



**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК
УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР
«ІНСТИТУТ ЗЕМЛРОБСТВА НАЦІОНАЛЬНОЇ
АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ»**

**СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ ТА СОЇ
В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ, ЩО ВІДПОВІДАЮТЬ
ВИМОГАМ ОРГАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ**

НАУКОВО- МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Вінниця
2025

УДК 632.931:632.937:633.11

С 34

*Рекомендовано до друку Вченою радою ННЦ «ІЗ НААН»
(протокол № 11 від 10 листопада 2025 р.)*

Рецензенти:

С.Е. Дегодюк – член кореспондент НААН, доктор с.-г. наук, професор, завідувач відділу агрохімії ННЦ «ІЗ НААН»;

О.Г. Афанасьєва – кандидат с.-г. наук, с.н.с., завідувач лабораторії фітопатології ІЗР НААН

С 34 Системи захисту пшениці ярої та сої в умовах змін клімату, що відповідають вимогам органічного виробництва сільськогосподарської продукції; наук.-метод. реком. / С.В. Поліщук, А.В. Кириченко, Т.М. Райчук, Н.М. Гаврилук. Вінниця : ТВОРИ, 2025. 56с.

ISBN 978-617-8835-15-6

У науково-методичних рекомендаціях автори висвітлюють структуру фітопатогенного комплексу пшениці ярої та сої за змін клімату та рекомендують системи захисту, що відповідають вимогам органічного виробництва сільськогосподарської продукції.

Автори на підставі власних експериментальних досліджень за 2021–2025 рр., показують як компенсувати заборону застосування «хімії» в органічному сільськогосподарському виробництві для регулювання чисельності шкідливих організмів повнішим використанням захисної дії інших складових інтегрованого захисту – організаційно-господарських заходів, агротехнічного, імунологічного і біологічного методів.

Робота має важливе наукове і практичне значення для наукових працівників біологічних і сільськогосподарських галузей науки, фермерів та спеціалістів сільського господарства, зокрема, за органічного виробництва продукції рослинництва.

УДК 632.931:632.937:633.11

ISBN 978-617-8835-15-6

© ННЦ «ІЗ НААН», 2025

© ТОВ «ТВОРИ», 2025

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. МОНІТОРИНГ ФІТОСАНІТАРНОГО СТАНУ АГРОЦЕНОЗІВ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ І СОЇ ТА СТРУКТУРА ЕНТОМОЛОГІЧНОГО ТА ФІТОПАТОГЕННОГО КОМПЛЕКСІВ ЗА ТЕХНОЛОГІЙ ОРГАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ	8
1.1. Характеристика погодних умов 2021–2025 рр. у зоні досліджень.....	10
1.2. Моніторинг ентомологічного комплексу пшениці ярої за різних технологій вирощування за змін клімату в умовах органічного землеробства.....	12
1.3. Структура фітопатогенного комплексу хвороб в агроценозах пшениці ярої за змін клімату.....	16
1.4. Фітосанітарний стан агроценозів сої, видовий і популяційний склад збудників основних хвороб сої за змін клімату в технологіях органічного виробництва.....	23
РОЗДІЛ 2. ЕФЕКТИВНІСТЬ БІОЛОГІЧНИХ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ У ПОСІВІВ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ І СОЇ В ОРГАНІЧНОМУ ЗЕМЛРОБСТВІ.....	27
2.1. Біологічні інсектициди у захисті пшениці ярої проти найпоширеніших фітофагів та виявлення найефективніших.....	28
2.2. Ефективність застосування біологічних засобів захисту проти хвороб в агроценозах пшениці ярої.....	34
2.3. Випробування нових біологічних препаратів у захисті сої проти хвороб у вегетаційний період та виявлення найефективніших.....	46
2.4. Рекомендації щодо систем захисту пшениці ярої та сої в умовах змін клімату, що відповідають вимогам органічного виробництва сільськогосподарської продукції	48
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	52

ВСТУП

Закон України «Про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини» набув чинності 9 січня 2014 року. Цей закон був ухвалений Верховною владою України 3 вересня 2013 р. [1].

Наша країна входить до двадцятки лідерів світу з експорту сільськогосподарської продукції та посідає важливе місце в забезпеченні сталої продовольчої системи та продовольчої безпеки у світі. Завдяки сприятливим ґрунтово-кліматичним умовам Україна, починаючи з початку 2000-х років, стала одним із провідних постачальників органічної продукції на ринок країн Європейського Союзу. Україна входить до п'ятірки імпортерів органічної продукції до ЄС, щороку розширюючи асортимент товарів.

Повномасштабне вторгнення Російської Федерації 24 лютого 2022 р. призвело до значних втрат у сільському господарстві. Окупація та знищення біологічно продуктивних територій, несуть загрозу забруднення й пошкодження ґрунтів, обмеження доступу до землі та ресурсів для здійснення сільськогосподарської діяльності; руйнація інфраструктури; переміщення населення та підвищений ризик екологічних катастроф. У 2022 р. порівняно з 2020 р. спостерігалось значне зменшення площі сільськогосподарських земель органічного та перехідного періоду, зокрема земель з органічним статусом – у понад 1,5 раза [2].

Офіційні статистичні огляди IFOAM підтверджують, що якщо в 2002 р. в Україні було зареєстровано 31 господарство, що отримало статус «органічного», то в 2021 р. налічувалось вже 528, загальна площа сільськогосподарських угідь, на яких ведеться органічне виробництво, сягала 422299 га.

У перший рік вторгнення Росії площа під органіком істотно зменшилася до 263619 га.

За даними експертів Міжнародної федерації органічного сільського господарства IFOAM і Науково-дослідного Інституту біоземлеробства FiBL нині виробництво екологічно чистої сільськогосподарської продукції розвивається у

188 країнах світу. За результатами 2023 р. обсяг земель, зайнятих під органічне виробництво, продовжує зростати. Загальна площа органічних земель вже сягає 99 млн га та займає 2,1% всіх сільськогосподарських земель у світі (для порівняння: 1999 р. – 11 млн га) [3].

Продовжують зростати не тільки площі, але й органічний ринок. У 2023 р. світовий ринок органічної продукції досяг 136,4 млрд євро. Ключовими ринками, як і раніше, є США та ЄС, які споживають майже 90% всієї органічної продукції в світі. Органічний ринок Європи та світу вже понад 25 років демонструє стабільне й динамічне зростання. Зокрема, європейський ринок з 2000 р. виріс майже в 7 разів – від 8 млрд євро у 2000 р. до майже 55 млрд євро у 2023 р.

Найбільші площі органічних земель зосереджено в Австралії (понад 35 млн га), Аргентині, Китаї, Іспанії та Франції. Європа утримує близько 26 % усіх органічних угідь світу, а частка країн ЄС продовжує зростати [4].

Продуктивність сільськогосподарських культур, що вирощуються для споживання людиною, схильна до додав більшого ризику, через збільшення кількості шкідників та патогенів. За даними ФАО через втрати від шкідливих організмів людство недобирає в середньому до 50% потенційно можливого врожаю [5].

Виробництво органічної продукції виключає застосування хімічних субстратів, пестицидів і гербіцидів. Компенсувати використання «хімії» в сільськогосподарському виробництві для регулювання чисельності шкідливих організмів можливо за рахунок повнішого використання захисної дії інших складових інтегрованого захисту – організаційно-господарських заходів, агротехнічного, імунологічного і біологічного методів, запровадження новітніх наукових розробок за їх подальшого удосконалення.

Найдоступнішими, без вимог додаткових витрат та безпечними для навколишнього середовища є агротехнічні заходи: стійкі сорти, сівозміни, попередники, системи удобрення, строки сіви тощо. Замість хімічних препаратів останнім часом дедалі більше застосовують для захисту рослин від шкідливих організмів біологічні препарати. За органічного землеробства

важливим щодо контролю шкідників є використання природних популяцій ентомофагів, акарифагів і ентомопатогенів. Підвищенню ефективності комплексу паразитів і хижаків шкідників зернових культур сприяє створення флористичного різноманіття в системі землекористування.

Серед органічних культур значне місце посідають зернові (пшениця, кукурудза, овес), олійні (соя, соняшник), а також овочі, фрукти та кормові культури. Яра пшениця та соя є стратегічно важливими культурами в органічному виробництві, оскільки вони відіграють значну роль у продовольчій безпеці та як джерело рослинного білка (соя).

Пшениця яра є важливою для ротації сівозмін в органічному землеробстві та має високий попит на органічному ринку. Її вирощування без синтетичних засобів захисту вимагає особливих підходів до вибору сортів (стійких до хвороб), агротехніки (боротьба з бур'янами, живлення) та контролю шкідників.

Соя як бобова культура, відіграє критичну роль у органічних сівозмінах завдяки своїй здатності фіксувати атмосферний азот, що зменшує потребу в органічних добривах.

В умовах зміни клімату спостерігається зростання частоти посух, підвищення середньодобових температур та нерівномірність опадів, що змінює структуру шкідливих організмів у соєвих агроценозах. Підвищується ризик розвитку таких фітопатогенів, як *Fusarium oxysporum*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Septoria glycines*, *Peronospora manshurica* та *Colletotrichum truncatum*. Ці патогени особливо активні за теплої вологої погоди або за чергування коротких періодів спеки та опадів.

Підвищенню стійкості сої до біотичних стресів сприяє використання адаптованих сортів, селекціонованих на стійкість до основних хвороб, а також оптимізація мікробіологічних препаратів і біостимуляторів росту, що підвищують імунітет рослин. Розвиток інтегрованих технологій на основі поєднання агроекологічних, імунологічних і біологічних методів дає змогу забезпечити стабільне виробництво органічної сої без застосування синтетичних пестицидів [6].

Тому, у сучасних умовах кліматичних змін і обмеженого використання хімічних засобів соя стає ключовим елементом у системах органічного землеробства, виконуючи як продукційну, так і екологічну функції — покращення азотного балансу, біорізноманіття та екологічної стабільності агроландшафтів [7; 8].

Запропоновані науково-методичні рекомендації призначені для господарств з органічним виробництвом продукції. Використання їх дасть змогу покращити фітосанітарний стан посівів пшениці озимої та сої, збільшити рівень інтенсивності використання посівних площ, підвищити якість продукції згідно із загально-технічними вимогами відповідних ДСТУ та Міжнародних стандартів ISO.

РОЗДІЛ 1. МОНІТОРИНГ ФІТОСАНІТАРНОГО СТАНУ АГРОЦЕНОЗІВ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ І СОЇ ТА СТРУКТУРУ ЕНТОМОЛОГІЧНОГО ТА ФІТОПАТОГЕННОГО КОМПЛЕКСІВ ЗА ТЕХНОЛОГІЙ ОРГАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ

Сучасний розвиток аграрного виробництва неможливий без урахування впливу кліматичних змін, які істотно трансформують екологічні ніші шкідливих організмів, зумовлюючи зростання фітосанітарних ризиків і зміщення ареалів поширення окремих видів. Пшениця яра і соя — важливі продовольчі та кормові культури, які займають значну частку у структурі посівних площ України. За умов органічного виробництва, де заборонено застосування синтетичних пестицидів і мінеральних добрив, актуальність досліджень щодо оцінювання фітосанітарного стану агроценозів і структури ентомологічного та фітопатогенного комплексів істотно зростає [9; 10].

В органічному землеробстві підтримання стабільного фітосанітарного стану здійснюється переважно за рахунок біологічних, агротехнічних і селекційних методів регулювання чисельності шкідливих організмів. Утім ефективність таких підходів значною мірою залежить від адаптації культур і супутніх біоценотичних зв'язків до нових кліматичних умов, зокрема підвищення температури, нерівномірного розподілу опадів, частіших посух і стресових явищ [11;12].

Моніторинг фітосанітарного стану агроценозів у системах органічного виробництва є ключовим інструментом для своєчасного виявлення домінантних видів фітопатогенів і шкідників, оцінки їхньої шкідливості та прогнозування розвитку комплексу упродовж вегетаційного періоду. Особливої уваги потребує вивчення взаємодії між ентомофауною, мікобіотою та фітосанітарним станом культур, оскільки ці зв'язки формують стійкість агроценозів і визначають рівень біорізноманіття в агросистемах органічного типу [13;14].

Пшениця яра є важливою зерновою культурою, яка забезпечує значну частину продовольчих ресурсів у світі. В умовах органічного землеробства особлива увага приділяється підтримці здоров'я рослин через застосування

природних методів захисту, зокрема контролю фітосанітарного стану посівів. Моніторинг шкідників і хвороб є необхідною складовою комплексного підходу до збереження врожаю та підвищення продуктивності [15].

Встановлення видової та кількісної структури ентомологічного комплексу дає змогу своєчасно виявити шкідливі організми, оцінити їх вплив на рослини та обрати ефективні заходи боротьби, які відповідають принципам органічного землеробства (Коваленко, 2020). Аналіз фітопатогенного комплексу допомагає визначити спектр хвороб, що загрожують посівам, і розробити стратегії біологічного захисту з мінімальним негативним впливом на довкілля [16].

Серед сучасних методів особливої уваги заслуговують агротехнічні заходи, які вирізняються ефективністю, доступністю та мінімальним негативним впливом на навколишнє середовище. Саме завдяки раціональному догляду за посівами зернових можна значно підвищити їх продуктивність [17,18].

Фітосанітарний стан посівів пшениці ярої формується під впливом комплексу чинників, серед яких визначальну роль відіграють погодні умови року, технологія вирощування та система удобрення. За умов органічного землеробства, де обмежується або виключається застосування синтетичних пестицидів, створюється більш сприятливе середовище для розвитку окремих фітофагів та фітопатогенів [19]. Водночас традиційні технології із застосуванням мінеральних добрив і засобів захисту рослин сприяють зміні структури ентомокомплексу, часто знижуючи чисельність окремих шкідників, але у певних випадках стимулюючи розвиток інших [20; 21].

Коливання погодних умов протягом вегетації, особливо температурного режиму та рівня зволоження, додатково впливають на видовий склад і шкодочинність шкідливих організмів, що потребує щорічного моніторингу. У зв'язку з цим актуальним є дослідження динаміки ентомологічного та фітопатогенного комплексу пшениці ярої за різних технологій вирощування з метою удосконалення підходів до захисту рослин у системі органічного землеробства.

Отже, проведення комплексного моніторингу фітосанітарного стану посівів пшениці ярої і сої, визначення структури ентомологічного та фітопатогенного комплексів за технологій органічного виробництва в умовах кліматичних змін має важливе наукове та практичне значення для підвищення екологічної стабільності агроєкосистем, розроблення адаптивних елементів захисту рослин та оптимізації органічних технологій вирощування.

1.1. Характеристика погодних умов 2021–2025 рр. у зоні досліджень

Упродовж 2021–2025 рр. у зоні спостереження (ННЦ «ІЗ НААН», с-ще Чабани) чітко простежується тенденція до потепління у весняно-літній період, зі зростанням температурних сум і зниженням рівномірності опадів. Особливо екстремальними за теплом були 2023 і 2024 рр., коли температура повітря часто перевищувала багаторічні норми на 3–5 °С, а в окремі дні — на 8–10 °С. Такі умови сприяли значному прискоренню фаз розвитку пшениці ярої (стиглість наступала на 1–2 тижні раніше), однак це нерідко супроводжувалося дефіцитом вологи, особливо в критичні фази формування урожаю. Зокрема, у травні та липні-серпні 2023 і 2024 рр. спостерігалася метеорологічна посуха, що негативно впливала на ріст і розвиток сої, яка є вологолюбною культурою.

Кількість опадів упродовж досліджуваного періоду була нестійкою — у деякі місяці (як травень 2023 р. — 0,4 мм; липень 2024 р. — 30 мм) фіксувався критичний недобір вологи, тоді як в інші періоди (наприклад, липень 2023 р. — 136 мм) спостерігалися зливи. Така нестабільність зволоження у поєднанні з високими температурами призводила до стрімкого випаровування та формування ґрунтової засухи — особливо в серпні, коли волога у верхньому шарі ґрунту знижувалася до критичних значень.

За весь період досліджень збільшення сум ефективних температур вище +10°C було стійкою тенденцією, що свідчить про зміну кліматичних умов у бік потепління та ризикованіших умов ведення землеробства, особливо для культур, чутливих до вологи (соя).

Розподіл опадів упродовж 2021–2025 рр. мав виражену мінливість. У 2021 р. спостерігалось чергування перезволоження у травні–червні та посухи в липні, коли гідротермічний коефіцієнт коливався в межах 0,4–1,4. У 2022 р. весна була прохолодною, а в червні зафіксовано дефіцит опадів, який становив лише 43 % норми. Наступного, 2023 р., відзначено травневу посуху — випало лише 0,4 мм опадів (0,8 % норми), тоді як у липні спостерігався їх надлишок — до 200 % від середніх багаторічних показників. У 2024 р. переважало надлишкове зволоження у квітні (160 % норми), що супроводжувалося спекотним літом, коли кількість днів із температурою понад +30 °С сягала 15. Погодні умови 2025 р. характеризувалися помірним теплом і достатнім зволоженням, особливо навесні, коли кількість опадів перевищувала кліматичну норму до 171 %.

Такі контрасти зумовили чергування періодів посухи й перезволоження, що впливало на розвиток культур і формування врожаю. **Соя** у роки з травневою посухою (2023 р.) мала затримку сходів і скорочений генеративний період, тоді як 2024 р. із помірним зволоженням сприяв формуванню високої продуктивності.

Аналіз погодних умов показав стійку тенденцію до підвищення температурного режиму, нерівномірного розподілу опадів і зростання ризику гідротермічного стресу для ярої пшениці та сої, особливо у травні, липні та серпні. Надмірне тепlopостачання в поєднанні з дефіцитом вологи сприяло пришвидшенню темпів росту, ранньому настанню фаз розвитку, однак водночас обмежувало формування повноцінного врожаю, зокрема в сої. Такі кліматичні зміни істотно впливали на фітосанітарний стан посівів, зумовлюючи зміни у структурі фітопатогенного та ентомологічного комплексів, сприяючи ранньому прояву стресових симптомів та загостренню захворюваності, зокрема на тлі ослаблення рослин. У зв'язку з цим обов'язковим стає постійний агрометеорологічний і фітосанітарний моніторинг, що дає можливість своєчасно реагувати на потенційні загрози — як абіотичні (посуха, спека), так і біотичні (шкідники, хвороби). Системне спостереження за температурними й вологісними показниками вегетаційного періоду, розвитком культур, появою

збудників та шкідників має бути інтегрованою частиною сучасних адаптивних агротехнологій, особливо в умовах органічного землеробства, де фітосанітарний моніторинг набуває ключового значення. За органічної технології вирощування, коли заборонено застосування хімічних засобів захисту, своєчасне виявлення шкідливих організмів та несприятливих погодних впливів стає основою ефективного реагування через біологічні, агротехнічні або екологічно безпечні заходи. Такий підхід дає змогу мінімізувати ризики втрати врожаю, зберегти екосистемну рівновагу та забезпечити сталу продуктивність культур у змінюваних кліматичних умовах.

Підвищення середньодобових температур, а також зростання частоти екстремальних погодних явищ — тривалих посух чи періодів надмірного зволоження — формують сприятливе середовище для адаптації та інтенсивного поширення нових видів фітопатогенів, ентомошкідників і бур'янів. Це зумовлює погіршення фітосанітарного стану агроценозів сої та ускладнює систему їхнього захисту. У зв'язку з цим особливої наукової значущості набувають дослідження впливу кліматичних змін на біологію й екологію шкідливих організмів, динаміку їх популяцій, а також обґрунтування адаптивних стратегій інтегрованого захисту посівів.

1.2. Моніторинг ентомологічного комплексу пшениці ярої за різних технологій вирощування за змін клімату в умовах органічного землеробства

Кліматичні зміни останніх десятиліть істотно трансформують умови ведення сільськогосподарського виробництва, зокрема фітосанітарний стан агроценозів зернових культур. Пшениця яра (*Triticum aestivum* L.), як культура, що вирощується переважно в регіонах із континентальним кліматом, є вразливою до змін температурного режиму, зволоження та тривалості вегетаційного періоду. Фонове підвищення температури повітря, порушення сезонної ритміки та збільшення частоти екстремальних погодних явищ

створюють сприятливі умови для розвитку багатьох шкідливих організмів, зокрема фітофагів, фітопатогенів та бур'янів, що формують фітосанітарний стан посівів [22].

Одним із наслідків зміни клімату є зміщення термінів появи основних фаз розвитку шкідників і патогенів, збільшення їх чисельності, розширення ареалів поширення та зростання кількості генерацій протягом вегетаційного періоду. Це призводить до підвищення рівня шкодочинності та збільшення фітосанітарного навантаження на посіви пшениці. У нових кліматичних умовах традиційні системи захисту рослин часто втрачають ефективність, що зумовлює необхідність адаптації агротехнічних, хімічних і біологічних заходів до нових ризиків [23; 24].

Поступові глобальні кліматичні зміни не минають осторонь і Україну. Вони спричиняють зсуви агрокліматичних зон, нерівномірний розподіл опадів, потепління зимового періоду, що створює нові виклики для вирощування сільськогосподарських культур. Відсутність своєчасного моніторингу за шкідливими організмами призводить до масових спалахів окремих видів, які раніше не мали визначального впливу на урожай. Особливу загрозу становлять сисні шкідники, зокрема клоп-черепашка (*Eurygaster integriceps*), ареал якого поступово розширюється на північ, збільшуючи втрати врожаю. Посилення інсектицидного навантаження, своєю чергою, викликає мікроеволюційні зміни у популяціях як шкідників, так і ентомофагів.

Дослідження, проведені в Лісостепу України, підтверджують, що зміни клімату впливають на стабільність популяцій фітофагів пшениці. Так, за спостереженнями останніх років, відзначено зменшення частоти появи традиційно небезпечних шкідників, таких як опоміза, гессенська муха, пшенична муха та клоп-черепашка. Водночас значні втрати урожаю від фітофагів реєструвались переважно в Полтавській і Харківській обл., але не перевищували економічного порогу шкідливості. В інших регіонах Лісостепу вплив шкідників залишався незначним. Ці дані свідчать про необхідність постійного

ентомологічного моніторингу та прийняття рішень щодо хімічного захисту на основі реальних фітосанітарних ризиків [25].

Тому, вивчення впливу кліматичних чинників на фітосанітарний стан посівів пшениці ярої є актуальним напрямом агроекологічних досліджень та важливою умовою формування ефективної системи адаптації землеробства до умов глобальних змін довкілля.

У 2021–2025 рр. у відділі захисту рослин від шкідників і хвороб ННЦ «ІЗ НААН» проводилися багаторічні польові дослідження у посівах пшениці ярої, вирощеної за органічної (гній 40 т/га, внесений у 2021 р.) та загальноприйнятої (мінеральне живлення $N_{60}+N_{30}(IV)P_{60}K_{60}$) технологіями вирощування. Спостереження за фітосанітарним станом полів дало змогу виявити ключові закономірності формування ентомологічного комплексу залежно від способу удобрення та погодних умов року.

Найпоширенішими шкідниками у посівах пшениці ярої виявилися злакові мухи (*Oscinella pusilla* Mg.), велика злакова попелиця (*Sitobion avenae* F.), пшеничний трипс (*Haplothrips tritici* Kurd), хлібний пильщик (*Cephus pygmaeus* L.), жук-кузька (*Anisoplia austriaca* H.) та клоп-черепашка (*Eurygaster integriceps* Put.). Їх чисельність та шкодочинність суттєво відрізнялися залежно від застосованої технології вирощування.

За органічної технології найбільшу загрозу становили **злакові мухи**. Їх чисельність стабільно перевищувала економічний поріг шкідливості (ЕПШ) у 2022–2024 рр., досягаючи максимуму 12% у 2024 р. На фоні мінерального живлення популяція злакових мух була значно нижчою, лише одного разу (у 2023 р.) незначно перевищуючи ЕПШ (5,2%). Отже, за органічного виробництва рекомендовано приділити особливу увагу системам контролю саме цього фітофага.

Хлібний **пильщик** також був значно активнішим у посівах із органічним удобренням, особливо у 2021 та 2022 рр., коли пошкодженість стебел сягала 7,2% та 5% відповідно. На мінеральному фоні чисельність цього шкідника

залишалась у межах 0–2,2%, що свідчить про стримувальний вплив мінерального живлення на розвиток популяції (табл.).

Найпоширеніші шкідники пшениці ярої за різних технологій вирощування, ННЦ «ІЗ НААН», %

Шкідники	Органічна технологія вирощування ¹⁾					Загальноприйнята технологія вирощування ²⁾					ЕПШ
	2021	2022	2023	2024	2025	2021	2022	2023	2024	2025	
Злакові мухи (%)	2,0	7,7	9,3	12	1,5	0	1,1	5,2	4,3	0,5	5
Трипси (екз./колос)	6,0	3,5	2,9	1,6	1,0	10,2	8,0	6,5	3,3	3,0	30
Попелиці (екз./колос)	1,3	0,7	2,5	2,0	0,5	5,0	2,0	7,7	5,2	5,0	20
Клоп-черепашка (екз./м ²)	0,2	0,9	0,2	0,5	1,2	0,4	0,5	0,2	0,4	0,5	2-3
Хлібний жук-кузька (екз./м ²)	0,5	0,9	0,5	2,0	0,5	2,0	1,5	2,5	1,2	3,0	3-4
Хлібний пильщик, %	7,2	5,0	1,5	0,7	0,5	2,5	1,2	0	0	0	6
<p>Примітка. 1) Без мінеральних добрив + п.п.п. + гній 40 т/га (внесено 2021 р.) 2) N₆₀+ N₃₀(IV)P₆₀ K₆₀ + п.п.п.</p>											

Натомість **трипси** та **попелиці** переважно не досягали критичних рівнів. Найвищу чисельність пшеничного трипса (6,0 екз./колос) спостерігали в 2021 р. на органічному фоні, а за мінерального – до 8,0 екз./колос. Чисельність попелиць не перевищувала ЕПШ, хоча у 2023 р. на мінеральному фоні фіксували до 7,7 екз./колос. У спекотні роки ці фітофаги можуть становити загрозу, тому рекомендовано посилене спостереження в період молочної стиглості зерна.

Хлібні жуки, зокрема жук-кузька, в окремі роки сягали локального піку чисельності (до 2,0 екз./м² у 2024 р. на органічному фоні та 3,0 екз./м² у 2025 р. на мінеральному). Масові спалахи потребують обов'язкових заходів контролю, зокрема застосування біологічних засобів захисту в органічній системі.

Клоп черепашка за всі роки мав стабільно низьку чисельність (0,2–1,2 екз./м²), що зумовлено прохолодною та вологою погодою весняного періоду (ГТК 4,3 у квітні, 1,4 у травні), а також високою вологістю й локальними зливами, які пригнічували його розмноження.

Загалом, погодні умови мали визначальний вплив на динаміку чисельності фітофагів. Прохолодна весна та короточасні зливи стримували розвиток сисних шкідників, як-от попелиці, трипси та клопи, тоді як теплі, сухі періоди сприяли зростанню популяцій злакових мух та хлібного пильщика.

На основі багаторічних досліджень 2021–2025 рр. встановлено, що чисельність і шкодочинність основних фітофагів пшениці ярої значною мірою залежить від технології вирощування та погодних умов року. За органічної технології спостерігалось підвищення чисельності злакових мух і хлібного пильщика, які часто перевищували економічний поріг шкідливості, тоді як за загальноприйнятої системи із застосуванням мінерального живлення краще стримувався розвиток цих шкідників. Водночас органічне удобрення сприяло зниженню чисельності хлібного жука-кузьки та сисних шкідників, зокрема попелиць та трипсів. Погодні умови, особливо температура, вологість та характер опадів, мали вирішальний вплив на динаміку популяцій фітофагів, що підтверджує необхідність гнучкої адаптації системи захисту до кліматичних змін.

1.3. Структура фітопатогенного комплексу хвороб в агроценозах пшениці ярої за змін клімату

У сучасних умовах зміни клімату агроєкосистеми зазнають істотних трансформацій, що безпосередньо впливає на розвиток та поширення фітопатогенних організмів. Пшениця яра, як одна з ключових зернових культур України, особливо чутлива до коливань температурного режиму, вологості та частоти екстремальних погодних явищ. Ці фактори визначають не лише загальну продуктивність посівів, а й формування фітопатогенного комплексу — сукупності збудників хвороб, які взаємодіють між собою та з рослиною-хазяїном, створюючи специфічні умови для розвитку патологічного процесу.

Підвищення середньорічних температур, скорочення зимового періоду, збільшення тривалості посушливих інтервалів і нестабільність опадів сприяють змінам видової структури збудників, частині яких властиво швидко адаптуватися до нових кліматичних умов. У результаті зростає шкодочинність окремих

хвороб, з'являються нові або раніше незначущі патогени, а також змінюються взаємозв'язки між компонентами фітопатогенного комплексу.

Дослідження структури фітопатогенного комплексу хвороб в агроценозах пшениці ярої за умов кліматичних змін є важливим науковим і практичним завданням. Воно дає можливість своєчасно прогнозувати фітосанітарні ризики, оптимізувати системи захисту рослин і забезпечувати стабільність урожайності в умовах кліматичної нестабільності, що має стратегічне значення для продовольчої безпеки України.

За результатами досліджень 2021–2025 рр. фітопатогенного комплексу пшениці ярої в зоні північного Лісостепу виявлено найпоширеніші **гельмінтоспоріозна, фузаріозна коренева гнилі** та їх суміш. **Фузаріозна коренева гниль** – найбільш шкідлива та розповсюджена. Збудниками є гриби роду *Fusarium* spp. Хворі корені і підземні міжвузля стебла покриваються ватоподібним білим, жовтуватим або рожевим спороношенням гриба. Відзначається побуріння основи проростка, колеоптіля, первинних і вторинних коренів, вузла кушення. Характерна ознака – суха гниль з утворенням на інфікованій поверхні у вологих умовах нальотів рожевого забарвлення.

Гельмінтоспоріозна коренева гниль. Найпоширеніша коренева гниль на ярій пшениці, збудник – *Helminthosporium sativum*. На колеоптілі (першому листку паростка), основі стебла та первинних корінцях з'являються темні плями та поздовжні смуги, які з часом збільшуються в розмірах. Рослини відстають у рості та мають знижену здатність до кушення. Оптимальна температура для розвитку гриба становить 20–27°C за наявності крапельно-рідкої вологи або високої відносної вологості повітря. Збудник переважно зберігається на уражених рослинних залишках і в ґрунті, іноді передається насінням (чорний зародок насіння).

У зоні наших досліджень на пшениці ярій найчастіше зустрічалась змішана гельмінтоспоріозно-фузаріозна форма хвороби (рис.1), а також у невеликій кількості церкоспорельозна. Інтенсивність розвитку гнилі на коренях на усіх

етапах обстежень була невисокою, в межах 0,5–1,0 балів за обліковою шкалою де 0 – відсутність ураження, а 4 – максимальний бал ураження.



Рис. 1. Коренева гниль пшениці ярої (змішана інфекція)

Погодні умови років досліджень сприяли розвитку хвороб. Найбільш розповсюдженими та шкодочинними листково-стебелними хворобами на ярій пшениці у 2021–2025 рр. були: борошниста роса (*Blumeria graminis* (DC.) Speer. (BLUMGR), септоріоз листа (*Septoria tritici* Robergeex Desm. (SEPTTR), септоріоз колоса (*Septoria nodorum* (Berk.) Berk (SEPTNO). Менше поширення та розвиток мали піренофороз (*Pyrenophora tritici-repentis*), фузаріоз (*Fusarium* (FUSASP), бура іржа пшениці (*Puccinia recondita* Rob.et Desm. *f.tritici* Eriks. et Jjenn. (*Puccinia triticina* Eriks.), альтернаріоз (*Alternaria* spp.) (ALT) (рис.2).



Рис. 2. Найбільш розповсюджені хвороби пшениці ярої, 2021–2025 рр., ННЦ «ІЗ НААН», %

Борошниста роса щороку проявлялась на пшениці ярій. В період вегетації зараження рослин здійснюється конідіями безстатевої стадії, яка називається *Oidium monilioides*. З розвитком конідіального спороношення наліт ставав борошнимим. Пізніше наліт ущільнювався, і ставав у вигляді подушечок жовтувато-сірого кольору, на яких закладаються спочатку коричневі, потім чорні кулясті плодові тіла (рис.3). В основі стебла утворювались невеликі матові плями, вкриті білим павутинним міцелієм. Згодом міцелій переходив на пластинку листка, покриваючи її переважно з верхнього боку, поширювався на нові листки, листові піхви і стебло. Рідше уражувались колоскові луски і ості. Сумчаста стадія зазвичай формувалась у період колосіння і цвітіння пшениці. Сумкоспори дозрівають і поширюються під час збирання врожаю і пізніше. Джерело інфекції для ярих посівів слугують озими, на яких гриб зимує у вигляді міцелію. Внаслідок хвороби зменшувалась асиміляційна поверхня, знижувалась кущистість, а через відмирання листя за сильного ураження, затримувалась розвиток рослин, прискорювалось дозрівання. За раннього дозрівання утворюється щупле зерно. Розвиток борошнистої роси за роки досліджень у середньому становить 45%.



Рис.3. Прояв борошнистої роси на пшениці ярій: листова та стеблова форми, ННЦ «ІЗ НААН»

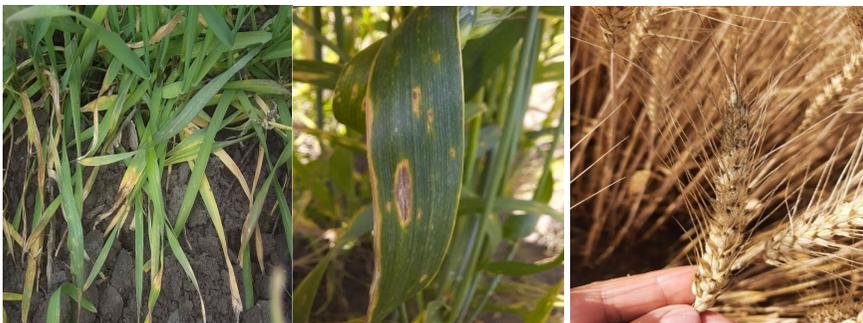
Септоріоз. На посівах пшениці протягом 5 років були присутні два види збудника септоріозу – *Septoria tritici* і *Septoria nodorum*. Уражувались різні

органи рослин, спричиняючи формування некротичних плям різної форми, розміру та кольору (від світло-жовтих і попелясто-сірих до темно-бурих) з обідком або без нього. Характеристики ураження залежать від видового складу патогена та органа рослини-господаря.

Septoria tritici: переважно уражає листя та листкові піхви. Симптоми проявляються, як видовжені жовтувато-коричневі смуги, або темно-бурі плями з попелясто-сірим центром, що з часом некротизуються. Збудник формує пікніди (чорні крапки) на поверхні листя вздовж жилок. Це також стосується колоскових лусок, хоча плями на них можуть бути відсутні. Втім ідентифікація хвороби ускладнюється тим, що під час вегетації цей гриб не завжди утворює пікнідіальне спороношення.

Septoria nodorum: характеризується ураженням усіх органів рослин: листя, піхв, міжвузлів стебел, колоскових лусок і зерен. Сильне ураження може охоплювати вузли та суцвіття. Зазвичай, найбільш виражене ураження спостерігалось на верхівках колоскових лусок. Типова діагностична ознака – пікнідіальне спороношення, хоча воно не завжди формується (рис.4).

Найвищого рівня інтенсивності ураження хвороба набуває за умов тривалої вологої та вітряної погоди, значних опадів, а масовому розвитку хвороби сприяє температура 12–25°C.



1)

2)

Рис. 4. 1) симптоми ураження листків пшениці ярої збудником *Septoria tritici*; 2) уражений *Septoria nodorum* колос, ННЦ «ІЗ НААН»

Бура (листова) іржа Збудник – *Puccinia recondita*, синонім *P. tritici*) одне з шкідливих захворювань. В умовах Північного Лісостепу проявлялась періодично два рази за 5 років, коли складались сприятливі для розвитку умови. Проявляється у вигляді дрібних, безладно розташованих бурих пустул (рис.5). Шкідливість захворювання залежить від термінів і інтенсивності ураження. Чим раніше відбувається зараження, тим більшої шкоди завдає захворювання. Зараження ярої пшениці відбувається, переважно, спорами, що заносяться повітряними потоками з інших полів. Іржа завдає значної шкоди посівам пшениці, що зумовлено різким зниженням асиміляційної поверхні листя внаслідок масового формування пустул та некротичних плям. Пошкодження епідермісу листя також спричиняє посилення інтенсивності транспірації (випаровування води). Ураження стебла порушує водний баланс рослини та відтік асимілятів (запасних речовин) із вегетативних органів до репродуктивних.

Сукупність цих факторів призводить до зниження кількісних та якісних показників врожаю зерна. За раннього розвитку інфекції спостерігається суттєве зменшення маси зернівки, її щуплість та легкість. Бура листова іржа, збудником



якої є *Puccinia recondita* (синонім *P. tritici*), є найбільш поширеним та шкідливим захворюванням пшениці ярої. Захворювання ідентифікується за дрібними, хаотично розташованими пустулами бурого кольору на уражених органах рослин.

Рис. 5. Бура іржа на листках пшениці ярої, ННЦ «ІЗ НААН»

Хвороба мала епізодичний характер прояву, проявлялась переважно у зволожені роки з періодичністю раз на 2–3 роки.

Жовта плямистість, або піренофороз, є відносно новою хворобою зернових культур. Збудником є патогенний гриб *Drechslera tritici-repentis*. Візуально симптоми піренофорозу мають схожість із ознаками ураження, спричиненого

видами *Septoria* (*S. Tritici* та *S. nodorum*). На листі з'являються характерні округлі або еліпсоїдні світло-коричневі плями з помітною бурою або хлоротичною облямівкою. З часом окремі плями можуть зливатися, утворюючи великі некротичні смуги, що призводить до передчасного в'янення та всихання всього листка. Основними джерелами інфекції є інфіковані пожнивні рештки, заражене насіння та дикоросла рослинність. Для успішного інфікування необхідна наявність періоду підвищеної вологості тривалістю від 6 до 48 год. Розвитку захворювання сприяє поєднання високої вологості повітря, частих опадів та оптимальної температури +28...+30°C. Піренофороз проявлявся в нашій зоні досліджень на ярій пшениці в 2023, 2024, 2025 рр. Розвиток становив 0,2–2,5%, поширення 5–12%.

Фузаріоз колоса, спричинений комплексом видів грибів роду *Fusarium*, стає візуально помітним у фази наливу або молочної стиглості зерна. Характерною ознакою є передчасне локальне або повне побіління колосків чи цілого колоса на фоні здорової зеленої маси. У зоні змикання лусочок спостерігається формування блідо-рожевого нальоту, який згодом ущільнюється.

Ураження зернівок може відбуватися у двох формах: явній та прихованій. При явній формі зерно знебарвлюється, деформується, стає щуплим, має низьку масу. На його поверхні, особливо в ділянці зародка або борозенки, візуалізуються помаранчеві спородохії та міцеліальний наліт. Таке насіння характеризується низькою схожістю та енергією проростання, часто спричиняючи загибель проростків. За прихованої форми симптоми ураження візуально відсутні, і патоген ідентифікується виключно шляхом мікологічного аналізу.

Протягом вегетації гриби поширюються за допомогою конідій та аскоспор (сумкоспор). Перезимівля збудника відбувається на пожнивних рештках у вигляді міцелію, перитеціїв, склероціїв або хламідоспор. Важливим джерелом первинної інфекції є інфіковане насіння.

Фузаріоз колоса було виявлено на посівах пшениці ярої в 2021, 2023, 2024 рр. Розвитку захворювання сприяла тепла та волога погода (часті дощі, висока вологість) у критичний період від колосіння до дозрівання. В середньому розвиток становив 1,2%, поширення – 5–27,8%.

Кліматичні зміни модифікують епідеміологію та динаміку поширення хвороб рослин. Існує пряма залежність між ступенем ураження посівів фітопатогенами та ключовими гідротермічними показниками, між інтенсивністю розвитку захворювань та сумою атмосферних опадів, а також величиною гідротермічного коефіцієнта (ГТК) впродовж критичних фаз вегетації культури.

1.4. Фітосанітарний стан агроценозів сої, видовий і популяційний склад збудників основних хвороб за змін клімату в технологіях органічного виробництва

Соя (*Glycine max* L.) є однією з провідних бобових культур у світі та в Україні, що відіграє важливу роль у формуванні високобілкових продуктів харчування та кормів, а також у покращанні родючості ґрунтів завдяки симбіотичній фіксації атмосферного азоту. В умовах органічного виробництва особливе значення набувають фітосанітарний стан посівів та контроль шкідників і хвороб без використання синтетичних пестицидів. Екологічно чисті технології передбачають комплексний підхід до збереження здоров'я рослин через застосування агротехнічних, біологічних і імунологічних методів, підтримку біорізноманіття та оптимізацію мікробіологічних препаратів [27; 28].

За останні десятиліття зміни клімату спричиняють підвищення середньорічних температур, нерівномірний розподіл опадів та збільшення кількості екстремальних погодних явищ, що безпосередньо впливає на інтенсивність розвитку патогенів та шкідників у посівах сої. Дослідження свідчать, що за умов підвищеної вологості та теплої погоди активність фітопатогенів, як-от *Fusarium* spp., *Septoria glycines*, *Peronospora manshurica* та *Colletotrichum truncatum*, значно зростає, що призводить до зниження продуктивності культури [29; 30].

Визначення видової та популяційної структури збудників хвороб у агроценозах сої є необхідною передумовою для розробки ефективних систем захисту рослин у органічному землеробстві. Своєчасний моніторинг фітосанітарного стану та оцінка ризиків біотичних стресів дають можливість прогнозувати масове поширення захворювань і планувати агротехнічні та біологічні заходи захисту, що забезпечують стабільне і екологічно безпечне виробництво [31;32].

Тому, сучасні дослідження з оцінки фітосанітарного стану сої в органічних системах мають на меті інтегрувати знання про кліматичні зміни, біологічні особливості патогенів і специфіку органічного землеробства для підвищення стійкості агроценозів і забезпечення якості продукції.

За результатами досліджень 2021–2025 рр. фітопатогенний комплекс сої включав збудників: сім'ядольного бактеріозу – *Pseudomonas*, *Xanthomonas* та *Erwinia*, кутастої плямистості листя (*Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea*); септоріозу або бурої плямистості листя (*Septoria glycines* T.Hemmi), аскохітозу *Ascochyta sojicola* Abramow (ASCOSO); пероноспорозу *Peronospora manshurica* (Naum) Syd. (PEROMA).

Ураження рослин хворобами було в межах від 0,3% до 65,4% (поширення) і від 0,1 до 42,1% (розвиток) залежно від типу захворювань і особливостей їх збудників, від сортової специфіки, фази розвитку рослин і погодних умов.

Погодні умови – один із найважливіших факторів для розвитку хвороб. Реакція рослини на зміну погодних умов залежить не лише від особливостей її фізіології, але і від властивостей збудника. Збудники бактеріозів можуть пристосовуватись до різноманітних погодних умов, залежно від них прояв і симптоми хвороби можуть бути різними. Для розробки стратегії боротьби з хворобами, важливо установити характер їх мінливості залежно від факторів навколишнього середовища, що складаються в період вегетації рослин.

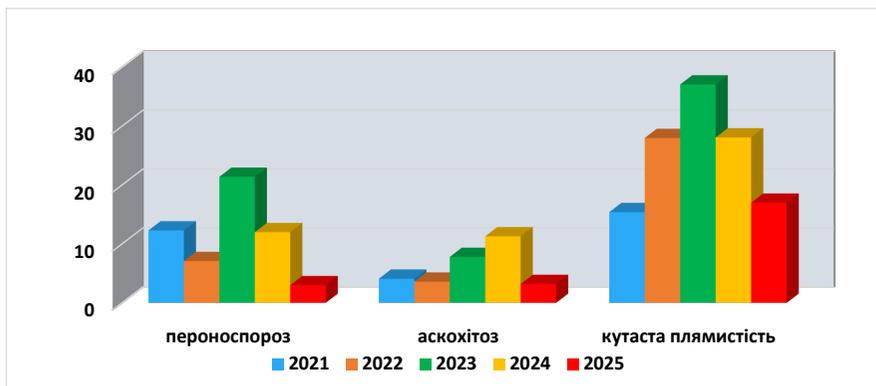


Рис. 6. Розвиток найбільш поширених хвороб у посівах сої, ННЦ «ІЗ НААН», 2021–2025 рр., %

За результатами досліджень 2021–2025 рр. у посівах сої за технологій органічного виробництва найбільш поширеними хворобами були кутаста бактеріальна плямистість, аскохитоз та пероноспороз.

Пероноспороз у роки досліджень на рослинах сої проявився з розвитком хвороби від 2,0 до 21,4%. Найбільш інтенсивний розвиток хвороби спостерігався в період наливу бобів за визначального екологічного фактора – вологості. Так 2021 і 2023 рр. були найбільш сприятливими для прояву пероноспорозу на листі сої. Для розповсюдження конідій збудника необхідні дощі та довготривалі тумани, коли краплини води зберігаються на листі не менше 5 год, тому у фазі цвітіння 2021 р. за ГТК 1,3–2,0% хвороба мала розвиток 12,3%, у 2023 р. за ГТК 1,8–2,0 хвороба проявилась з розвитком до 21,4%, у 2024 р. – розвиток 12,0% (рис.6). Недостатня кількість опадів та висока температура повітря що мала місце впродовж вегетації сої у 2022, 2025 рр. стримували поширення та розвиток пероноспорозу.

Аскохитоз проявився на листовій поверхні у вигляді округлих сіруватих плям, обмежених чіткою бурою облямівкою. У міру розвитку хвороби окремі плями зливалися, утворюючи великі некротизовані ділянки. У подальшому

уражена тканина висихала й випадала, залишаючи лише характерне буре обрамлення. Найінтенсивніше розвиток захворювання спостерігався у посівах сої у фазі плодоутворення та на початку дозрівання.

Ступінь ураження рослин сої аскохітозом варіював у межах від 3,1 до 12,0%, вищі показники ураження зафіксовано у 2023-2024 рр., коли частка хворих рослин досягала 23,1% а розвиток хвороби становив 12,0%.

Упродовж досліджуваних років серед комплексу хвороб сої найбільш розповсюдженою виявилася кутаста бактеріальна плямистість листя, рівень розвитку якої становив до 37,1%. Хвороба проявлялася протягом усього вегетаційного періоду, уражуючи всі надземні органи рослини, проте найбільшої шкодочинності завдавала листковому апарату. Збудником патології є бактерія *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea*. Польові спостереження показали, що на уражених листках формувалися дрібні кутасті плями, які добре просвічувалися на світлі. Некротизовані ділянки спочатку мали світло-коричневе забарвлення, згодом темнішали й набували бурого відтінку. У деяких випадках на поверхні листкової пластинки в місцях інфекції спостерігалось виділення бактеріального ексудату.

Оптимальними погодними умовами для розвитку збудника виявилися підвищена кількість опадів у поєднанні з середньодобовою температурою 20–26 °С. Ступінь ураження посівів був високим і значно коливався залежно від року досліджень. Найінтенсивніший розвиток кутастої бактеріальної плямистості спостерігався у 2023–2024 рр. до 28,1–37,1%, коли погодні умови червня — нестійкі, з частими опадами та підвищеними температурами (гідротермічний коефіцієнт 2,5–4,0) — сприяли масовому прояву захворювання у фазі цвітіння (рис. 6).

РОЗДІЛ 2. ЕФЕКТИВНІСТЬ БІОЛОГІЧНИХ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ У ПОСІВІВ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ І СОЇ В ОРГАНІЧНОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ

Ефективний захист посівів пшениці ярого та сої у системах органічного землеробства потребує комплексного підходу, який поєднує агротехнічні, біологічні та імунологічні методи. Умови органічного виробництва виключають застосування синтетичних пестицидів, що зумовлює пріоритетне використання біологічних засобів захисту — мікробіологічних препаратів, ентомофагів, ентомопатогенних грибів і бактерій, а також біостимуляторів росту [33; 34].

Біологічні засоби захисту спрямовані на регуляцію чисельності фітопатогенів та шкідливих комах-фітофагів, підвищують стійкість рослин до стресів та сприяють підтриманню біологічної рівноваги агроєкосистем. Дослідження показують, що застосування *Bacillus thuringiensis*, *Beauveria bassiana*, а також використання природних популяцій хижаків і паразитів шкідників значно знижує рівень ураження посівів і підвищує продуктивність культури [35–37].

Особливо актуальним є використання біологічних засобів захисту в умовах зміни клімату, коли підвищуються ризики розвитку патогенів та шкідників у посівах. Моніторинг фітосанітарного стану та адаптація технологій захисту до погодних коливань дають можливість своєчасно коригувати застосування біопрепаратів і підтримувати стабільну продуктивність пшениці та сої.

Тому, ефективність біологічних засобів захисту в органічному землеробстві визначається не лише їх прямою дією проти шкідливих організмів, а й інтегрованим впливом на агроєкосистему, що забезпечує екологічну стійкість і підвищує якість продукції.

2.1. Ефективність біологічних інсектицидів у захисті пшениці ярої проти найпоширеніших фітофагів та виявлення найефективніших

Досліджували ефективність біологічних інсектицидів в період вегетації пшениці ярої проти основних фітофагів. Препарати для випробування надав Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка». Усі препарати виготовлено у відділі промислової мікробіології ІТІ «Біотехніка» НААН. За виробництва препаратів використані штами мікроорганізмів (бактерій і грибів) із колекції Інституту, які мають інсектицидні властивості і є живими діючими чинниками у досліджуваних біоінсектицидах. У дослідженнях використовувались мікробіологічні препарати Актофит БТ, Бітоксикацилін БТ та Ліканицелін БТ.

Актофит БТ – біоінсектицид проти колорадського жука, трипсів, попелиць, кліщів, твердокрилих, личинок лускокрилих і пильщиків, деяких видів мінуючих комах. Препаративна форма – водна суспензія з живим діючим чинником – променистим грибом *Streptomyces avermitilis* (S. a.), який відносять до ґрунтових актиноміцетів, що здатний продукувати комплекс природних авермектинів з токсигенною дією. Авермектини блокують передачу нервового імпульсу у комах, що, своєю чергою, викликає їх параліч. Кількість життєздатних спор S. a. в 1 см³ препарату – 1,0·10⁹-2,0·10⁹ колонієутворювальних одиниць. Сферою застосування є відкритий та закритий ґрунт. Зазвичай застосовують у період вегетації рослин. Обприскування проводять в суху, ясну, безвітряну погоду. Оптимальна температура від 20 °С до 25 °С.

Бітоксикацилін БТ – біоінсектицид проти личинок колорадського жука, павутинного кліща, довгоносіків тощо. Препаративна форма – водна суспензія, в якій містяться життєздатні клітини *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* (серотип 1) і споро-кристалічний комплекс з токсинами двох видів: β-екзотоксин і δ-ендотоксин, які, при попаданні в організм комах разом з кормом, викликають параліч їх живлення завдяки токсигенній дії препарату. Бітоксикацилін застосовують на присадибних ділянках, у полях, лісовому господарстві для захисту вегетуючих рослин. Оптимальною для застосування є температура від

24 °C до 29 °C, але можливо обприскувати рослини за появи шкідників за температури від 15 °C з інтервалом 6–10 діб. Біологічна активність сягає від 62 % до 95 % залежно від виду шкідника і його чисельності, а також від абіотичних факторів.

Ліканіцилін БТ – грибний інсектицидний препарат на основі ентомопатогенного гриба *Lecanicillium longisporum*, який володіє селективною 204 дією проти попелиць. Комахи заражаються, коли вони вступають у контакт із липкими грибковими спорами, які потім ростуть і проникають в організм; таким чином, внутрішні органи уражуються, що призводить до їх смерті. Препарат одержаний шляхом мікробіологічного синтезу на рідкому поживному середовищі в результаті виконання ПНД НААН 10. Титр препарату 5,6·10⁹ КУО/см³. Обмежує чисельність попелиці на зернових культурах.

Натургард – діюча речовина: матрин (алкалоїд рослин родини бобових *Sophora flavescens*), контактна та шлункова дія на сисних і гризучих шкідників; блокує нервову систему комах, природний інсектицид, безпечний для корисної ентомофауни та дозволений у органічному виробництві.

Аверком Н – продукт біосинтезу ґрунтових бактерій *Streptomyces avermitilis*. Містить макролідний антибіотик авермектин. Авермектиновому комплексу властивий широкий спектр інсектицидної, акарицидної і нематодцидної активностей [38].

У контексті органічного землеробства та зростаючих ризиків, пов'язаних зі зміною клімату, особливе значення набуває застосування біологічних засобів захисту для контролю чисельності основних шкідників пшениці ярої. За результатами моніторингу фітосанітарного стану посівів протягом 2021–2025 рр. встановлено, що чисельність комплексу сисних фітофагів — зокрема злакової попелиці (*Sitobion avenae* F.) та пшеничного трипса (*Haplothrips tritici* Kurd) у більшості випадків залишалася нижчою за економічний поріг шкідливості. Втім у зв'язку з мінливими кліматичними умовами та високою ймовірністю розвитку локальних спалахів шкідників, доцільним є профілактичне застосування

біологічних інсектицидів, дозволених для використання в органічному виробництві.

Дослідження, проведені впродовж 2022–2024 рр., показали, що найвищу технічну ефективність у боротьбі з основними сисними шкідниками пшениці ярої мали препарати **Актофит БТ** (5,0 л/га) — 64,0% та **Аверком Н** (2,0 л/га) — 62,1%. Вони також забезпечили найвищий приріст урожайності зерна — 0,76 т/га та 0,65 т/га відповідно, порівняно з контролем (2,14 т/га). Це свідчить про їхню стабільну дію та доцільність використання як базових елементів у системі органічного захисту пшениці ярої.

Біопрепарати **Бітоксубацилін БТ**, **Ліканіцилін БТ** та **Натурагард**, незважаючи на нижчу ефективність (52,2–53,1%), також можуть бути використані як додаткові або резервні засоби у разі обмеженого доступу до вискоелективних препаратів. Крім того, враховуючи економічний аспект, препарат **Натурагард** (1,0 л/га) вигідно вирізняється мінімальною нормою витрати та задовільною ефективністю (52,9%).

Варто зазначити, що погодні умови істотно впливали на результативність біологічного захисту. Зокрема, інтенсивні дощі в 2021 р. та затяжні опади у 2025 р. знижували ефективність дії препаратів або ускладнювали своєчасне внесення, що вимагає обов'язкового врахування погодних прогнозів за планування захисних заходів.

У зв'язку з цим **рекомендовано система захисту**, яка ґрунтується на систематичному моніторингу фітосанітарного стану посівів, обґрунтованому виборі біозасобів залежно від погодних умов, ступеня розвитку шкідників та потенційного ризику перевищення ЕПШ. В умовах органічного виробництва доцільним є створення системного підходу до захисту, який поєднує профілактичні, агротехнічні та біологічні заходи, з обов'язковим урахуванням ефективності кожного препарату в конкретних кліматичних умовах регіону.

Таблиця 2.1. Технологічна карта захисту ярої пшениці в органічному землеробстві, ННЦ «ІЗ НААН»

Фаза розвитку пшениці	Заходи	Біопрепарати	Норма витрати	Опис дій	Погодні умови Особливості
Перед сівбою / обробка насіння	Профілактика ґрунтових хвороб і стресу	Поліміксобактерин	1,0–1,5 л/га	Підвищує стійкість культури	Вносити за 2–3 дні до сівби
Кущення (ВВСН 21–29)	Захист від сисних шкідників	Актофіт БТ	5,0 л/га	Висока ефективність проти попелиці і трипса	Вносити у суху погоду, за 12 годин до дощу
		Аверком Н	2,0 л/га	Інсектицид широкого спектра дії	Оптимально — при виявленні шкідників
Вихід у трубку (ВВСН 31–33)	Підтримка і стимуляція росту, повторний захист	Органік-Баланс	1,0–1,5 л/га	Біостимулятор, зниження стресу	При стресових умовах (спека, дощ)
		Аверком Н (при необхідності)	2,0 л/га	Повторна обробка за потребою	Моніторинг за 7–10 днів
Формування зерна (ВВСН 71–75)	Біостимуляція і підвищення стійкості	Поліміксобактерин	1,0–1,5 л/га	Підвищує захисні функції рослин	Застосовувати в суху погоду

Технологічна схема захисту пшениці ярої проти сисних шкідників за умов органічного землеробства

1. Органічне землеробство (без хімічних пестицидів).
2. Кліматичні умови — Лісостеп України, з нестабільними опадами (часто зливи, затяжні дощі). Після дощів втрата дії ефективності препаратів, можлива повторна обробка, якщо фаза дозволяє.
3. Чисельність шкідників у більшості років допорогова (комплексна обробка проти групи сисних шкідників).
4. Збережений врожай 0,23 – 0,76 т/га зерна (за урожайності 2,14 т/га).
5. Біологічні препарати (дозволені в органічному виробництві).

6. Системний фітосанітарний моніторинг (1 раз на 7–10 днів — обстеження поля: щільність попелиці, трипса, наявність колосових шкідників).

Таблиця 2.2. Рекомендації внесення біологічних інсектицидів у посівах пшениці ярої за умов зміни клімату в органічному землеробстві, ННЦ «ІЗ НААН»

Назва препарату	Норма витрати	Біологічна дія	Коли застосовувати
Аверком Н	2,0 л/га	Інсектицид на основі авермектину	При перших ознаках масового розселення попелиці/трипса
Актофіт БТ	5,0 л/га	Інсектицид (спектр – сисні та гризучі шкідники)	У фазі кущення – вихід в трубку
Поліміксобактерин	1,0–1,5 л/га	Протимікробний, фунгіцидний ефект, стимулює ріст	Обробка насіння, вегетаційне підживлення
Органік-Баланс	1,0–1,5 л/га	Біостимулятор + адаптоген	У фазі кущення та колосіння (антистресова дія після опадів або спеки)

1. Вносити біопрепарати в суху погоду або до 12 год до дощу, щоби забезпечити їх фіксацію на рослинах.
2. Проводити щотижневий моніторинг на ранніх фазах розвитку культури.
3. При перших ознаках перевищення порогів — застосовувати біопрепарати з коротким періодом очікування (напр., Актофіт – 48 год).
4. За умов аномального клімату (зливи, спека) — додавати біостимулятори (Органік-Баланс, Поліміксобактерин) для зниження стресу
5. Натургард, ефективний як альтернатива. Можна застосовувати в бакових сумішах з біостимуляторами (наприклад, Органік-Баланс). Не втримується на поверхні після інтенсивних дощів — у разі зливи обробку слід повторити.

Таблиця 2.3. Схема застосування біологічних інсектицидів у посівах пшениці ярої, ННЦ «ІЗ НААН»

Фаза розвитку культури	Захисні заходи
Перед сівбою / обробка насіння	Біопрепарат Поліміксобактерин – для підвищення стійкості та профілактики ґрунтових інфекцій
Кущіння (ВВСН 21–29)	Обприскування Актофіт БТ або Аверком Н, залежно від моніторингу фауни шкідників
Вихід у трубку (ВВСН 31–33)	За необхідності повторне внесення Аверком Н або Органік-Баланс (антистрессово)
Формування зерна (ВВСН 71–75)	Біостимуляція – Органік-Баланс, Поліміксобактерин

Таблиця 2.4. Ефективні біоінсектициди в жарку погоду, ННЦ «ІЗ НААН»

Препарат	Особливості дії в спеку	Рекомендації
Актофіт БТ (на основі <i>Streptomyces avermitilis</i>)	Так. Найбільш ефективний саме за високих температур, що особливо важливо в умовах змін клімату (оптимум: +24...+30°C), посилюється токсична дія на шкідників	Вносити у вечірній час або вранці, уникати прямих сонячних променів
Аверком Н	Так. Схожий механізм дії з Актофітом, також добре працює в теплу погоду	Застосовувати за температури не нижче +18°C, оптимально — +25°C
Бітоксисацілін БТ	Частково. Біоефективність знижується за сильного ультрафіолету та перегріву (вище +30°C)	Обприскування ввечері або у похмурі дні, уникати високої інсоляції
Ліканіцилін БТ	Менш стабільний у жарку та суху погоду. Ефективність знижується за зниженої вологості повітря	Застосовувати в умовах помірного тепла, краще після дощу або зволоження
Натургард (екстракт матрину)	Так, добре працює в спекотних умовах, має швидку контактну дію	Вносити вранці або ввечері, повторити обробку через 7–10 днів за потреби

Таблиця 2.5. Порівняльна характеристика: Актофіт БТ та Аверком Н, ННЦ «ІЗ НААН»

Критерій	Актофіт БТ	Аверком Н
Діюча речовина	Аверсектин С (у складі живого <i>Streptomyces avermitilis</i>)	Аверсектин С (концентрований продукт біосинтезу <i>S. avermitilis</i>)
Форма препарату	Водна суспензія з живими мікроорганізмами	Розчин або екстракт (без живих спор)
Норма витрати	5,0 л/га	2,0 л/га
Технічна ефективність (2021–2025)	66% (найвища серед випробуваних)	62%
Температурний режим	Оптимум +25...+30°C — дія посилюється в жару	Ефективний за +20...+28°C, трохи гірше переносить спеку
УФ-стійкість	Помірна — бажано вносити у вечірній або ранковий час	Вища стійкість до сонячного випромінювання
Дія в умовах вологості	Може колонізувати листову поверхню, ефективний при достатній вологості	Дія стабільна незалежно від вологості, але без пролонгованого ефекту
Сумісність у бакових сумішах	Обмежена через живу мікрофлору	Висока — добре змішується з біостимуляторами, добривами
Біологічна дія	Має пролонгований ефект завдяки життєдіяльності грибка	Має короткий період активності, але стабільну дію
Ціна за гектар (орієнтовно)	Зазвичай трохи дешевший	Дорожчий , але менша норма витрати
Ризики	Чутливий до УФ та високої сухості	Менш ризикований у нестабільних погодних умовах

1. **Актофіт БТ** — еталонний біоінсектицид з потужною дією в жарку пору, ідеальний у стресових кліматичних умовах.
2. **Аверком Н** — **гнучкий, стабільний препарат**, зручний для профілактичних обробок і бакових сумішей, але дещо слабший у жарку посуху.

2.2. Ефективність застосування біологічних засобів захисту проти хвороб в агроценозах пшениці ярої

Пшениця яра є однією з ключових зернових культур України, що забезпечує продовольчу безпеку та стабільність аграрного виробництва. Втім її продуктивність значною мірою залежить від фітосанітарного стану посівів, адже хвороби грибкової, бактеріальної та вірусної етіології здатні знижувати врожайність на 20–40 %, а в окремі роки — і понад 50 %. У традиційних системах

землеробства домінантним методом контролю збудників була хімічна система захисту, однак зростання резистентності патогенів, екологічні ризики та обмеження щодо використання пестицидів зумовлюють необхідність переходу до більш сталих підходів.

Одним із найбільш перспективних напрямів є застосування біологічних засобів захисту рослин, які ґрунтуються на використанні корисних мікроорганізмів та їх метаболітів. Препарати на основі *Bacillus* spp., *Trichoderma* spp., *Pseudomonas* spp., а також ентомо- й мікопатогенні гриби (*Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*) здатні пригнічувати розвиток фітопатогенів, стимулювати ріст рослин, активізувати імунні механізми та підтримувати біологічну рівновагу агроecosystem. На відміну від хімічних фунгіцидів, біопрепарати не накопичуються у ґрунті, не формують токсичних залишків у продукції та сприяють відновленню біорізноманіття.

В умовах зміни клімату, коли збільшується частота абіотичних стресів, а ризики поширення хвороб посилюються, ефективне застосування біологічних засобів захисту набуває особливої актуальності. Поєднання біоконтролю з регулярним моніторингом фітосанітарного стану та адаптацією технологій вирощування дає можливість своєчасно стримувати розвиток патогенів і забезпечувати стабільну врожайність пшениці ярої.

Захист пшениці ярої від шкідливих організмів в передпосівний період за органічного землеробства

Застосування біологічних препаратів із фунгіцидною та інсектицидною дією є перспективним методом захисту посівів від шкідливих організмів. Особливого значення за органічного землеробства є передпосівна обробка насіння, оскільки вона проводиться для зменшення зараженості проростків та коріння збудниками кореневих гнилей, стеблової сажки, септоріозу, фузаріозу тощо, а також для підвищення польової схожості рослин.

Передпосівна підготовка – незараження зерна. Для отримання високих врожаїв пшениці необхідно враховувати якість насіння, глибину посіву, норму

висіву тощо. Стандарти ДСТУ 4138-2002 «Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості» та ДСТУ 2240-93 «Насіння ярих зернових культур» регламентують кондиційність насіння в Україні, встановлюють показники якості, методи їх визначення, а також вимоги до сортових та посівних якостей насіння. За нормами ДСТУ: допустима маса 1000 зерен пшениці має бути 40-50 г, сила росту – не менше 80%, а за несприятливих погодних умов (зниження температури, нестача чи надлишок вологи) лабораторна схожість насіння буде дещо відрізнятись від польової на 2–20%.

Насіння сільськогосподарських культур є природним середовищем для розвитку мікроорганізмів, серед яких найпоширенішими є гриби, бактерії, мікоплазми та віруси. Один грам зерна може містити від кількох сотень до кількох тисяч мікроорганізмів. На поверхні насіння часто виявляються сапрофітні гриби, що здатні спричинити пліснявіння, загибель насіння та проростків. За різними оцінками, понад 30% збудників хвороб передаються саме через насіння, а частка бактеріальних і грибових патогенів, що поширюються цим шляхом, може сягати 60%. Втрати врожаю, спричинені інфекціями, джерелом яких є заражене насіння, становлять 12–18%.

Завдяки передпосівній обробці насіння біологічними препаратами покращується польова схожість, підвищується стійкість рослин до несприятливих погодних умов, підвищується продуктивність рослин.

Збудники хвороб пшениці розташовуються в насінні в різних шарах. Це залежить насамперед від збудника. Наприклад, збудник твердої сажки пшениці знаходиться на волосяному чубчику, а збудник летючої сажки – всередині зародка (табл.2.6). На пшениці найбільш поширені тверда (*Tilletia caries*, *T. levis*) та летюча (*Ustilago tritici*) сажки, також паразитують індійська сажка (*Tilletia indica*) і стеблова (*Uromyces tritici*). Збудники сажкових хвороб, зберігається на поверхні або всередині насіння, деякі види на залишках стерні та в ґрунті. Треба зазначити, що протягом 5 років досліджень на посівах пшениці ярої були виявлені поодинокі рослини з ознаками ураження сажковими хворобами, зокрема- летючою сажкою.

Табл. 2.6. Розташування збудників у шарах зернівки пшениці, ННЦ «ІЗ НААН»

Шар зернівки	Збудники	
	Гриби	Бактерії
Плодові оболонки (перикарпій)-захисний шар, який безпосередньо контактує з навколишнім середовищем. Будь-які пошкодження цього шару (шкідниками, механічно) відкривають шлях для інфекції вглиб зерна	Фузаріоз (<i>Fusarium spp.</i>): найбільше концентрується мікотоксинів. тверда сажка (<i>Tilletia</i>): Спори прилипають до поверхні плодкових оболонок. Плісняві: <i>Alternaria</i> , <i>Penicillium</i> тощо: зараження часто починається з поверхні	Сапрофітна мікрофлора розмножується на поверхні зернівки. Фітопатогенні види (<i>Pseudomonas</i> , <i>Bacillus</i>) можуть викликати ураження зовні
Алейроновий шар багатий на білки, жири та вітаміни, що робить його привабливим для мікроорганізмів у разі зараження	Фузаріоз (<i>Fusarium spp.</i>) може проникати в цей шар, але концентрація токсинів зазвичай менша, ніж у плодкових оболонках	Бактерії можуть бути присутні за високої вологості
Ендосперм (крохмалистий) Займає більшу частину зернівки (80–85%). Містить переважно крохмаль. У білому борошні, виготовленому з чистого ендосперму, вміст патогенів мінімальний	Фузаріоз (<i>Fusarium</i>) проникає в глибину лише за значного ураження, особливо за підвищеної вологості. Кількість мікотоксинів найбільша саме в цій частині зерна	Бактерії не розвиваються через низьку вологість у сухому ендоспермі
Зародок (щиток, осьова частина, корінець) Зародок багатий на поживні речовини (білки, жири, вітаміни), що робить його сприятливим середовищем для розвитку мікроорганізмів. Інфікування зародка є найнебезпечнішим, оскільки призводить до зараження усєї майбутньої рослини	Летюча сажка (<i>Ustilago tritici</i>): проникає та перезимує всередині зародка. Фузаріоз (<i>Fusarium</i>) інфікувати зародок на ранніх стадіях розвитку	Патогенні бактерії можуть інфікувати зародок, викликаючи його пошкодження

Щиток - найбільша частина зародка, яка служить для живлення молодій рослині з ендосперму під час проростання. Він є основною мішенню для системних інфекцій, таких як летюча сажка.	Летюча сажка: знаходиться безпосередньо в тканинах щитка	Патогени можуть проникати через щиток углиб зародка
Осьова частина зародка та корінець є ембріоном майбутньої рослини. Зараження цієї частини гарантує поширення інфекції на всю рослину	Летюча сажка: знаходиться в осьовій частині зародка	

Під час зберігання зерна активізується життєдіяльність мікроорганізмів, особливо бактерій і пліснявих грибів, що є однією з основних причин зниження його продовольчих і посівних якостей. Окремі види пліснявих грибів здатні синтезувати мікотоксини, і за концентрації понад 5 мг/кг зерна продукцію заборонено використовувати як корм для тварин.

За підвищеної вологості епіфітні гриби стають основним чинником зміни кольору, самозігрівання, пліснявіння, загнивання, токсикації та втрати життєздатності зерна. Гриби родів *Fusarium*, *Alternaria*, *Helminthosporium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium* та інші можуть уражувати зернівки пшениці в полі, а також спричиняти пліснявіння зернової маси під час її зберігання в зерносховищах.

Захист насіння від хвороб та шкідників є важливим для формування потужної кореневої системи, забезпечення розвитку сходів культури, поліпшення росту рослин в умовах несприятливих погодних умов.

Фітоекспертиза насіння ярої пшениці, що проводилась протягом 5 років показала, що основними збудниками, які виявили на (в) насінні, є гриби роду *Alternaria*, *Septoria*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Mucor*, *Trichotecium*. У всі роки досліджень альтернарієві гриби (рис.7) виділяли з зерна в середньому 24,6%, збудника септоріозу – 3,5%, фузаріозу–0,7%, плісняві гриби – 6,8%. Ураження бактеріальною інфекцією становило від 1 до 4%.



Рис.7. Уражені альтернаріозом зерна пшениці; спороношення *Alternaria* spp.

Рішення про обробку зерна перед посівом завжди ухвалюють з огляду на експертизу насіння, коли відсоток фітопатогенів понад 15%. Для обробки насіння пшениці в органічному землеробстві застосовують препарати, зазначені в переліку сертифікованих засобів захисту рослин, затвердженому міжнародно акредитованим і визнаним сертифікаційним органом «Органік Стандарт».

За нашими даними обробка насіння біологічними препаратами з фунгіцидною дією сприяла зниженню ураженості насіння грибною інфекцією в середньому на 12–20%; бактеріальною – від 5 % до 1 %. Всі біологічні препарати сприяли зниженню насінневої інфекції тією чи іншою мірою.

Пшениця уражується різними видами **корневих гнилей**, які відрізняються між собою як за зовнішніми ознаками, так і за видами збудників. Ураження кореневої системи перериває зв'язок між надземною та підземною частинами рослини, що перешкоджає надходженню води й мінералів. Це призводить до зниження продуктивної кущистості, зменшення кількості зерна в колосі та його маси, особливо за середнього й сильного розвитку хвороби. Звичайна коренева гниль ярої пшениці може спричинити втрату 20–50% врожаю, залежно від сорту. Коренева гниль, спричинена зараженням насіння або ґрунту, може завдати значної шкоди посівам, особливо якщо перші симптоми

залишаються непоміченими. Саме на початкових стадіях розвитку рослин – етапі сходів та кущення – хвороба починає активно прогресувати.

Застосування біологічних препаратів для захисту пшениці ярої від хвороб

Велика кількість біологічних препаратів створені на основі грибів роду *Trichoderma*, зокрема *Tr. lignorum* Harz. та *Tr. viridae*. Завдяки антагоністичній активності щодо широкого спектра фітопатогенних грибів, препарат демонструє високу ефективність проти збудників із родів *Fusarium*, *Colletotrichum*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*, *Pythium*, *Verticillium*, *Alternaria*, *Botrytis*, *Phoma*. Механізм дії базується на здатності грибів *Trichoderma* синтезувати мікотоксини та антибіотики, що проявляють виражену протигрибну й антибактеріальну активність. Для досягнення кращого захисного ефекту рекомендовано дві -три обробки препаратом протягом вегетаційного періоду.

Біопрепарати, які містять молочно-кислі, азотофіксуювальні, фотосинтезувальні бактерії, цукроміцети (мікроскопічні дріжджі), актиноміцети (променисті грибки), а також продукти життєдіяльності всіх цих мікроорганізмів- рекомендовано використовувати як для внесення в ґрунт, так і для позакореневої обробки. Завдяки дії біодеструкторів, процеси розкладання органічних залишків, які в природних умовах тривають роками, скорочуються до 1,5–3 міс. Крім того, відбувається активна мінералізація органіки з виділенням значної кількості CO₂. Застосування таких препаратів сприяє збільшенню вмісту легкодоступних для рослин форм азоту, фосфору та калію, знищенню патогенних мікроорганізмів, що потрапляють у ґрунт разом із рослинними рештками, накопиченню продуктивної вологи та підвищенню врожайності сільськогосподарських культур на 10–30%.

Мікроорганізми *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus licheniformis*, *Bradyrhizobium japonicum*, *Trichoderma viride*, *Azotobacter croococcum* є ключовими компонентами сучасних біопрепаратів (біофунгіцидів, біодеструкторів, інокулянтів), широко застосовуваних у сільському господарстві, для підвищення врожайності, захисту рослин від патогенів та

покращення родючості ґрунт. Такий інтегрований підхід до управління здоров'ям ґрунтового мікробіому та посівів дає можливість одночасно вирішувати кілька завдань: підвищувати доступність поживних речовин (азотфіксація, мобілізація фосфору), стимулювати ріст і розвиток культур, а також забезпечувати ефективний біологічний контроль над широким спектром фітопатогенних організмів, зменшуючи залежність від хімічних засобів захисту.

Бактерія *Paenibacillus polymyxa* є перспективним агентом для біотехнологій у сільському господарстві завдяки комплексу своїх корисних властивостей. Цей мікроорганізм функціонує як потужний стимулятор росту рослин, продукуючи фітогормони, зокрема індол-3-оцтову кислоту, та мобілізуючи ключові елементи живлення. *P. Polymyxa* діє як потужний біофунгіцид та біобактерицид. Вона виробляє низку антимікробних сполук (наприклад, поліміксини, фузарицидини), які пригнічують ріст широкого спектру фітопатогенів, таких як *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora* spp. та *Xanthomonas* spp.

Ефективність біологічних препаратів значною мірою залежить від погодних умов (температура, опади, вологість, сонячне світло), доцільність та якість проведеної обробки. Тому за їх використання першочергово слід забезпечити належну якість обробки, оскільки це впливає на кількість необхідних обробок для досягнення захисного ефекту. Важливо також дотримуватися рекомендованих термінів внесення препаратів і норм їх витрати, що гарантує оптимальну концентрацію діючої речовини в робочому розчині. Обробку біологічними препаратами найкраще проводити у вечірній час, або рано вранці, тоді створюються сприятливі умови для активності мікроорганізмів – достатня вологість і тепло. Важливо уникати проведення обробок у періоди спеки, сухості та інтенсивного сонячного випромінювання, оскільки такі умови пригнічують дію біопрепаратів і вони стають не ефективними та втрачають свою дію.

Препарати фунгіцидної дії, використані в дослідях пшениці ярої в 2021-2025 рр. та їх характеристика:

ЕМ-агро: субстанція живих культур : молочно-кислі, фотосинтезуючі, азотфіксуєчі, дріжджі, актиноміцети, меляса цукрової тростини, вода + ЕМ-5: меляса цукрової тростини, вода, алкоголь, часник, оцет, гострий перець.

Триходермін, р., (4 мл/т) гриб-антагоніст *Trichoderma lignorum* з титром $2,0 \times 10^9$ клітин в 1 мл.

Panoramix (4 мл/1 кг насіння) – біологічний протруйник насіння, що поєднує в собі мікроорганізми, що сприяють зростанню рослин, і спеціальні добавки: *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma asperellum* $>1 \times 10^7$ КУО/мл, *Bacillus Subtilis* $>1 \times 10^7$ КУО/мл, *Bacillus megaterium* $>1 \times 10^7$ КУО/мл, *Arbuscular Mycorrhiza* >10 пропагул/мл, вітаміни С,Е, фульвова кислота, екстракти водоростей тощо.

Інокулянти BINOC Зернові (4–6 л/т) – відібрані мікробіологічні культури -антагоністи збудників кореневих гнилей – *Bacillus subtilis*, азотфіксатори – *Azotobacter chroococcum*, фосфор і калій - мобілізатори - *Bacillus megaterium*. Загальний титр: не менше 1×10^9 КУО/мл. Комплекс фітогормонів, антибіотиків, вітамінів, амінокислот бактеріального походження.

Гаупсин, р., (0,5 мл /10 кг) – клітини *Pseudomonas aureofaciens* В-111 та В-306, титр життєздатних клітин 1×10^4 /мкг препарату.

Споромакс В (2 кг/га) – спори бактерій *Bacillus subtilis* та продукти їх метаболізму: фітогормони, антибіотики, вітаміни. Загальний титр не менше 109 КУО/мл.

Споромакс Т (1-2 кг/га) – комплекс штамів *Trihoderma harzianum* та продукти їх метаболізму: целюлозолітичні ферменти, фітогормони, антибіотики, вітаміни. загальний титр не менше 107 КУО/мл.

Споразин (2 л/га) – *Pseudomonas aureofaciens* Мб-24 (ІМВ В-7559), *Pseudomonas aureofaciens* Мб-17 (ІМВ В-7558), *Bacillus subtilis* ВТ-7 (ІМВ В-7349) загальний титр не менше 3×10^8 КУО/мл.

Фітофит 0,05л/га – водно-етанольний концентрат біологічно активних речовин культуральної рідини та біомаси штаму-продуценту *Streptomyces netropsis*.

Біостимікс 0,5 л/га – органо-мінеральне добриво в складі мікробних культур (*Bacillus amyloliquefaciens* B-7099, *Pseudomonas aureofaciens* B-7096), гуматів та природного прилипача.

Фітодоктор 10 л/т – біологічний фунгіцид широкого спектра дії для профілактики та лікування комплексу хвороб. Живі клітини та спори бактерії *Bacillus subtilis* вдосконаленого штаму BS 323 з титром живих клітин не менше 5×10^9 КУО/мл та продукти їх метаболізму: фітогормони, амінокислоти, антибіотики.

Хетомік, р.п., 1,3 кг/т – біопрепарат на основі гриба *Chaetomium cochliodes* 3250, що має високу антагоністичну активність до широкого спектра фітопатогенних грибів, титр – 0,4-0,5 млрд спор га 1 г.

Агробактерин 0,6 л/т – обробка насіння; 0,5 л/га (обробка – вихід в трубку). Діючою речовиною Агробактерину є фосфатмобілізувальна бактерія *Agrobacterium radiobacter*, механізм дії якої пов'язаний з властивостями бактерій синтезувати велику кількість ферментів, основна функція яких полягає у прискоренні і регуляції всіх хімічних реакцій, необхідних для життєдіяльності, вони обумовлюють обмін речовин мікроорганізмів і інтенсивність виділення в середовище продуктів їх метаболізму.

Органічне добриво «Українські гумати» professional 0,15 л/га рідкий комплексний висококонцентрований препарат з унікальним вмістом солей гумінових (>110 г/л), фульвових та карбонових кислот (бурштинова, яблучна, мурашина), L-амінокислот, більше 60 різних мікроелементів у легкодоступній для рослин формі.

Амалгерол,ЕВ (1-2л/т) – екстракт морських водоростей – 300 г/л, екстракт рослин – 200 г/л, (N загальний – 5,0 г/л, P₂O₅ – менше 0,1 г/л, K₂O – 5,0 г/л).

Xilotrom, 0,6-0,7 л/100л – це продукт різних ферментів (целюлозно, хітинази, ліпаз, протеаз і т. д.) і рослинних екстрактів, що діють як добрива для захисту від збудників різних захворювань. Для рослин, уражених патогенними грибковими інфекціями, ферменти в продукті діють на стінки патогенних клітин і викликають їх загибель.

Схеми досліджу включали варіанти з використанням біологічних препаратів фунгіцидної дії та їх сумішей. Опис препаратів та їх діючі речовини наведені вище.

Проти хвороб переважно було проведено 3-4 обприскування: перше – друге у фазі кушення–трубкування, третє – прапорцевого листка, четверте– у фазі молочно-воскової стиглості.

Веgetаційні періоди 2021–2025 рр. були сприятливими для розвитку хвороб пшениці ярої, але ефективність застосування біологічних препаратів у період вегетації пшениці ярої була невисокою.

Технічна ефективність біологічних фунгіцидів проти борошнистої роси та септоріозу становила від 29% до 46,2%; піренофорозу – 62,5–75%, що пов'язано з низьким розвитком хвороби. У варіанті із обробкою рослин пшениці ярої сумішшю препаратів Споразин 2 л/га + Фітофіт 0,05л/га+ Біостимікс 0,5 л/га+ Ксампан 0,25 л/га, Споромакс Т1- 2 кг/га + Споромакс В 2 кг/га+ Ксампан 0,25 л/га розвиток хвороб був нижчим за інші варіанти. Відповідно і технічна ефективність була більшою, ніж у інших варіантах досліджу.

Обробка біологічними препаратами проводилась для підвищення імунітету та проти хвороб. Обліки, проведені після обробок, показали, що суттєвої ефективності, щодо контролю, в варіантах із застосуванням різних біопрепаратів на основі різних діючих речовин не має. Біологічна ефективність препаратів становила менше 30%.

Треба зазначити, що хоча технічна ефективність дії біопрепаратів наприкінці вегетації була незначною, проте обробка пшениці ярої біопрепаратами вплинула її на урожайність. З дослідних ділянок було зібрано урожай, що на 0,7–1,4 т/га більший, ніж в контрольному варіанті. Так, за застосування препаратів Фітодоктор 1,5–2 кг/га, Споромакс Т 1-2 кг/га збережений урожай становив 0,7 т/га. У варіанті: Споромакс Т1- 2 кг/га + Споромакс В 2 кг/га + Ксампан 0,2 л/га – 1,3 т/га. Найбільший збережений урожай був у варіанті із застосуванням препарату Фітовіт, 0,05л/га та суміші

препаратів Споразин 2 л/га + Фітовіт 0,05л/га+ Біостимікс 0,5 л/га+ Ксампан 0,2 л/га – 1,4 т/га, що становив 65–70%.

Урожайність – це головний показник ефективності того, чи іншого агроприйому. Застосовуючи біопрепарати вдалось досягти прирости урожаю на всіх дослідних варіантах.

Останні десятиліття характеризуються інтенсифікацією несприятливих кліматичних змін, детермінованих глобальним потеплінням, що чинить значний негативний вплив на розвиток сільськогосподарських культур. Відмічається зростання частоти, тривалості та інтенсивності абіотичних стрес-факторів: збільшення тривалості посушливих періодів, виникнення вегетаційних заморозків та різких амплітудних коливань температури повітря впродовж року.

Рекомендації:

1. Використовувати препарати, дозволені для використання в органічному землеробстві (зазначені в «Переліку пестицидів ...»).

2. Обробку препаратами здійснювати рано вранці, але найкраще у вечірні години.

3. Передпосівну обробку зерна біопрепаратами (біофунгіцидами), проводити, враховуючи результати фітопатологічного аналізу.

4. Дотримуватися рекомендованих термінів внесення препаратів і норм їх витрати, що гарантує оптимальну концентрацію діючої речовини в робочому розчині.

5. Уникати проведення обробок у періоди спеки, сухості та інтенсивного сонячного випромінювання, оскільки такі умови пригнічують дію біопрепаратів і вони стають не ефективними.

6. Застосовувати суміші препаратів, враховуючи їх позитивну потенційну дію на рослину, ґрунт, навколишнє середовище.

2.3. Випробування нових біологічних препаратів в захисті сої проти хвороб у вегетаційний період та виявлення найефективніших

Останнім часом у світі спостерігається тенденція до вирощування сільськогосподарських культур за методами екологічного землеробства, адже інтенсивне застосування пестицидів та агрохімікатів призводить до їх накопичення у сільськогосподарській продукції, забруднення довкілля, появи стійких штамів, популяцій патогенів і шкідників, частота виникнення яких випереджає створення хімічних препаратів, а також до деградації гумусу – основи родючості ґрунту. В органічному землеробстві важлива роль належить біологічному захисту рослин. Так, правильне застосування природних компонентів дає можливість значно скоротити, а в деяких випадках повністю відмовитися від застосування пестицидів.

Важливим елементом у технології вирощування сої є її захист від бактеріальних і грибкових хвороб, які за сприятливих умов можуть спричинити втрати врожаю до 35%, знизити якісні та посівні показники насіння. Особливо шкідливими є бактеріальні хвороби, які останніми роками набули значного поширення, а саме кутаста бактеріальна плямистість листя.

Упродовж вегетації для обмеження розвитку грибкових і бактеріальних хвороб сої досліджували ефективність біологічних препаратів в системі захисту за технологій органічного виробництва у посівах відділу технологій зернових колосових культур ННЦ «ІЗ НААН» на темно-сірих опідзолених ґрунтах.

Повторність дослідів 3-кратна. Сорт сої – Арніка. Впродовж вегетації культури провели два обприскування біологічними препаратами у фазі бутонізації та другу обробку через 14 днів після першої. Схеми дослідів включали також контроль (оброблення водою) та хімічний еталон Аканто Плюс, к.с.(еталон)- (д.р. пікоксістробін, 250 г/л).

Таблиця 2.7. Назви досліджуваних біологічних препаратів на сої та їх характеристика

№ п/п	Назва препарату та норма витрати	Діюча речовина та її вміст
1	Аміностим р.,	Клітини бактерій <i>Bacillus subtilis</i> ІМВ В – 7100 титр не менше $2,5 \times 10^7$ КУО/мл препарату, вільні амінокислоти – 134 г/л; азот загальний – 24; фосфор водорозчинний – 20; калій водорозчинний – 20; ауксини – 10; цитокініни – 0,03 г/л, р.
2	СпороМакс, з.п.	Клітини бактерій <i>Bacillus subtilis</i> ІА 22 титр не менше $1,0 \times 10^9$ КУО/г, <i>Trichoderma harzianum</i> ІА 22, титр не менше $1,0 \times 10^8$ КУО/г
3	Фітоцид, КС	Клітини бактерій <i>Bacillus subtilis</i> $1,0 \times 10^9$ - $1,0 \times 10^{10}$ КУО/ см 3 або $1,0 \times 10^{10}$ КУО/г.

Оцінювання ефективності препаратів проводили проти найпоширеніших грибних та бактеріальних хвороб сої, після першого та після другого обприскування сої фунгіцидами. Аналіз отриманих даних показав, що біологічні препарати впродовж поточного року стримували поширеність і розвиток фітопатогенів на рослинах сої. Так, за результатами 2021–2025 рр. розвиток пероноспорозу на досліджуваних варіантах становив 0,7–2,2%, тоді як на контролі цей показник був 6,7%. Технічна ефективність біологічних препаратів становила 67,1–70,1%. Кращим варіантом у захисті сої від пероноспорозу був варіант із застосуванням Аміностиму р. – технічна ефективність 77,6%, показник технічної ефективності на еталонному варіанті – становив 89,5%.

Розвиток кутастої бактеріальної плямистості на контрольному варіанті за роки досліджень проявився до 22,3%, тоді як на досліджуваних варіантах він становив 6,0–7,0%. Технічна ефективність препаратів становила 68,6–69,5% (табл.

2.8). Кращим варіантом у захисті сої проти кутастої бактеріальної плямистості був варіант із застосуванням Фітоцид, р. – технічна ефективність 73,1 %.

Аскохітоз сої на контрольному варіанті становив 8,1%, на досліджуваних варіантах рівень ураження хворобою був значно нижчим і був 2,6–2,0%. Кращим варіантом в захисті сої проти аскохітозу виявився варіант із застосуванням Аміностиму р. з.п. 75,3%.

Таблиця 2.8. Ефективність біологічних препаратів в захисті сої проти хвороб у вегетаційний період, ННЦ «ІЗ НААН», 2021-2025 р., %

№ вар.	Препарат, л/га	Норма витрати, л/га	Пероноспороз		Кутаста бактеріальна плямистість		Аскохітоз	
			1	2	1	2	1	2
1	Контроль (вода)	-	6,7	-	22,3	-	8,1	-
2	Аканто Плюс, к.с.(еталон)	60,0 мл/т	0,7	89,5	4,0	82,0	1,0	87,6
3	Аміностим р.,	2,0	1,5	77,6	7,0	68,6	2,0	75,3
4	СпороМакс, з.п.	1,0	2,0	70,1	6,8	69,5	2,3	71,6
5	Фітоцид, р.	1,0	2,2	67,1	6,0	73,1	2,6	67,9
НІР ₀₅			0,1		0,3		0,3	
Примітка. 1– розвиток хвороби, %; 2– технічна ефективність препарату.								

2.4. Рекомендації щодо систем захисту пшениці ярої та сої в умовах змін клімату, що відповідають вимогам органічного виробництва сільськогосподарської продукції

Рекомендації захисту пшениці ярої проти шкідників в умовах органічної та загальноприйнятої технології вирощування:

- забезпечення моніторингу шкідників упродовж усього вегетаційного періоду. Регулярний облік чисельності основних фітофагів (злакових мух, попелиць, трипсів, хлібних жуків, пильщиків, клопів) є необхідним для

своєчасного виявлення перевищення економічних порогів шкідливості. Особливо це важливо у періоди активного розвитку шкідників, щоб запобігти значним втратам урожаю.

- контроль злакових мух у посівах, вирощених за органічною технологією. Зважаючи на те, що чисельність злакових мух за органічного живлення у 2022–2024 рр. перевищувала поріг шкодочинності, рекомендовано застосовувати біологічні методи контролю (наприклад, біопрепарати, феромонні пастки) та агротехнічні заходи (сівозміна, ранній обробіток ґрунту), щоб обмежити шкоду від цих шкідників.

Особливості захисту від пшеничного пильщика. Пильщик перевищував поріг шкодочинності на ділянках з органічним удобренням у 2021–2022 рр. Для зниження чисельності личинок рекомендується застосування біологічних засобів (ентомопатогенних мікроорганізмів) та моніторинг пошкоджених стебел із подальшим механічним видаленням уражених рослин.

Увага до трипсів і попелиць у спекотні роки Хоча загальна чисельність цих шкідників була низькою, у спекотні періоди можливий локальний спалах. Важливо підтримувати пильний моніторинг і використовувати біопрепарати на ранніх стадіях їх збільшення чисельності.

Застосування органічних добрив як фактор зниження чисельності хлібного жука-кузьки. Результати показали, що органічна технологія сприяє зниженню чисельності хлібного жука, однак у разі масових спалахів слід застосовувати біологічні методи контролю.

Зниження шкідливості клопа черепашки завдяки погодним умовам і технологіям. Клоп черепашка мав низьку чисельність протягом досліджуваних років, що пов'язано з прохолодною весною. Тим не менше, слід продовжувати моніторинг у фазі наливу зерна для запобігання потенційним спалахам.

Врахування погодних факторів у системі захисту. Температура, вологість і опади істотно впливають на розвиток шкідників. У холодні та дощові періоди можливе стримування чисельності фітофагів, що треба враховувати при

плануванні заходів і засобів захисту, зокрема перенесення деяких заходів на сприятливі для шкідників періоди.

Інтеграція агротехнічних і біологічних методів захисту. Для ефективного контролю шкідників в органічному землеробстві рекомендовано поєднання агротехнічних заходів (сівозміна, обробіток ґрунту, використання органічних добрив) з біологічними (біопрепарати, природні вороги), що дозволить знизити шкоду без застосування хімічних засобів.

Рекомендації щодо захисту сої проти хвороб за технології органічного вирощування

У сучасних умовах глобальних кліматичних змін та посилення антропогенного навантаження на агроєкосистеми зростає потреба у переході до екологічно безпечних технологій вирощування сільськогосподарських культур. Надмірне застосування хімічних засобів захисту рослин спричинює деградацію ґрунтів, накопичення токсичних речовин у біосфері та формування резистентності збудників хвороб. У зв'язку з цим у 2025 р. подальшого розвитку набуває концепція органічного та біологічного землеробства, у межах якої ключову роль відіграє біологічний захист рослин.

Ринок біологічних препаратів в Україні продовжує активно розвиватися, що зумовлено як підвищенням попиту на екологічно безпечну продукцію, так і законодавчими ініціативами, спрямованими на зменшення використання хімічних пестицидів.

Станом на 2025 р., до «Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні» внесено понад 160 біопрепаратів для застосування у посівах сої. Із них близько 20 препаратів призначені безпосередньо для захисту культури від грибних і бактеріальних хвороб.

Ці препарати представлені здебільшого біофунгіцидами та бактеріцидами на основі антагоністичних мікроорганізмів (*Bacillus subtilis*, *Trichoderma harzianum*, *Pseudomonas fluorescens* тощо), метаболітів біологічного походження та біополімерів, що стимулюють імунітет рослин.

Висока ефективність фунгіцидного захисту сої досягається лише за умови регулярного фітосанітарного моніторингу посівів і своєчасного визначення термінів проведення обробок. Починаючи з фази бутонізації (ВВСН 51), посіви доцільно обстежувати один раз на декаду, а у фазі цвітіння (ВВСН 61–65) — кожні 6–7 днів, коли ризик розвитку листкових хвороб є максимальним.

За появи перших симптомів септоріозу (*Septoria glycines*), пероноспорозу (*Peronospora manshurica*), аскохітозу (*Ascochyta* spp.) або бактеріальних уражень рекомендовано проводити обприскування біологічними фунгіцидами.

Для забезпечення стабільного фітосанітарного стану посівів сої обробки біопрепаратами слід проводити не менше двох разів за вегетаційний період:

- Перша обробка — у фазі активної бутонізації (ВВСН 55);
- Друга обробка — на початку цвітіння (ВВСН 61–63);
- Подальші обробки (за потреби) — через 12–14 днів, залежно від інтенсивності розвитку хвороб.

Такі інтервали дають змогу підтримувати високий рівень біологічної активності препаратів та забезпечувати пролонгований захисний ефект. Біологічний захист сої є ключовим напрямом розвитку екологічно орієнтованих технологій землеробства. Біофунгіциди на основі живих мікроорганізмів і продуктів їх метаболізму довели високу ефективність проти основних грибних та бактеріальних хвороб сої. Систематичний моніторинг, точне визначення фаз розвитку культури (за шкалою ВВСН) і своєчасне проведення обробок є визначальними факторами успішного фітосанітарного контролю. Застосування біологічних препаратів сприяє не лише оздоровленню агроценозів, а й підвищенню урожайності та якості зерна сої без негативного впливу на довкілля.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL) & IFOAM — *The World of Organic Agriculture 2025* / press release (data for 2023: global organic area ≈98.9 million ha; market ≈136.4 billion €). Frick/Bonn, 11 Feb 2025. URL: fibl.org+1.
2. FiBL — «Ukrainian organic agriculture will not be defeated by the war» (analysis on 2022 area decline; export figures). URL: fibl.org+1.
3. FAO — Plant Production and Protection division (overview on crop losses due to pests/diseases; estimates up to ~40% in many sources). URL: FAOHome.
4. Willer, H., & Lernoud, J. (Eds.) (2024). *The World of Organic Agriculture: Statistics and Emerging Trends 2024*. Research Institute of Organic Agriculture FiBL, Frick, and IFOAM – Organics International, Bonn.
5. FAO — Plant Production and Protection division (overview on crop losses due to pests/diseases; estimates up to ~40% in many sources). URL: FAOHome.
6. Lupwayi, N. Z., Kennedy, A. C., & Chirwa, R. M. (2011). *Grain legume impacts on soil biological processes in sub-Saharan Africa*. *African Journal of Plant Science*, 5(1), 1–7.
7. Willer, H., & Lernoud, J. (Eds.) (2024). *The World of Organic Agriculture: Statistics and Emerging Trends 2024*. Research Institute of Organic Agriculture FiBL, Frick, and IFOAM – Organics International, Bonn.
8. Watson, C. A., Reckling, M., Preissel, S., Bachinger, J., Bergkvist, G., Kuhlman, T., ... & Topp, C. F. E. (2017). *Grain legume production and use in European agricultural systems*. *Advances in Agronomy*, 144, 235–303.
9. Mäder, P., Fließbach, A., Dubois, D., Gunst, L., Fried, P., & Niggli, U. (2018). *Soil fertility and biodiversity in organic farming*. *Science*, 296(5573), 1694–1697.
10. Ретьман С. В. *Система захисту рослин в органічному землеробстві*. Київ : НААН, 2021. 240 с.

11. IPCC. *Climate Change 2023: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Cambridge : Cambridge University Press, 2023. 3675 p.
12. Лихочвор В. В., Бахмат М. І. та ін. *Органічне землеробство в Україні: сучасні виклики та перспективи*. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2022. 320 с.
13. Hole D. G., Perkins A. J., Wilson J. D. *et al.* Does organic farming benefit biodiversity. *Biological Conservation*. 2005. Vol. 122. P. 113–130.
14. Зінченко О. І. Екологічні аспекти формування фітосанітарного стану посівів у системах органічного виробництва. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 5. С. 32–38.
15. Савченко І.В., Петренко О.М., Ковальчук Л.С. Моніторинг шкідників у посівах зернових культур. Київ: Агроосвіта, 2018. 152 с.
16. Іванова Т.В. Біологічні методи контролю фітопатогенів у зернових культурах. Харків: Наукова думка, 2019. 134 с.
17. Бурчак О.Ф. Екологічно обґрунтовані методи захисту зернових культур від шкідників. *Захист і карантин рослин*. 2019. № 65. С. 12–16.
18. Коваленко М.П. Екологічні аспекти захисту рослин в органічному землеробстві. Львів: Видавництво ЛНУ, 2020. –98 с.
19. Гуменюк С. І., Бокоч І. О., Хоменко О. В. Вплив органічної технології вирощування на фітосанітарний стан зернових культур. *Захист і карантин рослин*, 2021, № 67. С.25–30.
20. Шевченко В. В., Мельник Р. П., Кравець Т. О. Ентомофауна посівів пшениці озимої за різних систем удобрення. *Вісник аграрної науки*, 2023, Т. 101, № 2. С. 91–98.
21. Федоренко В. П. Методика проведення фітосанітарного моніторингу в системі органічного виробництва. *Органік інформ*. 2021. № 2. С. 11–15.
22. IPCC. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. — Cambridge : Cambridge University Press, 2022. URL: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>

23. Trnka M., et al. Adverse weather conditions for European wheat production will become more frequent with climate change // *Nature Climate Change*. — 2014. — Vol. 4. — P. 637–643. — DOI: 10.1038/nclimate2242.
24. Шевченко О. В., Гуменюк Ю. І., Пархоменко М. П. Агрокліматичні умови та ризики в сільському господарстві України. *Агроекологічний журнал*. 2020. № 2. С. 5–11.
25. Захарченко В. А. Фітосанітарні ризики в умовах кліматичних змін. *Захист і карантин рослин*. 2021. Т. 67, № 1. С. 20–27.
26. Чайка В. М., Неверовська Т. М., Гавей І. В. Динаміка шкідливості комах-фітофагів пшениці озимої у Лісостепу України в умовах змін клімату. *Plant and Soil Science*. 2016. Vol. 1(235).
27. Ретьман С. В. *Система захисту рослин в органічному землеробстві*. Київ : НААН, 2021. 240 с.
28. Лихочвор В. В., Бахмат М. І. та ін. *Органічне землеробство в Україні: сучасні виклики та перспективи*. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2022. 320 с.
29. Willer H., Lernoud J. (Eds.). *The World of Organic Agriculture: Statistics and Emerging Trends 2024*. Frick : FiBL ; Bonn : IFOAM, 2024.
30. Trnka M., et al. Adverse weather conditions for European wheat production will become more frequent with climate change . *Nature Climate Change*. 2014. Vol. 4. P. 637–643. DOI: 10.1038/nclimate2242.
31. Федоренко В. П. Методика проведення фітосанітарного моніторингу в системі органічного виробництва .*Органік інформ*. 2021. № 2. С. 11–15.
32. Зінченко О. І. Екологічні аспекти формування фітосанітарного стану посівів у системах органічного виробництва . *Вісник аграрної науки*. 2020. № 5. С. 32–38.
33. Hole D. G., Perkins A. J., Wilson J. D. et al. Does organic farming benefit biodiversity? // *Biological Conservation*. — 2005. — Vol. 122. — P. 113–130.
34. Campos-Avelar, I., Hernandez-Estevez, I., Quiroz-Reyes, C. та ін. The Mitigation of Phytopathogens in Wheat under Current and Future Climate

- Change Scenarios: Next-Generation Microbial Inoculants. *Sustainability*. 2023. Vol. 15, No. 21. Art. 15250. DOI: <https://doi.org/10.3390/su152115250>.
35. Hossain, M. et al. Fungal biocontrol agents in the management of soil-borne pathogens, insect pests, and nematodes: Mechanisms and implications for sustainable agriculture. *Biotechnology Reports*. 2025. Vol. 48. Article e00782. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.btre.2025.e00782>.
36. Заєць С. О., Мозговий В. М., Волошин С. В. Вплив різних систем біологічного захисту рослин на врожайність та якість зерна пшениці озимої в органічному землеробстві. *Agrarian Innovations*. 2024. № 15. С. 36–44. URL: <https://agrarian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian/article/view/556>.
37. El-Sappagh, I., Hafez, M., El-Araby, A. et al. Simultaneous use of *Beauveria bassiana* and *Bacillus subtilis*-based biopesticides contributed to dual control of greenhouse whitefly and tomato powdery mildew. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*. 2024. Vol. 34, No. 56. DOI: <https://doi.org/10.1186/s41938-024-00782-8>.
38. Ткаленко Г. М., Ходорчук В. Я., Поліщук С. В., Гаврилюк Н. М., Алієва І. В. Біологічний контроль чисельності звичайної злакової попелиці в посівах гречки Правобережного Лісостепу України. *Інновації у сучасному агропромисловому виробництві: матеріали наук.-практ. конф.* 2023. С. 199.

Наукове видання

ПОЛЩУК Світлана Вікторівна
КИРИЧЕНКО Андрій Вікторович
РАЙЧУК Тетяна Миколаївна
ГАВРИЛЮК Наталя Миколаївна

**СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ ТА СОЇ В УМОВАХ ЗМІН
КЛІМАТУ, ЩО ВІДПОВІДАЮТЬ ВИМОГАМ ОРГАНІЧНОГО
ВИРОБНИЦТВА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ**

НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Підписано до друку 10.11.2025.
Формат 60x84/16. Папір офсетний.
Друк цифровий. Друк. арк. 3,5.
Умов. друк. арк. 3,26. Обл.-вид. арк. 2,6.
Наклад 100 прим. Зам. № 9734/25.

Видавець та виготовлювач ТОВ «ТВОРИ».
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів
видавничої продукції серія ДК № 6188 від 18.05.2018 р.
21034, м. Вінниця, вул. Немирівське шосе, 62а.
Тел.: 0 (800) 33-00-90, (096) 97-30-934, (093) 89-13-852.
e-mail: info@tvoru.com.ua
<http://www.tvoru.com.ua>