МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
(УНУС)
Факультет агрономії
Кафедра агрохімії і ґрунтознавства

Допущено до захисту

«____» _____ 2023

Зав. кафедри, к. с.-г. н., доцент

_____ Олена ЧЕРНО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

ПРОДУКТИВНІСТЬ ПШЕНИЦІ ТВЕРДОЇ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

Виконав: студент ІІ курсу, групи 29м-а
спеціальності 201 Агрономія
САБАДАШ Максим Миколайович

Керівники:
ГОСПОДАРЕНКО Григорій, д. с.-г. н., професор
ЛЮБИЧ Віталій, д. с.-г. н., професор

Умань – 2023

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ	3
Розділ 1 Огляд літератури	4
Розділ 2 Характеристика об’єкту дослідження	11
Розділ 3 Умови і методика проведення досліджень	12
Розділ 4 Результати досліджень	15
Розділ 5 Економічна ефективність	26
Розділ 6 Охорона праці та навколишнього природного середовища	28
Висновки	32
Список використаних джерел	33

ВСТУП

Обґрунтування теми дослідження. Невідповідне управління внесенням азотних добрив може не тільки знизити врожайність пшениці, але й призвести до втрат цієї поживної речовини через вимивання, стікання, випаровування або денітрифікацію. Таким чином, оптимізація використання азотних добрив є важливою, оскільки це забезпечує економічну стійкість систем землеробства та відповідного рослинництва. Обґрунтована норма внесення добрив є основним фактором, що впливає на врожайність і якість твердої пшениці. Для пшениці твердої відсутні рекомендації щодо удобрення для Правобережного Лісостепу.

Наукова новизна одержаних результатів. Тривале застосування добрив, крім фосфорно-калійної системи, у польовій сівозміні достовірно впливає на формування врожаю пшениці твердої озимої. Найвищу ефективність мають системи удобрення з азотною складовою. Фосфорно-калійні добрива найменше впливають на врожайність і якість зерна пшениці твердої озимої. Індекси продуктивності пшениці твердої озимої змінюються залежно від погодних умов і умов мінерального живлення рослин, створених тривалим застосуванням різних видів і доз добрив. Встановлено, що тривале застосування фосфорних і калійних добрив майже не зменшувало індекси продуктивності, а білоцерківський і полтавський – підвищувало. Азотна складова системи удобрення з різним поєднанням фосфорної і калійної їх знижувало.

Практичне значення одержаних результатів. В умовах Правобережного Лісостепу економічно доцільним є застосування $N_{75}P_{30}K_{40}$. Застосування такої дози добрив сприяє отриманню найвищого прибутку.

Апробація результатів досліджень. Основні результати виконаних досліджень доповідались і обговорювались на студентських наукових конференціях Уманського НУС (Умань, 2023–2023).

РОЗДІЛ 1
ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Пшениця тверда (*Triticum durum* Desf.) – основна сировина для виробництва високоякісних круп'яних продуктів і макаронних виробів. Важливою її складовою виробництва є підвищення врожайності та якості зерна [1]. Щоб отримати високий індекс, необхідно знати відносну цінність ознаки, її генотипічну та фенотипічну варіанси, а також коваріанси між ознаками. Перевагами індексів є зменшення мінливості та встановлення закономірностей непомітних на абсолютних величинах. Відомо, що вони можуть змінюватись залежно від генотипу та погодних умов [2].

Важливою складовою агротехнології пшениці є застосування добрив, особливо азотних. Питанням формування продуктивності пшениці залежно від удобрення займалась низка вчених [3, 4]. Встановлено, що ефективність удобрення сильно залежить від погодних умов вегетаційного періоду, попередника, реакції сорту та поживного режиму ґрунту, особливо азотного [5, 6].

За сприятливих ґрунтово-кліматичних умов та високого рівня технології вирощування досягається економне використання елементів живлення на формування одиниці товарного врожаю [7, 8]. У дослідженнях [9] доведено генотипні відмінності щодо ефективності застосування азотних добрив під пшеницю тверду озиму. Нові сорти Вікторія та Предель мали високу врожайність зерна вже за внесення N_{60} – відповідно 10,12 і 9,93 т/га. Застосування N_{120} не змінювало цього показника в обох сортів. Проте збільшення дози азотних добрив до 180 кг/га д. р. знижувало врожайність зерна до 9,62 т/га в сорту Вікторія і до 5,34 т/га в сорту Предель. За вирощування сортів Прогрес і Важод найбільшу врожайність отримано за внесення N_{120} – відповідно 8,24 і 8,13 т/га. Збільшення дози азотних добрив також зменшувало врожайність зерна. Застосування фосфорних і калійних

добрив, порівняно з азотними, на чорноземах забезпечує менший приріст урожайності зерна [10]. Проте в цих дослідженнях не вивчалось питання формування індивідуальної продуктивності рослин пшениці.

У виробничих умовах коефіцієнт використання рослинами елементів живлення зазвичай є нижчим потенційно можливих значень. Вчені трактують ефективність використання елементів живлення як здатність генотипів давати високий урожай на ґрунтах, у яких доступність елементів живлення є обмеженим для стандартного генотипу [11].

Пшениця (*Triticum* L) була однією з перших одомашнених рослин і була основною їжею для основних цивілізацій Європи, Західної Азії та Північної Африки протягом багатьох тисяч років. Одомашнення пшениці було, мабуть, найважливішим кроком у переході людства від мисливця-збирача та кочового пастуха до осілого землероба [12].

Нині пшениця є економічно важливою культурою, яка вирощується у всьому світі. Це одна з трьох зернових (поряд із рисом і кукурудзою), які є найважливішими джерелами їжі для людей, і загальне глобальне споживання яких становить понад 90% від загального споживання зернових [13].

У 2018 році пшениця вирощувалася на 214 мільйонах гектарів землі по всьому світу. Виробництво склало 734 млн т при середній урожайності близько 3,4 т/га. Прогнози свідчать, що у 2021 році у світі буде вироблено 761,5 млн тонн пшениці. У 2018 році в Азії було вироблено 44,7% світового виробництва пшениці, в Європі – 33,0%, в Америці – 15,4% [14, 15].

Двадцять вісім держав-членів Європейського Союзу (ЄС) виробили 138 мільйонів тонн цієї злакової культури на площі 25,5 мільйонів га, із середньою врожайністю близько 5,5 тонн з гектара. Основними виробниками пшениці в ЄС є Франція, Німеччина, Велика Британія, Румунія та Польща. У 2018 р. пшеницю в Польщі вирощували на 2,4 млн га, забезпечивши виробництво 9,8 млн т (середня врожайність 4,1 т/га) [16].

Популярність і успіх пшениці в основному пояснюється тим фактом, що

Популярність і успіх пшениці в основному пояснюється тим фактом, що

вона не має собі рівних у діапазоні вирощування. Пшеницю можна вирощувати в багатьох районах з різною погодою, висотою або властивостями ґрунту. Для удобрення можна використовувати не тільки звичайні мінеральні добрива, а й органічні. Крім того, пшениця є найбільш універсальним зерном серед зернових культур, що використовуються в їжу, постачаючи більше білків і калорій для населення світу, ніж будь-який інший сільськогосподарський продукт харчування [17, 18].

Урожайність пшениці – це комплекс багатьох природних і агротехнічних факторів та їх взаємозв'язків (генотип культури, тип ґрунту, догляд за культурою, концентрація двоокису в атмосфері, погодні умови). Абіотичні стреси, такі як екстремальні температури та дефіцит води через зміну клімату, можуть вплинути на продуктивність зернових у всьому світі. Пшениця переважно росте при більш низьких температурах (оптимальна температура для росту: 15–25 °C). Температурні зміни під час вегетації можуть потенційно знизити продуктивність пшениці в окремих регіонах. Серед основних основних культур пшениця є найбільш посухостійкою та найбільш ефективною у використанні води. Однак посуха також може знизити врожай пшениці [19, 20].

Системи виробництва в усьому світі істотно відрізняються не тільки кліматичними умовами, але й родючістю ґрунту. У всіх сільськогосподарських системах існує потреба в забезпеченні доступу рослин до адекватних елементів, що вносяться у відповідних дозах – загалом, поживні речовини постачаються у вигляді добрив у районах передового виробництва [21]. Мінеральні добрива відіграють значну роль у поповненні дефіциту поживних речовин для рослин, підвищенні продуктивності сільськогосподарських культур та запобіганні втратам кількості та якості врожаю [22].

Загальний світовий попит на добрива (у вигляді N, P_2O_5, K_2O) перевищив 185 мільйонів тонн у 2016 році, з яких попит на азотні добрива

становив понад 105 мільйонів тонн . Загальний світовий попит на азот сягне 112 млн тонн у 2023 році [23]. У розрізі регіонів світу найвищий попит на азотні добрива у 2016 році був зафіксований в Азії (59,2 млн тонн). Америка та Європа мають значно нижчий попит на азотні добрива. Однак у світовому масштабі вони поступаються Азії, тобто попит у 2016 році становив 23,4 і 16,5 млн тонн відповідно. У 2023 р. потреба в азотних добривах в Азії, Америці та Європі досягне 62,0, 25,0 і 17,6 млн т відповідно. Водночас звертається увага на необхідність скорочення використання добрив з екологічних причин [24].

Невідповідне управління внесенням азотних добрив може не тільки знизити врожайність пшениці, але й призвести до втрат цієї поживної речовини через вимивання, стікання, випаровування або денітрифікацію [25]. Таким чином, оптимізація використання азотних добрив є важливою, оскільки це забезпечує економічну стійкість систем землеробства та відповідного рослинництва, і в той же час зменшує екологічні загрози, спричинені внесеним азотом. Цей напрямок досліджень став головним напрямком останніх сільськогосподарських досліджень, головним чином через той факт, що азотні добрива стали найбільшою вхідною вартістю, і через попит і витрати на виробництво його ціна продовжує зростати [26].

Правильне забезпечення рослин іншими елементами живлення є важливим для ефективного внесення азотних добрив. Вплив азотних і сірчаних добрив на виробництво сільськогосподарських культур було широко досліджено, і ці поживні речовини зазвичай вважаються ключовими факторами у виробництві зернових. Це пояснюється тим, що вони впливають на швидкий ріст рослин і покращують якість і кількість урожаю зерна. Вміст білка в зерні є основним визначальним фактором якості зерна пшениці, що є подальшим впливом азотних і сірчаних добрив. Ці макроелементи утворюють блоки білків. Внесення азотних добрив підвищує вміст білка в зерні, тоді як внесення сірки впливає на білковий склад зерна. Через

недостатнє постачання сером пшениця не здатна досягти свого повного потенціалу врожайності, і використання азоту для синтезу білка може бути зменшено [27].

У зв'язку з тим, що чисельність населення зростає, і, як наслідок, зростає споживання їжі, виробництво сільськогосподарських культур необхідно інтенсифікувати приблизно на 70% до 2050 року та подвоїти або потроїти до 2100 року, щоб забезпечити продовольчу безпеку для людей. Вивчення можливостей збільшення рослинництва та ефективного використання азотних добрив без загрози навколишньому середовищу є важливою областю досліджень [28].

Оптимізація внесення добрив дозволяє отримати якісний урожай, приносить економічні прибутки, знижує екологічну загрозу. Дози азоту становили 150, 200 і 250 кг д. р. N/га. Сірку вносили в дозах 30, 40 і 50 кг S/га. Спостерігався сприятливий ефект від застосування добрив, що містять N і S у пропорціях, призначених для вирощування зернових культур. Результати досліджень свідчать, що оптимальною є застосування 200 кг/га д. р. азотних добрив. Застосування сірчаних добрив значно підвищувало ефективність застосування азотних підживлень. При цьому достовірно зростали показники агрохімічної ефективності застосування азотних добрив під пшеницю озиму [29].

Урожайність і якість зерна озимої пшениці значною мірою залежить від кількості та параметрів внесення азоту протягом вегетаційного періоду. Найбільша ефективність азотних добрив під пшеницю озиму досягається при 3-4-разовому внесенні їх за вегетаційний період невеликими дозами 20–60 кг/га. Внесення азоту пов'язане з найважливішими фазами росту і розвитку рослин. такі як посів, середнє кущення, подовження стебла та налив зерна. Найвищу продуктивність озимої пшениці досягають за умови внесення азоту в нормі 120 кг/га у три прийоми: 25% під час сівби, 50% у середині фази кущення та 25% під час колосіння [30].

Однак немає переконливих доказів того, наскільки ця техніка може бути придатною для нових викликів потепління клімату. Вчені виявили, що в останні роки пшениця озима восени зазнавала сухої погоди, що призводило до поганого кущення рослин протягом цього сезону, тому навесні озима пшениця потребує підживлення азотом у самі ранні терміни для прискорення процесів регенерації. Ефективним прийомом забезпечення рослин озимої пшениці доступним споживаним азотом ранньою весною є внесення аміачної селітри або сульфату амонію на поверхню мерзлого ґрунту [31]. Раннє весняне внесення азоту до озимої пшениці в Ірландії сприяло підвищенню врожайності зерна, але з першою обробкою азотом стадія раннього подовження стебла була сповільнена, що призвело до зниження врожайності. Хоча ефективність раннього внесення азоту очевидна, вона в основному базується на практичному досвіді з обмеженими даними досліджень щодо оптимальних доз і форм внесення азоту для цієї культури 32.

Іншими ефективними засобами підвищення врожайності озимої пшениці та якості зерна є обробка листків позакоренево амідним азотом, яка проводиться на етапах подовження стебла та наливу зерна. За сухих погодних умов позакореневе підживлення азотом може зменшити стрес, викликаний кліматичними факторами. Така обробка сприятливо впливає на рослини та підвищує продуктивність озимої пшениці, незважаючи на зміну середовища [33].

Позакореневе підживлення озимої пшениці 5%-м розчином сечовини на етапі росту стебла сприяють найбільшій кількості зерен у колосі, найбільшому значенню насіннєвого індексу, що забезпечує найвищий урожай зерна. Поліпшення стадії наливу зерна пояснюється пізнішим позакореневим підживленням сечовиною на озимій пшениці, що впливає на вміст білка в зерні, який залежить від кількості внесеної сечовини [34].

Було висловлено багато думок щодо оптимальної норми азоту для озимої пшениці (від 70 до 120 кг/га) та оптимального методу внесення

протягом вегетаційного періоду. Дослідження, проведене в Сербії, показало, що норма азоту для озимої пшениці 75 кг/га максимізувала рентабельність і мінімізувала негативний вплив на навколишнє середовище, спричинений втратою азоту в екосистемі, тоді як збільшення норми азоту до 150 кг/га не призвело до значного співвідношення економічної ефективності [3, 13].

Стан родючості ґрунту та кліматичні умови змінилися протягом останніх десятиліть, що також вплинуло на спосіб внесення азоту під озиму пшеницю. Тому стратегії живлення рослин азотом повинні бути створені на основі результатів досліджень, отриманих у місцевому середовищі.

Проведений огляд літератури свідчить про важливе значення застосування азотних добрив у підвищенні продуктивності пшениці твердої озимої. Проте результати досліджень інших вчених не містять інформації про особливості формування продуктивності стебла рослин. Дослідження в цьому аспекті дасть можливість визначити не використані резерви підвищення продуктивності пшениці твердої озимої.

Обґрунтована норма внесення добрив є основним фактором, що впливає на врожайність і якість твердої пшениці. Для твердої пшениці відсутні рекомендації щодо удобрення для конкретного місця розташування.

РОЗДІЛ 2
ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Опис сорту пшениці твердої озимої. Сорт Яскравий внесений в державний реєстр в 2018 році. Урожайність сорту 47–58 ц/га. Тривалість періоду вегетації складає 258 – 263 діб. Висота рослини – 75,0 – 84,2см. Стійкість до вилягання 8,5 – 9,0 балів. Стійкість до обсипання 8,9 – 9,0 балів. Стійкість до посухи 8,1 – 8,8 балів. Стійкість проти борошнистої роси 8,8 – 9,0 балів. Стійкість проти бурої іржі 8,9 – 9,0 балів. Стійкість проти фузаріозу колоса 9,0 балів. Вміст білка – 13,6%.

РОЗДІЛ 3
УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Ґрунтові умови

Рельєф дослідного поля Уманського НУС, де проводили польові досліди з ефективності удобрення пшениці твердої, являє собою вирівняне, підвищене плато вододілу з пологими 2–3° схилами південно-східної і північно-західної експозицій. Підземні води залягають на глибині близько 22–24 м, тому вони не впливають на властивості та його будову. Ґрунтовий покрив дослідного поля – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі. У досліді перед закладанням чорнозем опідзолений характеризувався такими показники родючості: $pH_{KCl} = 5,7$, вміст гумусу був 3,8 %, вміст азоту легкогідролізованих сполук – низький, а рухомих сполук фосфору й калію – підвищений.

3.2 Погодні умови

Погодні умови у роки проведення досліджень були сприятливими росту і продуктивності рослин пшениці твердої озимої. Проте у 2021 р. на них впливали мінусові температури у І декаді травня. Умови перезимівлі були сприятливими, оскільки рослини не вимерзали. Температура повітря і відносна його вологість мало змінювались порівняно з середніми значеннями. Детальний аналіз цих складових погодних умов наведено в результатах досліджень цієї роботи.

3.3 Схема досліду

Досліди проводили у 2021–2022 рр. в умовах стаціонарного досліду.

Схема досліду включала варіанти без добрив, застосування лише азотних добрив, фосфорно-калійних, азотно-калійних, азотно-фосфорних і з повним мінеральним добривом. Варіанти з повним мінеральним добривом мали різне повернення їх з господарським винесенням.

У досліді пшеницю тверду озиму сорту Яскравий вирощували після сої за різних систем удобрення в польовій сівозміні, в яких варіанти застосування добрив представлено в таблицях результатів досліджень.

3.4 Агротехнологія культури

У досліді застосовували безполицевий обробіток ґрунту, оскільки попередником була соя, яку збирали у II–III декадах вересня. Перед лущенням стерні вносили фосфорні та калійні добрива відповідно до схеми досліду. Сівбу проводили у I декаді жовтня. Напровесні проводили підживлення азотними добривами за схемою досліду. Під час догляду за посівами використовували застосування гербіциду, фунгіциду та інсектициду. Збирання врожаю проводили у II декаді липня прямим комбайнуванням.

3.5 Методи проведення досліджень

Урожайність визначали поділянково прямим комбайнуванням, складові структури урожаю за методикою. Для якісного оцінювання тісноти зв’язку між показниками використовували коефіцієнт детермінації за шкалою Чеддока: 0,1 – 0,3 – незначний зв’язок; 0,3 – 0,5 – помірний; 0,5 – 0,7 – істотний; 0,7 – 0,9 – високий; 0,9 – 0,99 – дуже високий; 1 – функціональний.

Статистичне оброблення цифрового матеріалу здійснювали методом польового однофакторного дисперсійного аналізу польового досліду. Індекс стабільності показників продуктивності пшениці твердої озимої визначали за

такою формулою:

$$SE = \frac{HE}{LE},$$

де HE – найбільший прояв ознаки;

LE – найменший прояв ознаки.

Відношення соломи до зерна (RGS) та зерна до соломи (RSG) і частку зерна в полові (SGEG) визначали методом пробного снопа з ділянки. Обраховували такі індекси продуктивності: збиральний індекс (SI) – частка зерна в загальній фітомасі рослин, %; атракції (AI) – відношення маси зерна з стебла до його маси; мікророзподілу (Mic) – відношення маси зерна з колосу до маси полови колосу; інтенсивності (SI) – відношення маси стебла до його висоти, г/см; потенційної продуктивності (SPI) – відношення маси зерна з колосу до маси стебла із зерном. Крім цього, оцінювали селекційні індекси – фіно-скандинавський (FSI) – відношення кількості зерен з колосу до довжини стебла, шт/см; мексиканський (MI) – відношення маси зерна з одного колосу до довжини стебла, г/см; перспективності (IP) – відношення маси 1000 зерен до довжини стебла, г/см; білоцерківський (BI) – відношення маси зерна з колосу до довжини другого зверху міжвузля, г/см; полтавський (PI) – відношення маси зерна з колосу до довжини верхнього міжвузля, г/см; лінійної щільності колоса (LHDI) – відношення кількості зерен з колосу до його довжини, шт/см [13].

РОЗДІЛ 4
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження свідчать, що індекси продуктивності пшениці твердої озимої істотно змінювались залежно від тривалого застосування різних видів і доз добрив у польовій сівозміні (табл. 4.1). Так, відношення соломи до зерна зростало від 2,2 у варіанті досліду без добрив до 2,4 у варіантах із найбільшою дозою азотних добрив у 2021 р. Застосування 75 кг/га д. р. азотних добрив підвищувало його до 2,3. Відношення зерна до соломи знижувалось від 0,45 до 0,42–0,43 залежно від варіанту досліду. Збиральний індекс також знижувався від 31,3 до 29,4 %. Проте частка зерна в полові зростала від 72,7 до 74,0 % у варіанті з половинною дозою азотних добрив і до 75,9 % за внесення 150 кг/га д. р. азотних добрив. Індекс мікророзподілу зростав від 4,0 до 4,7, що свідчить про збільшення частки полови у зерновій мас зерна у варіантах із застосуванням азотних добрив.

Відношення маси стебла до його висоти у пшениці твердої озимої істотно знижувалось з поліпшенням азотного живлення рослин. Так, на неудобрених ділянках цей показник становив 0,049 і знижувався до 0,041–0,047 у варіантах із застосуванням азотних добрив. Висока частка соломи у загальній масі рослин підтверджується індексом потенційної продуктивності, який знижувався від 0,35 у варіанті без добрив до 0,33 на тлі застосування азотних добрив. Атракція також була низькою і знижувалась відповідно від 0,51 до 0,46–0,48.

За погодних умов 2022 р. відношення соломи до зерна було меншим порівняно з 2021 р. – 2,0–2,2 залежно від удобрення. Завдяки формуванню більшої урожайності зерна решта індексів продуктивності в 2022 р. були вищими. Описана тенденція була подібною в роки проведення досліджень. При цьому необхідно відзначити, що тривале застосування фосфорних і калійних добрив у польовій сівозміні достовірно не змінювало індекси

продуктивності порівняно з варіантами досліду з азотною складовою.

Таблиця 4.1

Індекси продуктивності пшениці твердої озимої залежно від тривалого застосування різних видів і доз добрив у сівозміні

Варіант досліду	Індекс							
	RSG	RGS	SI	SGEG	Mic	II	SPI	AI
2021 р.								
Без добрив (контроль)	2,2	0,45	31,3	72,7	4,0	0,049	0,35	0,51
N_{75}	2,3	0,43	30,3	74,0	4,2	0,048	0,33	0,48
N_{150}	2,4	0,42	29,4	75,9	4,6	0,042	0,33	0,47
$P_{60}K_{80}$	2,2	0,45	31,2	72,3	4,0	0,050	0,35	0,51
$N_{150}K_{80}$	2,4	0,42	29,4	75,9	4,6	0,042	0,33	0,47
$N_{150}P_{60}$	2,4	0,42	29,4	75,9	4,6	0,042	0,33	0,46
$N_{75}P_{30}K_{40}$	2,3	0,43	30,3	73,9	4,2	0,047	0,34	0,48
$N_{150}P_{60}K_{80}$	2,4	0,42	29,4	76,0	4,6	0,042	0,33	0,47
$N_{150}P_{30}K_{40}$	2,4	0,42	29,4	76,0	4,7	0,041	0,33	0,47
$N_{150}P_{60}K_{40}$	2,4	0,42	29,4	76,0	4,6	0,042	0,33	0,46
$N_{150}P_{30}K_{80}$	2,4	0,42	29,4	75,9	4,6	0,042	0,33	0,47
HIP_{05}	*0,1*	*0,02*	*1,3*	*3,8*	*0,2*	*0,002*	*0,02*	*0,02*
2022 р.								
Без добрив (контроль)	2,0	0,50	33,3	75,6	4,4	0,064	0,36	0,54
N_{75}	2,1	0,48	32,3	76,2	4,6	0,068	0,35	0,52
N_{150}	2,2	0,45	31,3	76,7	4,6	0,061	0,34	0,49
$P_{60}K_{80}$	2,0	0,50	33,3	75,6	4,5	0,066	0,36	0,55
$N_{150}K_{80}$	2,2	0,45	31,3	76,7	4,6	0,061	0,34	0,49
$N_{150}P_{60}$	2,2	0,45	31,2	76,7	4,8	0,062	0,34	0,50
$N_{75}P_{30}K_{40}$	2,1	0,48	32,3	76,2	4,6	0,066	0,35	0,52
$N_{150}P_{60}K_{80}$	2,2	0,45	31,3	76,7	4,6	0,063	0,34	0,49
$N_{150}P_{30}K_{40}$	2,2	0,45	31,3	76,7	4,7	0,062	0,34	0,49
$N_{150}P_{60}K_{40}$	2,2	0,45	31,3	76,7	4,7	0,063	0,34	0,49
$N_{150}P_{30}K_{80}$	2,2	0,45	31,2	76,7	4,7	0,062	0,34	0,49
HIP_{05}	*0,1*	*0,03*	*1,4*	*3,8*	*0,2*	*0,04*	*0,02*	*0,03*

Встановлено, що застосування азотних добрив також знижувало селекційні індекси пшениці твердої озимої, а застосування фосфорних і калійних добрив сприяло зростанню білоцерківського та полтавського індексів, а показники решти індексів істотно не змінювались порівняно з варіантом без добрив (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Селекційні індекси пшениці твердої озимої залежно від тривалого застосування різних видів і доз добрив у сівозміні

Варіант досліду	Індекс					
	FSI	MI	IP	BI	PI	GEGI
2021 р.						
Без добрив (контроль)	0,40	0,017	0,577	0,115	0,036	6,9
N_{75}	0,38	0,016	0,519	0,087	0,035	6,1
N_{150}	0,33	0,014	0,498	0,075	0,030	4,9
$P_{60}K_{80}$	0,40	0,018	0,578	0,121	0,041	6,9
$N_{150}K_{80}$	0,33	0,014	0,507	0,079	0,031	4,7
$N_{150}P_{60}$	0,32	0,014	0,510	0,077	0,031	4,7
$N_{75}P_{30}K_{40}$	0,37	0,016	0,521	0,088	0,035	5,8
$N_{150}P_{60}K_{80}$	0,33	0,014	0,507	0,077	0,032	4,6
$N_{150}P_{30}K_{40}$	0,32	0,014	0,506	0,075	0,031	4,7
$N_{150}P_{60}K_{40}$	0,32	0,014	0,506	0,077	0,032	4,7
$N_{150}P_{30}K_{80}$	0,33	0,014	0,504	0,077	0,032	4,7
HIP_{05}	*0,02*	*0,001*	*0,029*	*0,031*	*0,001*	*0,3*
2022 р.						
Без добрив (контроль)	0,54	0,023	0,561	0,126	0,046	6,9
N_{75}	0,58	0,024	0,500	0,124	0,050	6,9
N_{150}	0,50	0,021	0,479	0,101	0,042	6,2
$P_{60}K_{80}$	0,55	0,024	0,556	0,144	0,055	7,0
$N_{150}K_{80}$	0,50	0,020	0,481	0,102	0,044	6,1
$N_{150}P_{60}$	0,53	0,021	0,474	0,108	0,048	6,4
$N_{75}P_{30}K_{40}$	0,57	0,023	0,489	0,130	0,050	6,7
$N_{150}P_{60}K_{80}$	0,53	0,021	0,463	0,116	0,046	6,4
$N_{150}P_{30}K_{40}$	0,51	0,021	0,478	0,107	0,044	6,2
$N_{150}P_{60}K_{40}$	0,53	0,021	0,470	0,114	0,046	6,3
$N_{150}P_{30}K_{80}$	0,51	0,021	0,478	0,109	0,045	6,2
HIP_{05}	*0,04*	*0,002*	*0,028*	*0,005*	*0,003*	*0,5*

Кількість зерен на 1 см довжини стебла (фіно-скандинавський індекс) пшениці твердої озимої зменшувалась від 0,40, до 0,32–0,38 шт. у варіантах досліду з внесенням азотних добрив. Маса зерна з одного колоса при цьому зменшувалась від 0,017 до 0,014–0,016 г, а маса 1000 зерен – від 0,577 до 0,498–0,521 г залежно від варіанту досліду. Білоцерківський індекс був меншим на 24 % у варіанті N_{75} і на 35 – у варіанті досліду N_{150}. Застосування

фосфорних і калійних добрив із азотними істотно не впливали на ці показники. Маса зерна з одного колоса на 1 см верхнього міжвузля (полтавський індекс) зменшувалась від 0,036 до 0,031–0,035 г залежно від варіанту досліду. Індекс лінійної щільності колоса також знижувався з поліпшенням азотного живлення рослин. Так, у варіанті без добрив він був 6,9 шт/см колоса. Застосування лише азотних добрив зменшувало цей показник на 12–29 %, а за повного мінерального добрива – на 16–33 % порівняно з ділянками без добрив.

Збільшення врожайності зерна пшениці твердої озимої в 2022 р. також сприяло підвищенню селекційних індексів, що зумовлено сприятливішими погодними умовами порівняно з 2021 р. На нашу думку, індекси продуктивності можна застосовувати для прогнозування рівня врожайності зерна пшениці твердої озимої. Збільшення кількості продуктивних стебел зумовлювало зменшення його маси, проте продуктивність пшениці твердої озимої при цьому зростала. Найбільше знижувало індекси продуктивності застосування азотних добрив, оскільки найсильніше впливали на збільшення врожаю зерна.

Індекси продуктивності пшениці твердої озимої змінюються залежно від погодних умов і умов мінерального живлення рослин, створених тривалим застосуванням різних видів і доз добрив. Встановлено, що тривале застосування фосфорних і калійних добрив майже не зменшувало індекси продуктивності, а білоцерківський і полтавський – підвищувало. Азотна складова системи удобрення з різним поєднанням фосфорної і калійної їх знижувало.

Проаналізовано індекси продуктивності пшениці твердої озимої за тривалого застосування різних видів і доз добрив у польовій сівозміні. Встановлено, що відношення соломи до зерна зростало від 2,2 у варіанті досліду без добрив до 2,4 у варіантах із найбільшою дозою азотних добрив у 2021 р. Застосування 75 кг/га д. р. азотних добрив підвищувало його до 2,3.

Відношення зерна до соломи знижувалось від 0,45 до 0,42–0,43 залежно від варіанту досліду. Збиральний індекс також знижувався від 31,3 до 29,4 %. Проте частка зерна в полові зростала від 72,7 до 74,0 % у варіанті досліду з половинною дозою азотних добрив і до 75,9 % за внесення 150 кг/га д. р. азотних добрив. Індекс мікророзподілу зростав від 4,0 до 4,7, що свідчить про збільшення частки полови у зерновій масі у варіантах із застосуванням азотних добрив.

Індекс інтенсивності на неудобрених ділянках становив 0,049 і знижувався до 0,041–0,047 у варіантах досліду з внесенням азотних добрив. Висока частка соломи у загальній масі рослин підтверджується індексом потенційної продуктивності, який знижувався від 0,35 у варіанті без добрив до 0,33 на тлі застосування азотних добрив. Атракція також була низькою і знижувалась відповідно від 0,51 до 0,46–0,48.

Кількість зерен на 1 см довжини стебла (фіно-скандинавський індекс) пшениці твердої озимої зменшувалась від 0,40, до 0,32–0,38 шт. у варіантах, які містили азотні добрива. Маса зерна з одного колоса при цьому зменшувалась від 0,017 до 0,014–0,016 г, а маса 1000 зерен – від 0,577 до 0,498–0,521 г. Білоцерківський індекс зменшувався на 24 % у варіанті досліду N_{75} і на 35 – у варіанті N_{150}. Застосування фосфорних і калійних добрив із азотними істотно не впливали на ці показники. Маса зерна з одного колоса на 1 см верхнього міжвузля (полтавський індекс) зменшувалась від 0,036 до 0,031–0,035 г залежно від варіанту досліду. Індекс лінійної щільності колоса також знижувався з поліпшенням азотного живлення. Так, у варіанті без добрив він був 6,9 шт/см колоса, а за внесення лише азотних добрив зменшувався на 12–33 %.

Встановлено, що в середньому за три роки досліджень урожайність зерна пшениці твердої озимої за тривалого застосування $N_{150}P_{60}K_{80}$ збільшувалась у 1,3 рази (5,0 т/га) порівняно з варіантом без добрив (3,8 т/га) (рис. 4.1). У варіантах з неповним поверненням фосфорно-калійних добрив

цей показник був меншим лише на 2–6 % порівняно з повним мінеральним добривом, проте достовірно. Застосування $N_{75}P_{30}K_{40}$ збільшувало врожайність у 1,2 рази (4,7 т/га) порівняно з ділянками без добрив. За такого сценарію удобрення врожайність була лише на 6 % меншою порівняно з тривалим застосуванням $N_{150}P_{60}K_{80}$.

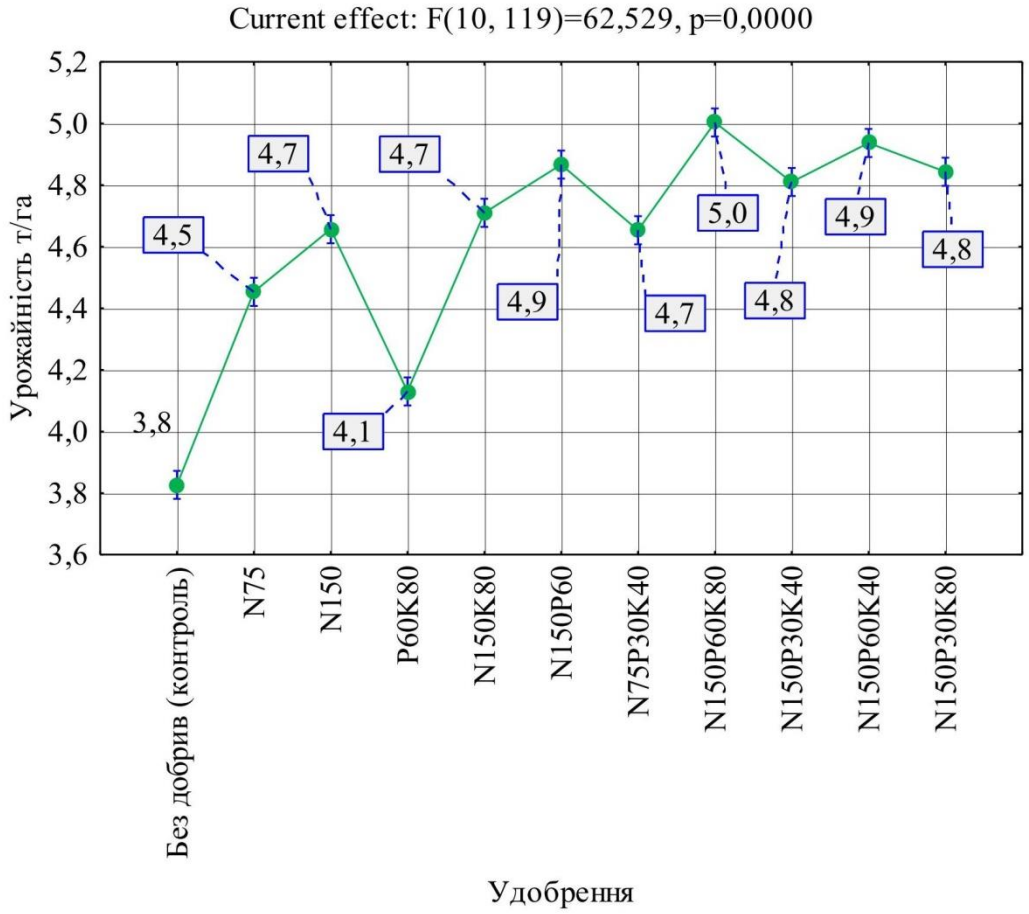


Рис. 4.1 Урожайність зерна пшениці твердої озимої залежно від удобрення (2021–2023 рр.), т/га

Результати статистичного аналізу підтверджують достовірний вплив погодних умов на формування врожайності зерна пшениці твердої озимої (рис. 4.2). Так, сприятливіші погодні умови 2022 і 2023 рр. забезпечують отримання на 23–25 % більшу врожайність зерна порівняно з менш

найвищим воно було в 2021 р. – 2,2–2,4, а найнижчим – у 2023 р. – 1,8–2,0.

Таблиця 4.4

Відношення соломи до зерна пшениці твердої озимої залежно від удобрення

Варіант досліду	Рік дослідження			Середнє за три роки
	2021	2022	2023	
Без добрив (контроль)	2,2	2,0	1,8	2,0
N_{75}	2,3	2,1	1,9	2,1
N_{150}	2,4	2,2	2,0	2,2
$P_{60}K_{80}$	2,2	2,0	1,8	2,0
$N_{150}K_{80}$	2,4	2,2	2,0	2,2
$N_{150}P_{60}$	2,4	2,2	2,0	2,2
$N_{75}P_{30}K_{40}$	2,3	2,1	1,9	2,1
$N_{150}P_{60}K_{80}$	2,4	2,2	2,0	2,2
$N_{150}P_{30}K_{40}$	2,4	2,2	2,0	2,2
$N_{150}P_{60}K_{40}$	2,4	2,2	2,0	2,2
$N_{150}P_{30}K_{80}$	2,4	2,2	2,0	2,2

Отже, тривале застосування добрив, крім фосфорно-калійної системи, у польовій сівозміні достовірно впливає на формування врожаю пшениці твердої озимої (сорт Яскравий). Найвищу ефективність мають системи удобрення з азотною складовою. Фосфорно-калійні добрива найменше впливають на врожайність і якість зерна пшениці твердої озимої. Ефективність застосування добрив змінюється залежно від погодних умов вегетаційного періоду.

За погодних умов 2022 р. відношення соломи до зерна було меншим порівняно з 2021 р. – 2,0–2,2 залежно від удобрення. Завдяки формуванню більшої урожайності зерна решта індексів продуктивності в 2022 р. були

РОЗДІЛ 6
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

Вартість 1 т зерна пшениці твердої озимої приймали за 5,5 грн. За таких параметрів цін економічна ефективність змінювалась залежно від системи удобрення пшениці твердої озимої (табл. 5.1). Вартість приросту врожаю від застосування добрив могла становити від 2,8 до 4,4 тис грн.

Таблиця 5.1

Економічна ефективність систем удобрення пшениці твердої озимої

Варіант досліду	Показник				
	Урожайність, т/га	Вартість продукції, тис грн/га	Витрати на вирощування, тис грн/га	Умовно чистий прибуток, тис грн/га	Рівень рентабельності, %
N_{75}	4,5	20,3	10,4	9,9	95
N_{150}	4,7	25,9	20,2	5,7	28
$P_{60}K_{80}$	4,1	22,6	11,4	11,2	98
$N_{150}K_{80}$	4,7	25,9	22,6	3,3	14
$N_{150}P_{60}$	4,9	27,0	23,9	3,1	13
$N_{75}P_{30}K_{40}$	4,7	25,9	13,5	12,4	91
$N_{150}P_{60}K_{80}$	5,0	27,5	26,2	1,3	5
$N_{150}P_{30}K_{40}$	4,8	26,4	23,2	3,2	14
$N_{150}P_{60}K_{40}$	4,9	27,0	25,0	2,0	8
$N_{150}P_{30}K_{80}$	4,8	26,4	24,3	2,1	9

Розрахунки показали, що найбільший умовно чистий прибуток отримано за внесення $N_{75}P_{30}K_{40}$ у сівозміні – 12,4 тис грн за рівня рентабельності 91 %. Системи удобрення з повним мінеральним або частковим поверненням

елементів живлення були також менш ефективними порівняно із застосуванням $N_{75}P_{30}K_{40}$.

Отже, в системі удобрення пшениці твердої озимої економічно ефективним є застосування $N_{75}P_{30}K_{40}$, оскільки забезпечує отримання 12,4 тис грн/га за рівня рентабельності 91 %.

РОЗДІЛ 5
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩ

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

Основні положення з охорони праці в Україні встановлені та регламентуються Конституцією Україні, Кодексом законів про працю, Законом “Про охорону праці”, а також розробленими на їх основі і відповідно до них нормативно-правовими актами. Охорона праці вивчає актуальні питання виробничої санітарії і травматизму, основні пожежно-технічні відомості та загальні правила пожежної безпеки, специфічні особливості виробництва та вимоги безпеки під час експлуатації основних і допоміжних агрегатів.

Технологія вирощування пшениці твердої озимої передбачає виконання різних агротехнологічних заходів і застосування пестицидів та агрохімікатів. Виконання їх забезпечує одержання високого врожаю зерна пшениці твердої озимої відповідної якості, проте за недотриманні техніки безпеки може шкідливо впливати на здоров’я людини і навколишнє природне середовище.

У ННВВ Уманського НУС посівні агрегати мають підніжну дошку, ширина якої 400 мм, поручні гладенькі надійно закріплені на висоті 1 м, захисні огородження рухомих деталей приводних передач, маркери надійно закріплені, насіннєпроводи міцно з’єднані з коробками висівних апаратів.

Комплектування машино-тракторних агрегатів і комбайнів проводить тракторист-машиніст (механік) під наглядом провідного фахівця з рослинництва. Комплектування машин здійснюється лише із тракторами, які рекомендовані заводом-виробником. Зміна складу агрегату здійснюється за рішенням головного спеціаліста комплексу.

До роботи з гербіцидами і мінеральними добривами в умовах ННВВ Уманського НУС допускаються працівники, яким виповнилося 18 років і не мають медичних протипоказань для виконання цієї роботи. Не допускаються вагітні жінки та жінки, що годують дітей. Перед допуском до роботи усі працівники, які будуть виконувати роботи із внесенням пестицидів, проходять медичний огляд, повторний або первинний інструктаж, а за необхідності навчання з охорони праці.

Обприскувач, який використовується для застосування пестицидів має ущільнювальні прокладки в магістралях переміщення пестицидів (фланці, пробки, ніпелі). Обприскування проводиться вранці або ввечері за швидкості вітру не більше 4 м/с. Під час проведення цих робіт на полі передбачено спеціальний майданчик який має бачок з питною водою, мило, рушник, аптечку тощо.

У цілому, такі організаційні заходи сприяють високоякісному проведенню робіт і запобіганню травмування механізаторів та осіб, які працюють під час внесення мінеральних добрив на посівах пшениці твердої озимої. Роботи із внесенням пестицидів та агрохімікатів у ННВВ Уманського НУС відповідають вимогам ДНАОП (СП № 1049–73).

Під час проведення агротехнологічних заходів нпа посівах пшениці твердої озимої може виникнути небезпечна ситуація (рис.).

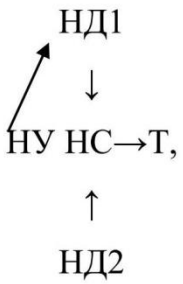


Рис. Модель виникнення небезпечної ситуації

Висока ефективність дотримання заходів з охорони праці є моделювання

небезпечних ситуацій, які можуть виникнути під час проведення агротехнологічних робіт. У таких моделях можна прогнозувати і попередити виникнення небезпечних ситуацій, що сприятиме збереженню життя і здоров'я працівників.

Може бути небезпечна умова – під час сівби механізм передачі може бути без захисту (НУ), працівник може бути без захисних рукавичок (НД1) або механізм може підхватити частину одягу працівника, може виникнути небезпечна ситуація (НС), яка може призвести до травми (пошкодження пальців або інших частин тіла).

Тому з метою покращення рівня роботи з охорони праці та усунення недоліків необхідно:

1. Регламентувати і витримувати режим робочого часу під час роботи із засобами захисту та мінеральними добривами.

2. Розглядати можливість матеріального заохочення працівників, які не допускають порушення заходів з охорони праці.

3. Покращити контроль за виконанням вимог нормативних актів з охорони праці.

6.2 Охорона навколишнього природнього середовища під час агротехнології пшениці озимої

В умовах проведеного досліду було дотримано всіх правил, які сприяють захисту навколишнього природного середовища. Під час агротехнології цієї культури використовували сорт, який занесено до реєстру сортів, засоби захисту рослин використовували відповідно до переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених для використання. Технічні засоби застосування пестицидів та агрохімікатів пройшли відповідну сертифікацію. Підприємницька діяльність у сфері виробництва, зберігання, транспортування, реалізації пестицидів та агрохімікатів і торгівля ними

ВИСНОВКИ

1. Індекси продуктивності пшениці твердої озимої змінюються залежно від погодних умов і умов мінерального живлення рослин, створених тривалим застосуванням різних видів і доз добрив. Встановлено, що тривале застосування фосфорних і калійних добрив майже не зменшувало індекси продуктивності, а білоцерківський і полтавський – підвищувало. Азотна складова системи удобрення з різним поєднанням фосфорної і калійної їх знижувало.

2. Тривале застосування добрив, крім фосфорно-калійної системи, у польовій сівозміні достовірно впливає на формування врожаю пшениці твердої озимої (сорт Андромеда). Найвищу ефективність мають системи удобрення з азотною складовою. Фосфорно-калійні добрива найменше впливають на врожайність і якість зерна пшениці твердої озимої. Тривале застосування $N_{150}P_{60}K_{80}$ збільшує її від 3,83 до 5,00 т/га ($p \leq 0,05$). Застосування половини дози повного мінерального добрива забезпечує отримання 4,5 т/га ($p \leq 0,05$). Варіанти з неповним поверненням фосфорно-калійних добрив, а також парні комбінації з азотною складовою забезпечують формування 4,71–4,94 т/га зерна. Азотні системи удобрення збільшують урожайність зерна до 4,45–4,66 т/га залежно від дози добрива.

3. Ефективність застосування добрив змінюється залежно від погодних умов вегетаційного періоду. Так, у менш сприятливих умовах росту урожайність зростає від 3,37 до 3,90–4,31 т/га, а в кращих – від 4,26 до 4,89–5,45 т/га ($p \leq 0,05$).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Curtis, T.; Halford, N.G. Food security: The challenge of increasing wheat yield and the importance of not compromising food safety. Ann. Appl. Biol. 2014, 164, 354–372. [Google Scholar] [CrossRef][Green Version]
2. Shiferaw, B.; Smale, M.; Braun, H.-J.; Duveiller, E.; Reynolds, M.; Muricho, G.; Reynolds, M.P. Crops that feed the world 10. Past successes and future challenges to the role played by wheat in global food security. Food Secur. 2013, 5, 291–317. [Google Scholar] [CrossRef][Green Version]
3. Grewal, S.; Goel, S. Current research status and future challenges to wheat production in India. Indian J. Biotechnol. 2015, 14, 445–454. [Google Scholar]
4. Shewry, P.R.; Hey, S.J. The contribution of wheat to human diet and health. Food Energy Secur. 2015, 4, 178–202. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]
5. Ranum, P.; Peña-Rosas, J.P.; Garcia-Casal, M.N. Global maize production, utilization, and consumption. Ann. N. Y. Acad. Sci. 2014, 1312, 105–112. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]
6. Khokhar, J.S.; Sareen, S.; Tyagi, B.S.; Singh, G.; Chowdhury, A.K.; Dhar, T.; Singh, V.; King, I.P.; Young, S.D.; Broadley, M.R. Characterising variation in wheat traits under hostile soil conditions in India. PLoS ONE 2017, 12, e0179208. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed][Green Version]
7. Asseng, S.; Martre, P.; Maiorano, A.; Rötter, R.P.; O'Leary, G.J.; Fitzgerald, G.; Girousse, C.; Motzo, R.; Giunta, F.; Babar, M.A.; et al. Climate change impact and adaptation for wheat protein. Glob. Chang. Biol. 2019, 25, 155–173. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed][Green Version]
8. USDA. Grain: World Markets and Trade. 2019. Available online: https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/grain.pdf (accessed on 17 July 2021).
9. Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database

(FAOSTAT). New Food Balances. Available online: http://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS (accessed on 2 December 2019).

10. FAO. Cereal Supply and Demand Brief. 2019. Available online: http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/en/ (accessed on 17 July 2021).
11. Antonkiewicz, J.; Kuc, A.; Witkowicz, R.; Tabak, M. Effect of municipal sewage sludge on soil chemical properties and chemical composition of spring wheat. Ecol. Chem. Eng. S 2019, 26, 583–595. [Google Scholar] [CrossRef][Green Version]
12. Yadav, R.; Singh, S.S.; Jain, N.; Singh, G.P.; Prabhu, K. Wheat production in India: Technologies to face future challenges. J. Agric. Sci. 2010, 2, 164. [Google Scholar] [CrossRef][Green Version]
13. Goutam, U.; Kukreja, S.; Tiwari, R.; Chaudhury, A.; Gupta, R.K.; Dholakia, B.B.; Yadav, R. Biotechnological approaches for grain quality improvement in wheat: Present status and future possibilities. Aust. J. Crop Sci. 2013, 7, 469–483. [Google Scholar]
14. Peña-Bautista, R.J.; Hernandez-Espinosa, N.; Jones, J.M.; Guzman, C.G.; Braun, H.J. CIMMYT series on carbohydrates, wheat, grains, and health: Wheat-based foods: Their global and regional importance in the food supply, nutrition, and health. Cereal Foods World 2017, 62, 231–249. [Google Scholar] [CrossRef]
15. Mueller, B.; Hauser, M.; Iles, C.; Rimi, R.H.; Zwiers, F.W.; Wan, H. Lengthening of the growing season in wheat and maize producing regions. Weather Clim. Extrem. 2015, 9, 47–56. [Google Scholar] [CrossRef][Green Version]
16. El Afandi, G.; Khalil, F.A.; Ouda, S.A. Using irrigation scheduling to increase water productivity of wheat-maize rotation under climate change conditions. Chil. J. Agric. Res. 2010, 70, 474–484. [Google Scholar] [CrossRef][Green Version]
17. Nuttall, J.G.; O'Leary, G.; Panozzo, J.F.; Walker, C.; Barlow, K.; Fitzgerald,

G. Models of grain quality in wheat—A review. Field Crop. Res. 2017, 202, 136–145. [Google Scholar] [CrossRef][Green Version]

18. Agarwal, N.; Sinha, A. Future climate analogues of current wheat production zones in India. Curr. Sci. 2019, 116, 264–271. [Google Scholar] [CrossRef]
19. Hawkesford, M.J. Reducing the reliance on nitrogen fertilizer for wheat production. J. Cereal Sci. 2014, 59, 276–283. [Google Scholar] [CrossRef][Green Version]
20. Lu, C.; Tian, H. Global nitrogen and phosphorus fertilizer use for agriculture production in the past half century: Shifted hot spots and nutrient imbalance. Earth Syst. Sci. Data 2017, 9, 181–192. [Google Scholar] [CrossRef][Green Version]
21. FAO. World Fertilizer Trends and Outlook to 2023. Rome. 2019. Available online: http://www.fao.org/3/ca6746en/CA6746EN.pdf?eloutlink=imf2fao (accessed on 17 July 2021).
22. European Commission. From Farm to Fork. Available online: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/actions-being-taken-eu/farm-fork_en (accessed on 24 July 2021).
23. Jan, M.T.; Khan, M.J.; Khan, A.; Arif, M.; Farhatullah Jan, D.; Saeed, M.; Afridi, M.Z. Improving wheat productivity through source and timing of nitrogen fertilization. Pak. J. Bot. 2011, 43, 905–914. [Google Scholar]
24. Carvalho, J.M.G.; Bonfim-Silva, E.M.; Da Silva, T.J.A.; Sousa, H.H.D.F.; Guimarães, S.L.; Pacheco, A.B. Nitrogen and potassium in production, nutrition and water use efficiency in wheat plants. Cienc. Investig. Agrar. 2016, 43, 442–451. [Google Scholar] [CrossRef]
25. Ladha, J.; Tirol-Padre, A.; Reddy, C.K.; Cassman, K.G.; Verma, S.; Powlson, D.S.; Van Kessel, C.; Richter, D.D.B.; Chakraborty, D.; Pathak, H. Global nitrogen budgets in cereals: A 50-year assessment for maize, rice and wheat production systems. Sci. Rep. 2016, 6, 19355. [Google Scholar] [CrossRef][Green Version]

26. Rossini, F.; Provenzano, M.E.; Sestili, F.; Ruggeri, R. Synergistic effect of sulfur and nitrogen in the organic and mineral fertilization of durum wheat: Grain yield and quality traits in the mediterranean environment. Agronomy 2018, 8, 189. [Google Scholar] [CrossRef][Green Version]