

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології**

ПОГОДЖЕНО

**Декан факультету
захисту рослин, біотехнологій та
екології, д.с.-г.н., професор
Юлія КОЛОМІЄЦЬ**

(підпис)

« ____ » _____ 2026 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

**Завідувач кафедри
фітопатології ім. акад. В.Ф.
Пересипкіна, к.с.-г. н., доцент
Дмитро ГЕНТОШ**

(підпис)

« ____ » _____ 2026 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему «*Стійкість гібридів кукурудзи до сажкових хвороб*»

Спеціальність

202 “Захист і карантин рослин”

Освітньо-професійна програма

“Захист і карантин рослин”

Гарант освітньої програми

Доктор сільськогосподарських
наук, професор

(підпис) **Мирослав ПІКОВСЬКИЙ**

**Керівник бакалаврської
кваліфікаційної роботи**

Кандидат біологічних наук,
ст. викладач

(підпис) **Ірина Артемчук**

Виконав

(підпис) **Іван СИДОРЕНКО**

КИЇВ-2026

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ

І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

ЗАТВЕРДЖУЮ
завідувач кафедри
фітопатології ім. акад.
В.Ф. Пересипкіна к.с.-г.н., доцент
_____ Дмитро ГЕНТОШ
« ____ » _____ 2026 р.

З А В Д А Н Н Я

ДО ВИКОНАННЯ БАКАЛАВРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧУ

Сидоренка Івана Миколайовича

Спеціальність 202 “Захист і карантин рослин”

Освітньо-професійна програма «Захист і карантин рослин»

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи

«Стійкість гібридів кукурудзи до сажкових хвороб»

затверджена наказом від «29» жовтня 2025 року № 2588 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру «20» травня 2026 р.

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи: кукурудза, гібриди, сажкові хвороби, протруйники, фунгіциди, поширення та розвиток хвороб, стійкість гібридів.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Ознайомитися з проявом сажкових хвороб кукурудзи;
2. Визначити поширення та розвиток сажкових хвороб кукурудзи;
3. Встановити гібриди кукурудзи, стійкі до сажкових хвороб;
4. Встановити ефективність використання засобів захисту рослин проти сажкових хвороб кукурудзи.

Дата видачі завдання «20» травня 2025 р.

Керівник бакалаврської
кваліфікаційної роботи

кандидат біологічних

наук, ст. викладач

(підпис)

Ірина АРТЕМЧУК

Завдання взяв до виконання

(підпис)

Іван СИДОРЕНКО

ЗМІСТ

Вступ.....	6
I. Огляд літератури.....	10
1.1 Еколого–біологічні особливості розвитку кукурудзи.....	10
1.2. Особливості розвитку сажкових хвороб кукурудзи в різних екологічних умовах України.....	14
1.2.1. Особливості розвитку пухирчастої сажки кукурудзи.....	15
1.2.2. Особливості розвитку летючої сажки кукурудзи.....	21
1.2.3. Сучасні підходи до захисту кукурудзи проти сажкових хвороб.....	27
II. Умови та методики проведення досліджень.....	34
2.1. Загальні відомості про господарство.....	34
2.2. Характеристика ґрунтово-кліматичних умов місця проведення досліджень.....	35
2.3. Методики проведення досліджень.....	37
III. Результати експериментальних досліджень.....	42
3.1. Визначення частоти ураження гібридів кукурудзи сажковими хворобами.....	42
3.2. Вплив сажкових хвороб на морфологічні ознаки гібридів кукурудзи та перебіг основних фаз росту і розвитку.....	45
3.3. Економічна ефективність застосування засобів захисту проти сажкових хвороб кукурудзи.....	49
IV. Охорона праці та безпека при роботі з пестицидами.....	52
Висновки.....	56
Список використаних джерел.....	58

РЕФЕРАТ

Робота виконана на 60 сторінках, містить 3 розділи, 5 рисунків, 10 таблиць, 64 використаних літературних джерел.

Мета роботи:

ознайомитися з симптоматикою сажкових хвороб кукурудзи в польових умовах протягом вегетації;

визначити поширення та розвиток пухирчастої та летючої сажки кукурудзи;

встановити стійкість гібридів кукурудзи до сажкових хвороб;

розрахувати економічну ефективність використання засобів захисту рослин проти сажкових хвороб кукурудзи;

визначити стан та дотримання правил охорони праці під час роботи з фунгіцидами в місці проведення досліджень.

Коротко результати: Кукурудза в Україні за останні роки залишається стратегічною культурою, яку вирощують у всіх регіонах, незалежно від кліматичних умов та форм власності господарств. Сажкові хвороби визнані багатьма дослідженнями та практикою аграрного виробництва як найбільш шкідливі серед усіх, що вражають кукурудзу. Використання стійких сортів є найбільш ефективним методом захисту культури від ураження хворобами. Нашими дослідженнями визначено основні симптоми сажкових хвороб, що проявилися протягом вегетаційного періоду, встановлено критичні фази ураження, особливості та ефективність системи захисту у СФГ «Аврамчук» Любарського району Житомирської області. Визначені гібриди, що мають комплексну стійкість до сажкових хвороб та запропоновані рекомендації виробництву для їх впровадження.

ВСТУП

Кукурудза є однією з найбільш поширених продовольчих сільськогосподарських культур цивілізації, що має багато переваг для вирішення сучасних світових викликів. З точки зору сучасного екологічного та економічного стану суспільства головними перевагами цієї культури є можливість забезпечувати кращий врожай при тій же кількості вологи у порівнянні з іншими польовими культурами завдяки високому потенціалу продуктивності, врожай має кращу якість завдяки винятковій здатності до адаптації, є економічно вигідною культурою в плані обробки пестицидами (в середньому 1,75 разів обприскувань на культуру за сезон), корисна для довкілля, не наносить шкоду кліматичному середовищу та біологічному різноманіттю, після збирання залишає по собі ґрунт з високими якісними показниками, широко застосовується для потреб суспільства з численними ринками збуту в майбутньому [1].

У найближчі 20 років попит на кукурудзу буде зростати у зв'язку з ростом чисельності населення та покращенням рівня життя населення в країнах, що розвиваються та збільшенням відповідно попиту на продукцію тваринництва. Немаловажним драйвером збільшення попиту на кукурудзу буде використання її в якості біопалива, що є важливим елементом Європейської Зеленої програми по збереженню довкілля, що передбачає відмову до 2050 року від викопного палива. Щоб задовольнити ці потреби світове виробництво кукурудзи до 2050 року повинно збільшитись на 50%, в цей же час, як площі орних земель зменшаться на 24% [2].

Світове виробництво кукурудзи у 2025/26 році оцінюється на рівні 1250-1300 млн тонн, що є досить суттєвим зростанням до попереднього року і підтверджує загальносвітові тенденції до збереження високого глобального попиту та потреби у зростанні виробництва цієї культури [3]. Високий попит змушує аграріїв в усьому світі активно розробляти нові стратегії адаптації до

кон'юнктури ринку, зосереджуючи увагу на якості продукції, оптимізації витрат та сталих методах вирощування.

Внутрішньоукраїнський ринок кукурудзи є одним із головних секторів аграрної економіки, оскільки Україна відноситься до одного з найбільших її виробників та експортерів у світі [4]. Основними регіонами вирощування кукурудзи є південні та центральні області, де сприятливі в окремі роки кліматичні умови та родючі ґрунти забезпечують високу врожайність за умов достатнього вологозабезпечення. Однак, 2025 року спостерігалися деякі проблеми, пов'язані з посухою та браком вологи, впливає також і складна геополітична ситуація та глобальні економічні виклики, що суттєво зменшують загальний обсяг виробництва та пропозиції на ринку в Україні [5].

Окрім цього на зменшення продуктивності та якості зерна впливає ураження рослин кукурудзи хворобами [6]. В Україні кукурудзу вражають переважно грибкові хвороби, такі як фузаріоз (найбільш шкідливий), гнилі стебел та качанів, пухирчаста та летюча сажки, гелмінтоспоріоз, нігроспороз, іржа, а також бактеріальні та вірусні хвороби, особливо при беззмінних посівах та інтенсивних технологіях. Тому вивчення біології збудників, оцінка зараження посівів хворобами, прогнозованість розвитку хвороб, вплив на продуктивність та якість зерна, ефективність методів захисту є актуальними питаннями, які ми вивчали під час виконання роботи.

Об'єктом досліджень є вплив стійкості проти сажкових хвороб на продуктивність гібридів кукурудзи різного генетичного походження в ґрунтових та екологічних умовах Житомирської області.

Предмет досліджень – гібриди кукурудзи різних груп стиглості, вирощені в ґрунтових та екологічних умовах регіону, що відрізняються за стійкістю проти сажкових хвороб.

Метою наших досліджень за темою бакалаврської роботи було виявити та оцінити інтенсивність ураження різних гібридів кукурудзи збудниками сажки,

відслідкувати протягом вегетаційного періоду біологічні зміни патогена та рослин кукурудзи, ефективність різних методів захисту від сажкових хвороб, дослідити вплив ураження сажковими грибами на продуктивність гібридів і якість зерна.

Для реалізації визначеної мети виконувалися такі завдання:

- ознайомитися з методикою виявлення сажкових хвороб кукурудзи;
- визначити поширення та розвиток сажкових хвороб кукурудзи у виробничих посівах СФГ «Аврамчук» Любарського району Житомирської області;
- виявити гібриди кукурудзи стійкі до пухирчастої та летючої сажки;
- розрахувати економічну ефективність використання засобів захисту рослин проти сажкових хвороб кукурудзи.

Методи досліджень: Загальнонаукові: аналіз і синтез, індукція і дедукція, системний аналіз. Спеціальні: польові – для визначення рівня ураження гібридів кукурудзи пухирчастою та летючою сажкою та ефективності методів захисту рослин; лабораторні – для визначення рівня прояву ознак ураження насіння різних гібридів; статистичні: дисперсійний, варіаційний – для доведення достовірності отриманих даних у дослідженнях, рівня імовірності, визначення мінливості ознак.

Отримані результати свідчать про перспективність використання даних методів для вирішення питань агропромислового виробництва. Результати даної розробки можуть бути використані:

- для підвищення дохідності вирощування кукурудзи при зниженні витрат і зменшенні негативного впливу хімічних речовин;
- для прогнозування розвитку патологічних процесів у посівах кукурудзи;
- для розробки найбільш ефективних сучасних інтегрованих методів захисту посівів кукурудзи проти хвороб.

Робота має велике економічне та соціально-економічне значення особливо у зв'язку з сучасними підходами до вирощування та захисту посівів кукурудзи в контексті Європейської Зеленої програми Green Deal, що дозволяє використовувати у виробництві гібриди кукурудзи, стійкі до сажкових хвороб,

допомагає вирощувати безпечну для споживачів продукцію, вирішує екологічні проблеми, підвищує рентабельність виробництва. Отримані дані показали відмінності гібридів кукурудзи за стійкістю до сажкових хвороб. За результатами досліджень визначено найбільш стійкі та урожайні гібриди, які доцільно впроваджувати у господарствах Житомирської області. Визначена економічна ефективність застосування протруйників та фунгіцидів проти сажкових хвороб кукурудзи.

Дослідження за бакалаврською роботою проведені на експериментальній базі СФГ «Аврамчук» с. Нова Чортoria Любарського району Житомирської області.

РОЗДІЛ I. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Еколого -біологічні особливості розвитку кукурудзи

Кукурудза (*Zea mays* L.) належить до родини тонконогових, проте за своїми біологічними особливостями значно відрізняється від інших злакових культур [7]. Це високоврожайна культура, здатна формувати урожай в значному діапазоні природних умов [8]. Вона вважається об'єктом найбільш вивченим генетично і цитологічно: особливо повно описані закономірності успадкування окремих ознак, складені генетичні та цитологічні карти хромосом. Кукурудза є класичним модельним об'єктом біохімічного складу зерна, ознак статі, мейотичних мутантів, кросинговеру, використання різних транслокацій для картування генів [9]. Саме на кукурудзі В. McClintocky 1950 році було відкрито явище транслокацій (процес переміщення мобільного генетичного елемента з одного генетичного локуса в другий), за що вона отримала Нобелівську премію [9]. Крім того кукурудза є однією з рослин, посіви генетично модифікованих гібридів якої займають у світі більше 68,4 млн га (станом на 2024-2025 рр.), що є другою за поширенням ГМО-культурою після сої [10].

Однак, потенціал кукурудзи на сьогоднішній день не вичерпаний. Створені в Україні гібриди не завжди добре адаптовані до мінливих екологічних умов, пов'язаних із зміною клімату, потребують покращення пристосованості до сучасних технологій вирощування, в тому числі толерантності до сучасних гербіцидів з широким спектром дії, відмова від традиційних методів підготовки ґрунту, коли накопичуються патогени поширених хвороб та шкідники в умовах вирощування кукурудзи в монокультурі, використання в селекції обмеженої кількості вихідних батьківських форм, виправлення вад морфологічних змін.

В Державному реєстрі сортів рослин, придатних для вирощування в Україні станом на 01.01.2026 року зареєстровано 2802 гібрида кукурудзи звичайної

вітчизняної та іноземної селекції [11]. Кукурудза має підвищені вимоги до вологості, тепла, світла, поживних речовин та інших факторів навколишнього середовища. Її гібриди значно відрізняються за вегетаційним періодом, звідси і різні вимоги до вищевказаних факторів. При застосуванні агротехнічних прийомів з урахуванням ґрунтово-кліматичних особливостей зони вирощування, екологічних вимог, кукурудза забезпечує отримання максимального врожаю. Вибір гібридів кукурудзи для посіву є домінуючим фактором для збільшення урожайності кукурудзи в багатьох країнах, в тому числі і в Україні, особливо в тих, де дуже високий рівень інтенсифікації землеробства [12]. У Європі участь нових сортів та гібридів у підвищенні урожайності становить біля 25% [13]. Вибір гібрида для посіву в певній зоні обумовлюється також групою ФАО (міжнародна шкала класів гібридів кукурудзи за групою стиглості), рекомендованною для даної зони вирощування [13].

В розвитку рослин кукурудзи вирізняють вісім ключових критичних етапів розвитку [14], які мають свої еколого-біологічні особливості, що визначають кінцеву продуктивність. Перший етап: сходи. Ґрунт повинен бути легким та вологим, температура ґрунту для проростання насіння повинна бути не менше 10⁰ С. За таких умов необхідно від 12 до 17 днів до появи сходів. В цей період негативні природні чинники, як то заморозки, надлишок вологості, ураження хворобами (фузаріоз сходів, пітіоз, гелмінтоспоріоз, бактеріальні хвороби (*Erwinia*), вірусні мозаїки (*Maize Mosaic Virus*)), шкідники (дротяники, слимаки, совки та інші) можуть суттєво вплинути на густоту стояння рослин та врожайність в цілому. Другий етап: стадія 4-5 листків. Відбувається повне відділення рослини від насінини, вона більше не залежить від поживних речовин насіння, інтенсивно розвивається коренева система, підсилюється чутливість до дефіциту поживних речовин ґрунту, особливо азоту та фосфору, остаточно формується густота посіву. Третій етап: стадія 8-10 листків. Закладаються репродуктивні органи, формується качан (кількість рядів), з фази 10 листків починається динамічний

ріст, збільшується потреба вологи та поживних речовин, посилюється чутливість до низьких температур ($< 8^{\circ}\text{C}$), сонячного світла, проявляються специфічні особливості гібридів. Четвертий етап: поява волоті. Визначається кількість качанів на рослині, на 90% визначається кількість зерен, стадія чутлива до нестачі вологи та азоту. П'ятий етап: цвітіння. Запліднення зернівок, висока чутливість до дефіциту вологи та високих температур, що може викликати порушення процесу запилення, не викидання волоті, утворення стерильного пилку, проблеми із заплідненням. Шостий етап: абортация зерен. До 25 днів після цвітіння, остаточно формується кількість зерен, далі абортация вже не можлива, закінчується період максимальної чутливості до водного дефіциту. Сьомий етап: стадія наливу зерна. Вологість зерна на рівні 50%, знижується потреба у волозі, поживних речовинах ґрунту, сонячному світлі. Восьмий етап: чорна точка. Фізіологічна стиглість зерна, вологість на рівні 32%, з'являється чорна точка, зерна більше не залежать від качанів [14].

Виходячи з цих особливостей критичних етапів росту, розвитку, формування продуктивності, можна зазначити, що лімітуючими чинниками у вирощуванні кукурудзи є тепло та волога. Оптимальна денна температура для вегетації кукурудзи $24-30^{\circ}\text{C}$. При цьому нічні температури повинні бути приблизно в половину нижчими, оскільки за спекотних ночей кукурудза значно підвищує випаровування, що призводить до поступового зменшення сухої маси. Пороговою для росту і розвитку культури є 10°C , якщо температурний режим опускається нижче, кукурудза практично припиняє розвиватися [15].

Для настання фізіологічної стиглості зерна (вологість 35-40%) кукурудза має накопичити певну суму ефективних температур впродовж сезону в залежності від групи стиглості: для ранньостиглих ФАО 200 – $1030-1090^{\circ}\text{C}$, для пізньостиглих ФАО 500 – $1360-1420^{\circ}\text{C}$, для середньостиглих – в цьому проміжку. За більш низьких показників кукурудза розвивається повільніше, затримуються фази вегетації, утворюється менше качанів, гірша якість зерна, можлива загибель

рослин під час заморозків, а отже, існує ризик недобору урожаю, особливо для ранніх гібридів [15].

Вологи кукурудза потребує 450-600 мм за вегетаційний сезон, при чому найбільше опадів потрібно в липні-серпні. На жаль, тенденцією останніх років є затяжні літні посухи, тому важливо накопичити достатньо вологи в ґрунті, зберегти і утримати її до настання критичної потреби кукурудзи шляхом оптимально сформованої системи живлення та обробітку ґрунту, вибору густоти стояння рослин, гарної системи захисту, а головне, правильного підбору гібридів, що мають підвищену посухостійкість [15].

Кукурудза може вирощуватись на всіх типах ґрунтів, однак найкращі результати продуктивності показує на родючих, добре структурованих землях при достатній кількості поживних речовин. Піщані, кислі ґрунти, поля, де близько підходять ґрунтові води, не придатні для отримання високих урожаїв, а при кислотності рН 4,0 рослини кукурудзи взагалі не мають шансів вижити. Ущільнення ґрунту також негативно впливає на продуктивність. Ущільнений ґрунт з низькою водопроникністю призводить до формування пласкої кореневої системи, що розташовується у поверхневому шарі. Такі рослини не можуть протистояти посухам і легко вилягають при сильних вітрах [16].

Отже, універсальної технології вирощування кукурудзи для всіх регіонів бути не може. Проте, якщо об'єднати практичний досвід, наукові рекомендації з урахуванням кліматичних зон, активно реагувати на щорічні виклики природи, можна отримати високий результат. Успішна адаптація до наслідків кліматичних змін у виробництві та споживанні кукурудзи вимагатиме зусиль із боку урядів, наукових установ й агробізнесу для забезпечення сталого розвитку у цій галузі в контексті нових цілей та завдань глобальної продовольчої трансформації 2030 - 2050 рр.[13]. Зростання виробництва кукурудзи може бути зумовлене кількома чинниками, серед яких — покращення агрономічних практик, впровадження нових технологій та гібридів кукурудзи, які забезпечують вищу врожайність.

1.2. Особливості розвитку сажкових хвороб кукурудзи в різних екологічних умовах України

Кукурудза в Україні — стратегічно важлива культура, потенціал її продуктивності безпосередньо залежить від ефективного захисту проти хвороб. Грибкові, бактеріальні та вірусні хвороби кукурудзи щороку знижують урожайність і погіршують якість зерна [17]. Найпоширеніші загрози — фузаріоз, сажкові хвороби, гельмінтоспоріоз та інші. Кукурудза також схильна до багатьох бактеріальних, вірусних і неінфекційних хвороб, які негативно впливають на її поживні та смакові якості, а також знижують урожайність. Щоб запобігти суттєвим втратам, необхідно застосовувати комплексний захист.

Серед основних запобіжних заходів боротьби з хворобами кукурудзи є вибір гібрида. Більшість гібридів, занесених до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, досить стійкі до летючої та пухирчастої сажок, гельмінтоспоріозу, стеблових гнилей. Але основним захистом від хвороб слід вважати генетично обумовлену стійкість гібридів та хімічний захист посівів. Аграрії застосовують різноманітні агротехнічні заходи й використовують високоефективні сучасні препарати. Це важливо для збереження всіх сортових характеристик і отримання високого врожаю. Проте перш ніж розглядати методи захисту кукурудзи від хвороб, слід визначити основні хвороби, характерні для цієї культури та їх особливості в даному екологічному середовищі [18].

Останніми роками в Україні спостерігається погіршення фітосанітарного стану агроценозів, зумовлене впливом екологічних та економічних чинників, що призвело до різкого збільшення рівня чисельності та розширення зон шкодочинності основних хвороб і шкідників [19].

Концентрація посівних площ кукурудзи в спеціалізованих господарствах і в короткоротаційних сівозмінах призводить до накопичення у ґрунті збудників

хвороб, серед яких на особливу увагу заслуговують сажкові хвороби (пухирчаста й летюча). За сильного ступеня ураження цими хворобами недобір урожаю зерна в господарствах України може становити 15–20 %, як внаслідок ураження качанів, так і через приховані втрати, пов'язані із загибеллю окремих паростків, низькорослістю рослин і недорозвиненістю качанів [20, 21]. Негативний вплив шкідників і збудників хвороб зумовлює не лише зниження врожаю зерна чи силосної маси, а й погіршення їх якості.

Більшість збудників хвороб кукурудзи відноситься до факультативних патогенів, які уражують тільки ослаблені внаслідок різноманітних причин тканини рослин. У зв'язку з цим у кукурудзи особливо яскраво проявляється залежність хвороб від умов її вирощування. Тому за низької агротехніки, нестачі або надмірної кількості тепла або вологи, нестачі в ґрунті поживних речовин та при інших несприятливих факторах сильно ослаблюється її ріст та розвиток, що сприяє значному ураженню рослин хворобами. Також існують деякі віруси, які можуть уражати кукурудзу на полі та в сховищах, внаслідок чого істотно знижуються технологічні показники якості рослинної продукції. В умовах Лісостепу України найбільш поширеними хворобами гібридів кукурудзи і їх батьківських форм є пухирча стасажка (*Ustilagozeae*), летюча сажка (*Sorosporium reilianum*), стеблові гнилі і фузаріоз качанів (*Fusarium moniliforme*) [22].

1.2.1. Особливості розвитку пухирчастої сажки кукурудзи

Пухирчаста сажка – домінуюча хвороба кукурудзи в Україні, особливо у Лісостеповій зоні. Зараження складає в середньому 3-6 %, а в окремі роки може досягати 20 % [23]. Збудником пухирчастої сажки кукурудзи є базидіальний гриб *Ustilago zeae* (Beckm) Unger. Біологічний цикл розвитку збудника досить добре вивчений [18,24]. Уражає кукурудзу впродовж усього вегетаційного

періоду. В Україні найбільшої шкоди вона завдає у напівпосушливих центральних областях, особливо при вирощуванні сприйнятливих гібридів, уражуючи 10-25 % рослин. За період вегетації рослин гриб може утворювати 3-5 генерацій. Кількість таких повторних циклів залежить від погодних умов [24]. Гриб уражає усі органи рослини, крім коріння: листя, стебла, міжвузля, листові піхви, качани, волоті, повітряні корені. Проявляється хвороба у вигляді пухирчастих здуттів різної форми і розміру – від невеликих до 15 см і більше в діаметрі. Великі пухлини, розміщені над качаном, більш шкодочинні, ніж дрібні, чи ті, які розвиваються нижче качанів. Єдиною причиною значних втрат є безплідність качанів, яку викликає сажка.

Розвиток здуттів починається з блідих, злегка припухлих плям, що швидко збільшуються і за 2-3 тижні перетворюються у великі пухлини блідувато-рожевого або зеленувато-жовтого кольору. У нестигломому стані сажкові здуття складаються з сірувато-білої, шаруватої маси, вкритої товстою вологою оболонкою. При досяганні вміст здуття перетворюється на чорно-оливкове скупчення теліоспор гриба. При мікроскопічному аналізі ідентифікуються теліоспори гриба – шароподібні, 7-12 мкм в діаметрі або еліпсоподібні, 8-15x17-10 мкм, з жовто-бурою, дрібно-шипуватою оболонкою, у масі – оливкового кольору. Зараження відбувається впродовж значного періоду вегетації за допомогою теліоспор, які разносяться вітром з пухирів, що залишилися на полі з минулого року і руйнуються при обробці ґрунту [17,18,25]. На рисунках 1.1. та 1.2. представлені симптоми ураження різних органів рослин кукурудзи на протязі вегетаційного періода.



А)

Б)

В)

Г)

Рис. 1.1. Симптоми пухирчастої сажки: А) Уражені листки та листкові піхви; Б) Уражений качан в фазу молочної стиглості; В) Одночасний розвиток хвороби на качані і стеблі; Г) здуття сажки на качані Джерело: Агро Бізнес сьогодні.Режим доступу <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni> [26]



А)

Б)

Рис. 1.2. Симптоми пухирчастої сажки: А) Уражена волоть; Б) Прояв хвороби на окремих зернівках верхівки качана Джерело: Агро Бізнес сьогодні.Режим доступу <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni> [26]

У польових умовах рослини кукурудзи найбільш сприйнятливі до хвороби від фази 4-6 листків до початку молочної стиглості. Більш раннє ураження зустрічається дуже рідко і звичайно закінчується загибеллю проростка; ураження пізніше фази молочно-воскової стиглості є незначним [27]. Спори, проростаючи, проникають у рослини через ніжний епідерміс. Гриб-збудник хвороби здатний уражати тільки молоді меристематичні тканини. Найчастіше він заражає зону стеблового конуса наростання, внаслідок чого здуття утворюються на стеблі, листках та волоті, а також молодих качанах, що знаходяться в листових піхвах нижче качанів. Меристемні тканини особливо вразливі для збудників сажки, тому качани, волоті, що містять велику кількість цієї тканини, уражаються частіше інших органів [28]. Перші ознаки первинного ураження хворобою проявляються на молодому листі і піхвах, починаючи з фази сходів. У фазу 5-8 пар листків уражаються листові піхви та стебла, потім – волоть, на початку цвітіння – качани. Маса зрілих теліоспор, що розпилюється з тріщин пухирів, спричиняє повторне зараження рослин. Кількість таких повторних циклів залежить від погодних умов. За період вегетації рослин гриб може утворювати 3-5 генерацій.

Гриб дифузно не поширюється по рослині, тому кожне утворене здуття є місцем зараження. Проростають теліоспори за наявності краплинної вологи протягом кількох годин. Теліоспори знаходяться у ґрунті в незруйнованих сажкових жовнях, рідко – на насінні [29]. Оптимальна температура для проростання теліоспор $23-25^{\circ}\text{C}$, мінімальна 12°C . Як низька (40 %), так і висока (80 %) вологість ґрунту сприяє розвитку хвороби [29]. Сприятливими для розвитку упухирчастої сажки є висока температура і періодичні посухи. Нерівномірність опадів підвищує розвиток хвороби, а систематичне достатнє зволоження, як і тривалі посухи, обмежують його. Це ж підтверджується у дослідженнях [30], якими встановлено, що висока температура і умови, коли періоди достатньої вологи чергуються з її нестачею, більш сприятливі для розвитку пухирчастої сажки, ніж умови систематичного достатнього зволоження. У роки, коли в період

вегетації дощі випадають нерівномірно, пухирчастої сажки буває дуже багато, а тривалі посухи також несприятливі для її розвитку.

Ураженість качанів кукурудзи пухирчастою сажкою впливає на їх довжину, кількість зерен у качані, масу зерен з качана, масу 1000 зерен та висоту рослин. Відмічається також, що при вирощуванні кукурудзи на зрошенні, ймовірність розвитку фітопатогенів, і сажкових хвороб зокрема, підвищується. Це ж стосується і чинника ураженості рослин та інтенсивності перебігу циклу розвитку збудника [31,32]. Виявлено кореляцію між висотою прикріплення качана і ураженням пухирчастою сажкою ($r=0,71 \pm 0,05$) в рік епіфітотії. У роки менш сприятливі для хвороби зв'язок був не такий тісний. Визначена наявність залежності ураження рослин від тривалості вегетаційного періоду [33, 34,]. Це підкреслюється і в ряді інших досліджень, за якими, чим скоростигліший зразок, тим він більше уражається сажкою [35].

Нічні роси також сприяють ураженню. Рослини, які розвиваються ненормально через несприятливі фактори середовища (грунтова та повітряна посуха, загущені посіви), уражаються частіше і сильніше.

Шкідливість хвороби полягає у значному недоборі урожаю, внаслідок ураження різних органів рослин, безплідності качанів за умов раннього їхнього зараження, а також у загибелі уражених молодих рослин, призводить до зниження врожаю, погіршення якості зеленої маси та зменшення у ній цукру [26]. Обсяг втрат урожаю напряду залежить від кількості, розміру та розташування пухирів на одній рослині. Пухирі великих розмірів спричиняють втрати близько 60 % і більше, середньої величини – 25 %, невеликі – 10 % [26].

Відсутність біологічної стійкості до збудників сажкових хвороб у гібридів викликає необхідність вивчення імунності матеріалу для визначення джерел стійкості і впровадження їх у селекційний процес [36]. Стійкість до збудників сажкових хвороб є вкрай складною ознакою, що визначається як морфо-

біологічними особливостями рослин, так і їх генетичною структурою. Ті самі сорти, лінії, гібриди в різних умовах відрізняються різним рівнем стійкості [37]. Існує три форми стійкості до пухирчастої сажки:

1. стійкість до нападу патогену, яка проявляється у скороченні сприйнятливих фаз розвитку та захисній дії певних анатомо-морфологічних особливостей рослин;

2. стійкість до проникнення патогену в тканини рослини господаря;

3. стійкість до поширення паразиту в тканинах зараженої рослини, що характеризується впливом на патоген фітонцидів, окислювально-відновних ферментів, утворенням футлярів навколо гіфів патогенів.

Зараз вважається, що ураження пухирчастою сажкою кукурудзи обмежують: тургорний стан тканин, недовготривалість фази сприйнятливості окремих органів, стійкість до ушкодження шкідниками, фітонцидність тканин і прояв активних фізіологічних реакцій захисного характеру [37].

Лінійка найбільш продуктивних за результатами 2024/25 років стійких до пухирчастої сажки гібридів кукурудзи: Амарок 290 (ВНІС, ФАО 320), Галард (ВНІС, ФАО 280), Мажор (РостАгро, ФАО 380), Кросбі (РостАгро, ФАО 170), Сідні (РостАгро, ФАО 350), Сабін (РостАгро, ФАО 280), ДМС Тристан (Mais, ФАО 270), ЛІД 3306Ц (Lidea, ФАО 290), ЛІД 3130Ц (Lidea, ФАО 320), Карела (Lidea, ФАО 370), ЛІГ 31240 (Limagrain, ФАО 220), Естетик (EFAGRI, Елідон, ФАО 280), Ніколадж (EFAGRI, Елідон, ФАО 320), ЄС Астероїд (Euralis, ФАО 290).

1.2.2. Особливості розвитку летючої сажки кукурудзи

В Україні летюча сажка поширена значно менше, ніж пухирчаста, зустрічається переважно в регіонах з достатнім зволоженням, а саме в Полтавській, Кіровоградській, Черкаській областях та у південній частині Київської області. В інших зонах вирощування кукурудзи хвороба не має значного поширення [38].

Уперше летючу сажку науково описали у 1875 р. (за зразком із Єгипту, зібраному в 1868 р.). У кінці XIX ст. хвороба проявилась у штаті Канзас, а після 1920 р. з'явилася на східному узбережжі Північної Америки. Вже в другій половині XX ст. ця хвороба стала серйозною проблемою в Європі [39].

Симптоми хвороби проявляються в період цвітіння (Рис.1.3) Гриб уражає генеративні органи: качан цілком перетворюється на чорну масу спор, прикриту скороченими обгортками, які спочатку щільні, зелені, а пізніше жовкнуть, всихають і передчасно (у фазі молочної стиглості) розкриваються; волоть руйнується частково або повністю, з утворенням неприкритих чорних скупчень спор (теліоспор), що вільно розпилюються [36].

Теліоспори темно-бурі, товстостінні, округлі, 4-19 мкм в діаметрі або еліпсоїдні трішки вуглуваті, з дрібно-шипуватою оболонкою. В незрілому стані теліоспори зібрані в клубочки, які розпадаються при дозріванні. Спори розпилюються повільно, оскільки утримуються волокнами (залишками провідних пучків) [40] (Рис. 1.4).

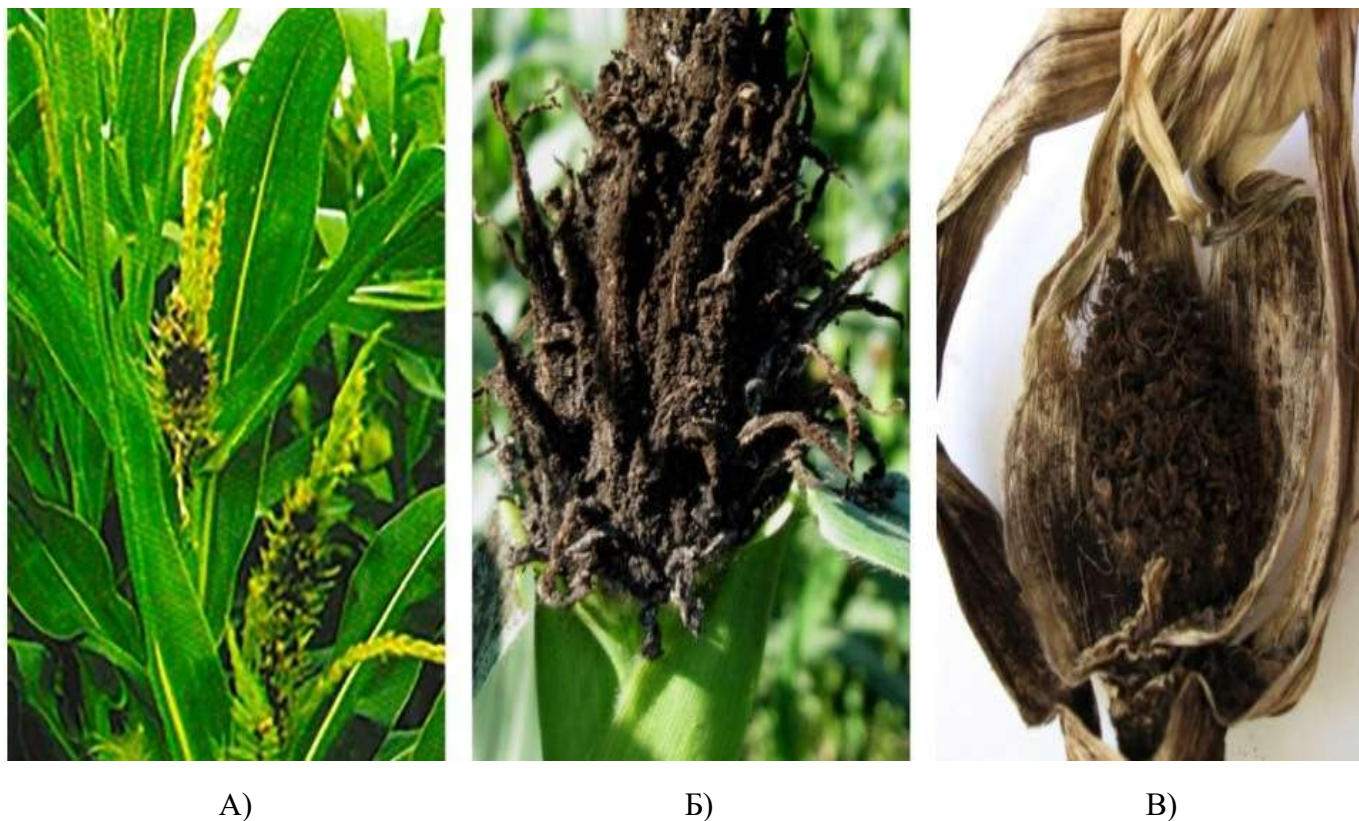


Рис. 1.3. Симптоми летючої сажки: А) Уражені волоті; Б) Уражений качан в фазу молочної стиглості; В) Уражений качан в фазу повної стиглості. Джерело: Агро Бізнес сьогодні.Режим доступу URL:<https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni> [26]

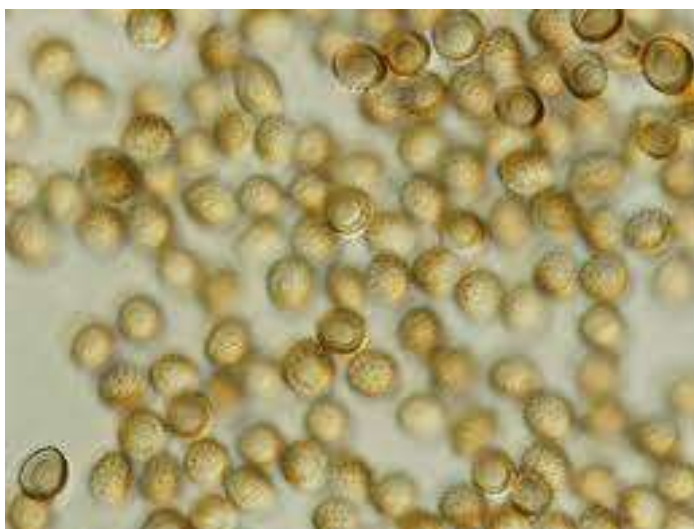


Рис. 1.4. Теліоспори сажки під мікроскопом Джерело: СуперАгроном. Режим доступу URL: <https://superagronom.com/blog/923-kontrol-hvorob-ozimoyi-pshenitsi-protruynikami-diyuchi-rechovini-ta-patogeni> [41]

Уражені рослини відстають у рості, часто надмірно кущаться, схильні до сильного обростання листям та до інших потворностей. Можлива також прихована форма хвороби, при якій спори на уражених органах не утворюються, рослина відстає в рості, качани недорозвинені, або їх зовсім немає. За зовнішнім виглядом летюча сажка відрізняється від пухирчастої тим, що у першій спорові скупчення сухі і не мають оболонки, а в другій здуття вкрите м'ясистю, блискучою, вологою з середини оболонкою [36] .

Джерело інфекції – теліоспора гриба *Sphacelotheca reiliana* (*Sorosporium reilianum*, *Ustilagoreiliana*). Основний «господар» патогену – кукурудза культурна та види сорго. Причому доведено, що існують дві спеціалізовані форми летючої сажки: одна паразитує тільки на кукурудзі, друга – на сорго. Але гриб із кукурудзи не уражує сорго, а ізолят із сорго не інфікує кукурудзу. Зародкові клітини гриба містяться під товстою хітиною оболонкою, яка захищає спори довгий час у несприятливих умовах: низькі та високі температури, великі коливання вологості, різне випромінювання. Саме висока життєздатність теліоспор усіх сажкових грибів робить їх дуже небезпечними на полях. Потрапивши в ґрунт, теліоспора може прорости окремо або контактуючи із зародком насінини. Іноді культурна рослина інфікується шляхом потрапляння міцелію гриба в рослинні тканини. Зараження відбувається в ґрунті, коли рослинний паросток ще не вийшов на поверхню. Тому фаза від сівби до появи сходів є найсприятливішою для ураження кукурудзи. Проросла із теліоспори базидія починає рости в тканинах, використовуючи поживні речовини рослини-господаря. У момент цвітіння кукурудзи летюча сажка утворює чорні пилові соруси на генеративних органах. Якщо збудник не встигає за ростом рослини, то прояв хвороби може бути тільки на жіночих суцвіттях. На качанах, замість повноцінного зерна, утворюються конусоподібні волокнисті стрижні, при руйнуванні оболонки яких починають розпорошуватися чорні достиглі теліоспори. Достигла спора або потрапляє в

грунт, або розноситься в навколишньому середовищі. Життєвий цикл гриба замикається.

Основна шкода – це прямий недобір урожаю. Токсичність міцелію гриба, його спор чи продуктів його життєдіяльності науково не підтверджена [42]. Теліоспори зберігаються у ґрунті, на уражених рослинних рештках, а також на поверхні насіння. Якщо вони не розпорошені, то можуть зберігати життєздатність в ґрунті впродовж 3-8 років, що слід враховувати при складанні сівозмін. Найкраще спори виживають в орному шарі на глибині 20-30 см [43].

Спори проростають одночасно з проростанням насіння, уражуючи молоді тканини паростка до виходу його на поверхню ґрунту. Оптимальна для проростання спор температура повітря $+25...+30^{\circ}\text{C}$. Розвитку летючої сажки сприяє підвищена температура ґрунту і помірна вологість його в період проростання зерна і появи сходів кукурудзи. Далі гриб розвивається всередині рослини, дифузно поширюється по тканинах вгору за точкою росту і на момент цвітіння досягає качанів та волоті, перетворюючи їх на сажкові спороношення. Теліоспори визрівають в період викидання приймочок. У подальшому, розпилюючись у великій кількості, вони потрапляють на ґрунт і частково на зернівки, особливо під час збирання качанів. Масове ураження летючою сажкою спостерігається за умов пізніх строків сівби, теплої весни, підвищеної температури і помірної вологості ґрунту в період проростання зерна, жаркого літа, і особливо при порушенні сівозмін внаслідок накопичення інфекції в ґрунті. На полях, де кукурудза вирощується беззмінно, кількість уражених рослин досягає 15% і більше, тоді як на полях з правильним чергуванням культур, ступінь ураження не перевищує 0,1-0,3% [23].

У 80-ті роки поширення летючої сажки в степовій і лісостеповій зонах України сягало майже 22%, а щорічні втрати зерна кукурудзи становили 2–8%. Нині більшість зареєстрованих гібридів кукурудзи стійкі до цієї хвороби, а майже все насіння до висіву протруюють протигрибковими препаратами, ефективність

яких досить висока. Утім, летюча сажка залишається серйозною проблемою на полях, особливо в районах зі спекотним, посушливим кліматом, де кукурудза займає до 30% площ у сівозміні і вирощують її за екстенсивною технологією. За незмінного вирощування кукурудзи на одному полі впродовж декількох років хвороба починає прогресувати, уражати сусідні посіви, при цьому втрати врожаю зерна можуть сягати до 40%. Недобір урожаю зерна при сильному розвитку хвороби може становити 15-20% внаслідок ураження качанів, а також через приховані втрати, пов'язані із загибеллю окремих паростків, низькорослістю рослин і недорозвиненістю качанів [23].

Дослідження департаменту фітопатології університету Мінесоти в 1985 р. показують, що температура та вологість ґрунту є одними з основних факторів, які впливають на розвиток збудника *Sphacelotheca reiliana*. Лабораторні випробування проводили на кукурудзі в закритому ґрунті. Посіяні зразки зі штучним інфекційним фоном у ґрунті помістили в різні температурні умови та з різною вологістю субстрату. На основі отриманих результатів можна стверджувати, що сухий ґрунт на глибині сівби та висока температура ґрунту є найсприятливішим середовищем для розвитку летючої сажки. Особливо підвищувалося інфікування за 15°C ґрунту і вище. Водночас за найнижчого капілярно-сорбційного потенціалу в ґрунті, коли вологи для рослин було більше, ріст захворювання летючою сажкою був не такий стрімкий. Результати дослідів із глибиною висіву насіння від 2,5 до 8 см не показали якогось суттєвого впливу на рівень розвитку захворювання. Але варто зауважити, що подовжений строк виходу колеоптіля з ґрунту збільшує ймовірність потрапляння патогену в рослину [37].

Подібні випробування, проведені в польових умовах в північній частині Полтавської області (2016 р.) підтвердили поширену теорію про те, що за підвищеної вологості ґрунту паростки кукурудзи інфікуються в меншій мірі, ніж у сухішому субстраті. Був зроблений висновок про те, що ґрунтова волога завжди

буде інгібітором розвитку летючої сажки на кукурудзі. Фактор температури ґрунту для росту патогену цим дослідом не спростували, але й не підтвердили [35].

Запобігти появі та поширенню летючої сажки можна, знаючи оптимальні умови розвитку її збудника. Багато сільгоспвиробників вміло користуються цими методами. Вирощуючи кукурудзу в монокультурі, аграрії без особливих витрат уникають поширення сажкових хвороб шляхом добору стійких гібридів та правильної технології їх вирощування. Практика та інші дослідження підтверджують це [37].

Знаючи особливості розвитку патогена за допомогою агротехнічних заходів можна зменшити ураження. Життєздатність теліоспор *Sphacelothec areiliana* – 4–7 років. Це потрібно враховувати в сівозміні. Спори чудово зимують у пожнивних рештках або просто в неподрібнених сорусах на поверхні ґрунту. Але вони втрачають схожість за подрібнення сажкових скупчень, заражених стебел кукурудзи та заорюванні на глибину 25–30 см. Основну роль відіграє безпосередній контакт грибної спори із насінною, що проростає. Що глибше в землі буде патоген, то менша ймовірність його «зустрічі» з молодим корінням рослини. Гібриди кукурудзи мають бути не тільки стійкими до сажкових хвороб, але й мати швидкий стартовий ріст та високу енергію проростання. Уникнути ураження також можуть гібриди, здатні проростати за температури 8–9°C. Низький запас азоту в ґрунті також може бути причиною хвороби. Інколи високий рівень ураження може бути індикатором дефіциту макроелементів. Оптимальними умовами для розвитку летючої сажки є ґрунтові показники – вологість – 15–25%, температура – 25–28°C. Тому, проводячи сівбу в ранні строки, слід брати до уваги, що низькі температури не убезпечать кукурудзу від інфекції, якщо ґрунт сухий. Температура на глибині сівби – 9–11°C одразу після рясних дощів пригнічуватиме розвиток хвороби, тобто це найкращий момент для сівби кукурудзи.

Одним з головних аспектів у запобіганні ураження летючою сажкою є вирощування стійких гібридів кукурудзи, що одночасно характеризуються високою продуктивністю, якістю зерна та вологовіддачею. В сезоні 2024/25 років такими гібридами визнані виробниками ДМС Юніті (Маїс, ФАО 170), ДМС Гільдія (Маїс, ФАО 220), ЛГ 31284 (Limagrain, ФАО 280), КВС Milekano (KWS, ФАО 350), ЕСMiledi (Ludea, ФАО 330), СИ Фігура (Сингента, ФАО 280), також гібриди вітчизняної селекції Оржиця 237 МВ (Інститут зернового господарства НААН, ФАО 240), Ізяслав 220 МВ (Маїс, ФАО 220), Збруч (ІСГЗС НААН (м.Дніпро), ФАО 310), Подільський 274 СВ (ДНІЗГ НААН), ФАО 280), СОВ 329 СВ (НВА «Степова), ФАО 320), ДН Аншлаг (Маїс, ФАО 420), ДН Гарант, ДН Хотин та ДН Рава (ІСГЗС НААН, ФАО 500), Ронін (ВНІС, ФАО 330), Мажор (РОСТ Агро, ФАО 380), Соліст (РОСТ Агро, ФАО 240).

1.2.3. Сучасні підходи до захисту кукурудзи від сажкових хвороб

Незважаючи на проведення різноманітних заходів із захисту кукурудзи від хвороб, проблема залишається актуальною і щороку вимагає пошуку ефективних підходів до її вирішення. Сажкові хвороби кукурудзи в Україні вважаються одними з основних і в окремі роки ураження рослин кукурудзи досягає 10%. Сучасне виробництво, оснащене знаннями про особливості розвитку сажкових хвороб, намагається переорієнтуватись та відійти від значного застосування хімічних засобів захисту до агротехнічних або ж біологічних. Це в тому числі є вимогою Європейської зеленої програми, у реалізації якої бере участь Україна. Застосування у виробництві стійких до хвороб гібридів є одним з найефективніших заходів на цьому шляху. Значною перевагою впровадження у виробництво стійких до сажкових хвороб гібридів дасть можливість отримати екологічно чисту продукцію при менших витратах і забезпечить зменшення пестицидного тиску на довкілля.

Стійкість до збудників сажкових хвороб є вкрай складною ознакою, що визначається як морфо-біологічними особливостями рослин, так і їх генетичною структурою. Одній ті самі сорти, лінії, гібриди відрізняються в різних умовах різним рівнем стійкості [39,40]. Існує три форми стійкості до пухирчастої сажки : стійкість до нападу патогену, яка проявляється у скороченні сприйнятливих фаз розвитку; стійкість до проникнення патогену в рослину-господаря, завдяки їх анатомо-морфологічним особливостям; стійкість до поширення паразиту в тканинах зараженої рослини завдяки активізації імунної відповіді рослини-господаря (утворення фітонцидів, окисно-відновних ферментів тощо). Зараз вважається, що ураженню кукурудзи сажкою обмежують тургорний стан тканин, недовготривалість фази сприйнятливості окремих органів, стійкість до ураження шкідниками, прояв активних фізіологічних захисних реакцій [41].

Пошук джерел стійкості, як правило, ведеться у центрах походження цієї культури. Відсутність біологічної стійкості до збудників сажкових хвороб у гібридів викликає необхідність вивчення імунного матеріалу, вилучення джерел стійкості і залучення їх у селекційний процес. Тому створення і впровадження у виробництво стійких до сажкових хвороб гібридів є надзвичайно важкою задачею. Крім того в процесі селекції донори стійкості втрачають свої імунні властивості через надзвичайну мутабільність патогенів, що додатково ускладнює завдання.

Однак, незважаючи на це в селекційних центрах проводиться значна робота по залученню у гібридизацію виявлених і пошук нових донорів стійкості. Так, в дослідженнях Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України виявлені високостійкі та стійкі донори серед інтродукованих сортів та популяцій кукурудзи з Іспанії та Мексики: середньоранні Menforte, Armariz, Xermade, CanicouvaCammbre, середньостигліMaceda, La Frangueira Viana, Guillarey, Prodocabalos Monfero,TAMA 125 OAXA 70, середньопізні Lalin, Coristanco, HPOOL 29 C24, HPOOL30 C23, HPOOL 31 C20, HPOOL 1 C0, пізньостигліHPOLL 7 C0, HPOOL 2 C0 HPOOL 3 C0 HPOOL 4 C0 HPOOL 5 C0 HPOOL 8 C0 HPOOL 9 C0 HPOOL 0

C0 HPOOL 12 C0 POLL 15 C29 HPOOL 32 C26 HPOOL 33 C23 [24]. Виділено в умовах провокаційного фону і при штучному зараженні джерела з груповою стійкістю: до пухирчастої сажки та фузаріозної стеблової гнилі – UB0108571, UB0103834, UB0108631, ОВ 193, ОВ 395; до сажкових хвороб – ЛНАУ 7, UB0103838, UB0103837, UB0108633; до сажкових хвороб та стеблової гнилі – UB0106935, UB0107017, UB0106973, UB0108514. Комплексну стійкість до хвороб та кукурудзяного стеблового метелика виявлено у 18 зразків: до пухирчастої сажки та стеблового метелика – UB0106921 та UB0107053, UB0103851, UB0106999 (Україна); до пухирчастої сажки, фузаріозної стеблової гнилі та стеблового метелика – UB0106968, UB0106943, UB0106972, UB0103845, ОВ 1152 (Україна); до сажкових хвороб та стеблового метелика – UB0108629, UB0108509, UB0106936, UB0108507, UB0108604, UB0103839, UB0103846, UB0108608 (Україна); до летючої сажки, фузаріозної стеблової гнилі та стеблового метелика – ЛНАУ 3 (Україна) [24]. Визначені джерела групової та комплексної стійкості, які рекомендовано для впровадження у селекційні програми [43]. Визначені домінантні та рецесивні алелі у стійких до сажкових хвороб ліній. Частота проявлення стійкості до пухирчастої сажки стабільно контролювалась домінантними алелями у ліній FC 1048, BC 81417, ХЛГ 50, BC 81446, а у лінії BC 81417 і за урожайністю; стійкість до пухирчастої сажки контролювалась рецесивними алелями у ліній W83 F 522 [43]. При використанні форм кукурудзи з високими ефектами загальної та специфічної комбінативної здатності за стійкістю до пухирчастої сажки та цінними господарськими ознаками було створено 302 інбредних ліній кукурудзи, зареєстровано 43 інбредні лінії кукурудзи, стійкі до збудника пухирчастої сажки з різним способом формування продуктивності, з них 21 лінія з високою продуктивністю і з цінними господарськими ознаками: УХЧ 85-2, УХЧ 80-3, УХЧ 80-2, УХЧ 135-2, УХЧ 155-2, УХЧ 96, УХЧ 86, УХЧ 142, УХЧ 83, УХЧ 96-2, УХЧ 129-2, УХЧ 164, УХЧ 83-2, УХЧ 88-2, УХЧ 131, УХЧ 147, УХЧ 144-2, УХЧ 167, УХЧ 164-2, УХЧ 90-2, УХЧ 163-2. Створено лінії з

комплексною стійкістю до пухирчастої сажки та кукурудзяного метелика та з високою продуктивністю: УХЧ 144-2, УХЧ 167, УХЧ 164-2, УХЧ 90-2, УХЧ 163-2, створено 1500 експериментальних гібридів, 15 гібридів, що проходять випробування для передачі у виробництво, 102 лінії увійшли до складу «робочої колекції ліній кукурудзи з комплексною стійкістю до хвороб та шкідників» та зареєстровані в Національному Центрі Генетичних ресурсів рослин України (м. Харків). Перелічені вище форми використані як донори стійкості при створенні вихідного матеріалу для селекції ліній нового покоління [43].

Генетична резистентність гібриду є найбільш надійним методом попередження втрат, викликаних хворобами. Однак, генетична стійкість розкривається лише за оптимальних умов розвитку рослин. Стресові чинники значно зменшують генетично закладений потенціал толерантності, тому потрібен додатковий захист.

Протруювання насіння є основним і найефективнішим методом контролю сажкових хвороб. Сучасні протруйники забезпечують комплексний захист від хвороб та ґрунтових шкідників. Так, фірма Syngenta пропонує для обробки насіння кукурудзи Максим XL 035 FS, Максим Форте 050 FS, Апрон XL 350 ES та інсектициди/інсекто-фунгіциди Круїзер 350 FS, Селест Топ 312.5 FS, Вайбранс Тріо 60 FS [41].

Найбільш поширені діючі речовини та комбінації протруйників: Флудіоксоніл + Металаксил-М: (наприклад, Максим XL), Тебуконазол + Імазаліл/Тіабендазол, Карбоксин + Тирам (наприклад, Вітавакс), Тіаметоксам: (Круїзер), Імідаклоприд: (Командор). Популярні бренди/препарати: Максим XL 035 FS (Syngenta) — надійний фунгіцидний захист, Самурай, Круїзер 350 FS (інсектицид), Командор Гранд, Вітавакс 200 ФФ [41].

Ці препарати гарантують здоровий старт та захист від комплексу хвороб та шкідників. Вони сприяють максимальному розвитку кореневої системи, появі дружних сходів, доброму укоріненню, формуванню високої врожайності. Сучасні

протруйники здатні захистити проростки в найбільш критичній фазі початкового росту, тому використовувати треба якісно протруєне насіння.

Класична технологія вирощування кукурудзи передбачає застосування комплексних методів захисту культури від шкочинних організмів, включаючи використання пестицидів протягом вегетаційного періоду. Однак ефективність хімічного захисту від збудників хвороб часто залишається обмеженою. Надмірне і постійне застосування пестицидів спричиняє ряд проблем, серед яких забруднення довкілля, розвиток стійких штамів патогенів, порушення симбіозу між азотфіксуючими бактеріями і бобовими культурами. Це також підвищує ризик зниження ефективності нових хімічних препаратів, адже швидкість появи стійких популяцій патогенів перевищує темпи їх розробки [44]. У відповідь на ці виклики, останніми роками сільськогосподарські виробники активно впроваджують екологічно обґрунтовані підходи та заходи для збереження ґрунтового покриву і покращення фітосанітарного стану посівів.

Біологізація землеробства, яка включає використання біопрепаратів, агротехнічних прийомів і органічних методів захисту, забезпечує отримання високої продуктивності культур без застосування пестицидів [45,46]. Одним із перспективних напрямків є впровадження ресурсозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур, зокрема кукурудзи. Ці технології спрямовані на раціональне використання природних ресурсів, зменшення антропогенного навантаження на екосистему, підвищення стійкості агроєкосистем до хвороб і шкідників, а також забезпечення сталого розвитку сільського господарства.

В Україні найбільш відомі біопрепарати для захисту кукурудзи розроблені компанією BTU Biotech Company. Вони пропонують екологічні біопрепарати фунгіцидної дії, стимулятори росту та біодобрива. Найбільш популярні це комплексний біопрепарат Меланоріз, що містить мікоризоутворюючі гриби

(Glomussp.) та фосфатмобілізуючі мікроорганізми та фунгіциди (на основі *Trichoderma*), ФітоДоктор (на основі *Bacillus subtilis*), БіоМаг [47].

Фірма Укравіт пропонує широкий спектр системних протруйників для кукурудзи, які ефективно захищають насіння від хвороб (фузаріоз, сажка) та шкідників (дротяники, шведська муха). Основні продукти включають Рестлер, Екзор, Каріоліс та інсектицидні препарати Матадор [48].

Збудники хвороб мають здатність зберігатися: у ґрунті, на рослинних рештках, на поверхні насіння. Збудників хвороб на поверхні насіння можна легко знищити шляхом його протруювання препаратами контактної дії, а тих, що зберігаються у ґрунті та рослинних рештках – за допомогою обробітку ґрунту. Для сажкових хвороб кукурудзи агротехнічні заходи є ефективним прийомом у зменшенні ураження та запобігання їх проявам. Так, дослідженнями ефективності технології No-till встановлено збільшення корисної мікробіоти ґрунту на 23%. При цьому пригнічувався розвиток патогенів збудників хвороб і відповідно підвищувалась стійкості рослин до ураження [49].

Досконально вивчивши біологію сажкових грибів на кукурудзі можна ефективно використовувати інші агротехнічні заходи. До факторів, які збільшують ризик розвитку сажкових хвороб відносять посушливу спекотну погоду, коли спори довго зберігають свою життєздатність, а рослини кукурудзи ослаблені і найбільш схильні до ураження хворобами [50]. Незадовільний стан рослин, при якому збільшується ризик інфікування, може бути викликаний недостатнім живленням рослин, зокрема недостатньою кількістю азоту та інших важливих макро та мікро-елементів. Агрономи звернули увагу, що хвороби часто проявляються в місцях випадкових пропусків при внесенні добрив. Неналежний догляд за станом ґрунту, надмірне виснаження, створює сприятливі умови для перезимівлі та розвитку сажки. Травмування коренів, стебел, листків під час міжрядного обробітку ґрунту, пошкодження насіння і посівів шкідниками, сприяють розмноженню сажкових грибів. Масове поширення летючої сажки

спостерігається насамперед на полях із пізніми строками сівби, у періоди теплої весни з високими температурами та помірною вологістю ґрунту під час проростання, а також під час спекотного літа та при порушенні сівозміни. За відсутності чергування культур кількість уражених рослин може перевищувати 15%. Натомість за правильно організованої ротації культур цей показник знижується до 0,1–0,3%. Спори летючої сажки можуть зберігатися в орному шарі ґрунту на глибині 20–30 см, що підкреслює важливість дотримання агротехнічних заходів [51].

Найбільш ефективні наступні агротехнічні методи запобігання розвитку сажкових хвороб наступні: дотримання культури землеробства – вирощування кукурудзи у монокультурі значно підвищує ризик враження сажковими хворобами, правильний догляд за посівами – уникати травмування рослин під час проведення міжрядного обробітку ґрунту, використання додаткових інсектицидних обробок для захисту від пошкодження шкідниками, життєдіяльність яких призводить до ослаблення рослин та зменшення стійкості до хвороб, додаткова обробка стимуляторами росту та мікроелементами, що сприяють своєчасному максимальному розвитку кореневої системи, проростанню, укоріненню та наземному розвитку. Таким чином, сучасний підхід до питання захисту кукурудзи від сажкових хвороб це поєднання культури агротехніки, захисних заходів і використання стійких грибів.

II. УМОВИ ТА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Загальні відомості про господарство

Полеві дослідження проводились упродовж 2025 року в умовах СФГ «Аврамчук» с. Нова Чорторя Любарського району Житомирської області.

СФГ «Аврамчук» є сучасним аграрним підприємством, де вирощується високоякісна продукція рослинництва та є тваринницька ферма на 100 дійних корів. Характеристика землекористування господарства представлена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Земельні угіддя та їх структура

Земельні угіддя	Площа ,га	Структура ,%
Наявність землі, всього	1128,2	100
у тому числі: с.- г. угідь	1055,8	93,6
з них: рілля	931,0	88,2
Багаторічні насадження	6,1	0,6
пасовища	85,6	8,1
сінокоси	33,1	3,1
Площа лісів та інших лісовкритих площ, всього	23,6	2,1
Ставки і водойми	6,8	0,6
Інші земельні угіддя	42,0	3,7

В структурі виробництва переважає рілля, яка складає 88,2% земель у користуванні. Серед культур переважають зернові, що займають близько 50% всіх посівів. Технічні культури займають біля 35% посівних площ, 15% зайняті кормовими культурами для забезпечення потреб тваринництва.

Господарство має високі показники урожайності основних культур. Динаміка урожайності представлена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

№ п/п	Культура	Урожайність, ц/га		
		2023 р.	2024 р.	2025 р.
1	Озима пшениця	59,9	65,0	68,0
2	Озиме жито	47,3	31,2	33,0
3	Озимий ріпак	29,6	13,3	33,0
2	Ярий ячмінь	42,4	38,6	43,0
5	Кукурудза на зерно	95,5	100,0	101,0
6	Соя	20,4	24,0	27,2
7	Соняшник	27,7	31,0	26,2

В господарстві широко використовуються сучасна техніка та технології, в тому числі і ресурсощадні технології, пов'язані з виконанням завдань екологічного землеробства.

2.2. Характеристика ґрунтово-кліматичних умов місця проведення досліджень

Дослідження проводили на чорноземах типових малогумусних крупнопилуватих, легкосуглинкових за механічним складом, які характеризуються

значним вмістом валових та рухомих форм мінеральних речовин. Вміст гумусу в орному шарі становив 4,58 %, реакція ґрунтового розчину нейтральна. Вміст гумусу свідчить, про високу родючість ґрунту та потенційні можливості отримання високих і сталих врожаїв за рахунок природної родючості. Мінеральна частина твердої фази складається з 37% фізичної глини, 63% піску. У шарі 0 – 20 см міститься: загального азоту 0,29 – 0,31 %, фосфору – 0,15 – 0,25, калію – 2,3 – 2,5 %. Ці дані дають можливість вважати, що польові дослідження проводяться в типових для зони Лісостепу ґрунтових умовах на дерново-середньопідзолистих супіщаних ґрунтах, сформованих на водно-льодовикових відкладах, з середнім ступенем окультурення.

Рельєф території представлений слабо хвилястою рівниною з незначними витягнутими пониженнями. Ці пониження зайняті лучно-болотними та лучними ґрунтами, а слабопохилі малопомітні схили – чорноземно-лучними. Загалом ґрунти СФГ «Аврамчук» придатні для ведення інтенсивного сільськогосподарського виробництва та отримання високих урожаїв.

Щодо погодних умов проведення досліджень, можна відзначити їх позитивний вплив на формування урожаю, в тому числі кукурудзи. За багаторічними спостереженнями клімат території – помірно-континентальний, з достатнім рівнем зволоження, з середньодобовою температурою повітря 6-8°C. Найнижча температура спостерігається у січні та лютому. Сума ефективних та активних температур становить відповідно 2062,5°C та 1157,4°C. Середньомісячна температура повітря в другій декаді квітня і першій декаді травня є сприятливою для проведення сівби, успішного проростання насіння та появи дружніх сходів у подальшому. За даними метеопункту в м.Любар середньорічна кількість опадів становить 562 мм, з яких 354 мм випадає протягом вегетаційного періоду, що складає 63% від річної кількості опадів. Розподіл опадів протягом року нерівномірний: навесні випадає 22,4% від річної кількості (126мм), влітку 36,3% (204мм), а восени 18,9% (106мм). Сумарна сонячна радіація складає

90-94 ккал/см (3838,5-4051,8 МДж/см) за рік, а на частину сумарної ФАР (фотосинтетичної активної радіації) припадає 39 ккал/см (1663,4 МДж/см) за період вегетації з температурою повітря вище 5°C. Тривалість теплового періоду року з плюсовою добовою температурою повітря ($t > 0^{\circ}\text{C}$) складає 245 днів, періоду активної вегетації сільськогосподарських культур ($t > 10^{\circ}\text{C}$) – 150-189 і найбільш забезпеченого теплом періоду ($t > 15^{\circ}\text{C}$) – 109 днів. Тривалість періоду з ефективною температурою вище + 5°C становить у середньому 210-215 днів. Мінімальна температура січня 2025 року була -12°C , максимальна в липні до $+33^{\circ}\text{C}$ за відносної вологості повітря до 30 % і нижче.

2025 рік загалом був тепліший за нормами температур та нерівномірним за опадами. Березень був теплішим за кліматичну норму із раннім переходом середньодобових температур через $+6^{\circ}\text{C}$. Після практично безсніжної зими відчувалася нестача вологи. Квітень відзначався частими коливаннями температур – від короткочасних похолодань до швидких потеплінь. Травень був теплим, спостерігалася посуха. Найбільше опадів випало у липні (біля 88 мм), що є нехарактерним для цього періоду при цьому спостерігалась найвища середня температура ($+21^{\circ}\text{C}$). Осінь також була теплішою за норму з періодичними опадами, особливо у жовтні, що призвело до затримки збирання сільськогосподарських культур, в тому числі і кукурудзи. Узагальнено 2025 рік можна оцінити як ризиковий, нестабільний для вирощування кукурудзи з великою залежністю від локальних дощів.

2.3 Методики проведення досліджень

У дослідженнях застосовувались польовий і лабораторний методи вивчення селекційного матеріалу за «Методичними рекомендаціями польового та лабораторного вивчення генетичних ресурсів кукурудзи» [52]. Для вивчення використовували виробничі посіви СФГ «Аврамчук». Сівба була проведена

сівалкою точного висіву в оптимальні для даної зони строки – третя декада квітня – перша декада травня. Загальна площа посіву 238,5 га, густота стояння на період збирання 65 тис рослин на 1 га.

Протягом вегетаційного періоду проводили основні спостереження та обліки відповідно до загальноприйнятих методик [52]. Характеристика гібридів, що вивчались, представлені в таблиці 2.3.1. [53,54,55].

Таблиця 2.3.1

Гібрид	ФАО	Тип зернівки	Основні характеристики гібрида
РЖТ Моторікс	290	зубовидна	Тип гібриду Flet, Високопродуктивний, посухостійкий, швидка вологовіддача, високі початкові темпи росту навіть за прохолодної погоди, середня висота рослин, підходить до вирощування в монокультурі та мінімальному обробітку ґрунту, стійкий до фузаріозу
РЖТ Ліпекс	290	зубовидна	Тип гібриду Classic Високопродуктивний, екологічно пластичний, ремонтантний, посухостійкий, швидка вологовіддача, середня висота рослин, підходить до вирощування в монокультурі та мінімальному обробітку ґрунту, стійкий до фузаріозу
РЖТ ЕККСКІ ДУО	290	зубовидна	Тип гібриду Classic, Високопродуктивний, стабільний у всіх зонах вирощування, посухостійкий, високі початкові темпи росту навіть за прохолодної погоди, швидка вологовіддача, середня висота рослин, підходить до вирощування в монокультурі та мінімальному обробітку ґрунту, стійкий до хвороб

РЖТ ЗАНЕТИККС	340	зубовидна	Тип гібриду Classic, Високопродуктивний, стабільний у всіх зонах вирощування, посухостійкий, високі початкові темпи росту навіть за прохолодної погоди, швидка вологовіддача, середня висота рослин, підходить до вирощування при мінімальному обробітку ґрунту, високостійкий до фузаріозу
РЖТ Алексксандра	350	зубовидна	Високопродуктивний, екологічно пластичний, посухостійкий, високі початкові темпи росту, напівінтенсивний, швидка вологовіддача, середня висота рослин, підходить до вирощування в монокультурі та при мінімальному обробітку ґрунту
СИ Фрегат	250	зубовидна	Високопродуктивний, посухостійкий, високі темпи початкового росту, швидка вологовіддача, високий вміст білка та крохмалю, стійкий до коренових гнилей та сажкових хвороб
СИ Фортаго	250	зубовидна	Технологія Artesian™, високий потенціал продуктивності, високі темпи початкового росту, посухостійкий, швидка вологовіддача, високий вміст білка та крохмалю, стійкий до коренових та стеблових гнилей, сажкових хвороб
Р 8436AQ	260	зубовидна	Високопродуктивний, оптимальне прикріплення качана, не вилягає, відмінна вологовіддача, посухостійкий, підходить до вирощування в монокультурі та при мінімальному обробітку ґрунту

Вегетаційний період та проходження основних фаз росту і розвитку проводили шляхом фенологічних спостереженьокірно. Визначали дати наступних фенологічних фаз: сівба, поява сходів, фаза 4-5 листків, викидання волотей, цвітіння волоті, цвітіння качанів, молочна, воскова та повної стиглості зерна. Появу сходів відмічали при появі на ділянці сходів рослин, а повні сходи – 75-80 % рослин, шляхом їх підрахунку від загальної кількості висіяного насіння. Дати інших фаз відмічали, коли 75-80% рослин знаходились у відповідній фазі. Тривалість вегетаційного періоду визначали за кількістю діб від сходів до повної стиглості, а фазу цвітіння – від сходів до цвітіння качанів.

Загальноприйнятими методами оцінювали морфологічні ознаки рослин: висоту, довжину окремих міжвузлів, висоту прикріплення качана, кількість листків на рослині та ін. а також структурний аналіз урожаю (по 10 качанах у кожному повторенні). За загальноприйнятими методиками для кукурудзи. Визначались такі ознаки:

- тривалість вегетаційного періоду, діб;
- тривалість міжфазних періодів, діб;
- пошкодження шкідниками та ураження хворобами у фази росту, %;
- стійкість до летючої сажки, (% уражених рослин до загальної їх кількості);
- стійкості до пухирчастої сажки, (% уражених рослин до загальної їх кількості);
- пошкодження шкідниками (% ушкоджених рослин до загальної їх кількості).

Облік кількості листків на рослині на 10 закріплених рослинах в двох несуміжних повтореннях. У фазі 5-6 листків надрізали верхівку п'ятого листка ножицями, а при утворенні 10-12 листків – надрізали десятий листок. Після утворення волотей підраховували загальну кількість листя. Перед збиранням урожаю підраховували густоту стояння рослин [56].

Облік урожаю проводили під час комбайнового збирання. Структурний аналіз проводили шляхом відбору 10 типових качанів у трьох повтореннях, відібраних при проходженні по діагоналі поля, що включав 10 ознак.

Градаційну та бальну оцінку всіх морфологічних та якісних ознак кукурудзи вели за Класифікатором-довідником виду *Zea Mays L* [57].

Стійкість гібридів до пухирчастої та летючої сажки вивчали з врахуванням ряду рекомендацій [56,57]. Методика визначення ураження посівів кукурудзи сажкою (пухирчастою або летючою) здійснювали візуальним оглядом рослин у період від викидання волоті до воскової стиглості. Оцінювали відсоток хворих рослин, розмір галів та ступінь зниження врожаю, оглядаючи по 50-100 рослин у 5-10 місцях по діагоналі поля. Оглядали стебла, листя, волоті, качани. Облік ураження рослин сажкою визначали у відсотках від загальної кількості оглянутих рослин. Облік ураження хворобою проводили за п'ятибальною шкалою стійкості з градаціями: до 5% уражених качанів – високостійкі, 5,1–25% – середньостійкі, 50,1–75% – сприйнятливі й понад 75% – високо сприйнятливі[58].

Оцінку ступеня пошкодження шкідниками проводили відповідно до рекомендованих методик, шляхом підрахунку ушкоджених рослин у фазі 3-5 листків у відсотках до їх загальної кількості [56]. Для обох шкодочинних об'єктів застосовували шкали диференціації за стійкістю [57].

Математичну обробку експериментальних даних проводили з використанням дисперсійного, кореляційного аналізів, здійснено за сучасними методиками [59].

III. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Визначення частоти ураження гібридів кукурудзи сажковими хворобами

Посіви кукурудзи під час проведення досліджень були обстежені візуально від періоду посіву до збирання. В рік спостережень пухирчаста і летюча сажки були основною причиною захворювань кукурудзи. Симптоми захворювань з'явилися на рослинах кукурудзи за 5-7 днів до появи качанів і вразили 21–34% обстежених посівів (рис. 3.1). Крім того, під час оглядів посівів кукурудзи у польових сівоzmінах господарства були виявлені такі хвороби, як фузаріоз качанів, гельмінтоспороз, діплодіоз, іржа та нігроспороз. Такі хвороби виявлені з частотою від 3 до 12%.

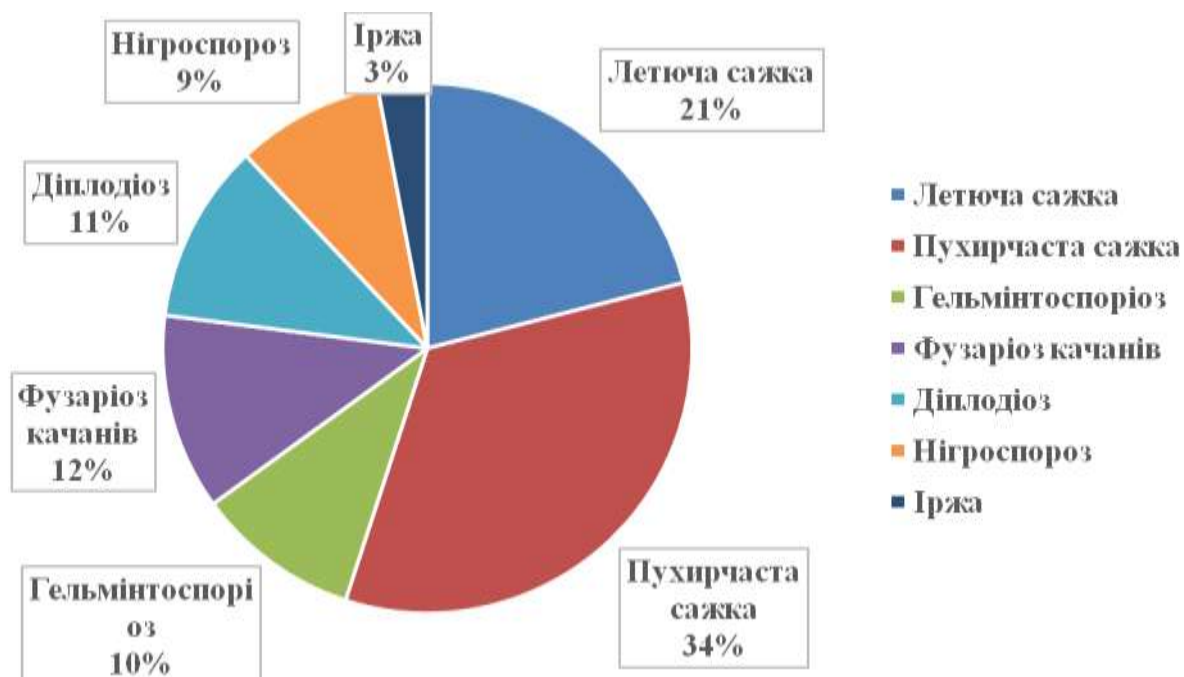


Рис.3.1. Хвороби кукурудзи, виявлені під час досліджень посівів у СФГ «Аврамчук» Любарського району Житомирської області у 2025 році

Під час огляду посівів ми виявили, що пухирчаста та летюча сажки здебільшого були локалізовані, суцільних уражень рослин на ділянках не виявлено. Нами встановлено, що більш інтенсивне ураження сажковими хворобами спостерігалось на ділянках, де були повторні посіви кукурудзи 2-3 роки. При чому, чим довше кукурудза на полі вирощувалась у монокультурі, тим більший відсоток ураження сажками спостерігався (табл. 3.2). Це зумовлено накопиченням теліоспор летючої та пухирчастої сажки в ґрунті та на післяжнивних рештках, що підтверджує думку, що в монокультурі інтенсивність ураження збільшується пропорційно в наступні роки. Це потребує додаткових витрат на більш ефективні фунгіциди та збільшення кратності обробок. Ці дані підтверджуються іншими дослідниками [11], що звертають увагу не тільки на збільшення ураження повторних посівів хворобами, а й відмічають затримку росту і розвитку посівів до 3 діб, починаючи від фази 9 листка, збільшення кількості бур'янів до 30%, зміну хімічного складу зерна та його якості.

Таблиця 3.1

Ураження посівів кукурудзи сажковими хворобами в сівоzmіні та монокультурі, 2025 р.

Варіант досліджу	Ураження рослин на ділянці, %	
	Летюча сажка	Пухирчаста сажка
Вирощування в сівоzmіні	5	12
Монокультура, 2 роки	9	18
Монокультура, 3 роки	21*	34*

НІР_{0,05}дорівнює 4,8

Стійкість кукурудзи до збудників сажкових хвороб є складною ознакою, що визначається не тільки генетично, але й морфо-біологічними особливостями рослин. Ми визначили рівень розвитку летючої та пухирчастої сажки на сучасних

гібридах кукурудзи в залежності від групи стиглості. З 8 гібридів, що вирощувались у господарстві у 2025 році, два ранньостиглі (ФАО 250), чотири середньоранні (ФАО 290), два середньопізні (ФАО 350). Нам не вдалося визначити залежність інтенсивності розвитку сажкових хвороб від цього показника. Ступінь ураження був приблизно однаковий з незначною тенденцією до збільшення ураження пухирчастою сажкою у середньопізніх гібридів (таблиця 3.2).

Таблиця 3.2

Ураження посіви кукурудзи сажковими хворобами в залежності від групи стиглості, 2025 р.

Варіант досліду	Ураження рослин на ділянці, %	
	Летюча сажка	Пухирчаста сажка
Ранньостиглі	12	14
Середньоранні	10	15
Середньопізні	15	16

НІР_{0,05} дорівнює 5,1

Ці дані частково збігаються з результатами досліджень інших авторів. Є думка, що середньопізні та пізньостиглі гібриди більш вразливі через відмінності їх морфологічної будови, а саме висоти закладання качанів та кількості продуктивних рудиментів. В першу чергу сажкові хвороби найчастіше вражають молоді качани та їх рудименти, що у більш пізніх гібридів закладаються вище, ніж у ранніх і кількість репродуктивних рудиментів у них збільшується. Також вони довше зазнають впливу негативних чинників, ніж ранні гібриди [61]. Ми не змогли отримати підтвердження цим даним через малу виборку гібридів різної групи стиглості.

На поширення хвороб, в тому числі і сажкових, дуже впливають погодні умови. В польових умовах на різних гібридах нам вдалося оцінити їх стійкість до сажкових хвороб. У 2025 році у середньому по гібридах ураженість пухирчастою сажкою була 2,7%, максимально 10% гібрид РЖТ Алєкксандра, не було виявлено пухирчастої сажки на гібридах СИ Фортаго та СИ Фрегат. За шкалою стійкості гібридів до пухирчастої сажки всі досліджувані зразки є високостійкими та стійкими. Щодо летючої сажки, то максимальне ураження (5,9%) спостерігалось на гібриді Р 8436AQ, також з частотою 0,9-3,7% виявлено летючу сажку на гібридах РЖТ Моторіккс, РЖТ Ліпеккс, РЖТ Еккскі Дуо. Не було виявлено летючої сажки на гібридах РЖТ Зенетіккс та РЖТ Алєкксандра, СИ Фортаго та СИ Фрегат. Також відмічено, що у 2025 році погодні умови сприяли більшому ураженню пухирчастою сажкою, ніж летючою.

Таким чином, на підставі проведених досліджень нами виявлено комплексну стійкість до сажкових хвороб гібридів СИ Фортаго та СИ Фрегат.

3.2 Вплив сажкових хвороб на морфологічні ознаки гібридів кукурудзи та перебіг основних фаз росту і розвитку

Під час спостережень ми виявили відставання у рості та затримку перебігу основних фенофаз розвитку хворих рослин у порівнянні із здоровими. Ці зміни визначені нами, починаючи зі стадії 7-8 листка. Для порівняння ми взяли по одному гібриду з кожної групи стиглості: Р 8436 AQ (ФАО 260), РЖТ Моторіккс (ФАО 290), РЖТ Алєкксандра (ФАО 350). Порівняння проводили за трьома показниками: висота здорових і хворих рослин, площа листової поверхні, дата настання визначеної фази розвитку. Отримані дані представлені в таблиці 3.3 та 3.4., де 1- здорові рослини, 2- уражені сажкою.

Таблиця 3.3

Ріст та розвиток гібридів кукурудзи, уражених летючою сажкою, 2025 р.

	Фаз 8-10 листка		Фаза викидання волоті		Молочна стиглість	
	Висота рослин, см	Час до настання фази, діб	Висота рослин, см	Час до настання фази, діб	Висота рослин, см	Час до настання фази, діб
Р 8436 AQ						
1	54	33	215	67	225	97
2	53	35	211	70	220	105
РЖТ Моторікс						
1	58	45	175	80	241	110
2	52	47	170	83	236	115
РЖТ Александра						
1	70	52	200	90	274	122
2	60	55	196	95	265	130

Таблиця 3.4

Ріст та розвиток гібридів кукурудзи, уражених пухирчастою сажкою, 2025 р.

	Фаз 8-10 листка		Фаза викидання волоті		Молочна стиглість	
	Висота рослин см	Час до настання фази, діб	Висота рослин см	Час до настання фази, діб	Висота рослинсм	Час до настання фази, діб
Р 8436 AQ						
1	54	33	215	67	225	97
2	52	36	195	71	218	102
РЖТ Моторікс						
1	58	45	175	80	241	110
2	50	48	172	85	230	118
РЖТ Александра						
1	70	52	200	90	274	122
2	60	57	190	97	158	131

Під час спостереження за рослинами протягом вегетації ми дослідили, що рослини, уражені сажковими грибами, відстають у рості, починаючи від фази 7-10 листка в середньому на 2-7 см та розвиваються повільніше, відстаючи від здорових рослин по термінам перебігу фенофаз розвитку кукурудзи на 4-10 днів. За даними таблиць 3.3 та 3.4 видно, що кожна наступна фаза вегетації затримується у інфікованих рослин на 1-9 днів. Крім того ми виявили, що вплив ураження на пізньостиглий гібрид значно вищий, ніж на ранньостиглий та середньоранній, що очевидно є результатом більш подовженого впливу патогенна. Ми не виявили суттєвої різниці впливу на основні морфологічні зміни та настання основних фенофаз між впливом патогенів пухирчастої та летючої сажки.

Важливо, що ми визначили в наших дослідженнях, що коливання показників ураження сажковими хворобами та відмінності у рості і розвитку рослин спостерігались інтенсивніше по краях посівів, ніж у його глибині.

Також нами була проведена оцінка впливу летючої та пухирчастої сажки на формування качанів, для чого на кожному з гібридів обстежили по 100 здорових рослин та уражених сажкою. Під час розрахунку враховувались всі утворені качани, як здорові, так і з проявом сажкових хвороб. Середні результати представлені в таблиці 3.5.

Аналіз таблиці показує, що інфіковані рослини, особливо пухирчастою сажкою, взагалі не сформували качан, а якщо це і відбулося, то рослина сформувала в більшості випадків лише 1 качан. Лише 12% інфікованих рослин змогли реалізувати генетичний потенціал гібрида і сформувати більше одного качана, в той час, як здорові рослини сформували 2 і більше качанів у 52% рослин. Таким чином, ці дані доводять суттєве зниження урожайності при ураженні сажковими грибами.

Таблиця 3.5

Утворення качанів на здорових та інфікованих рослинах гібридів кукурудзи,
2025 р.

	Кількість рослин з качанами, %		
	Без качанів	1 качан	2 і більше качанів
Здорові рослини	2	46	52
Інфіковані рослини	17	71	12

Цей висновок був підтверджений нами за результатами збирання, що представлений у таблиці 3.6. За контроль було взято середню урожайність кукурудзи по Житомирській області у 2025 році. Хоча це не зовсім коректний стандарт, але нам не вдалося знайти цих даних у офіційних джерелах. Аналіз показав, що гібриди, які використовувались для посіву у СФГ «Аврамчук», і оцінювались нами за Національною методикою державного сорто випробування, були високостійкими – СИ Фортаго, СИ Фрегат, РЖТ ЗАНЕТИККС – і показали найбільшу прибавку урожаю та стійкими - РЖТ Моторіккс, РЖТ Ліпеккс, РЖТ ЕККСКІ ДУО – прибавки урожаю не виявлено, також не відмічено прибавку урожаю у гібридів РЖТ Алєкксандра та Р 8436AQ, що за національною шкалою є помірно стійкими.

Таким чином, нами встановлено пряму залежність між ураженням гібридів кукурудзи сажковими хворобами та продуктивністю зерна. Також сажкові хвороби знижують якість зерна. Ці чинники безпосередньо впливають на вартість урожаю і прибуток господарства. Отже, можна зробити висновок, що шляхом відбору здорового насіння та проведення необхідних агротехнічних та запобіжних заходів формуються господарсько цінні властивості рослин в посіві.

Таблиця 3.6

Урожайність гібридів кукурудзи, 2025 р.

Гібрид	Урожайність, т/га	Прибавка урожаю, $\pm$ т/га	Ступінь ураження пухирчастою сажкою, %	Ступінь ураження летючою сажкою, %
Середня по Житомирській області у 2025 році	7,45			
РЖТ МОТОРІККС	8,1	0,65	2,8	2,5
РЖТ ЛПЕККС	7,2	- 0,25	3,0	3,0
РЖТ ЕККСКІ ДУО	6,8	- 0,65	4,1	3,7
РЖТ ЗАНЕТІККС	9,8	2,35	0,9	0
РЖТ АЛЕККСАНДРА	7,5	0,05	10	0
СИ ФРЕГАТ	10,1	2,68	0	1,2
СИ ФОРТАГО	9,8	2,35	0	0,9
Р 8436AQ	7,6	0,15	2,7	6,0

3.3 Економічна ефективність застосування засобів захисту проти сажкових хвороб кукурудзи

Основним завданням сільськогосподарського виробництва є отримання максимальної продукції з одиниці площі за рахунок зменшення матеріально-технічних витрат на вирощування. Кукурудза відноситься до культур інтенсивного типу, витрати на вирощування якої перевищують витрати на всі інші культури. А отже, економія ресурсів є актуальним питанням виробництва. Ресурсоощадні технології вирощування кукурудзи, спрямовані на зниження прямих затрат праці,

матеріаломісткість продукції і виробничих процесів, забезпечують вирішення цього питання.

Економічна доцільність вирощування у виробництві високостійких до сажкових хвороб гібридів була підтверджена нами за результатами оцінки витрат і прибутку господарства у 2025 році. Результати представлені в таблиці 3.7. За контроль взято гібрид Р 8436AQ, що більше за інші уражався сажковими хворобами у 2025 році в місці проведення досліджень.

З даних таблиці 3.7 видно, що прибавка урожаю за рахунок впровадження гібридів з комплексною стійкістю на 2,2-2,5 т/га, або ж на 28,9-32,9% перевищила гібрид, що більше уражався сажковими хворобами. За умови однакової агротехніки витрати на заходи, пов'язані з обробками проти хвороб були зменшені, відповідно це призвело до зниження витрат на 1 га на 2854-3126 грн/га, собівартість 1 т зерна відповідно зменшилась на 983-1072 грн, або на 32-35%.

Проведені нами розрахунки показали, що за рахунок вирощування стійких проти сажкових хвороб гібридів кукурудзи можна отримати додатковий чистий прибуток у розмірі до 21,5-24,4 тис. грн/га. Рівень рентабельності стійких сортів підвищився на 129-147%.

Такі показники можна отримати при вирощуванні гібридів, стійких до сажкових хвороб, зокрема гібридів фірми Syngenta. Вартість насіння цих гібридів дещо вища, але за рахунок прибавки урожаю, зменшення витрат на придбання фунгіцидів та заходи захисту рослин, підвищується чистий прибуток. У 2025 році у СФГ «Аврамчук», Любарського району Житомирської області, де ми проводили дослідження, рентабельність вирощування стійких до сажкових хвороб гібридів кукурудзи у 2025 році склала 305-323%.

Це досить високі показники економічної ефективності, але в умовах 2025 року склався дисбаланс між цінами на ресурси на початку року і закупівельними цінами на зерно в кінці року, що і визначило такий високий прибуток. Однак, ці

дані свідчать про незаперечну перевагу вирощування стійких проти сажкових хвороб гібридів кукурудзи.

Таблиця 3.7

Економічна ефективність вирощування стійких проти сажкових хвороб гібридів кукурудзи (СФГ «Аврамчук», Любарського району Житомирської області, 2025 р.)

	Назва гібриду		
	Контроль	СИ Фрегат	СИ Фортаго
Урожайність, т/га	7,6	10,1	9,8
Приріст урожаю, т/га	-	2,5	2,2
Вартість врожаю з 1 га, грн	64600	85850	83300
Вартість приросту врожаю, грн	-	21250	18700
Витрати на 1га, грн	23414	20288	20560
Витрати на придбання насіння, грн:	12522	15125	14816
витрати на придбання і застосування пестицидів, грн	1250	1152	980
Чистий прибуток з 1га, грн	41186	65562	62740
Додатковий чистий прибуток з 1га, грн	-	24376	21554
Закупівельна ціна, грн/т	8500	8500	8500
Собівартість 1 т, грн.	3081	2009	2098
Зниження собівартості 1 т, грн. (%)	-	1072 (35)	983(32)
Прибуток з 1 т, грн	5419	6491	6402
Рівень рентабельності, %	176	323	305
Приріст рентабельності, %	-	147	129

ВИСНОВКИ

1. В СФГ «Аврамчук» Любарського району Житомирської області в рік спостережень пухирчаста і летюча сажки були основною причиною захворювань кукурудзи. Симптоми захворювань з'явилися на рослинах кукурудзи за 5-7 днів до появи качанів і вразили 21–34% обстежених посівів. Інші хвороби виявлені з частотою 3-12%.
2. Пухирчаста та летюча сажки здебільшого були локалізовані, суцільних уражень рослин на ділянках не виявлено.
3. Більш інтенсивне ураження сажковими хворобами спостерігалось на ділянках, де були повторні посіви кукурудзи 2-3 роки.
4. Не виявлено залежність інтенсивності розвитку сажкових хвороб від групи стиглості кукурудзи. Ступінь ураження гібридів був приблизно однаковий з незначною тенденцією до збільшення ураження пухирчастою сажкою у середньопізніх гібридів, що можливо є результатом невеликої кількості досліджених гібридів.
5. Основним чинником у розвитку сажкових хвороб кукурудзи відігравали погодні умови, зокрема, температура повітря та опади. Ураженість більш сприйнятливих гібридів посилювалася за підвищеної температури повітря і дефіциту опадів упродовж вегетаційного періоду кукурудзи.
6. У 2025 році у середньому по гібридах ураженість пухирчастою сажкою була коливалась від 2,7%, максимально 10% гібрид РЖТ Алєксандра. Летюча сажка з частотою 0,9-3,7% було виявлено на гібридах РЖТ Моторіккс, РЖТ Ліпеккс, РЖТ Еккскі Дуо, максимальне ураження (5,9%) спостерігалось на гібриді Р 8436AQ. У 2025 році погодні умови сприяли більшому ураженню пухирчастою сажкою, ніж летючою.
7. Комплексну стійкість до сажкових хвороб визначено у гібридів СИ Фортаго та СИ Фрегат.

8. Виявлено відставання у рості та затримку перебігу основних фенофаз розвитку хворих рослин у порівнянні із здоровими, починаючи зі стадії 7-8 листка. Коливання показників ураження сажковими хворобами та відмінності у рості і розвитку рослин спостерігались інтенсивніше по краях посівів, ніж у його глибині.

9. Рослини, уражені сажкою, були безплідні або сформували лише 1 качан. Лише 12% інфікованих рослин змогли реалізувати генетичний потенціал гібрида і сформували більше одного качана.

10. Підтверджено пряму залежність між ураженням гібридів кукурудзи сажковими хворобами та продуктивністю та якістю зерна. Прибавка урожаю у виявлених стійких гібридів становила 2,2-2,5 т/га, що забезпечило СФГ «Аврамчук» у 2025 році отримати чистого доходу понад 60 тис грн з 1 га.

Отже, для отримання високого та стабільного врожаю кукурудзи особливу увагу слід приділяти підбору високопродуктивних гібридів, які мають високу стійкість до хвороб. Серед сучасних сортів гібридів кукурудзи, що вирощуються на різних сільгоспугіддях Любарського району Житомирської області, рекомендовано для більш широкого впровадження гібриди СИ Фортаго та СИ Фрегат.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ящук Т.С., Солян М.Я, Довгань О.М. Економічна ефективність вирощування кукурудзи в умовах західного Лісостепу України/Інноваційна економіка. – 2025. – №1. – С.227-238.
2. ЄС пропонує нові правила більш сталого використання природних ресурсів URL: <https://greentransform.org.ua/yes-proponuye-novi-pravyla-bilsh-stalogo-vykorystannya-prirodnyh-resursiv/2023> (дата звернення: 22.03.2026).
3. Шевчук І. USDA переглянуло оцінку світового врожаю кукурудзи: прогноз для України без змін URL: <https://elevatorist.com/novosti/21901-usda-pereglyanulo-otsinku-svitovogo-vrojayu-kukurudzi-prognoz-dlya-ukrayini-bez-zmin/2026> (дата звернення: 22.03.2026).
4. Шкатула Ю.М., Забарна Т.А. Остапчук Р.В. Сучасний стан виробництва кукурудзи в Україні/Таврійський науковий вісник – 2024 – № 139 (2). – С.182-189.
5. Сидякіна О.В., Гамула Є.А.Сучасний стан, проблеми та перспективи виробництва зерна кукурудзи/Таврійський науковий вісник – 2025 – № 144. – С.164-174.
6. Хвороби кукурудзи та заходи боротьби з ними URL: <https://dpssko.gov.ua/blog/2022/06/28/> (дата звернення: 22.03.2026).
7. Мазур В.А., Поліщук І.С., Телекало Н.В., Мордванюк М.О. Навчальний посібник з дисципліни «Рослинництво» для студентів галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство» спеціальності 201 «Агрономія» першого бакалаврського рівня. Вінниця: Видавництво ТОВ «Друк». 2020. 352 с.
8. Паламарчук В.Д., Колісник О.М. Сучасна технологія вирощування кукурудзи для енергоефективного та екологічнобезпечного розвитку сільських територій – Вінниця: Друк. – 2022.– 376 с.
9. Тищенко В.Н., Баташова Генетика і селекція кукурудзи:Генетика кукурудзи URL: https://agromage.com/stat_id.php?id=473 (дата звернення: 22.03.2026).

10. У США близько 90% кукурудзи, бавовнику та сої засіяні ГМ насінням URL: <https://agroportal.ua/news/mir/u-ssha-blizko-90-kukurudzi-bavovnika-ta-soji-zasiyani-gm-nasinnyam/> 11 січня 2026 року (дата звернення: 22.03.2026).
11. Баташова, М. Є. Біотехноогічні культури в сучасному аграрному секторі//Вісник Полтавської державної аспірантури: Науковий прогрес та інновації – 2014 – №4. – С.35–43.
12. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні (станом на 31.12.2025 року) URL: <https://me.gov.ua/view/b8128ff4-0e02-4c41-9ec0-53c28daab0d1> (дата звернення: 22.03.2026).
13. Цехмейструк М.Г., Музафаров Н.М., Манько К.М. Аспекти вирощування кукурудзи URL <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/436-aspekty-vyroshchuvannia-kukurudzy/> 20 травня 2014 (дата звернення: 22.03.2026).
14. Карнасюк Ю. Глобальні агротренди ринку кукурудзи URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/33667-hlobalni-ahrotrendy-rynku-kukurudzy.html> 29 вересня 2025 (дата звернення: 22.03.2026).
15. Критичні фази росту та розвитку кукурудзи URL: <https://www.yara.ua/crop-nutrition/maize/key-facts/maize-critical-growth-stages/2025> (дата звернення: 22.03.2026).
16. Городиська І.М., Стукало Б.В. Лімітуючі фактори формування урожайності кукурудзи/ Продовольча та екологічна безпека України: проблеми та шляхи їх подолання. Матеріали науково-практичної конференції (м. Київ, 12 жовтня, 2023 р.) – К.: ДІА . – 2023. – С.46-48.
17. Польовий В.М., Лукашук Л.Я., Ященко Л.А., Ровна Г.Ф., Гук Б.В. Вплив удобрення та вапнування на продуктивність кукурудзи на зерно в короткоротаційній сівозміні на дерново-підзолистому ґрунті/Зернові культури. – 2021. – Т. 5., № 1. – С. 84 -91.
18. Марков І.Л. Діагностуємо хвороби кукурудзи /// Агробізнес сьогодні. – 2011. – № 5 (204). – С. 37-42.

19. Хвороби кукурудзи: симптоми, фото, обробка і засоби захисту URL: <https://agrariyfort.com.ua/khvoroby-kukurudzy-symptomy-foto-obrobka-i-zasoby-zakhystu> (дата звернення: 22.03.2026).
20. Мостов'як І.І., Дем'янюк О.С. Чинники дестабілізації фітосанітарного стану агроценозів зернових культур Центрального Лісостепу України/Збалансоване природокористування. – 2020. – №2. – С.73-84
21. Татарінова В.І., Рожкова Т.О., Бурдуланюк А.О., Васирина М.І. Стійкість гібридів кукурудзи до сажкових хвороб/ Вісник Сумського національного аграрного університету. – 2015 – Вип. 9 (30). – С.108-111.
22. Борзих О. І. Хвороби рослин основних польових культур в агроценозах України. Біоресурси і природокористування. – 2015. – Вип. 7. – С. 183-189.
23. Які існують хвороби кукурудзи в Україні URL: <https://Agroexp.com.ua/uk/kakie-sushchestvuyut-bolezni-kukuruzy-na-ukraine/2026-01-22> (дата звернення: 22.03.2026).
24. Баннікова К.В., Шевчук О.В. Пухирчаста сажка кукурудзи та її шкідливість у північному Лісостепу України /// Карантин і захист рослин. – 2011. № 4. – С. 15-16.
25. Харченко Л. Я., Холод С. М., Іллічов Ю. Г. Стійкість вихідного матеріалу кукурудзи до пухирчастої сажки та її шкідливість у Південному Лісостепу України/ Вісник Полтавської державної аграрної академії . – 2012. – № 2. – С.83-88.
26. Михалевич Ю.М., Башта О. В Сажкові хвороби кукурудзи в умовах Волинської області/ Досягнення і перспективи в захисті та карантині рослин. Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти, присвяченій 126-річчю НУБіП України (23 квітня 2024 року, м. Київ). – К:НУБіП України. – 2024. – С. 104-106.
27. Сажкові хвороби кукурудзи Агро Бізнес сьогодні URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/17407>. Дата звернення 05 травня 2020

28. Микуляк І.С., Лінська М.І, Карп Т.Я., Козак Г.В., Заплітний Я.Д. Стійкість самозапилених ліній кукурудзи проти пухирчастої сажки за штучного зараження в умовах Буковини/Захист і карантин рослин. – 2018. – Вип. 64. – С.99-105.
29. Пухирчаста сажка URL: https://alfasmartagro.com/harmful_objects/diseases/puhyrchasta-sazhka-ustilago-zeae-beckm-unger/ (дата звернення: 22.03.2026).
30. Сажкові хвороби кукурудзи: у чому небезпека і які заходи захисту URL: <https://www.cherk-consumer.gov.ua/hromadianam/upravlinnia-fitosanitarnoi-bezpeky/novyny-upravlinnia-fitosanitarnoi-bezpeky/3231> (дата звернення: 22.03.2026).
31. Зозуля О.Л., Колісник О.М. Проблеми селекції кукурудзи на стійкість до хвороб і шкідників /// Збірник наукових праць ВНАУ – 2007. – Випуск 31. – С. 41-44.
32. Деревенець К.А. Ураженість кукурудзи хворобами та пошкодженість шкідниками. – Агроном. – 2013. – № 5 (39). – С. 112-113.
33. Паламарчук В.Д., Дідур І.М., Колісник О.М., Алексєєв О.О. Аспекти сучасної технології вирощування висококрохмальної кукурудзи в умовах Лісостепу правобережного. Вінниця, ТОВ «Друк». 2020. – С.190-200.
34. Гаврилюк В.М. Конкурентні гібриди кукурудзи. – Насінництво. – 2015. – № 2. – С. 19-20.
35. Колесник О.Н. Вихідний матеріал для селекції кукурудзи на стійкість до пухирчастої сажки/ Вісник Уманського університету садівництва – 2016. – № 1. – С.63-65.
36. Холод С.М., Харченко Л.Я. Вихідний матеріал кукурудзи за стійкістю до сажкових хвороб/ Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків, 2016, випуск 21.С.199-204.
37. Черчель В.Ю., Дзюбецький Б.В., Борисова В.В., Сатарова Т.М. Оцінка різних типів гібридів кукурудзи за генетичними дистанціями та ступенями гетерозису /// Вісникагратної науки. – 2013. – № 8

38. Татарінова І. І., Рожкова Т.О., Бурдуланюк А.О., Васи́лина М.І. Стійкість гібридів кукурудзи до сажкових хвороб/ Вісник Сумського національного аграрного університету. – 2015. – випуск 9 (30). – С.108-111.
39. Летюча сажка кукурудзи URL: <https://superagronom.com/hvorobi-grib/sajka-letyucha-kukurudza-id16305> (дата звернення: 22.03.2026).
40. Кукурудза vs летюча сажка URL: <https://agroexpert.ua/kukurudza-vs-letuca-sazka/30.08.2017> (дата звернення: 22.03.2026).
41. Лазарєв Є.В. Оцінка чутливості ліній кукурудзи до збудника летючої сажки в умовах Північного Степу України //Наукові читання до 100-річчя від дня народження професора Івана Вікторовича Яшовського: Матеріали міжнародної наукової конференції 14-15 серпня 2019 року – С. 83-85
42. Педаш Т.М. , Гирка Т.В. Сажкові хвороби кукурудзи та стійкість до них сучасних гібридів в умовах Північного Степу України – Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку – 2018. – С.214-215
43. Белов Я. В. Удосконалення технології вирощування гібридів кукурудзи в умовах південного Степу України : автореф. на здобуття вченого ступеня канд. с.-г. наук за спеціальністю : 06.01.09 «Рослинництво». – Миколаїв. – 2020. – 24 с.
44. Контроль хвороб озимої пшениці протруйниками: діючі речовини та патогени URL: [https://superagronom.com/blog/923 - kontrol - hvorob – ozimoyi - pshenitsi-rotruynikami - diyuchi- rechovini-ta-patogeni](https://superagronom.com/blog/923-kontrol-hvorob-ozimoyi-pshenitsi-rotruynikami-diyuchi-rechovini-ta-patogeni) (дата звернення: 22.03.2026).
45. Ефективні методи захисту кукурудзи від летючої сажки в Україні URL: <https://agroweek.com/agrobiznes/efektyvni-metody-zahystu-kukurudzy-vid/13.01.2026> (дата звернення: 22.03.2026).
46. Боровська І.Ю., В. П. Петренкова В.П., Чернобай Л.М., Чугаєв С.В. Визначення джерел стійкості кукурудзи до шкідливих організмів – Генетичні ресурси рослин. – 2014.- № 14. – С.83-95.

47. Чернобай Л. М. Створення нового вихідного матеріалу кукурудзи з використанням донорів стійкості до збудника пухирчастої сажки – Генетичні ресурси рослин. – 2015. – № 17 – С.36-45.
48. Захист кукурудзи від шкідників і хвороб // В. В. Кириченко, В. П. Петренкова, А. Г. Гур'єв та ін. – Посібник українського хлібороба. – К. – 2008. – С. 14–31.
49. Голуб В. О., Науменко М. Д., Голуб С. М., Голуб Г. С. Біологізація землеробства як фактор підвищення родючості ґрунту та врожайності сільськогосподарських культур в умовах Західного Полісся України./ Природа Західного Полісся та прилеглих територій : зб. наук. пр. // за заг. ред. Ф. В. Зузука. – Луцьк. – 2018. – № 15. – С. 151–156.
50. Іванишин В.В, Шувара І.А. Біологізація землеробства в Україні: реалії та перспективи/за заг. редакцією Іванишин В.В, Шувара І.А. – Івано-Іранківськ – 2016. – 284с.
51. BTU – виробництво біопрепаратів для рослин. Каталог URL: <https://btu-center.com/catalog/3> січня 2026 (дата звернення: 22.03.2026).
52. Ukravit – Засоби захисту рослин. Каталог URL: <https://www.ukravit.ua//media/catalog/Catalog2026.pdf.ua> (дата звернення: 22.03.2026).
53. Терещенко А.В., Дробітько А.В. Вплив технології вирощування на розвиток хвороб гібридів кукурудзи в умовах Північного Степу України – Аграрні інновації. – 2024. – № 27
54. Фітопатологія : підручник // Марков І. Л. та ін.; за ред. Маркова І. Л. Київ : Ліра, 2019. 548 с.
55. Белов Я. В. Удосконалення технології вирощування гібридів кукурудзи в умовах південного Степу України : автореф. на здобуття вченого ступеня канд. с.-г. наук за спеціальністю : 06.01.09 «Рослинництво». Миколаїв. 2020. – 24 с.
56. Методичні рекомендації польового та лабораторного вивчення генетичних ресурсів кукурудзи //І.А. Гур'єва, В.К. Рябчун, П.П. Літун та інші. – Харків, 2003. – 43 с.

57. Каталог – РАЖТ – 2026. URL: <https://ragt.ua/wp-content/uploads/КаталогA2-2026.pdf> (дата звернення: 22.03.2026).
58. Повний каталог продукції ЗЗР та насіння Syngenta URL: https://store.syngenta.ua/catalogs?gad_source=1&gad_campaignid (дата звернення: 22.03.2026).
59. Кукурудза Pioneer URL: https://shop.corteva.com.ua/collections/corn?gad_source=1&gad_campaignid (дата звернення: 22.03.2026).
60. Кириченко В. В., Петренкова В. П., Гур'єва І. М. [та ін.]. Ідентифікація ознак кукурудзи (*Zea mays* L.) (навч. посіб.) – Х. : ІР ім. В. Я. Юр'єва УААН. – 2007. – 137 с.
61. Жемойда В.Л., Макаруч О.С., Спряжка Р.О. Оцінка вихідного матеріалу кукурудзи за якісними показниками зерна/ Селекція, насінництво, насіннезнавство та сортознавство – 2020. – №17. – С.120-129.
62. Дмитрик П.М. Сучасні агрохімічні і статистичні методи досліджень. Курс лекцій // П.М. Дмитрик. – Івано-Франківськ, - 2014. - 76 с.
63. Харченко Л. Я., Холод С. М., Іллічов Ю. Г. Стійкість вихідного матеріалу кукурудзи до пухирчастої сажки та її шкідливість у Південному Лісостепу України// Вісник Полтавської державної аграрної академії – 2012. – № 2 – С.83-88.
64. Ткачук О.П. , Бондаренко М.І. Формування урожайності та якості зерна повторних посівів кукурудзи//Таврійський науковий вісник – 2023. – № 129 – С.139-145.