

РОЗВИТОК БУРОЇ ІРЖІ НА РОСЛИНАХ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ЯРОЇ

В. В. ЛЮБИЧ, доктор сільськогосподарських наук
Уманський національний університет

У статті наведено результати дослідження розвитку бурої іржі на рослинах пшениці м'якої ярої. В умовах Правобережного Лісостепу України на чорноземі опідзоленому для отримання сталого врожаю пшениці ярої азотні добрива необхідно вносити у нормі N_{90} під передпосівну культивуацію на фоні $P_{60}K_{60}$, внесених під зяблевий обробіток ґрунту восени. З метою зниження розвитку бурої іржі на посівах пшениці ярої необхідно вносити фунгіцид Фалькон 460 ЕС, к.е. (0,6 л/га) на фоні рекомендованої норми мінеральних добрив.

Ключові слова: бура іржа, пшениця м'яка яра, ураження рослин, урожайність, якість зерна, технічна ефективність.

Вступ. Збільшення виробництва зерна є пріоритетним напрямом розвитку народного господарства і гарантією продовольчої безпеки держави. Вирішення цього питання за рахунок подальшого розширення посівних площ озимої пшениці вже неможливе, адже призводить до погіршення структури її попередників і щорічного пересівання частини площ. Одним із чинників стабілізації виробництва продовольчого зерна є збільшення площ посіву ярої пшениці [1].

Забезпечити високі врожаї цієї культури з високими якісними показниками неможливо без захисту рослин від хвороб бактеріального, вірусного, грибкового походження. Серед грибкових хвороб значної шкоди завдає бура іржа, втрати врожаю від якої можуть становити 25–50 % і більше [2]. Іржа зернових культур негативно впливає на обмін речовин ураженої рослини: знижується асиміляційна поверхня листків, вміст хлорофілу, посилюється транспірація і дихання. При ураженні молодих рослин затримується ріст кореневої системи і стебел, внаслідок чого зменшується стійкість до посухи і понижених температур. Сильне ураження пшениці бурою іржею може знижувати хлібопекарські властивості зерна [3].

Ріст і розвиток пшениці в значній мірі залежить від оптимізації всіх факторів навколишнього середовища. Серед цих факторів основна роль належить забезпеченню живлення рослин. Внесені у ґрунт добрива внаслідок перетворень виявляють відповідну дію на його фізичні, хімічні і біологічні властивості, після чого змінюється вплив ґрунту на рослину, її живлення, ріст і розвиток, стійкість до несприятливих умов, збудників хвороб на врожай і його якість [4]. Але сприяючи збільшенню врожаю, поліпшуючи якість зерна, добрива неоднозначно впливають на стійкість рослин до хвороб [5].

Оптимізація інтегрованого захисту і мінерального живлення посівів цієї

культури дозволяє одержувати урожай ярої пшениці до 4,0–5,0 т/га. При цьому окупність добрив збільшується на 50–100 %, а витрати пального та пестицидів на виробництво одиниці продукції зменшуються відповідно на 24–30 %.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Іржасті хвороби зернових колосових культур часто стають причиною зниження посухо- і зимостійкості рослин, пригнічення розвитку кореневої системи, посилення транспірації. Залежно від їх розвитку та часу появи на посівах втрати врожаю можуть становити 25–50 % і більше [2].

Іржасті гриби – облигатні фітопаразити з вузькою спеціалізацією. Назва порядку (*Uredinales*) пов'язана з наявністю в спорах грибів пігменту, близькою за хімічним складом до каротину (з лат. «*uredo*» – іржа). Уражені рослини вкриваються подушечками (пустулами) різних відтінків рожевого або червоно-бурого кольору, тому і хвороби, що викликають дані гриби, отримали назву іржасті. При сильному ураженні пустулами покривається увесь листок і листкові піхви, що призводить до їх закручування і передчасного всихання. Бура листкова іржа – найпоширеніша з усіх видів іржі.

Захворювання проявляється, як правило, на верхній стороні листків. Збудником хвороби є гриб *Puccinia recondita* Rob. На пшениці він утворює дві стадії спороношення – уредініоспори і теліоспори. Урединії і телії частіше розміщуються на верхньому, рідше на нижньому боці листків безладно. Вони ніколи не зливаються у суцільну пляму, але навколо урединій можуть утворюватися хлоротичні і некротичні плями.

Зимує гриб в урединіюстадії (у вигляді урединіогрибниці). При наявності краплинної вологи урединіоспори проростають при температурі 25–31°C (оптимальною вважають 15–25°C). Інкубаційний період гриба залежить від температури повітря і триває від 5 до 18 діб. Встановлено понад 200 рас збудника бурої іржі пшениці [6].

Шкідливість бурої іржі полягає в зменшенні асиміляційної поверхні рослин і підвищенні їх транспірації. Це призводить до порушення водного балансу, передчасного відмирання листків, зниження зимостійкості рослин озимої пшениці. У колосках утворюється менше зернин, вони низької якості і маси, що є головною причиною зниження врожаю. Недобір врожаю в наслідок зменшення натурі зерна може становити 15–20 % [7].

Використання штучного комплексного інфекційного фонду патогенів у селекційному процесі дає змогу підвищити результативність при виділенні форм пшениці за стійкістю проти ураження патогенами. Так, у результаті досліджень виділено лінії ярої пшениці за стійкістю проти ураження збудниками *E.graminis*, *P.recondita tritici* кілька форм з груповою стійкістю.

Внаслідок виникнення нових вірулентних форм фітопатогенних грибів, здатних закріплюватися в популяціях, виникає реальна загроза виникнення епіфітотій на раніше стійких сортах [8]. Максимальний рівень втрат врожаю від стеблової іржі пшениці може досягати 60 %, а від бурої іржі не перевищує 35–40 % [9]. Втрати врожаю від бурої іржі значно варіюють залежно від фази росту і розвитку пшениці. За даними М.М. Трушко [10] в період молочної стиглості зерна, навіть при сильному ураженні іржею не було окремо виявлено зниження

врожаю. При ураженні бурюю іржею рослин на ранній фазі їх розвитку (період колосіння) дія збудника відображалася як на масі зерна одного колоса, так і на масі 1000 зерен. При цьому за рівень шкодочинності хвороби становив біля 40 %.

На якість зерна також істотний вплив має період вегетації, в який відбулось ураження бурюю іржею рослин. Виявлено, що рівень зниження білка після інокулювання у фазі колосіння і молочної стиглості знижувався лише при інтенсивності ураження більше 65 % [10].

Фітосанітарний стан посівів пшениці ярої значною мірою залежить від оптимізації систем землеробства і, в першу чергу, від оптимізації сівозмін та розміщення по оптимальних попередниках, від обробітку ґрунту, мінерального живлення, насінництва, а також від окремих прийомів агротехніки: строку сівби, глибини і рівномірності загортання насіння, густоти стеблостою, своєчасного збирання урожаю та інших заходів. Ці заходи мають профілактичний характер, діють постійно і практично не потребують додаткових затрат [11–14].

В Інституті рослинництва імені В.Я. Юр'єва УААН в умовах Лісостепу України В.П. Петренковою [15] в результаті вивчення стійкості до комплексу хвороб встановлено, що розвиток збудника бурюї іржі залежить від погодних умов, вегетаційного періоду та стійкості сорту. На сприятливий розвиток бурюї іржі ярої пшениці впливають в першу чергу кліматичні умови: температура, волога, світло. Так, інтенсивність розвитку бурюї іржі пшениці обумовлюється в першу чергу, частою і довготривалою зволоженістю рослин в період вегетації (роса, моросяний дощ) [9]. Підвищення температури повітря 1–4°C та дефіцит вологи в ґрунті не значно знижувало розвиток збудника бурюї іржі [3]. Густота стеблостою хлібних злаків впливає на ураження іржею. В густому стеблостої створюються умови вологості, сприятливі для проростання уредоспор і зараження іржею, (але надто густому стеблостої ураження іржею листків швидше сприяє їх відмиранню, що затримує епіфітотійний розвиток іржі). Більш рідкі посіви уникають цієї загрози [16]. Густоту стеблостою можна регулювати нормою та способом висіву. Так, при перехресному або вузькорядному посівах знижується інтенсивність ураження іржею і підвищується урожайність.

Наукове застосування агротехнічних прийомів, таких як ступінь насиченості сівозміни колосовими хлібними злаками, система обробітку ґрунту, строки і норми висіву насіння, створюють безпосередній вплив на стійкість рослин до хвороб. Результати досліджень [17] в господарствах при насиченості сівозміни зерновими культурами показали, що на посівах озимої пшениці виявився високий фонд бурюї іржі (55 %), внаслідок чого пшениця яра в фазу молочно-воскової стиглості зерна була уражена на 43–59 %. В сівозміні з більш високою частиною зернових (70 %) розвиток бурюї іржі на пшениці ярій, розміщеної по цьому ж попереднику, був на 13 % вище. На пшениці ярій з часткою колосових хлібних злаків у сівозміні, рівній 70 %, розвиток бурюї іржі досягав 56–59 % проти 43 % в сівозміні з 60 %-ним насиченням.

Пізній строк сівби ярої пшениці призводить до співпадання уразливих фаз розвитку рослин пшениці з масовим накопиченням у природі збудників бурюї іржі. Фітопатологічна оцінка обробітку ґрунту показала, що максимальне проявлення бурюї іржі встановлено під час обробітку ґрунту плоскорізом впродовж кількох

років підряд – 79 і 76 % відповідно проти 63 і 56 % під час оранки [17].

Внесення добрив є необхідною передумовою стабільних врожаїв, підвищення якості зерна. Порушення балансу між елементами живлення негативно позначаються не тільки на рості, розвитку й продуктивності рослин, а й на їх фітосанітарному стані. Без застосування добрив на підзолистих ґрунтах недобір врожаю може сягати 6,5–7,5 ц/га [18]. Раціональне застосування добрив створює передумови для збільшення врожайності, поліпшення якості зерна, отримання економічної вигоди від вирощування ярої пшениці. Внесення добрив може, як посилювати, так і послаблювати урожайність культури хворобами.

За даними досліджень, які проводилися на стаціонарних дослідах [19] встановлено, що при нормах добрив $N_{180}P_{160}K_{114}$, $N_{180}P_{90}K_{228}$, $N_{90}P_{180}K_{114}$ ураження бурюю іржею була невисока. Але застосування мінеральних і органічних добрив сприяє істотному підвищенню інтенсивності ураженості хворобами. Так, розвиток бурюї іржі на варіантах $N_{180}P_{160}K_{228}+40$ т гною, $N_{180}P_{90}K_{228}+80$ т гною підвищився з 0,2 % до 3,7–4 %.

Основним завданням захисту рослин при застосуванні хімічних засобів є збереження фотосинтетичної активності листкового апарату впродовж довгого часу. Встановлено, що в фазу колосіння пшениці інтенсивність фотосинтезу верхнього (прапорцевого) листка в 5 раз більша, ніж другого і третього [26].

Одним із чинників, що стримують отримання високих врожаїв пшениці, є хвороби, втрати від яких можуть сягати 15–32 %, а в роки епіфітотійним розвитком – 50 % і більше [20, 21]. Світовий та вітчизняний досвід показує, що неможливо стримувати розвиток шкідливих організмів та запобігати втратам урожаю від них одним якимось заходом [23, 24]. Хімічний метод включають в інтегровані системи захисту рослин у тих випадках, коли агротехнічні, біологічні та інші безпечні для людини і довкілля методи не дають достатнього ефекту. Застосування хімічного методу забезпечує надійність захисного ефекту, а швидкий прогрес в удосконаленні хімічних засобів захисту є гарантією застосування цього методу і в майбутньому.

В умовах нестійкого зволоження [25] встановлено високу технічну та господарську ефективність фунгіциду Тілт 25 %, к.е. (норма витрати 0,5л/га) проти комплексу хвороб озимої пшениці, яка становила відповідно 90 % і 1,63 т/га. Зростання приросту врожаю від хімічного захисту на сприйнятливих сортах з сумарним розвитком хвороб 87–90 %, було в середньому в 1,5 раза більшим, ніж на відносно стійких сортах за відповідного розвитку хвороб 33–39 %, що логічно витікає із загальних закономірностей шкідливості хвороб рослин.

Отже, в результаті проведеного огляду наукових джерел встановлено, що ступінь ураження рослин пшениці бурюю іржею залежить від фази росту і розвитку культури. Розвиток збудника бурюї іржі в більшій мірі залежить від особливостей погодних умов, ніж від застосування добрив. Втрати врожаю від бурюї іржі залежать від строків максимального її розвитку, стійкості сорту, технології вирощування. При цьому значно погіршуються якісні показники: зменшується натура зерна, скловидність, вміст сирої клейковини, сила борошна. Найрадикальнішим засобом захисту від хвороб є вирощування стійких та витриваливих сортів, недопущення самосівів, при загрозі помірною та

епіфітотійного розвитку – обприскування фунгіцидами.

Метою дослідження була оцінка ураженості бурюю іржею посівів пшениці м'якої ярої при внесенні різних норм азотних добрив і Фалькону 460 ЕС, к.е.

Методика досліджень. Дослідження проводилися впродовж 2008–2009 рр. і 2022–2023 рр. на дослідному полі Уманського національного університету, розташованому в Маньківському природно-сільськогосподарському районі Середньо-Дніпровсько-Бузького округу Лісостепової Правобережної провінції України з географічними координатами за Гринвічем 48°46' північної широти, 30°14' східної довготи. Висота над рівнем моря – 245 м. Рельєф дослідного поля являє собою вирівняне плато водорозділу з пологими (1–2°) схилами південно-східної та північно-західної експозиції. Підземні води залягають на глибині 22–24 м, тому польові культури використовують вологу, що нагромаджується у ґрунті з атмосферних опадів. За кількістю опадів район характеризується періодичними посухами (2–3 роки, а в окремі періоди і 3–5 років за десятиліття посушливі) і відноситься до підзони нестійкого зволоження.

За даними метеостанції Умань середньобогаторічна кількість опадів складає 633 мм, проте в окремі роки спостерігаються значні відхилення. Оподи впродовж року розподіляються нерівномірно. В теплий період (квітень – жовтень) випадає біля 70 % річної їх кількості. За тепловим режимом клімат регіону помірно-середньоконтинентальний. Безморозний період продовжується 160–170 діб. Перші осінні заморозки спостерігаються на початку жовтня. Гідротермічний коефіцієнт складає 1,1–1,2; період з річною сумою температур, що перевищує 10 °С – 2500–2700, тривалістю 140–160 діб. Середньодобова температура понад 5 °С триває 225 діб.

Весняний сезон починається переходом середньодобової температури повітря через 0 °С і продовжується майже два місяці. Весна настає порівняно швидко, проте сніг тане повільно і поверхневі стоки рідко бувають значними. Все це сприяє вбиранню більшої частини талих вод і нагромадженню запасів вологи в ґрунті у весняний період. Літній сезон розпочинається переходом середньодобової температури повітря через 15 °С. Він характеризується високими температурами з середнім показником 19 °С та коливаннями в окремі роки від 17 до 22 °С. Теплий і вологий період цього сезону сприяє нормальній вегетації сільськогосподарських культур. Переважаючи літом вологі західні вітри приносять значну кількість опадів. Але в окремі роки спостерігається літня посуха, обумовлена тривалим і значним дефіцитом опадів із підвищеною температурою повітря, внаслідок чого втрачаються суттєві запаси продуктивної вологи ґрунту.

Осінь найчастіше тепла, сонячна, іноді тривала. Перехід середньодобової температури через 10 °С спостерігається лише в середині жовтня. Погода стає хмарною і дощовою, відмічаються перші приморозки. Для пізньої осені характерна мінлива температура з періодичним випаданням дощу і снігу, які сприяють поповненню запасів вологи в ґрунті. Зима переважно тепла, з частими відлигами і хмарною погодою. Середня температура повітря в найхолоднішому місяці – 6 °С. Ґрунт часто замерзається, що сприяє кращому використанню зимових опадів. Під час відлиг температура може підвищуватися до +9–12 °С. Такі перепади температур супроводжуються утворенням крижаної кірки.

У цілому кліматичні умови регіону сприятливі для вирощування більшості сільськогосподарських культур помірного поясу. Проте несприятливі особливості погоди в окремі роки призводять до значного зниження ефективності добрив.

Погодні умови за період проведення досліджень були нестабільними у порівнянні з середньобогаторічними показниками. Погодні умови 2008 року були більш сприятливими для росту і розвитку пшениці ярої, хоча впродовж його вегетаційного періоду випало 184,1 мм опадів, що в 1,5 рази менше порівняно з середньобогаторічним показником.

Погодні умови 2009 року характеризувались нерівномірним розподілом опадів упродовж вегетації пшениці ярої та неактивним наростанням тепла на початку його вегетації. Не дивлячись на те, що квітень був сухим і теплим, запаси вологи у метровому шарі ґрунту сприяли отриманню сходів пшениці ярої. В загальному погодні умови були сприятливими для отримання високого врожаю цієї культури, хоча за період квітень – липень випало 173,6 мм опадів, що в 1,6 рази менше порівняно з середньобогаторічним показником.

Погодні умови 2022 р. характеризувались достатньою кількістю опадів. Так, за період квітень – липень випало 294,3 мм опадів, що в 1,1 рази більше порівняно з середньобогаторічним показником. Але цей рік характеризувався нижчою температурою повітря та ґрунту в початковий період росту і розвитку рослин пшениці ярої, що зумовило отримання нижчого врожаю порівняно з 2009 р. Погодні умови 2023 р. також характеризувались достатньою кількістю опадів. Так, за період квітень – липень випало 373,6 мм опадів, що в 1,3 рази більше порівняно з середньобогаторічним показником. Але цей рік характеризувався нижчою температурою повітря та ґрунту в початковий період росту і розвитку рослин пшениці ярої, що зумовило отримання нижчого врожаю порівняно з 2008 і 2009 рр. Температура та відносна вологість повітря впродовж років досліджень мала незначні відхилення від середньобогаторічних показників.

Ґрунт дослідного поля чорнозем опідзолений малогумусний важкосуглинковий. Ґрунти цієї різновидності займають біля 16 % загальної площі Лісостепу України і найбільше поширені в Правобережній його частині [30]. Вони характеризуються відносною однорідністю гранулометричного і валового хімічного складу по профілю, вилуженістю його від легкорозчинних солей, ілювіальним характером розподілу карбонатів, значним нагромадження елементів живлення у гумусовому горизонті. Вміст гумусу в орному шарі 3,2–3,3 %, ступінь насиченості основами в межах 90–93 %, реакція ґрунтового розчину середньою кислотою (рН_{сол.} = 5.5), гідролітична кислотність – 1,9–2,3 смоль/кг ґрунту, вміст рухомих сполук фосфору і калію (за методом Чирикова) – 100–120 мг/кг, азот сполук, що лужногідролізуються (за методом Корнфілда) – 100–

Отже, властивості ґрунту, на якому проводилися дослідження, і рельєф дослідного поля за своїми особливостями відповідають ґрунтовим різновидностям помірно континентальної східноєвропейської фації в межах якої можуть бути розповсюджені отримані в досліді результати.

Характеристика Фалькону 460 ЕС, к.е. Комбінований фунгіцид, до складу якого входять три діючі речовини: тебуконазол, 167 г/л + триадименол, 43 г/л + спіроксамін, 250 г/л. Завдяки такому складу виключається виникнення

резистентності збудників хвороб зернових культур до цього фунгіциду. Виготовляється у формі 46 % к.е. Середньотоксичний для ссавців ($LD_{50} > 500 < 1000$ мг/кг). Шкірно-резорбтивна токсичність середня ($LD_{50} > 400 < 4000$ мг/кг). Не подразнює шкіру та слизові оболонки очей. Не має сенсibilізуючих властивостей. Фалькону 460 ЕС, к.е. властива профілактична і лікуюча дія з добре вираженим стоп-ефектом. В рекомендованих нормах витрати препарат безпечний для бджіл, інших корисних комах. Для риб небезпечний, тому не слід допускати потрапляння його до водойм. Препарат дозволений для використання в Україні на озимій пшениці проти борошнистої роси, бурої іржі, септоріозу листя та колосу (0,6 л/га), виноградниках – оїдіум (0,3 л/га), цукрових буряках – борошниста роса, церкоспороз (0,6 л/га). Максимальна кількість обробок – чотири. Строк останньої обробки до збирання врожаю – 30 діб, цукрових буряків – 20 діб.

Характеристика сорту пшениці ярої Колективна 3. Цикл розвитку: ярий. Вид: м'яка. Особливості сорту: середньоранній. Високостійкий до вилягання та обсіпання. Посухостійкий. Сорт створений спільно з Інститутом рослинництва ім. В. Я. Юр'єва УААН. Різновидність еритроспермум. Колос циліндричний, середньої довжини (10 см), 18–19 колосків на 10 см довжини стрижня. Колоскова луска овальна із сильно вираженою нервацією, зубець ледь нахилений, плече середньої довжини, пряме, кіль сильно виражений, вузький. Остюки довжиною 7–11 см. у середній частині колоса розходяться. Зернівка подовжена, середніх розмірів, з неглибокою борозенкою. Висота рослин 90 см. Сортотип: низькорослий, напівінтенсивний. Урожайність: у конкурсному сортовипробуванні до 60 ц/га. Якість зерна. Маса 1000 зерен 40 г, натура зерна 820 г/л, вміст клейковини 29 %, білка 15 %, “сила” борошна 300 о.а.

Експериментальну частину роботи з вивчення ефективності внесення Фалькону 460 ЕС, к.е. за різних норм азотних добрив під пшеницю яру проводили у короткотерміновому досліді кафедри агрохімії та ґрунтознавства Уманського НУС (табл. 1).

Табл. 1. Схема досліді «Ураження бурою іржею посівів ярої пшениці та хімічний захист культури»

Без застосування фунгіциду	Із застосуванням фунгіциду Фалькон 460 ЕС, к.е.
Без добрив (контроль)	Без добрив (контроль)
Р ₆₀ К ₆₀ – фон	Р ₆₀ К ₆₀ – фон
Фон + N ₃₀	Фон + N ₃₀
Фон + N ₆₀	Фон + N ₆₀
Фон + N ₉₀	Фон + N ₉₀
Фон + N ₁₂₀	Фон + N ₁₂₀
Фон + N ₁₅₀	Фон + N ₁₅₀

Агротехніка вирощування пшениці ярої загальноприйнята для Правобережного Лісостепу України. У досліді вирощували сорт пшениці ярої Колективна 3, попередником якої був ячмінь ярий. У досліді згідно зі схеми

досліді застосовували аміачну селітру (34 %), суперфосфат гранульований (19,5 %) та калій хлористий (60 %). Фосфорні та калійні добрива вносили під зяблеву оранку, а азотні – під передпосівну культивуацію.

Форма та розміри дослідної ділянки представлені рис. 1. Загальна площа ділянки становила 72 м², облікової – 42 м².

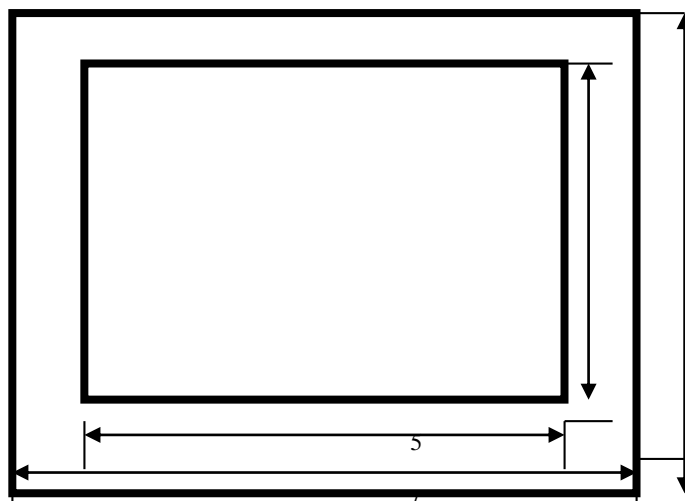


Рис. 1. Схема варіанту досліді

Закладання польових досліді, проведення спостережень і досліджень проводили у відповідності з рекомендаціями, методичними вказівками і довідниками останніх років. Обприскування фунгіцидом Фалькон 460 ЕС, к.е. проводили одноразово у фазі колосіння пшениці ярої. Норма витрати робочої рідини 400 л/га. Обприскування проводили ранцевим обприскувачем ЕРА-2.

Після збору попередника проводили внесення фосфорних і калійних добрив нормою Р₆₀К₆₀. Потім проводили дискування стерні в два сліди агрегатом Т-150 К + УДА-4,2 на глибину 10–12 см. Оранку проводили на глибину 20–22 см агрегатом ДТ-75 + ПЛН-4-35. Вносили азотні добрива під передпосівну культивуацію вручну згідно схеми досліді. Передпосівну культивуацію на глибину 4–5 см проводили агрегатом МТЗ-80 + КПС-4. Сівбу проводили агрегатом МТЗ-80 + СЗ-3,6А на глибину 4–5 см. Норма висіву становила 5 млн/га. Після сівби проводили коткування кільчасто-шпоровими котками. У фазу кушіння пшениці ярої проводили внесення гербіциду Логран, 75 % в. г. нормою 6,5 г/га агрегатом МТЗ-80 + ОП-200. У фазу колосіння пшениці ярої проводили внесення Фалькону 460 ЕС, к.е. нормою 0,6 л/га агрегатом МТЗ-80 + ОП-200.

Інтенсивність розвитку бурої іржі проводили за методикою державного сортовипробування та згідно загальноприйнятих у методів у період вегетації рослин пшениці ярої, починаючи від фази сходів до фази молочної стиглості зерна. Стійкість рослин до бурої іржі визначали за шкалою:

- 9 – дуже висока стійкість (відсутність ознак хвороби),
- 8 – висока стійкість (інтенсивність ураження органів рослин до 5 %),
- 7 – стійкість (інтенсивність ураження 5–10 %),
- 6 – стійкість (інтенсивність ураження 10–15 % відповідно),
- 5 – слабка сприйнятливність, гетерогенність (інтенсивність ураження 15–25 %),

- 4 – сприйнятливість (інтенсивність ураження 25–40 %),
- 3 – сприйнятливість (інтенсивність ураження 40–65 %),
- 2 – висока сприйнятливість (інтенсивність ураження 65–90 %),
- 1 – дуже висока сприйнятливість (інтенсивність ураження 90–100 %).

Розвиток хвороби визначали за формулою:

$$R = \frac{\Sigma(ab) * 100}{NK}, \text{ де}$$

R – розвиток хвороби, %;

$\Sigma(ab)$ – сума добутку (a) – число хворих рослин, (b) – відповідний бал ураження;

N – загальна кількість врахованих рослин (здорових і уражених);

K – вищий бал шкали обліку.

Поширення хвороби на посівах пшениці ярої визначали за формулою:

$$P = \frac{n * 100}{N}, \text{ де}$$

P – поширення, %

n – кількість уражених стебел у пробі, шт.

N – загальна кількість стебел у пробі, шт.

Технічну ефективність визначали за формулою:

$$C = \frac{P_k - P_o}{P_k} * 100, \text{ де}$$

C – технічна ефективність, %;

P_k – показник розвитку хвороби в контрол;

P_o – показник розвитку хвороби на досліджуваній ділянці.

Господарську ефективність визначали за формулою:

$$C = \frac{A - B}{A} * 100, \text{ де}$$

C – господарська ефективність, %;

A – урожайність на ділянка із внесенням фунгіциду ц/га;

B – урожайність на делянках без внесення фунгіциду ц/га.

Збирання врожаю пшениці ярої проводили суцільним подільночним методом: прямим комбайнуванням (Сампо-400).

Математичну обробку даних здійснювали методом дисперсійного аналізу двофакторного польового дослідження, використовуючи пакет стандартних програм “Microsoft Excel 2019”.

Результати досліджень. Для кожної ґрунтово-кліматичної зони систему удобрення оптимізують у залежності від запланованого рівня врожаю та забезпечення отримання високоякісного зерна, а також із врахуванням природної родючості ґрунту та попередника. Внесення збалансованого щодо основних елементів живлення добрив (N, P, K), а також, за необхідності, мікроелементів забезпечує зменшення шкодочинності бурої іржі на 60–70 % [13]. У результаті ураження рослин пшениці бурю іржею виникає некроз, що негативно

відображається на продуктивності зернових культур. В уражених рослин знижується інтенсивність асиміляції, посилюється транспірація і дихання [28].

При епіфітотійному розвитку бурої іржі виникає необхідність застосування фунгіцидів. Застосування Тілт 25 к.е. [30] у фазу воскової стиглості зерна знижувало розвиток збудника хвороби з 80 % до 3,5 %, біологічний урожай при цьому зростав з 11,2 ц/га до 85,4 ц/га, маса 1000 зерен – з 27 г до 31 г, вміст клейковини з 22,4 % до 24,4 %. За даними Інституту захисту рослин потенційні втрати врожаю від комплексу шкідливих організмів на озимій пшениці становить 27 %. За оцінкою російських спеціалістів, без застосування добрив на підзолистих ґрунтах Нечорноземної зони недобір врожаю становить 6,5–75 ц/га. Шкідливість бурої іржі полягає в зменшенні асиміляційної поверхні рослин і підвищенні їх транспірації. Це призводить до порушення водного балансу, передчасного відмирання листків, зниження зимостійкості рослин. Недобір врожаю в наслідок зменшення природи зерна може становити 15–20 % і більше [25].

У наших досліджах ураження рослин пшениці ярої бурою іржею змінювалась залежно від фази росту і розвитку культури, особливостей погодних умов вегетаційного періоду, норм азотних добрив і застосування Фалькону 460 ЕС, к.е. У 2008 році ураження пшениці ярої без застосування Фалькону 460 ЕС, к.е. у фазі кушіння не змінювалась залежно від норм азотних добрив і становила 8 бала. У 2009, 2022 і 2023 роках ураження рослин була відсутня, а стійкість становила 9 бала (табл. 2).

Табл. 2. Ураження рослин пшениці ярої бурою іржею у фазі кушіння залежно від норм азотних добрив, 2008–2023 рр.

Варіант досліджу	Рік досліджень							
	2008		2009		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Без добрив (контроль)	5,0	8	–	9	–	9	–	9
P ₆₀ K ₆₀ – фон	5,0	8	–	9	–	9	–	9
Фон + N ₃₀	5,0	8	–	9	–	9	–	9
Фон + N ₆₀	5,0	8	–	9	–	9	–	9
Фон + N ₉₀	5,0	8	–	9	–	9	–	9
Фон + N ₁₂₀	5,0	8	–	9	–	9	–	9
Фон + N ₁₅₀	5,0	8	–	9	–	9	–	9

Примітка. 1 – інтенсивність ураження, %; 2 – стійкість рослин, бал.

У 2008 році ураження пшениці ярої без застосування Фалькону 460 ЕС, к.е. у фазі виходу в трубку не змінювалась залежно від норм азотних добрив і становила 8 бала. У 2009, 2022 і 2023 роках ураження рослин була відсутня, а стійкість становила 9 бала (табл. 3). Результати проведених досліджень [19] показують, що ступінь ураження рослин бурою іржею дуже варіює по роках – один і той же сорт або лінія в різні роки може проявляти різну стійкість проти хвороби. Причиною цього є різні погодні умови для розвитку бурої іржі. Ступінь розвитку хвороби визначали в різних групах стійкості рослин.

Табл. 3. Ураження рослин пшениці ярої бурюю іржею у фазі виходу в трубку залежно від норм азотних добрив, 2008–2023 рр.

Варіант досліджу	Рік досліджень							
	2008		2009		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Без добрив (контроль)	5,0	8	–	9	–	9	–	9
P ₆₀ K ₆₀ – фон	5,0	8	–	9	–	9	–	9
Фон + N ₃₀	5,0	8	–	9	–	9	–	9
Фон + N ₆₀	5,0	8	–	9	–	9	–	9
Фон + N ₉₀	5,0	8	–	9	–	9	–	9
Фон + N ₁₂₀	5,0	8	–	9	–	9	–	9
Фон + N ₁₅₀	5,0	8	–	9	–	9	–	9

Примітка. 1 – інтенсивність ураження, %; 2 – стійкість рослин, бал.

У 2008 р. ураження пшениці ярої без застосування Фалькону 460 ЕС, к.е. у фазі колосіння не змінювалась залежно від норм азотних добрив і становила 6 бала. У 2009 р. ураження рослин була відсутня, а стійкість становила 9 бала. Відповідно в 2022 і 2023 рр. стійкість становила 7 бала, а в 2023 році – 8 бала (табл. 4).

Табл. 4. Ураження рослин пшениці ярої бурюю іржею у фазі колосіння залежно від норм азотних добрив, 2008–2023 рр.

Варіант досліджу	Рік досліджень							
	2008		2009		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Без добрив (контроль)	12	6	–	9	8,0	7	5,0	8
P ₆₀ K ₆₀ – фон	12	6	–	9	8,0	7	5,0	8
Фон + N ₃₀	12	6	–	9	8,0	7	5,0	8
Фон + N ₆₀	12	6	–	9	8,0	7	5,0	8
Фон + N ₉₀	15	6	–	9	8,0	7	5,0	8
Фон + N ₁₂₀	15	6	–	9	8,0	7	5,0	8
Фон + N ₁₅₀	15	6	–	9	8,0	7	5,0	8

Примітка. 1 – інтенсивність ураження, %; 2 – стійкість рослин, бал.

У 2008 році інтенсивність ураження пшениці ярої без застосування Фалькону 460 ЕС, к.е. у фазі молочної стиглості становила 5 бала, а в 2009 р. стійкість дещо змінювалась і становила відповідно 7–8 бала. У 2022 р. стійкість становила 5 бала, а в 2023 році – 8 бала залежно від норм азотних добрив. (табл. 5). Застосування хімічного захисту на посівах продовжує фотосинтетичну активність листків і зменшує втрати врожаю. Найбільший істотний вплив на продуктивність ярої пшениці має ступінь розвитку листкостеблевих хвороб, поріг шкідливості яких

у бурій іржі – 5–10 %, септоріозу – 5 % [17].

Табл. 5. Ураження рослин пшениці ярої бурюю іржею у фазі молочної стиглості залежно від норм азотних добрив, 2008–2023 рр.

Варіант досліджу	Рік досліджень							
	2008		2009		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Без добрив (контроль)	20,0	5,0	6,0	7,0	17,0	5,0	5,0	8,0
P ₆₀ K ₆₀ – фон	18,0	5,0	6,5	7,0	15,0	5,0	5,0	8,0
Фон + N ₃₀	17,0	5,0	5,0	8,0	15,0	5,0	5,0	8,0
Фон + N ₆₀	18,0	5,0	5,0	8,0	16,0	5,0	5,0	8,0
Фон + N ₉₀	20,0	5,0	5,0	8,0	17,0	5,0	5,0	8,0
Фон + N ₁₂₀	22,0	5,0	5,0	8,0	18,0	5,0	5,0	8,0
Фон + N ₁₅₀	25,0	5,0	5,0	8,0	19,0	5,0	5,0	8,0

Примітка. 1 – інтенсивність ураження, %; 2 – стійкість рослин, бал.

Фунгіцид Фалькон 460 ЕС, к.е. застосовували лише у 2008 і 2022 рр., оскільки була висока інтенсивність розвитку хвороби. Тоді як у 2009 і 2023 рр. даний показник був у межах 5,0–6,5 % залежно від норми азотних добрив.

Під час застосування Фалькону 460 ЕС, к.е. у фазі молочної стиглості зерна інтенсивність ураження рослин ярої пшениці знижувалась порівняно з варіантами, де він не вносився. Так, у 2008 році у варіанті без добрив інтенсивність ураження становила 4 %, за внесення P₆₀K₆₀ цей показник становив також 4 %, а внесення N_{30–150} – 4,5–5 %, а стійкість до ураження хворобою становила 8 бала, залежно від норми азотних добрив (табл. 6).

Табл. 6. Ураження рослин пшениці ярої бурюю іржею у фазі молочної стиглості залежно від норм азотних добрив і застосування Фалькону 460 ЕС, к.е.

Варіант досліджу	Рік досліджень					
	2008		2022	Середнє за два роки		
	1	2	1	2	1	2
Без добрив (контроль)	4,0	8	4,8	8	4,4	8
P ₆₀ K ₆₀ – фон	4,0	8	4,7	8	4,4	8
Фон + N ₃₀	4,5	8	4,5	8	4,5	8
Фон + N ₆₀	4,5	8	4,5	8	4,5	8
Фон + N ₉₀	4,5	8	4,0	8	4,3	8
Фон + N ₁₂₀	5,0	8	5,0	8	5,0	8
Фон + N ₁₅₀	5,0	8	5,0	8	5,0	8

Примітка. 1 – інтенсивність ураження, %; 2 – стійкість рослин, бал.

У 2022 р. інтенсивність ураження та стійкість рослин до бурій іржі була подібною. У середньому за два роки досліджень поширення бурій іржі на посівах пшениці ярої без застосування Фалькону 460 ЕС, к.е. у фазі молочної стиглості

становила 100 %, а при застосуванні Фалькону 460 ЕС, к.е. цей показник коливався у межах 10–15 % залежно від норм азотних добрив.

У 2008 і 2022 рр. показник поширення бурої іржі не змінювалось залежно від норм азотних добрив і становив 100 %. У 2008 році із застосуванням Фалькону 460 ЕС, к.е. поширення хвороби змінювалась залежно від норм азотних добрив і коливалась у межах 11–17 %. У 2022 році цей показник коливався у межах 9–13 % (табл. 7).

Табл. 7. Поширення бурої іржі в посівах пшениці ярої у фазі молочної стиглості залежно від норм азотних добрив і застосування Фалькону 460 ЕС, к.е., %

Варіант досліджу	Рік досліджень					
	2008		2022	Середнє за два роки		
	1	2	1	2	1	2
Без добрив (контроль)	100	11	100	9	100	10
P ₆₀ K ₆₀ – фон	100	11	100	9	100	10
Фон + N ₃₀	100	11	100	9	100	10
Фон + N ₆₀	100	12	100	10	100	11
Фон + N ₉₀	100	15	100	10	100	13
Фон + N ₁₂₀	100	15	100	11	100	13
Фон + N ₁₅₀	100	17	100	13	100	15

Примітка. 1 – без застосування Фалькону 460 ЕС, к.е.; 2 – із застосуванням Фалькону 460 ЕС, к.е.

У середньому за два роки досліджень у варіанті без добрив технічна ефективність становила 76 %, за внесення P₆₀K₆₀ цей показник становив 74 %, а за внесення N₃₀₋₁₅₀ – 72–77 % (табл. 8).

Табл. 8. Технічна ефективність застосування Фалькону 460 ЕС, к.е. залежно від норм азотних добрив, %

Варіант досліджу	Рік досліджень		Середнє за два роки
	2008	2022	
Без добрив (контроль)	80	72	76
P ₆₀ K ₆₀ – фон	78	69	74
Фон + N ₃₀	74	70	72
Фон + N ₆₀	75	72	74
Фон + N ₉₀	78	76	77
Фон + N ₁₂₀	77	72	75
Фон + N ₁₅₀	80	74	77

У 2008 році технічна ефективність застосування Фалькону 460 ЕС, к.е. залежно від норм азотних добрив коливалась у межах 74–80 %. У 2023 році 69–74 %.

Важливим критерієм оцінки злакових культур є їх зернова продуктивність,

до якої входять такі елементи: кількість продуктивних стебел на одиниці площі, кількість зерен та колосків у колосі, маса зерна колоса та маса 1000 зерен. Особливо результативним є аналіз структури врожаю з вивченням фізіологічних параметрів рослин, оскільки ступінь реалізації елементів структури врожаю на 90–95 % залежить від фотосинтетичної діяльності рослин в агрофітоценозі.

Формування елементів структури врожаю пшениці починається з ранніх етапів органогенезу, коли проходить закладка вегетативної і генеративної сфер, визначається кількість стебел кушіння, характер розвитку кореневої системи, архітектоніка та габітус рослин [27].

Вивчення структури врожаю дозволяє повніше виявити потенційні можливості окремих сортів сільськогосподарських культур, а також більш точно простежити за механізмом формування врожаю у різних умовах вирощування [30]. Застосування норм азотних добрив по різному впливало на густоту стеблестою пшениці ярої.

У середньому за два роки досліджень загальна кількість стебел у контролі становила 486 шт./м² і зростала до 606 шт./м² під час внесення N₁₅₀ (табл. 9).

Табл. 9. Густота стеблестою пшениці ярої залежно від норм азотних добрив і застосування Фалькону 460 ЕС, к.е. (середнє за 2008 і 2022 рр.), шт./м²

Варіант досліджу	Без застосування Фалькону 460 ЕС, к.е.			Із застосуванням Фалькону 460 ЕС, к.е.		
	1	2	3	1	2	3
Без добрив (контроль)	468	108	360	468	108	360
P ₆₀ K ₆₀ – фон	480	108	372	480	108	372
Фон + N ₃₀	504	108	396	504	108	396
Фон + N ₆₀	540	108	432	540	108	432
Фон + N ₉₀	576	96	480	576	96	480
Фон + N ₁₂₀	588	72	516	588	72	516
Фон + N ₁₅₀	588	84	504	588	84	504

Примітка. 1 – загальна кількість стебел, шт./м²; 2 – непродуктивних шт./м²; 3 – продуктивних, шт./м².

Непродуктивна кількість стебел знижувалась з 109 шт./м² у варіанті без добрив до 85 шт./м² у варіанті фон + N₁₅₀. Продуктивна кількість стебел відповідно з 377 шт./м² до 533 шт./м² залежно від варіанту досліджу. Слід відзначити, що внесення Фалькону 460 ЕС, к.е. не впливало на густоту стеблестою пшениці ярої.

У середньому за два роки проведення досліджень (роки із застосуванням Фалькону 460 ЕС, к.е.) маса зерен одного колосу у варіанті без добрив становила 1,33 г і зростала до 1,46 г у варіанті з найбільшою нормою азотних добрив (150 кг/га д. р.), кількість зерен одного колоса зростала відповідно з 31,3 шт. до 33,6 шт., маса 1000 зерен – з 44,0 г до 45,5 г.

Внесення Фалькону 460 ЕС, к.е. сприяло збільшенню показників маси зерен, кількості зерен одного колосу і маси 1000 зерен, які становили відповідно 1,71–

1,80 г, 38,6–39,3 і 44,3–45,8 г залежно від норм азотних добрив і застосування Фалькону 460 ЕС, к.е. (табл. 10).

Табл. 10. Вплив норм азотних добрив і застосування Фалькону 460 ЕС, к.е. на основні показники продуктивності колосу пшениці ярої, середнє за 2008 і 2022 рр.

Варіант досліджу	Без застосування Фалькону 460 ЕС, к.е.			Із застосуванням Фалькону 460 ЕС, к.е.		
	1	2	3	1	2	3
Без добрив (контроль)	1,63	37,0	44,0	1,71	38,6	44,3
P ₆₀ K ₆₀ – фон	1,63	37,0	44,0	1,71	38,6	44,3
Фон + N ₃₀	1,64	36,9	44,5	1,73	38,3	44,9
Фон + N ₆₀	1,65	36,7	45,0	1,73	38,2	45,3
Фон + N ₉₀	1,72	38,2	45,0	1,80	39,7	45,3
Фон + N ₁₂₀	1,72	38,2	45,0	1,80	39,6	45,4
Фон + N ₁₅₀	1,72	37,8	45,5	1,81	39,3	45,8

Примітка. 1 – маса зерен колосу, г; 2 – кількість зерен, г; 3 – маса 1000 зерен, г

Створення оптимальних умов живлення сільськогосподарських культур сприяє як підвищенню їх врожайності, так і поліпшенню якості основної продукції. Важлива роль належить ефективному використанню добрив, які сприяють усуненню розриву між наявним вмістом рухомих сполук елементів живлення у ґрунті та потрібної їх кількості для отримання високого врожаю. При цьому важливе значення мають види і форми добрив, норми їх внесення і співвідношення окремих елементів живлення, а також агрохімічні показники ґрунтів, фізіологічні особливості культур, ґрунтово-кліматичні умови тощо [30].

Урожайність пшениці ярої змінювалась залежно від погодних умов, норм азотних добрив і застосування Фалькону 460 ЕС, к.е.. У середньому за два роки досліджень урожайність зростала з 38,9 ц/га у варіанті без добрив і без застосування Фалькону 460 ЕС, к.е. до 56,1 ц/га у варіанті з найбільшою нормою азотних добрив (150 кг/га д. р.) (табл. 11). Під час застосування Фалькону 460 ЕС, к.е. цей показник зростав відповідно з 41 до 59 ц/га. Проте цей показник змінювався за роки досліджень. У 2008 році цей показник у контрольному варіанті без застосування Фалькону 460 ЕС, к.е. становив 50,1 ц/га і зростав до 66,8 ц/га у варіанті з найбільшою нормою азотних добрив (150 кг/га д. р.) або на 33 %, що істотно порівняно з $НІР_{05} = 3,0$, тоді як під час внесення Фалькону 460 ЕС, к.е. він зростав з 52,4 до 70,0 ц/га або на 34 %.

У 2022 р. урожайність у контрольному варіанті без застосування Фалькону 460 ЕС, к.е. становила 27,7 ц/га і зростала до 45,4 ц/га або на 64 % у варіанті з найбільшою нормою азотних добрив (150 кг/га д. р.), тоді як під час внесення Фалькону 460 ЕС, к.е. він зростав з 29,5 до 47,9 ц/га або на 63 %. Урожайність пшениці ярої в 2009 р. у контрольному варіанті становила 53,7 ц/га і зростала до 60,1–71,2 ц/га або на 12–33 % залежно від варіанту досліджу. Урожайність пшениці ярої в 2023 році у контрольному варіанті становила 28,2 ц/га і зростала до 34,1–

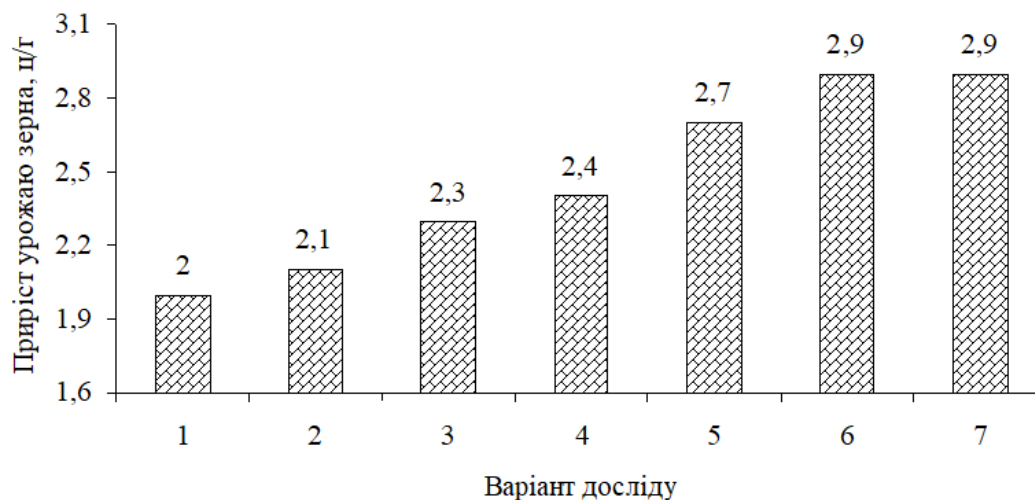
45 ц/га або на 21–60 % залежно від варіанту досліджу.

Табл. 11. Урожайність пшениці ярої залежно від норм азотних добрив (фактор В) і застосування Фалькону 460 ЕС, к.е. (фактор А), ц/га

Варіант досліджу	Рік досліджень					
	2008		2022		Середнє за два роки	
	1	2	1	2	1	2
Без добрив (контроль)	50,1	52,4	27,7	29,5	38,9	41,0
P ₆₀ K ₆₀ – фон	52,3	54,6	30,0	31,8	41,2	43,2
Фон + N ₃₀	58,1	60,6	34,5	36,5	46,3	48,6
Фон + N ₆₀	63,7	66,3	40,6	42,8	52,2	54,6
Фон + N ₉₀	66,0	69	44,3	46,7	55,2	57,9
Фон + N ₁₂₀	66,7	69,9	45,1	47,6	55,9	58,8
Фон + N ₁₅₀	66,8	70,0	45,4	47,9	56,1	59,0
НІР ₀₅ за факторами	A	1,4	0,9		–	
	B	3,0	1,9			

Примітка. 1 – без застосування Фалькону 460 ЕС, к.е.; 2 – із застосуванням Фалькону 460 ЕС, к.е.

Приріст урожаю зерна пшениці ярої від застосування Фалькону 460 ЕС, к.е. змінювався залежно від норм азотних добрив (рис. 2).



1 – Контроль (без добрив); 2 – P₆₀K₆₀ – фон; 3 – Фон + N₃₀; 4 – Фон + N₆₀; 5 – Фон + N₉₀; 6 – Фон + N₁₂₀; 7 – Фон + N₁₅₀.

Рис. 2. Приріст урожаю зерна пшениці ярої від застосування Фалькону 460 ЕС, к.е., ц/га

Так, у варіанті без добрив приріст урожаю зерна становив 2 ц/га, за внесення P₆₀K₆₀ – 2,1, а у варіантах із внесенням N_{30–150} ц/га цей показник зростає порівняно з цим показником на неудобрених ділянках і становив – 2,3–2,9 ц/га.

За два роки господарська ефективність становила 4,1–6,5 % (табл. 12). У 2009 році господарська ефективність застосування Фалькону 460 ЕС, к.е. становила 4,1–4,6 %, а в 2022 році 5,4–6,5 % залежно від норми азотних добрив.

Табл. 12. Господарська ефективність застосування Фалькону 460 ЕС, к.е. залежно від норм азотних добрив, %

Варіант досліджу	Рік досліджень		Середнє за два роки
	2008	2022	
Без добрив (контроль)	4,6	6,5	5,6
P ₆₀ K ₆₀ – фон	4,4	6,0	5,2
Фон + N ₃₀	4,3	5,8	5,1
Фон + N ₆₀	4,1	5,4	4,8
Фон + N ₉₀	4,5	5,4	5,0
Фон + N ₁₂₀	4,8	5,5	5,2
Фон + N ₁₅₀	4,8	5,5	5,2

Дослідження показали, що різні норми азотних добрив позитивно впливали на вміст білка в зерні ярої пшениці. В середньому за два роки досліджень без застосування Фалькону 460 ЕС, к.е. вміст білка у зерні зростав з 15,3 % у варіанті без добрив до 16,4 %, а із застосуванням Фалькону 460 ЕС, к.е. вміст білка у зерні зростав з 15,3 % у варіанті без добрив до 16,8 % у варіанті фон + N₁₅₀ (табл. 13).

Табл. 13. Вміст білка в зерні пшениці ярої залежно від норм азотних добрив і застосування Фалькону 460 ЕС, к.е., %

Варіант досліджу	Рік досліджень				Середнє за два роки	
	2008		2022			
	1	2	1	2	1	2
Без добрив (контроль)	16,0	16,0	14,5	14,5	15,3	15,3
P ₆₀ K ₆₀ – фон	16,4	16,4	14,6	14,6	15,5	15,5
Фон + N ₃₀	17,4	17,4	14,9	14,9	16,2	16,2
Фон + N ₆₀	17,1	17,6	15,1	15,3	16,1	16,5
Фон + N ₉₀	17,5	17,6	15,3	15,5	16,4	16,6
Фон + N ₁₂₀	17,4	17,5	15,4	15,5	16,4	16,5
Фон + N ₁₅₀	17,1	17,6	15,7	15,9	16,4	16,8

Примітка. 1 – без застосування Фалькону 460 ЕС, к.е.; 2 – із застосуванням Фалькону 460 ЕС, к.е.

Проте ці показники змінювалися за два роки досліджень. Так, у 2008 році цей показник у контрольному варіанті без застосування Фалькону 460 ЕС, к.е. і добрив становив 16,0 % і зростав до 17,1 % у варіанті з найбільшою нормою азотних добрив (150 кг/га д. р.). У 2022 році він зростав з 14,5 % до 15,7 % у варіанті з найбільшою нормою азотних добрив. Слід відзначити, що під час застосування Фалькону 460 ЕС, к.е. вміст білка у зерні ярої пшениці змінювався і у 2008 році становив відповідно 16,0 – 17,6 %, у 2022 році – 14,5 15,9 % у варіанті з найбільшою нормою азотних добрив (150 кг/га д. р.). Вміст білка в зерні у 2009 році зростав від 15,2 % до 16,1 % залежно від норм азотних добрив. У 2023 році цей показник коливався у межах 13,2–14,1 % залежно від варіанту досліджу.

Одним з важливих показників оцінки хлібопекарських властивостей зерна пшениці ярої є кількість клейковини та її якість (табл. 14).

Табл. 14. Вміст клейковини в зерні пшениці ярої залежно від норм азотних добрив і застосування Фалькону 460 ЕС, к.е., %

Варіант досліджу	Рік досліджень				Середнє за два роки	
	2008		2022		1	2
	1	2	1	2		
Без добрив (контроль)	36,0	36,0	26,1	26,1	31,1	31,1
P ₆₀ K ₆₀ – фон	36,9	36,9	26,2	26,2	31,6	31,6
Фон + N ₃₀	37,3	37,5	27,3	27,6	32,3	32,6
Фон + N ₆₀	38,5	38,9	30,7	30,9	34,6	34,9
Фон + N ₉₀	39,8	40,0	33,4	33,7	36,6	36,9
Фон + N ₁₂₀	39,8	40,0	33,5	33,7	36,7	36,9
Фон + N ₁₅₀	39,6	40,0	34,6	34,9	37,1	37,5

Примітка. 1 – без застосування Фалькону 460 ЕС, к.е.; 2 – із застосуванням Фалькону 460 ЕС, к.е.

У середньому за два роки досліджень вміст клейковини в зерні пшениці ярої зростав з 31,1 % до 37,1 % залежно від варіанту досліджу без застосування Фалькону 460 ЕС, к.е., із застосуванням Фалькону 460 ЕС, к.е. – 31,1 %–37,5 %. Проте її кількість змінювалась за роки досліджень. Так, у 2008 році вміст клейковини у варіанті без добрив становив 36,0 % і зростав до 39,6 % за внесення N₁₅₀, при застосуванні Фалькону 460 ЕС, к.е. становив 36,0–40,0 %, у 2022 році – 26,1–34,9 %, а без застосування Фалькону 460 ЕС, к.е. відповідно 26,1–34,6 %. Варто відмітити, що пружність клейковини майже не змінювалась під час застосування норм азотних добрив і становила 100–110 од., що відповідає другій групі якості клейковини. Вміст клейковини в зерні у 2009 році зростав з 29,0 до 37,6 % залежно від норм азотних добрив. У 2023 році дещо змінювалась і коливалась у межах 25,4–28,7 % залежно від варіанту досліджу (додаток В).

Отже, в результаті проведених досліджень встановлено, що ураження рослин пшениці ярої залежить від особливостей погодних умов вегетаційного періоду, фази росту і розвитку культури, норм азотних добрив і застосування Фалькону 460 ЕС, к.е.

У рік прояву хвороби (2008 р.) стійкість до ураження бурюю іржеюу фазі куціння та виходу рослин у трубку становить 8 бала незалежно від норм азотних добрив, а інтенсивність ураження становить 5 %. У фазі колосіння цей показник коливається у межах 6–8 бала, а інтенсивність ураження 5–15 %, у фазі молочної стиглості – 5–8 бала, а інтенсивність ураження – 5–25 % залежно від норм азотних добрив і року досліджень.

Застосування Фалькону 460 ЕС, к.е. сприяло підвищенню стійкості до бурюї іржі порівняно з цим показником на ділянках без застосування Фалькону 460 ЕС, к.е.. Так, у фазі молочної стиглості стійкість до ураження хворобою становить 8 бала, а інтенсивність знижується до 4–5 %. Технічна ефективність застосування

Фалькону 460 ЕС, к.е. не змінювалась залежно від норми азотних добрив і коливається у межах 72–77 %. Застосування Фалькону 460 ЕС, к.е. на посівях пшениці ярої не змінювало густоти стеблестою культури, проте збільшувало масу і кількість зерен одного колосу та масу 1000 зерен. Так, у середньому за 2008–2023 рр. під час Фалькону 460 ЕС, к.е. ці показники зростають відповідно на 0,08–0,09 г, 1,5–1,6 шт. і 0,3–0,4 г у абсолютних величинах.

Урожайність пшениці ярої в середньому за роки досліджень становить 38,9–56,1 ц/га залежно від варіанту досліду без застосування Фалькону 460 ЕС, к.е. та 41–59 ц/га із застосуванням Фалькону 460 ЕС, к.е. Приріст урожаю зерна пшениці ярої від Фалькону 460 ЕС, к.е. становить 2 ц/га на неодобрених ділянках і зростає до 2,3–2,9 ц/га за внесення N_{30–150}. Вміст білка в середньому за роки досліджень коливається у межах 15,3–16,4 % на фоні без застосування Фалькону 460 ЕС, к.е. та 15,3–16,8 % – із застосуванням Фалькону 460 ЕС, к.е. Вміст клейковини відповідно 31,1–37,1 % і 31,1–37,5 %.

Висновки. У результаті досліджень встановлено, що ступінь ураження рослин пшениці бурюю іржею залежить від фази росту і розвитку культури. Розвиток збудника бурюї іржі в більшій мірі залежить від особливостей погодних умов, ніж від застосування добрив. Втрати врожаю від бурюї іржі залежать від строків максимального її розвитку, стійкості сорту, технології вирощування. При цьому значно погіршуються якісні показники: зменшується натура зерна, скловидність, вміст сирої клейковини, сила борошна. Найрадикальнішим засобом захисту від хвороб є вирощування стійких та витриваливих сортів, недопущення самосівів, при загрозі помірного та епіфітотійного розвитку – обприскування фунгіцидами.

У результаті проведених досліджень встановлено, що ураження рослин пшениці ярої залежить від особливостей погодних умов вегетаційного періоду, фази росту і розвитку культури, норм азотних добрив і застосування Фалькону 460 ЕС, к.е. У рік прояву хвороби (2008 р.) стійкість до ураження бурюю іржею фазі куціння та виходу рослин у трубку становить 8 бала незалежно від норм азотних добрив, а інтенсивність ураження становить 5 %. У фазі колосіння цей показник коливається у межах 6–8 бала, а інтенсивність ураження 5–15 %, у фазі молочної стиглості – 5–8 бала, а інтенсивність ураження – 5–25 % залежно від норм азотних добрив і року досліджень.

Застосування Фалькону 460 ЕС, к.е. сприяло підвищенню стійкості до бурюї іржі порівняно з цим показником на ділянках без застосування Фалькону 460 ЕС, к.е.. Так, у фазі молочної стиглості стійкість до ураження хворобою становить 8 бала, а інтенсивність знижується до 4–5 %. Технічна ефективність застосування Фалькону 460 ЕС, к.е. не змінювалась залежно від норми азотних добрив і коливається у межах 72–77 %. Застосування Фалькону 460 ЕС, к.е. на посівях пшениці ярої не змінювало густоти стеблестою культури, проте збільшувало масу і кількість зерен одного колосу та масу 1000 зерен. Так, у середньому за 2008–2023 рр. під час Фалькону 460 ЕС, к.е. ці показники зростають відповідно на 0,08–0,09 г, 1,5–1,6 шт. і 0,3–0,4 г у абсолютних величинах.

Урожайність пшениці ярої в середньому за роки досліджень становить 38,9–56,1 ц/га залежно від варіанту досліду без застосування Фалькону 460 ЕС, к.е. та

41–59 ц/га із застосуванням Фалькону 460 ЕС, к.е. Приріст урожаю зерна пшениці ярої від Фалькону 460 ЕС, к.е. становить 2 ц/га на неудобрених ділянках і зростає до 2,3–2,9 ц/га за внесення N_{30–150}. Вміст білка в середньому за роки досліджень коливається у межах 15,3–16,4 % на фоні без застосування Фалькону 460 ЕС, к.е. та 15,3–16,8 % – із застосуванням Фалькону 460 ЕС, к.е.. Вміст клейковини відповідно 31,1–37,1 % і 31,1–37,5 %.

В умовах Правобережного Лісостепу України на чорноземі опідзоленому для отримання сталого врожаю пшениці ярої азотні добрива необхідно вносити у нормі N₉₀ під передпосівну культивуацію на фоні P₆₀K₆₀, внесених під зяблевий обробіток ґрунту восени. З метою зниження розвитку бурої іржі на посівах пшениці ярої необхідно вносити фунгіцид Фалькон 460 ЕС, к.е. (0,6 л/га) на фоні рекомендованої норми мінеральних добрив.

Література:

1. Pietragallam J., Pask A. Grain yield and yield components. In *Physiological Breeding II: A Field Guide to Wheat Phenotyping*, 18th ed. CIMMYT: El Batan, Mexico, 2000. P. 95–105.
2. Пересипкін В.Ф. Сільськогосподарська фітопатологія. Київ: Аграрна освіта, 2000. С. 10–22.
3. Пантелеєв В.В. Захист злакових і бобових культур від шкідників, хвороб і бур'янів. Харків: Еспада, 2005. 672 с.
4. Карасюк І.М., Геркіял О.М., Господаренко Г.М. та ін. Агрохімія. Київ: Вища школа, 1995. 471 с.
5. Gupta S.K., Charpe A., Prabhu K.W., Haque O.M.R. Identification and validation of molecular markers linked to the leaf rust resistance gene Lr19 in wheat. *Theor. Appl. Genet.* 2006. Vol. 113. P. 1027–1036.
6. Sharma-Poudyal D., Chen X. M., Wan A. M., Zhan G. M., Kang Z. S., Cao S. Q., Jin S. L., Morgounov A., Akin B., Mert Z., et al. Virulence characterization of international collections of the wheat stripe rust pathogen, *Puccinia striiformis* f. sp. tritici. *Plant Dis.* 2013. Vol. 97. P. 379–386.
7. Лісовий М. П. Методичні основи створення штучних інфекційних фонів патогенів у селекції на стійкість. *Захист і карантин рослин*. Київ, 2004. № 50. С. 41–51.
8. Лісовий М. П. Комбінативна мінливість вірулентності фітопатогенних грибів при статевому розмноженні. *Захист і карантин рослин*. 2007. № 5. С. 23–29.
9. Явдошенко М. П. Оцінка сортів озимої пшениці на стійкість до хвороб. *Збірник наукових праць Інституту зернового господарства УААН*. Херсон, 2009. С. 55–62.
10. Marais G. F., Bekker T. A., Eksteen A., McCallum B., Fetch T., Marais A.S. Attempts to remove gametocidal genes co-transferred to common wheat with rust resistance from *Aegilops speltoides*. *Euphytica*. 2010. Vol. 171. P. 71–85.
11. Helguera M., Vanzetti L., Soria M., Khan I.A., Kolmer J., Dubcovsky J. PCR markers for *Triticum speltoides* leaf rust resistance gene Lr51 and their use to develop isogenic hard red spring wheat lines. *Crop Sci.* 2005. Vol. 45. P. 728–734.
12. Кириленко В. В. Методичні аспекти створення стійких сортів озимої пшениці з використанням штучних комплексних фонів патогенів у ланках селекційного процесу. Київ: Аграрна наука, 2006. С. 28–46.

13. Шелепов В. В. Створення стійких сортів озимої пшениці з використанням комплексних інфекційних фонів патогенів у ланках селекційного процесу. Київ: Колообіг, 2005. 25 с.
14. Лісовий М. П. Методичні основи створення штучних інфекційних фонів патогенів у селекції на стійкість. *Захист і карантин рослин*. Київ, 2004. № 50. С. 41–51.
15. Петренкова В. П. Стійкість до хвороб і шкідників ярої пшениці різного еколого-географічного походження в умовах північно-східної частини Лісостепу України. *Збірник наукових праць Інституту зернового господарства УААН*. 2008. №5. С. 52–62.
16. Mago R., Zhang P., Bariana H. S., Verlin D. C., Bansal U. K., Ellis J. G., Dundas I. S. Development of wheat lines carrying stem rust resistance gene Sr39 with reduced *Aegilops speltoides* chromatin and simple PCR markers for marker-assisted selection. *Theor. Appl. Genet.* 2009. Vol. 124. P. 65–70.
17. Cherukuri D. P., Gupta S. K., Charpe A., Koul S., Prabhu K. V., Singh R. B., Naq Q. M. R. Molecular mapping of *Aegilops speltoides* derived leaf rust resistance gene Lr28 in wheat. *Euphytica*. 2005. Vol. 143. P. 19–26.
18. Kushnirenko I., Shreyder E., Bondarenko N., Shaydayuk E., Kovalenko N., Titova J., Gulyaeva E. Genetic Protection of soft wheat from diseases in the southern Ural of Russia and virulence variability of foliar pathogens. *Agriculture*. 2021. Vol. 11. 703.
19. Ретьман С. В. Добрива і фітопатогенний комплекс. *Захист і карантин рослин*. 2007. № 8. С. 25–29.
20. McIntosh R. A., Dubcovsky J., Rogers W. J., Xia X. C., Raupp W. J. V. Catalogue of gene symbols for wheat: 2022 supplement. *Annu. Wheat Newsl.* 2022. Vol. 68. P. 68–81.
21. Гончаренко М. П. Взаємодія хімічного методу і стійкості сортів озимої пшениці в інтегрованій системі захисту посівів. *Захист і карантин рослин*. 2009. № 5. С. 20–27.
22. Методика державного випробування сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Загальна частина. Офіційний бюлетень. Київ, 2003. № 2, ч. 3. 106 с.
23. Gulyaeva E. I., Sibikeev S. N., Druzhin A. E., Shaydayuk E. L. Enlargement of genetic diversity of spring bread wheat resistance to leaf rust (*Puccinia triticina* Eriks.) in lower Volga region. *Agric. Biol.* 2020. Vol. 55. P. 27–44.
24. Писаренко В. М. Захист рослин: екологічно обґрунтовані системи. Полтава: Інтрафіка, 2002. 288 с.
25. Mago R., Spielmeier W., Lawrence G.J., Lagudah E.S., Ellis J.G., Pryor A. Identification and mapping of molecular markers linked to rust resistance genes located on chromosome 1R of rye using wheat-rye translocation lines. *Theor. Appl. Genet.* 2002. Vol. 104. P. 1317–1324.
26. Секун М. П. Проблема комплексного використання пестицидів у захисті рослин. *Вісник аграрної науки*. 2002. № 10. С. 24–26.
27. Amil R. E., de Vallavieille Pope C., Leconte M., Nazari K. Diversity of genes for resistance to stripe rust in wheat elite lines, commercial varieties and landraces from Lebanon and Syria. *Phytopathol. Mediterr.* 2019. Vol. 58. P. 607–627
28. Ali S., Hodson D. Wheat rust surveillance: Field disease scoring and sample collection for phenotyping and molecular genotyping. *Methods Mol. Biol.* 2017. Vol.

1659. P. 3–11.

29. Кривов В. М. Грунтово-екологічні основи формування стійких агроландшафтів Правобережного Лісостепу України, 1995. 20 с.

30. Красиловець Ю. Г. Оптимізація інтегрованого захисту ярої пшениці при підготовці до посіву. *Агроном*. 2005. № 1. С.28–30.

References:

1. Pietragalla, J., & Pask, A. (2000). Grain yield and yield components. In *Physiological Breeding II: A Field Guide to Wheat Phenotyping* (18th ed., pp. 95–105). CIMMYT: El Batan, Mexico.
2. Peresytkin, V. F. (2000). *Agricultural phytopathology*. Kyiv: Ahrarna osvita. P. 10–22. [in Ukrainian].
3. Panteleiev, V. V. (2005). *Protection of cereal and legume crops from pests, diseases and weeds*. Kharkiv: Espada. 672 p. [in Ukrainian].
4. Karasiuk, I. M., Herkiial, O. M., Hospodarenko, H. M., et al. (1995). *Agrochemistry*. Kyiv: Vyshcha shkola. 471 p. [in Ukrainian].
5. Gupta, S. K., Charpe, A., Prabhu, K. W., & Haque, O. M. R. (2006). Identification and validation of molecular markers linked to the leaf rust resistance gene Lr19 in wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, 113, 1027–1036.
6. Sharma-Poudyal, D., Chen, X. M., Wan, A. M., Zhan, G. M., Kang, Z. S., Cao, S. Q., Jin, S. L., Morgounov, A., Akin, B., Mert, Z., et al. (2013). Virulence characterization of international collections of the wheat stripe rust pathogen, *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*. *Plant Disease*, 97, 379–386.
7. Lisovyi, M. P. (2004). Methodological foundations for creating artificial infectious backgrounds of pathogens in breeding for resistance. *Plant Protection and Quarantine*, 50, 41–51. [in Ukrainian].
8. Lisovyi, M. P. (2007). Combinative variability of virulence of phytopathogenic fungi during sexual reproduction. *Plant Protection and Quarantine*, 5, 23–29. [in Ukrainian].
9. Yavdoshenko, M. P. (2009). Evaluation of winter wheat varieties for disease resistance. *Collected Scientific Works of the Institute of Grain Farming of UAAS*, 55–62. [in Ukrainian].
10. Marais, G. F., Bekker, T. A., Eksteen, A., McCallum, B., Fetch, T., & Marais, A. S. (2010). Attempts to remove gametocidal genes co-transferred to common wheat with rust resistance from *Aegilops speltoides*. *Euphytica*, 171, 71–85.
11. Helguera, M., Vanzetti, L., Soria, M., Khan, I. A., Kolmer, J., & Dubcovsky, J. (2005). PCR markers for *Triticum speltoides* leaf rust resistance gene Lr51 and their use to develop isogenic hard red spring wheat lines. *Crop Science*, 45, 728–734.
12. Kyrylenko, V. V. (2006). Methodological aspects of creating resistant winter wheat varieties using artificial complex pathogen backgrounds in breeding process units. Kyiv: Ahrarna nauka. P. 28–46. [in Ukrainian].
13. Shelepov, V. V. (2005). *Creation of resistant winter wheat varieties using complex infectious pathogen backgrounds in breeding process units*. Kyiv: Koloobih. 25 p. [in Ukrainian].
14. Lisovyi, M. P. (2004). Methodological foundations for creating artificial infectious backgrounds of pathogens in breeding for resistance. *Plant Protection and Quarantine*, 50, 41–51. [in Ukrainian].

15. Petrenkova, V. P. (2008). Resistance to diseases and pests of spring wheat of different ecological and geographical origin in the north-eastern Forest-Steppe of Ukraine. *Collected Scientific Works of the Institute of Grain Farming of UAAS*, 5, 52–62. [in Ukrainian].
16. Mago, R., Zhang, P., Bariana, H. S., Verlin, D. C., Bansal, U. K., Ellis, J. G., & Dundas, I. S. (2009). Development of wheat lines carrying stem rust resistance gene Sr39 with reduced *Aegilops speltoides* chromatin and simple PCR markers for marker-assisted selection. *Theoretical and Applied Genetics*, 124, 65–70.
17. Cherukuri, D. P., Gupta, S. K., Charpe, A., Koul, S., Prabhu, K. V., Singh, R. B., & Haq, Q. M. R. (2005). Molecular mapping of *Aegilops speltoides* derived leaf rust resistance gene Lr28 in wheat. *Euphytica*, 143, 19–26.
18. Kushnirenko, I., Shreyder, E., Bondarenko, N., Shaydayuk, E., Kovalenko, N., Titova, J., & Gulyaeva, E. (2021). Genetic protection of soft wheat from diseases in the southern Ural of Russia and virulence variability of foliar pathogens. *Agriculture*, 11, 703.
19. Retman, S. V. (2007). Fertilizers and phytopathogenic complex. *Plant Protection and Quarantine*, 8, 25–29. [in Ukrainian].
20. McIntosh, R. A., Dubcovsky, J., Rogers, W. J., Xia, X. C., & Raupp, W. J. V. (2022). Catalogue of gene symbols for wheat: 2022 supplement. *Annual Wheat Newsletter*, 68, 68–81.
21. Honcharenko, M. P. (2009). Interaction of chemical method and resistance of winter wheat varieties in the integrated crop protection system. *Bulletin of Agrarian Science*, 5, 20–27. [in Ukrainian].
22. *Methodology of state testing of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine. General part.* (2003). Official Bulletin. Kyiv, 2(3). 106 p. [in Ukrainian].
23. Gulyaeva, E. I., Sibikeev, S. N., Druzhin, A. E., & Shaydayuk, E. L. (2020). Enlargement of genetic diversity of spring bread wheat resistance to leaf rust (*Puccinia triticina* Eriks.) in lower Volga region. *Agricultural Biology*, 55, 27–44.
24. Pysarenko, V. M. (2002). *Plant protection: ecologically grounded systems*. Poltava: Intrhafika. 288 p. [in Ukrainian].
25. Mago, R., Spielmeyer, W., Lawrence, G. J., Lagudah, E. S., Ellis, J. G., & Pryor, A. (2002). Identification and mapping of molecular markers linked to rust resistance genes located on chromosome 1R of rye using wheat-rye translocation lines. *Theoretical and Applied Genetics*, 104, 1317–1324.
26. Sekun, M. P. (2002). The problem of integrated use of pesticides in plant protection. *Bulletin of Agrarian Science*, 10, 24–26. [in Ukrainian].
27. Amil, R. E., de Vallavieille Pope, C., Leconte, M., & Nazari, K. (2019). Diversity of genes for resistance to stripe rust in wheat elite lines, commercial varieties and landraces from Lebanon and Syria. *Phytopathologia Mediterranea*, 58, 607–627.
28. Ali, S., & Hodson, D. (2017). Wheat rust surveillance: Field disease scoring and sample collection for phenotyping and molecular genotyping. *Methods in Molecular Biology*, 1659, 3–11.
29. Kryvov, V. M. (1995). *Soil and ecological foundations of formation of sustainable agrolandscapes of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine*. 20 p. [in Ukrainian].
30. Krasylivets, Yu. H. (2005). Optimization of integrated protection of spring wheat during preparation for sowing. *Agronomist*, 1, 28–30. [in Ukrainian].

Annotation

Lyubych V. V.

Development of brown rust on spring bread wheat plants

Purpose. To evaluate the infection of spring bread wheat plants with brown rust under the application of different rates of nitrogen fertilizers and the fungicide Falcon 460 EC, EC.

Methods. Field, laboratory, analytical, and statistical methods.

Results. The studies established that the degree of infection of wheat plants with brown rust depends on the growth and development stage of the crop. The development of the brown rust pathogen depends more on weather conditions than on fertilizer application. Yield losses caused by brown rust depend on the timing of its maximum development, varietal resistance, and cultivation technology. At the same time, grain quality indicators deteriorate significantly: grain bulk density, vitreousness, crude gluten content, and flour strength decrease. The most effective means of disease control is the cultivation of resistant and tolerant varieties, prevention of volunteer plants, and, in the case of moderate or epiphytotic development, fungicide spraying.

The conducted studies showed that infection of spring wheat plants depends on the weather conditions of the growing season, crop growth and development stages, nitrogen fertilizer rates, and the application of Falcon 460 EC, EC. At the heading stage, this indicator ranged from 6–8 points, while the disease severity was 5–15%; at the milk ripeness stage, it ranged from 5–8 points, and disease severity reached 5–25%, depending on nitrogen fertilizer rates and the year of study. The application of Falcon 460 EC, EC contributed to increased resistance to brown rust compared to plots where the fungicide was not applied. Thus, at the milk ripeness stage, disease resistance reached 8 points, while disease severity decreased to 4–5%. The technical efficiency of Falcon 460 EC, EC did not change depending on nitrogen fertilizer rates and ranged from 72–77%. The average yield of spring wheat during the years of study was 38.9–56.1 c/ha depending on the treatment variant without Falcon 460 EC, EC and 41–59 c/ha with its application. The average protein content during the years of study ranged from 15.3–16.4% without Falcon 460 EC, EC and from 15.3–16.8% with its application. Gluten content was 31.1–37.1% and 31.1–37.5%, respectively.

Conclusions. Under the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine on podzolized chernozem soil, to obtain a stable yield of spring wheat, nitrogen fertilizers should be applied at a rate of N90 before pre-sowing cultivation on the background of P₆₀K₆₀ applied during autumn primary tillage. To reduce the development of brown rust in spring wheat crops, the fungicide Falcon 460 EC, EC (0.6 l/ha) should be applied against the background of the recommended rate of mineral fertilizers.

Key words: brown rust, spring bread wheat, plant infection, yield, grain quality, technical efficiency.