ustilago zeae* (Beckm.) Unger.) на 4–5 році значно зросло, порівняно з першими двома роками (2020–2021 рр.). Слід зазначити, що враховувались ураження всіх морфологічних органів рослин – листя, стебла, міжвузля, листові піхви, качани, волоть, повітряні корені. Більше уражувались гібриди з ФАО понад 300 (24,5…28,8%), що, можливо, пов'язано з подовженою тривалістю вегетації цих генотипів, більшою вологістю зерна, збільшенням тривалості інвазійного тиску на рослини та збільшенням поколінь теліоспор (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив засобів захисту на інтенсивність пошкодження гібридів кукурудзи пухирчастою сажкою (*Ustilago zeae* (Beckm.) Unger.) за беззмінних посівів кукурудзи, % (2020…2024 рр.)

Гібрид, FAO (фактор А)	Роки беззмінних посівів (фактор В)	Уражених качанів залежно від захисту, % (фактор С)				
		Контроль, без захисту	Біологічний захист (Трихопсин БТ)	Хімічний інсектицид (Бі 58)	Хімічний фунгіцид (Абакус)	Інтегрований захист (Трихопсин БТ + Бі 58 + Абакус)
Степовий ФАО 190	2020…2021	3,8	2,2	3,1	2,4	1,2
	2023…2024	14,3	9,5	10,9	9,1	6,4
Хотин ФАО 250	2020…2021	4,5	2,9	3,8	3,5	2,1
	2023…2024	18,3	11,2	14,9	10,5	8,7
Скадовський ФАО 290	2020…2021	4,2	2,9	3,5	2,8	2,1
	2023…2024	21,0	10,5	18,5	9,8	5,6
Асканія ФАО 320	2020…2021	6,3	3,2	6,0	3,0	2,5
	2023…2024	25,2	15,8	19,8	11,0	6,0
Тронка ФАО 380	2020…2021	4,7	3,2	4,4	2,8	1,3
	2023…2024	24,5	13,7	20,8	11,3	6,8
Арабат ФАО 430	2020…2021	5,4	3,1	4,9	2,9	2,0
	2023…2024	28,8	16,5	23,1	15,4	11,0
Віра ФАО 430	2020…2021	4,9	3,2	4,2	2,9	2,7
	2023…2024	24,9	15,2	21,5	13,0	10,3
$НІР_{05}$ часткових відмінностей, % А=0,86; В=1,31; С=0,45						

Без застосування засобів захисту рослин ураженість рослин (*Ustilago zeae* (Beckm.) Unger.) зросла до п'ятого року беззмінних посівів у 3,5…5,3 разів. Так, якщо на початку дворічного терміну повторних посівів ураженість рослин гібридів становила 3,8…5,4%, то за останні два роки п'ятирічного беззмінного терміну посівів ступінь ураженості рослин гібридів підвищилась до 14,3…21,0% у скоростиглих і середньоранніх гібридів (ФАО 190…290), та до 24,5…28,8% у середньостиглих та середньопізніх гібридів (ФАО 320…430).

Інтенсивність пошкодження пухирчастою сажкою у гібридів з ФАО 320…420 зростала більш стрімко за беззмінних посівів, порівняно зі скоростиглими генотипами, що можливо пов'язано зі збільшенням генерацій теліоспор та накопиченням ґрунтової інфекції.

Застосування біологічного захисту рослин (Трихопсин БТ) суттєво знизило захворюваність у перші два роки п'ятирічного терміну на 1,3…1,6% (або на 30,9…42,1% відносно контролю) у гібридів ФАО 190…290, та на 1,5…3,1% (31,9…49,2% відносно контроля) у гібридів ФАО 320…430.

Частка уражених рослин гібридів ФАО 190…290 наприкінці п'ятирічного беззмінного терміну становила 9,5…10,2%, що менше за контроль на 1,6…10,5%. Частка уражених рослин гібридів ФАО 320…430 наприкінці п'ятирічного беззмінного терміну становила 15,2…16,5%, що менше за контроль на 9,4…12,3%.

Застосування інсектициду Бі 58 без фунгіцидів також показало певний ефект зниження захворюваності пухирчастою сажкою. Це можна пояснити зменшенням чисельності на посівах інсектів, та зменшення пошкоджень ними покривних структур (епідерми) рослин, що зменшує імовірність доступу спорам гриба пухирчастої сажки (*Ustilago zeae* (Beckm.) Unger.) до раневих меристем та ускладнює прискорений розвиток міцелію та грибниці [27].

Так, застосування хімічного інсектициду було менш ефективним порівняно з Трихопсином БТ, проте, зменшення відсотку ураження рослин гібридів кукурудзи за перше дворіччя беззмінних посівів становило 0,6…0,7% у гібридів ФАО 190…290. У гібридів ФАО 320…430 відсоток ураження зменшився на 0,3…0,5%. Збільшення терміну беззмінних посівів до 4–5 років без застосування засобів захисту від шкідників сприяв збільшенню популяції та ушкоджень покривних тканин рослин гібридів кукурудзи, що відповідно і збільшило ураженість рослин пухирчастою сажкою. Застосування інсектициду за тривалого беззмінного посіву (п'ятирічний термін) було більш ефективним, порівняно з короткотривалими (дворічні) беззмінними посівами. Ураженість гібридів ФАО 190…290 пухирчастою сажкою при застосуванні інсектициду зменшилась на 2,5…3,4% за 4–5 річного терміну беззмінних посівів. Ураженість гібридів ФАО 320…430 *Ustilago zeae* (Beckm.) при застосуванні інсектициду зменшилась на 3,4…5,7% за 4–5 річного терміну беззмінних посівів. Таким чином, застосування інсектициду опосередковано впливає на зменшення ураженості рослин гібридів кукурудзи пухирчастою сажкою за тривалого беззмінного посіву кукурудзи.

Хімічний фунгіцид Абакус проявив ефективність захисної дії від пухирчастої сажки на рівні з біологічним препаратом Трихопсин. Цей препарат має фунгіцидну та ріст-стимулюючу дію схожу на біопрепарат Трихопсин.

При застосуванні Абакус зменшення відсотку ураження рослин гібридів кукурудзи пухирчастою сажкою за перше дворіччя беззмінних посівів становило 1,0…1,4% у гібридів ФАО 190…290. У гібридів ФАО 320…430 відсоток ураження зменшився на 2,0…3,3%. Збільшення терміну беззмінних посівів до 4–5 років збільшило ураженість рослин пухирчастою сажкою навіть при застосуванні

хімічного фунгіциду. Застосування фунгіциду за тривалого беззмінного посіву (п'ятирічний термін) було більш ефективним порівняно з короткотривалими (дворічні) беззмінними посівами. Ураженість гібридів ФАО 190…290 пухирчастою сажкою при застосуванні препарату Абакус зменшилась на 5,2…11,5% за 4–5 річного терміну беззмінних посівів. Ураженість гібридів ФАО 320…430 при застосуванні хімічного фунгіциду Абакус зменшилась на 11,9…14,2% за 4–5 річного терміну беззмінних посівів. Таким чином, застосування фунгіциду Абакус є ефективним засобом боротьби з пухирчастою сажкою, особливо, за тривалого (4–5 років) беззмінного вирощування кукурудзи.

Застосування інтегрованого захисту рослин (хімічний інсектицид + біопрепарат + хімічний фунгіцид) зменшило інтенсивність ураження рослин гібридів кукурудзи найбільш істотно, що вказує на високу синергічну дію трьох препаратів. Також встановлена генотипова реакція гібридів кукурудзи на ураженість пухирчастою сажкою (*Ustilago zeae* (Beckm.) Unger.). Найбільше уражувались рослини гібридів з ФАО 430 як без застосування засобів захисту рослин, так і з застосуванням фунгіцидів, біопрепаратів, інсектицидів та їх інтегрованого впливу. Комплексне застосування засобів захисту кукурудзи від патогенів в беззмінних посівах знизило рівень ураженості до 1,2…2,1% за дворічних беззмінних посівів гібридів ФАО 190…290, що в 3…4 разів менше контролю (без захисту). За беззмінних посівів протягом 4–5 років рівень ураженості на цих гібридах за використання комплексного захисту зменшився в 2…3 рази. На гібридах ФАО 430 (Арабат, Віра) при 4–5 річних беззмінних посівах рівень ураженості перевищував 10% навіть при застосуванні комплексного захисту, що вказує на високий ризик використовувати пізньостиглі гібриди в беззмінних посівах.

Наші дані підтверджуються результатами досліджень Педаш Т.М., Судак В.М., Гирка Т.В., Явдощенко М.П. з визначення стійкості гібридів кукурудзи (*Zea mays* L.) різних груп стиглості до ураження пухирчастою сажкою (*Ustilago zeae* (Beckm.) Unger) в умовах Північного Степу. Так, було встановлено, що більш високою стійкістю до пухирчастої сажки відзначалися рослини середньоранніх (ФАО 200…290) гібридів – ДН Астра, ДН Велес, ДН Рубін [25].

Скоростиглі гібриди кукурудзи з короткою тривалістю періоду вегетації (ФАО 190…290) менше уражуються пухирчастою сажкою (*Ustilago zeae* (Beckm.) Unger.) через скорочення терміну інвазійного впливу. Таке явище спостерігалось і при дослідженні ураженості кукурудзяним метеликом (*Ostrinia nubilalis* Hübner) завдяки зменшенню генерацій шкідника [26].

За вегетаційний період кукурудзи збудник пухирчастої сажки (*Ustilago zeae* (Beckm.) Unger.) може сформувати понад три покоління теліоспор. Такий розвиток патогена пояснює найвищий ступінь ураження гібридів кукурудзи з більшою тривалістю періоду вегетації (ФАО 300…430) [7].

Розрахунки технічної ефективності препаратів захисту рослин гібридів кукурудзи від ураженості пухирчастою сажкою (*Ustilago zeae* (Beckm.) Unger.) показали найбільш високу ефективність застосування інтегрованого захисту рослин (табл. 2). Технічна ефективність інтегрованого захисту гібридів кукурудзи за дворічних беззмінних посівів гібридів ФАО 190…290 становила 50,0…68,3%, а гібридів ФАО 320…430 – 44,9…72,3%. За 4–5 річних беззмінних посівів технічна ефективність комплексного захисту на скоростиглих гібридах становила 52,5…73,3%, а на гібридах ФАО 320…430 – 58,6…72,2%.

Таблиця 2

Технічна ефективність засобів захисту гібридів кукурудзи від пошкодження пухирчастою сажкою (*Ustilago zeae* (Beckm.) Unger.) за беззмінних посівів кукурудзи, % (2020…2024 рр.)

Гібрид, ФАО (фактор А)	Роки беззмінних посівів (фактор В)	Захист рослин (фактор С)			
		Біологічний захист (Трихопсин БТ)	Хімічний інсектицид (Бі 58)	Хімічний фунгіцид (Абакус)	Інтегрований захист (Трихопсин БТ + Бі 58 + Абакус)
Степовий ФАО 190	2020…2021	42,1	18,4	36,8	68,4
	2023…2024	33,6	23,8	36,4	55,2
Хотин ФАО 250	2020…2021	35,6	15,6	22,2	53,3
	2023…2024	38,8	18,6	42,6	52,5
Скадовський ФАО 290	2020…2021	31,0	16,7	33,3	50,0
	2023…2024	50,0	11,9	53,3	73,3
Асканія ФАО 320	2020…2021	49,2	4,8	52,4	60,3
	2023…2024	37,3	21,4	56,3	76,2
Тронка ФАО 380	2020…2021	31,9	6,4	40,4	72,3
	2023…2024	44,1	15,1	53,9	72,2
Арабат ФАО 430	2020…2021	42,6	9,3	46,3	63,0
	2023…2024	42,7	19,8	46,5	61,8
Віра ФАО 430	2020…2021	34,7	14,3	40,8	44,9
	2023…2024	39,0	13,7	47,8	58,6

Хімічний фунгіцидний захист рослин показав майже ідентичну технічну ефективність, порівняно з біологічним захистом, особливо на гібридах ФАО 190…290. Зі збільшенням інвазійного навантаження протягом п’ятирічного терміну беззмінних посівів технічна ефективність зростала за застосування фунгіциду Абакус на гібридах ФАО 320…430, порівняно з біологічним захистом.

Характерним в дослідженнях є те, що хімічний інсектицид (Бі 58) показав технічну ефективність захисту посівів кукурудзи від грибних захворювань. Відмінності технічної ефективності хімічного інсектициду та фунгіцидних препаратів були вагомими, на користь фунгіцидів, проте, позитивний вплив хімічного інсектициду на захист рослин гібридів кукурудзи від ураженості пухирчастою сажкою (*Ustilago zeae* (Beckm.) Unger.) вказує на необхідність одночасної боротьби зі шкідливими інсектами, якими є бавовникова совка (*Helicoverpa armigera* Hbn.), кукурудзяний метелик (*Ostrinia nubilalis* Hübner), шведська муха (*Oscinella frit* L.), гессенська муха (*Mayetiola destructor* S.), злакові попелиці (*Schizaphis graminum* Rond.). В останні роки поширюється ураження рослин кукурудзи злаковими цикадками, з яких найбільш шкідливі шести крапкова (*Macrosteles laevis* Rib.), смугаста (*Psammotettix striatus* L.) і темна (*Laodelphax striatella* Fall.). Ці комахи-шкідники за пошкодження покривних структур (епідерма) рослин відкривають доступ спорам гриба пухирчастої сажки (*Ustilago zeae* (Beckm.) Unger.), що провокує прискорений розвиток міцелію та грибниці [27].

Застосування інтегрованого захисту рослин (хімічний інсектицид + біопрепарат + хімічний фунгіцид) показало найбільшу технічну ефективність в боротьбі з пухирчастою сажкою (*Ustilago zeae* (Beckm.) Unger.), яка становила 44,9…72,3% за дворічного терміну беззмінних посівів кукурудзи та 55,2…72,2 – за п'ятирічного терміну.

Біологічний захист за використання біопрепарату Трихопсин БТ мав дещо меншу технічну ефективність (31,0…50,0%), порівняно з інтегрованим захистом, проте такий захист рослин може поширюватись в органічному землеробстві.

Висновки. Ураженість рослин гібридів кукурудзи пухирчастою сажкою (*Ustilago zeae* (Beckm.) Unger.) зростала за п'ятирічний термін беззмінних посівів на кукурудзи на 10,5…23,4%. Застосування синтетичного фунгіциду з ріст-стимулюючою дією Абакус показало високу ефективність препарату в боротьбі з пухирчастою сажкою за беззмінних посівів кукурудзи при зрошенні. Його технічна ефективність становила 22,2…56,3%. Інтегрований захист гібридів кукурудзи (Трихопсин БТ + Бі 58 + Абакус) був найбільш ефективним. Технічна ефективність його застосування становила 44,9…76,2%. Гібриди кукурудзи з коротшою тривалістю періоду вегетації (ФАО 190–290) мають меншу ураженість пухирчастою сажкою (*Ustilago zeae* (Beckm.) Unger.) завдяки скороченню терміну інвазійного впливу гриба та зменшення поколінь теліоспор. Застосування біологічного інсекто-фунгіцидного засобу захисту кукурудзи показало технічну ефективність препарату Трихопсин БТ (біологічні препарати інсекто-фунгіцидної та рістстимулювальної дії) в боротьбі з пухирчастою сажкою (*Ustilago zeae* (Beckm.) Unger.) в межах 31,0…50,0%. Використання біологічних препаратів захисту кукурудзи можливе в органічному землеробстві та беззмінних посівах для отримання продовольчого та кормового зерна кукурудзи без застосування хімічних препаратів. Застосування хімічного інсектициду Бі58 призвело до зменшення ураженості пухирчастою сажкою у зв'язку зі зменшенням ураженості рослин кукурудзи бавовниковою совкою (*Helicoverpa armigera* Hbn.), кукурудзяним метеликом (*Ostrinia nubilalis* Hübner), шведською мухою (*Oscinella frit* L.), гессенською мухою (*Mayetiola destructor* S.), злаковими попелицями (*Schizaphis graminum* Rond.), злаковими цикадками (*Macrosteles laevis* Rib.), пошкодження якими покривних структур (епідерми) рослин відкривають доступ спорам гриба пухирчастої сажки (*Ustilago zeae* (Beckm.) Unger.) до раневих меристем та провокують прискорений розвиток міцелію та грибниці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Цилюрик О. Науково обґрунтовані сівозміни. *Агрономія сьогодні.* 2021. https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/21018-naukovo-obgruntovani-sivozminy.html
2. Кохан А.В., Глущенко Л.Д., Лень О.І., Олепір Р.В., Самойленко О.А. Продуктивність сортів і гібридів кукурудзи за різних систем удобрення та беззмінного їх вирощування. *Вісник аграрної науки.* 2019. № 10(799). С. 18–23. https://doi.org/20.31073/agrovisnyk2019010-03.
3. Hadzalo Ya., Luzan Yu. Environmental protection is an important agricultural priority of Ukraine in the process of European integration. *Bulletin of Agricultural Science***.** 2025, № 5(866). С. 6–21. https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202505-01.
4. Лікар Я.О., Гадзало Я.М., Вожегова Р.А. Енергетичний аналіз технології вирощування кукурудзи залежно від різних схем захисту рослин. *Таврійський науковий вісник.* 2024. № 141(1). С. 164–172. https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.1.21.

5. Parfeniuk A.I., Demianiuk O.S., Beznosko I.V. Regulation of phytopathogenic mycobiota by plant groups as a method of controlling phytopathogens in agroecosystems. *Bulletin of Agricultural Science.* 2025. № 2(863). P. 62–72. https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202502-07.

6. Гадзало Я.М., Вожегова Р.А., Лікар Я.О. Вплив системи захисту рослин на структуру урожайності гібридів кукурудзи за їх вирощування в умовах зрошення Півдня України. *Аграрні інновації*. 2024. № 27. С. 37–42. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.27.5.

7. Грикун О. Хвороби кукурудзи. *Пропозиція.* 7 серпня 2008. https://propozitsiya.com/ua/hvorobi-kukurudzi (дата звернення: 09.07.2025 р.).

8. Баннікова К.В., Шевчук О.В. Пухирчаста сажка кукурудзи. *Карантин і захист рослин.* 2011. № 4. С. 15–16.

9. Radócz, L., Szabó, A., Tamás, A., Illés, Á., Bojtor, C., Ragán, P., Vad, A., Széles, A., Harsányi, E., & Radócz, L. Investigation of the Detectability of Corn Smut Fungus (*Ustilago maydis* DC. Corda) Infection Based on UAV Multispectral Technology. *Agronomy*. 2023. Vol. 13(6). P. 1499. https://doi.org/10.3390/agronomy13061499

10. Чернобай Л. Хвороби кукурудзи та причини їх виникнення. *Агрономія сьогодні*. 25 серпня 2020. https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/18554-khvoroby-kukurudzy-ta-prychyny-ikh-vynyknennia.html (дата звернення: 09.07.2025 р.).

11. Mallowa S.O., Esker P.D., Paul P.A., Bradley C.A., Chapara V.R., Conley S. P., Robertson A. E. Effect of maize hybrid and foliar fungicides on yield under low foliar disease severity conditions. *Phytopathology.* 2015. № 105(8). P. 1080–1089. https://doi.org/10.1094/PHYTO-08-14-0210-R.

12. Paul P.A., Madden L.V., Bradley C.A., Robertson A.E., Munkvold G.P., Shaner G., … Esker P. Meta-analysis of yield response of hybrid field corn to foliar fungicides in the US Corn BeltPhytop. *Pathology.* 2011. Vol. 101, Iss. 9. P. 1122–1132. https://doi.org/10.1094/PHYTO-03-11-0091.

13. Глушко Т.В., Войташенко Д.П. Урожайність та якість зерна кукурудзи під впливом біопрепаратів в умовах зрошення південного Степу України. *Зрошуване землеробство*. 2013. №. 59. С. 44–47.

14. Борзих О.І. Хвороби рослин основних польових культур. *Біоресурси і природокористування*. 2015. Вип. 7. С. 183–189.

15. Марков Іван. Сажкові хвороби кукурудзи. *Агрономія Сьогодні*. 05 травня 2020 р. https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/17407-sazhkovi-khvoroby-kukurudzy.html (дата звернення: 09.07.2025 р.).

16. Мостов'як І.І., Дем'янюк О.С., Парфенюк А.І., Безноско І.В. Сорт як фактор формування стійких агроценозів зернових культур. *Вісник полтавської державної аграрної академії*. 2020. № 2. С. 110–118. https://doi.org/10.31210/visnyk2020.02.13.

17. Томаш Л.В., Микуляк І.С., Лінська М.І., Козак Г.В., Карп Т.Я. Оцінка стійкості самозапилених ліній кукурудзи до збудника пухирчастої сажки при штучному зараженні в умовах Буковини. *Зернові культури*. 2025. Т. 9. № 1. С. 79–83. https://doi.org/10.31867/2523-4544/0363.

18. Gadzalo Ia., Luzan Yu. Increasing the role of agricultural science at the stage of European integration. *Bulletin of Agricultural Science*. 2023. Vol. 12(849). P. 5–16. https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202312-01.

19. Vozhehova R., Marchenko T., Piliarska O., Lavrynenko Yu., Halchenko N., Lykhovyd P. Grain corn product yield and gross value depending on the hybrids and application of biopreparations in the irrigated conditions. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2021. Vol. 21, Iss. 4. P. 611–619. https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.21_4/volume_21_4_2021.

20. Третяк Ю. Ад'юванти і біостимулятори мінімізують негативні фактори у ході вегетації, на які ми не можемо вплинути. https://superagronom.com/

articles/788-yuriy-tretyak-adyuvanti-i-biostimulyatori-minimizuyut-negativni-faktori-u-hodi-vegetatsiyi-na-yaki-mi-ne-mojemo-vplinuti (дата звернення 05.06.2025 р.)

21. Вожегова Р.А. та ін. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях. Херсон: Грінь Д.С. 2014. 286 с.

22. Трибель С.О., Сігарьова Д.Д., Секун М.П., Іващенко О.О. Методи випробування та застосування пестицидів. Київ: Світ. 2001. 256 с.

23. Лещук Н.В., Башкірова Н.В., Ретьман С.В., Сергієнко В.Г., Каленич Ф.С., Андрющенко А.В. Методика проведення фітопатологічних досліджень за штучного зараження рослин. Київ: Український інститут експертизи сортів рослин. 2016. 74 с.

24. Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН. https://biotekhnika.od.ua/uk,https://centrbio.com/.

25. Педаш Т.М., Судак В.М., Гирка Т.В., Явдощенко М.П. Стійкість сучасних гібридів кукурудзи до сажкових хвороб в умовах Північного Степу України. *Зернові культури.* 2021. Т. 5. № 1. С. 138–144. https://doi.org/10.31867/2523-4544/0170142.

26. Donets A., Marchenko T., Piliarska O., Mishchenko S., Lavrynenko Y. The effectiveness of protection measures for maize hybrids of different FAO groups against damage caused by *Ostrinia nubilalis* Hübner under continuous maize cultivation conditions with irrigation. *Modern Phytomorphology*. 2025. Vol. 19. P. 91–95. https://doi.org/10.5281/zenodo.16752001.

27. Ткачова С. Шкідники сходів озимих культур та захист від них. *Пропозиція.* 9 лютого 2023. https://propozitsiya.com/articles/ahrokhimiya/shkidnyky-skhodiv-ozymykh-kultur-ta-zakhyst-vid-nykh

Дата першого надходження рукопису до видання: 05.09.2025
Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 23.10.2025
Дата публікації: 05.12.2025