МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
(УНУС)
Факультет агрономії
Кафедра загального землеробства

Допущено до захисту

«____» _____ 2023

Зав. кафедри, к. с.-г. н., доцент

_____ Олександр КАРНАУХ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ ПІД ПШЕНИЦЮ М'ЯКУ ОЗИМУ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

Виконав: студент ІІ курсу, групи 29м-а
спеціальності 201 Агрономія
ПРИТУЛА Євгеній Сергійович

Керівники:
УСИК Сергій, к. с.-г. н., доцент
ДРОЗД Ольга, к. с.-г. н., старший викладач

Умань – 2023

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ	3
Розділ 1 Ефективність застосування добрив під пшеницю м’яку озиму (огляд літератури)	5
Розділ 2 Характеристика об’єкту дослідження	12
Розділ 3 Умови і методика проведення досліджень	13
Розділ 4 Урожайність та якість зерна пшениці м’якої озимої залежно від системи удобрення на чорноземі опідзоленому	16
Розділ 5 Економічна ефективність	28
Розділ 6 Охорона праці та навколишнього природного середовища	30
Висновки	34
Список використаних джерел	35

ВСТУП

Обґрунтування теми дослідження. Ефективне використання добрив є важливим фактором сталого сільського господарства. Це не тільки впливає на врожайність, але й зменшує втрати поживних речовин, що усуває шкідливий вплив на навколишнє середовище. Азот є важливою поживною речовиною для росту та розвитку рослин. Багатьма авторами описано його позитивний вплив на виробництво рослинної біомаси, урожайність зерна та вміст білка в зерні. Середній коефіцієнт використання азоту в польових умовах становить 32–40%. Ефективність може сягати до 50−70% за умови синхронного впливу азотних добрив і сортової реакції на них. Тому проведення досліджень щодо визначення ефективності застосування різних видів і доз добрив є актуальними.

Наукова новизна одержаних результатів. У середньому за два роки досліджень врожайність зерна в сорту КВС Спенсер в 1,3–1,4 рази більша порівняно з сортом Райгородка. Ефективність застосування добрив також змінюється залежно від сорту. У сорту КВС Спенсер врожайність у варіанті без добрив становить 5,47 т/га. Застосування 75 кг/га д. р. азотних добрив збільшує її до 6,79 т/га або в 1,2 рази. За подвійної дози азотних добрив врожайність збільшується до 7,62 т/га або в 1,4 рази. Застосування $N_{150}P_{60}K_{80}$ забезпечує отримання 8,06 т/га зерна, що більше на 47 % більше порівняно з ділянками без добрив і на 6 % порівняно з N_{150}. Тривале застосування $N_{75}P_{30}K_{40}$ збільшує врожайність зерна на 32 % порівняно з варіантом без добрив. Урожайність зерна сорту Райогородка достовірно менша порівняно з сортом КВС Спенсер. Застосування N_{75} збільшує врожайність до 5,12 т/га або на 17 % порівняно з контролем, а N_{150} – на 25 %. Тривале застосування $N_{75}P_{30}K_{40}$ збільшує врожайність до 5,50 т/га, а за умови подвійної дози – до 6,18 т/га.

Практичне значення одержаних результатів. Уточнено рекомендації

щодо застосування різних видів і доз добрив у чотирипільній сівозміні за вирощування пшениці озимої після сої. Доведено, що ефективність застосування добрив вища за вирощування пізньостиглих сортів пшениці озимої.

Апробація результатів досліджень. Основні результати виконаних досліджень доповідались і обговорювались на студентських наукових конференціях Уманського НУС (Умань, 2021–2022).

РОЗДІЛ 1
ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ ПІД ПШЕНИЦЮ М'ЯКУ ОЗИМУ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ (огляд літератури)

Пшениця – стратегічна зернова культура, оскільки займає чільне місце серед продовольчого зерна на вітчизняному іі світовому ринку [1]. Величина врожаю зерна і його якість насамперед залежать від забезпечення рослин азотом. Висока реакція пшениці на цей елемент живлення та підвищена стійкість проти вилягання її сучасних сортів відкриває великі можливості для впровадження нових ефективних прийомів у технологічний процес вирощування цієї культури. Тому в комплексі заходів для розроблення технології вирощування пшениці озимої у певних ґрунтово-кліматичних умовах вирішальна роль насамперед належить азотним добривам [2]. Як доводить практичний досвід, за допомогою простого збільшення дози азотних добрив не вдається істотно підвищити продуктивність пшениці озимої. У силу своїх біологічних особливостей вона не витримує високих доз азотних добрив, які вносять до початку сівби. Це змушує проводити підживлення у період найбільшої потреби рослин в азоті [3, 4].

Сучасні сорти пшениці озимої здатні формувати більш високий урожай зерна. Для підвищення в ньому вмісту білка рослини повинні містити більше азоту [5]. Вони переважно низькорослі і мають менше відношення між вегетативною масою й зерном, ніж у високостеблових сортів. Тому можливості накопичення в них азоту обмежені. Отже, без достатнього рівня азотного живлення наприкінці вегетації вони не можуть сформувати високоякісного зерна навіть за максимально можливого накопичення його у вегетативних органах [6].

Встановлено, що на ефективність добрив впливають особливості сорту, оскільки поглинання елементів живлення визначається генетичними

особливостями [7]. Так, маса 1000 зерен у більшості випадків знижувалась не тільки від дози азотних добрив [8], а й від строків їх внесення. Разом з тим є дані про позитивний вплив азотних добрив на масу 1000 зерен. Так, Л. М. Кононюк [9] встановлено, що маса 1000 зерен збільшувалась від 38,1 г до 40,4 г у варіанті досліду $P_{90}K_{90} + N_{30(II)} + N_{60(IV)} + N_{30(VII)}$ за вирощування сорту Артеміда і від 39,2 г до 41,1 г у сорту Єрмак. Проте найбільша маса 1000 зерен формувалась за внесення $P_{135}K_{135} + N_{60(II)} + N_{75(IV)} + N_{45(VII)}$ у сорту Артеміда – 42,5 г, а в сорту Єрмак – 42,0 г.

Азотні добрива зазвичай знижують натуру зерна, проте інколи відмічався позитивний вплив азотних підживлень на величину цього показника [10]. Вони також негативно впливають на частку зерна крупної фракції в урожаї [11], зменшують масу 1000 зерен і натуру зерна, знижують його вирівняність [12]. Від рівня азотного живлення залежить показник склоподібності зерна і за дози $N_{30–120}$ підвищується на 10–30 % [13], а за даними досліджень І. М. Пархуця [14] вона зростала від 58 % до 64 % за внесення 20 т/га гною і до 68 % – за внесення $N_{120}P_{90}K_{90}$.

Оптимальне забезпечення вологою передусім позитивно впливає на фізичні показники якості – масу 1000 зерен і натуру зерна [15, 16]. Так, за посушливих умов цей показник був на 7,4–8,0 г меншим порівняно з достатньо зволоженими [17]. Під впливом гідротермічних умов формування маси 1000 зерен може змінюватися на 10 пунктів [18].

Вчені [19–21] зазначають, що внесення добрив сприяло поліпшенню показників якості зерна. Так, застосування мінеральних добрив підвищувало масу 1000 зерен, натуру зерна та склоподібність відповідно на 7, 9 і 8 % за ГТК >1 і, незалежно від погодних умов, підвищувало вміст білка в зерні та клейковини, але при цьому немає однозначного впливу на якість клейковини зерна пшениці озимої. За посушливіших умов року (ГТК = 0,38–0,40) середня за варіантами удобрення маса 1000 зерен у 1,9 раза нижча порівняно з вологими (ГТК = 1,70–2,02), а в умовах з дефіцитом вологи – лише на 15 %.

Рівень вмісту білка за вологих умов року на 19 % нижче середнього

показника порівняно з сухими, вміст клейковини – на 31 %, а її якість – краща, бо її середня пружність за дощових умов року складала в середньому 71,5 од. п. проти 114,6 од. п. ВДК порівняно з сухим вегетаційним періодом.

Вміст білка зерна є основним показником якості зерна пшениці, на який впливає азотне та сірчане живлення. Ці макроелементи будують блоки білків. Азотне добриво збільшує вміст білка в зерні, тоді як сірчані добрива впливають на склад білка [22, 23]. Через недостатнє надходження сірки пшениця не здатна досягти свого повного потенціалу врожайності і використання азоту для синтезу білка може бути зменшено. Через те, що кількість населення збільшується, і, як наслідок, споживання продуктів харчування також підвищується, виробництво сільськогосподарських культур має бути інтенсифіковано приблизно на 70 % до 2050 року та подвоєне або потроєне до 2100 року для забезпечення продовольчої безпеки людей. Вивчення можливостей збільшення виробництва рослин та ефективного використання азотних добрив без загрози для навколишнього природного середовища є важливою областю дослідження [24].

Вміст білка в зерні пшениці озимої у надмірно дощовий період вегетації можна пояснити втратою легкорозчинних фракцій (альбумінів і глобулінів) під час проростання зародку та вимиванням цих фракцій з інших частин зерна. Підвищення ферментативної активності при цьому прямо пропорційно впливає на ступінь гідролізу білка, зменшення відношення азоту до вуглеводів у вегетативних і генеративних органах рослини [25].

У середньому за 2007–2017 рр. у межах кожного з блоків мінеральних добрив маса 1000 зерен зменшувалася з підвищенням дози азотних добрив, проте різниця між варіантами була не істотною. Спостерігалося достовірне поліпшення показника склоподібності за внесення N_{180}, $N_{180}P_{30}K_{30}$ і $N_{180}P_{60}K_{60}$ відповідно на 11,3, 14,1 і 11,1 % [26].

Озима пшениця є широко вирощуваною культурою, яка потребує достатнього внесення азотних добрив, що часто пов’язано з втратами азоту.

Застосування добрив з інгібіторами нітрифікації та інгібіторами уреази є можливістю усунути ризик втрат азоту та покращити доступність азоту для рослин. Метою роботи є порівняння впливу звичайних азотних добрив з добривами, що містять інгібітори азотоперетворення, а також оцінка строків їх внесення на врожайність і якість зерна пшениці в умовах трирічного польового досліду. Досліджувані добрива з інгібіторами вносили одноразово або роздільно в поєднанні зі звичайними добривами. Одноразове внесення сечовини з NI та/або UI призвело до відносно середнього збільшення врожайності зерна, тоді як вміст білка та показники Зеленого тесту значно підвищилися порівняно з розділеним внесенням азотних добрив. Значніший вплив сечовини на NI та UI було виявлено в умовах з високим вмістом вологи порівняно з більш сухими умовами. За внесення інгібітору сечовини спостерігалося достовірне підвищення врожайності зерна (на 6,3 %) та показника Зелені-тесту (на 16,5 %) порівняно з контролем (без інгібіторів) [30].

Ефективне використання добрив є важливим фактором сталого сільського господарства. Це не тільки впливає на врожайність, але й зменшує втрати поживних речовин, що усуває шкідливий вплив на навколишнє середовище. Азот є важливою поживною речовиною для росту та розвитку рослин. Багатьма авторами описано його позитивний вплив на виробництво рослинної біомаси, урожайність зерна та вміст білка в зерні. Середній ККД для азоту в польових умовах становить 32%, і не більше 40% [31]. Ефективність може сягати 50−70% за умови синхронного впливу пропозиції N і попиту врожаю. Низька ефективність азотних добрив спричиняє не лише економічні втрати, але й екологічно небезпечна (це втрати NO_3^- на вимивання, NH_3 на випаровування та викиди інших N-вмісних газів). Ці втрати знижують родючість ґрунту, але також становлять ризик для атмосфери, гідросфери та здоров’я людини. Випаровування NH_3 відбувається переважно при поверхневому внесенні добрив без занесення в ґрунт. Втрати

азотних добрив через випаровування NH_3 можуть сягати до 60 % азоту, внесеного під час удобрення, і вони відповідають за генерацію ядер конденсації, які сприяють парниковому ефекту [32].

Пшениця є однією з найбільш культивованих у світі зернових культур. В умовах систем інтенсивного землеробства традиційне вирощування пшениці потребує високих витрат азотних добрив, що пов’язано з ризиком втрат азоту. Внесення азотних добрив вважається вирішальним для отримання оптимального врожаю [33].

Розділене внесення азоту є загальною стратегією для оптимізації поглинання поживних речовин рослинами та для зменшення ризику втрат азоту добрив у традиційному сільському господарстві. Позитивний вплив дробового застосування на врожайність зерна пшениці, якість борошна та співвідношення гліадину та глютеніну описано декількома авторами. Ще одна можливість зменшити втрати азоту та підвищити ефективність азоту полягає у використанні добрив з інгібіторами. Ці ефективні та екологічно чисті добрива містять інгібітори, які тимчасово обмежують зміни азоту добрив у ґрунті (гідроліз або нітрифікація сечовини) [34].

Найпоширенішими азотними добривами у світі для виробництва озимої пшениці є амідні добрива. Сечовина, яка наноситься на поверхню ґрунту, дуже швидко гідролізується, тим самим утворюючи CO_2 і велику кількість NH_3. Для гідролізу сечовини необхідний фермент уреаза, активність якого може бути знижена інгібітором уреази (UI). Застосування UI з сечовиною сприяє затримці перетворення сечовини в NH_4^+ у ґрунті завдяки частковому пригніченню активності уреази [35].

Принцип дії більшості інгібіторів нітрифікації (HI) полягає у впливі ферменту аміачно-монооксигенази, який відповідає за окислення амонію в нітрит на першому етапі нітрифікації (перетворення NH_4^+ в NO_2). NI тимчасово зв’язує аміачну монооксигеназу, що призводить до збереження нерухомого амонійного азоту в ґрунті на більш тривалий період (4−10

тижнів). Згодом це зменшує кількість NO_3^-, який є дуже рухливим у ґрунті та бере участь у вимиванні та денітрифікації. Денітрифікація також є джерелом викидів NO та N_2O. NI також рекомендовані Міжурядовою групою експертів зі зміни клімату (IPCC) як варіант для зменшення викидів N_2O в сільському господарстві. Стабілізовані добрива, здається, представляють хорошу можливість мінімізувати негативний вплив втрат азоту на навколишнє середовище та покращити агрономічні переваги внесення добрив, оскільки їх позитивні екологічні аспекти були розглянуті багатьма авторами [36].

На кількість доступного азоту в ґрунті впливає не лише внесення добрив, а й рівень їх мінералізації. Припускається, що мінералізація N постачає випадкові та непередбачувані кількості неорганічного N з року в рік. Коливання залишкового азоту в ґрунті є непередбачуваним і на нього впливають випадкові впливи навколишнього середовища 37.

Мінералізація органічного азоту ґрунту часто прискорюється застосуванням азотних добрив, що призводить до взаємодії доданого азоту або до ефекту праймінгу. Азот, що постачається шляхом удобрення, може бути збережений шляхом його іммобілізації мікроорганізмами (біотичний процес) і фіксації мінералами ґрунтової глини (абіотичний процес). Згодом він може бути ремінералізований і далі вивільнений, щоб покрити потреби врожаю, таким чином зменшуючи втрати азоту. Застосування інгібіторів N-трансформації істотно впливає на ці процеси [38].

Іншою важливою поживною речовиною для оптимального розвитку пшениці є сірка (S), яка відіграє важливу роль у формуванні врожаю та білковому складі. Взаємодія між азотом і сіркою впливає не тільки на поглинання і асиміляцію NO_3^- і SO_4^{2-}, а й на метаболізм N і S. Сірка також позитивно впливає на якість білка в зерні. У пшениці з дефіцитом S амінокислота аспарагін накопичується в зерні, що сприяє підвищенню ризику утворення нездорового акриламіду під час випікання борошняних виробів [39, 40].

Представлена робота може сприяти ефективнішому застосуванню азотних добрив. Підкреслити їх вплив на врожайність зерна пшениці озимої та якісні показники. На основі попередніх досліджень відомо, що ефективність застосування азотних добрив істотно залежить від погодних умов і реакції сорту пшениці озимої на удобрення. При цьому результати досліджень стосуються зон, погодні умови яких значно відрізняються від Правобережного Лісостепу. Тому проведені дослідження є актуальними.

РОЗДІЛ 2
ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Опис сорту КВС Спенсер. Вегетаційний період пшениці становить 260–275 днів. Висота наполовину розлогої культури досягає 89 см, циліндричний колосок білий або солом'яно-жовтий. Зернівка червоного кольору середньої довжини, маса 1000 зерен – 40–45 г.

Пшеницю сорту Спенсер КВС, купити яку можна в будь-який зручний час, рекомендується сіяти на глибину 3–4 см з нормою висіву 350–450 зерна/га. Кількість колосків на 1м^2 становить 550–650 шт. Посів варто проводити відповідно до загальноприйнятих норм вашого регіону, вчасно проводити обробку для захисту від шкідників, захворювань, бур'янів.

Переваги сорту:

висока та стабільна врожайність навіть в умовах періодичної посухи,

висока зимостійкість,

висока стійкість до хвороб листя та колосу,

високі якісні показники: високий вміст білку та високе число падіння,

висока стійкість до іонів Al^{3-},

невибагливий до ґрунтів.

Опис сорту Райгородка. Ранньостиглий сорт високоінтенсивного типу. Різновид лютесценс. Сорт середньорослий, стійкий до вилягання. продуктивність до 99,2 ц/га. Сильна пшениця. Вміст білка 15,0–15,5%, вміст клейковини у зерні – до 32,8%. Стійкий до ураження основними хворобами.

РОЗДІЛ 3
УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Ґрунтові умови

Експериментальну частину досліджень проведено в умовах Правобережного Лісостепу України у стаціонарному польовому досліді з географічними координатами за Гринвічем 48° 46' північної широти і 30° 14' східної довготи, закладеному у 2011 році на дослідному полі Уманського НУС. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі з вмістом гумусу 3,8 %, вміст азоту легкогідролізованих сполук – низький, рухомих сполук фосфору та калію – підвищений, pH_{KCl} – 5,7.

3.2 Погодні умови

За 2022 р. випало 479 мм опадів, що на 25 % менше середньо багаторічного показника. Температура повітря була вищою порівняно з середньобагаторічною. Кількість опадів у 2023 р. була більшою порівняно з 2022 р. У цілому погодні умови були сприятливими для росту і розвитку рослин пшениці м’якої озимої. Детальніший аналіз погодних умов наведено в результатах досліджень.

3.3 Схема досліду

Дослід одночасно розгорнутий на чотирьох полях, що дає змогу щорічно отримувати дані врожайності всіх культур сівозміни (пшениця озима, кукурудза, ячмінь ярий, соя). Повторення досліду триразове. Площа облікової ділянки 25 $м^2$. У варіанті досліду виробничого контролю ($N_{150}P_{60}K_{80}$) доза добрив розрахована за господарським винесенням основних

елементів живлення культурами сівозміни. Схему досліду складено так, щоб за результатами проведених досліджень можна було визначити можливість зниження доз окремих видів мінеральних добрив і визначити оптимальне їх поєднання як у сівозміні, так і під окремі культури.

Схема застосування добрив у польовій сівозміні під пшеницю м'яку озиму (сорти Райгородка (ранньостиглий), КВС Спенсер (пізньостиглий)) включала такі варіанти: без добрив (контроль), N_{75}, N_{150}, $P_{60}K_{80}$, $N_{150}K_{80}$, $N_{150}P_{60}$, $N_{75}P_{30}K_{40}$, $N_{150}P_{60}K_{80}$, $N_{150}P_{30}K_{40}$, $N_{150}P_{60}K_{40}$, $N_{150}P_{30}K_{80}$. Нетоварна частина врожаю культур сівозміни (солома, стебелиння) залишається на полі на добриво.

3.4 Агротехнологія культури

Агротехнологія включала проведення лущення стерні сої в 2 сліди. Відповідно до схеми досліду фосфорні та калійні добрива вносяться під зяблевий обробіток ґрунту, азотні – під передпосівну культивацію та в підживлення. Сівбу проводили у І декаді жовтня. Після цього проводили коткування. У фазу початку виходу рослин у трубку застосовували гербіцид і фунгіцид. Збирання проводили прямим комбайнуванням у ІІ декаді липня.

3.5 Методи проведення досліджень

Урожайність визначали поділянково прямим комбайнуванням. Фізико-хімічні показники визначали відповідно до методики [1]. Групування коефіцієнта варіювання здійснювали за такими градаціями: 0–10 % – незначне, 10–20 – невелике, 20–40 – середнє, 40–60 – велике, ≥ 60 % – дуже велике. Статистичне оброблення даних здійснювали методом двофакторного дисперсійного аналізу польового досліду. Індекс стабільності визначали за такою формулою:

РОЗДІЛ 4
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Вважається, що для формування оптимального вмісту білка в зерні пшениці в умовах достатнього забезпечення вологою необхідно поліпшувати азотний режим живлення [27, 28]. Так, за теплих умов з достатньою забезпеченістю вологою вміст білка в зерні пшениці озимої зростав від 9,7 % до 13,2 % у варіанті застосування 150 кг/га д. р. азотних добрив, за прохолодніших умов з достатнім зволоженням – від 12,2 до13,9, а за холодних з дефіцитом вологи – від 12,5 до 14,9 %. Подібно змінювався амінокислотний склад зерна [29].

Отже, застосування азотних добрив знижує негативний вплив складових погоди на вміст білка в зерні пшениці озимої. Крім цього, вплив добрив змінюється від селекційно-генетичних особливостей сорту, що зумовлює необхідність проведення досліджень.

У середньому за два роки проведених досліджень маса 1000 зерен пшениці м'якої озимої сорту КВС Спенсер збільшувалась від 37,2 до 38,5 г залежно від системи удобрення (табл. 4.1). Застосування всіх видів добрив підвищувало її на 3 % порівняно з ділянками без добрив. Достовірної різниці між системами застосування добрив у польовій сівозміні не встановлено. Високий індекс стабільності (0,96–1,00) формування маси 1000 зерен за вирощування обох сортів свідчить про незначний вплив погодних умов вегетаційного періоду. Так, у 2022 р. цей показник збільшувався від 37,1 до 38,3 г, а в 2023 р. – від 37,2 до 39,1 г.

У сорту Райогородка маса 1000 зерен була істотно більшою порівняно з сортом КВС Спенсер на 16–17 % ($НІР_{05}$=0,8–0,9). Застосування 75 кг/га д. р. азотних добрив збільшувало її від 43,2 г до 43,6–43,8 г або лише на 1 %, а за подвійної дози – до 44,8–45,2 г, або на 4–5 %. Ефективність застосування парної комбінації фосфорних і калійних добрив була вищою за вирощування

сорту КВС Спенсер.

Для пшениці дуже високою вважається маса 1000 зерен > 35 г, високою, якщо цей показник знаходиться в межах – 30–35, середньою – 27–30, низькою < 27 г [1]. Отже, маса 1000 зерен сортів пшениці м'якої озимої була дуже високою як у середньому, так і за роками проведення досліджень.

Таблиця 4.1

Маса 1000 зерен різностиглих сортів пшениці м'якої озимої залежно від системи удобрення, г

Варіант досліду (чинник А)		Рік проведення досліджень		Середнє за два роки	Індекс стабільності
		2022	2023		
Сорт КВС Спенсер (чинник В)					
Без добрив (контроль)		37,1	37,2	37,2	1,00
N_{75}		37,8	38,8	38,3	0,97
N_{150}		38,1	38,6	38,4	0,99
$P_{60}K_{80}$		37,5	39,1	38,3	0,96
$N_{150}K_{80}$		38,3	38,6	38,5	0,99
$N_{150}P_{60}$		38,1	38,7	38,4	0,98
$N_{75}P_{30}K_{40}$		37,9	38,8	38,4	0,98
$N_{150}P_{60}K_{80}$		38,3	38,4	38,4	1,00
$N_{150}P_{30}K_{40}$		38,2	38,2	38,2	1,00
$N_{150}P_{60}K_{40}$		38,3	38,6	38,5	0,99
$N_{150}P_{30}K_{80}$		38,3	38,7	38,5	0,99
Сорт Райогородка					
Без добрив (контроль)		42,5	43,9	43,2	0,97
N_{75}		42,9	44,3	43,6	0,97
N_{150}		43,9	45,6	44,8	0,96
$P_{60}K_{80}$		42,7	44,3	43,5	0,96
$N_{150}K_{80}$		44,1	45,9	45,0	0,96
$N_{150}P_{60}$		44,0	45,4	44,7	0,97
$N_{75}P_{30}K_{40}$		43,0	44,5	43,8	0,97
$N_{150}P_{60}K_{80}$		44,2	45,8	45,0	0,97
$N_{150}P_{30}K_{40}$		44,0	45,7	44,9	0,96
$N_{150}P_{60}K_{40}$		44,1	45,8	45,0	0,96
$N_{150}P_{30}K_{80}$		44,2	46,2	45,2	0,96
$НІР_{05}$	*A*	*1,0*	*1,0*	–	*0,02*
	B	*0,8*	*0,9*	–	*0,02*

Натура зерна обох сортів пшениці м'якої озимої збільшувалась як у

середньому, так і за роки проведення досліджень з індексом стабільності 0,98–1,00 (табл. 4.2). Так, у середньому за два роки проведення досліджень вона збільшувалась у сорту КВС Спенсер від 771 до 779–789 г/л або на 1–2 % залежно від системи удобрення. Зерно сорту Райогородка мало на 6 % більшу натуру зерна порівняно з сортом КВС Спенсер. У середньому вона збільшувалась від 820 до 831–838 г/л за внесення добрив або лише на 1–2 %.

Таблиця 4.2

Натура зерна різностиглих сортів пшениці м'якої озимої залежно від системи удобрення, г/л

Варіант досліду (чинник А)		Рік проведення досліджень		Середнє за два роки	Індекс стабільності
		2022	2023		
Сорт КВС Спенсер (чинник В)					
Без добрив (контроль)		769	772	771	1,00
N_{75}		775	782	779	0,99
N_{150}		783	790	787	0,99
$P_{60}K_{80}$		771	780	776	0,99
$N_{150}K_{80}$		786	792	789	0,99
$N_{150}P_{60}$		784	790	787	0,99
$N_{75}P_{30}K_{40}$		776	779	778	1,00
$N_{150}P_{60}K_{80}$		785	792	789	0,99
$N_{150}P_{30}K_{40}$		784	791	788	0,99
$N_{150}P_{60}K_{40}$		783	791	787	0,99
$N_{150}P_{30}K_{80}$		784	792	788	0,99
Сорт Райогородка					
Без добрив (контроль)		813	826	820	0,98
N_{75}		822	839	831	0,98
N_{150}		832	841	837	0,99
$P_{60}K_{80}$		815	829	822	0,98
$N_{150}K_{80}$		836	840	838	1,00
$N_{150}P_{60}$		831	835	833	1,00
$N_{75}P_{30}K_{40}$		823	838	831	0,98
$N_{150}P_{60}K_{80}$		833	840	837	0,99
$N_{150}P_{30}K_{40}$		831	842	837	0,99
$N_{150}P_{60}K_{40}$		832	841	837	0,99
$N_{150}P_{30}K_{80}$		834	842	838	0,99
$НІР_{05}$	*A*	*20*	*19*	–	*0,02*
	B	*18*	*17*	–	*0,02*

Відомо, що для пшениці натура зерна ≥ 785 г/л – дуже висока, 764–785 – висока, 725–764 – середня, ≤ 724 г/л – низька [1]. Отже, натура зерна пшениці м'якої озимої сорту КВС Спенсер у 2022 р. була дуже високою за внесення 150 кг/га д. р. азотних добрив на фосфорно-калійному тлі та за азотно-калійної системи удобрення. У решти варіантах досліду вона була високою. У 2023 р. варіанти із застосуванням N_{150}, $N_{150}K_{80}$, $N_{150}P_{60}$ і повним мінеральним добривом $N_{150}P_{60}K_{80}$ забезпечували виробництво зерна з дуже високою натурою. Слід відзначити, що цей показник у сорту Райогородка був дуже високим в усіх варіантах досліду.

Відповідно до ДСТУ 3768:2019. Пшениця. Технічні умови. за натурою зерно пшениці м'якої озимої сорту Райогородка, вирощене за два роки досліджень відповідало 1 класу якості за всіх систем удобрення. Зерно сорту КВС Спенсер у варіантах без добрив і фосфорно-калійному тлі – 2 класу.

Результати проведених досліджень показали, що між масою 1000 зерен і натурою зерна існує певний зв'язок. Так, у сорту КВС Спенсер у 2022 р. він був прямим дуже високим – r = 0,95, а в 2023 р. – прямим помірним – r = 0,37. У сорту Райогородка він становив відповідно r = 0,97 (дуже високий) і r = 0,78 (високий). Це свідчить про вплив погодних умов і особливостей сорту на ці показники. У результаті отримано рівняння регресії цієї залежності:

$y = 9{,}8329x + 407{,}07$ ($R^2 = 0{,}49$) для сорту КВС Спенсер,

$y = 6{,}913x + 525{,}5$ ($R^2 = 0{,}82$) для сорту Райогородка

де y – натура зерна, г/л;

x – маса 1000 зерен, г (рис. 4.1).

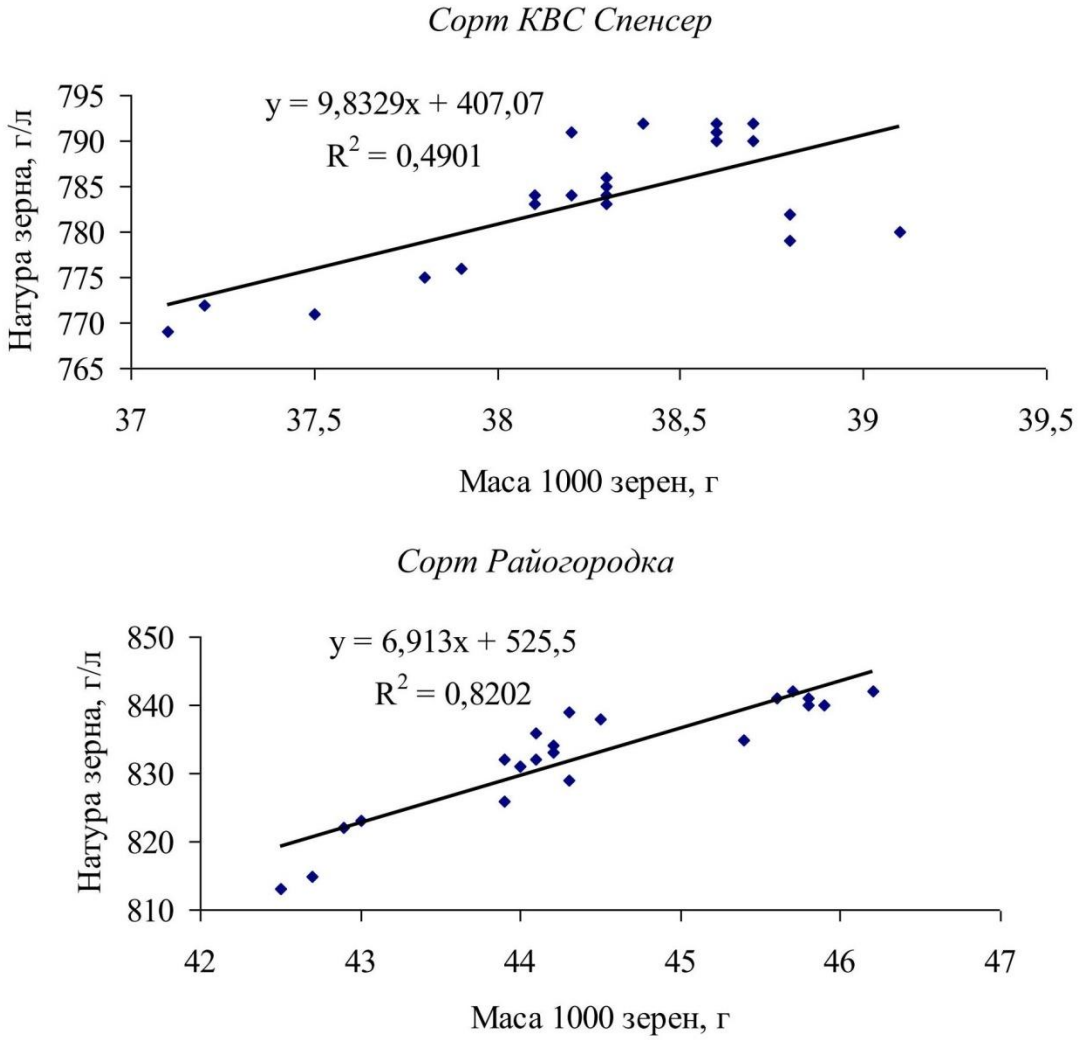


Рис. 4.1 Кореляційна залежність між натурою зерна та масою 1000 зерен різностиглих сортів пшениці м'якої озимої

Індекс твердості зерна, отриманий за результатами ближньої інфрачервоної спектроскопії, змінювався залежно від сорту та удобрення пшениці м'якої озимої за індексу стабільності 0,90–0,94 (табл. 4.3). Встановлено, що в сорту КВС Спенсер у середньому за два роки досліджень на нього найбільше впливала азотна складова повного мінерального добрива. Так, цей показник зростав від 40,7 од. п. до 46,5 або на 14 % за внесення N_{75} і до 49,3–50,4 од. п., або на 21–24 % у варіантах застосування 150 кг/га д. р.

азотних добрив. За фосфорно-калійної системи удобрення він майже не змінювався і становив 40,3 од. п.

Таблиця 4.3

Індекс твердості зерна різностиглих сортів пшениці м'якої озимої залежно від системи удобрення, од. п.

Варіант досліду (чинник А)		Рік проведення досліджень		Середнє за два роки	Індекс стабільності
		2022	2023		
Сорт КВС Спенсер (чинник В)					
Без добрив (контроль)		42,6	38,7	40,7	0,91
N_{75}		48,6	44,4	46,5	0,91
N_{150}		51,7	47,5	49,6	0,92
$P_{60}K_{80}$		42,3	38,2	40,3	0,90
$N_{150}K_{80}$		51,5	47,3	49,4	0,92
$N_{150}P_{60}$		51,7	47,4	49,6	0,92
$N_{75}P_{30}K_{40}$		51,4	47,2	49,3	0,92
$N_{150}P_{60}K_{80}$		52,6	48,2	50,4	0,92
$N_{150}P_{30}K_{40}$		51,5	47,4	49,5	0,92
$N_{150}P_{60}K_{40}$		51,8	47,9	49,9	0,92
$N_{150}P_{30}K_{80}$		51,6	47,5	49,6	0,92
Сорт Райогородка					
Без добрив (контроль)		64,2	60,2	62,2	0,94
N_{75}		70,4	65,4	67,9	0,93
N_{150}		71,5	66,3	68,9	0,93
$P_{60}K_{80}$		65,6	60,4	63,0	0,92
$N_{150}K_{80}$		71,8	66,9	69,4	0,93
$N_{150}P_{60}$		71,6	66,3	69,0	0,93
$N_{75}P_{30}K_{40}$		70,7	65,8	68,3	0,93
$N_{150}P_{60}K_{80}$		71,8	66,5	69,2	0,93
$N_{150}P_{30}K_{40}$		71,2	66,0	68,6	0,93
$N_{150}P_{60}K_{40}$		71,8	66,7	69,3	0,93
$N_{150}P_{30}K_{80}$		71,9	66,8	69,4	0,93
$НІР_{05}$	*A*	*1,5*	*1,2*	–	*0,02*
	B	*1,2*	*1,0*	–	*0,01*

У сорту Райогородка твердість зерна була в 1,4–1,5 раза вищою порівняно з сортом КВС Спенсер залежно від варіанту досліду. Так, вона зростала від 62,2 од. п. у варіанті без добрив до 67,9–69,2 од. п. або на 9–11 %

залежно від системи удобрення. Із систем удобрення найменше впливало застосування $P_{60}K_{80}$.

Індекс твердості зерна змінювався залежно від погодних умов року дослідження з достовірним впливом азотної складової системи удобрення і сорту. Так, у 2022 р. в сорту КВС Спенсер він становив 42,6–52,6 од. п., а в 2023 р. – 38,7–48,2 од. п. залежно від варіанту досліду. У сорту Райогородка відповідно 64,2–71,8 і 60,2–66,8 од. п.

Відомо, що за індексу твердості ≥ 60 од. п. зерно відноситься до твердозерного типу, 54–60 – середньотвердозерного, ≤ 54 од. п. – м'якозерного типу [1]. Отже, за цим показником зерно пшениці м'якої озимої сорту КВС Спенсер було м'якозерного типу, а сорту Райогородка – твердозерного в усі роки проведення досліджень.

Найбільше на вміст білка впливало застосування азотних добрив (табл. 4.4). Внесення N_{75} підвищувало його вміст до 12,3 % або на 5 %, а N_{150} – до 13,3 %, або на 14 % порівняно з варіантом без добрив (11,7 %). Застосування повного мінерального добрива ($N_{75}P_{30}K_{40}$) забезпечувало підвищення цього показника на 8 % і на 17 % ($N_{150}P_{60}K_{80}$). Варіанти досліду з неповним поверненням винесеного з урожаями фосфору і калію істотно не знижували вмісту білка в зерні пшениці озимої сорту КВС Спенсер.

Вміст білка в зерні пшениці м'якої озимої сорту Райогородка був на 20–23 % вищим порівняно з сортом КВС Спенсер. Внесення 75 кг/га д. р. азотних добрив підвищувало вміст білка до 15,4 % або на 7 %, а 150 кг/га д. р. – до 15,9 %, або на 10 % порівняно з варіантом без добрив. Застосування фосфорних і калійних добрив на тлі азотних підвищувало вміст білка на 0,2–0,5 абс. %. Слід відзначити, що індекс стабільності формування вмісту білка був високим за вирощування обох сортів – 0,94–0,97.

Таблиця 4.4

Вміст білка в зерні різностиглих сортів пшениці м'якої озимої та її стабільність залежно від систем удобрення

Варіант досліду (чинник А)		Рік дослідження		Середнє за два роки	Індекс стабільності
		2022	2023		
Сорт КВС Спенсер (чинник В)					
Без добрив (контроль)		11,9	11,4	11,7	0,96
N_{75}		12,6	12,0	12,3	0,95
N_{150}		13,5	13,1	13,3	0,97
$P_{60}K_{80}$		11,8	11,3	11,6	0,96
$N_{150}K_{80}$		13,7	13,3	13,5	0,97
$N_{150}P_{60}$		13,8	13,3	13,6	0,96
$N_{75}P_{30}K_{40}$		12,7	12,5	12,6	0,98
$N_{150}P_{60}K_{80}$		13,9	13,4	13,7	0,96
$N_{150}P_{30}K_{40}$		13,8	13,2	13,5	0,96
$N_{150}P_{60}K_{40}$		13,9	13,4	13,7	0,96
$N_{150}P_{30}K_{80}$		13,8	13,3	13,6	0,96
Сорт Райогородка					
Без добрив (контроль)		14,6	14,1	14,4	0,97
N_{75}		15,8	15,0	15,4	0,95
N_{150}		16,3	15,5	15,9	0,95
$P_{60}K_{80}$		14,9	14,1	14,5	0,95
$N_{150}K_{80}$		16,5	15,6	16,1	0,95
$N_{150}P_{60}$		16,4	15,7	16,1	0,96
$N_{75}P_{30}K_{40}$		16,0	15,2	15,6	0,95
$N_{150}P_{60}K_{80}$		16,8	16,0	16,4	0,95
$N_{150}P_{30}K_{40}$		16,3	15,5	15,9	0,95
$N_{150}P_{60}K_{40}$		16,8	16,0	16,4	0,95
$N_{150}P_{30}K_{80}$		16,8	15,8	16,3	0,94
$НІР_{05}$ за чинниками	*A*	*0,3*	*0,2*	–	–
	B	*0,5*	*0,4*	–	–
	AB	*0,8*	*0,7*	–	–

За більшої кількості опадів у 2023 р. у період достигання зерна (68,2 мм) порівняно з 2022 р. (49,7 мм) у зерні обох сортів пшениці м'якої озимої формувався нижчий вміст білка.

Для пшениці дуже високим вважається вміст білка > 18 %, високим – в межах 16–18, середнім – 14–16, низьким – 12–14 і дуже низьким < 12 % [1].

Отже, в зерні пшениці м'якої озимої сорту КВС Спенсер вміст білка був дуже низьким за вирощування на неудобрених ділянках, а в решти варіантах досліду – низький. У зерні сорту Райогородка, вирощеного в 2022 р. у варіантах без добрив, N_{75} і $P_{60}K_{80}$ він був середній, а в решти варіантах – високим. У зерні 2023 р. вміст білка був середній.

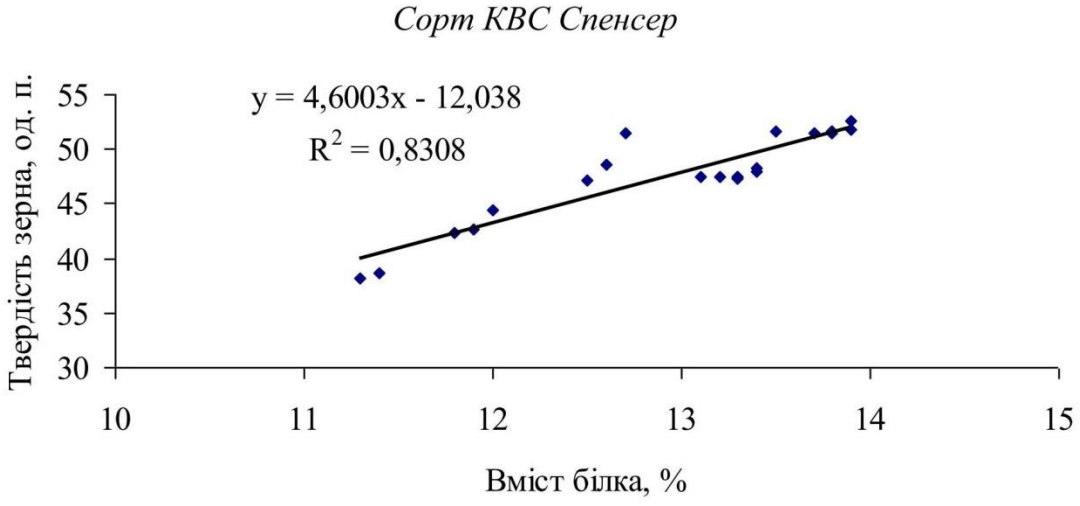
Індекс твердості зерна пшениці м'якої озимої прямо пропорційно залежав від вмісту білка в зерні. Так, між ними у 2022–2023 рр. встановлено дуже високий кореляційний зв'язок (відповідно r = 0,91 і r = 0,94). У сорту Райогородка він також був дуже високим і становив відповідно r = 0,96 і r = 0,95. У результаті отримано рівняння регресії цієї залежності з високим коефіцієнтом апроксимації

$y = 4{,}6003x - 12{,}038$ ($R^2 = 0{,}83$) для сорту КВС Спенсер,

$y = 4{,}1954x - 1{,}793$ ($R^2 = 0{,}88$) для сорту Райогородка

де y – твердість зерна, од. п.;

x – вміст білка, % (рис. 4.2).



порівняно з ділянками без добрив і на 6 % порівняно з N_{150}. Тривале застосування $N_{75}P_{30}K_{40}$ збільшувало врожайність зерна на 32 % порівняно з варіантом без добрив.

Таблиця 4.5

Урожайність зерна різностиглих сортів пшениці м'якої озимої залежно від системи удобрення, т/га

Варіант досліду (чинник А)		Рік проведення досліджень		Середнє за два роки	Індекс стабільності
		2022	2023		
Сорт КВС Спенсер (чинник В)					
Без добрив (контроль)		4,93	6,00	5,47	0,82
N_{75}		6,38	7,20	6,79	0,89
N_{150}		7,57	7,67	7,62	0,99
$P_{60}K_{80}$		5,47	6,43	5,95	0,85
$N_{150}K_{80}$		7,71	7,74	7,73	1,00
$N_{150}P_{60}$		7,88	7,72	7,80	1,02
$N_{75}P_{30}K_{40}$		6,93	7,53	7,23	0,92
$N_{150}P_{60}K_{80}$		8,28	7,83	8,06	0,91
$N_{150}P_{30}K_{40}$		7,97	7,79	7,88	0,93
$N_{150}P_{60}K_{40}$		8,22	7,78	8,00	0,94
$N_{150}P_{30}K_{80}$		8,01	7,76	7,89	0,95
Сорт Райогородка					
Без добрив (контроль)		4,23	4,50	4,37	0,94
N_{75}		4,75	5,48	5,12	0,87
N_{150}		5,08	5,87	5,48	0,87
$P_{60}K_{80}$		4,50	4,70	4,60	0,96
$N_{150}K_{80}$		5,45	6,02	5,74	0,91
$N_{150}P_{60}$		5,64	6,08	5,86	0,93
$N_{75}P_{30}K_{40}$		5,25	5,75	5,50	0,91
$N_{150}P_{60}K_{80}$		6,13	6,22	6,18	0,99
$N_{150}P_{30}K_{40}$		5,67	6,04	5,86	0,94
$N_{150}P_{60}K_{40}$		6,03	6,18	6,11	0,98
$N_{150}P_{30}K_{80}$		5,80	6,12	5,96	0,95
$НІР_{05}$	*A*	*0,17*	*0,19*	–	*0,02*
	B	*0,15*	*0,18*	–	*0,01*

Необхідно відзначити, що варіанти з неповним поверненням фосфорних і калійних добрив достовірно не знижували урожайність порівняно з повним

мінеральним добривом.

Урожайність зерна сорту Райогородка був достовірно меншим порівняно з сортом КВС Спенсер. Застосування N_{75} збільшувало врожайність до 5,12 т/га або на 17 % порівняно з контролем, а N_{150} – на 25 %. Тривале застосування $N_{75}P_{30}K_{40}$ збільшувало врожайність до 5,50 т/га, а за умови подвійної дози – до 6,18 т/га.

Слід зазначити, що застосування добрив за вирощування обох сортів сприяло підвищенню стабільності формування врожаю, оскільки його індекс зростав від 0,92 до 0,94–1,00.

Отже, в результаті проведених досліджень встановлено, що:

У середньому за два роки досліджень врожайність зерна в сорту КВС Спенсер в 1,3–1,4 рази більша порівняно з сортом Райгородка. Ефективність застосування добрив також змінюється залежно від сорту. У сорту КВС Спенсер врожайність у варіанті без добрив становить 5,47 т/га. Застосування 75 кг/га д. р. азотних добрив збільшує її до 6,79 т/га або в 1,2 рази. За подвійної дози азотних добрив врожайність збільшується до 7,62 т/га або в 1,4 рази. Застосування $N_{150}P_{60}K_{80}$ забезпечує отримання 8,06 т/га зерна, що більше на 47 % більше порівняно з ділянками без добрив і на 6 % порівняно з N_{150}. Тривале застосування $N_{75}P_{30}K_{40}$ збільшує врожайність зерна на 32 % порівняно з варіантом без добрив.

Урожайність зерна сорту Райогородка достовірно менша порівняно з сортом КВС Спенсер. Застосування N_{75} збільшує врожайність до 5,12 т/га або на 17 % порівняно з контролем, а N_{150} – на 25 %. Тривале застосування $N_{75}P_{30}K_{40}$ збільшує врожайність до 5,50 т/га, а за умови подвійної дози – до 6,18 т/га.

РОЗДІЛ 6
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

Економічні показники ефективності удобрення пшениці озимої наведено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1

Економічна ефективність удобрення сортів пшениці м'якої озимої

Варіант досліду	Показник				
	Приріст урожаю, т/га	Вартість продукції, тис грн/га	Витрати на удобрення, тис грн/га	Умовно чистий прибуток, тис грн/га	Рівень рентабельності, %
Сорт КВС Спенсер					
N_{75}	1,32	10,6	2,8	7,7	272
N_{150}	2,15	17,2	7,7	9,5	124
$P_{60}K_{80}$	0,48	3,8	6,0	-2,2	-36
$N_{150}K_{80}$	2,26	18,1	10,3	7,8	76
$N_{150}P_{60}$	2,33	18,6	13,1	5,6	43
$N_{75}P_{30}K_{40}$	1,76	14,1	6,8	7,2	106
$N_{150}P_{60}K_{80}$	2,59	20,7	15,7	5,0	32
$N_{150}P_{30}K_{40}$	2,41	19,3	11,7	7,6	65
$N_{150}P_{60}K_{40}$	2,53	20,2	14,4	5,9	41
$N_{150}P_{30}K_{80}$	2,42	19,4	13,0	6,4	49
Сорт Райгородка					
N_{75}	0,75	6,0	2,8	3,2	111
N_{150}	1,11	8,9	7,7	1,2	16
$P_{60}K_{80}$	0,23	1,8	6,0	-4,2	-69
$N_{150}K_{80}$	1,37	11,0	10,3	0,7	7
$N_{150}P_{60}$	1,49	11,9	13,1	-1,2	-9
$N_{75}P_{30}K_{40}$	1,13	9,0	6,8	2,2	32
$N_{150}P_{60}K_{80}$	1,81	14,5	15,7	-1,2	-8
$N_{150}P_{30}K_{40}$	1,49	11,9	11,7	0,2	2
$N_{150}P_{60}K_{40}$	1,74	13,9	14,4	-0,5	-3
$N_{150}P_{30}K_{80}$	1,59	12,7	13,0	-0,3	-2

Вартість 1 т зерна пшениці м'якої озимої приймали за 8000 грн, 1 т аміачної селітри – 17 тис грн., 1 т суперфосфату гранульованого – 18,1 т

калію хлористого – 19 тис. грн. За таких параметрів цін економічна ефективність змінювалась залежно від системи удобрення пшениці м’якої озимої.

Економічно доцільно вирощувати сорт КВС Спенсер, оскільки забезпечує отримання найвищого прибутку. При цьому ефективним було застосування 150 кг/га д. р. азотних добрив. Умовно чистий прибуток при цьому становив 9,5 тис. грн/га.

Отже, в системі удобрення пшениці м’якої озимої за економічної ситуації на ринку України у 2023 р. ефективним є застосування 150 кг/га д. р. азотних добрив. Економічно доцільно вирощувати сорт КВС Спенсер, оскільки забезпечує отримання найбільшого прибутку порівняно з сортом Райгородка.

РОЗДІЛ 6
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1 Організація умов і заходів з охорони праці та моделювання виробничих небезпек за вирощування пшениці м'якої озимої

Особи, діяльність яких пов'язана з транспортуванням, зберіганням, застосуванням пестицидів і агрохімікатів та торгівлею ними, повинні мати допуск (посвідчення) на право роботи із зазначеними пестицидами і агрохімікатами. До роботи з пестицидами і мінеральними добривами допускаються особи, які не мають медичних протипоказань і пройшли медичні огляди (при вступі на роботу і періодичні в процесі роботи). Не допускаються до таких робіт особи молодше 18 років, вагітні і жінки годувальниці.

Важливим заходом профілактики отруєнь є дотримання строків безпечного виходу людей на площі, які оброблені пестицидами. Строки виходу людей на оброблені пестицидами площі для проведення ручних робіт 7 днів, механізованих – 3 дні.

Всі роботи з пестицидами і мінеральними добривами повинні бути максимально механізовані. Виконують їх із застосуванням ЗІЗ, ряд робіт виконують в протигазах або респіраторах.

Пестициди і мінеральні добрива зберігають в окремих будівлях. Спільно з ними не можна зберігати хімічні консерванти кормів, кормові добавки, фарби, лаки, харчові продукти та ін.

Пестициди зберігають у заводській тарі (бочках, барабанах, каністрах, скляних бутлях, коробках тощо). На тарі всіх видів повинні бути зазначені найменування препарату, номінальний відсоток діючої речовини, група пестициду, знак небезпеки, маса нетто, а також напис "Вогненебезпечно", або "Вибухонебезпечно" (за наявності у препарату відповідних властивостей). До

кожної пакувальної одиниці повинні бути додані (приклеєні) рекомендації щодо застосування. На тарі сильнодіючих токсичних, отруйних речовин повинен бути нанесений малюнок черепа зі схрещеними кістками і напис "Обережно. Отрута!".

Під час внесення добрив відбувається утворення пилу, який містить часточки складової суміші, що може викликати дерматоз шкіри, коньюктивіт, кровотечі в слизових оболонках носа. Тому всі працівники, які контактують з добривами повинні забезпечуватись спецодягом, у тому числі засобами захисту очей і носа.

Під час роботи механізатора на внесенні мінеральних добрив у кабіні рівень шуму сягає 105–115 дБ, за норми 85 дБ. Небезпечним травмувальним чинником є відкриті робочі органи машин, обертові механізми, що незахищені захисними кожухами. Усі працівники повинні пройти медичне обстеження, а також інструктажі з охорони праці.

На полі повинно бути місце відпочинку, де обов'язково є закритий бачок з питною водою, умивальник, рушник, мило. Для працюючих у полі організовують безкоштовне харчування, а особам які працюють з мінеральними добривами виділяють 0,5 л молока.

Одним із методів усунення виникнення травмування під час проведення технологічних операцій є прогнозування моделей їх розвитку. Розроблення таких моделей дає можливість виявити і вчасно ліквідувати небезпечну ситуацію.

Під час внесення мінеральних добрив на механізатора впливають наступні небезпечні і шкідливі чинники:

НУ1 (небезпечна ситуація) – несправність муфти зчеплення,

НУ2 – несправність гідросистеми,

НС1 (небезпечна ситуація) – самовільний рух трактора назад,

НС3 – випадкове самовільне опускання розкидача мінеральних добрив,

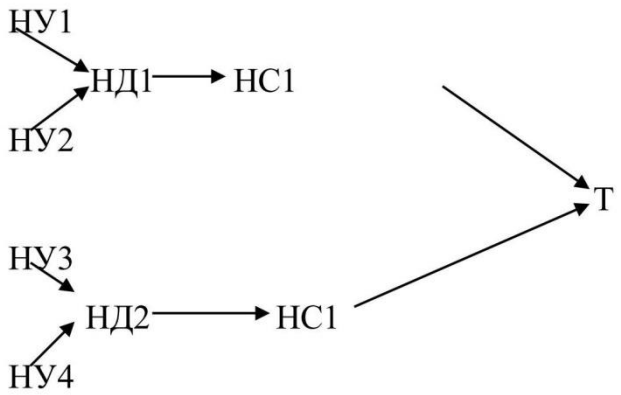
НД1 (небезпечна дія) – механізатор проводить очистку агрегату під час ввімкненого двигуна,

НД2 – під час очищення агрегату механізатор знаходиться під розкидачем,

НС2 – наїзд трактора на працівника,

Т (травма) – травма механізатора.

Модель процесу



Отже, суворе дотримання правил техніки безпеки і санітарних правил – безпечна умова правильної організації праці під час застосування мінеральних добрив запобігає нещасним випадкам і виробничим травмам.

6.2 Охорона навколишнього природнього середовища під час вирощування пшениці озимої

В агротехнології пшениці озимої застосовують значну кількість пестицидів та агрохімікатів, які можуть негативно впливати на навколишнє природне середовище. Проте це відбувається за умови неправильного їх застосування або застосування препаратів не відповідної якості.

Пестициди – токсичні речовини, їх сполуки або суміші речовин

ВИСНОВКИ

Фізико-хімічні властивості зерна змінюються залежно від системи удобрення, сорту та погодних умов вегетаційного періоду. Зерно сорту Райгородка має вищі показники фізико-хімічних властивостей. Так, маса 1000 зерен зростає від 43,2 до 43,6–45,2 г, натура зерна – від 820 до 831–838 г/л, вміст білка – від 14,4 до 15,4–16,4 % залежно від системи удобрення, тип твердості – твердозерний.

У сорту КВС Спенсер маса 1000 зерен зростає від 37,2 до 38,3–38,5 г, натура зерна – від 771 до 779–789 г/л, вміст білка – від 11,7 до 12,3–13,7 % залежно від системи удобрення, тип твердості – м'якозерний.

У середньому за два роки досліджень врожайність зерна в сорту КВС Спенсер в 1,3–1,4 рази більша порівняно з сортом Райгородка. Ефективність застосування добрив також змінюється залежно від сорту. У сорту КВС Спенсер врожайність у варіанті без добрив становить 5,47 т/га. Застосування 75 кг/га д. р. азотних добрив збільшує її до 6,79 т/га або в 1,2 рази. За подвійної дози азотних добрив врожайність збільшується до 7,62 т/га або в 1,4 рази. Застосування $N_{150}P_{60}K_{80}$ забезпечує отримання 8,06 т/га зерна, що більше на 47 % більше порівняно з ділянками без добрив і на 6 % порівняно з N_{150}. Тривале застосування $N_{75}P_{30}K_{40}$ збільшує врожайність зерна на 32 % порівняно з варіантом без добрив.

Урожайність зерна сорту Райгородка достовірно менша порівняно з сортом КВС Спенсер. Застосування N_{75} збільшує врожайність до 5,12 т/га або на 17 % порівняно з контролем, а N_{150} – на 25 %. Тривале застосування $N_{75}P_{30}K_{40}$ збільшує врожайність до 5,50 т/га, а за умови подвійної дози – до 6,18 т/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Raun, W.R.; Johnson, G.V. Improving nitrogen use efficiency for cereal production. Agron. J. 1999, 91, 357–363. [Google Scholar] [CrossRef][Green Version]
2. Chen, D.; Suter, H.; Islam, A.; Edis, R.; Freney, J.; Walker, C. Prospects of improving efficiency of fertiliser nitrogen in Australian agriculture: A review of enhanced efficiency fertilisers. Soil Res. 2008, 46, 289–301. [Google Scholar] [CrossRef]
3. Mohammed, Y.A.; Kelly, J.; Chim, B.K.; Rutto, E.; Waldschmidt, K.; Mullock, J.; Torres, G.; Desta, K.G.; Raun, W. Nitrogen fertilizer management for improved grain quality and yield in winter wheat in Oklahoma. J. Plant Nutr. 2013, 36, 749–761. [Google Scholar] [CrossRef]
4. Subbarao, G.V.; Ito, O.; Sahrawat, K.L.; Berry, W.L.; Nakahara, K.; Ishikawa, T.; Watanabe, T.; Suenaga, K.; Rondon, M.; Rao, I.M. Scope and strategies for regulation of nitrification in agricultural systems—Challenges and opportunities. Crit. Rev. Plant Sci. 2006, 25, 303–335. [Google Scholar] [CrossRef][Green Version]
5. Wiesler, F. Comparative assessment of the efficacy of various nitrogen fertilizers. J. Crop Prod. 1998, 1, 81–114. [Google Scholar] [CrossRef]
6. Engel, R.; Jones, C.; Wallander, R. Ammonia volatilization from urea and mitigation by NBPT following surface application to cold soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 2011, 75, 2348–2357. [Google Scholar] [CrossRef]
7. Cameron, K.C.; Di, H.J.; Moir, J.L. Nitrogen losses from the soil/plant system: A review. Ann. Appl. Biol 2013, 162, 145–173. [Google Scholar] [CrossRef]
8. Pilbeam, D.J. Nitrogen. In Handbook of Plant Nutrition, 2nd ed.; Barker, A.V., Pilbeam, D.J., Eds.; CRC Press Taylor and Francis Group: Boca

Raton, FL, USA, 2015; pp. 17–63. [Google Scholar]

9. Cantarella, H.; Otto, R.; Soares, J.R.; de Brito Silva, A.G. Agronomic efficiency of NBPT as a urease inhibitor: A review. J. Adv. Res. 2018, 13, 19–27. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]
10. Schlesinger, W.H.; Hartley, A.E. A global budget for atmospheric NH3. Biogeochemistry 1992, 15, 191–211. [Google Scholar] [CrossRef]
11. Harrison, R.; Webb, J. A review of the effect of N fertilizer type on gaseous emissions. Adv. Agron. 2001, 73, 65–108. [Google Scholar]
12. Bowles, T.M.; Atallah, S.S.; Campbell, E.E.; Gaudin, A.C.M.; Wieder, W.R.; Grandy, A.S. Addressing agricultural nitrogen losses in a changing climate. Nat. Sustain. 2018, 1, 399–408. [Google Scholar] [CrossRef]
13. Reyer, C.P.O.; Leuzinger, S.; Rammig, A.; Wolf, A.; Bartholomeus, R.P.; Bonfante, A.; Lorenzi, F.D.; Dury, M.; Gloning, P.; Jaoudé, R.A.; et al. Plant's perspective of extremes: Terrestrial plant responses to changing climatic variability. Glob. Chang. Biol. 2013, 19, 75–89. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]
14. Erisman, J.; Bleeker, A.; Galloway, J.; Sutton, M. Reduced nitrogen in ecology and the environment. Environ. Pollut. 2007, 150, 140–149. [Google Scholar] [CrossRef][Green Version]
15. Gaudin, R. The kinetics of ammonia disappearance from deep-placed urea supergranules (USG) in transplanted rice: The effects of split USG application and PK fertilizer. Paddy Water Environ. 2012, 10, 1–5. [Google Scholar] [CrossRef]
16. Fisher, R.A.; Howe, G.N.; Ibrahim, Z. Irrigated spring wheat and timing and amount of nitrogen fertilizer. I. Grain yield and protein content. Field Crop. Res. 1993, 33, 37–56. [Google Scholar] [CrossRef]
17. Sowers, K.E.; Miller, B.C.; Pan, W.L. Optimizing yield and grain protein in soft white winter wheat with split nitrogen applications. Agron. J. 1994, 86, 1020–1025. [Google Scholar] [CrossRef]