МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет агрономії
Кафедра агрохімії і ґрунтознавства

Допущено до захисту
«____» _____ 2025 р.
Зав. кафедри_____ доцент Черно О. Д.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

ЕФЕКТИВНІСТЬ УДОБРЕННЯ У ФОРМУВАНІ ВРОЖАЮ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ У ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

Виконала – студентка 2 курсу, 21 м-з-а групи
спеціальності 201 «Агрономія»
Артюшенко А. В.
Керівник – Господаренко Г. М.

Умань – 2025

ЗМІСТ

ВСТУП 3
РОЗДІЛ 1. ВПЛИВ УДОБРЕННЯ НА ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ (огляд літератури) 5
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ (особливості сорту КВС Еміл)..... 12
РОЗДІЛ 3. УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ 13
3.1 Географічне розташування досліду та характеристика ґрунтових умов…….. 13
3.2 Характеристика агрокліматичних і погодних умов 15
3.3 Схема польового досліду та спосіб розміщення варіантів..... 18
3.4 Технологічні особливості вирощування пшениці озимої у досліді 20
3.5 Програма та методика проведення досліджень..... 21
РОЗДІЛ 4. ВПЛИВ СИСТЕМ ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ НА ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ …… 23
4.1 Агрохімічні властивості ґрунту за різного удобрення …….. 23
4.2 Вплив систем застосування добрив на ріст рослин пшениці озимої ……. 25
4.3 Урожайність і якість зерна пшениці озимої……. 30
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ..... 40
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ..... 43
6.1. Моделювання виробничих небезпек під час внесення добрив під пшеницю озиму ……. 43
6.2. Охорона довкілля під час застосування добрив 46
ВИСНОВКИ 51
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 53

ВСТУП

Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи. Пшениця є однією з основних зернових культур України і важливою продовольчою культурою світу. Оптимізація традиційних технологій її вирощування необхідна для пом'якшення потенційних втрат урожаю, що збільшення виробництва зерна пшениці пояснюється зростанням застосування хімічних речовин, зокрема удобрювальних продуктів [66].

Зерно пшениці займає чільне місце серед продовольчого як на вітчизняному, так і світовому ринках [2]. Продуктивність пшениці насамперед залежать від забезпечення рослин поживними речовинами. Тому в технології її вирощування в певних природних умовах основне значення належить удобренню [27]. Аналіз літературних джерел свідчить про високу реакцію пшениці на застосування добрив. Дози різних видів добрив та їх поєднання змінюються в широких межах. Різні сорти пшениці по різному на це реагують за зміни погодних умов. Саме тому лише за оптимального поєднання різних чинників, що впливають на ріст і розвиток рослин, можна очікувати на реалізацію продуктивного потенціалу певного сорту пшениці озимої. Отже, дослідження проведені в цьому напрямі є актуальними.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у вирішенні науково-прикладних завдань і виявленні закономірностей формування врожаю пшениці озимої залежно від систем удобрення в польовій сівозміні.

Проведено теоретичне обґрунтування шляхів оптимізації мінерального живлення пшениці озимої на чорноземі опідзоленому в умовах Правобережного Лісостепу, встановлено різний вплив тривалого застосування видів мінеральних добрив, їх доз і поєднань на формування урожаю пшениці озимої.

Визначено, що врожайність зерна пшениці озимої сорту КВС Еміл за внесення $N_{150}P_{30}K_{40}$ становить 8,11 т/га з вмістом білка 13,4 %. За внесення подвійної дози фосфорних і калійних добрив ($N_{150}P_{60}K_{80}$) врожайність

збільшується до 8,39 т/га за вмісту білка 13,4 %. Урожайність з неповним поверненням фосфорно-калійних добрив лише на 3 % менша.

Удосконалено систему удобрення пшениці озимої і обґрунтовано можливості зниження доз внесення певних видів мінеральних добрив.

Дістало подальшого розвитку твердження можливості зниження доз мінеральних добрив під пшеницю м'яку озиму у польовій сівозміні на тлі залишення на полі на добриво нетоварного врожаю та обґрунтування впливу різного удобрення на формування якості зерна.

Практична цінність полягає в удосконалені системи удобрення пшениці озимої. Встановлено, що в 4-пільній польовій сівозміні із залишенням на полі нетоварного врожаю після попередника соя доцільно застосувати мінеральні добрива в дозі $N_{150}P_{30}K_{40}$ за вирощування сорту КВС Еміл.

Апробація матеріалів кваліфікаційної роботи. Основні результати і положення кваліфікаційної роботи доповідалися та обговорювалися на засіданні студентського наукового гуртка кафедри агрохімії і ґрунтознавства Уманського НУ, студентській науковій конференції приуроченій 125-річчю від дня народження професор С. С. Рубіна (Умань, 2025 р.). За матеріалами досліджень опубліковано тези доповіді: Артюшенко А. В. Ефективність удобрення у формуванні продуктивності пшениці озимої у Правобережному Лісостепу. *Зб. студ. наук. праць Уманського НУ. Факультет агрономії*. Умань, 2025. С. 51.

РОЗДІЛ 1

ВПЛИВ УДОБРЕННЯ НА ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ (огляд літератури)

У сучасному землеробстві застосування мінеральних добрив є однією з найважливіших складових технологій вирощування сільськогосподарських культур [18]. Тривале застосування добрив сприяє підвищенню їх продуктивності [19, 66]. Крім того, оптимізація живлення рослин раціональним удобренням поліпшує якісні показники зерна, що важливо для виробництва високоякісних харчових продуктів і кормів [31].

В Україні значні площі сільськогосподарських угідь розорані. Значно збільшилась кількість землевласників і землекористувачів, які не дотримуються регіональних науково обґрунтованих систем землеробства. Це призводить до деградаційних процесів ґрунтів: зневоднення, переущільнення, ерозії [19]. Крім того, у зв'язку з економічною кризою значно знизилося застосування як органічних, так і мінеральних добрив [25]. Отже, проблема родючості ґрунтів залишається гострою та потребує вирішення.

Нині нагальним є питання розробки таких систем застосування добрив для різних природних умов, які забезпечують реалізацію генетичного потенціалу продуктивності сільськогосподарських культур з одночасним відновленням родючості ґрунту. Тому виникає необхідність розробки енергоощадних ефективних систем удобрення з високим екологічним ефектом. Застосування їх було б доцільним у всіх типах сільськогосподарських підприємств [22].

Ефективність застосування добрив під польові культури на чорноземних ґрунтах вже досліджували [23]. Проте ці досліди зазвичай проводили в різних природних умовах, у різних як за структурою, так і кількістю полів сівозмінах. При цьому солому забирали з поля для потреб тваринництва,

рівень урожаю культур був низьким.

Нині більшість господарств мають лише рослинницький напрям. У системі застосування добрив відсутній гній. Це впливає на дози добрив і підходи до системи удобрення окремих культур [43]. Тому для досягнення нейтрального рівня деградації ґрунтів першочергове значення має застосування систем землеробства, що забезпечують відновлення родючості ґрунтів, запобігають забрудненню довкілля та продукції рослинництва [26].

Ефективність застосування удобрювальних продуктів насамперед залежить від їх форм і доз внесення [36]. Оптимальну дозу добрив необхідно розраховувати на планований рівень урожайності, з урахуванням кліматичних умови і рівня родючості ґрунту, складових технології, структури сівозміни, насиченості добривами одиниці площі сівозміни, форми удобрювального продукту, способу та строків їх внесення та інших чинників. Встановлення оптимальних доз добрив є досить складним питанням сучасної агрохімічної науки [30, 69]. Практикою доведено, що досягти високої продуктивності культур можна постійним внесення добрив. Також при цьому можна вносити менші дози добрив, що пояснюється післядією добрив, внесених у попередні роки [51].

Важливим показником ефективності застосування добрив є баланс поживних речовин. Він дає можливість встановити спрямованість процесів у ґрунті, а також визначити надлишок або дефіцит окремих елементів живлення рослин [29]. Моніторинг балансу поживних речовин дає змогу розробити рекомендації щодо планового його регулювання [24]. За формування додатного їх балансу важливо враховувати темпи підвищення окремих складових родючості ґрунту, а також можливе забруднення ґрунтового покриву та водних джерел [34].

Коли нетоварна частина врожаю не вилучається з поля, для проведення балансових розрахунків з метою визначення доз добрив, доцільно використовувати показник винесення елементів живлення тільки основною продукцією [33]. Це пояснюється тим, що потреба рослин, наприклад, у калії

може бути забезпечена з ґрунту до 50 % [28].

Зерно пшениці є основною сировиною для виробництва високоякісних продуктів харчування [61]. Валове виробництво зерна пшениці в світі близько 765 млн т [6]. Оптимальну дозу добрив під пшеницю розраховують з урахуванням особливостей сорту і очікуваного рівня продуктивності, погодних умов, параметрів агрохімічних властивостей ґрунту, рівня технології вирощування, попередників, насичення сівозміни добривами та інших факторів, що можуть впливати на формування врожаю культури [39].

Продуктивність рослин є мінливим і узагальненим показником їх життєдіяльності. Вона показує їх генетичний потенціал, рівень родючість ґрунту, погодні умови у період вегетації та ефективність технології вирощування культури [4]. Найвпливовіших чинником збільшення врожаю та поліпшення якості зерна пшениці озимої є застосування добрив за сприятливих погодних умов вегетаційного періоду [38].

У системі удобрення пшениці озимої зазвичай застосовують добрива, до складу яких входять макро- [8] та мікроелементи та ціла низка органічних і органо-мінеральних продуктів [3]. Встановлено [2, 68], що ефективність добрив значно залежить від сортових особливостей пшениці озимої. При цьому найефективнішою була доза $N_{150}P_{120}K_{90}$. При цьому врожайність сорту Грома збільшувалася з 4,5 до 7,9 т/га, а сорт Безоста 100 – з 4,0 до 6,8 т/га. В інших дослідженнях ефективнішою була доза $N_{135}P_{20}K_{65}$ [14], де врожайність зерна становила 4,5 т/га, а вміст білка 13,4 %. Ефективність цих доз добрив вивчалась в різних природних умовах, тому їх не завжди можна рекомендувати для умов Правобережного Лісостепу.

Погодні умови у період вегетації культури також значно впливають на ефективність застосування добрив. Так, за 35-річний період на неудобрених ділянках урожайність пшениці озимої змінювалась на 0,7–2,9 т/га. За внесення гною в дозі 75 т/га цей показник становив 1,3–6,8 т/га. За мінеральної системи удобрення ($N_{120}P_{26}$) – 2,3–7,0 т/га, а за органо-мінеральної ($N_{120}P_{26}$ + 75 т/га гною) 1,3–7,8 т/га. При цьому встановлено, що

досить важко прогнозувати впливу складових погодних умов на формування врожайності пшениці [17]. Зроблено висновок, різні системи застосування добрив (мінеральна, органічна та органо-мінеральна) мали однаковий вплив на врожайність пшениці озимої.

Вчені зазначають, що тривале застосування добрив у сівозміні має перевагу перед одноразовим внесенням під культуру. Це пояснюється післядією добрив, які були внесені під попередні культури сівозміни [20, 40].

Поліпшення мінерального живлення пшениці озимої не лише сприяє підвищенню врожайності зерна, але й сприяє поліпшенню його якості [29]. На вміст білка в зерні різні елементи живлення рослин мають неоднаковий вплив. За мінеральної системи удобрення на формування вмісту білка в зерні пшениці твердої озимої найбільше впливала її азотна складова. У проведених дослідженнях [13] вміст білка в зерні зростав з 11,1 % з неудобрених ділянок до 11,7 % за оптимального удобрення. Вчені при цьому також зазначають значний вплив на цей показник погодних умов. Зміни були в межах від 10,5 до 12,4 %.

Сорти пшениці озимої, що нині вирощуються, здатні формувати досить високу врожайність зерна, але вміст у ньому білка не завжди високий. Для його підвищення рослини в кінці вегетації повинні містити достатню кількість азоту. Сучасні сорти зазвичай низькорослі. Вони мають менше відношення між надземною вегетативною масою та зерном, тому можливість накопичення в рослинах азоту обмежена. Отже, високоякісне зерно вони не можуть сформувати навіть за значного накопичення азоту у вегетативних органах [37].

Оскільки поглинання елементів живлення визначається генетичними особливостями, то на ефективність добрив впливають особливості сорту пшениці озимої [10]. Наприклад, маса 1000 зерен зазвичай знижується не лише з поліпшенням рівня азотного живлення рослин, а й залежить від строків внесення азотних добрив. Проте інколи проявляється позитивний вплив оптимального азотного живлення на цей показник. Так встановлено,

що маса 1000 зерен збільшувалась за роздрібного внесення азотних добрив у сортів Артеміда та Єрмак. Найбільшою вона була у варіанті досліду $P_{135}K_{135} + N_{60(II)} + N_{75(IV)} + N_{45(VII)}$ в обох сортів [52].

Посилення азотного живлення зазвичай знижує натуру зерна. Проте інколи азотні підживлення позитивно впливають на цей показник [46]. Посилення азотного живлення також негативно впливає на частку в урожаї зерна крупної фракції [39]. При цьому зменшується маса 1000 зерен і його натура, знижується вирівняність зерна [12]. З поліпшенням азотного живлення показник склоподібності зерна підвищується [21, 65].

Вологозабезпечення пшениці озимої позитивно впливає на фізичні показники якості зерна (масу 1000 зерен, натуру [60, 47]. Вміст білка та клейковини за достатнього вологозабезпечення нижче середнього показника порівняно з посушливими умовами, якість клейковини краща.

Поліпшення мінерального живлення рослин пшениці озимої покращує показників якості зерна [59, 64].

Основним показником якості зерна пшениці є вміст білка в зерні. На нього впливає рівень азотного та сірчаного живлення. З цих макроелементів будуються блоки білків. Тоді як посилене живлення азотом збільшує вміст білка, то сірчане живлення впливає на його склад [58]. За недостатнього сірчаного живлення пшениця не може реалізувати генетичний потенціал урожайності, а азот добрив використовується менш ефективно для синтезу білка. Вивчення можливостей збільшення врожайності та ефективного використання азотних добрив без загрози довкіллю є актуальним питанням майбутніх досліджень [56].

Зменшення вмісту білка в зерні пшениці за надлишкового зволоження пояснюється втратою легкорозчинних фракцій (альбумінів і глобулінів). Підвищення ферментативної активності сприяє підвищенню гідролізу білка, що зменшує відношення азоту до вуглеводів у органах рослини [1].

У середньому за 10 років спостерігалась тенденція зменшення маси 1000 зерен пшениці озимої з підвищенням рівня азотного живлення. При цьому

спостерігалося достовірне поліпшення склоподібності зерна [5].

За оптимального вологозабезпечення необхідною умовою формування оптимального вмісту білка в зерні є поліпшення азотного живлення пшениці озимої [48, 57]. Так, за достатнього тепло- та забезпечення у варіанті досліду з внесенням 150 кг/га д. р. азотних добрив вміст білка в зерні пшениці озимої зростав від 9,7 % до 13,2 %. Подібно змінювався амінокислотний склад зерна [49].

Отже, з поліпшенням азотного живлення рослин пшениці озимої знижується негативний вплив погодних умов на вміст білка в зерні. При цьому ефективність впливу добрив змінюється залежно від селекційно-генетичних особливостей сорту. Це також зумовлює необхідність проведення додаткових досліджень.

У системі застосування добрив під пшеницю озиму важливе значення має вплив погодних умов пі час вегетаційного періоду та особливості сорту. Селекційно-генетичні особливості нових її сортів мають вищий вплив на формування продуктивності порівняно з погодними умовами. Встановлено накопичення більшого вмісту білка в зерні за посушливих погодних умов [9].

Якість зерна пшениці озимої враховується при визначенні напрямку його переробки [31]. Хлібопекарські та кондитерські властивості зерна залежать від вмісту ньому клейковини, а вміст білка впливає на біологічна цінність виготовленого продукту.

Оскільки населення Землі збільшується, застосування добрив для виробництві продукції рослинництва зростатиме [7]. Їх ефективність залежить від типу ґрунту, його властивостей і родючості, погодних умов, сорту тощо [25]. У польовому досліді врожайність пшениці озимої залежно від погодних умов за внесення азотних добрив у дозі 120 кг/га азоту була 7,3–9,4 т/га, а вміст білка – 11,9–4,9 %. При цьому з підвищенням урожайності зерна, вміст у ньому білка відповідно знижувався [15]. Серед чинників, що впливають на формування врожаю, найбільше змінювалися погодні умови. Тому від них найбільше залежала ефективність добрив [16].

Сорти пшениці озимої з високою здатністю накопичувати азот у вегетативній масі та за дефіциту вологи у період активного росту рослин дають можливість вносити високі дози азотних добрив, іноді одноразово [35]. Негативний вплив надлишку азотних добрив може бути лише за умови високого вмісту азоту нітратних і амонійних сполук у ґрунті [40].

В економічно розвинених країнах доза азотних добрив під пшеницю зросла з 46,3 кг/га (2002 р) до 61,2 кг/га (2015 р), що сприяло збільшенню виробництва зерна на 145 млн т, а вміст білка в зерні зріс на 3,1 % [11].

У системі удобрення пшениці озимої в умовах Правобережного Лісостепу України рекомендується застосовувати не більш як 150 кг/га д. р. азотних добрив [41, 55].

Даних щодо продуктивності пшениці озимої у короткоротаційних польових сівозмін на чорноземах залежно від системи удобрення недостатньо, тому дослідження є актуальними. У таких сівозмінах збільшується частка кожної культури. В умовах енергетичної кризи збільшення доз добрив не є актуальним. Визначення різних систем удобрення у різних природних умовах з урахуванням доз добрив і поєднання в них різних елементів живлення з метою розробки практичних рекомендацій щодо оптимізації поживного режиму ґрунту, підвищення продуктивності культур сівозміни і захисту довкілля є актуальним.

Аналіз наукових джерел підтверджує важливу роль мінеральних добрив у технології вирощування пшениці озимої. Встановлено значні зміни їх ефективності залежно від погодних умов вегетаційного періоду, сорту та систем удобрення.

Інформація, отримана в стаціонарному польовому досліді стосовно закономірностей впливу систем удобрення з різним поверненням у ґрунт винесених з урожаєм елементів живлення дасть можливість розробити і запровадити у виробництво системи застосування добрив, що враховують засадах охорони ґрунтового покриву та відновлення сталого функціонування агроекосистем.

РОЗДІЛ 2
ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ (особливості сорту КВС Еміл)

У досліді вирощували пшеницю м'яку озиму сорту КВС Еміл. Цей сорт був створений у Німеччині. Сорт внесений до Державного реєстру сортів рослин України у 2017 році. Він характеризується як інтенсивний, з високою стабільною продуктивністю. Рекомендована зона для вирощування: Лісостеп, Полісся, Степ. Напрям використання сорту КВС Еміл – зерновий.

За якістю зерна – філер.

За вегетаційним періодом відноситься до середньостиглих сортів. Основною характерною цього сорту є дуже висока зимостійкість. Рослини низькорослі, мають високу стійкість до вилягання, завдяки низькорослій будові. Сорт демонструє стабільну продуктивність навіть за складних погодних умов, зокрема завдяки дуже високій зимостійкості.стійкий до бурої листової і жовтої іржі. Висока стійкість до піренофорозу та септоріозу

Стійкість до хвороб:

- Борошниста роса – 8,5–8,8 балів;
- Іржа бура – 8,6–8,7 балів;
- Фузаріоз – 8,9–9 балів;
- Стійкість до полягання – 8,9–9 балів;
- Стійкість до осипання – 8,7–9 балів.

Маса 1000 зерен висока, що сприяє отриманню великих урожаїв.

Оптимальний строк сівби 10–25 вересня з нормою висіву 3,0–3,5 млн насінин/га.

Рекомендується для вирощування в усіх природно-кліматичних умовах України. Високопродуктивний, під час державного сортовипробування показав таку врожайність:

- Степ: 6,01 т/га;
- Лісостеп: 7,12 т/га;
- Полісся: 6,67 т/га.

РОЗДІЛ 3
УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Географічне розташування досліду та характеристика ґрунтових умов

Польові дослідження проводили у стаціонарному досліді Уманського національного університету закладеному в 2010 році. Він розташований на північній околиці м. Умані в Правобережному Лісостепу та характеризується нестійким зволоженняя. Стаціонарний дослід (№ 87, зареєстрований НААН України) має географічні координати 48° 46' пн. ш. і 30° 14' сх. д. Висота над рівнем моря – 245 м.

Територія, де закладено стаціонарний дослід, – це вирівняне, підвищене плато вододілу двох невеликих річок. Це пологий (2–3°) схил північно-західної експозиції. Підземні води не впливають на властивості та будову ґрунту, тому що залягають на глибині 22–24 м.

Ґрунтовий покрив досліду – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі. За своїми ознаками і властивостями цей ґрунт займає проміжне місце між темно-сірим лісовим ґрунтом і чорноземом типовим. Для його профілю характерне об'єднання генетичних ознак, властивих чорноземам типовим (значна гумусованість, наявність кротовин тощо), і темно-сірим лісовим ґрунтам (диференціація профілю за елювіально-ілювіальним типом, білувата присипка в гумусовому горизонті, ущільнення та оглинювання, глибоке залягання карбонатів тощо).

Ґрунт досліду має такі генетичні ознаки:

Не 0–45 см – гумусний горизонт слабоелювійований. Має темно-сірий колір, білястий від крем'янкової присипки. Орний шар пилувато-грудочкуватої структури, слабоущільнений. Підорний – грудочкувато-зернисто-горіхуватий, щільний. Перехід до наступного горизонту поступовий, але помітний за складом, кольором і структурою.

Hpi 45–70 см –верхній перехідний, добре та рівномірно гумусований, темно-сірий з буруватим відтінком, слабоілювійований. Має дрібногрудучкувато-горіхувату структуру, щільний. По профілю видно крем'янкову присипку, червоточини і кротовини. Перехід до наступного горизонту поступовий, але помітний.

Phi 70–105 см – слабогумусована сіро-бурого кольору, крупногоріхуватої структури порода. З глибиною вона частково переходить в горіхувато-призматичну. Перехід до наступного горизонту поступовий.

Pi 105–135 см – слабоілювійована з слідами гумусу у вигляді окремих карманів та затікань порода. Колір буро-палевий, структура грудочкувато-стовпчаста. Горизонт має щільну будову, інколи пронизану кротовинами. Перехід до наступного горизонту хвилястий, але добре помітний.

Pk 135 см і глибше – материнська порода – це лес палевого кольору. Він має дрібнозернисту структуру, щільний. Лінія скипання карбонатів – на глибині 135–140 см.

На початку проведення стаціонарного досліду ґрунт мав вміст гумусу 3,81 %, реакція ґрунтового розчину була слабокислою (pH_{kcl} 5,7). За вмістом азоту легкогідролізованих сполук він характеризувався низькою здатністю забезпечувати рослини азотом, а за вміст рухомих сполук фосфору – високою. Ґрунт мав підвищену здатність забезпечувати рослини калієм. Вміст рухомих сполук мікроелементів був таким: мангану, цинку та міді – низький, кобальту – середній.

Отже, за агрохімічними показниками ґрунт досліду відповідає вимогам для вирощування пшениці озимої за умови поліпшення умов мінерального живлення рослин і вологозабезпечення. Він характеризується високою потенціальною родючістю. За умов належної технології вирощування пшениці озимої здатний забезпечити отримання високих і сталих урожаїв районованих її сортів.

У цілому властивості ґрунту і рельєф досліду відповідає основним ґрунтовим різновидностям помірно-континентальної східноєвропейської

ґрунтово-кліматичної фації. У межах неї можуть бути поширені отримані в досліді результати досліджень.

3.2 Характеристика агрокліматичних і погодних умов

Клімат Західної частини Черкаської області помірно-континентальний і за основними складовими погодних умов помірно посушливий. За даними, які наводить метеостанція Умань, в умовах дослідного поля середня температура січня – – 3,4 °С, а липня – + 20,9 °С. Середньобагарічна температура повітря становить 8,8 °С. В окремі роки спостерігається значне відхилення помісячних температур від середньобагаторічних даних.

Стаціонарний дослід кафедри агрохімії і ґрунтознавства Уманського національного університету, де проводилися досліди з вивчення впливу доз і поєднань різних видів мінеральних добрив на продуктивність пшениці озимої, знаходиться в підзоні теплого з нестійким зволоженням клімату.

Весняний сезон, як вважається, починається переходом середньодобової температури повітря через 0 °С. Він настає швидко, але сніг тане повільно. Тому поверхневі стоки зазвичай незначні. Це сприяє поглинанню талих вод, що сприяє накопиченню ґрунтових запасів вологи.

За переходу середньодобової температури повітря через 20 °С, наступає літо. Воно характеризується високими температурами із середнім показником 20,3 °С. Теплий і вологий літній період зазвичай сприяє нормальній вегетації районованих сільськогосподарських культур.

Осінній період характеризується теплою, сонячною погодою. Лише в середині вересня середньодобова температура переходить через 10 °С. Погода ззвичай хмарна й дощова. Пізня осінь характеризується змінною температурою, періодично випадають дощ і сніг. Це сприяє збільшенню запасів вологи у ґрунтовому профілі.

Зимовий період зазвичай теплий. Погода хмарна з періодичними відлигами. Середня температура повітря в найхолоднішому місяці – січні –

8 ºС. Ґрунт буває розмерзається. Це сприяє ліпшому накопиченню в ґрунтовому профілі зимових опадів. У роки проведення досліджень погодні умови дещо відрізнялись від середньобагаторічних показників, особливо за кількістю атмосферних опадів.

У 2024 році у травні випало 41,8 мм, що на 10,2 мм більше норми. За червень випало на 24,5 мм менше, а липень був ще сухішим, за який випало 50,1 мм менше опадів. За серпень кількість опадів становила лише 17,7 мм, що майже в чотири рази менше норми (табл. 1). Вересень за кількістю опадів також був посушливим.

Таблиця 1

Погодні умови за даними метеостанції Умань

Показник	Місяці								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Кількість опадів, мм									
Середньо-багаторічна	38	34	36	41	52	81	68	49	61
Відхилення у 2024 р., ±	-8,2	-19,1	53,5	15,2	-10,2	-24,5	-50,1	-31,3	-56,8
Відхилення у 2025 р., ±	-25,6	-26,2	-23,5	-11,1	49,2	-79,8	44,3	-27,0	-40,4
Температура повітря, ºС									
Середньо-багаторічна	-3,4	-2,3	2,5	9,7	15,4	19,0	20,9	20,1	14,5
Відхилення у 2024 р., ±	1,8	6,5	2,0	3,3	-0,1	2,2	3,4	3,0	+2,9
Відхилення у 2025 р., ±	5,5	-1,6	4,2	0,6	-2,3	0,3	1,5	-0,4	-0,3
Відносна вологість повітря, %									
Середньо-багаторічна	86	85	82	68	64	66	67	68	73
Відхилення у 2024 р., ±	-2	-5	-6	-1	-7	3	-7	-12	-11
Відхилення у 2025 р., ±	-	-11	-15	-7	10	-3	-2	-5	-10

Погодні умови під час проведення досліджень були несприятливими для вирощування більшості сільськогосподарських культур. Спостерігали

зменшення кількості опадів відносно кліматичної норми майже в усіх місяців 2025 року (див. табл. 1).

Перед сівбою пшениці озимої в умовах 2023 року випала достатня кількість опадів для проростання насіння. Зимові умови склалися сприятливо для перезимівлі посівів. Весняний період 2024 року склався теплим із надмірною зволоженістю ґрунту завдяки значній кількості опадів. Упродовж літнього періоду (червень–липень) випала недостатня кількість опадів, що на 74,6 мм менше від кліматичної норми. У поєднанні з високими температурами повітря це створювало посушливі умови і знижувало формування врожаю пшениці озимої.

У період вегетації пшениці озимої у 2024 році спостерігалась досить низька вологість повітря. На нашу думку, причиною цього була незначна кількість атмосферних опадів упродовж вегетації культури і відносно високі температури повітря.

Недостатня зволоженість ґрунту, що поєднувалася з підвищеною температурою повітря в усі місяці вегетації, крім травня, та пониженою відносною вологістю повітря призвело до посухи. Це негативно вплинуло на формування врожаю зерна та всі інші показники продуктивності пшениці озимої.

Характеризуючи температуру повітря за період вегетації слід відмітити, що травень був холоднішим за середньобагаторічний показник. У червні температура повітря становила 21,2 °С за норми 19 °С. Липень перевищував норму на 3,4 °С, а серпень на 3,0 °С.

Отже, за температурним режимом і кількістю атмосферних опадів умови 2024 року видалися сприятливим для росту й розвитку пшениці озимої.

Восени 2024 року тепло повернулось у листопаді, що сприяло утриманню осіннього характеру погоди практично до кінця грудня. Стан посівів пшениці озимої на дослідних ділянках поступово поліпшувався. Так, середня температура повітря за листопад була вищою від норми на 3 °С і становила +4,6 °С, середня температура повітря за грудень була вищою від

норми на 4 °С і становила +1,6 °С, максимальна вдень підвищувалась до +11…+12 °С.

На час припинення вегетації, яке відбулося 28–29 грудня зі стійким переходом середньодобової температури повітря через межу +3 °С у бік зниження, порівняно із кінцем листопада частка рослин у фазі кущіння збільшився до 50 % порівняно з посівами у вересні. Погодні умови у період листопад–грудень були малосприятливими для загартування рослин.

Агрометеорологічних зимових передумов для масової загибелі посівів не виникало. В періоди найбільш холодної погоди (1 та 3 декади січня), мінімальна температура ґрунту на глибині 3 см була не нижче –6-10 °С, що значно вищою від критичної температури вимерзання. Ранній розвиток і повільний хід весняних процесів, достатня кількість атмосферних опадів сприятливо впливали на розвиток озимини. За таких погодних умов у ранні строки (15–26.02), зазвичай замість середини березня, пшениця озима відновила вегетацію.

Отже, ґрунтово-кліматичні умови дослідного поля, де проводилися дослідження, відповідають біологічним вимогам пшениці озимої. Проте для формування сталої її продуктивності необхідні раціональні підходи до складових технології її вирощування, в тому числі створення оптимальних умов мінерального живлення рослин.

Роблячи висновок стосовно погодних умов, можна стверджувати, що вони мало відрізнялись від середньобагаторічних даних і були відносно сприятливими для формування хорошого врожаю пшениці озимої з високою якістю зерна.

3.3 Схема польового досліду та спосіб розміщення варіантів

Польові дослідження проводили у стаціонарному досліді Уманського національного університету (реєстраційний номер НААН України 87). Пшеницю озиму вирощували у польовій сівозміні (пшениця озима,

кукурудза, ячмінь ярий, соя). Вивчали різні системами застосування добрив. Польовий дослід проводиться з 2011 року (табл. 2).

Таблиця 2

Схема польового досліду

Варіант досліду	Удобрення	
	попередника – сої	пшениці озимої
Без добрив (контроль)	–	–
$P_{60}K_{80}$	$P_{60}K_{60}$	$P_{60}K_{80}$
$K_{80} + N_{110}$	$K_{60} + N_{60}$	$K_{80} + N_{150}$
$P_{60} + N_{110}$	$P_{60} + N_{60}$	$P_{60} + N_{150}$
$P_{30}K_{40} + N_{55}$	$P_{30}K_{30} + N_{30}$	$P_{30}K_{40} + N_{150}$
$P_{60}K_{80} + N_{110}$	$P_{60}K_{60} + N_{60}$	$P_{60}K_{80} + N_{150}$

Примітка. Варіант досліду – насиченість мінеральними добривами 1 га площі сівозміни.

Повторення варіантів досліду триразове, а їх розміщення послідовне. Площа дослідної ділянки 10 × 11 м. Облікова площа ділянки – 25 м^2. Дослід розгорнутий на чотирьох полях, що дозволяє щорічно отримувати урожайні дані культур сівозміни.

У системі застосовування добрив під пшеницю озиму, та інші культури сівозміни використовуються такі форми мінеральних добрив: аміачна селітра, суперфосфат гранульований, калій хлористий. Під основний обробіток ґрунту вносяться лише фосфорні і калійні добрива. Азотні добрива під пшеницю озиму вносяться одноразово напровесні. Нетоварна частина врожаю всіх культур сівозміни (солома, стебелиння) залишається на полі для поліпшення агрохімічних, біологічних та агрофізичних властивостей ґрунту і зниження доз внесення добрив.

За виробничий контроль був варіанті досліду $P_{60}K_{80} + N_{150}$. У цьому варіанті досліду дозу мінеральних добрив розраховано за усередненими показниками господарського винесенням основних елементів живлення

культурами сівозміни та розділено між культурами зарекомендованими дозами добрив. Схему досліду складено так, щоб вивчити можливість зниження доз окремих видів мінеральних добрив, а також загальної їх дози у цілому.

3.4 Технологічні особливості вирощування пшениці озимої у досліді

Технологія вирощування пшениці озимої в досліді полягала в оптимізації умов вирощування рослин упродовж осіннього та весняно-літнього періоду вегетації з урахуванням особливостей на всіх етапах росту й розвитку рослин. Пшениця озима має великі потенційні можливості продуктивності. Вона досить вимоглива як до властивостей ґрунту, так і до умов мінерального живлення, створеного завдяки внесенню удобрювальних продуктів.

Як уже зазначалось вище, попередником пшениці озимої у сівозміні була удобрена згідно схеми досліду соя. Після її збирання та залишенні на полі подрібненої соломи проводили лущення стерні дисковими лущильниками ЛДГ–5 на глибину 6–8 см. Обробіток розпочинали відразу після збирання попередника. Він включав дворазове лущення стерні та культивацію після дощу. Це сприяло знищенню сходів бур'янів, збереження вологи і приведення верхнього шару ґрунту до посівного стану.

Через два тижні після збирання врожаю сої поділянково вручну вносили мінеральні добрива – фосфорні й калійні (суперфосфат гранульований і калій хлористий) у дозах згідно схеми досліду під основний обробіток ґрунту, азотні (аміачна селітра) – в підживлення – напровесні перед відновленням вегетації рослин.

За два–три тижні до сівби обробляли насіння системним препаратом Раксіл екстра (1,5 кг/т) з допомогою протруювача ПС-10. Сівбу проводили агрегатом МТЗ–80 із сівалкою СЗ–3,6 з шириною міжрядь 15 см у третій декаді вересня, що є оптимальним строком для регіону. Норма висіву

становила 5,0 млн схожих насінин/га. Глибина загортання насіння була в межах 3–4 см.

У фазі сходів–кущіння рослин проводили обприскування посівів озимої пшениці проти попелиць препаратом Фастак (0,20–0,25 л/га).

У фазу початку виходу рослин у трубку (ВВСН 31) застосовували гербіцид Гранстар® Голд 75 в. г. з фунгіцидом Медісон 26,3 %, к. с.

У фазі колосіння пшениці озимої проти кореневих гнилей, бурої листової іржі, борошнистої роси, септоріозу проводили обприскування розчином препарату Альто Супер 330 ЕС (0,35–0,40 л/га).

Збирання врожаю зерна проводили суцільним методом прямим комбайнуванням у фазу повної стиглості зерна (ВВСН 93). Урожайність соломи обліковували методом пробного снопа з наступним визначенням відношенням зерна до соломи.

3.5 Програма та методика проведення досліджень

Зразки ґрунту відбирали і проводили підготовку їх до аналізу за ДСТУ 4287:2004 і ДСТУ ISO 11464:2007. У ґрунті визначали вміст гумусу за ДСТУ 4289:2004; кислотність ґрунтового розчину за ДСТУ ISO 10390-2007, а гідролітичну– за ДСТУ 7537:2014; вміст увібраних основ, ємність катіонного обміну і насиченості основами – відповідно за МВВ 31–497058–007–2005 і ДСТУ ISO 11260-2001; вміст азоту легкогідролізованих сполук за методом Корнфілда; рухомих сполук фосфору й калію (метод Чирикова) – за ДСТУ 4115-2002.

Площа листкової поверхні визначали методом висічок.

За допомогою портативного приладу N-tester визначали забезпеченість рослин сої азотом [32].

У дослідженнях ефективність застосування добрив визначали за такими показниками:

1. Урожайність визначали поділянково прямим комбайнуванням,

показники росту та розвитку, складові структури урожаю – за методикою [45].

2. Вміст білка, клейковини та натуру зерна – методом інфрачервоної спектроскопії за ДСТУ 4117:2007 [44].

Економічну ефективність застосування доз різних видів мінеральних добрив та їх поєднань під пшеницю озиму розраховували за загальноприйнятою методикою. При цьому враховували витрати за технологічними картами та реалізаційну ціну на зерно пшениці озимої у III кварталі 2025 р.

Статистичну обробку результатів досліджень проводили за методикою [45].

РОЗДІЛ 4
ВПЛИВ СИСТЕМ ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ НА ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

4.1. Агрохімічні властивості ґрунту за різного удобрення

З погляду сучасної антропогенної еволюції ґрунтів роль мінеральних добрив оцінюється неоднозначно [25]. Поряд з підвищенням ефективної родючості ґрунтів, тобто збільшенням урожайності сільськогосподарських культур і поліпшенням якості одержаної продукції, вони змінюють низку їх важливих властивостей. Дослідження цих змін, особливо тих, що найбільше впливають на агрохімічні властивості ґрунту під впливом тривалого застосування добрив у тривалих стаціонарних дослідах дозволяє визначити напрямок формування рівня впливу на створення врожаю. Зміни агрохімічних властивостей чорнозему опідзоленого за різних доз різних видів добрив і їх поєднань навіть за короткий період часу можуть бути значними (табл. 3).

З проведених даних агрохімічних досліджень зразків ґрунту видно, що в ґрунті простежуються незначні змін вмісту органічних речовин під впливом різного удобрення. Це ми пояснюємо незначним періодом проведення польового досліду, а також залишенням на добриво соломи та стебелиння. Найбільше зниження вмісту органічних речовин у шарі ґрунту 0–20 см простежується на абсолютному контролі та у варіантах досліду з внесенням лише фосфорних і калійних добрив (варіант $P_{60}K_{80}$) та у варіанті $K_{80} + N_{110}$. За зниження вмісту органічних речовин простежується підкислення ґрунтового розчину на 0,1–0,3 од. pH_{KCl}. Особливо це відбувається за внесення азотних і калійних добрив. Одержані в досліді дані на чорноземі опідзоленому важкосуглинковому підтверджують доцільність періодичного підтримувального вапнування.

Таблиця 3

Зміна агрохімічних властивостей чорнозему опідзоленого (шар 0–20 см) після тривалого застосування добрив, 2024 р.

Варіант досліду	Вміст органічної речовини, %	Обмінна кислотність, pH_{KCl}	Гідролітична кислотність, смоль/кг	Сума ввібраних основ, смоль/кг	Ємність катіонного обміну, смоль/кг	Ступінь насиченості основами, %	Вміст у ґрунті рухомих сполук, мг/кг		
							$N_{легк}$	P_2O_5	K_2O
Показники у 2010 році	3,81	5,80	2,78	24,8	27,6	90	105	106	132
Без добрив (контроль)	3,72	5,53	2,81	24,4	27,2	89	95	91	125
$P_{60}K_{80}$	3,78	5,56	3,00	24,3	27,3	89	99	122	144
$K_{80} + N_{110}$	3,73	5,47	3,69	23,0	26,7	86	110	86	142
$P_{60} + N_{110}$	3,88	5,53	3,36	23,2	26,5	88	118	115	112
$P_{30}K_{40} + N_{110}$	3,85	5,59	3,24	22,8	26,0	88	119	111	128
$P_{60}K_{80} + N_{110}$	3,91	5,42	3,82	22,4	26,2	85	121	115	138

Показник гідролітичної кислотності ґрунту перед закладанням досліду був 2,78 смоль/кг та підвищувався за період проведення досліду до 3,00–3,82 смоль/кг залежно від варіанту досліду із застосуванням різних комбінацій мінеральних добрив. При цьому необхідно зазначити, що ємність катіонного обміну ґрунту під впливом різного удобрення майже не змінювалася. Це свідчить про те, що цей показник є стабільним для цього підтипу ґрунту. Залежно від варіанту удобрення культур сівозміни ступінь насиченості ємності катіонного обміну основами знизився з 90 % до 85–88 %.

Азотна складова родючості ґрунту має най більше значення у формуванні врожаїв. Але, як показали проведені дослідження, чорнозем опідзолений під дослідом має низький вміст азоту легкогідролізованих

сполук. Навіть у варіанті досліду з внесенням $P_{60}K_{80}$ + N_{110} на тлі залишеної на полі нетоварної продукції упродовж 13 років цей показник залишався на вихідному рівні й підвищувався неістотно. Ці дані показують, під сільськогосподарські культури азот з мінеральними добривами необхідно вносити у достатній кількості, що сприятиме формуванню високих урожаїв.

Щорічне застосування фосфорних добрив (доза 30–60 кг д. р.) дозволяє підтримувати вміст рухомих фосфатів у ґрунті на вихідному рівні. Частково простежується тенденція збільшення їх вмісту. Значне зниження вмісту рухомих сполук фосфору – на 20 мг/кг ґрунту відзначено у варіанті досліду K_{80} + N_{110}.

Чорнозем опідзолений важкосуглинковий характеризується значними валовими запасами сполук калію [28]. Але ці запаси мало доступні рослинам. Так, у варіанті досліду з внесенням азотних і фосфорних добрив, але без внесення калійних за період проведення польового досліду вмісту його рухомих сполук знизився з 132 до 112 мг/кг ґрунту. При цьому необхідно зазначити, що це пройшло на тлі значного його повернення в ґрунт зі стебелинням і соломою. Це підкреслює необхідність застосування на чорнозеі опідзоленому важкосуглинковому калійних добрив. Вони не стільки повинні сприяти підвищенню вмісту рухомих сполук калію в ґрунті, а сприяти поліпшенню калійного живлення рослин і компенсувати його винесення з урожаями.

Отже, застосування різних видів мінеральних добрив, їх доз і поєднань у польовій сівозміні на чорноземі опідзоленому сприяє поліпшенню його властивостей і поживного режиму ґрунту.

4.2 Вплив систем застосування добрив на ріст рослин пшениці озимої

Розробка сучасних систем удобрення пшениці озимої передбачає оптимальне задоволення потреб рослин в елементах мінерального живлення. Водночас вирішення цього питання лише внесенням нині дорогих

мінеральних добрив зазвичай знижує конкурентоспроможність виробництва зерна сучасних сортів пшениці озимої.

Інтенсивність фізіолого-біохімічних процесів у рослинах пшениці озимої значною мірою зумовлюється погодними умовами та рівнем мінерального живлення в періоди її росту й розвитку [67].

Важливу інформацію про ріст і розвиток пшениці озимої дає такий важливий показник, як наростання біомаси за різних систем удобрення. Одержані дані дають можливість зробити висновок про забезпеченість рослин елементами живлення, особливо азотом. Під час наростання біомаси закладається колос з певною кількістю колосків. Тому рівень мінерального живлення має значний вплив на складові структури урожаю – озерненість колоса, масу насіння.

Про вплив добрив на наростання надземної маси і висоту рослин пшениці озимої в проведеному досліді свідчать дані, наведені в табл. 4.

Таблиця 4

Вплив особливостей удобрення на масу та висоту рослин пшениці озимої, 2024–2025 рр.

Варіант досліду	Маса 100 рослин перед трубкуванням, г	До контролю, ±		Висота рослин перед збиранням урожаю, см	До контролю, ±	
		г	%		см	%
Без добрив (контроль)	307	–	–	57	–	–
$P_{60}K_{80}$	340	34	11	62	5	9
$K_{80} + N_{150}$	378	63	21	75	18	32
$P_{60} + N_{150}$	384	69	22	79	22	39
$P_{30}K_{40} + N_{150}$	380	65	21	76	19	33
$P_{60}K_{80} + N_{150}$	395	75	24	80	23	40

Аналізуючи дані табл. 4, можна зробити висновок про те, що на тлі внесення добрив надземна маса 100 рослин на початку фази виходу в трубку значно зростала. При цьому спостерігалось значне підвищення цього показника під впливом удобрення, особливо азотного удобрення. Про це свідчать середні дані за 2024–2025 рр. Така ж закономірність спостерігалася і кожного року. Поліпшення азотного режиму ґрунту у варіантах досліду з внесенням мінеральних добрив відображалося також і на лінійних розмірах рослин пшениці озимої. Висота рослин пшениці озимої підвищувалась у випадку поліпшення забезпеченості елементами живлення і , особливо, завдяки поліпшенню азотного живлення.

Маса 100 рослин у контрольному варіанті досліду без добрив у середньому за два роки проведення досліджень становила 307 г. Застосування мінеральних добрив сприяло покращенню мінерального живлення рослин пшениці озимої і, як наслідок, збільшення маси 100 рослин на 34–75 г залежно від варіанту досліду, що становить на 11–24 % більше порівняно з контрольним варіантом досліду (без застосування мінеральних добрив).

Так, у середньому за 2024–2025 рр. висота рослин у варіанті досліду $P_{60}K_{80}$ була 62 см, що лише на 5 см або 9 % більше, ніж у контрольному варіанті. У варіантах досліду, складовою системи удобрення в яких був присутній азот висота рослин у середньому за два роки проведення досліджень підвищувалась до 75–80 см, що на 18–23 см або 32–40 % перевищувало рослини контрольних ділянок. Найвищу висоту мали рослини вирощені у варіанті досліду з внесенням повного мінерального добрива в дозі $P_{60}K_{80} + N_{150}$ – 80 см, що на 23 см або 40 % перевищувало контроль. Це вказує також, що рослини пшениці озимої, які добре забезпечені елементами живлення, за інших сприятливих умов росту й розвитку, можуть сформувати високий урожай з високими показниками якості зерна.

Оптимальна робота фотосинтетичного апарату та тривалістю утворення органічної речовини сприяє формуванню високого врожаю. Оптимальна

площа асиміляційної поверхні для кожної сільськогосподарської культури змінюється. Вона також залежить від сортів і гібридів певної культури. Встановлено, що оптимальна площа фотосинтетичного апарату для зернових культур становить 40–60 тис. м^2/га. Збільшення або зменшення її веде до зниження продуктивності культури [55]. Лише оптимальні умови живлення для росту та розвитку рослин сприяють створенню ефективної площі фотосинтезувальної поверхні. Дослідженнями [55] встановлено тісний кореляційний зв’язок між умовами фотосинтезу в рослинах і продуктивністю посівів. За формування надлишкової площі листків частина з них буде затінена. Ці листки будуть не продуктивні. Вони зайві, тому що для її формування використовується надлишок поживних речовин.

Проведеними дослідженнями встановлено, що з відновленням весняної вегетації відбувається активне збільшення площі листкової поверхні пшениці озимої. Після цього вона досягає максимальної величини (табл. 5).

Таблиця 5

Площа листкової поверхні пшениці озимої у фазу колосіння залежно від особливостей удобрення (2024–2025 рр.), тис. м²/га

Варіант досліду	Рік проведення досліджень		Середнє за два роки
	2014	2015	
Без добрив (контроль)	33,9	35,8	34,9
$P_{60}K_{80}$	37,2	38,4	37,8
$K_{80} + N_{150}$	44,6	45,2	44,9
$P_{60} + N_{150}$	46,9	47,1	47,0
$P_{30}K_{40} + N_{150}$	45,8	45,3	45,6
$P_{60}K_{80} + N_{150}$	47,5	48,7	48,1

Динаміка наростання площі листкової поверхні мала нелінійний характер. Спочатку площа листкової поверхні рослин інтенсивно зростала до фази кінця цвітіння. Під кінець вегетації рослини пшениці озимої починають зменшувати загальну площу листкової поверхні. Це пояснюється переходом органічних речовин з листків у репродуктивні органи – зернівки.

Як видно з даних табл. 5, у фазу колосіння пшениці озимої площа листкової поверхні при застосуванні мінеральних добрив у сівозміні та безпосередньо під культуру становила 37,2–48,7 тис. м²/га залежно від умов року проведення досліджень і системи застосування добрив. Посушливі погодні умови у роки проведення досліджень, особливо другої половини веґетації, не дали можливості сформувати оптимальну площу фотосинтетичного апарату для цієї культури.

Площа листкової поверхні пшениці озимої на ділянках досліду без застосування добрив була 33,9–35,8 тис. м²/га, що на 28–32 % менше оптимальної величини (50 тис. м²/га). Застосування лише фосфорних і калійних добрив несуттєво підвищувало цей показник – у середньому за два роки проведення досліджень на 2,9 тис. м²/га або на 8 %.

Найбільшу фотосинтезувальну поверхню рослини пшениці озимої формували у варіанті досліду з внесенням повного мінерального добрива (варіант $P_{60}K_{80}$ + N_{150}) – 47,5–48,7 тис. м²/га, що на 36–40 % більше абсолютного контролю.

Відсутність у повному мінеральному добриві фосфорної складової у середньому за два роки проведення досліджень знижувало площу листкової поверхні пшениці озимої на 7,2 тис. м²/га або на 15 %. Відсутність калійної складової у складі повного мінерального добрива мало менший вплив на зниження листкового індексу, яке становило 1,1 тис. м²/га або лише 2 %. Проте за зниження дози внесення фосфорних і калійних добрив у складі повного мінерального удобрення вдвічі – з $P_{60}K_{80}$ до $P_{30}K_{40}$ площа листкової поверхні рослин знижувалась на 2,5 тис. м²/га або на 5 %.

У середньому за два роки проведення досліджень (2024–2025 рр.) площа листкової поверхні у контрольному варіанті становить – 34,9 тис. м²/га. Внесення у якості удобрення лише азотної та фосфорної складових сприяють зростанню площі листкової поверхні до 47,0 тис. м²/га. Застосування у якості удобрення повного мінерального добрива сприяло збільшенню площі листкової поверхні до 45,6 тис. м²/га (варіант $P_{30}K_{40}$ + N_{150}) та 48,1 тис. м²/га (варіант $P_{60}K_{80}$ + N_{150}).

Отже, застосування мінеральних добрив сприяло збільшенню маси рослин пшениці озимої у фазу трубкування на 11–24 % та підвищенню висоти рослин на 9–40 %. При цьому найнижчі показники були у варіанті досліду з внесенням лише фосфорних і калійних добрив, а найбільше впливала азотна складова системи удобрення. Збільшення висоти рослин пшениці максимальним було при внесенні $N_{150}P_{60}K_{80}$. Також мінеральні добрива мають значний суттєвий вплив на площу листкової поверхні пшениці озимої. При цьому вона зростає від 34,9 тис. м²/га у контрольному варіанті досліду до 48,1 тис. м²/га у варіанті з повним мінеральним удобренням – $N_{150}P_{60}K_{80}$.

4.3 Урожайність і якість зерна пшениці озимої

Пшениця озима є однією з найрентабельніших сільськогосподарських культур у сучасному сільському господарстві України. Вона не лише здатна формувати високі врожаї зерна доброї якості, але і є відмінним попередником для інших сільськогосподарських культур у польовій сівозмі. Вирощування пшениці озимої дозволяє поліпшити забезпечення інших галузей національного господарства сировиною, поліпшити фітосанітарний стан поля, підвищити продуктивність одиниці площі сівозміни [34]. Достатнє ресурсне забезпечення агротехнологій, сприятливі ґрунтово-кліматичні та погодні умови Правобережного Лісостепу сприяють створенню високопродуктивних посівів пшениці озимої. Тому на рівень продуктивності

пшениці озимої, її стабільність та якість зерна впливає низка природних чинників.

Дослідженнями встановлено, що врожайність зерна пшениці озимої у роки проведення досліджень залежала від погодних умов осіннього та весняного періодів вегетації (табл. 6). Пшениця економно використовує запаси вологи з ґрунту, проте навіть вона за її нестачу формувала нижчий рівень урожайності зерна. Порівняно з неудобреними ділянками, застосування мінеральних добрив як у польовій сівозміні, так і безпосередньо під пшеницю озиму сприяло підвищенню врожайності зерна на 0,54–2,43 т/га залежно від варіанту досліду. При цьому найбільший приріст урожайності був одержаний за внесення повного мінерального добрива в дозі $P_{60}K_{80} + N_{150}$ або на 41 %.

Таблиця 6

Урожайність пшениці озимої залежно від систем застосування добрив, т/га

Варіант досліду	2024 р.	2025 р.	Середня за два роки	Приріст урожайності до абсолютного контролю		Зниження врожайності від виробничого контролю	
				т/га	%	т/га	%
Без добрив (контроль)	6,67	5,24	5,96	–	–	-2,43	-41
$P_{60}K_{80}$	6,91	6,09	6,50	0,54	9	-1,89	-23
$K_{80} + N_{150}$	7,85	7,91	7,88	1,92	32	-0,51	-6
$P_{60} + N_{150}$	7,81	8,25	8,03	2,07	35	-0,36	-4
$P_{30}K_{40} + N_{150}$	7,95	8,27	8,11	2,15	36	-0,28	-3
$P_{60}K_{80} + N_{150}$	8,07	8,71	8,39	2,43	41	–	–
$НІР_{05}$	0,42	0,48					

Залежно від погодних умов удобрення мало різний вплив на формування врожайності зерна пшениці озимої. Більші прирости урожаю від азотних добрив було отримано в умовах 2025 року. При цьому приріст урожайності і від фосфорних і калійних добрив у цьому році був вищим – 0,85 т/га, тоді як у 2025 році – 0,24 т/га. що було в межах помилки досліду ($НІР_{05}$ = 0,42 т/га). В умовах 2024 року на ділянках досліду з внесенням парних комбінацій елементів живлення (варіанти K_{80} + N_{150} і P_{60} + N_{150}), а також за зменшення дози внесення фосфорних і калійних добрив удвічі (варіант досліду $P_{30}K_{40}$ + N_{150}) зниження врожайності пшениці озимої було в межах 0,26–0,12 т/га, тобто в межах помилки досліду.

В умовах 2025 року у варіанті досліду P_{60} + N_{150} порівняно з варіантом $P_{60}K_{80}$ відмічена тенденція підвищення врожайності зерна. добавляння до азотно-калійного тла (K_{80} + N_{150}) фосфорної складової повного мінерального добрива ($P_{60}K_{80}$ + N_{150}) сприяло збільшенню врожайності зерна на 0,80 т/га або на 10 %.

Зменшення дози внесення фосфорних і калійних добрив у складі повного мінерального добрива вдвічі ($P_{30}K_{40}$ + N_{150}) істотно не знижувало врожайності пшениці озимої.

У середньому за два роки проведення досліджень застосування під пшеницю озиму лише фосфорних і калійних добрив сприяло підвищенню урожайності зерна на 0,54 т/га або на 9 %. При цьому, порівняно з виробничим контролем, врожайність знижувалася на 1,89 т/га або на 23 %. Варіанти досліду з парними комбінаціями елементів живлення (NK і NP) були майже рівноцінними за впливом на формування врожаю, яка відповідно знижувалася лише на 6 і 4 % порівняно з варіантом виробничого контролю ($P_{60}K_{80}$ + N_{150}).

Необхідно звернути увагу на варіант досліду $P_{30}K_{40}$ + N_{150}, тобто зі зниженням дози внесення фосфорних і калійних добрив удвічі, де приріст урожаю порівняно з абсолютним контролем склав 2,15 т/га або 36 % і був меншим порівняно з виробничим контролем на 0,28 т/га або на 3 %. Таку

незначну різницю можна пояснити низкою чинників. Перш за все недостатніми умовами зволоження у роки проведення досліджень, що не дозволило рослинам ефективно використовувати підвищені дози внесення фосфорних і калійних добрив. Вплив також мала післядія цих добрив, внесених у попередні роки, а також залишення на полі на добриво нетоварної продукції культур сівозміни.

Отже, на формування врожайності зерна пшениці озимої найбільше впливає рівень азотного живлення створеного внесенням азотних мінеральних добрив, потім фосфорного. Вплив калійних добрив на формування врожаю зерна в роки проведення досліджень був незначним.

Нині увага до якості зерна пшениці увага значно посилилась. Це багатогранна проблема для цієї важливої світової продовольчої культури. У світі набувають популярності хліб і хлібопродукти з цілого зерна. Харчова цінність їх значно вища, ніж і з рафінованого борошна. Технологічне оцінювання якості зерна та борошна пшениці проводять за більшою кількістю показників на досконаліших приладах [67].

До технологічних показники якості зерна пшениці належать вміст білка, клейковини та її якість. Від них залежить випікання високого, пористого та м’якого хліба, що має однорідну структуру м’якушу зі специфічним ароматом, приємним смаком і кольором.

Вміст білка в зерні (борошні) пшениці є одним з найважливіших критеріїв оцінювання його якості у світовій практиці. Існує чітке поняття – мінімум вмісту білка в зерні – 9–10 % білка, коли якість борошна буде незадовільна. Мінімальний вміст білка в українській пшениці для забезпечення задовільної якості має бути 12 % [67]. Необхідно також врахувати, що вміст білка – генетично контрольована ознака, величина якої визначається взаємодією відповідних генів з умовами довкілля.

У зерні українських пшениць (озимої м’якої) зазвичай міститься 20–35 % клейковини. Клейковина підвищує харчову цінність, хлібопекарські властивості й товарний вигляд хліба. Вона впливає на газоутримувальну

здатність тіста та об’ємний вихід хліба, відношення висоти подового хліба до його діаметра, пористість, характерний колір, смак і аромат. Вміст клейковини свідчить про добрі хлібопекарські якості борошна і зумовлює об’ємний вихід хліба [70].

Переважну частину білків становлять нерозчинні у воді, але розчинні у спирті та лугах білки (глютенін та гліадин). Вони й утворюють клейковину. На її вмісті та якості ґрунтуються всі технологічні розрахунки у борошномельній та хлібопекарській промисловості. Тому під час розроблення системи удобрення пшениці озимої важливо врахувати вплив на формування вмісту клейковини у зерні та його контролювати. Залежно від вмісту та якості клейковини зерно пшениці поділяють на сильне, середнє за силою і слабке [66].

Як показали проведені дослідження на вміст білка в зерні пшениці озимої досить позитивний вплив має внесення мінеральних добрив, особливо з підвищеним рівнем внесення азоту (табл. 7). Так, у варіанті без застосування добрив вміст білка становив 11,3 %, а у варіантах досліду де застосовувались мінеральні добрива його величини становила в межах від 11,2 % до 13,4 %. Серед досліджуваних варіантів за впливом на якісні показники зерна пшениці озимої кращою серед досліджуваних варіантів була доза добрив $P_{60}K_{80}$ + N_{150}, тут було визначено найвищий вміст білка з величиною 13,4 %. За цим показником не поступався йому варіант досліду $P_{30}K_{40}$ + N_{150}.

Застосування фосфорних і калійних добрив як у парних комбінаціях основних елементів живлення, так і в складі повного мінерального добрива майже не впливало на вміст білка в зерні пшениці озимої.

Вміст клейковини у зерні пшениці озимої змінюється аналогічно вмісту білка. Клейковина особливе значення має в макаронному виробництві, оскільки є пластифікатором і сполучною речовиною. Вона з’єднує крохмальні зерна в єдину масу: перша властивість відповідає за формування тіста, інша – за збереження тістом наданої форми [70].

Таблиця 7

Якість зерна пшениці озимої залежно від системи застосування добрив, 2024–2025 рр.

Варіант досліду	Вміст, %		Натура, г/л	Індекс твердості, од. п.	Маса 1000 зерен, г	Склопо-дібність, %
	білка	клейко-вини				
Без добрив (контроль)	11,3	23,8	778	42,0	41,2	71
$P_{60}K_{80}$	11,2	23,1	783	38,9	42,3	72
$K_{80} + N_{150}$	13,3	28,6	788	54,4	42,9	74
$P_{60} + N_{150}$	13,3	28,7	787	54,5	43,8	75
$P_{30}K_{40} + N_{150}$	13,4	28,9	785	54,7	44,3	74
$P_{60}K_{80} + N_{150}$	13,4	29,1	786	55,2	45,5	77

З приведених у табл. 7 даних видно, що вміст клейковини у зерні пшениці озимої збільшувався з підвищенням рівня мінерального живлення рослин. У середньому за два роки проведення досліджень вміст клейковини в зерні у варіанті без добрив становив 23,8 % і зростав до 28,7 % у варіанті з дозою добрив $P_{60} + N_{150}$. У варіанті з повним мінеральним добривом $P_{30}K_{40} + N_{150}$ вміст клейковини зріс до 28,9 %. І найвищим вмістом клейковини характеризувався варіант $P_{60}K_{80} + N_{150}$ де його вміст становив 29,1 %.

У середньому за два роки проведення досліджень в основному збереглися закономірності кількісного співвідношення вмісту білка й клейковини між варіантами досліду. Так, невисокі показники вмісту клейковини були на абсолютному контролі. За внесення мінеральних добрив, за виключенням варіанту з внесенням лише фосфорних і калійних добрив, збільшувався і вміст клейковини. Достовірно більшими по відношенню до

контролю виявилось її збільшення у варіантах досліду з внесенням азотних добрив у дозі 150 кг/га д. р.

Натура зерна – важливий показник. Він найбільш широко характеризує його щуплість, виповненість, шорсткість та опушеність зерна. Зазвичай він розглядається як ознака, що вказує на борошномельні якості зерна. Зерно з високою натурою здатне забезпечувати потенційно більший вихід борошна. Для зерна пшениці озимої в Україні цей показник змінюється від 725 (іноді нижче) до 785 г/л. Якщо натура зерна менша за 700 г/л – погіршуються хлібопекарські властивості борошна. М'якуш набуває сірого кольору, а смак хліба погіршується. Одночасно від натури залежать і технологічні властивості зерна. За натури зерна нижче 750 г/л знижується вихід борошна. За більшої натури цього не простежується.

Важливим показником якості зерна пшениці озимої є натура, яка показує масу його 1 л, виражену в грамах). Натура досить надійно показує виповненість зерна і є ознакою, яка визначає його борошномельні якості. Цей показник входить до стандартних показників якості зерна. При цьому вихід борошна тісно пов'язаний з натурою зерна: за вищого показника – більший вихід продукції. Нормальною вважається натура зерна близькою до 800 г, високою – 850 г. Зниження натури зерна на 100 г призводить до недобору майже половини урожаю, а на 50 г – дає лише 2/3 врожаю, який був би отриманий з нормальною натурою [62].

Застосування добрив змінює режим мінерального живлення рослин і впливає на формування натури зерна. Результати цього впливу показано в результатах проведених досліджень (див. табл. 7).

За два роки проведення досліджень значення показника натури зерна сорту КВС Еміл варіювало у межах – від 778 до 888 г/л. Найменша натура зерна в досліді була сформована в контрольному варіанті досліду – 778 г/л, а найбільша величина натури зерна була одержана у варіанті досліду K_{80} + N_{150}. У варіанті досліду із застосуванням лише азотних і фосфорних добрив P_{60} + N_{150} – 787 г/л, і відповідно зросла на 9 г у порівнянні до контрольного

варіанту досліду. Включення в удобрення і калійної складової не сприяло зростанню натури зерна і вона відповідно становила 786 г/л.

Індекс твердості зерна пшениці озимої, як видно з даних табл. 7, значно залежить від рівня азотного живлення, тоді як фосфорні й калійні добрива майже не впливають на цей показник.

Важливим технологічним показником якості зерна пшениці озимої є маса 1000 зерен. Борошномельна промисловість цьому показнику надає великого значення. Від крупності зерна залежить якість одержаного борошна. Маса 1000 зерен характеризує виповненість зерна та його розміри. Більшу масу 1000 зерен мають крупні зерна. Вважається, якщо цей показник вищий, зерно має кращі технологічні властивості і відповідно вихід готової продукції зростає (борошна або крупи). Однак окремі дрібнозерні партії пшениці можуть мати високу натуру, але низький вихід борошна. Також від крупності зерна значно залежать борошномельні та хлібопекарські властивості пшениці. Чим крупніше зерно, тим більший ендосперм, а отже, вищий вихід борошна [53].

Умови вирощування, строки сівби, удобрення по-різному впливають на якість зерна пшениці. Зазвичай у зоні Лісостепу за сівби у пізні строки збільшується вміст білка і клейковини, але це пов'язане з одержанням нижчої урожайності зерна з меншою масою 1000 зерен [53]. Маса 1000 зерен залежить від особливостей сорту і умов вирощування культури і може змінюватися в межах 25–50 г. При цьому основне значення має забезпечення рослин поживними речовинами і вологою.

Дані про вплив різного удобрення на масу 1000 зерен пшениці сорту КВС Еміл, яка вирощувалась після сої, наведені в табл. 7.

Як видно з даних табл. 7, за посушливих умов вегетаційних періодів поліпшення умов мінерального живлення не сприяло істотному збільшенню маси 1000 зерен пшениці озимої. Збільшення цього показника порівняно з контролем у було встановлено у варіантах досліду повного мінерального добрива.

Цінним борошномельним показником якості зерна пшениці озимої є склоподібність. Вона забезпечує одержання крупок під час подрібнення, які можна відокремити від менш цінних часточок зернівки – оболонок алейронового шару. Це необхідно для одержання високих сортів борошна.

Дані склоподібності залежно від рівнів мінеральних добрив наведено в табл. 7, з яких можна зробити висновок, що позитивний вплив мінеральних добрив посилюється зі зростанням доз внесення мінеральних добрив. Так, у варіанті $P_{60}K_{80} + N_{150}$, приріст склоподібності порівняно з контролем становив шість абсолютних відсотки. В інших досліджуваних варіантах прирости склоподібності були нижчими.

За результатами проведених досліджень можна зробити такі висновки:

1. Використання різних систем удобрення в дослідах достовірно збільшує Врожайність пшениці озимої в досліді збільшується незалежно від системи застосування добрив. Урожайність з неповним поверненням фосфорних і калійних добрив лише на 3 % менша порівняно з виробничим контролем – повним мінеральним добривом. За умови застосування азотно-фосфорної та азотно-калійної системи удобрення урожайність була на 4–6 % менший порівняно з повним мінеральним добривом.

2. Найменшу врожайність пшениця озима формувала за фосфорно-калійної системи удобрення, її збільшення становило лише 9 % порівняно з абсолютним контролем.

3. Застосування азотних добрив суттєво впливає на вміст білка в зерні пшениці озимої. При цьому необхідно зазначити, що фосфорно-калійна система удобрення не має впливу на цей показник.

4. У середньому за два роки проведення досліджень вміст клейковини у зерні пшениці озимої сорту КВС Еміл зростав за повної дози добрив до 29,1 %, або на 22 %. Неповне повернення в ґрунт з добривами винесених з урожаями фосфору і калію істотно не знижує вмісту клейковини у зерні порівняно з повним мінеральним добривом (28,9 % проти 29,1 %).

5. Натура зерна пшениці озимої збільшується в сорту КВС Еміл від 778

до 783–788 г/л або на 1–2 % залежно від системи удобрення.

6. Індекс твердості зерна змінюється залежно від удобрення пшениці озимої. На нього найбільше впливає азотна складова повного мінерального добрива, тоді як за фосфорно-калійної системи удобрення він майже не змінюється.

РОЗДІЛ 5
ЕКОНОМІЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Окрім показників урожайності та якості продукції, Впровадження у виробництво певної сільськогосподарської культури, її сорту, складових технології вирощування, повинно супроводжуватися обґрунтуванням економічної доцільності. Підбір економічно доцільної технології необхідно проводити на основі оцінювання результатів проведених польових досліджень та аналізу її складових. Всі складові агротехнології повинні забезпечувати окупність витрачених ресурсів.

Рівень економічної ефективності вирощування пшениці озимої, поряд з новим високопродуктивним сортам і гідридами, але визначають технологічні чинники, які сприяють повнішій реалізації їх генетичний потенціал.

Економічне оцінювання різних систем застосування мінеральних добрив під пшеницю озиму проводили за закупівельними і оптово-роздрібними цінами, що склалися в ІІІ кварталі 2025 року. З урахуванням витрат і розцінок на технологічні операції розраховували витрати коштів на застосування мінеральних добрив. Були також враховані витрати на збирання, транспортування та доведення до кондиції додатково одержаного врожаю.

До витрат, пов’язаних із застосуванням мінеральних добрив врахували їх вартість (грн/кг: N – 60,9; P_2O_5 – 93,7; K_2O – 52,5). Також враховували витрати на збирання та обробку додатково одержаного врожаю, та вартість 1 т зерна пшениці озимої – 9000 грн.

З даних табл. 8 видно, що вартість приросту врожаю зерна пшениці озимої зростає з підвищенням доз мінеральних добрив, особливо зі збільшенням у їх складі азотну. За цим показником найкращими були варіанти досліду з внесення повного мінерального добрива у дозі $P_{30}K_{40}$ + N_{150} і $P_{60}K_{80}$ + N_{150}.

Таблиця 8

Економічна ефективність застосування добрив під пшеницю озиму, 2024–2025 рр.

Варіант досліду	Вартість приросту врожаю, грн/га	Витрати, пов'язані із застосуванням добрив, грн/га			Додатково умовно чистий прибуток/збиток, грн/га	Рівень рентабельності/збитковості за умовно чистим	Окупність 1 кг NPK, кг зерна
		Всього	в тому числі				
			вартість добрив	навантаження, перевезення, внесення добрив і дороблення			
$P_{60}K_{80}$	4050	11782	9822	1960	–7732	–65,6	3,86
$K_{80} + N_{150}$	17280	15825	13335	2520	1452	9,2	8,35
$P_{60} + N_{150}$	18630	17704	14757	2947	926	5,2	9,86
$P_{30}K_{40} + N_{150}$	19350	15161	12640	2521	4189	27,6	10,24
$P_{60}K_{80} + N_{150}$	21870	22730	18957	3773	–860	–3,8	8,38

За різницею між парними комбінаціями основних елементів живлення і повною дозою мінеральних добрив 1 кг азотних добрив дає вартість приросту врожаю 118,8 грн, 1 кг P_2O_5 – 76,5 і 1 кг K_2O – 40,5 грн.

Значну частку витрат на застосування мінеральних добрив становить їх придбання. Ця величина змінюється залежно від видів і доз добрив та їх поєднань у систему удобрення. Так, у варіанті $P_{60}K_{80} + N_{150}$ вартість азотних добрив становить 48 %, фосфорних – 30 і калійних 22 %, а у варіанті $P_{30}K_{40} + N_{150}$ – відповідно 72 %, 11 і 17 %.

Додатково умовно чистий прибуток або збиток від мінеральних добрив був від –7732 до 4189 грн/га залежно від варіанту досліду. За цим показником виробничий контроль (варіант $P_{60}K_{80} + N_{150}$) на 5049 грн/га поступався варіанту досліду $P_{30}K_{40} + N_{150}$.

Рентабельність/збитковість удобрення пшениці озимої за умовно чистим прибутком залежно від системи застосування добрив змінювалася від –65,6 до27,6 % і було найбільш ефективним у варіанті досліду $P_{30}K_{40} + N_{150}$.

Важливим показником агрохімічної ефективності добрив є їх окупність проростом урожаю товарної продукції. Як показали проведені розрахунки, окупність 1 кг NPK змінювалася в широких межах – від 3,86 до 10,24 кг зерна й була най вищою у варіанті досліду $P_{30}K_{40} + N_{150}$.

РОЗДІЛ 6
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

6.1 Моделювання виробничих небезпек під час внесення добрив під пшеницю озиму

Інтенсивна технологія вирощування пшениці озимої передбачає застосування удобрювальних продуктів, правильне і своєчасне їх внесення, вимагає використання високопродуктивної техніки, чіткої організації робіт і створення необхідних санітарно-гігієнічних умов для працівників. Удобрювальні продукти під час застосування, зберігання й транспортування можуть викликати шкідливі виробничі впливи. Вони можуть надходити у зону дихання працівників у вигляді пилу, парів або газоподібних речовин. Тому поліпшення умов праці є одним з резервів підвищення її продуктивності та економічної ефективності виробництва. Це також сприяє подальшому розвитку добробуту самої людини.

Організація охорони праці має свої особливості. Вона пов’язана з удобрювальними продуктами, які застосовували у проведеному польовому досліді.

В сільськогосподарському виробництві є багато небезпек. При цьому особливу увагу необхідно приділяти потенційно небезпечним (особливо небезпечним) об’єктам. Це такі об’єкти, робота з якими за порушення вимог безпеки може призвести до травм, а також інших тяжких наслідків.

Основною метою охорони праці на сільськогосподарському підприємстві в першу чергу є прийняття необхідних заходів і рішень, які повинні запобігати виробничому травматизму. Тому передбачення небезпеки травмування є необхідною складовою прогнозування техніко-економічного розвитку підприємств. За можливістю ці заходи повинні передбачати виключення причин його настання [63].

За невиконання правил техніки безпеки, неналежної експлуатації машин та вимог правил санітарії можуть виникати небезпечні ситуації (*НС*). Проте небезпечні ситуації не початкова ланка визначення шкідливих чинників. Передумовою виникнення (*НС*) є небезпечна умова (*НУ*), якою за внесення добрив може бути:

$НУ_1$ – відсутність кваліфікованих фахівців під час підготовки до роботи трактора чи інших сільськогосподарських машин;

$НУ_2$ – працівники не мають належної професійної підготовки з охорони праці;

$НУ_3$ – відсутні захисні щитки частин трактора чи сільськогосподарських машин, що рухаються;

$НУ_4$ – недотримання правил техніки експлуатації тракторів та сільськогосподарських машин і механізмів.

Наявність цих небезпечних умов на робочому місці може викликати небезпечні дії (*НД*). Під небезпечною дією вважають ситуацію, неправильний рух, а також ж бездіяльність у відповідній ситуації, що за наявності *НУ* може викликати травмонебезпечні, аварійні чи катастрофічні явища. Свої небезпечні дії можуть бути для кожної небезпечної умови:

$НД_1$ – ремонт і налагодження трактора та інших машин з працюючим двигуном;

$НС_1$ – знаходження тракториста, помічників у небезпечній або робочій зоні трактора чи інших машин;

$НУ_4$ – перевищення навантаження на трактор, машину чи інший механізм.

За поєднання небезпечної умови і небезпечної дії наступає небезпечна ситуація (*НС*):

$НД_2$ – наїзд або довільний рух трактора чи інших машин;

$НС_2$ – вплив робочих органів трактора чи інших машин під час виконання роботи;

За виникнення небезпечної ситуації неминучою умовою можливих

наслідків буде травма (*Т*). Такий аналіз небезпечних і шкідливих виробничих чинників, умов і ситуацій під час внесення удобрювальних продуктів можна відобразити за допомогою схеми (рис.).

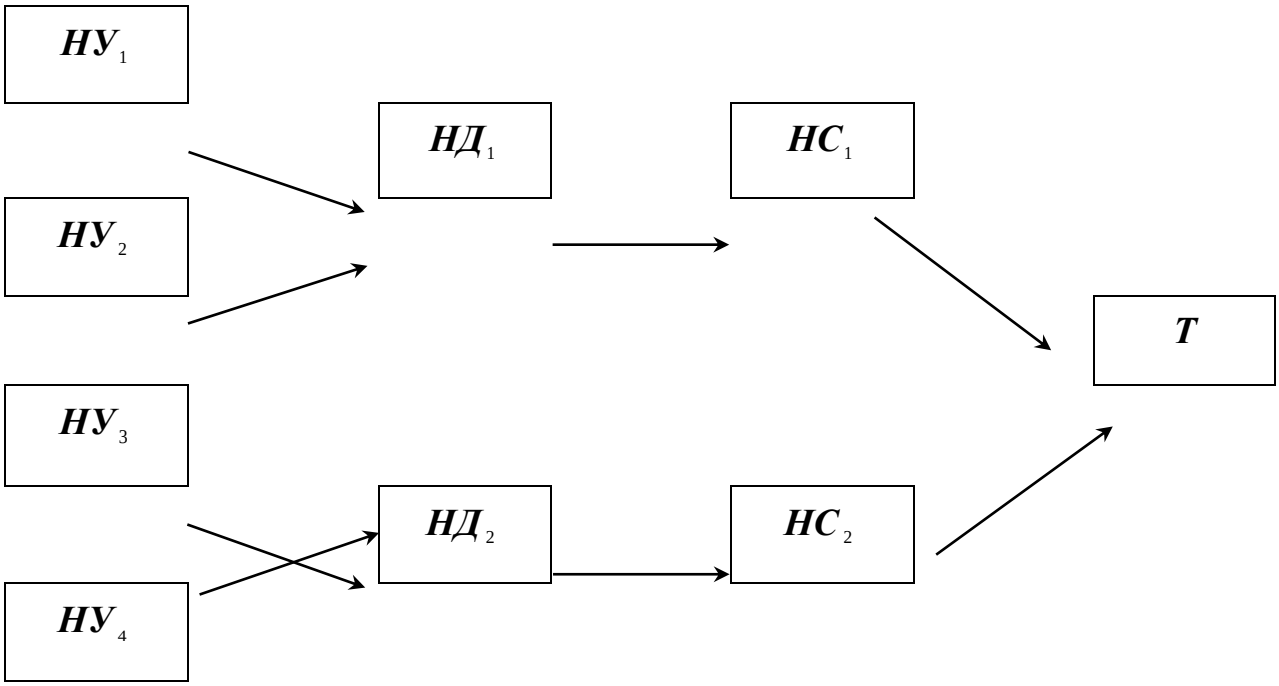


Рис. Схема виникнення небезпечних ситуацій під час внесення мінеральних добрив

Отже, для запобігання виникнення травм підчас внесенні мінеральних добрив необхідно передбачити і запобігти виникненню всіх можливих небезпечних умов, небезпечних дій та небезпечних ситуацій. Для цього необхідно:

1) організувати і провести навчання працівників з охорони праці;

2) забезпечити необхідний контроль під час проведення робіт;

3) не допускати до роботи трактора та інші машини без встановлених захисних щитків і некваліфікованого налагодження;

4) забезпечити виконання вимог виробничої санітарії під час роботи з удобрювальними продуктами;

5) не допускається піднімання та спускання працівників на машини під час їх руху.

Для підвищення рівня техніки безпеки і охорони праці під час виконання робіт з добривами на посівах пшениці озимої необхідно впроваджувати такі заходи:

1) підвищити якість проведення інструктажів з охорони праці;

2) відповідно до існуючого законодавства провести навчання працівників з охорони праці з наступною перевіркою знань;

3) посилити контроль за виконанням правил безпеки праці під час проведення всіх сільськогосподарських робіт.

6.2 Охорона довкілля під час застосування добрив

Обов'язкова умова інтенсивної технології вирощування сучасних сортів та гібридів сільськогосподарських культур – раціональне використання агротехнологічних заходів в оптимальні строки відповідно до біологічних вимог рослин. Інтенсивні технології вирощування культур передбачають збереження й поступове поліпшення якості ґрунтів, дотримання раціональних сівозмін, вирощування високопродуктивних сортів, застосування обґрунтованих доз добрив.

Нині розвиток сільського господарства неможливий без використання мінеральних добрив. Вони сприяють підвищенню родючості ґрунтів, збільшують урожайність і підвищити якість продукції рослинництва. Саме завдяки застосування мінеральних добрив забезпечується приріст врожаю на 50 %. Тому відмова від їх використання, що іноді пропонують у якості одного з можливих шляхів розвитку сільського господарства, призведе до значного скорочення виробництва продовольства.

Але й недотримання обґрунтованих заходів застосування добрив, недосконаліть способів їх внесення може призвести до негативного впливу на окремі складові біосфери, на стан довкілля, тварин і на людину [50].

Забруднення довкілля під час застосування мінеральних добрив зазвичай відбувається через недосконаліть властивостей і хімічного складу добрив та порушення технології виробництва, зберігання та їх застосування.

Накопичення нітратів у продукції рослинництва зазвичай залежить від дози і строків внесення азотних добрив, тривалості світлового дня і строку сівби, а також від освітлення – на затінених ділянках вміст нітратів вищий.

Застосування фосфорних добрив також може мати екологічні наслідки. По-перше, фосфорні добрива призводять до збільшення накопичення фосфору у водних об'єктах, наявність якого у водному середовищі в значних кількостях викликає еутрофікацію (заростання) водойм.

Калійні добрива забруднюють менше забруднюють довкілля. Негативний вплив зазвичай мають супутні калію аніони: хлорид, сульфат тощо. До шкідливих домішок, що містяться в калійних добривах, можна також віднести хлор, що у великих дозах негативно впливає на продуктивність низки культур.

Поряд з основними елементами живлення в мінеральних добривах часто присутні різні домішки в вигляді солей важких металів, органічних сполук, радіоактивних ізотопів. Це пов’язано з тим, що сировина для їх одержання добив (фосфорити, апатити, сирі калійні солі) зазвичай вже містить значну кількість домішок – від 10–5 до 5 % і більше. З токсичних елементів можуть бути присутні миш'як, кадмій, свинець, фтор, стронцій. Вони повинні розглядатися як потенційні джерела забруднення довкілля, а їхня кількість враховуватися при внесенні в ґрунт мінеральних добрив.

В умовах інтенсивного антропогенного забруднення ґрунт акумулює значні кількості важких металів, у тому числі кислотнорозчинних форм свинцю (15–20 мг/кг) і кадмію (1,0–1,6 мг/кг). Періодичне підтримувальне вапнування ґрунту незалежно від способів його основного обробітку сприяє зниження концентрації рухомих сполук свинцю і кадмію в ґрунті та продукції рослинництва.

Агротехнологічні заходи, у тому числі вапнування, істотно обмежують надходження важких металів у рослини у випадку забруднення ґрунту. За інтенсивного та систематичного надходження важких металів з опадами чи пилом (поблизу доріг і промислових зон) лише за допомогою вапнування не вдається істотно знизити їх вміст у продукції рослинництва.

Поряд з вапнуванням, значний вплив на врожай і якість сільськогосподарської продукції має окультуреність ґрунту, рівень застосування мінеральних і органічних добрив. Незважаючи на думку про негативну дію мінеральних і органічних добрив, що зустрічається в літературі, на вміст важких металів у рослинах, дослідження показують, що тривале застосування добрив, навіть при відносно високому природному вмісті важких металів у фосфорних і органічних добривах, не збільшувало, а зазвичай знижувало концентрацію важких металів у сільськогосподарській продукції завдяки значному збільшенню врожайності. Тобто проходить їх розбавлення в більшому врожаї.

Під час внесення мінеральних добрив під кожну культуру необхідно враховувати гранично допустимі концентрації хімічних елементів у ґрунті.

Агрохімічні методи — вапнування і внесення органічних добрив – істотно знижують можливість потрапляння металів у рослини. Завдяки вапнуванню вдається в кілька разів зменшити вміст свинцю в продукції, вирощеній на забруднених ґрунтах. Особливо це стосується ґрунтів, забруднених кадмієм.

Правильний вибір доз, строків і способів внесення добрив, відношення між елементами ижвлення не тільки забезпечує отримання високого врожаю, але й дозволяє виключити забруднення ґрунтів і продукції токсичними елементами і сполуками, а також підтримувати природну родючість ґрунтів на високому рівні.

Виробництво мінеральних добрив у найближчому майбутньому повинне бути орієнтоване на їх попереднє очищення. Це може істотно підвищити вартість добрив, однак знизиться захворюваність тварин і людини, що

сприятиме збільшенню тривалості життя і працездатності населення. Тому важливим є дотримання еколого-гігієнічних нормативів якості мінеральних добрив.

Для поліпшення стану довкілля у зв'язку із застосуванням мінеральних добрив пропонується:

а) удосконалювати технологію внесення мінеральних добрив зменшенням нерівномірності їх розсіювання. Для вирішення цієї проблеми необхідно застосовувати машини нового типу, що забезпечують поверхневе внесення мінеральних добрив з нерівномірністю не більш як 15 %; впроваджувати локальний спосіб внесення мінеральних добрив;

б) для вирішення проблеми втрат і накопичення в грунті надлишку азоту мінеральних сполук необхідно застосовувати азотні добрива в амонійній і амідній формах, та наближати строки їх внесення до сівби культури, або до фаз найбільшого споживання азоту рослинами;

г) для зменшення забруднення місцевих річок поверхневими стоками з полів пропонується спорудити спеціальні майданчики для тимчасового зберігання мінеральних добрив, заборонити внесення добрив по сніговому покриву;

д) для зменшення втрати мінеральних добрив забезпечити належні умови їх зберігання в відповідних приміщеннях та не зберігати мінеральні добрива на відкритому просторі;

е) використовувати тільки екологічно безпечні висококонцентровані добрива, які не містять важких металів та інших токсичних елементів, відповідають вимогам оптимального живлення рослин із врахуванням їх біологічних властивостей, тобто, які включають макро- й мікроелементи, стимулятори росту рослин, інгібітори нітрифікації та інші удобрювальні продукти;

У сільському господарстві поряд з підвищенням урожайності та поліпшенням якості продукції на перший план повинні висуватися питання збереження та захисту довкілля від техногенного забруднення. Необхідним є

впровадження природоохоронних ресурсоощадних технологій, які б забезпечували збереження в чистоті ґрунту, води й повітря [54].

Отже, для поліпшення стану довкілля у зв’язку з використанням мінеральних добрив необхідно дотримуватися рекомендованих технологій внесення добрив під пшеницю озиму, а також дотримуватися науково обґрунтованих доз добрив і їх поєднань під сільськогосподарські культури.

ВИСНОВКИ

У роботі наведено теоретичне обґрунтування та вирішення питання впливу мінеральних добрив на тлі заробляння в ґрунт нетоварної продукції на основні показники родючості чорнозему опідзоленого важкосуглинкового Правобережного Лісостепу та формування продуктивності пшениці озимої, що дозволило сформулювати наступні висновки:

1. За тривалого внесення різних видів і доз мінеральних добрив чорнозем опідзолений важкосуглинковий не змінює ємності ҐВК, але відбуваються внутрішня його перебудова. Перед закладанням досліду у ҐВК більшу частку становили обмінні основи (90 %), а після тривалого середньорічного внесення $N_{110}P_{60}K_{80}$ їх частка зменшилась до 85 %.

2. Застосування добрив змінило структуру ҐВК. На ділянках з внесенням $N_{110}P_{60}K_{80}$ на 1 га площі сівозміни гідролітична кислотність збільшилася з 2,78 до 3,82 смоль/кг, погіршилась реакція ґрунтового розчину з 5,8 до 5,4 pH_{KCl}. Найбільше на ці показники впливає за одностороннє внесення високих доз азотних добрив і їх поєднання з калійними.

3. На ділянках без добрив спостерігається зменшення вмісту азоту легкогідролізованих сполук, рухомих сполук фосфору і калію порівняно з вихідним значенням відповідно на 8; 13 і 7 %. Застосування мінеральних добрив сприяє поліпшення поживного режиму ґрунту, про що свідчать підвищення вмісту азоту легкогідролізованих сполук і рухомих сполук фосфору.

4. Поліпшення поживного режиму ґрунту сприяє збільшенню маси 100 рослин пшениці озимої перед трубкування на 34–75 г або на11–24 %, а висота рослин підвищується на 5—23 % і найкращими ці показники є за внесення $P_{60}K_{80} + N_{150}$.

5. Мінеральні добрива сприяють формуванню більшої площі листкової поверхні пшениці озимої. Найбільше сприяє її збільшенню азотна складова повного добрива ($P_{60}K_{80} + N_{150}$) – на 10,3 тис. $м^2$/га, тоді як фосфорна й

калійна – відповідно на 3,2 і 1,1 тис. м^2/га за показника на контролі 34,9 тис. м^2/га.

6. Варіанти досліду з парними комбінаціями елементів живлення (NK і NP) майже рівноцінними за впливом на формування врожаю зерна пшениці озимої, яка відповідно знижувалася лише на 6 і 4 % порівняно з варіантом виробничого контролю ($P_{60}K_{80}$ + N_{150}). При цьому у варіанті досліду $P_{30}K_{40}$ + N_{150} приріст урожаю порівняно з абсолютним контролем склав 2,15 т/га або 36 % і був меншим порівняно з виробничим контролем на 0,28 т/га або на 3 %.

7. Серед досліджуваних варіантів за впливом на якісні показники зерна пшениці озимої кращою є доза добрив $P_{60}K_{80}$ + N_{150}, тут формується найвищий вміст білка з величиною 13,4 %. За цим показником не поступався йому варіант досліду $P_{30}K_{40}$ + N_{150}.

8. Вміст клейковини у зерні у варіанті без добрив становив 23,8 % і зростав до 28,7 % за дози добрив P_{60} + N_{150}. У варіанті з повним мінеральним добривом $P_{30}K_{40}$ + N_{150} вміст клейковини зріс до 28,9 % і найвищим був у варіант $P_{60}K_{80}$ + N_{150} – 29,1 %.

9. Рентабельність/збитковість удобрення пшениці озимої за умовно чистим прибутком залежно від системи застосування добрив змінювалася від –65,6 до 27,6 % і було найбільш ефективним у варіанті досліду $P_{30}K_{40}$ + N_{150}. Окупність 1 кг NPK змінювалася в широких межах – від 3,86 до 10,24 кг зерна й була най вищою у варіанті досліду $P_{30}K_{40}$ + N_{150}.

10. Агроформуванням Правобережного Лісостепу для забезпечення відновлення родючості чорнозему опідзоленого з низьким вмістом азоту легкогідролізованих сполук (за методом Корнфілда) та підвищеним – рухомими сполуками фосфору і калію (за методом Чирикова), для забезпечення оптимального мінерального живлення пшениці озимої за складних економічних умов система її удобрення повинна передбачати після збирання сої внесення під основний обробіток ґрунту $P_{30}K_{40}$ та ранньовесняного підживлення N_{150}.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Akparov Z. I., Rustamov Kh. N., Jahangirov A. A. et al. Study of aborigine and breeding varieties of durum wheat (*T. durum* Desf.) of Azerbaijan. *Journal of Qafqaz University*. 2015. V. 3(2). P. 120–124.
2. Baimuratov A., Bastaubayeva S., Arslan M., Yeraliyeva Z. Effect of fertilizer application on winter wheat productivity under precision agriculture in Kazakhstan. *Biodiversitas*. 2021. V. 22. P. 1558–1563.
3. Bezuglova O. S., Polienko E. A., Gorovtsov A. V et al. The effect of humic substances on winter wheat yield and fertility of ordinary chernozem. *Ann. Agrar. Sci*. 2017. V. 15. P. 239–242.
4. Chen H., Deng A., Zhang W. et al. Long-term inorganic plus organic fertilization increases yield and yield stability of winter wheat. *Crop J*. 2018. V. 6. P. 589–599.
5. Dolijanović Ž., Kovačević D., Oljača S. Effect of Fertilizers on the Yield of Alternative Small Grains. *Contemporary Agriculture*. 2017. V. 5. P. 15–21.
6. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available online: *http://www. fao. org/faostat/en/#data/QC* (accessed on 17 June 2021).
7. Gerland P., Raftery A. E., Ševčíková H. et al. World population stabilization unlikely this century. *Science*. 2014. V. 346. P. 234–237.
8. Li C. Y., Hao Y. H., Xue Y. L. et al. Effects of long-term fertilization on soil microbial biomass carbon, nitrogen, and phosphorus in the farmland of the Loess Plateau, China. *J. Agro-Environ. Sci*. 2020. V. 39. P. 1783–1791.
9. Miroshnichenko M., Zvonar A., Pachev I. Micronutrients consumption in different varieties of winter wheat in contrast weather conditions. *J. of Mountain Agriculture on the Balkans.* 2020. № 23 (3). P. 64–79.
10. Moreira-Ascarrunz S. D., Larsson H., Prieto-Linde M. L., Johansson E. Mineral nutritional yield and nutrient density of locally adapted wheat genotypes under organic production. *Foods*. 2016. Vol. 5. P. 255–261

11. Omara P., Aula L., Oyebiyi F., Raun W. R. World cereal nitrogen use efficiency trends: Review and current knowledge. *Agrosystems, Geosciences & Environment*. 2019. V. 2(1). P. 180–195.

12. Ruibal-Mendieta N. L., Delacroix D. L., M. P. Mignolet et al. Spelt (*Triticum aestivum* ssp. spelta) as a source of breadmaking flours and bran naturally en-riched in oleic acid and minerals but not phytic acid. *J. Agric. Food Chem*. 2005. Vol. 53. P. 2751–2759.

13. Ruiz M., Zambrana E., Fite R. et al. Yield and Quality Performance of Traditional and Improved Bread and Durum Wheat Varieties under Two Conservation Tillage Systems. *Sustainability*. 2019. Vol. 11. Iss.17. Article number 4522.

14. Sanadi U., Math K. K., Lamani K. D., Reddy U. G. Quality of Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) as Influenced by Different Nutrient Management Approaches under Northern Transitional Zone of Karnataka. *Inter. J. of Plant & Soil Science*. 2023. V. 35, Iss.1. P. 22–33.

15. Schulz R., Makary T., Hubert S. et al. Is it necessary to split nitrogen fertilization for winter wheat? On-farm research on Luvisols in South-West Germany. *The Journal of Agricultural Science*. 2015. V. l. 153(4). P. 575–587.

16. Si Z., Zain M., Mehmood F. et al. Effects of nitrogen application rate and irrigation regime on growth, yield, and water-nitrogen use efficiency of drip-irrigated winter wheat in the North China Plain. *Agricultural Water Management*. 2020. Vol. 231. P. 106–112.

17. Zhang R., Yang Y., Dang T., Zhu Y., Huang M. Responses of Wheat Yield under Different Fertilization Treatments to Climate Change Based on a 35-Year In Situ Experiment. *Agriculture*. 2022. Vol. 12. Article number 1498.

18. Авраменко С. В. Агротехнологічні основи управління продукційним процесом озимих зернових культур у Лівобережному Лісостепу України: автореф. дис. … д-ра с.-г. наук. Харків, 2018. 48 с.

19. Адаптація агротехнологій до зміни клімату: ґрунтово-агрохімічні аспекти / за ред. С. А. Балюка, В. В. Медведєва, Б. С. Носка. Харків: Стильна типографія, 2018. 364 с.

20. Артюшенко А. В. Ефективність удобрення у формуванні продуктивності пшениці озимої у Правобережного Лісостепу. Зб. студ. наук. праць Уманського НУ. Факультет агрономії. Умань, 2025. С. 51.

21. Бараболя О. В. Вплив мінеральних добрив та доз висіву насіння на врожайність і якість зерна пшениці твердої ярої. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2007. № 6. С. 96–102.

22. Бойко В. П. Ефективність доз і співвідношень мінеральних добрив у польовій сівозміні на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України: автореф. дис. … канд. с.-г. наук: 06.01.04. Харків, 2020. 22 с.

23. Булигін С. Ю., Величко В. А., Демиденко О. В. Агрогенез чорнозему. Київ : Аграрна наука, 2016. 356 с.

24. Гаврилюк М. М. Вплив агротехнологічних заходів та пластичності сортів на насіннєву продуктивність пшениці озимої. *Зберігання і переробка зерна*. 2018. № 12. С. 39–42.

25. Господаренко Г. М. Агрохімія

26. Господаренко Г. М., Любич В. В., Мартинюк А. Т. Агрохімічні властивості ґрунту за тривалого застосування мінеральних добрив. *Аграрні інновації.* 2023. №19. С. 34–38.

27. Господаренко Г. М., Любич В. В., Силіфонов Т. В. Формування балансу основних елементів живлення за вирощування різних сортів пшениці м’якої озимої залежно від системи удобрення. *Зб. наук. пр. УНУС*. 2024. Вип. 105. Ч. 1. С. 338–352.

28. Господаренко Г. М., Черно О. Д. , Нікітіна О. В. Агрохімія калію

29. Господаренко Г. М., Черно О. Д. Якість зерна пшениці озимої за тривалого застосування добрив у польовій сівозміні. *Вісник УНУС*. 2016. №1. С. 11–15.

30. Господаренко Г. М., Черно О. Д., Бойко В. П. Стасінєвич О. Ю. Вплив доз і співвідношень добрив на врожайність і якість зерна пшениці озимої. *Вісник Уманського НУС*. 2018. №2. С. 77–79.

31. *Господаренко Г. М., Черно О. Д., Любич В. В.,* Рябовол Я. С., Крижанівський В. Г. Урожайність та хлібопекарські властивості зерна пшениці озимої при різних дозах і строках застосування азотних добрив. *Вісник Полтавської ДАА.* 2020. № 3. С. 21–31.

32. Господаренко Г. М. Практикум з агрохімії. Київ : ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2020. 148 с.

33. Господаренко Г. М., Черно О. Д. Формування продуктивності пшениці озимої під впливом погодних умов та азотних підживлень в умовах Правобережного Лісостепу. Наукові, методологічні та практичні підходи до проблем сучасної агрономії: монографія; за ред. О. І. Улянич. Дніпро : Середняк Т. К., 2021. С. 29–53.

34. Господаренко Г. М. Система застосування добрив. Київ : ТОВ «ТРОПЕА», 2022. 376 с.

35. Господаренко Г. М. Удобрення озимої пшениці. *Агробізнес сьогодні*. 2010. № 22. С. 32–35.

36. Господаренко Г. М., Єщенко Н. Б. Урожайність пшениці озимої на чорноземі опідзоленому залежно від різних видів і норм добрив та їх ефективність. *Зб. наук. пр. УНУС.* 2013. Вип. 82. С. 8–14.

37. Господаренко Г. М., Любич В. В. Хлібопекарські властивості зерна тритикале ярого за різних доз і строків внесення азотних добрив. *Вісник Полтавської ДАУ*. 2010. № 1. С. 6–9.

38. Господаренко Г. М., Любич В. В., Притуляк Р. М. Ефективність застосування різних видів і доз добрив у польовій сівозміні. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 127. С. 27–32.

39. Господаренко Г. М., Рябовол Я. С., Черно О. Д. та ін. Ріст і розвиток пшениці озимої у веснянолітній період вегетації залежно від умов

мінерального живлення в Правобережному Лісостепу України. *Вісник Уманського НУС*. Умань, 2020. № 2. С. 3–8.

40. Господаренко Г. М., Черно О. Д. Урожайність пшениці озимої після різних попередників на фоні тривалого застосування добрив у сівозміні. *Землеробство*. 2015. Вип. 1. С. 28–31.

41. Господаренко Г. М., Черно О. Д., Любич В. В., Бойко В. П. Засвоєння основних складових живлення з ґрунту й мінеральних добрив пшеницею озимою на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2020. Вип. 3 (107). С. 35–44.

42. Господаренко Г. М., Черно О. Д., Любич В. В., Рябовол Я. С., Крижанівський В. Г. Урожайність та хлібопекарські властивості зерна пшениці озимої при різних дозах і строках застосування азотних добрив. *Вісник Полтавської ДАА*. 2020. № 3. С. 21–31.

43. Ґрунтові ресурси України: збалансоване використання, прогноз та управління; за ред. С. А. Балюка, М. М. Мірошниченка, Р. С. Трускавецького. Харків : ФОП Бровін О. В., 2020. 452 с.

44. ДСТУ 4117:2007. Визначення показників якості методом інфрачервоної спектроскопії. [Чинний від 2007-08-09]. Київ, 2007. 7 с. (Національний стандарт України).

45. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Костогриз П. В., Опришко В. П. Основи наукових досліджень; за ред. В. О. Єщенка. Вінниця : ПП «ТД «Едельвейс і К», 2014. 332 с.

46. Жемела Г. П., Бараболя О. В., Татарко Ю. В., Антоновський О. В. Вплив сортових особливостей на якість зерна пшениці озимої. *Вісник Полтавської ДАА*. 2020. № 3. С. 32–39.

47. Жемела Г. П., Кулик М. І. Вплив агроекологічних умов, доз висіву насіння та доз мінеральних добрив на врожайність і якість зерна озимої пшениці. *Вісник Полтавської ДАА*. 2006. Vol. 4. С. 124–128.

48. Жемела Г. П., Сидоренко А. В., Кулик М. І. Роль погодних факторів у поліпшенні якості зерна озимої пшениці. *Вісник Полтавської ДАА*. 2007. № 2. С. 16–22.

49. Заїма О. А., Дергачов О. Л. Урожайність сортів пшениці озимої залежно від агротехнічних заходів. Вклад наукових інвестицій у розвиток агропромислового комплексу в умовах обмеженого ресурсного забезпечення та флуктуацій клімату : Міжнар. наук.-практ. інт.-конф. Дніпро, ДУ ІЗК НААН, 2023. С. 115–117.

50. Землеробство з основами ґрунтознавства і агрохімії; за ред. В.П. Гудзя. Київ : Центр учбової літератури, 2007. 408 с.

51. Іваніна В. В., Коротенко І. М. Вплив доз і способів унесення азотних добрив на врожайність та якість зерна пшениці озимої. *Вісник аграрної науки.* 2022. № 11. С. 5–10.

52. Кононюк Л. М., Натальчук Т. А. Особливості сортової реакції пшениці озимої на технологічні прийоми вирощування в Північному Лісостепу. *Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2011. № 3–4. С. 55–63.

53. Крамарьов С.М., Жемела Г.П., Шакалій С.М. Продуктивність та якість зерна пшениці м'якої озимої залежно від мінерального живлення в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони*. 2014. № 6. С. 61–67.

54. Кучерявий В. П. Екологія: підручник. Львів : Світ, 2011. 500 с.

55. Лісовий М. В., Ніконенко В. М., Карацюба О. В. та ін. Вплив мінеральних добрив на якість зерна пшениці озимої на чорноземі типовому Лісостепу Лівобережного високого. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2021. Вип. 91. С. 59–63.

56. Любич В. В. Біологічна цінність білка пшениці спельти залежно від походження сорту та лінії. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2016. Вип. 89. С. 199–206.

57. Любич В. В. Вплив абіотичних та біотичних чинників на продуктивність сортів і ліній пшениці спельти. *Вісник Полтавської ДАА*. 2017. № 3. С. 18–24.

58. Любич В. В. Ознаки якості хліба різного борошна сортів і ліній пшениць. *Збірник Уманського НУС*. Умань. 2018. Вип. 92. С. 64–76.

59. Любич В. В. Продуктивність сортів і ліній пшениць залежно від абіотичних і біотичних чинників. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2017. Вип. 95. С. 146–161.

60. Любич В. В. Сучасні досягнення круп'яного виробництва. *Вісник Уманського НУС*. 2021. № 1. С. 78–82.

61. Любич В. В. Якість хліба з різного борошна пшениці спельти залежно від сорту. *Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2021. Вип. 29. С. 155–162.

62. Малієнко А. М., Лукащук Л. Я. Вирощування високоякісного зерна озимої пшениці в умовах Західного Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2005. №4. С. 38–40.

63. Новак Т. С. Охорона праці в сільському господарстві як інститут аграрного правва: теоретичні аспекти. *Науковий вісник НУБіП*. 2010. Вип. 156. С. 45–47.

64. Осокіна Н. М., Господаренко Г. М., Герасимчук О. П., Матвієнко Н. П. Вплив режимів живлення на технологічні показники пшениці озимої сорту Подолянка. *Зб. наук. пр. Уманського НУС. 2017*. Вип. 91. Ч. 1. С. 74–82.

65. Пархуць І. М Урожайність та якість пшениці озимої залежно від удобрення на дерново-підзолистих поверхнево оглеєних ґрунтах передкарпаття. *Вісник аграрної науки*. 2006. Вип. 3. С. 11–16.

66. Передумови формування якості зерна пшениць та продуктів його перероблення. Г. М. Господаренко, В. В. Любич, І. О. Полянецька, В. В. Новіков, В. В. Желєзна За заг. ред. Г. М. Господаренка. Київ : ТОВ «СІК ГРУП Україна», 2019. 336 с.

67. Рибалка О.І. Якість пшениці та її поліпшення. Київ. Логос, 2011. 496 с.

68. Сіліфонов Т. В., Господаренко Г. М., Карпенко В. П., Бурляй О. Л., Любич В. В., Новіков В. В. Формування врожайності різностиглих сортів пшениці м'якої озимої та її складових за різних систем удобрення. *Вісник*

Уманського НУС. 2021. №2. С. 20–30. DOI: 10.31395/2310-0478-2021-2-20-30.

69. Сіліфонов Т. В., Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Новіков В. В. Урожайність і якість зерна різностиглих сортів пшениці м'якої озимої за різних систем удобрення в сівозміні. *Агробіологія*. 2021. №2. С. 146–156.

70. Скалецька Л.Ф. Вплив товарної якості на борошномельні та хлібопекарські якості зерна пшениці. *Агроном*. 2011. №7. С. 77–83.