

**МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(УНУ)**

Факультет агрономії
Кафедра агрохімії і ґрунтознавства

Допущено до захисту

« ____ » _____ 2025 р.

Зав. кафедри, к. с.-г., доцент

_____ Олена ЧЕРНО

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр**

**ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО
ВІД УДОБРЕННЯ У ФГ «ГОЛЮЧИК В. І.» ГОЛОВАНІВСЬКОГО
РАЙОНУ КІРОВОГРАДСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Виконав: студент 2 курсу, групи 23 м-а
спеціальності 201 Агрономія

ДУБОГРАЙ Артем Олександрович

Керівник: МАРТИНЮК Андрій, к. с.-г. н, доцент

Умань – 2025

З М І С Т

ВСТУП.....	3
Розділ 1. ВПЛИВ УМОВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ (огляд літератури).....	6
Розділ 2. ПШЕНИЦЯ ОЗИМА ЯК ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	15
Характеристика сорту СН Комбін.....	15
Розділ 3. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	16
3.1. Характеристика ґрунту під дослідом.....	16
3.2. Погодні умови.....	17
3.3. Схема досліду.....	21
3.4. Агротехніка вирощування пшениці озимої в досліді.....	22
3.5. Методика проведення досліджень.....	23
Розділ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	25
4.1. Вплив умов мінерального живлення пшениці озимої на азотний режим ґрунту.....	25
4.2. Вплив умов мінерального живлення на ріст та розвиток пшениці озимої.....	31
4.3. Вплив умов мінерального живлення на врожайність пшениці озимої.....	33
4.4. Вплив умов мінерального живлення на масу 1000 зерен і натуру зерна.....	35
4.5. Вплив умов мінерального живлення на вміст білка і клейковини в зерні пшениці озимої.....	37
Розділ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ ПІД ПШЕНИЦЮ ОЗИМУ У ФГ «ГОЛЮЧИК В. І.».....	41
Розділ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА.....	44
6.1. Моделювання виробничих небезпек та заходи по їх зниженню під час вирощування пшениці озимої у ФГ «Голючик В. І.».....	44
6.2. Охорона навколишнього природного середовища за застосування мінеральних добрив під пшеницю озиму.....	47
ВИСНОВКИ.....	49
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	50
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	51
ДОДАТКИ.....	57

ВСТУП

Зернове господарство України було і залишається провідною галуззю сільського господарства. Воно – основа розвитку агропромислового комплексу, база вирішення продовольчої безпеки та національної економіки країни.

Природно-кліматичні умови та родючі ґрунти України сприяють вирощуванню всіх зернових культур і дають змогу отримувати високоякісне продовольче зерно в обсягах, достатніх для забезпечення внутрішніх потреб і формування експортного потенціалу. Вирішення проблеми продовольчого зерна тісно пов'язано із збільшенням виробництва м'якої пшениці, як основної продовольчої культури, що займає 40 % посівних площ зернових і формує 45–50 % валових зборів. Одним із головних чинників збільшення обсягів виробництва якісного зерна пшениці озимої є дотримання елементів технології вирощування, серед яких особливе місце належить системі удобрення.

Формування високої продуктивності пшениці озимої, як і інших сільськогосподарських культур, залежить не лише від кількості поживних речовин у ґрунті, а й від співвідношення в ньому елементів мінерального живлення. Лише у тому випадку, коли ґрунт містить достатню і правильно збалансовану кількість елементів, він забезпечує високу продуктивність, рослин [1]. Тому розроблення ефективної системи удобрення пшениці озимої, що забезпечує формування високого врожаю зерна із високим вмістом білка в різних агроєкологічних умовах є актуальним.

Актуальність теми полягає в удосконаленні системи удобрення пшениці м'якої озимої за вирощування в польовій сівозміні після соняшнику на чорноземі звичайному малогумусному в північному Степу України.

Мета і завдання досліджень. Метою дослідження було вдосконалення системи удобрення пшениці озимої за вирощування у ФГ «Голючик В. І.» встановленням оптимальних доз і строків внесення азотних добрив у

поєднанні з фосфорними і калійними для отримання високого та якісного врожаю на чорноземі звичайному малогумусному в північному Степу.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні завдання:

- встановити вплив удобрення на азотний режим чорнозему звичайного малогумусного в посівах пшениці озимої;
- визначити вплив різних доз та строків азотних добрив за поєднання їх з фосфорними й калійними на ріст і розвиток рослин пшениці озимої;
- з'ясувати вплив системи удобрення на формування врожайності та якості пшениці озимої ;
- провести економічну оцінку ефективності застосування мінеральних добрив під пшеницю озиму у ФГ «Галючик В. І.» Голованівського району Кіровоградської області.

Наукова новизна та практичне значення одержаних результатів.

В умовах північного Степу України встановлено вплив доз та строків унесення азотних добрив на азотний режим чорнозему звичайного малогумусного та формування врожайності й якості зерна пшениці сорту СН Комбін. Дослідження дають підстави рекомендувати виробництву оптимальні дози азотних добрив та строки їх внесення в поєднанні з фосфорними і калійними, за яких можна забезпечити високу продуктивність пшениці озимої на чорноземі звичайному малогумусному в північному Степу України.

Особистий внесок дипломника полягає в опрацюванні наукової літератури, закладанні досліду, відбиранні ґрунтових і рослинних зразків, проведенні їх аналізів, узагальненні отриманих результатів, формуванні висновків та розробці пропозицій виробництву.

Апробація результатів досліджень. Основні положення та результати досліджень висвітлювалися на засіданнях наукового студентського гуртка кафедри агрохімії і ґрунтознавства (Умань, 2024 р.), а також на Всеукраїнській студентській науковій конференції, приуроченій

125-річчю від дня народження видатного вченого і педагога у галузі землеробства професора С. С. Рубіна (Умань, 2025 рік), за матеріалами якої опубліковано статтю (Додаток А).

РОЗДІЛ 1

ВПЛИВ УМОВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ (огляд літератури)

Пшениця озима є однією з найбільш вибагливих культур до умов мінерального живлення серед зернових колосових. Вона формує високі врожаї в основних районах вирощування і характеризується високою чутливістю до внесення добрив. Особливості росту і розвитку рослин пшениці озимої та засвоєння ними поживних речовин зумовлюють її високі вимоги до родючості ґрунту.

Застосування добрив є важливим чинником підтримання родючості ґрунту на оптимальному рівні та забезпечення формування високого врожаю пшениці озимої [1,2]. Проте, на окультурених ґрунтах за досягнення високого рівня забезпеченості елементами живлення, ефективність мінеральних добрив знижується [3].

Найвища їх ефективність на Поліссі та в західному Лісостепу, дещо знижується – у центральній та східній частинах Лісостепу і найнижча – у Степу [4]. На думку науковців [5] зональне зменшення кількості опадів за період вегетації пшениці озимої спричиняє зниження ефективності добрив.

Окупність 1 кг NPK за вирощування пшениці озимої в різних природно-кліматичних зонах України варіює в межах 9,7–17,0 кг зерна [6].

А. І. Кривенко, С. І. Бурикін [7] зазначають, що окупність 1 кг азоту зі збільшенням дози внесення азотних добрив зменшується: за дози N_{60} приріст зерна становив 14,3 кг, дози N_{120} – 14,0 кг, а за дози N_{180} – 10,7 кг.

Численними дослідженнями встановлено, що основним елементом росту та розвитку озимих культур, який визначає їх продуктивність, є азот. Використання азотних добрив є найбільшим серед основних елементів живлення і для зернових культур складає не менше 50 %. [8–10].

Внесення азотних добрив на різних етапах органогенезу дає можливість ефективніше впливати на формування елементів структури врожаю пшениці. Тому важливо знати, на якому етапі утворюється той чи інший орган, і як впливають мінеральні добрива на ріст, розвиток і формування врожайності культури загалом [11].

За даними [12], на ранніх стадіях росту та розвитку рослин (I і II етапи органогенезу), впродовж яких формується густота рослин та їх габітус, а також зимостійкість, першочергове значення належить фосфору і калію, які стимулюють ріст і заглиблення її коренів, сприяють накопиченню значної кількості цукрів, що підвищує стійкість рослин до низьких температур. Втім і нестача азоту на перших етапах органогенезу пшениці також не бажана. За азотного голодування в цей період гальмується процес куціння, ослаблюються всі важливі процеси в рослинах, вони погано перезимовують і навіть гинуть. Таке явище спостерігається за сівби пшениці після зайнятих парів і непарових попередників. За таких попередників або ж у разі сівби пшениці озимої без добрив, доза азотних добрив на ґрунтах з низьким вмістом його мінеральних форм для підживлення восени може складати 20–30 кг/га.

Відновлення вегетації навесні супроводжується активними ростовими процесами, у зв'язку чим у пшениці озимої виникає гостра потреба в азоті. Найбільші прирости врожаю у більшості регіонів забезпечує ранньовесняне підживлення пшениці озимої в дозі N_{30-90} . Оптимальним строком проведення підживлення є перехід середньодобової температури повітря через $+ 5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Друге підживлення проводять на початку видовження стебла в дозі N_{20-30} . Воно сприяє ліпшому росту бічних стебел та найбільше впливає на врожай зерна. Для позакореневого підживлення пшениці використовують карбамід або ж КАС, розбавивши його водою до 15–20 %-ї концентрації [13].

Ефективним в посівах пшениці озимої є внесення азотних добрив по мерзлоталому ґрунту весною [14]. Є дані, що ранні терміни підживлення пшениці азотом весною посилюють утворення продуктивних стебел, а

повторне підживлення азотними добривами у фазу виходу рослин у трубку (ВВСН 31–32) формує більш продуктивний колос, що підвищує біологічну продуктивність пшениці озимої [15].

Ефективність строків та способів підживлення азотними добривами великою мірою залежить від стану посівів, попередників, основного внесення добрив, типу ґрунту тощо. За підживлення весняною по мерзлому ґрунту, поживні речовини добрив після його розмерзання можуть проникати в нижні його шари тільки разом з опадами. Тому внесення добрив по мерзлому ґрунту особливого значення набуває в областях із недостатньою кількістю опадів у весняний період. Для підживлення можна використовувати різні форми азотних добрив (аміачна селітра, сечовина, сульфат амонію, хлористий амоній). Оптимальною дозою азотних добрив для весняного підживлення є 30–40 кг/га, а в разі необхідності й за достатнього зволоження – 30 кг/га діючої речовини повного мінерального добрива [16].

Високу ефективність в посівах пшениці озимої показує багаторазове внесення азотних добрив весною. За внесення під оранку фосфорних і калійних добрив в дозі $P_{60}K_{60}$ та дворазове удобрення пшениці озимої азотом – при сівбі в дозі N_{30} та весною у фазі кущення в дозі N_{30} врожайність зерна склала 5,74 т/га з вмістом білка 10,9%. За весняних термінів застосування азотних добрив витрати вологи на формування одиниці врожаю зерна зменшились – на 15% [17].

В умовах достатнього зволоження на чорноземі вилугуваному (УЛДСС) вивчали ефективність триразового внесення азотних добрив весною за вирощування пшениці озимої. За загальної дози азотних добрив 110 кг/га з внесенням 60 кг/га сульфату амонію на II етапі органогенезу, 30 кг/га амонійної селітри на IV етапі та 20 кг/га сечовини позакоренево на VIII етапі врожайність зерна становила 6,57 т/га, що вище контролю без добрив – на 1,80 т/га [18].

В досліджах(БЦДСС), що проводились в умовах нестійкого зволоження на чорноземі вилугуваному, високу ефективність в посівах пшениці озимої

показало триразове внесення азотних добрив весною, коли 30 кг/га амонійної селітри вносили по мерзлоталому ґрунту, 30 кг/га – в кінці фази кущення та 30 кг/га сечовини позакоренево у фазі молочно-воскової стиглості. За такого удобрення пшениця забезпечила найвищу врожайність зерна – 6,85 т/га, що на 34,8 % більше контролю без добрив [19].

За даними науковців [20] середній приріст врожаю від підживлення пшениці озимої азотом наповесні в дозі 30 кг/га д. р. становить 0,3–0,5 т/га. Крім аміачної селітри, для ранньовесняного підживлення можна використовувати КАС. При цьому краплі КАС мають бути великими, щоб вони стікали з листків рослин і не обпікали їх.

Для вирішення питання строків проведення підживлення пшениці озимої азотними добривами обов'язково треба враховувати стан їх перезимівлі [21].

Об'єктивне оцінювання стану посівів озимих зернових культур дозволяє підібрати тактику проведення підживлення посівів навесні. Стан посівів оцінюється : відмінним, якщо на 1 м² є не менше 400 рослин; хорошим – 300–400, задовільним – 200–300 рослин за рівномірного їх розміщення на площі поля. До поганих відносять посіви пшениці озимої, що мають густоту менше 200 росл./м². Що стосується азотних підживлень, то найбільша ефективність першого підживлення досягається тоді, коли сума весняних позитивних температур від початку активної вегетації рослин (перехід середньодобової температури повітря через 5 градусів) і до початку проведення підживлення досягає 100-120 градусів. За такого підживлення віддача 1 кг азоту зерном досягає 9–15 кг і більше. З метою посилення весняного кущення, нерозкущені й слабо розкущені посіви (400–800 пагонів/м² або 1–2 пагони на рослину) слід підживлювати азотом у дозі 60–70 кг/га, а посіви, що мають 1000–1500 пагонів/м² або 3–4 пагони на рослину – через 7–14 днів після відновлення вегетації дозою азоту також 60–70 кг/га. Друге підживлення за такого стеблостою проводять за потреби азотом у дозі 30–40 кг/га, тоді як за стеблостою 400–800 пагонів/м² воно є обов'язковим. За наявності азотних

добрив проводять третє підживлення у фазу виходу рослин у трубку дозою азотних добрив до 60 кг/га д. р. [22].

Вчені [23] зазначають, що найбільш критичними етапами органогенезу щодо забезпечення рослин азотом є фаза весняного кущення та виходу рослин у трубку, коли дефіцит азоту істотно зменшує формування кількості продуктивних стебел та параметрів продуктивності колоса. Достатнє забезпечення рослин азотом на цьому етапі визначає величину майбутнього врожаю.

Ефективність роздільного внесення азотних добрив залежить від кількості опадів і розподілення їх за фазами росту. Внесення азоту напровесні ефективне за умови, що буде достатня кількість опадів. Запізнення з цим заходом або нестача вологи в ґрунті призведуть до втрат урожаю. В умовах більш сухої весни осіннє внесення азоту більш ефективне ніж весняне [24].

Дія добрив тісно пов'язана з кількістю вологи у період максимальної потреби рослин в елементах живлення. Якщо в цей період у ґрунті вологи недостатньо, то внесені добрива, через низьку інтенсивність їх надходження в рослини та ослабленням через дефіцит вологи всіх фізіологічних процесів зменшують свою ефективність. Через відсутність вологи в більш пізній період, добрива можуть вплинути негативно в зв'язку з тим, що рослини більш розвинені на удобрених фонах і сильніше страждають від нестачі вологи. Добрива можуть негативно позначитися на врожайності зернових і при надлишку вологи, коли на удобрених ділянках культури сильно вилягають, налив зерна відбувається за несприятливих умов, натура знижується і врожайність зменшується [25].

За посушливих умов вирощування пшениця озима менш спроможна засвоювати елементи живлення із ґрунту, натомість в умовах достатнього вологозабезпечення засвоєння елементів живлення рослинами підвищується, вони потребують вищих доз внесення мінеральних добрив, а ефективність застосування добрив при цьому значно зростає [26].

В дослідях, що проводилися на базі Інституту зернових культур НААН, встановлено, що після стерньового попередника (пшениця озима) на фонах ($N_{60}P_{60}K_{60}$ і $N_{90}P_{90}K_{90}$) за сівби пшениці озимої в оптимальні строки (25 вересня) простежується висока позитивна динаміка формування врожайності зерна. За підвищеного фону живлення ($N_{90}P_{90}K_{90}$) врожайність досліджуваних сортів Голубка Одеська й Мудрість Одеська збільшувалась в середньому від 0,7 до 1,8 т/га, порівняно з контрольним варіантом (без добрив). Водночас на неудобреному фоні більшу врожайність (3,75 т/га) пшениця озима формувала на чорному пару, порівняно з ділянками, де попередником була пшениця озима, – 2,96 т/га. Зниження рівня врожайності зумовлене відхиленням від оптимального строку сівби як більш раннього (5 вересня), так і в бік пізнього (10 жовтня) та послабленням до морозо – і зимостійкості рослин. і зерна [27].

Велику увагу весняному внесенню добрив під зернові культури приділяють фермери Польщі. Після сходження снігового покриву кожен фермер та агроном виходить в поле, щоб оцінити стан озимих зернових залежно від перебігу зими, часу залягання снігового покриву й інтенсивності морозів. Правильна оцінка стану рослин дає змогу запланувати відповідний підхід до ґрунтового та позакореневого живлення рослин. Будь які помилки на етапі оцінювання та недоліки під час внесення добрив можуть призвести до незворотної втрати врожаю, яку, на жаль, не вдасться надолужити в період інтенсивної вегетації. Найважливішими елементами живлення, якими повинна бути забезпечена пшениця озима навесні, є азот, фосфор, магній та мікроелементи. Першим заходом, що виконується навесні, є внесення азоту, який необхідний для формування відповідної кількості великих та добре сформованих зачатків колосків, які пізніше мають вирішальний вплив на врожай зерна. Після проведення аналізу ґрунту, дозу азоту (ДН) обчислюють за формулою : $ДН = (ZC \times 0,5) - N_{min}$, де ZC – повна потреба пшениці в азоті, N_{min} – вміст неорганічного азоту в ґрунті (Вечорек Д. Пропозиція, 2015. № 1(235). С. 64–65) [28].

За високої ефективності азотних добрив у системі удобрення пшениці озимої, виробники інколи необґрунтовано нехтують фосфорно-калійним живленням. За даними науковців [29], не дотримання норм удобрення призводить до зниження врожайності та якості врожаю. Віддача від азотної складової в удобренні пшениці озимої значно залежить від забезпечення рослин фосфором та калієм. Максимальної ефективності від застосування азотних добрив можна досягти лише на ґрунтах з підвищеним та високим рівнями забезпечення рухомими формами цих елементів [30].

Результати наукових досліджень свідчать про потребу використання оптимального співвідношення основних елементів живлення в удобренні пшениці озимої [31]. За даними вчених [32] достатнє забезпечення пшениці озимої фосфором надзвичайно важливе на ранніх етапах органогенезу, коли рослини формують кореневу систему. Фосфор сприяє її розвитку, що посилює засвоєння елементів живлення із ґрунту та сприяє інтенсивному кущінню пшениці озимої й наростанню вегетативної маси рослин).

Фізіологічна роль калію для пшениці озимої полягає у підтриманні належної концентрації клітинного соку, який активує основні фізіологічні процеси в рослинах, підвищує морозостійкість пшениці озимої та стійкість до посушливих умов вирощування [33]. Використання рослинами калію відбувається упродовж усього періоду вегетації, проте найінтенсивніше калій поглинається у фази виходу в трубку та колосіння. Дефіцит калію у зазначені періоди росту і розвитку негативно впливає на формування колосу, тому стратегія удобрення пшениці озимої калієм має бути направлена на створення достатнього калійного живлення у цей період [34].

Дослідженнями, що проводилися на дослідному полі Львівського НАУ на темно-сірому ґрунті встановлено, що підвищення фону добрив з $N_{40}P_{20}K_{30}$ до $N_{80(40+40)}P_{40}K_{60}$ із дворазовим внесенням азоту по 40 кг/га рано навесні і на початку виходу в трубку забезпечувало зростання врожайності до 5,6 т/га. За збільшення дози до $N_{120(40+40+40)}P_{60}K_{90}$ із триразовим внесенням N_{40} навесні + початок виходу в трубку + колосіння врожайність зросла до 6,9 т/га, що

більше на 3,8 т/га, порівняно з першим варіантом і на 1,2 т/га – порівняно з другим. З наступним збільшення дози азоту для другого підживлення у варіанті з внесенням $N_{160(40+80+40)}P_{80}K_{120}$ урожайність зросла, порівняно з попереднім третім варіантом на 1,1 т/га (16,6 %). З досліджуваних варіантів, найвищу врожайність пшениці озимої (8,9 т/га) одержано у п'ятому варіанті $N_{200(50+90+40)}P_{80}K_{150}$ [36].

Оптимізацію норм мінеральних добрив під пшеницю та прогнозування її врожайності на чорноземі типовому вивчали в Лівобережному Лісостепу. Дослідженнями встановлено оптимальну норму мінеральних добрив під пшеницю озиму $N_{60}P_{70}K_0$ і розраховано прогнозовану її врожайність на рівні 6,13 т/га, в т.ч. за рахунок природної родючості ґрунту 5,76 т/га та за рахунок мінеральних добрив – 0,37 т/га [37].

Незбалансоване мінеральне живлення є однією з причин того, що практично 50 % від сумарного врожаю пшениці в Україні відносять до групи Б, відповідно ДСТУ 3768:2010. До головних показників, внесених до цього ДСТУ, належать вміст білка і клейковини у зерні пшениці. Ці показники є важливими для агрономічних досліджень, оскільки залежать від умов вирощування культури, а не технології збирання чи очищення зерна [38].

За даними [39] система удобрення, вибір попередника, родючість ґрунту, а також погодні умови є головними факторами, що впливають на формування якісних показників зерна пшениці озимої. За отримання високих врожаїв пшениці озимої важливо досягти високої якості зерна цієї культури, яка визначається вмістом білка і клейковини в зерні.

В дослідженнях [40] вирощування пшениці озимої в умовах Лісостепу супроводжувалось вмістом білка в зерні 11,0–11,3%, сирої клейковини – 23,0–26,2%, скловидністю зерна – 61–68%, тоді як в умовах Степу якісні показники зерна значно покращились: вміст білка – 11,9–12,6%, сирої клейковини – 28,0–28,1%, скловидність зерна – 75–79%.

Ряд вчених вважає, що погодні умови на 50-67% визначають накопичення білка в зерні і впливають на його якість. За посушливих умов

року з посухою у фазі наливу та дозрівання зерна накопичення білка в зерні пшениці відбувається найбільш інтенсивно, а якість зерна за таких умов значно покращується [41–42].

На показники якості зерна пшениці озимої значно впливає застосування мінеральних добрив, за яких оптимізація азотного живлення має провідну роль. Результати досліджень М. В. Лісового, А. В. Комаристої показали, що за внесення 120 кг/га азоту на фоні 80 кг/га фосфору і калію показники якості зерна були найвищими: вміст білка в зерні – 11,6%, сирової клейковини – 26,7% з перевагою до контролю без добрив на 0,9% та 1,4%, відповідно [43].

За поліпшення режиму живлення відбувається послаблення негативного впливу метеорологічних умов на розвиток пшениці та проявляється генетична здатність сучасних сортів пшениці давати врожаї із кращими показниками якості. За даними науковців (20), за внесення мінеральних добрив вміст білку й клейковини у зерні пшениці озимої збільшується приблизно на 10 % [44].

Позакореневі підживлення рослин сечовиною на пізніх етапах органогенезу (фаза молочно-воскової стиглості зерна) впливають на синтез та відтік білка до генеративних органів, що значно підвищує вміст його в зерні та покращує якість зернопродуктів. За вирощування високобілкових сортів пшениці озимої, багаторазове внесення азотних добрив, яке диференційоване за формами і дозами азоту, створює умови достатнього азотного живлення рослин, формує їх високу біологічну продуктивність та високі показники якості зерна [18,45].

Отже, з огляду літературних джерел видно, що є різні дані щодо удобрення пшениці озимої, як однієї з основних продовольчих культур. Це залежить від ґрунтово-кліматичних умов, генетичного потенціалу сорту, попередника, системи удобрення та тривалості проведення досліджень. Особливо це стосується доз та строків внесення азотних добрив, від яких залежать урожайність та якість зерна пшениці.

РОЗДІЛ 2

ПШЕНИЦЯ ОЗИМА ЯК ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктом наших досліджень була пшениця м'яка озима (*Triticum aestivum* L.) сорту СН Комбін – DSV– Україна.

2.1. Характеристика сорту СН Комбін

СН Комбін – це ранньостиглий, низькорослий сорт, виведений у Німеччині фірмою Дойче Заатфеределунг. Різновид еритроспермум (остиста). Пшениця цього сорту починає розвиватись з ранньої весни, завдяки чому в кущіння переходить гарно сформованою та підготовленою до посухи влітку.

СН Комбін короткого світлового дня, фотоперіодично нечутлива, добре вегетує в умовах короткого дня пізньої осені, а також рано навесні, що дає можливість ефективно використовувати для розвитку осінньо-весняні запаси вологи, які накопичились у ґрунті.

Остиста пшениця СН Комбін відзначається високою посухостійкістю, зимостійкістю та стійкістю до вилягання. Має високий потенціал урожайності. На виробничих ділянках її врожайність склала 8,8 т/га. Формує якісне зерно і за хлібопекарськими властивостями належить до сильних пшениць. Вміст клейковини складає 29,5–30,0 %. Характеризується високою стійкістю до ураження борошнистою росою, бурою іржею та фузаріозом. Вегетаційний період – 265–274 діб. Висота рослини 66-73 см, зимостійкість 8 балів, посухостійкість – 8, стійкість до вилягання – 8 балів, стійкість ламкості стебла та осипання також по 8 балів.

Сорт СН Комбін занесений до Реєстру сортів рослин України в 2014 році.

Рекомендований для вирощування в Степу, Лісостепу і Поліссі [46].

РОЗДІЛ 3

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Характеристика ґрунту під дослідом

На території ФГ «Голючик В. І.» найбільш поширеними ґрунтами є чорноземи звичайні середньо та малогумусні важкосуглинкові. Формування чорноземів степової зони України відбувалось в умовах помірно-теплого клімату за недостатнього зволоження, рівнинного рельєфу під трав'янистою, переважно злаковою рослинністю на карбонатних породах – лесах і лесоподібних суглинках. Ведучим процесом ґрунтоутворення у цій зоні є дерновий – гумусо-аккумулятивний, який протікає з формуванням гумусових горизонтів і накопиченням біофільних елементів.

Форма карбонатних скупчень (новоутворень) і глибина їх залягання служать однією з діагностичних ознак чорноземів. Якщо в чорноземах типових лісостепової зони псевдо міцелій у формі «журавчиків» і «дутиків», то в чорноземах звичайних степової – вони представлені у вигляді вицвітів і цвілі, а в ґрунтоутворювальній породі – у формі рихлих конкрецій білозірки.

В складі гумусу ґрунтів переважають гумінові кислоти з високим ступенем окисненості та ароматизації, а фульвокислоти більш складні, порівняно з аналогами ґрунтів лісової зони. Характерною особливістю чорноземів звичайних є поступове зменшення вмісту гумусу вниз по профілю [47].

Ґрунти, що переважають на території господарства придатні для вирощування всіх сільськогосподарських культур, районованих для зони Степу.

Агрохімічна характеристика чорнозему звичайного малогумусного, на якому проводилися наші дослідження подана в таблиці 1.

Таблиця 1

Агрохімічна характеристика чорнозему глибокого малогумусного

Шар ґрунту, см	Вміст гумусу, %	рН сольове	Смоль на 1 кг ґрунту		Ступінь насичення ґрунту основами, (v) %	Вміст рухомих поживних речовин, мг/кг ґрунту		
			Нг.	S		N _{легкг.}	P ₂ O ₅	K ₂ O
0–20	4,47	6,5	1,16	31,5	96	163	115	159

За даними таблиці 1, чорнозем звичайний малогумусний важкосуглинковий в шарі ґрунту 0–20 см містить за Тюрнімом 4,47 % гумусу. Реакція ґрунтового розчину нейтральна (рН_{сол.} = 6,5). Гідролітична кислотність становить 1,16 смоль/кг, а сума вбирних основ – 31,5 смоль на 1 кг ґрунту. Ступінь насичення ґрунту основами складає 96 %, тобто є високий.

Що стосується поживного режиму, то в 0–20 см шарі міститься 163 мг/кг лужногідролізованого азоту за Корнфілдом, рухомих сполук фосфору і калію за Чириковим відповідно 115 і 159 мг/кг ґрунту. Виходячи з цих даних, можна зробити висновок, що чорнозем звичайний малогумусний, який переважає у польовій сівозміні має середню забезпеченість азотом та підвищену фосфором і високу – калієм. Він характеризується високою родючістю і за дотримання агротехнологічних заходів, зокрема оптимальних умов живлення, може забезпечувати високу продуктивність як пшениці озимої, так і інших сільськогосподарських культур.

3.2. Погодні умови

Кіровоградська область розташована в центрі України, в межах річч Дніпра і Південного Бугу, в південній частині Причорноморської височини.

Клімат Кіровоградської області, де знаходиться ФГ «Голючик В. І.» помірно-континентальний і за основними елементами погоди характерний для перехідної зони від південного Лісостепу до північного Степу України.

Зима – помірно-холодна із значною амплітудою коливання температури повітря в окремі дні, з незначними опадами, невеликим сніговим покривом, іноді з сильними вітрами.

Весна – тепла із значним зниженням температури повітря в окремі дні, з холодними, іноді з сухими вітрами і нерівномірним розподілом опадів.

Літо – жарке, в окремі роки посушливе, з нерівномірним розподілом опадів упродовж вегетації рослин. Часто опади носять зливовий характер, викликаючи значні процеси ерозії.

Осінь – помірно-тепла, іноді із значним коливанням температури у кінці періоду.

За даними метеостанції м. Кропивницький, середньорічна температура повітря становить плюс 9,3 °С. В окремі роки спостерігається значне відхилення температур від середніх багаторічних.

Опадів за вегетаційний період випадає в середньому 350 мм, але їх розподіл у часі нерівномірний. Гідротермічний коефіцієнт в середньому рівний 1,12, але він значно коливається по роках і періодах вегетації рослин [48].

Погодні умови 2023–2025 рр., за яких проводилися дослідження з вивчення різних доз і строків внесення азотних добрив під пшеницю озиму відрізнялися від середньо багаторічних даних (табл.2).

Так, у 2023–2024 сільськогосподарському році випало 504 мм опадів, що більше на 26 мм за середньо багаторічний показник. Осінь у цьому році була теплою, у вересні випало 60,8 мм, а в жовтні – 51,4 мм опадів. У листопаді кількість опадів зменшилася до 42,3 мм, але їх було також більше, як і у вересні та жовтні, порівняно з середньобагаторічними даними за цей період, відповідно, на 20,8; 10,4 і 9,3 мм. У грудні кількість опадів зменшилась до 23,5 мм, а в січні – до 12,9 мм. Кількість опадів за лютий і березень була

меншою від норми на 18,9 і 12,8 мм. У цьому році, починаючи з квітня, опадів було більше у травні на 14,3 мм, червні – 32,7, липні – 9,2 мм.

Таблиця 2

**Середньомісячна кількість опадів
за даними метеостанції м. Кропивницький, мм**

Рік	Місяць												Сума опадів, мм к
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
Серед ньо багат річна	48	41	33	45	32	31	37	32	41	38	52	48	478
2023- 2024	60,8	51,4	42,3	23,5	12,9	12,1	24,2	39,8	55,3	70,7	61,2	49,8	504
2024- 2025	54,2	50,8	39,7	38,3	19,2	18,8	29,2	44,7	95,3	29,8	12,3	9,7	442

Осінь 2024–2025 року була також теплою та дощовою. За вересень та жовтень випало 105 мм опадів, що більше середньобагаторічного показника на 16 мм. Листопад і грудень не істотно відрізнялись від норми, а за січень та лютий випало 38 мм опадів, що на 25 мм менше норми. Весняно-літній період цього року мав також свої особливості. Так, у березні кількість опадів зменшується до 29,2 мм, у квітні, навпаки, збільшується на 12,7 мм, а в травні їх випало більше на 54,3 мм. У червні та особливо в липні спостерігається зменшення опадів на 8,2 та 39,7 мм, відповідно.

Температурний режим як 2023 – 2024, так і 2024–2025 рр. відрізнявся від середньо багаторічних даних (табл. 3).

Так, якщо середньо багаторічний показник температури повітря складає 9,3 °С, то у 2023 – 2024 році він збільшувався до 12,2 °С, а у 2024–2025 році – до 11,0 °С. Температура повітря впродовж вегетації пшениці озимої також відрізнялася від середніх багаторічних даних. Так, у 2023–2024 сільськогосподарському році до середини вересня зберігався теплий режим

погоди з середньодобовою температурою 18,2 °С. Теплою була погода в жовтні та листопаді й становила відповідно 10,6 і 4,5 °С. У грудні місяці спостерігалось поступове зниження температури повітря до –1,1 °С, а в січні температурний режим не відрізнявся від середніх багаторічних даних.

У лютому температура повітря опускалась до –1,2 °С, проте і цей місяць був теплішим, порівняно з середньобагаторічним показником на 1,3 °С. Температура в березні склала 3,9 при нормі 3,5 °С, а квітень був теплішим на 3,8 °С. За травень – червень температура повітря перевищувала норму, відповідно, на 2,3 та 4,8 °С, а в липні – на 5,6 °С. Не дивлячись на вище зазначені відхилення від середньо багаторічних даних, 2023–2024 сільськогосподарський рік можна вважати задовільним для формування продуктивності більшості сільськогосподарських культур, зокрема й пшениці озимої.

Таблиця 3

**Середньомісячна температура повітря
за даними метеостанції м. Кропивницький, 0°С**

Рік	Місяць												В середньому рік
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
Середн. багаторічна	14,7	8,1	2,3	-2,3	-3,7	-2,5	3,5	10,6	16,3	20,6	22,7	21,7	9,3
2023-2024	18,2	10,6	4,5	-1,1	-3,5	-1,2	3,9	13,5	18,6	25,4	28,3	29,2	12,2
2024 - 2025	22,2	12,4	5,2	-0,3	-3,5	-0,8	4,2	11,0	16,8	20,1	22,6	22,0	11,0

2024–2025 сільськогосподарський рік за температурним режимом більше відрізнявся від середніх багаторічних даних та 2023–2024 року. Вересень і жовтень були теплими, температура повітря перевищувала норму на 7,5 та 4,3 °С. Температура в листопаді склала 5,2, а в грудні –0,3 °С при нормі 2,3 та –2,3 °С, відповідно. Січень з температурою –3,5 °С мало чим

відрізнялися як від середньобагаторічних даних, так і від 2023–2024 року. Температура повітря в лютому склала $-0,8^{\circ}\text{C}$.

Збільшення температури в 2025 році розпочалось з березня, її показник становив $4,2^{\circ}\text{C}$. У квітні вона збільшилась до 11°C , а в травні – до $16,8^{\circ}\text{C}$. Найжаркішими місяцями були червень і липень, у яких температура повітря склала, відповідно, $20,1$ та $22,6^{\circ}\text{C}$.

Загалом погодні умови 2023–2024 та 2024–2025 рр. були сприятливими для формування продуктивності більшості сільськогосподарських культур в умовах ФГ «Голючик В. І.», у тому числі й пшениці озимої.

3.3. Схема дослідів

У дослідях вивчали формування продуктивності пшениці озимої залежно від системи удобрення у ФГ «Голючик В. І.» Голованівського району Кіровоградської області.

Дослідження проводили в польовій сівоzmіні з внесенням добрив під пшеницю озиму за такою схемою:

1. $\text{P}_{90}\text{K}_{30}$ – фон
(контроль)
2. Фон + $\text{N}_{90(1)}$
3. Фон + $\text{N}_{30(1)}$ + $\text{N}_{60(2)}$
4. Фон + $\text{N}_{60(1)}$ + $\text{N}_{30(2)}$

Примітка:

- (1) напровесні;
- (2) у фазу трубкування

Площа посівної ділянки 108 м^2 , облікової – 50 м^2 при триразовому повторенні варіантів та систематичному їх розміщенні (рис. 3.1).

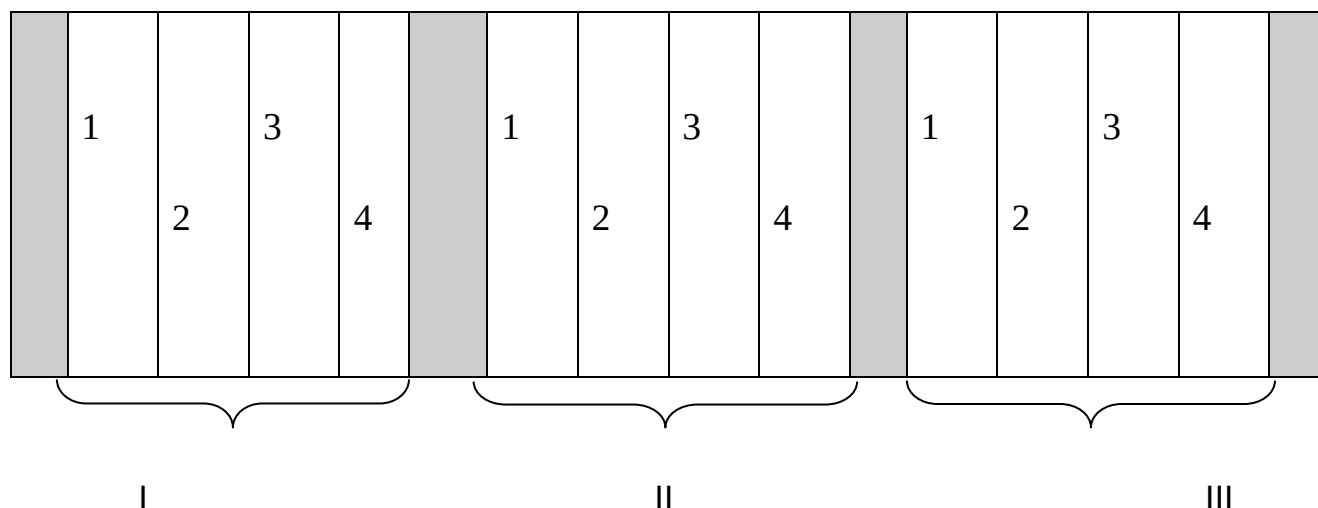


Рис.1. Схема розміщення варіантів у досліді

1, 2, 3, 4 – варіанти досліду; I, II, III – повторення.

3.4. Агротехніка вирощування пшениці озимої в досліді

Озима пшениця у ФГ «Голючик В. І.» вирощувалася в польовій сівозміні після соняшнику за загальноприйнятою технологією для зони Степу.

Після збирання соняшнику, підготовку ґрунту під пшеницю проводили згідно з рекомендаціями, які направлені на збереження вологи. Лушення стерні на глибину 14–16 см проводили дисковою бороною Amazone Catros TX.

Фосфорно-калійні добрива (амофос, калій хлористий) згідно схеми досліду вносили після збирання попередника розкидачем, а азотні (аміачна селітра) – в підживлення у два строки – напровесні по мерзлоталому ґрунті та у фазу трубкування вручну.

Насіння, після очищення, протруювали за два тижні до сівби препаратом Іншур Перформ – 0,5 л/га.

Передпосівну культивацію проводили культиватором Vaderstad Carrier XT 425-625 на глибину 5–6 см.

Після культивації, проводили сівбу пшениці озимої нормою 5 млн шт/га зерновою сівалкою Elvor Tialfa 6 у другій декаді жовтня. Після сівби, посіви прикочували кільчасто-шпоровими котками.

Для захисту посівів пшениці озимої від шкідливих організмів застосовували гербіциди, фунгіциди та інсектициди. Для знищення однорічних і багаторічних дводольних бур'янів використовували гербіцид Гроділ Максi, 375 ОД МД –0,09–0,1 л/га.

Проти корневих гнилей, бурої листової іржі, борошнистої роси, септоріозу у фазі колосіння проводили обприскування розчином Фалькон 460 ЕС, КЕ – 0,4–0,5 л/га. Від хлібної жужелиці, клопа шкідливої черепашки, п'явиці, трипсів, злакових мух попелиць посіви обробляли інсектицидом Статус КС – 015–0,20 л/га.

За всіх обприскувань норма витрати робочого розчину становила 300 л/га.

Збирання врожаю, після відбирання снопових зразків, проводили прямим комбайнуванням у фазу повної стиглості зерна за його вологості 14–15% комбайном New Holland CR 7.90.

3.5. Методика проведення досліджень

Методика проведення досліджень була загальноприйнятою і рекомендованою для агрохімічних досліджень [49].

Згідно методики досліджень в дослідах визначали:

- вологість ґрунту – термогравіметричним методом за ДСТУ ISO11465-2001;
- вміст нітратного азоту – потенціометрично з використанням іонселективного електроду на рН- метрі за ДСТУ 4729:2007;
- вміст амонійного азоту – у витяжці 1,0 М розчину КСl з додаванням реактиву Неслера за ДСТУ 4729:2007;
- вміст рухомих сполук фосфору вилученням їх розчином 0,5 Н оцтової кислоти з наступним фотоколориметруванням за модифікованим методом Чирикова згідно з ДСТУ 4115-2022;

– вміст рухомих сполук калію – вилученням їх розчином 0,5 Н оцтової кислоти на полуменевому фотометрі за модифікованим методом Чирикова згідно з ДСТУ 4115-2022;

– густоту стебел і рослин підраховували на закріплених кілочками рядках довжиною 1,67 м ($0,25\text{м}^2$) в 4-х кратній повторності по діагоналі ділянки;

– вміст білка розраховували за кількістю білкового азоту за методом Барштейна множенням вмісту білкового азоту на коефіцієнт 5,7;

– натуру зерна зважуванням 1 л зерна в літровій пурці за ДСТУ — 4117;

– масу 1000 насінин шляхом зважування 500 насінин в двократній повторності;

– вміст клейковини відмиванням тіста у воді з пробою на йод за ДСТУ–4117 ISO 2145–1;

– облік врожаю проводили відбором пробного снопа з кожної ділянки у трьохкратній повторності з послідуочим обмолочуванням та зважуванням зернової маси і перерахунком на 100% чистоту і 14% вологість;

– статистичну обробку даних урожайності пшениці озимої – методом дисперсійного аналізу за В.О. Єщенком, П.Г. Копитком та ін. [50];

– економічну ефективність застосування доз та способів внесення азотних добрив під пшеницю озиму за даними технологічної карти за цінами 2023 – 2025 років.

РОЗДІЛ 4

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Вплив умов мінерального живлення пшениці озимої на азотний режим ґрунту

Азот – один з основних біогенних елементів, який входить до складу клітин, є основою білка та багатьох інших життєво важливих для рослин органічних сполук. Найбільше азоту в насінні зернобобових (2,5–5 %) і зернових (1,5–3 %) культур, тоді як у соломі – 0,4–0,6 % на суху речовину. Потреба в азоті сільськогосподарських культур, порівняно з іншими елементами живлення, виявляється частіше і більшою мірою. Проте нестача азоту, як і його надлишок не забезпечує отримання запланованого рівня врожайності пшениці озимої високої якості [45].

Ефективність азотних добрив значною мірою визначається вмістом мінерального азоту в ґрунті, до якого відносяться нітратна й амонійна форми. Запаси нітратного азоту в ґрунті й процеси нітрифікації у весняно-літній період визначають умови забезпечення рослин азотом упродовж усієї вегетації, а відповідно і потребу рослин у азотних добривах [51].

Визначення нітратного азоту в наших дослідках показало, що його вміст залежить як від доз і строків внесення азотних добрив, так і фази розвитку пшениці озимої за різних погодних умов (табл. 4).

З даних таблиці 4 видно, що за внесення під основний обробіток ґрунту лише калійних і фосфорних добрив, вміст нітратного азоту в фазу кушення пшениці озимої є невисоким і становить в 2024 році 8,7 та 9,3 мг/кг – в 2025 році. Внесення азотних добрив напровесні по мерзлоталому ґрунті, а також поступове його прогрівання за підвищення температури повітря й аерація покращувало проходження процесів нітрифікації. У фазу кушення рослин пшениці озимої вміст нітратного азоту в ґрунті збільшувався у другому (фон + N₉₀), третьому (фон + N₆₀ + N₃₀) і четвертому (фон + N₃₀ + N₆₀) варіантах до 22,4; 19,5 і 16,8 мг/кг та 24,8; 21,4 і 18,7 мг/кг, відповідно, у 2024 і 2025

роках. В середньому за два роки дослідження найбільший вміст нітратного азоту у цей період був у другому варіанті (фон + N₉₀) – 23,6 мг/кг, тобто коли підживлювали пшеницю озиму азотом по мерзлоталому ґрунті.

Таблиця 4

**Вплив умов мінерального живлення пшениці озимої
на вміст нітратного азоту в ґрунті, мг/кг**

№ з/п	Варіант досліджу	Фаза росту і розвитку рослин		
		кущіння	трубкування	достигання
2024 р.				
1.	P ₆₀ K ₃₀ – фон (контроль)	8,7	5,4	1,8
2.	Фон + N ₉₀	22,3	10,8	2,4
3.	Фон + N ₆₀ + N ₃₀	19,5	12,7	2,7
4.	Фон + N ₃₀ + N ₆₀	16,8	14,2	4,1
2025 р.				
1.	P ₉₀ K ₃₀ – фон (контроль)	9,3	6,1	0,7
2.	Фон + N ₉₀	24,8	12,1	1,8
3.	Фон + N ₆₀ + N ₃₀	21,4	14,8	2,1
4.	Фон + N ₃₀ + N ₆₀	18,7	15,3	2,7
Середнє за 2024–2025 рр.				
1.	P ₉₀ K ₃₀ – фон (контроль)	9,0	5,8	1,3
2.	Фон + N ₉₀	23,6	11,5	2,1
3.	Фон + N ₆₀ + N ₃₀	20,5	13,7	2,4
4.	Фон + N ₃₀ + N ₆₀	17,8	14,8	3,4

У фазу виходу рослин у трубку вміст нітратного азоту на контрольному варіанті зменшувався до 5,4 мг в 2024 р. та до 6,1 мг/кг – у 2025 році. За підживлення пшениці озимої азотом у дозі 90 кг/га по мерзлоталому ґрунті, у другому варіанті вміст нітратного азоту зменшився до 10,8 та 12,1 мг/кг, відповідно в 2024 та 2025 роках. За дворазового внесення азотних добрив: напровесні по мерзлоталому ґрунті (N_{60}) і у фазу трубкування (N_{30}) та напровесні (N_{30}) і в фазу трубкування (N_{60}), вміст нітратів у ґрунті був більшим і становив 12,7 і 14,2 та 14,8 і 15,3 мг/кг, відповідно в 2024 і 2025 роках.

У фазу досягання пшениці озимої вміст нітратного азоту в 0–20 см шарі ґрунту зменшився до 0,7–1,8 мг/кг на контрольному варіанті за внесення калійних і фосфорних добрив. За одно (N_{90}) та дворазового ($N_{60}+N_{30}$) і ($N_{30}+N_{60}$) підживлення пшениці озимої азотними добривами вміст нітратного азоту зменшився залежно від варіанту досліду та погодних умов до 2,4; 2,7 і 4,1 мг/кг у 2024 році та до 1,8; 2,1 і 2,7 мг/кг ґрунту – в 2025 році. На нашу думку це зумовлено затуханням процесів нітрифікації у цей період та використанням нітратного азоту рослинами пшениці озимої на формування врожаю.

Що стосується погодних умов, то сприятливішими вони були для проходження процесів нітрифікації в ґрунті в 2025 році, за яких вміст нітратів був більшим і становив залежно від варіанту досліду та фази росту і розвитку рослин – 0,7–24,8 мг, тоді як у 2024 році – 1,8–22,4 мг/кг.

Дослідження динаміки амонійного азоту в ґрунті показало, що його вміст також залежить від доз та строків внесення азотних добрив під пшеницю озиму і погодних умов (табл. 5).

У фазу куціння пшениці озимої найменший вміст амонійного азоту в 0–20 см шарі ґрунту був за внесення під основний обробіток ґрунту калійних і фосфорних добрив ($P_{60}K_{30}$). У 2024 році вміст $N-NH_4$ становив 11,4 мг, а в 2025 р. – 10,7 мг/кг ґрунту.

Таблиця 5

**Вплив умов мінерального живлення пшениці озимої
на вміст амонійного азоту в ґрунті, мг/кг**

№ з/п	Варіант дослідів	Фаза росту і розвитку рослин		
		кущіння	трубкування	достигання
2024 р.				
1.	P ₆₀ K ₃₀ – фон (контроль)	11,4	10,7	7,5
2.	Фон + N ₉₀	16,8	17,5	9,2
3.	Фон + N ₆₀ + N ₃₀	14,3	16,8	10,6
4.	Фон + N ₃₀ + N ₆₀	13,5	18,9	7,8
2024 р.				
1.	P ₆₀ K ₃₀ – фон (контроль)	10,1	9,5	9,7
2.	Фон + N ₉₀	15,4	14,9	10,5
3.	Фон + N ₆₀ + N ₃₀	13,8	15,4	9,7
4.	Фон + N ₃₀ + N ₆₀	12,9	16,8	7,6
Середнє за 2024–2025 рр.				
1.	P ₆₀ K ₃₀ – фон (контроль)	10,8	10,1	8,6
2.	Фон + N ₉₀	16,1	16,2	11,0
3.	Фон + N ₆₀ + N ₃₀	14,1	16,1	10,2
4.	Фон + N ₃₀ + N ₆₀	13,2	17,9	11,0

За роздільного внесення азотних добрив напровесні для відновлення кущіння та у фазу трубкування вміст амонійного азоту був значно більшим порівняно з фоном. Так, за внесення 90 кг/га азоту напровесні, як це було у другому варіанті, вміст амонійного азоту збільшився у фазу кущіння рослин до 16,8 мг у 2024 р. та до 15,4 мг/кг – у 2025 році. За підживлення пшениці озимої азотом напровесні для відновлення кущіння та в фазу трубкування збільшувало вміст амонійного азоту в ґрунті, порівняно з фоном, у третьому варіанті (фон + N₆₀ + N₃₀) на 6,1 і 5,9 мг, а у четвертому (фон + N₃₀ + N₆₀) – на 8,2 і 7,3 мг/кг, відповідно в 2024 і 2025 роках.

У фазу досягання пшениці озимої за рахунок використання рослинами, а також гальмування процесів мінералізації у ґрунті вміст амонійного азоту зменшувався. Однак за роздільного внесення азотних добрив у третьому та четвертому варіантах його вміст в середньому за два роки досліджень був вищим на 2,6–3,4 та 1,1–1,9 мг/кг, порівняно з контрольним та другим варіантом, де азотні добрива вносились одноразово напровесні у дозі 90 кг/га д. р.

У цілому, характеризуючи динаміку нітратного і амонійного азоту в ґрунті, можна відмітити, що і вміст мінерального азоту залежав також від доз і строків внесення азотних добрив під озиму пшеницю, фази росту та розвитку рослин і погодних умов (табл.6).

У фазу кущіння вміст мінерального азоту в ґрунті був найбільший як на варіантах з азотним живленням, так і на фоні калійно-фосфорних добрив, що вносили в досліді під основний обробіток ґрунту. Якщо в середньому за два роки досліджень на контролі вміст мінерального азоту становив 19,8 мг/кг, то за роздільного внесення азоту він збільшувався до 31,0–39,7 мг/кг.

У фазу трубкування менше мінерального азоту, в порівнянні з іншими варіантами, було на контролі та за підживлення пшениці озимої азотом у дозі 90 кг/га д. р. напровесні по мерзлоталому ґрунті, відповідно 15,7, і 27,7 мг/кг ґрунту.

**Вплив умов мінерального живлення пшениці озимої на вміст
мінерального (N–NO₃ + N–NH₄) азоту в ґрунті, мг/кг**

№ п/п	Варіант досліджу	Фаза росту і розвитку рослин		
		кущення	трубкування	достигання
2024 р.				
1.	P ₆₀ K ₃₀ – фон (контроль)	20,1	16,1	9,3
2.	Фон + N ₉₀	39,2	28,3	11,6
3.	Фон + N ₆₀ + N ₃₀	33,8	30,5	13,3
4.	Фон + N ₃₀ + N ₆₀	30,3	33,1	15,5
2025 р.				
1.	P ₆₀ K ₃₀ – фон (контроль)	19,4	15,4	8,5
2.	Фон + N ₉₀	41,2	26,9	10,7
3.	Фон + N ₆₀ + N ₃₀	35,2	30,2	11,8
4.	Фон + N ₃₀ + N ₆₀	31,6	32,1	13,2
Середнє за 2024–2025 рр.				
1.	P ₆₀ K ₃₀ – фон (контроль)	19,8	15,9	8,9
2.	Фон + N ₉₀	39,7	27,7	11,2
3.	Фон + N ₆₀ + N ₃₀	34,6	29,8	12,6
4.	Фон + N ₃₀ + N ₆₀	31,0	32,7	14,4

В третьому (фон + N₆₀ + N₃₀) та четвертому (фон + N₃₀ + N₆₀) варіантах залежно від доз та строків підживлення пшениці озимої наповесні та у фазу

трубкування вміст мінерального азоту збільшувався на 13,1 і 17,0 мг/кг, порівняно з фоном, у 2024 році та на 14,8 і 16,7 мг/кг – в 2025 році.

У фазу досягання пшениці озимої відбувається зменшення в ґрунті мінерального азоту, яке зумовлене використанням його рослинами на формування врожаю і залежно від варіантів дослідів в середньому за два роки складає 7,6–11,0 мг/кг.

4.2. Вплив умов мінерального живлення на ріст та розвиток пшениці озимої

Для одержання високого врожаю пшениці озимої недостатньо забезпечити потреби рослин поживними речовинами, вологою тощо. Важливо також створити відповідну структуру посіву, яка б дозволяла реалізувати біологічний потенціал сучасних високопродуктивних сортів.

Для створення високопродуктивних посівів необхідно цілеспрямовано формувати кожний елемент структури врожаю. При цьому важливо добитися синхронного розвитку стебел, колосків та інших елементів структури врожаю. Чим синхронніше йдуть органо утворювальні процеси на кожному етапі органогенезу і чим вирівняні посіви, тим вища їх продуктивність [36].

Здатність зернових кущитись потрібно розглядати як позитивну властивість. Більша частина сортів 30-50% урожаю формують на бокових стеблах. На зріджених посівах частка бічних продуктивних пагонів становить до 60-70% урожаю зерна. Куціння пшениці озимої залежить від багатьох факторів: особливостей сорту, попередника, родючості ґрунту, кількості вологи, способу посіву та інших. Якщо восени недостатньо вологи, низька температура, або ж один з цих факторів знаходиться в мінімумі, то куціння пшениці озимої уповільнюється[52].

У наших дослідях дози азотних добрив та строки їх внесення підвищували як загальну, так і продуктивну куцистість рослин пшениці озимої (табл. 7).

Так, найменша кількість загальних 496 шт./м² і продуктивних 461 шт./м² стебел було на контролі за внесення фосфорних і калійних добрив у дозі Р₆₀К₃₀.

Умови азотного живлення збільшували кількість загальних і продуктивних стебел пшениці озимої. Так, у другому варіанті (Фон + N₉₀) їх кількість збільшувалась відповідно до 561 та 536 шт./м². За дворазового підживлення пшениці озимої азотом по 60 кг/га напровесні по мерзлоталому ґрунті та у період трубкування рослин по 30 кг/га кількість загальних стебел складала 578, а продуктивних – 554 шт/м².

У фазу куціння вміст мінерального азоту в ґрунті був найбільший як на варіантах з азотним живленням, так і на фоні калійно-фосфорних добрив, що вносили в досліді під основний обробіток ґрунту. Якщо в середньому за два роки досліджень на контролі вміст мінерального азоту становив 19,8 мг/кг, то за роздільного внесення азоту він збільшувався до 31,0–39,7 мг/кг.

Таблиця 7

Вплив умов мінерального живлення на кількість стебел і куцистість пшениці озимої, середнє за 2024– 2025 рр.

№ з/п	Варіант досліді	Кількість стебел у кінці вегетації, шт/м ²		Коефіцієнт куціння	
		загальна	продуктивних	загальний	продуктивний
1.	Р ₆₀ К ₃₀ – фон (контроль)	496	461	1,42	1,26
2.	Фон + N ₉₀	561	536	1,57	1,33
3.	Фон + N ₆₀ + N ₃₀	578	554	1,65	1,42
4.	Фон + N ₃₀ + N ₆₀	549	521	1,52	1,31

У фазу трубкування менше мінерального азоту, в порівнянні з іншими варіантами, було на контролі та за підживлення пшениці озимої азотом у дозі 90 кг/га д. р. напровесні по мерзлоталому ґрунті, відповідно 15,7, і 27,7 мг/кг

грунту. В третьому (фон + N₆₀ + N₃₀) та четвертому (фон + N₃₀ + N₆₀) варіантах залежно від доз та строків підживлення пшениці озимої наповесні та у фазу трубкування вміст мінерального азоту збільшувався на 13,1 і 17,0 мг/кг, порівняно з фоном, у 2024 році та на 14,8 і 16,7 мг/кг – в 2025 році.

Зменшення дози азоту наповесні до 30 кг/га д. р. та збільшення до 60 кг/га в фазу трубкування не сприяло збільшенню як загальних, так і продуктивних стебел. Навпаки за такого підживлення пшениці озимої кількість загальних стебел зменшилася, порівняно з другим варіантом (фон + N₉₀) на 12 шт/м², а продуктивних – на 15 шт/м², а порівняно з третім варіантом (фон + N₆₀ + N₃₀), відповідно, на 29 і 33 шт/м².

Дози азотних добрив та строки їх внесення позитивно впливали на коефіцієнт куціння. Так, у наших дослідках найменший коефіцієнт куціння був на контролі – 1,42 та 1,26 відповідно загальний і продуктивний. Під впливом азотних добрив, що вносилися у підживлення пшениці озимої: перше наповесні по мерзлоталому ґрунті; друге – у фазу трубкування, коефіцієнт куціння збільшувався, загальний на 0,10-0,25, продуктивний – на 0,05–0,16.

4.3. Вплив умов мінерального живлення на врожайність пшениці озимої

Основним показником, який відображає продуктивність рослин, є їхня врожайність. Тому всі агротехнологічні чинники, передбачені технологією вирощування культури, повинні спрямовуватись на підвищення її врожайності. При цьому важливим є не тільки проведення того чи іншого агротехнологічного заходу, але й керування формуванням урожаю пшениці озимої з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов, попередника, сортової технології, застосування мінеральних добрив для створення оптимального мінерального живлення рослин[1].

Забезпечення рослин поживними речовинами, і в першу чергу азотом, упродовж всього періоду вегетації, є обов'язковою умовою для отримання високого врожаю пшениці озимої [45].

В наших дослідках умови мінерального живлення по різному впливали на формування врожаю пшениці озимої. Дослідженнями встановлено, що найбільший вплив на врожайність пшениці озимої мали дози азотних добрив та строки їх внесення (табл. 8).

Таблиця 8

**Урожайність пшениці озимої залежно від умов
мінерального живлення, т/га**

№ з/п	Варіант дослідку	2024 р.	2025 р.	Середнє за 2 роки	Приріст до контролю	
					т/га	%
1.	P ₆₀ K ₃₀ – фон (контроль)	4,8	5,4	5,1	—	—
2.	Фон + N ₉₀	5,8	6,7	6,3	1,2	24,0
3.	Фон + N ₆₀ + N ₃₀	6,2	7,1	6,7	1,6	31,0
4.	Фон + N ₃₀ + N ₆₀	5,4	6,3	5,9	0,8	16,0
НІР 05		0,34	0,37			

З даних таблиці 8 видно, що найменша врожайність пшениці озимої 4,8 т/га в 2024 році та 5,4 т/га – в 2025 році була на фосфорно-калійному фоні, що взятий за контроль.

Азотні добрива та строки їх внесення збільшували врожайність пшениці озимої в середньому за два роки на 16–31 %. Внесення азотних добрив у дозі 90 кг/га напровесні по мерзлоталому ґрунті збільшувало врожайність пшениці озимої, порівняно з контролем, на 1,2 т/га або на 24 %. Найбільш високу врожайність пшениці озимої одержано у третьому варіанті за

внесення їх у два строки: напровесні (N_{60}) та у фазу трубкування (N_{30}) – 6,7 т/га.

Збільшення дози азотних добрив до 60 кг/га д.р. та внесення у фазу трубкування знижувало їх ефективність. Так, у четвертому варіанті (фон + N_{30} + N_{60}) приріст до контролю порівняно з третім (фон + N_{60} + N_{30}) зменшився на 0,8 т/га. Що стосується впливу погодних умов на формування врожайності пшениці озимої, то більш сприятливими вони були у 2024–2025 рр., за яких приріст урожайності пшениці озимої за азотної складової в системі удобрення складав від 0,9 до 1,7 т/га.

4.4. Вплив умов мінерального живлення на масу 1000 зерен і натуру зерна

Проблема одержання якісного зерна пшениці м'якої озимої в останні роки набула важливого державного значення. Її зерно використовують для виготовлення хлібобулочних, макаронних і кондитерських виробів. Саме тому зерно пшениці має мати високі якісні показники, до яких належить і маса 1000 насінин.

Вирішальний вплив на формування величини маси 1000 зерен пшениці озимої мають агротехнологічні чинники та погодні умови. До агротехнологічних чинників, завдяки яким можна покращити якість зерна, належать добрива [53].

Проведені нами дослідження підтверджують доцільність проведення азотних підживлень пшениці озимої у ФГ «Голючик В. І.» Голованівського району Кіровоградської області (табл.9).

У дослідах маса 1000 зерен не істотно відрізнялась між варіантами досліду і на фосфорно-калійному фоні складала – 44,3 г в 2024 році та 46,1 г – 2025 р. Підживлення пшениці озимої напровесні азотними добривами в дозі 90 кг/га д.р знижувало масу 1000 зерен, порівняно з фоном, неістотно (на 0,2 г).

Таблиця 9

**Вплив умов мінерального живлення
на масу 1000 зерен пшениці озимої, г**

№ з/п	Варіант досліджу	2024 р.	2025 р.	Середнє за 2 роки
1.	P ₆₀ K ₃₀ –фон (контроль)	44,3	46,1	45,4
2.	Фон + N ₉₀	43,6	46,8	45,2
3.	Фон + N ₆₀ + N ₃₀	44,5	47,9	46,1
4.	Фон + N ₃₀ + N ₆₀	43,7	46,3	45,0

За роздрібного внесення азотних добрив у два строки: 60 кг/га д. р. наповесні для відновлення кущіння та у фазу трубкування 30 кг/га маса 1000 зерен була дещо більшою і становила 44,5 г у 2024 році та 47,9 г – у 2025 році. Збільшення дози азотних добрив до 60 кг/га д.р. та внесення у фазу трубкування зменшувало масу 1000 зерен.

Так, у четвертому варіанті (фон + N₃₀+ N₆₀) маса 1000 зерен становила 45,0 г, тоді як на контролі 45,4 г, а порівняно з третім (фон + N₆₀+ N₃₀) варіантом, менше на 1.1 г.

Маса 1000 зерен була також більшою за сприятливих умов 2025 року і становила 46,1 –47,9 г, тоді як у 2024 році – 43,7–44,5 г.

Умови азотного живлення позитивно впливали і на натуру зерна пшениці озимої, яка за рахунок підживлень збільшувалась з 749 до 834 г/л (табл. 10).

У середньому за два роки досліджень найбільшою була натура зерна у другому (фон + N₉₀) та третьому (фон + N₆₀ + N₃₀) варіантах, яка відповідно склала 810 і 818 г/л. Це ще раз підтверджує доцільність ранньовесняного підживлення пшениці озимої азотом наповесні по мерзлоталому ґрунті та у фазу трубкування.

Таблиця 10

**Вплив умов мінерального живлення на натуру зерна
пшениці озимої, г/л**

№ з/п	Варіант досліджу	2024 р.	2025 р.	Середнє за 2 роки
1.	P ₆₀ K ₃₀ – фон (контроль)	749	783	766
2.	Фон + N ₉₀	793	827	810
3.	Фон + N ₆₀ + N ₃₀	802	834	818
4.	Фон + N ₃₀ + N ₆₀	782	816	799

Зменшення дози азоту до 30 кг/га д. р. для підживлення пшениці озимої наповесні та збільшення до 60 кг/га у фазу трубкування не сприяло як збільшенню врожайності культури, так і натурі зерна.

У четвертому варіанті (фон + N₃₀ + N₆₀) натура зерна, порівняно з другим (фон + N₉₀) і третім (фон + N₆₀ + N₃₀) варіантами, було меншою на 11 і 19 г/л, відповідно.

4.5. Вплив умов мінерального живлення на вміст білка і клейковини в зерні пшениці озимої

Вміст і склад білка в зерні пшениці озимої є найважливішим показником її якості й змінюється залежно від ґрунтово-кліматичних умов, особливостей агротехніки, удобрення, сорту. Його вміст може коливатися від 8 до 22 %. Незалежно від сортів пшениці озимої та районів її вирощування, підбором кращих попередників, систем і норм удобрення можна суттєво підвищити вміст білка в зерні цієї продовольчої культури [54].

Результати наших досліджень з вивчення вмісту білка в зерні пшениці озимої за різних умов мінерального живлення наведено в таблиці 11.

Таблиця 11

**Вплив умов мінерального живлення на вміст білка
в зерні пшениці озимої, %**

№ з/п	Варіант досліджу	2024 р.	2025 р.	Середнє за 2 роки	Приріст до контролю
1.	P ₆₀ K ₃₀ – фон (без добрив)	11,9	11,2	11,6	–
2.	Фон + N ₉₀	12,6	11,8	12,2	0,6
3.	Фон + N ₆₀ + N ₃₀	13,1	12,2	12,7	1,1
4.	Фон + N ₃₀ + N ₆₀	12,8	11,7	12,3	0,7

За даними таблиці 11, що найменший вміст білка в зерні пшениці озимої був на фоновому варіанті з внесенням під основний обробіток ґрунту фосфорних і калійних добрив у дозі P₆₀K₃₀, який у 2024 році становив 11,9, а в 2025 р. – 11,2 %. Підживлення пшениці озимої наповесні та у фазу трубкування збільшувало вміст білка у зерні на 0,7–1,2 % в 2024 році та на 0,5–1,0 % – у 2025 році.

В середньому за два роки досліджень найвищий вміст білка був у третьому (фон + N₆₀ + N₃₀) – 12,7 % та у четвертому (фон + N₆₀ + N₃₀) – 12,3 % варіантах, тобто за підживлення пшениці озимої азотом наповесні по мерзлоталому ґрунті та у фазу трубкування рослин.

Дози добрив та строки їх внесення не тільки підвищували вміст білка в зерні пшениці озимої, але збільшували його збір одиниці площі (табл.12).

З даних таблиці 12 видно, що азотні добрива сприяють підвищенню збору білка на 126–251 кг/га. В середньому за два роки дослідження найменший збір білка (588 кг/г) був за внесення під основний обробіток ґрунту лише фосфорно-калійних добрив у дозі P₆₀K₃₀.

Таблиця 12

**Збір білка з урожаєм пшениці озимої залежно від
умов мінерального живлення , кг/га**

№ з/п	Варіант дослідів	2024 р.	2025 р.	Середнє за 2 роки	Приріст до контролю	
					кг/га	%
1.	P ₆₀ K ₃₀ – фон (без добрив)	571	605	588	—	—
2.	Фон + N ₉₀	731	791	761	173	31
3.	Фон + N ₆₀ + N ₃₀	812	866	839	251	43
4.	Фон + N ₃₀ + N ₆₀	691	737	714	126	21

Найбільший збір білка з урожаєм зерні пшениці озимої був за її вирощування в третьому (фон + N₆₀ + N₃₀) варіанті за підживлення посівів у два строки: напровесні та у фазу трубкування – 839 кг/га. Зменшення дози азоту для підживлення пшениці озимої напровесні до 30 кг/га та підвищення до 60 кг/га у фазу трубкування знижувало цей показник, порівняно з другим варіантом (фон + N₉₀) на 10 % , тоді як з третім (фон + N₆₀ + N₃₀) – на 22 %.

Збір білка з урожаєм був дещо більшим у 2025 році й становив 605–866 кг/га за більшої врожайності пшениці озимої в цьому році, тоді як у 2024 р. – 571–812 кг/га.

Другим, не менш важливим показником, за якістю показником зернових культур є вміст клейковини. Із зерна, що містить достатню кількість клейковини та білка можна спекти хороший хліб. Умови азотного живлення не лише впливають на проходження фенологічного розвитку пшениці озимої, але й на кількісний і якісний склад її зерна.

За застосування азотних добрив вміст білка і клейковини, як правило, підвищуються. Результати наших досліджень з визначення вмісту клейковини у зерні пшениці озимої наведено в таблиці 13.

Таблиця 13

**Вплив умов мінерального живлення на вміст
клейковини в зерні пшениці озимої, %**

№ з/п	Варіант досліджу	2024 р.	2025 р.	Середнє за 2 роки	Приріст до контролю
1.	P ₉₀ K ₃₀ – фон (без добрив)	23,2	21,7	22,5	–
2.	Фон + N ₉₀	23,8	22,9	23,4	0,9
3.	Фон + N ₆₀ + N ₃₀	25,2	23,6	24,4	1,9
4.	Фон + N ₃₀ + N ₆₀	24,9	22,7	23,8	1,3

За даними таблиці 13 вміст клейковини в зерні пшениці озимої, як окремо в роки досліджень, так і в середньому за два роки був найменшим у контрольному варіанті, де вносилися лише фосфорно-калійні добрива (P₉₀K₃₀) – 22,5 %. Дози азотних добрив та строки їх внесення позитивно впливали на утворення клейковини в зерні пшениці озимої, збільшуючи її вміст на 0,9–1,9 %.

Найбільший вміст клейковини був у зерні пшениці, зібраної з третього (фон + N₆₀ + N₃₀) та четвертого (фон + N₃₀ + N₆₀) варіантів, що становило відповідно 24,4 і 23,8 % і було більшим порівняно з контролем на 1,9 та 1,3 абсолютних відсотків.

На формування в зерні пшениці озимої клейковини впливали також погодні умови, що склалися в роки досліджень. Так, кращими вони були для утворення клейковини в 2024 році, за яких вміст її становив 23,2–25,2 %, тоді як у 2025 році – 21,7–23,6 %.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ ПІД ПШЕНИЦЮ ОЗИМУ У ФГ «ГОЛЮЧИК В.І.»

Зерновий сектор України є стратегічною галуззю економіки держави, що впливає на обсяги та вартість основних видів продовольства для населення країни, зокрема, продуктів переробки зерна і продукції тваринництва. Він є базою та джерелом сталого розвитку більшості галузей АПК, формує істотну частину доходів сільськогосподарських виробників, визначає стан і тенденції розвитку сільських територій, забезпечує валютні доходи держави за рахунок експорту.

Підвищення продуктивності сільськогосподарських культур – одна з першочергових задач рослинницької галузі, яка потребує більших затрат на їх виробництво, а тому важливо досягнути при цьому високої окупності технологічних прийомів [55].

Серед структури затрат на виробництво пшениці озимої значний відсоток фінансових витрат займають добрива. Тому лише правильний науковий підхід до видів, форм, доз та способів їх внесення дає можливість добитися економії витрат за вирощування пшениці озимої.

Економічну ефективність вирощування пшениці озимої залежно від системи удобрення у ФГ «Голючик В. І.» визначали співвідношенням витрат на проведення технологічних операцій і отриманим прибутком від реалізації продукції. Вартість валової продукції та мінеральних добрив визначали за станом закупівельних і оптово-роздрібних цін, що склалися в 2024–2025 роках. Величину витрат на внесення добрив, збирання і транспортування додаткового врожаю пшениці озимої розраховували за фактично діючими у 2025 році нормативами та розцінками на технологічні операції [56].

Проведені розрахунки економічної ефективності, наведені в таблиці 14 показали, що за варіантами дослідів їх показники були різними і залежали від доз та строків внесення азотних добрив під пшеницю озиму.

Таблиця 14

**Економічна ефективність застосування мінеральних добрив під
пшеницю озиму у ФГ «Голючик В. І.», середнє за 2024– 2025 рр.**

Показник	Варіант досліджу			
	P ₆₀ K ₃₀ – фон	Фон + N ₉₀	Фон+N ₆₀ +N ₃₀	Фон+N ₃₀ +N ₆₀
Урожайність, т/га	5,1	6,3	6,7	5,9
Приріст врожаю, т/га	–	1,2	1,6	0,8
Ціна 1 т продукції, грн	9000	9000	9500	9000
Вартість продукції з ціною реалізації, грн/га	45900	56700	60650	53100
Матеріально-грошові витрати, грн/га	28750	36798	37215	37445
Собівартість 1 т продукції, грн	5637	5841	5554	6347
Умовно-чистий прибуток з 1 га, грн	17150	19902	23435	15655
Рівень рентабельності %	60	54	63	42

Застосування азотних добрив від пшеницю озиму збільшувало врожайність і вартість валової продукції за рахунок приросту врожаю на 7200–14750 грн. При цьому збільшувалися і матеріально грошові витрати на застосування добрив. Так, якщо на контролі за внесення фосфорних і калійних добрив під основний обробіток ґрунту матеріально-грошові затрати склали 28750 гривень на 1 га, то за підживлення пшениці озимої азотом в дозі 90 кг/га напровесні по мерзлоталому ґрунті вони збільшувались до 36798 грн.

За роздрібного внесення азоту в два строки, як це було у третьому (фон + N_{60} + N_{30}) варіанті матеріально-грошові витрати зросли до 37215 грн. Найбільші матеріально-грошові витрати були за підживлення пшениці озимої азотом наповесні та у фазу трубкування в четвертому (фон + N_{60} + N_{30}) – 37445 грн.

Дози та строки внесення добрив впливали на собівартість вирощеної продукції. Найвищою вона була у четвертому (фон + N_{30} + N_{60}) – 6347 грн/т другому (фон + N_{90}) – 5841 грн та першому ($P_{60}K_{30}$) – 5637 грн/т варіантах. У третьому (фон + N_{60} + N_{30}) варіанті собівартість 1 тонни зерна пшениці озимої була меншою, порівняно з іншими варіантами і становила 5554 грн.

Одним із важливих показників економічної ефективності є умовно-чистий прибуток, який залежить від урожайності пшениці озимої, вартості реалізованої продукції та затрат на її вирощування. Найбільш високий умовно-чистий прибуток 23435 грн/га у ФГ «Голючик В. І.» був за роздрібного внесення під пшеницю озиму азоту по 60 та 30 кг/га д. р. у два прийоми: наповесні та у фазу трубкування рослин.

Кінцевим результатом галузі рослинництва є рівень його рентабельності. У нашому господарстві рівень рентабельності вирощування пшениці озимої за різних доз та строків внесення азотних добрив також був різним. Найвищий рівень рентабельності був у третьому варіанті (фон + N_{60} + N_{30}) – 63 %, тобто при підживленні пшениці озимої у два прийоми та найменший – 42 % у четвертому варіанті (фон + N_{30} + N_{60}) за збільшення дози азоту в підживлення у фазу трубкування до 60 кг/га д. р.

Отже, за розрахунками економічної ефективності, під пшеницю озиму у ФГ «Голючик В. І.» Голованівського району Кіровоградської області доцільно проводити два підживлення азотом по 60 та 30 кг/га д. р. – перше наповесні по мерзлоталому ґрунті, а друге – у фазу трубкування.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1. Моделювання виробничих небезпек та заходи по їх зниженню під час вирощування пшениці озимої у ФГ «Голючик В. І.»

Вирощування пшениці озимої у ФГ «Голючик В.І.» Голованівського району Кіровоградської області тісно пов'язано із застосуванням сучасної сільськогосподарської техніки вітчизняного й закордонного виробництва, а також удобрювальних продуктів: добрив, засобів захисту рослин тощо. У зв'язку з цим особливого значення набувають питання з охорони праці, правовою основою якої є Конституція України, закони України «Про охорону праці», «Про пожежну безпеку», Кодекс законів про працю України, правила охорони праці в сільському господарстві ДНАОП 2.0.00 – 1.01.00 та інші [57–58].

Відповідно до вказаних нормативно-правових актів підготовка ґрунту до сівби, внесення мінеральних добрив, сівба, догляд за посівами та збирання врожаю пшениці озимої у фермерському господарстві здійснюється з дотриманням вимог безпеки праці, за яку відповідає особисто сам керівник.

До роботи допускаються працівники, які пройшли медичний огляд та інструктаж відповідно до «Типового положення про порядок проведення навчання та перевірку знань з питань охорони праці» НПАОП 0.00–4.12–05. Всі роботи максимально механізовані, під час сівби пшениці озимої контакт сівачів з протруєним насінням не допускається. Внесення добрив проводять за безвітряної погоди машинами, які обладнані пристроями для керування з кабіни трактора.

За внесення пестицидів дотримуються правил, викладених у «Санітарних правилах по зберіганню, транспортуванню і використанню пестицидів у сільському господарстві». Працювати з пестицидами допускаються особи віком старше 18 років і лише в спеціальному

індивідуальному одязі (комбінезоні, гумових чоботях і рукавицях), а з пило-і газоподібними речовинами – протигазах. Час робочої зміни не перевищує шести годин.

При збиранні врожаю пшениці озимої швидкість руху комбайна на поворотах не повинна перевищувати 3–4, а на схилах 2–3 км/год. Забороняється забігати наперед комбайна, зіскакувати з нього під час роботи. Всі види робіт з регулювання і технічного обслуговування проводяться лише при непрацюючому двигуні. Забороняється присутність сторонніх осіб на комбайні. Для надання першої медичної допомоги, на тракторних агрегатах і машинах є аптечки з набором медикаментів і, у разі необхідності, потерпілому можуть надати першу медичну допомогу, а за потреби доставити в лікарню [59].

Для правильної організації системи заходів з охорони праці спеціаліст у галузі рослинництва має знати, які небезпечні чинники можуть виникати при виконанні конкретних технологічних процесів (внесення добрив, оранка, сівба, догляд за посівами, збирання врожаю тощо). Найкраще в цьому може допомогти логічне моделювання.

Метод логічного моделювання потенційних аварій, травм, захворювань, дає можливість розробити досконалу систему управління безпекою виробництва, яка базується на оперативному пошуку виробничих небезпек, їхньому глибокому логічному аналізу і терміновому усуненню цих небезпек ще до виникнення травмонезбезпечних і катастрофічних ситуацій [60].

Основним небезпечним фактором при збиранні врожаю пшениці озимої може бути низький рівень організації виробництва та низький рівень професійності працюючих, за яких можливими є створення небезпечних умов (НУ), зокрема:

НУ₁– відсутність знань з охорони праці у механізатора;

НУ₂ – проведення ремонту чи очищення комбайна;

НУ₃ – перебування працюючих перед комбайном.

Під час виконання даного технологічного процесу можуть виникати небезпечні дії (НД) як з боку спеціалістів, так і самих працюючих:

НД₁ – не проведення інструктажу з охорони праці керівником робіт.

НД₂ – механізатор проводить регулювання агрегатів, маючи низький рівень професійної підготовки.

НД₃ – комбайнер розпочинає рух агрегату не впевнившись у відсутності інших працівників у зоні руху.

Внаслідок некваліфікованих дій механізатора може створитися небезпечна ситуація (НС) – це наїзд на працюючих.

У результаті небезпечної ситуації виникають наслідки, які призводять до травм (Т).

На основі аналізу небезпечних факторів, дій і обставин логічна модель процесу має такий вигляд (рис. 3).

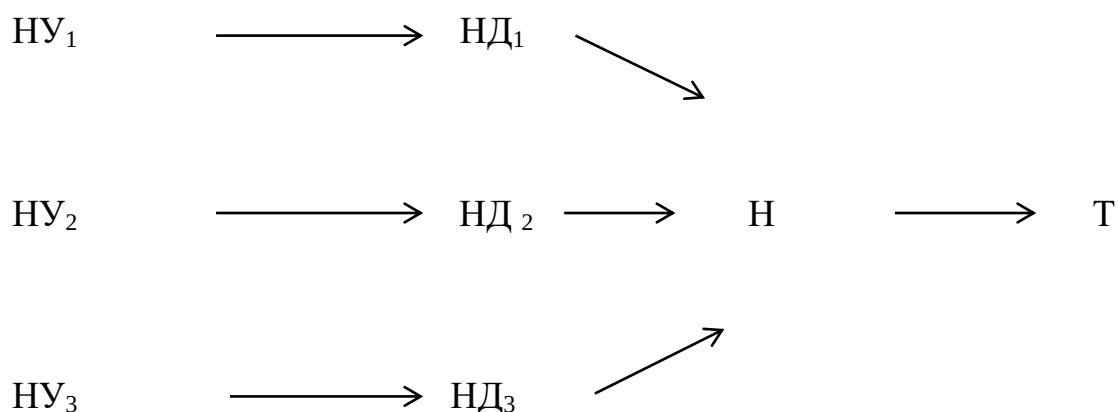


Рис.2. Логічна модель процесу при збиранні врожаю пшениці озимої.

Для покращення роботи з охорони праці та усунення недоліків необхідно:

1. Відповідальному за охорону праці своєчасно організовувати і проводити навчання механізаторів.

2. Після проведення первинного і повторного інструктажів відповідно до НПАОП 0.00–4.12–05 обов'язково перевіряти рівень знань механізаторів.

3. Здійснювати матеріальне заохочення механізаторів, які не допускають порушень з охорони праці;

6.2. Охорона навколишнього природного середовища за внесення мінеральних добрив під пшеницю озиму

Мінеральні добрива – це екзогенні хімічні сполуки, які використовують для збереження родючості ґрунту та підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. Показник питомої ваги у прирості врожаю від добрив складає 30–50 % [61].

Складовою частиною вирощування пшениці озимої є обов'язкове застосування удобрювальних продуктів: добрив і засобів захисту, що не завжди позитивно впливає на навколишнє природне середовище.

На першому місці в удобренні пшениці озимої серед макроелементів є азот, від якого залежить рівень врожайності та якості зерна. Тому застосування азотних добрив на сьогодні, порівняно, з іншими видами є найбільшим.

Проте, за внесення високих доз азотних добрив, зокрема й аміачної селітри, яку використовували для удобрення пшениці озимої, внаслідок нітрифікації можливий ризик забруднення нітратами природних об'єктів. При вертикальній міграції нітрат-іон (NO_3^-), який має високу мобільність не поглинається ґрунтово-вбирним комплексом, тому легко промивається по профілю і забруднює підґрунтові води.

За горизонтальної міграції відбувається перерозподіл хімічних елементів, який залежить від інтенсивності опадів, паводків при таненні снігу. Втрати азоту за рахунок вимивання відбуваються зазвичай зимою при відлигах, восени і весною. Газоподібні втрати в ранньовесняний і осінній періоди можуть складати близько 70 % внесеного азоту в умовах підвищеної вологості, причому в перші 2–5 тижнів після внесення добрив втрати максимальні. Зі збільшенням дози азотних добрив знижується відносне

використання азоту рослинами і закріплення його в ґрунті, збільшуються газоподібні втрати і зростає кількість «екстра» азоту [62].

Наслідком горизонтальної і вертикальної міграції біогенних елементів і токсикантів є не тільки забруднення природних вод і погіршення їх санітарно-гігієнічних показників й активізація евтрофікації. Це сприяє цвітінню води, інтенсивному розвитку різних видів водоростей і бактерій, які порушують кисневий обмін і виділяють токсини, що негативно діє на живі організми.

Незбалансоване, надмірне використання азотних внесень добрив без урахування строків і способів їх внесення та кліматичних умов спричиняє надлишкове накопичення нітритів і нітратів у продукції. У разі попадання цих форм у живий організм відбувається блокування активності гемоглобіну крові, зростає вміст канцерогенних речовин та порушуються інші біохімічні процеси в організмі.

За внесення високих доз фосфорних і калійних добрив можливим є надходження в ґрунт, а в подальшому в рослини радіоактивних елементів. Зокрема, у таких фосфоровмісних добривах, як суперфосфат і амофос та калійних – хлористий калій знайдено радій-226, доступність якого значно вища, ніж того, що міститься в ґрунті. В рослини з добривами може надходити цезій-137, а також природні радіонукліди.

Для зменшення негативного впливу азотних добрив на ґрунт і навколишнє природне середовище агровиробники мають дотримуватися «Правил щодо забезпечення ґрунтів і застосування окремих агрохімікатів», затверджених наказом Міністерства аграрної політики і продовольства України у 2021 році. Внесення азотних добрив має бути наближеним до початку вегетації рослин, а також збалансованим з фосфорними й калійними та екологічно безпечними дозами.

ВИСНОВКИ

Проведені впродовж 2023–2025 рр. дослідження з вивчення формування продуктивності пшениці озимої залежно від системи удобрення у ФГ «Голючик В. І.» Голованівського району Кіровоградської області дають підстави зробити наступні висновки:

1. Азотний режим чорнозему звичайного малогумусного залежить від доз і строків внесення азотних добрив та фази росту і розвитку рослин пшениці озимої. Найвищий вміст нітратного та амонійного азоту був у фазу кушіння рослин 17,8 – 23,6 мг/кг та 13,2–16,1 мг/кг, а найменший у фазу досягання пшениці озимої – 2,1–3,4 мг/кг та 10,2–11,0 мг/кг ґрунту, відповідно.

2. Пшениця озима сорту СН Комбін позитивно реагує на дози та строки внесення азотних добрив. Найбільше загальних і продуктивних стебел формується за дворазового підживлення рослин азотом у варіанті (фон + N₆₀ + N₃₀), відповідно 568 та 549 шт/м².

3. Найвища врожайність 6,7 т/га була за дворазового підживлення пшениці озимої азотом напровесні по мерзлоталому ґрунті дозою 60 кг/га та у фазі трубкування дозою 30 кг/га д. р.

4. Найвищий вміст білка (12,7 %) та його збір з урожаєм зерна (839 кг/га) був за підживлення пшениці озимої у два строки: напровесні дозою 60 кг/га та у фазу трубкування дозою 30 кг/га д. р. За такого удобрення вміст клейковини в зерні становив – 24,4 %.

5. За розрахунки економічної ефективності під пшеницю озиму в ФГ «Голючик В.І.» за основного внесення фосфорно-калійних добрив у дозі Р₆₀К₃₀ проводити два підживлення азотом: перше – напровесні по мерзлоталому ґрунті в дозі 60 кг/га, друге – у фазу трубкування в дозі 30 кг/га. Це забезпечує найвищий умовно-чистий прибуток 23435 грн/га, з рівнем рентабельності – 63 %.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

За результатами досліджень, пропонуємо під пшеницю озиму, що вирощується після соняшнику на чорноземі звичайному малогумусному у ФГ «Голючик В. І.» Голованівського району Кіровоградської області за внесення під основний обробіток ґрунту фосфорно-калійних добрив у дозі $P_{60}K_{30}$, проводити два підживлення азотом: перше – напровесні по мерзлоталому ґрунті в дозі 60 кг/га, друге – у фазу трубкування в дозі 30 кг/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Господаренко Г. М. Система застосування добрив. Київ: ТОВ «ТРОПЕА», 2022. 376 с.
2. Ґрунтові ресурси України: Збалансоване використання, прогноз та управління / за ред. С. А. Балюка, М. М. мірошніченка, Р. С. Трусковецького. Харків: ФОП Бровкін О. В., 2020. 452 с.
3. Орлюк А. П., Гончарова К. В. Адаптивний і продуктивний потенціали пшениці: монографія. Херсон: Айлант, 2022. 276 с.
4. Лопушняк В. І. Агрохімічні та агроекологічні аспекти систем удобрення в Західному Лісостепу України / за наук. ред. А. І. Фатєєва. Львів: «Ліга-Прес», 2015; 218 с.
5. Грицюк П. М., Бачишина Л. Д. Вплив зміни кліматичних умов на динаміку врожайності зернових в Україні. *Науковий журнал "Економіка України"*. 2016, № 6. С. 51-55.
6. Каленська С. М., Єрмакова Л. М., Паламарчук В. Д. та ін. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві. Вінниця: Рогальська І. О., 2015. 448 с.
7. Кривенко А. І., Бурикїна С. І. Продуктивність та якість пшениці 11 озимої за довготривалого використання добрив. *Таврійський науковий вісник* 2018; 101, с. 63–75.
8. Коротенко І. М. Азотні добрива – стратегія удобрення та врожайність пшениці озимої. *Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Шляхи інноваційного розвитку агровиробництва в Україні»* 15 червня 2022; Рівне, 2022; с. 66-67.
9. Оптимізація азотного живлення рослин при інтенсивних технологіях / Носко Б. С., Бука А. Я., Юрко К. П. та ін.. за ред. Б. С. Носка, А. Я. Буки. Київ: Урожай. 1992. 136 с.

10. Глущенко Л. Т. Вплив умов і доз азотних добрив на продуктивність рослин пшениці / Л.Т. Глущенко, З. Я. Дудченко // *Вісник Сумського НАУ Агрохімія і біологія*. Суми. 2009. Вип. 6. С. 74–77.

11. Бордюжа Н. П. Вплив позакоренових підживлень на ростові процеси пшениці озимої в умовах Лісостепу // Зб. наук. праць НААН України та Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Вип. 14 «Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур». За ред. акад. НААН М. В. Роїка. Київ, 2012. С. 34–39.

12. Черенков А., Желязков О. Реанімація посівів пшениці озимої весною // *Агробізнес сьогодні*. 2018. № 5(372). С. 40–41.

13. Сологуб Ю. Особливості ранньовесняного підживлення озимої пшениці // *Агроном*. 2004. № 3. С. 87.

14. Августович М., Чумак А. Перше – важливе. Весняне підживлення озимих культур. *Пропозиція*. 2022. № 1(315). С. 30–32.

15. Кривенко А. І. Оптимізація норм і термінів підживлення пшениці озимої азотними добривами у Південному Степу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2018; 4, с. 55-61.

16. Хахула В. Азотне живлення пшениці озимої на різних етапах органогенезу. Є питання ... *Пропозиція*. 2022. № 1(315). С. 36–39.

17. Коць С. Я., Петерсон Н. В. Мінеральні елементи і добрива в живленні рослин. Київ : Логос, 2005. 150 с.

18. Звонар А. М. Динаміка надходження та співвідношення елементів живлення в озимій пшениці після відновлення вегетації. Теорія та практика інноваційних розробок молодих учених в ґрунтово-агрохімічній науці: матеріали всеукр. наук.-практ. столу для молодих вчених. М. Харків, 18-19 травня 2017 р. С. 45–47

19. Попов С. І. Формування врожайності та якості зерна озимої пшениці в умовах східного Лісостепу України // Зб. наук. пр. Білоцерківського НАУ. Біла Церква, 2009. *Агробіологія*. Вип. 1(64). С. 39–42.

20. Господаренко Г. М. Не нашкодити. *The Ukrainian Farmer*, 2021. № 1 (133). С. 66–67.
21. Андрійченко Л. Весняне внесення добрив // *Агробізнес сьогодні*. 2018. № 3(370). С. 64–67.
22. Зосимчук М. Доглянути озимину. *The Ukrainian Farmer*, 2022. № 2 (146). С. 36–39.
23. Цвей Я. П., Іваніна Р. В., Сенчук С. М. Вплив мінеральних добрив і попередників на водоспоживання та продуктивність пшениці озимої. *Зернові культури*. 2019; Т. 3, 2, с. 305–311. <http://doi.org/10.31867/2523-4544/0090>
24. Носко Б.С. Роль добрив у підвищенні ефективності землеробства у посушливих умовах / Б. С. Носко, В. В. Медведєв, О. П. Непочатов, В. І. Скороход // *Вісник аграрної науки*. 2000. № 5. С. 11–15.
25. Хомяк П. В. Урожайність та якість зерна пшениці озимої залежно від сорту, умов живлення та розміщення в сівозміні / Зб. наук пр. Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Вип. 14. Київ. 2012. С. 375–379.
26. Литвиненко М. А., Лифенко С. П., Єриняк М. І. Сорти озимої м'якої пшениці степового екотипу краще переносять екстремальні погодні чинники. *Насінництво*. 2013. № 8. С. 14–18.
27. Ярошенко С. С. Морозостійкість і продуктивність пшениці озимої залежно від агротехнічних прийомів вирощування. *Агроном*, 2022. № 1. С. 86–88.
28. Вечорек Д. Весняне внесення добрив під зернові культури. *Пропозиція*. 2015. № 1 (235). С. 64–65.
29. Вожегова Р. А., Димов О. М. Застосування добрив як запорука збереження родючості ґрунтів і стійкого розвитку сільськогосподарського виробництва. *Таврійський науковий вісник*. 2016. № 96. С. 21–31.
30. Носко Б. С., Балибін В. І., Гладких Є. Ю. Баланс фосфору в ґрунтах і землеробстві України. *Вісник аграрної науки*. 2016. С. 5–9.
31. Господаренко Г. М., Любич В. В., Стоцький В. В. Вплив фосфорних добрив на продуктивність зернової сівозміни. *Вісник Сумського НАУ*. 2022. Вип. 2 (48). С. 46–50.

32. Крамарьов С. П., 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 НААН України. 2014. № 6. С. 61–67.

33. Господаренко Г. М., Черно О. Д., Нікітіна О. В. Агрохімія калію / за заг ред. Г. М. Господаренка. Київ: ТОВ «ТРОПЕА», 2021. 264 с.

34. Заришняк А.С., Іваніна В.В., Колібабчук Т.В. Калійний режим чорнозему опідзоленого за тривалого удобрення зерно-бурякової сівоzmіни. *Вісник аграрної науки* 2013; № 6. С 10-14.

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

36. Лихочвор В. Урожайність і якість зерна озимої пшениці сорту Кубус залежно від норм добрив. *Вісник Львівського НАУ. Агрономія*. 2019. № 23. С. 49–52.

37. Лісовий М. В., Ніконенко В. М., Сліденко О. І. Оптимізація норм мінеральних добрив під пшеницю озиму та прогнозування її врожайності на чорноземі типовому. *Вісник аграрної науки*, 2022. № 8 (833) С. 75–78.

38. Власенко В. С. Вплив системи удобрення в сівоzmіні на врожай та урожайні якості зерна пшениці озимої // 3б. наук. праць НААН України та Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Вип. 14 «Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур». За ред. акад. НААН М. В. Роїка. Київ. 2012. С. 46–48.

39. Черенков А. В. Нестерець В. Г., Солодушко М. М. Вплив агроєкологічних і технологічних чинників на формування врожайності пшениці озимої в південно-східному Степу. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 5. С. 18–26.

40. Управління живленням сільськогосподарських культур в умовах погодно-кліматичних флуктуацій /за наук. ред. М. М. Мірошніченко, Є. Ю. Гладкіх. Київ: Аграрна наука, 2022. 160 с.

41. Шевченко О. І., Турченко Л. О. Стабільність якості зерна: фактор погодних особливостей чи невідповідність технології. *Науково-технічний бюлетень*

Миронівського інституту пшениці. 2008. Вип.88. С. 371–387.

42. 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(836), с. 5-10. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202211-01>

43. Лісовий М. В., Комариста А. В. Вплив показників родючості ґрунту на якість зерна пшениці озимої на дерново-підзолистих ґрунтах Полісся. *Вісник аграрної науки* 2015; 11, с. 10-11.

44. Гамаюнова В., Смірнова І., Литовченко А. Збільшення зерновиробництва на півдні Степу України за зміни клімату. *Актуальні питання сучасних технологій сільськогосподарських культур в умовах змін клімату*: зб. наук. праць всеукр. наук.-практ. конференції, Кам'янець-Подільський, 2017. С. 63–67.

45. Калантир В. О., Господаренко Г. М., Любич В. В., Бурляй О. Л. Формування якості та врожайності зерна пшениці твердої озимої за різних видів і доз добрив. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2023. Вип. 101. Ч. 1. С. 94–105. <https://doi.org/10.32782/2415-8240-2022-101-1-94-105>.

46. Державний реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні в 2023 році. Кам'янець-Подільський: ПП «ХВМ». 2022.С. 102.

47. Морфологічна і фізико-хімічна діагностика ґрунтів: навчальний посібник [Гнатів П. С., Лагуш Н. І., Гаськевич О. В.] Львів: Магнолія. 2006, 2019. 2019 с.

48. Мартин А. Г., Осипчук С. О., Чумаченко О. М. Природно-сільськогосподарське районування України: монографія. Київ. 2015. 256 с.

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

50. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костоґриз П.В. Основи наукових досліджень в агрономії: Підручник / За ред. В.О. Єщенка. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс». 2014. 332 с.

51. Носко Б. С. Азотний режим ґрунтів і його трансформація в агроєкосистемах. Харків: Міськдрук, 2013. 130 с.

52. Гораш О.С., Кучер А.В. Залежність продуктивного кушіння пшениці твердої ярої від норм висіву насіння та внесення мінеральних добрив. *Вісник аграрної науки* 2017; 10, с. 19-21.

53. Любич В. В. Хлібопекарські властивості зерна сортів пшениці озимої залежно від видів, норм і строків застосування азотних добрив. *Вісник Дніпропетровського ДАЕУ*. 2017, № 2. С. 35–41.

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

55. Калінчик М. В., Ільчук М. М., Калінчик М. Б. Економічне обґрунтування норм внесення мінеральних добрив залежно від ціни на ресурси та продукцію. Київ : Нічлава, 2006. 43 с.

56.Збарський В. К., Бабієнко М .Ф., Кулаєць М. М.,Синявська І .М., Хоменко М. П. Економіка сільського господарства: Навчальний посібник. Київ: «Агроосвіта». 2013. 352 с.

57. Кодекс законів про працю України. Київ: 2001. 107 с.

58. Законодавство України про охорону праці: збірник нормативних документів у 5-ти томах. Київ: Освіта, 1997.

59. Атаманчук А. С., Мендерецький В. В., Панчук О. П., Білий Р. М. Охорона праці в галузі : навчальний посібник. Київ: «Центр учбової літератури». 2017. 322 с.

60. Марчук І. У., Яценко Л. А. Агроекологічна оцінка добрив: Навчальний посібник. Вид. 2-е допов. Київ: «ЦП КОМПРИНТ». 2016. 148 с.

61. Волкогон В. В., Бердніков О. М., Лопушняк В. І. Екологічні проблеми системи удобрення сільськогосподарських культур; за ред. В. В. Волкогона. Київ: Аграрна наука, 2019. 264 с.

62. Ревтьє-Уварова А. В., Доценко О. В., Ніконенко В. М, Сліденко О. І. Міграція нітратного азоту за внесення азотних добрив у виробничих посівах кукурудзи. *Вісник аграрної науки*. 2022. № 9 (834). С. 14–25.

