

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УДК 631.84:633.11“324”

ПОГОДЖЕНО
Декан агробіологічного
факультету

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
Агрохімії та якості продукції
рослиництва ім. О.І. Дусеєчкина

(підпис)
« »

(ПІБ)

2023 р.

(підпис)

(ПІБ)

2023 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Агрохімічне обґрунтування диференційного внесення
азотовмістних добрив під пшеницю озиму»

(комплексна тема)

Спеціальність 201 «Агрономія»

Освітня програма Агрохімсервіс у прецизійному агровиробництві

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Гарант освітньої програми
доктор с.г. наук, проф.

Бикін А.В.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

доктор с.г. наук, проф.

Бикін А.В.

Виконала

Цицзя М.Ф.

Виконав

Чумак Д.С.

КИЇВ – 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
УКРАЇНИ
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ

завідувач кафедри Агротехніки та якості продукції
рослинництва ім. О.І. Дунечкіна
доктор с.г. наук, проф. Бикін А.В.
«__» _____ 2023 року

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Спеціальність _____

Освітня програма _____

Орієнтація освітньої програми _____

Тема магістерської кваліфікаційної роботи _____

затверджена наказом ректора НУБіП України від «__» _____ 2023 р. № _____

Термін подання завершеної роботи на кафедру _____

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи _____

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. _____
2. _____
3. _____

Перелік графічного матеріалу (за потреби) _____

Дата видачі завдання «__» _____ 20__ р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи _____

Бикін А.В.

Завдання прийняв до виконання _____

Чумак Д.С.

Циндря М.Ф.

НУБІП України

Зміст

РЕФЕРАТ	4
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	6
1.1 Біологічні особливості росту і розвитку рослин пшениці озимої	6
1.2 Роль азоту для живлення рослин пшениці озимої	8
1.3 Диференційне внесення добрив та його вплив на урожайність і якість сільськогосподарських культур	10
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ	13
2.1 Погодні умови території проведення досліджень	13
2.2 Ґрунтові умови території проведення досліджень	16
2.3 Технологічні умови проведення досліджень	18
2.4 Методика проведення досліджень	20
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	23
3.1. Морфологічні показники рослин пшениці озимої в неоднорідних зонах поля.....	23
3.2. Вегетативний статус рослин пшениці озимої в неоднорідних зонах поля.....	38
3.3. Вміст мінерального азоту в темно-сірому опідзоленому ґрунті різних зон поля.....	43
3.4 Вплив зональності поля на формування елементів структури врожаю.....	50
3.5 Вплив зональності поля на урожайність пшениці озимої	55
3.6 Диференціація показників якості зерна пшениці озимої в різних зонах поля.....	58
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗА ФОЛІАРНОГО ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ В РІЗНИХ ЗОНАХ ПОЛЯ.....	60
ВИСНОВКИ.....	62
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	63

РЕФЕРАТ

Комплексна магістерська кваліфікаційна робота на тему «Агрохімічне обґрунтування диференційного внесення азотовмісних добрив під пшеницю озиму» викладено друкованим текстом на 67 сторінках. Містить в собі 18 таблиць та 23 рисунки. Список використаної літератури включає 48 джерел.

Магістерська робота складається зі вступу та чотирьох розділів: огляду літератури, умов та методики досліджень, експериментальної частини, економічної ефективності та висновків.

За написання розділів відповідали: Вступ (Циндря М.Ф., Чумак Д.С.),

Розділ 1 (Циндря М.Ф., Чумак Д.С.), Розділ 2.1, 2.2 (Циндря М.Ф.), Розділ 2.3, 2.4 (Чумак Д.С.), Розділ 3.1, 3.3 (Циндря М.Ф., Чумак Д.С.), Розділ 3.2, 3.5 (Циндря М.Ф.), Розділ 3.4, 3.6 (Чумак Д.С.), Розділ 4 (Циндря М.Ф., Чумак Д.С.),

Висновки (Циндря М.Ф., Чумак Д.С.).

У першому розділі, а саме огляді літератури, було описано біологічні особливості росту і розвитку пшениці озимої, роль азоту для пшениці озимої, диференційне внесення добрив та його вплив на урожайність і якість сільськогосподарських культур. В другому розділі були описані погодні та ґрунтові умови, технологія вирощування пшениці озимої та методика проведення досліджень. У третьому розділі викладено експериментальна частина. А саме біометричні показники рослин пшениці озимої, елементи структури врожаю, вплив зональності поля на урожайність пшениці озимої, вегетативний статус рослин в неоднорідних зонах поля, вміст мінерального азоту в темно-сірих опідзолених ґрунтах різних зон поля та диференціація показників якості зерна пшениці озимої в різних зонах поля.

У четвертому розділі порахована економічна ефективність вирощування пшениці озимої за фоліарного внесення добрив в різних зонах поля.

Ключові слова: диференційне внесення, пшениця озима, вегетативний статус, урожайність, якість зерна.

ВСТУП

Актуальність: за останніх декілька років відбулось різке зростання цін на добрива. Пшениця озима є цінною зерновою культурою, яка вимагає

оптимальних умов вирощування, відповідно і великих витрат. Для

рентабельного вирощування пшениці озимої необхідно обґрунтовувати шляхи

оптимізації використання агресурсів. Одним із оптимальних шляхів

вирішення такої проблеми є застосування диференційного внесення

азотвмістних добрив. Цей спосіб дозволить нам уникнути перевитрат добрив,

вирівняти забезпеченість ґрунту елементами, отримати більші врожаї пшениці і

як наслідок – заощадити кошти на вирощування культури, що в наш час є

актуальним. Подібні дослідження набувають значного практичного інтересу.

Мета: удосконалити технологію вирощування пшениці озимої в різних за

родючістю ділянках поля шляхом включення в систему її удобрення фоліарного

внесення БіоЗерну.

Завдання:

1. Провести диференційоване фоліарне внесення азотвмістних добрив на пшениці озимій;

2. Дослідити морфологічні показники рослин пшениці озимої в неоднорідних зонах поля впродовж періоду вегетації;

3. Визначити вегетативний статус рослин пшениці озимої в неоднорідних зонах поля;

4. Дослідити вплив зональності поля на формування елементів структури врожаю та урожайність пшениці озимої;

5. Визначити економічну ефективність фоліарного підживлення в різних дозах в неоднорідних зонах поля.

Об'єкт досліджень: процеси, що пов'язані з впливом азотвмістних спеціальних добрив на урожайність та якість зерна пшениці озимої.

Предмет досліджень: морфологічні та агрохімічні показники ґрунту, елементи структури врожаю і якість зерна пшениці озимої.

Методи: лабораторні та польові.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Біологічні особливості росту і розвитку рослин пшениці озимої

На ріст та розвиток пшениці, а в подальшому і на її врожайність, впливають такі фактори: попередник, строки сівби, погодні, ґрунтові умови, вологозабезпеченість та забезпеченість елементами живлення.

Пшениця озима є однією із вимогливих сільськогосподарських культур. Адже, цю вирощувати цю культуру по пшениці або інших зернових, то буде знижуватись її продуктивність. За таких попередників пшениця почне вражатись хворобами, особливо через рослинні рештки, посіви почнуть більше забур'янюватись [25].

Якщо розмістити пшеницю озиму після кращих попередників, то можна отримати додаткову кількість зерна цієї культури [27].

Найкращим попередником для пшениці озимої є зернобобові, а саме горох.

Після нього врожайність є найбільшою. Найменша врожайність була після соняшнику. Отже, це найгірший попередник. Після таких культур як кукурудза на силос, рпак озимий, однорічні бобові трави, врожайність була трошки меншою, аніж після гороху [26].

Строки сівби пшениці озимої повинні передувати можливостям формування первинного конуса наростання стебла та посилення диференціації конуса на зародкові вузли і міжвузля стебла [9].

Оптимальна дата сівби, що сприяє гарній перезимівлі рослин пшениці, найчастіше визначається станом росту і розвитку до кінця осінньої вегетації і накопиченням ефективної середньодобової температури повітря в необхідній кількості.

Пшениця озима повинна мати розвинену кореневу систему та сформувати 3-5 пагонів, аби перезимівля для неї була оптимальною. Дату посіву потрібно підібрати так, аби осіння вегетація проходила упродовж 50-55 діб. В межах 560-580°C повинна знаходитись сума середньодобових температур [28].

Суму середньодобових температур $560-580^{\circ}\text{C}$ необхідно розділити за такими фазами: $120-130^{\circ}\text{C}$ – від сівби до появи сходів, $220-230^{\circ}\text{C}$ – до початку кушення, $210-230^{\circ}\text{C}$ – до утворення 2-3 пагонів [29].

Оптимальною температурою для появи сходів є $20-25^{\circ}\text{C}$, мінімальною – $2-5^{\circ}\text{C}$. Достатньою вологістю ґрунту є 15 мм продуктивної вологи у посівному шарі. Сходи з'являються на 6-8 день за оптимальних умов. Кушення настає тоді, коли рослина утворить 3-4 листка. Рослина може утворити до 5-10 пагонів за оптимальних умов.

Сорти пшениці озимої мають стійкість до понижених температур в осінній – ранньовесняний періоді. Витримують до $-15-18^{\circ}\text{C}$ понижених температур на глибині вузла кушення. На початку зими відзначається найвища холодостійкість рослин. Її холодостійкість знижується за різких коливань температури. Пшениця озима відзначається високою зимостійкістю, коли нагромаджує у вузлах кушення до $33-35\%$ цукрів на суху речовину [30].

Для кушення пшениці озимої оптимальною температурою є $13-18^{\circ}\text{C}$, при $2-4^{\circ}\text{C}$ вона може призупинитись. Якщо сїяти пшеницю на більше ніж 4 см, то зменшується процес пагоноутворення [29].

За температури $20-25^{\circ}\text{C}$ пшениця росте найбільш інтенсивно впродовж усіх фаз вегетації. За температури більше 40°C призупиняється приріст сухих речовин [29].

Протягом періоду вегетації пшениця озима нерівномірно поглинає вологу. Найбільше рослина потребує її у фазу виходу в трубку. Якщо вологи буде не вистачати для росту та розвитку, то це зумовить зниження врожаю, зменшення кількості зерен у колосі та маси 1000 насіння.

Висновок: для того аби забезпечити високе формування урожайності пшениці озимої необхідно обирати поле після кращого попередника, враховувати погодні та ґрунтові умови, строки сівби. Адже від них залежить у якій фазі рослини увійдуть в зиму та ка буде їх перезимівля.

1.2 Роль азоту для живлення рослин пшениці озимої

Азотне живлення є одним із найважливіших факторів для отримання високих врожаїв пшениці озимої. Це можна досягти за допомогою збалансованого використання азотних добрив [31].

Рослини засвоюють від 5 до 50% від внесених добрив. Нітратна форма легко промивається в нижні шари ґрунту. Амонійна форма азоту переважно більшістю знаходиться в орному шарі, оскільки має слабку здатність промиватись в нижні шари ґрунту [35].

Солі азотної кислоти та амонію є основним джерелом азоту для рослин.

Вони поглинають його з ґрунту у вигляді катіонів NH_4^+ та аніонів NO_3^- [29].

Для наростання біомаси рослин, відновлення весняної вегетації, проходження процесу фотосинтезу необхідні нітратна та амонійна форми азоту.

Для сприяння синтезу білків та покращення якості зерна використовують амідну форму [20].

Доступність азоту має вирішальне значення для отримання високого врожаю та якості зерна пшениці. Рослинам потрібен азот для здорового апікального росту, щоб ефективно перехоплювати сонячне випромінювання для фотосинтезу [42].

Азот є одним із ключових компонентів білка, хлорофілу та амінокислот і впливає на продуктивність пшениці озимої. Фотосинтез є головним процесом у рості та розвитку рослин, який впливає на урожайність культури. Фотосинтез є джерелом біомаси рослин, яка також пов'язана із індексом листової поверхні [33].

Впродовж всього періоду вегетації пшениця озима поглинає азот. Встановлено, що тільки 8% загальної кількості азоту рослина засвоює від сівби до весняного відновлення вегетації. Це означає, що восени не має потреби високого рівня азотного живлення. Адже його надлишок обумовить переростання біомаси, зменшення зимостійкості, ураження посівів хворобами та шкідниками [29].

Найбільше рослини використовують азот від початку виходу в трубку до цвітіння, коли відбувається наростання вегетативної маси. За температури менше 10°C в цей період надходження азоту до рослин сповільнюється [29].

Нестача азоту обумовлює зменшення кількості листків, зниження вмісту хлорофілу, зменшення біомаси рослин і відповідно урожайність та якість. За таких умов зернівки стають меншими [32].

Проте надмірне азотне забезпечення також має свої негативні наслідки, а саме: надмірний ріст рослин восени, внаслідок чого зниження морозостійкості, загушення посівів, зниження урожайності [29].

Дослідженнями виявили, що велика кількість азотних добрив обумовлює до зниження вмісту хлорофілу у прапорцевому листку іншениці озимої [34].

Шляхом підживлення рослин у різні фази можна збільшити майже всі елементи продуктивності.

У зонах із низькою потенціальною родючістю ґрунтів та оптимальним зволоженням азотні добрива забезпечують найбільший ефект.

Дослідженнями встановлено, що значно підвищити продуктивність пшениці через збільшення доз азотних добрив не можливо. Оскільки із-за своїх біологічних можливостей рослини не витримає високі дози, які вносять до початку сівби [37].

Багато досліджень показали, що за внесення азотних добрив, якість зерна пшениці не покращувалася. Оскільки основні генетичні показники залишались майже незмінними [38].

Висновок: рослини пшениці озимої повинні бути забезпечені оптимальним рівнем живлення азоту, особливо в критичні періоди її росту та розвитку. Адже, саме в кушення та виходу в трубку пшениця озима потребує найбільше азоту. Це вплине на наростання її біомаси, утворення генеративних органів, закладення колосу, процесу фотосинтезу. У фазу цвітіння азот необхідний рослинам для формування якості зерна пшениці озимої.

1.3 Диференційне внесення добрив та його вплив на урожайність і якість сільськогосподарських культур

Беручи до уваги результати досліджень відомо, що агрохімічні показники ґрунту та його родючість можуть змінюватися в межах одного поля. Насамперед це стосується вмісту макроелементів, особливо – азоту [43].

Дослідженнями встановлено, що існує певна залежність між строкатистю поля, рельєфом, розподіленням бур'янів, дозами внесення та урожайністю культур [47].

За постійного зростання цін на агресурси виникає необхідність їх ефективного використання. Для цього раціональним рішенням, якщо дозволяє парк техніки господарств, буде впровадження диференційного внесення добрив з прив'язкою до координатної системи землеробства.

За даними досліджень, агрохімічні показники ґрунту та його родючість змінюються в межах поля. Для того аби забезпечити раціональне землекористування необхідно запровадити диференційне внесення добрив, яке базується на системі «ґрунт-рослина» в глобальній системі позиціонування. А вже дане внесення добрив разом із системою навігації дозволить збільшити урожайність сільськогосподарських культур та зменшити витрати на мінеральні добрив [43].

Основною метою диференційоване внесення добрив є одержання економічного ефекту з кожних ділянок поля [47].

Головною складовою диференційоване внесення добрив є аналіз ґрунту.

Диференційоване внесення азотних добрив дозволяє вносити добрива в ті ділянки або зони поля, в яких рослини найбільше цього потребують.

Диференційоване внесення азотних добрив, яке проводиться з урахуванням дрібновимірної неоднорідності поля, є однією із найважливіших технологічних операцій у системі точного землеробства [40].

Диференційоване внесення азоту, порівняно із суцільним, значно підвищувало продуктивність в межах 2,00–2,94 ц/га. За цього способу внесення азотних добрив вміст білка в зерні також підвищувався [40].

проблемою для господарств. Адже вони розуміють важливість даної технології, але часом не розуміють як саме її використовувати. Тому аби прийняти рішення потрібно зважати на точність доз і робочих органів машин, просторову неоднорідність поля [47].

Систему диференційованого внесення добрив поділяється на два процеси: «онлайн» і «офлайн». В режимі «онлайну» прогнозується проведення кількісної залежності доз добрив від показання датчика прямо на посівах [48].

Для цього використовують датчики-спектрометри, які встановлюються на тракторі. Наприклад, GreenSeeker, N-сенсор, CropSpec. За цих датчиків сенсор на 2-х довжинах хвиль випромінює світло та вимірює від поверхні рослин відбиття. Зважаючи на ці дані, обчислюється вегетативний індекс NDVI. За допомогою цих даних обприскувач покладається на дані, які надійшли в режимі реального часу [48].

Перевагою даного процесу є те, що в «онлайн» режимі не потрібно складати карту. Тому ця технологія може бути більш кращою у використанні [48].

За даними науковців та фахівців, дані, отримані за величинами NDVI, будуть точнішими на пізніших строках підживлення [48].

Отже, диференційоване внесення добрив є одним із найважливіших економічних та результативних процесів у вирощуванні сільськогосподарських культур. За даної технології можна збалансувати ділянку поля елементами живлення. Тобто дати більшу дозу добрив в ту ділянку, яка цього потребує. Це забезпечить підвищення урожайності культур та заощадження на мінеральних добривах.

РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Погодні умови території проведення досліджень

Кожна фаза розвитку пшениці озимої має власний вплив на урожайність культури, а її тривалість залежить від агрометеорологічних умов. Максимальний приріст продукції формується за оптимальних значень показників погоди, які забезпечують біологічний оптимум рослин у кожну фазу періоду вегетації [15].

Так як дослідна ділянка знаходиться в Лівобережному Лісостепу України, то клімат там є помірно-континентальним. Згідно даних табл. 2.2.1, можна встановити мінімальні, максимальні та середні температури за період з січня по липень 2023 р. Мінімальна середньодобова температура у січні була -8°C , максимальна середньодобова у липні $+27^{\circ}\text{C}$. Найбільша сума плюсових температур у липні становила 674°C . На рис.2.2.1 відображена температура повітря подекадно до завершення технічної стиглості пшениці озимої.

Отже, температура повітря задовольняє потреби пшениці озимої для росту та розвитку в т. ч. і для проходження процесу фотосинтезу.

Таблиця 2.1.1

Помісячний розподіл температури на території проведення досліджень, 2023 р.

Місяць	Температура повітря, $^{\circ}\text{C}$			сума плюсових температур
	середня	максимальна	мінімальна	
Січень	-0,65	8,00	-8,00	-
Лютий	-0,61	6,00	-9,00	-
Березень	4,96	14,0	0	-
Квітень	10,0	15,0	4,00	303
Травень	15,9	21,7	8,00	494
Червень	20,3	26,3	14,0	613
Липень	22,0	27,0	15,0	674

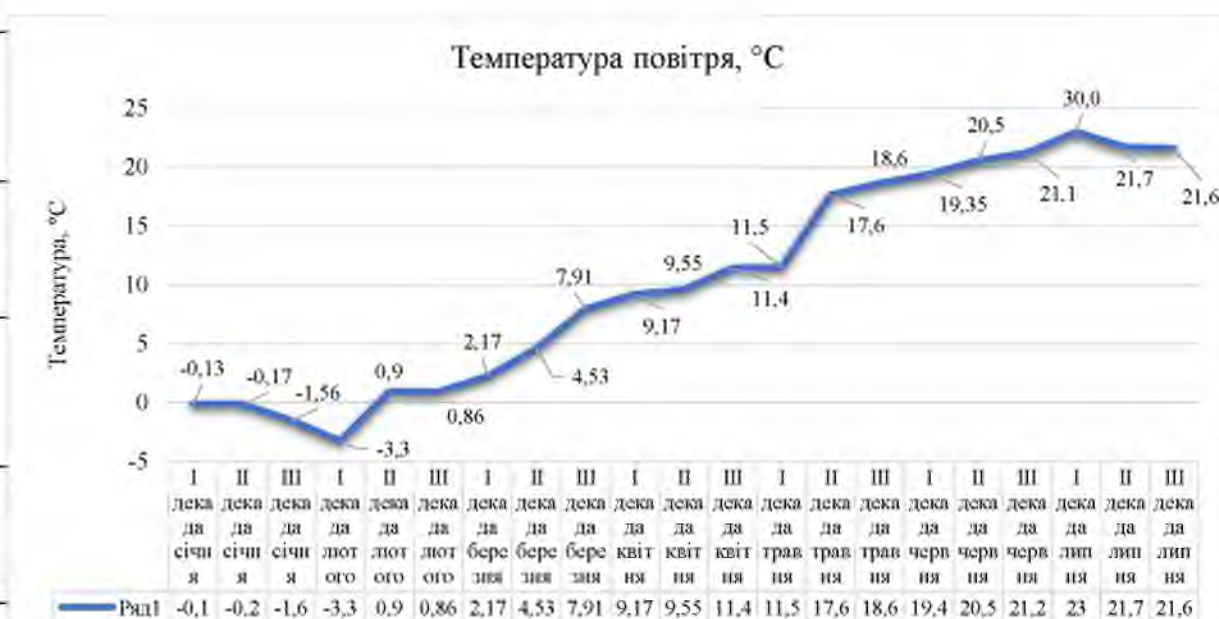


Рис.2.1. Середньодобова температура повітря за січень-липень, 2023 р.

Коли відбувається різкий перехід від холодної зими до значно теплішої весни, рослини потрапляють в стресові умови теплового шоку й гострого дефіциту вологи. Ці умови негативно впливають на ріст та розвиток пшениці озимої [16].

Орієнтуючись на рис.2.2.1, можна відмітити поступове підвищення температур. Хоча березень був прохолодним. Масове відновлення вегетації розпочалось у третій декаді квітня, коли температура повітря була вище 10°C.

На рис.2/2.2 відображені показники опадів на території проведення досліджень.

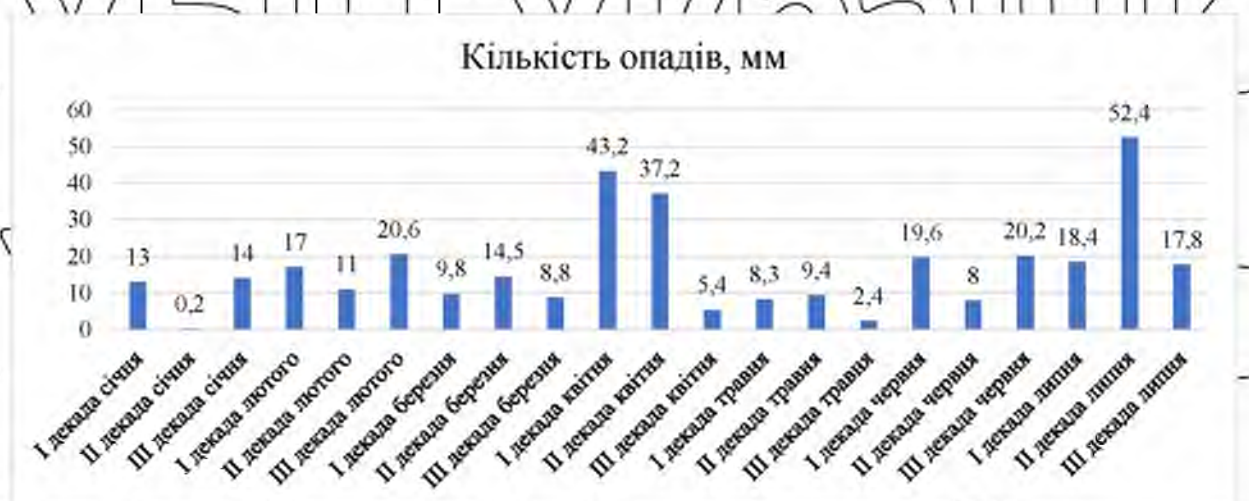


Рис.2.1.2 Кількість опадів по декадах з січня по липень, 2023 р.

Аналізуючи рис.2.2.2, можна зробити висновок, що найбільше опадів випало у другу декаду липня – 52,4 мм, найменше у другу декаду січня – 0,2 мм.

Всього за період із січня по липень 2023 випало 351 мм опадів. Квітень та липень були найбільш дощовими. Взимку майже був відсутній сніговий покрив. Дощ, який був у липні розтягнув строки збирання врожаю, що могло вплинути на якість зерна.

Взимку опадів у вигляді снігу було небагато, переважно був дощ із снігом. За зимовий період випало опадів 75,8 мм, за весняний період – 139 мм. Це дало змогу накопичити запас продуктивної вологи у ґрунті.

Під час відновлення вегетації та переходу до фази виходу в трубку випало найменше опадів. Але за рахунок попереднього дощового періоду рослини могли використувати запас продуктивної вологи із ґрунту.

Насіння пшениці для проростання потребує 55-60% вологи від маси насінини. За нестачі вологи пшениця не кущиться та знижується її продуктивність. Транспіраційний коефіцієнт становить 300-500. Пшениця озима активно використовує вологу весняних опадів. Від відновлення вегетації до колосіння витрачає 70% всієї вологи, від цвітіння до воскової стиглості – 20%. Перезволоження також проявляється негативно, адже може загнивати коренева система та вилягати посіви.

Отже, за таких не надто сприятливих погодних умов пшениця озима сорту Роял витримала прохолодну та дощову весну, а також дощовий період перед збиранням врожаю. Для кущення у весняний період середньодобові температури повітря були нижче оптимальних. Для перезимівлі температура була прийнятливою. Кількість опадів у фазу цвітіння та молочно-воскової стиглості була непринятною.

2.2 Ґрунтові умови території проведення досліджень

Дослід із пшеницею озимою був закладений на темно-сірому опідзоленому ґрунті. Такі ґрунти мають менший гумусовий горизонт та глибокий ілювіальний горизонт. Вони характеризуються невисоким вмістом гумусу – 2,38 %. Реакція ґрунтового розчину кисла: рН сольової витяжки 4,82, гідролітична кислотність – 2,46 мг-екв./100 г ґрунту, сума ввібраних основ – 11,1 мг-екв./100 г ґрунту. Такі показники є не дуже сприятливим для вирощування пшениці озимої. Ця культура краще росте та розвивається на нейтральних родючих ґрунтах. На таких кислих ґрунтах необхідно проводити вапнування.

За результатами агрохімічного аналізу (табл. 2.3.2) робимо висновок про те, що у ґрунті легкогідролізованого азоту (133 мг/кг) був низький вміст, обмінного калію (122,2 мг/кг) високий, а сполук рухомого фосфору (133 мг/кг) підвищеним.

Гідролітична кислотність показує вміст водню та алюмінію в обмінному стані. В даному ґрунті рівень цього показника є близьким до нейтрального. Між гідролітичною кислотністю та буферністю є певний взаємозв'язок. Буферність ґрунту вища тоді, коли більша гідролітична кислотність. Від гідролітичної кислотності залежить розрахунок норм внесення вапна.

Щільність ґрунтів складає 1,3 г/см³, що є оптимальною для вирощування пшениці озимої.

Забезпеченість ґрунту мікроелементами такими як бор, цинк – середня, марганець, мідь – висока.

Таблиця 2.2.2

Еколого-агрохімічні показники темно-сірого опідзоленого ґрунту, 2023 р.

Показник стану ґрунту	Середньозважені величини	Ступінь забезпеченості
Щільність ґрунту, г/см ³	1,30	оптимальний
Кислотність гідролітична, мг-екв/100 г ґрунту	2,46	близький до нейтральних
pH сольове	4,82	середньокислі
Сума ввібраних основ, мг-екв/100 г ґрунту:		
Ca	9,55	середня
Mg	1,55	оо
Вміст гумусу, %	2,38	низький
Вміст: легкогідролізованого азоту, мг/кг	133,00	низький
рухомого фосфору, мг/кг	133,00	підвищений
обмінного калію, мг/кг	122,24	високий
бору, мг/кг ґрунту	0,50	середній
марганцю, мг/кг ґрунту	52,00	високий
міді, мг/кг ґрунту	3,10	високий
цинку, мг/кг ґрунту	2,65	середній
Бонітет, бал	44,91	

Отже, підсумовуючі результати досліджень слід відмітити, що темно-сірі опідзолені ґрунти є прийнятними для вирощування пшениці озимої. Кислотність ґрунту можна вирішити за допомогою проведення вапнування ґрунтів. Низький вміст легкогідролізованого азоту можна підкоригувати шляхом внесення добрив.

2.3 Технологічні умови проведення досліджень

Попередником пшениці озимої було сорго. Збирання попередника проводилось комбайном John Deere S 760. Після чого провели мульчування стерні трактором John Deere 6195M та мульчувачем Торнадо.

Сівба пшениці сорту Роял відбулася 15 жовтня сівалкою Amazone Primega DMC 9000 на глибину 4 см з нормою висіву 4,5 млн шт/га з міжряддям 18,75 см.

Фаза сходів наступила на 8-10 день. У зиму пшениця озима увійшла у фази 2-3 листків.

Навесні провели підживлення по мерзло-талому ґрунту КАС-32 з дозою 100 кг/га самохідним оприскувачем Тесета Laser 4400 із крупною краплею. Цей етап позитивно вплинув на рослини пшениці, адже після зимівлі відновилися певні фізіологічні процеси, які посприяли подальшому росту та розвитку культури.

Перевагою добрива КАС-32 є те, що він містить у собі 3 форми азоту: нітратну, амідну та амонійну. Це дозволить рослинам використати азот до відновлення вегетації та мати пролонговану дію. Це означає, що рослини можуть бути забезпечені азотом протягом усього періоду вегетації, оскільки кожна форма має свою доступність. Амідна форма сприяє синтезу білків та підвищенню якості зерна. Амонійна та нітратна для відновлення вегетації, наростання біомаси пшениці, процесу фотосинтезу [20].

Наступним етапом із захисту рослин було проведення гербіцидної обробки проти дводольних бур'янів (лобода біла, щиряця) препаратом Тригер компанії ADAMA з нормою 40 г/га. Цей гербіцид належить до хімічної групи сульфоніл-сечовини та має таку діючу речовину як трибенурон-метил (500 г/кг).

Дослід був закладений 19.04.2023. Дослідну ділянку ми розбили на 3 зони за станом рослин: оптимальний, середній та неоптимальний.

В червні місяці здійснили фунгіцидну обробку для запобігання фузаріозу колоса системним препаратом Базз Ультра у нормі 0,33 кг/га. Діючою речовиною

етабуконазол (750 г/л), який належить до класу DMI (інгібітори α -деметилази) і пригнічує синтез ергостеролу у клітинах грибів.

Збір врожаю провели напочатку серпня комбайном John Deere S 760 та жаткою Flex 625 F. У табл. 2.3.3 наведені технологічні операції щодо вирощування пшениці озимої.

Таблиця 2.3.3

Перелік технологічних прийомів по вирощуванню пшениці озимої, 2023 р.

Технологічні операції	Норма внесення, л, кг, г/га	Засоби захисту, назви добрив	Трактор + агрегат
Збирання попередника	-	-	John Deere S 760
Мульчування стерні	-	-	John Deere 6195M + Торнадо
Сівба	-	-	Fendt Vario 936 + Amazone Primera DMC 900
Підживлення	100	КАС-32	Tecnomat Laser 4400
Гербицидна обробка	40	Трігер	Tecnomat Laser 4400
Фунгіцидна обробка	0,33	Базз Ультра	Tecnomat Laser 4400
Збір врожаю	-	-	John Deere S 760 + Flex 625 F

Висновок: вищезазначена технологія вирощування повністю підходить під технічне забезпечення господарства ТОВ «Біотех ЛТД». За її розробки були враховані особливості сорту, погодні та ґрунтові умови.

2.4 Методика проведення досліджень

Виробничий дослід з пшеницею озимою закладено в с. Геродище Бориспільського р-ну Київської області за координатами 50°16'29.9"N 31°00'24.7"E. Розмір його складає 9,3 га, яке має неправильну багатокутну форму (рис. 2.5.3).



Рис.2.4.3 Форма поля пшениці озимої Рис.2.4.4 Розміщення дослідів

Дослідна ділянка за станом рослин має 3 зони: з оптимальним, середнім та неоптимальним. У кожній із зон виділено ділянку 10x10 м (рис.2.5.4). За досягненням рослинами стадії ВВСН 59 внесли БіоЗерн (2 л/га) та БіоЗерн (3 л/га) фоліарно. У контролі ці добрива не вносили.

Сорт Роял високоврожайний сорт м'якої пшениці озимої, цей сорт виведений в Канаді. Він характеризується високою стресостійкістю та адаптивністю. Має чудову стійкість до таких хвороб як септеріоз, фузаріоз, бура іржа та борошниста роса. Відноситься за якістю зерна до цінної пшениці. Висота рослин може сягати до 85 см.

Дослід в полі було закладено 19.04.2023 у фазу кущіння. Було виділено 3 зони, які відповідали своїм назвам: оптимальна, середня та низька. За допомогою наземного моніторингу нами було проаналізовано стан рослин і виділено 3 зони поля.

Зразки ґрунту на кожній із зон відбирали у фази:

- кущіння,
- вихід в трубку,

НУВБІП УКРАЇНИ

- КОЛОСІННЯ,
- МОЛОЧНО-ВОСКОВА СТИГЛІСТЬ.

Грунт відбирали на дві різні глибини: 0-25 см та 25-50 см. У лабораторії

визначали у ньому амонійний та нітратний азот, а також запас продуктивної ВОЛОГИ.

НУВБІП УКРАЇНИ

Відбір рослин проводили у такі фази як:

- кушення
- вихід в трубку
- цвітіння

НУВБІП УКРАЇНИ

- МОЛОЧНО-ВОСКОВА СТИГЛІСТЬ.

Для проведення біометричних вимірів рослин відбирали 10 типових рослин по діагоналі ділянки та у кожен із фаз визначали певні показники.

У фазу кушення: висоту рослин, кількість пагонів на одній рослині, кількість листків, довжину кореня, площу листової поверхні, стадію BVCH та масу 10 рослин.

НУВБІП УКРАЇНИ

У фазу виходу в трубку крім вищезазначених показників додатково визначили масу підземної та надземної частини, кількість рослин та продуктивних пагонів на 1 м².

НУВБІП УКРАЇНИ

У фазу цвітіння: вище зазначені показники та додаткову довжину і площу листової поверхні прапорцевого та підпрапорцевого листків, ярусність листків, довжина та ширина колоса, довжина міжвузлів, інтенсивність кольору рослин.

У фазу молочно-воскової стиглості: всі показники, які визначались у попередню фазу.

НУВБІП УКРАЇНИ

Так як мета нашої магістерської роботи полягала в агрохімічному обґрунтуванні диференційного фоліарного внесення азотвмісних спеціальних добрив, було зроблено два позакореневих підживлення. Перше позакореневе підживлення було проведено 03.06.2023 у фазу колосіння. Застосовували препарат БіоЗерн, який містить азот, кальцій та марганець. Один варіант був без фоліарного внесення (контроль), у другому варіанті було внесено препарат у нормі 2 л/га, у третьому варіанті – 3 л/га.

Друге позакореневе підживлення виконали у фазу молочно-воскової стиглості.

В лабораторії ми визначили такі біометричні показники:

- довжина колоса, см
- кількість зерен з колоса, шт
- маса зерен з 10 колосків, г
- маса 1000 насінин, г
- кількість колосів з 1 м², шт
- маса зерен з 1 м², г.

В ґрунті проводили визначення вмісту амонійного азоту методом ЦНАО (гіпохлоридом) (ДСТУ 26489-85). Вміст нітратного азоту визначали іон-селективним методом (ГОСТ 26951-86).

Результати супутникового моніторингу було використано з платформи EOSDA LandViewer. За даним веб-ресурсом можна визначити вегетаційні індекси для моніторингу стану сільськогосподарських культур. Знімки полів отримуються із супутника Sentinel-2. За допомогою нього було визначено вегетаційний індекс NDVI.

Індекс NDVI розраховується за формулою:

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED),$$

Де NIR – відбиття в ближній інфрачервоній області спектру,
RED – відбиття в червоній області спектру.

Визначення показників якості зерна проводили за допомогою аналізатора «Infratec 1225».

Виробничий дослід було закладено в 3 зонах поля. Площа одного варіанту 30 м². Повторність біометричних показників, аналізу ґрунту та елементів структури врожаю – трикратна.

Схема дослідів була визначена за систематичним методом в один ярус.

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1. Морфологічні показники рослин пшениці озимої в неоднорідних зонах поля

Пшениця займає перші місця в основі харчового раціону людства. Тому й не дивно, що фахівці й досі ведуть її дослідження.

В даному розділі роботи ми проаналізуємо як саме фоліарне внесення азотовмістних спеціальних добрив впливає на біометричні показники пшениці озимої сорту Роял (табл.3.1.4).

Фаза кушення є однією із критичних фаз пшениці озимої. Оскільки саме в цей момент відбувається закладання продуктивних стебел. Етап кушення залежить від багатьох чинників: строки сівби, норми висіву, глибини посіву, температури та від самого сорту.

Якщо посіяти пшеницю на велику глибину, то це негативно вплине на ріст і розвиток пшениці, а в підсумку на врожайність. Рослини почнуть витратити забагато енергії та власних поживних речовин із насінини. За загущених посівів пшениця почне конкуренцію між рослинами за воду, світло та поживні речовини.

Таблиця 3.1.4

Біометричні показники рослин пшениці озимої в різних зонах поля (фаза кушення), 2023 р.

Показник	Зона поля		
	оптимальна	середня	неоптимальна
Висота рослин, см	28,0	27,0	26,0
Кількість пагонів, шт	3,00	3,00	3,00
Кількість листків, шт	8,00	6,00	6,00
Довжина кореня, см	7,50	5,50	4,50
Фаза ВВСН	90% - 30	70% - 30	50% - 30
	10% - 29	30% - 29	50% - 29
Площа листкової поверхні, м ² /га	4810	3330	2980
Маса 10 рослин, г	26,0	25,0	23,0

В цей критичний період рослини потребують оптимального живлення та вологозабезпечення.

Аналізуючи табл. 3.14 можна дійти висновку, що в оптимальній зоні пшениця озима має найкращі показники. Це підтверджують такі дані, як висота рослин, кількість листків, довжина кореня, площа листкової поверхні та маса 10 рослин. Також кількість рослин у певну фазу різняться між зонами. Якщо в оптимальній зоні 90% рослин увійшли у стадію BBCH 30, то в середній – 70%, а в неоптимальній взагалі 50%.



Рис.3.1.5 Стан рослин пшениці озимої у фазу кущення, 2023 р.

Згідно рис. 3.1.5, можна зробити висновок, що рослини оптимальної зони вищі, мають більшу листову поверхню та більшу масу. Це означає, що пшениця у неоптимальній зоні потребує в цю критичну фазу підживлення азотом.

Вихід у трубку є другою критичною фазою весняного росту і розвитку пшениці озимої. В цей період у рослині формуються генеративні органи та інтенсивно наростає вегетативна маса, тому важливо, аби рослина мала всі необхідні поживні елементи та воду. Адже за їх нестачі буде суттєве зниження врожаю.

Також в цю фазу з'являється прапорцевий лист, який є важливим у процесі формування врожаю. Адже формування зернівки на 45% залежить саме від нього. В листках синтезуються асимілянти, які забезпечують ріст і розвиток рослин та

формування врожаю [2]. Рослинам необхідно набрати велику вегетативну масу, адже в подальшому всі елементи живлення з листків вони використовують для формування врожаю зерна. Але в цьому питанні твердження розходяться. Одні дослідники вважають, що це позитивно вплине на рослину, інші – навпаки [2].

В табл. 3.1.5 наведені біометричні показники рослин у фазу виходу в трубку.

Таблиця 3.1.5
Біометричні показники рослин пшениці озимої у фазу виходу в трубку, 2023 р.

Показник	Зона поля		
	оптимальна	середня	неоптимальна
Висота рослин, см	43,0	39,0	36,0
Кількість пагонів	3,00	3,00	3,00
Кількість листків	8,00	8,00	6,00
Довжина кореня, см	11,0	9,0	7,50
Фаза ВВСН	90% - 33 10% - 32	75% - 33 25% - 32	50% - 33 50% - 32
Маса підземної частини, г	2,00	2,00	2,00
Маса надземної частини, г	3,00	2,00	1,50
Кількість рослин м ² , шт	325	323	295
Кількість продуктивних пагонів м ² , шт	510	480	373
Площа листової поверхні, м ² /га	10170	6940	6150
Маса 10 рослин, г	48,0	45,0	40,0

Аналізуючи табл. 3.1.5 можна дійти висновку, що висота рослин у всіх зонах збільшилась на 10-15 см із стадії кущення до виходу в трубку. Рослини набрали більшу вегетативну масу, кількість листків збільшилась у середній зоні.

Рослини оптимальної зони мають більшу масу надземної частини. Це означає, що рослини в цій зоні поля споживали більше азоту, який посилює фітогормональну регуляцію рослин. Тобто рослини стали стійкішими до умов навколишнього середовища завдяки підвищенню їх імунітету [3].

Кількість рослин на 1 м² була найвищою також в оптимальній зоні – 325 шт. В неоптимальній зоні вона досягала рівня 295 шт. Відповідно площа листової поверхні мала найбільші значення в оптимальній зоні – 10170 м²/га, а найменші

в неоптимальній – 0,150 м²/га. Рис. 3.1.6 є свідченням відмінності між рослинами різних зонах поля.



Рис.3.1.6 Стан рослин пшениці озимої у фазу виходу в трубку в різних зонах поля, 2023 р.

Фотосинтетична активність і азотний баланс рослин впливають на накопичення сухої речовини й азоту в колосі перед цвітінням і під час його, причому ці параметри корелюють із кількістю зав'язей [13].

У стадію ВВСН 59 кожну із зон ми розділили на 3 варіанти та провели позакореневе підживлення препаратом Біозери, який містить в собі азот, марганець і кальцій. В одному варіанті препарат внесли у нормі 2 л/га, в іншому – 3 л/га.

Підживлення азотвмістними добривом у фазу завершення колосіння є позитивним прийомом для формування врожаю. Адже розпочинається процес формування зерна. Тому можна передбачити підвищення вмісту білків та покращення натуре зерна.

Через тиждень ми провели біометричні виміри рослин у стадію ВВСН 69.

У табл. 3/1.6-3.1.8 ці показники.

НУБІП УКРАЇНИ

Таблиця 3.1.6
 Біометричні показники рослин пшениці озимої сорту Роял у фазу цвітіння
 (ВВСН 69) в оптимальній зоні, 2023 р.

Показник	Варіант дослідження		
	без фодіарного внесення (контроль)	БіоЗерн (2 л/га)	БіоЗерн (3 л/га)
Висота рослин, см	75,0	77,0	76,0
Загальна кількість пагонів, шт./росл.	3,00	3,00	3,00
Кількість продуктивних пагонів, шт./росл.	3,00	3,00	3,00
Відстань міжвузля, см	16,0	20,0	18,0
Довжина колоса, см	9,00	10,0	9,50
Ширина колоса, см	1,00	1,00	1,00
Довжина прапорцевого листка, см	12,0	17,0	15,0
Довжина підпрапорцевого листка, см	19,0	22,0	20,0
Площа листової поверхні прапорцевого, м ² /га	7420	12390	10250
Площа листової поверхні підпрапорцевого, м ² /га	12550	14330	13160
Ярусність листків, шт./росл.	3,00	3,00	3,00
Маса надземної частини, г/росл.	15,0	16,6	16,0
Маса підземної частини, г/росл.	5,00	6,00	5,50
Фаза ВВСН	65	64	64
Інтенсивність кольору рослин	темно- зелений	темно- зелений	темно- зелений

Аналізуючи табл. 3.1.6 можна дійти висновку, що показники контролю відносно показників варіантів із підживленням мали найнижчі результати. Рослини від фази трубкування збільшились у висоті на 32-35 см. Також у рослин варіанту з БіоЗерном (2 л/га) відстань міжвузля порівняно із контролем в середньому більша на 4 см.

Найбільше азоту у вегетативних органах міститься в рослинах у період цвітіння – колосіння [5]. Головний фермент циклу Кальвіна РБФК/О становить близько половини розчинного білка клітин мезофіту. Деякі

дослідники вважають його як сховище азоту в листках, який в подальшому процесі дозрівання реутилізується до зернівки для утворення їхніх власних білків [8].

Інтенсивність кольору рослин є темно-зеленою. Прапорцевий листок на 3-5 см більший, ніж у контролі. Виявлено досить тісний позитивний кореляційний зв'язок між інтенсивністю фотосинтезу прапорцевого листка пшениці та зерновою продуктивністю колоса [5]. Найбільша площа листової поверхні прапорцевого листка була у варіанті з БіоЗерном (2 л/га) – 12390 м²/га. У варіанті з БіоЗерном (3 л/га) вона досягла 10250 м²/га. Найменшим показником характеризувався контроль (без фоліарного внесення) – 7420 м²/га.

Підпрапорцевий листок у варіантах з підживленням був на 3 см більшим, ніж у контролі. Площа листової поверхні мала таку ж кореляцію, як і прапорцевого листка. У варіанті з БіоЗерном (2 л/га) – 14330 м²/га, з БіоЗерном (3 л/га) – 13160 м²/га, а без фоліарного внесення – 12550 м²/га.

Маса надземної частини рослини мала найбільше значення у варіанті з БіоЗерном (2 л/га) – 16,6 г, що на 1,5 г більше, ніж у контролі (без фоліарного внесення). Ярусність листків у кожному варіанті становила 3. На рис.3.1.7 зображено варіанти оптимальної зони поля.



Рис.3.1.7 Стан рослин пшениці озимої у фазу цвітіння в оптимальній зоні поля, 2023 р.

НУБІП УКРАЇНИ

Таблиця 3.1.7
 Біометричні показники рослин пшениці озимої сорту Роял у фазу цвітіння
 (ВВСН 69) в середній зоні, 2023 р.

Показник	Варіант досліду		
	без фоліарного внесення (контроль)	БіоЗерн (2 л/га)	БіоЗерн (3 л/га)
Висота рослин, см	70,0	74,0	73,0
Загальна кількість пагонів, шт./роsl.	3,00	3,00	3,00
Кількість продуктивних пагонів, шт./роsl.	3,00	3,00	3,00
Відстань міжвузля, см	15,0	16,0	17,0
Довжина колоса, см	8,50	9,50	9,00
Ширина колоса, см	0,90	1,00	1,00
Довжина прапорцевого листка, см	11,0	14,0	13,0
Довжина підпрапорцевого листка, см	16,0	17,5	18,0
Площа листової поверхні прапорцевого, м ² /га	6580	7340	7580
Площа листової поверхні підпрапорцевого, м ² /га	9170	9320	9410
Ярусність листків, шт./роsl.	2,50	2,50	2,50
Маса надземної частини, г/роsl.	9,5	11,0	10,0
Маса підземної частини, г/роsl.	4,50	5,50	5,00
Фаза ВВСН	67	66	66
Інтенсивність кольору рослин	зелений	зелений	зелений

Проаналізувавши табл. 3.1.7, слід відзначити позитивний вплив підживлення. Висота рослин була на 3-5 см вище, ніж у контролі. В середній зоні рослини пшениці озимої після першого підживлення майже досягли висоти рослин варіанту без фоліарного внесення у оптимальній зоні.

Відстань міжвузля у варіантах з підживленням була на 1-2 см більшою, ніж у контролі. На основі досліджень Інституту фізіології рослин і генетики НАН України встановлено, що дефіцит основних елементів мінерального живлення інгібував ріст головного стебла пшениці [11]. За цього гальмувався ріст у довжину усіх міжвузлів соломини, але найзначніше двох верхніх. Ці міжвузля виконують такі функції як опорна та транспортна, забезпечуючи колос водою та

фотосинтезати. На останніх етапах дозрівання слугують резервом вуглеводів для зернівок [10].

Відповідно після підживлення збільшилася кількість його довжина збільшилась на 0,5-1,5 см, а ширина на 0,1 см.

На основі досліджень можна відмітити, що вміст азоту у листках пшениці озимої різних ярусів є несдмаковим. Листки верхнього ярусу роблять суттєвий внесок у формуванні білковості зерна [13]. Нами встановлено, що ярусність листків в середній зоні поля є меншою, ніж в оптимальній. Зокрема у всіх

варіантах вона досягала лише рівня – 2,5. Площа листової поверхні у варіанті з

БіоЗерном (2 л/га) становила 7540 м²/га, з БіоЗерном (3 л/га) – 7580 м²/га, а в контролі (без фоліарного внесення) – 6580 м²/га. У варіантах із підживленням це є у 1,7 разів менше, ніж у таких варіантах оптимальної зони. Довжина

підпрапорцевих листків була на 1,5-2 см вища, ніж у контролі. Також маса

рослин за рахунок препарату БіоЗерн була більшою порівнянно до контролю (без фоліарного внесення). На рис. 3.1.8 можемо спостерігати, що рослини порівняно

із оптимальною зоною, мають світліший колір та наявна різниця в листовій поверхні.



Рис.3.1.8 Стан рослин пшениці озимої у фазу цвітіння в середній зоні поля, 2023 р.

Таблиця 3.1.8

Біометричні показники рослин пшениці озимої сорту Роял у фазу цвітіння (ВВСН 69) в неоптимальній зоні, 2023 р.

Показник	Варіант досліду		
	без фоліарного внесення (контроль)	БіоЗерн (2 л/га)	БіоЗерн (3 л/га)
Висота рослин, см	65,0	69,0	68,0
Загальна кількість пагонів, шт./роsl.	3,00	3,00	3,00
Кількість продуктивних пагонів, шт./роsl.	3,00	3,00	3,00
Відстань міжвузля, см	12,0	14,0	13,0
Довжина колоса, см	7,00	8,00	8,50
Ширина колоса, см	0,70	0,70	0,70
Довжина прапорцевого листка, см	10,0	13,0	12,5
Довжина підпрапорцевого листка, см	15,0	16,0	17,0
Площа листової поверхні прапорцевого, м ² /га	4250	4480	4330
Площа листової поверхні підпрапорцевого, м ² /га	6010	7800	6450
Ярусність листків, шт./роsl.	2,00	2,00	2,00
Маса надземної частини, г/роsl.	8,00	10,0	9,00
Маса підземної частини, г/роsl.	4,00	5,00	4,50
Фаза ВВСН	68	67	67
Інтенсивність кольору рослин	блідо-зелений	блідо-зелений	блідо-зелений

Аналізуючи табл. 3.1.8 ми бачимо, що пшениця озима в неоптимальній зоні поля мала найменші показники. Згідно даних, варіант з БіоЗерном (2 л/га) мав найкращі результати, тоді як з БіоЗерном (3 л/га) поступався попередньому. В цій зоні у порівнянні до контролю (без фоліарного внесення) висота рослин збільшилась на 4-5 см. Від фази виходу у трубку рослини збільшились на 30 см.

Прапорцевий та підпрапорцевий листок збільшились на 2-3 см відносно контролю (без фоліарного внесення). Площа листової поверхні цих листків

також збільшилася у 1,1-1,3 рази по відношенню до контролю, що обумовлено інтенсивнішим ростом і розвитком рослин. Але в цій зоні інтенсивність кольору рослин здебільшого відрізнялася від інших зон (блідозелені листки). Це означає, що рослини мали найменшу забезпеченість азотом. Дослідна ділянка знаходилася у зоні із значним ущільненням ґрунту. Це все негативно позначилося на рості та розвитку рослин пшениці озимої. На рис. 3.1.9 зображені рослини у фазу цвітіння в неоптимальній зоні поля.



Рис. 3.1.9 Стан рослин пшениці озимої у фазу цвітіння в неоптимальній зоні поля, 2023 р.

Із рис. 3.1.9 ми бачимо як рослини відрізняються від інших зон. Вони мали найнижчу висоту листову поверхню, інтенсивність кольору. Ярусність листків також відрізнялася. В цій фазі залишились на рослинах тільки прапорцевий листок та підпрапорцевий листки. Якщо аналізувати роль підживлення, то як і в інших випадках, найкраще спрацював препарат у нормі 2 л/га.

Друге підживлення було проведене у фазу молочно-воскової стиглості, після чого ми провели визначення біометричних показників рослин. В цей період внесення препарату БіоЗерн зможе продовжити термін функціонування фотосинтетичного апарату та тривалість життя листків [15]. У таблицях 3.1.9-3.1.11 наведені результати проведення біометрії рослин пшениці озимої.

На рис. 3.1.10-3.1.12 зображені рослини пшениці озимої у фазу молочно-воскової стиглості в різних зонах поля.

Таблиця 3.1.9

Біометричні показники рослин пшениці озимої сорту Роял у фазу молочно-воскової стиглості (ВВСН 75) в оптимальній зоні, 2023 р.

Показник	Варіант досліду		
	без фоліарного внесення (контроль)	БіоЗерн (2 л/га)	БіоЗерн (3 л/га)
Висота рослин, см	74,0	78,0	76,0
Довжина колоса, см	8,00	11,0	10,0
Ширина колоса, см	1,00	1,20	1,20
Довжина прапорцевого листка, см	15,0	17,0	16,5
Довжина підпрапорцевого листка, см	15,0	23,0	21,0
Площа листової поверхні прапорцевого, м ² /га	7120	10760	9890
Площа листової поверхні підпрапорцевого, м ² /га	11070	13920	13110
Ярусність листків, шт./росл.	2,00	2,50	2,50
Маса надземної частини, г/росл.	13,0	18,0	17,0
Маса підземної частини, г/росл.	5,50	7,00	6,50
Фаза ВВСН	75	75	75
Інтенсивність кольору рослин	блідо-зелений	зелений	зелений

Аналізуючи табл. 3.1.9 можна дійти висновку, що висота рослини більше не змінювалась через зупинку росту у фазу цвітіння. Колос у довжину збільшився на 0,5-1 см, а в ширину – на 0,2 см у варіантах з підживленням.

Слід зазначити, що площа листової поверхні набула найбільших своїх параметрів у фазу цвітіння. У фазу молочно-воскової стиглості площа листової поверхні зменшилась майже у 1,15 рази.

Ярусність листків знизилась у контролі від 3 до 2. У варіантах з підживленням цей показник знизився тільки до 2,5. Інтенсивність кольору рослин у варіантах також відрізнялась. У варіантах без фоліарного внесення листки вже ж блідо-зеленими, а із препаратом БіоЗерн вони мали зелений відтінок. На рис. 3.1.10 можемо побачити відображення рослин



Рис. 3.1.10 Стан рослин пшениці озимої у фазу молочно-воскової

Ситцелості в оптимальній зоні поля, 2023 р.

Аналізуючи табл. 3.1.10, можна зробити висновок, що рослини у довжину не видовжились. Ширина колоса збільшилась на 0,1-0,2 см. Довжина прапорцевого листка майже не змінилась. Порівняно із оптимальною зоною, то вона була менше на 2 см.

Площа листової поверхні як прапорцевого, так і підпрапорцевого листків зменшилась приблизно у 1,12 разів. Якщо порівняти із оптимальною зоною, то в цій зоні у варіанті з БіоЗерном (2 л/га) вона була меншою у 1,6 разів, а з БіоЗерном (3 л/га) – 1,5.

Інтенсивність листків від зеленого змінилась до світло-зеленого. Ярусність листків у варіантах із підживленням змінилась від 2,5 до 2, а у контролі (без фоліарного внесення) до 1,8. На рис. 3.1.11 можемо побачити зображення рослин у цю фазу. Згідно фото видно як рослини середньої зони відрізнялися від оптимальної.

Біометричні показники рослин пшениці озимої сорту Роял у фазу молочно-воскової стиглості (ВВСН 76) в середній зоні, 2023 р.

Показник	Варіант досліду		
	без фоліарного внесення (контроль)	БіоЗерн 2 л/га	БіоЗерн 3 л/га
Висота рослин, см	70,0	74,0	73,0
Довжина колоса, см	8,00	9,00	8,50
Ширина колоса, см	1,00	1,20	1,10
Довжина прапорцевого листка, см	12,5	14,0	13,5
Довжина підпрапорцевого листка, см	17,0	20,0	19,5
Площа листової поверхні прапорцевого, м ² /га	5710	6530	6190
Площа листової поверхні підпрапорцевого, м ² /га	8540	10990	9500
Ярусність листків, шт./росл.	1,80	2,00	2,00
Маса надземної частини, г/росл.	12,0	13,0	12,5
Маса підземної частини, г/росл.	5,00	6,00	5,50
Фаза ВВСН	76	76	76
Інтенсивність кольору рослин	світло-зелений	світло-зелений	світло-зелений



Рис. 3.1.1 Стан рослин пшениці озимої у фазу молочно-воскової стиглості в середній зоні поля, 2023 р.

НУВБІП УКРАЇНИ

Таблиця 3.1.11
 Біометричні показники рослин пшениці озимої сорту Роял у фазу молочно-воскової стиглості (ВВСН 77) в неоптимальній зоні, 2023 р.

Показники	Варіант дослід		
	без фоліарного внесення (контроль)	БіоЗерн 2 л/га	БіоЗерн 3 л/га
Висота рослин, см	63,0	66,0	67,0
Довжина колоса, см	7,00	8,00	8,50
Ширина колоса, см	0,80	1,00	1,00
Довжина прапорцевого листка, см	11,0	12,50	13,0
Довжина підпрапорцевого листка, см	14,5	15,0	15,0
Площа листової поверхні прапорцевого, м ² /га	399	500	421
Площа листової поверхні підпрапорцевого, м ² /га	463	500	374
Ярусність листків, шт./росл.	1,30	1,00	1,20
Маса надземної частини, г/росл.	7,00	8,00	10,0
Маса підземної частини, г/росл.	4,00	4,50	5,00
Фаза ВВСН	77	76	77
Інтенсивність кольору рослин	ледве зелений	ледве зелений	ледве зелений

Аналізуючи табл. 3.1.11, можна відмітити подібні тенденції інших зон. Всі параметри мали найменші результати, але препарат БіоЗерн їх суттєво підвищував

Ярусність листків у варіанті з БіоЗерном (2 л/га) була 1, так як підпрапорцевий листок вже відмер. Це можна пояснити тим, що рослини мали найменшу забезпеченість елементами, тому знижувалася інтенсивність фотосинтезу листків й підвищувалася активність антиоксидантних ферментів хлоропластів у розрахунку на вміст хлорофілу, що можна розглядати як складову захисної реакції рослин на дію негативних чинників [5]. Рослини мали ледве зелений відтінок.

На рис. 3.12 ми можемо побачити, що пшениця озима у зоні неоптимальної забезпеченості виглядає найгірше і є більш розрідженою.



Рис. 3.12 Стан рослин пшениці озимої у фазу молочно-воскової стиглості з неоптимальній зоні поля, 2023 р.

Слід зазначити, що пшениця озима у неоптимальній зоні мала більш низькі значення параметрів порівняно з оптимальною та середньою зонами, а саме:

- інтенсивність кольору була значно меншою;
- густина стояння рослин зріджена;
- площа листової поверхні є меншою;
- біомаса рослин є меншою;
- рослини нижчими;
- колос має нижчі параметри.

Отже, рослини пшениці озимої сорту Роял в неоптимальній зоні відрізнялися найбільш низькими показниками. На це вплинули неоптимальні умови живлення та ущільнення ґрунту.

3.2. Вегетативний статус рослин пшениці озимої в неоднорідних зонах поля

Для проведення оцінки та аналізу живлення використовують нормалізований диференційний вегетативний індекс NDVI. На основі проведених нами досліджень можна зазначити, що між кольоровими компонентами верхніх листків пшениці в оптичному діапазоні існує залежність, яка зумовлена рівнем живлення. Це спостерігається для зеленого та червоного компонентів [19].

Вегетативний індекс NDVI є найбільш популярним. Значення індексу оцінюють в межах від -1 до 1. Якщо рослинність відсутня або дуже розріджена, то значення буде негативним або наближеним до 0 [18].

Перший знімок NDVI ми зробили у фазу кушення навесні (22.04.2023). В цю фазу було недостатньо листової поверхні задля чіткого зображення кореляції результатів. На рис.3.2.13-3.2.18 зображені вегетативні індекси NDVI за фазами.

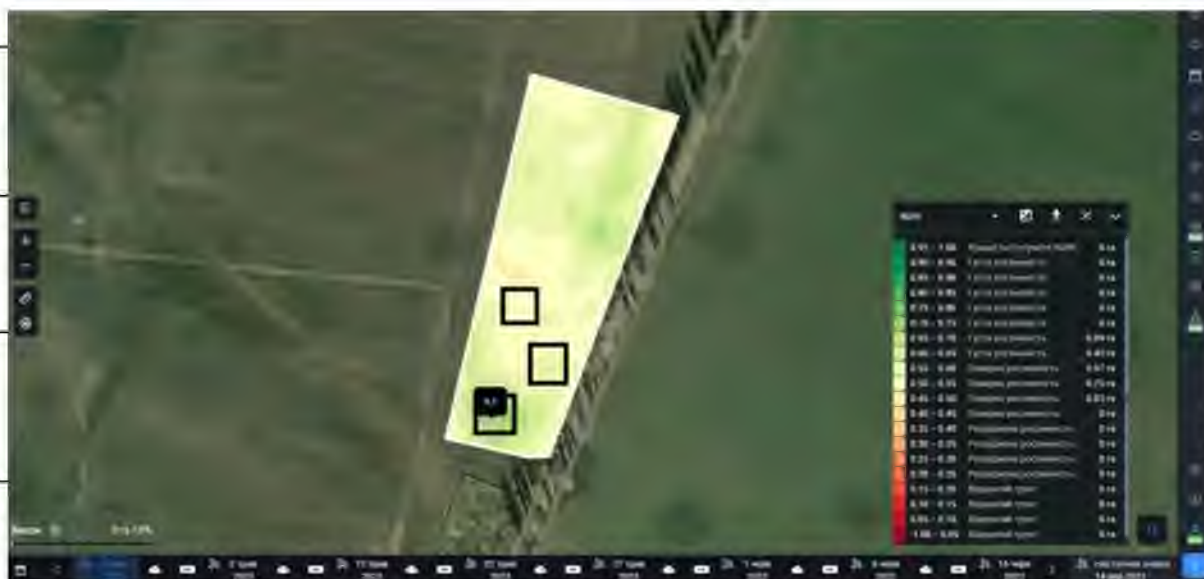


Рис.3.2.13 NDVI у фазу кушення пшениці озимої в різних зонах поля, 2023 р.

Аналізуючи зазначений знімок, можна зробити висновок, що за шкалою рослинність є густою. Рослини мають хороши морфологічний розвиток. Для озимої пшениці величина NDVI становила у період кушення 0,6-0,7. В оптимальній зоні було 0,7, в середній – 0,65, в неоптимальній – 0,6. Отже, можна дійти висновку щодо чіткої диференціації зон поля за величиною NDVI.



Рис.3.2.14 NDVI у фазу виходу в трубку пшениці озимої в різних зонах поля, 2023 р.

Знімок був зроблений 02.05.2023 р. На підставі його помітно, що рослини продовжують рости та розвиватись: збільшується їх маса та площа листової поверхні. Найбільші величини NDVI в оптимальній зоні досягли рівня 0,85, в середній – 0,8-0,85, в неоптимальній – 0,75. Рослини з величиною індексу 0,85 займали найменшу площу на цьому полі.



Рис.3.2.15 NDVI в різних зонах поля з пшеницею озимою у фазі кущення, 2023 р.

Знімок у фазу колосіння був зроблений 01.06.2023. Наглядно можемо побачити, що зона з величиною NDVI – 0,85 займає майже 50% площі поля. Слід зазначити, що маса рослин і листова поверхня продовжувала збільшуватися. Спостерігаємо, що в середній зоні 80% площі займають рослини з NDVI 0,85. В неоптимальній зоні таку площу займали рослини з величиною 0,75. Встановлено,

що рослини в цій зоні мали певний дискомфорт та відставали від рослин оптимальної та середньої зони в рості та розвитку.



Рис.3.2.16 NDVI в різних зонах поля з пшеницею озимого у фазу цвітіння, 2023 р.

Рослини у фазу цвітіння мають найвищі показники за всіма параметрами (рис. 3.2.16). Величина NDVI в оптимальній зоні із 0,85 зростає до 0,9. В середній зоні величини також відбулося збільшення до 0,9, але лише на 80% її площі. В неоптимальній зоні помічало збільшення до меж 0,8-0,85. Аналіз дає нам зрозуміти, що рослини ростуть та розвиваються за своєю динамікою.



Рис.3.2.17 NDVI поля з пшеницею озимого у фазу молочно-воскової стиглості, 2023 р.

У фазу молочно-воскової стиглості рослини починають втрачати свою ярусність, ріст пшениці припинився ще у фазу цвітіння. Тому відповідно

величини NDVI починають знижуватись. В оптимальній зоні з 0,9 знизилась до рівня 0,80, в середній – із 0,85-0,90 до 0,75, а в неоптимальній – із 0,80-0,85 до 0,70-0,75.



Рис.3.2.18 NDVI у фазу воскової стиглості пшениці озимої, 2023 р.

У фазу воскової стиглості пшениця озима втрачає інтенсивність кольору, відбувається дозрівання зерен, вегетативна маса і особливо фотосинтезуюча поверхня також зменшились. Відповідно величини NDVI суттєво змінились майже у 2 рази. В оптимальній зоні із 0,80 до 0,40, в середній – із 0,75 до 0,35, в неоптимальній – із 0,70-0,75 до 0,35.

Отже, проаналізувавши знімки та порівнявши показники, можна дійти висновку, що рослини пшениці озимої розвивались неоднаково. Найкращі результати були в оптимальній зоні, менші – в неоптимальній. Із фази кушення до фази цвітіння фотосинтетична поверхня збільшувалась, потім почала суттєво зменшуватись. Вегетативний індекс NDVI (нормалізований диференційний вегетаційний індекс) є найбільш точним всередині вегетації культур, але чутливий до атмосферних змін. Якщо рослинний покрив зріджений та не має спектральної відбивної здатності, то його величини будуть близько 0. Таку кореляцію величин ми подали на рис.3.2.19.



Рис. 3.2.19 Динаміка зміни величини NDVI поля із пшеницею озимою в період із січня по липень 2023 р.

Такий вид моніторингу дозволяє аналізувати та прогнозувати динаміку. За даними величин вегетативного індексу NDVI можна аналізувати загальну площу покриття рослинами, її стан та фотосинтетичну активність [19].

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

3.3. Вміст мінерального азоту в темно-сірому опідзоленому ґрунті різних зон поля

Азот займає головне місце серед елементів живлення і є одним із факторів родючості ґрунту. Вміст азоту в ґрунті коливається в межах 0,05-0,5%. Азот в ґрунті знаходиться у 3 формах:

- нітратна
- амонійна
- амідна

Доступними з ґрунту для рослин є нітратні та амонійні сполуки. Ці дві форми змінюються залежно від мікробіологічної діяльності, водного та повітряного режиму ґрунтів. Азот найбільше піддається певним перетворенням. Так у ґрунті можуть відбуватись такі процеси як нітрифікація, денітрифікація. В ґрунті живе велика кількість мікроорганізмів, які внаслідок своєї діяльності виділяють певні ферменти. Нітрифікація здійснюється бактеріями за температури 25-26°C, вологості 60-70% в аеробних умовах. Під час цього процесу амонійний азот NH_4^+ окислюється до нітратної форми NO_3^- .

Внаслідок денітрифікації проявляються непродуктивні втрати азоту. Адже під час цього процесу нітрати перетворюються в газоподібний азот. Отже, азот в такому випадку стає недоступним.

Нітратний та амонійний азот в ґрунті ми вимірювали у двох шарах: 0-25 та 25-50 см в такі фази:

- кушення
- вихід в трубку
- колосіння
- молочно-воскова стиглість

Нами встановлено різний рівень вмісту амонійного і нітратного азоту в ґрунті різних зон поля (табл. 3.3.12, 3.3.13, 3.3.14, 3.3.15).

Таблиця 3.3.12

Вміст нітратного азоту (мг/кг) у темно-сірому опідзоленому ґрунті різних зон поля за вирощування пшениці озимої, 2023 р.

Зона поля	Фаза росту і розвитку рослин					
	кущання		вихід в трубку		початок колосіння	
	шар ґрунту, см					
	0-25	25-50	0-25	25-50	0-25	25-50
оптимальна	0,83	0,44	0,09	0,07	0,05	0,05
середня	1,04	0,49	0,10	0,07	0,05	0,05
неоптимальна	0,50	0,44	0,06	0,06	0,06	0,05

Таблиця 3.3.13

Вміст нітратного азоту (мг/кг) у темно-сірому опідзоленому ґрунті різних зон поля за фоліарного удобрення пшениці озимої, 2023 р.

Зона поля	Варіант дослідів	Шар ґрунту, см	
		0-25	25-50
оптимальна	без фоліарного внесення (контроль)	0,06	0,07
	БіоЗерн (2 л/га)	0,08	0,06
	БіоЗерн (3 л/га)	0,11	0,07
середня	без фоліарного внесення (контроль)	0,09	0,06
	БіоЗерн (2 л/га)	0,09	0,09
	БіоЗерн (3 л/га)	0,09	0,07
неоптимальна	без фоліарного внесення (контроль)	0,12	0,10
	БіоЗерн (2 л/га)	0,08	0,08
	БіоЗерн (3 л/га)	0,09	0,08

Аналізуючи дані табл. 3.3.12 можна зробити висновок, що найбільше нітратного азоту в ґрунті було в період кущання у шарі 0-25 см. В середній зоні

зосереджувалось найбільше нітратів. Перед цим по мерзлому ґрунту вносилося КАС-32. Це означає, що нітратна форма азоту не встигла промитись в глибші шари ґрунту. Суттєво знизився вміст нітратного азоту у фазу виходу в трубку, майже у 9 разів. Адже в цю фазу відбувається наростання біомаси рослин, закладення колосу, посилюється фотосинтетична активність, тобто інтенсивне використання азоту.

На початку колосіння рослини неоптимальної зони споживали азоту найменше, а середньої зони – найбільше.

Аналізуючи дані табл. 3.3.13 можна відмітити, що після проведення двох підживлень (у фазу колосіння та молочно-воскової стиглості), у фазу молочно-воскової стиглості вміст нітратного азоту збільшився. Найбільше збільшився у варіанті з БіоЗерном (3 л/га).

Таблиця 3.3.14

Вміст амонійного азоту (мг/кг) у темно-сірому опідзоленому ґрунті різних зон поля за вирощування пшениці озимої, 2023 р.

Зона поля	Фаза росту і розвитку рослин					
	кущення		вихід в трубку		початок колосіння	
	шар ґрунту, см					
	0-25	25-50	0-25	25-50	0-25	25-50
оптимальна	34,4	38,5	13,8	6,53	24,5	17,2
середня	34,6	29,2	16,2	11,2	13,3	22,5
неоптимальна	33,1	33,1	19,8	16,5	21,2	15,7

Аналізуючи табл. 3.3.14, відмічаємо, що найбільше в ґрунті амонійного азоту містилось у фазу кущення у шарі 0-25 см. Проте в оптимальній зоні найбільше його було у шарі 25-50 см. До фази виходу в трубку рослини використали азоту в кількості 60% від вмісту, який був у фазу кущення. Але найбільше споживання відбувалось з шару 25-50 см. У шарі 0-25 см вміст коливався в межах 13,8–19,8 мг/кг, а в шарі 25-50 см – 6,53–19,8 мг/кг. Найбільше азоту споживалось в оптимальній зоні, найменше – в неоптимальній.

На початок колосіння у шарі 0-25 см в оптимальній та неоптимальній зонах відбулось збільшення вмісту амонійної форми азоту. У шарі 25-50 см збільшення вмісту амонійної форми відбулось в оптимальній та середній зонах.

Таблиця 3.3.15

Вміст амонійного азоту (мг/кг) у темно-сірому опідзоленому ґрунті різних зонах поля у фазу молочно-воскової стиглості за фоліарного удобрення пшениці озимої, 2023 р

Зона поля	Варіант досліду	Шар ґрунту, см	
		0-25	25-50
оптимальна	без фоліарного внесення (контроль)	5,61	3,09
	БіоЗерн (2 л/га)	6,87	4,92
	БіоЗерн (3 л/га)	4,35	5,73
середня	без фоліарного внесення (контроль)	11,3	10,7
	БіоЗерн (2 л/га)	9,85	7,79
	БіоЗерн (3 л/га)	9,62	6,53
неоптимальна	без фоліарного внесення (контроль)	10,9	7,33
	БіоЗерн (2 л/га)	8,94	7,56
	БіоЗерн (3 л/га)	11,6	7,68

У фазу молочно-воскової стиглості рослини продовжували споживати азот із ґрунту. У шарі 0-25 см в оптимальній зоні найбільше було спожито у варіанті з БіоЗерном (3 л/га), а в шарі 25-50 см у варіанті без фоліарного внесення. В середній зоні більш за все рослини споживали у варіанті з БіоЗерном (3 л/га) як в шарі 0-25 см, так і в 25-50 см. В неоптимальній зоні у шарі 0-25 см найбільше пшениця споживала у варіанті з БіоЗерном (2 л/га), а в контролі – у шарі 25-50 см.

Після того як було визначено вміст нітратної та амонійної форм азоту ми можемо аналізувати вміст мінерального азоту в ґрунті дослідного поля (табл. 3.3.16)

Таблиця 3.3.16

Забезпеченість темно-сірого опідзоленого ґрунту мінеральним азотом за вирощування пшениці озимої в окремі фази її росту і розвитку, 2023 р.

№	Зона поля	Фаза росту та розвитку рослин		
		шар ґрунту	вміст, мг/кг	забезпеченість
кущення				
1	оптимальна	0-25	35,6	висока
2		25-50	39,0	висока
3	середня	0-25	35,6	висока
4		25-50	29,7	підвищена
5	неоптимальна	0-25	33,6	висока
6		25-50	33,6	висока
вихід в трубку				
1	оптимальна	0-25	13,8	низька
2		25-50	6,60	дуже низька
3	середня	0-25	16,3	середня
4		25-50	11,3	низька
5	неоптимальна	0-25	19,9	середня
6		25-50	16,6	середня
початок колосіння				
1	оптимальна	0-25	24,6	середня
2		25-50	17,2	середня
3	середня	0-25	13,3	низька
4		25-50	22,5	середня
5	неоптимальна	0-25	21,3	середня
6		25-50	15,8	низька

Аналіз табл. 3.2.16 дозволяє підсумовувати про те, що у фазу кущення забезпеченість рослин пшениці озимої мінеральним азотом ґрунту була високою.

Найбільша забезпеченість спостерігалася в оптимальній зоні. Його вміст у шарі 0-25 см становив 35,6 мг/кг, у шарі 0-50 см – 39,0 мг/кг.

У фазу виходу в трубку цей показник значно зменшився. У шарі 0-25 см низький вміст був в оптимальній зоні і склав 13,84 мг/кг, середній вміст був в середній та неоптимальній зонах, 16,3 та 19,9 мг/кг відповідно. У шарі 25-50 см

дуже низький вміст був в оптимальній зоні, середній в середній та неоптимальній зонах.

У фазу початок колосіння вміст дещо збільшився за рахунок збільшення вмісту амонійної форми. Низький вміст переважав в середній зоні у шарі 0-25 см та в неоптимальній зоні у шарі 25-50 см. В усіх інших зонах та шарах перебував середній вміст мінерального азоту.

Таблиця 3.2.17

Забезпеченість темно-сірого опідзоленого ґрунту мінеральним азотом у фазу молочно-воскової стиглості, 2023 р.

№	Зона поля	Варіант досліду	Шар ґрунту, см	Вміст, мг/кг	Забезпеченість
1	оптимальна	без фоліарного внесення (контроль)	0-25	5,67	дуже низька
2			25-50	3,16	дуже низька
3		БіоЗерн (2 л/га)	0-25	6,95	дуже низька
4			25-50	4,99	дуже низька
5		БіоЗерн (3 л/га)	0-25	4,46	дуже низька
6			25-50	5,84	дуже низька
1	середня	без фоліарного внесення (контроль)	0-25	11,4	низька
2			25-50	10,7	низька
3		БіоЗерн (2 л/га)	0-25	9,91	дуже низька
4			25-50	7,88	дуже низька
5		БіоЗерн (3 л/га)	0-25	9,71	дуже низька
6			25-50	6,60	дуже низька
1	неоптимальна	без фоліарного внесення (контроль)	0-25	11,0	середня
2			25-50	7,43	дуже низька
3		БіоЗерн (2 л/га)	0-25	9,02	дуже низька
4			25-50	7,64	дуже низька
5		БіоЗерн (3 л/га)	0-25	11,7	середня
6			25-50	7,76	дуже низька

Аналізуючи табл. 3.3.17, відзначаємо, що рослини почали інтенсивно споживати азот з ґрунту. В оптимальній зоні у кожному із варіантів забезпеченість була дуже низькою. В середній зоні у контролі забезпеченість була низькою, а в інших варіантах – дуже низькою. В неоптимальній зоні у шарі

0-25 см у контролі та варіанті з БіоЗерном (3 л/га) забезпеченість мінерального азоту досягла середньо рівня, в інших варіантах була дуже низькою. Рослини в цей період споживають азот для підвищення якості зерна.

Отже, за вмістом нітратного та амонійного азоту в ґрунті можна зробити висновок про найбільше споживання рослинами пшениці озимої на початку колосіння нітратного азоту, а у фазу молочно-воскової стиглості – амонійного азоту.

НУБІП Україні

НУБІП Україні

НУБІП Україні

НУБІП Україні

НУБІП Україні

3.4 Вплив зональності поля на формування елементів структури врожаю

Структуру врожаю пшениці озимої визначають за такими показниками:

- довжина колоса, см
- кількість зерен в колосі, шт
- маса 10 колосків, г
- маса 1000 насінин, г
- кількість колосків з 1 м², шт
- маса зерен з 1 м², г.

Формування структури врожаю залежить від особливостей сорту та від азотного живлення. Дослідники вважають, що головними компонентами є продуктивність колосу та кількості продуктивних пагонів. Але не менш важливими є і інші елементи, про які зазначали вище.

Наукова література свідчить про те, що кількість зерен в колосі залежить від редукції колосків у період генеративного розвитку. Було зазначено, що редукція відноситься виключно до колосків [19]. У стадії ВВСН 30-31 закінчується процес закладання колоса та визначається кількість зерен в колосі.

Довжина колоса залежить від особливостей сорту. Нестача азоту, зменшена інтенсивність світла, обмежена площа листової поверхні, норма висіву негативно впливають на кількість колосків [22].

На кількість зерен в колосі та їх масу впливають такі фактори як нестача азоту та вологи, високі температури.

Вченими доведено, що одні елементи структури врожаю можуть компенсуватись іншими елементами [24].

Нами встановлено, що в умовах росту рослини пшениці озимої мали різну динаміку та інтенсивність формування елементів структури врожаю в різних зонах поля (табл. 3.4.18 – 3.4.20).

Показники елементів структури врожаю пшениці озимої в оптимальній зоні поля, 2023 р.

Показник	Варіант дослідю		
	без фоліарного внесення (контроль)	БіоЗерн (2 л/га)	БіоЗерн (3 л/га)
Довжина колоса, см	10,0	10,5	9,50
Кількість колосків, шт	36,0	38,0	34,0
Кількість зерен, шт	52,0	54,0	50,0
Маса з 10 колосків, г	19,9	23,3	20,4
Маса 1000 насіння, г	46,3	46,1	46,3
Кількість колосків з м ² , шт	410	454	438
Маса зерен з м ² , г	639	502	509

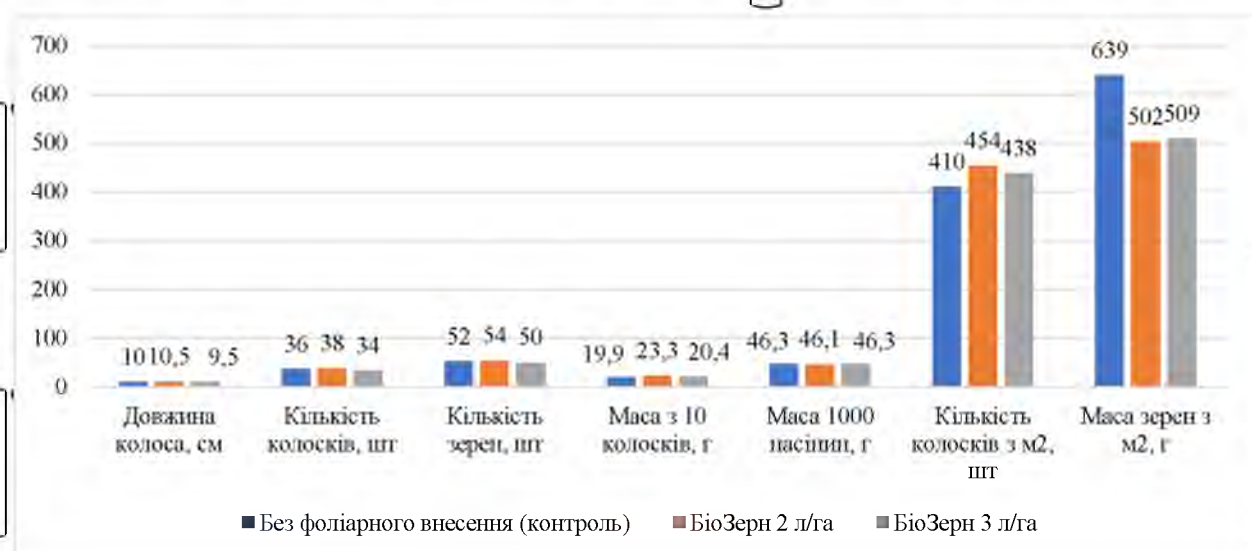


Рис.3.4.20 Діаграма кореляції елементів структури врожаю пшениці озимої в оптимальній зоні поля, 2023 р.

Проаналізувавши табл. 3.3.18, ми дійшли певних висновків. По-перше, довжина колоса була найвищою у варіанті з БіоЗерном (2 л/га) – 10,5 см, а найменшою у варіанті з БіоЗерном (3 л/га) – 9,50 см. По-друге, найбільша кількість зерен в колосі була характерною для варіанту з БіоЗерном (2 л/га) – 54 шт, а найменша для варіанту з БіоЗерном (3 л/га) – 50 шт. Проте маса зерен з одного колоса найвища у варіанті з БіоЗерном (2 л/га) – 2,33 г, а найменша у варіанті без фоліарного внесення (контроль) – 1,99 г. Найбільша маса 1000

пасінин була у контролі та варіанті з БіоЗерном (3 л/га) – 46,3 г та варіанті з БіоЗерном (2 л/га) – 46,1 г. Хоча найбільше колосів з 1 м² було виявлено у варіанті із нормою 2 л/га – 454 шт, але маса цих колосків найменша – 302 г.

Найбільша маса з 1 м² була у контролі – 639 г.

Таблиця 3.4.19

Показники елементів в структурі врожаю пшениці озимої в середній зоні поля, 2023 р.

Показник	Варіант досліду		
	без фоліарного внесення (контроль)	БіоЗерн (2 л/га)	БіоЗерн (3 л/га)
Довжина колоса, см	8,50	9,00	9,00
Кількість колосків, шт	28,0	34,0	30,0
Кількість зерен, шт	34,0	43,0	36,0
Маса з 10 колосків, г	14,1	16,9	13,2
Маса 1000 пасінин, г	46,0	43,6	44,4
Кількість колосків з 1 м ² , шт	362	443	342
Маса зерен з 1 м ² , г	504	401	423

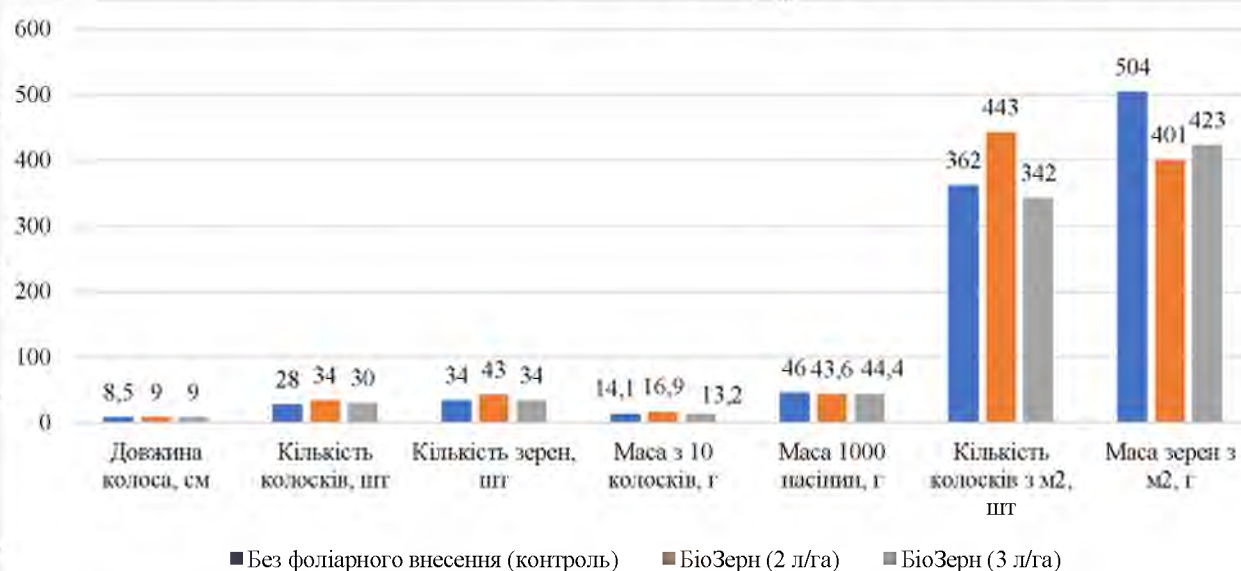


Рис.3.4.21 Діаграма кореляції елементів структури врожаю пшениці озимої в середній зоні поля, 2023 р.

Нами встановлено (табл. 3.3.19), що довжина колоса була більшою у варіантах із підживленням і становила 9 см, а в контролі – 8,5 см. Найбільша

Кількість зерен була характерна для варіанту з БіоЗерном (2 л/га) – 43 шт. В інших варіантах цей показник досяг рівня 34 та 36 шт. Найбільша маса зерен з колоса була у варіанті з підживленням нормою 2 л/га – 1,69 г, а найменша нормою 3 л/га – 1,32 г. Проте найбільша маса 1000 насінин не змінилась. Це може залежати від більшої кількості зерен в колосі. Найбільше колосків з 1 м² було у варіанті із підживленням нормою 2 л/га – 443 шт, але із найменшою їх масою – 401 г. Найбільша маса з 1 м² була у контролі (без фоліарного внесення) – 504 г.

Таблиця 3.4.20

Показники елементів структури врожаю пшениці озимої в неоптимальній зоні

поля, 2023 р.

Показник	Варіант досліду		
	без фоліарного внесення (контроль)	БіоЗерн (2 л/га)	БіоЗерн (3 л/га)
Довжина колоса, см	7,00	8,00	8,00
Кількість колосків, шт	20,0	22,0	23,0
Кількість зерен, шт	25,0	26,0	28,0
Маса з 10 колосків, г	10,8	10,2	13,3
Маса 1000 насінин, г	41,1	41,5	43,7
Кількість колосків з м ²	290	243	283
Маса зерен з м ²	275	210	244



Рис. 3.4.22 Діаграма кореляції елементів структури врожаю пшениці озимої в неоптимальній зоні поля, 2023 р.

В неоптимальній зоні поля довжина колоса була найбільшою у варіантах із підживленням – 8 см, а контроль (без фоліарного внесення) – 7 см. Кількість зерен переважала у варіантах із підживленням БіоЗерн (2 л/га) – 26 шт, БіоЗерн (3 л/га) – 28 шт. У контролі (без фоліарного внесення) вона досягла рівня 25 шт.

Маса з одного колоса найбільшою була у варіанті з БіоЗерном (3 л/га) – 1,33 г, а найменшою з БіоЗерном (2 л/га) – 1,02 г, за позазника у контролі (без фоліарного внесення) – 1,08 г. Маса 1000 насінин мала більші величини у варіанті з БіоЗерном (3 л/га) – 43,7 г, з БіоЗерном (2 л/га) знизилась до рівня 41,5 г, а в контролі (без фоліарного внесення) – 41,1 г. Кількість зерен з 1 м² переважала у

контролі – 290 шт, з невеликим зниженням у рослинах з БіоЗерном (3 л/га) – 283 шт, та суттєвим у варіанті з БіоЗерном (2 л/га) – 243 шт.

Як висновок слід зазначити, що можливо використання позакореневого підживлення БіоЗерном обмежує наростання маси 1000 насінин в середній зоні забезпечення поля. Але загалом, із збільшенням кількості зерен в колосі, зменшується їх маса. Проте слід для виявлення певних закономірностей продовжити дослідження впродовж 3 років.

3.5 Вплив зональності поля на урожайність пшениці озимої

На урожайність пшениці озимої впливають такі чинники:

- попередник;
- погодні умови;
- ґрунтові умови;
- забезпеченість рослин оптимальним живленням;
- наявність продуктивної вологи в ґрунті.

Кожен із цих чинників протягом всієї вегетації рослин впливає на її елементи структури врожаю, які в підсумку знижують або підвищують урожайність [1].

В результаті проведених нами досліджень нами встановлено вплив на рівень врожаю як зони поля, так і застосування фоліарного внесення БіоЗерну

(табл. 3.5.21)

Таблиця 3.5.21

Урожайність пшениці озимої сорту Роял в різних зонах поля, 2023 р.

Зона поля	Варіант досліду								
	без фоліарного внесення (контроль)			БіоЗерн (2 д/га)			БіоЗерн (3 д/га)		
	урожайність, т/га	приріст врожаю		урожайність, т/га	приріст врожаю		урожайність, т/га	приріст врожаю	
		т/га	%		т/га	%		т/га	%
оптимальна	6,38	3,63	132	5,02	2,92	139	5,08	2,64	108
середня	5,04	1,83	66,6	4,01	1,91	91,0	4,23	1,79	73,4
неоптимальна	2,75	-	-	2,10	-	-	2,44	-	-

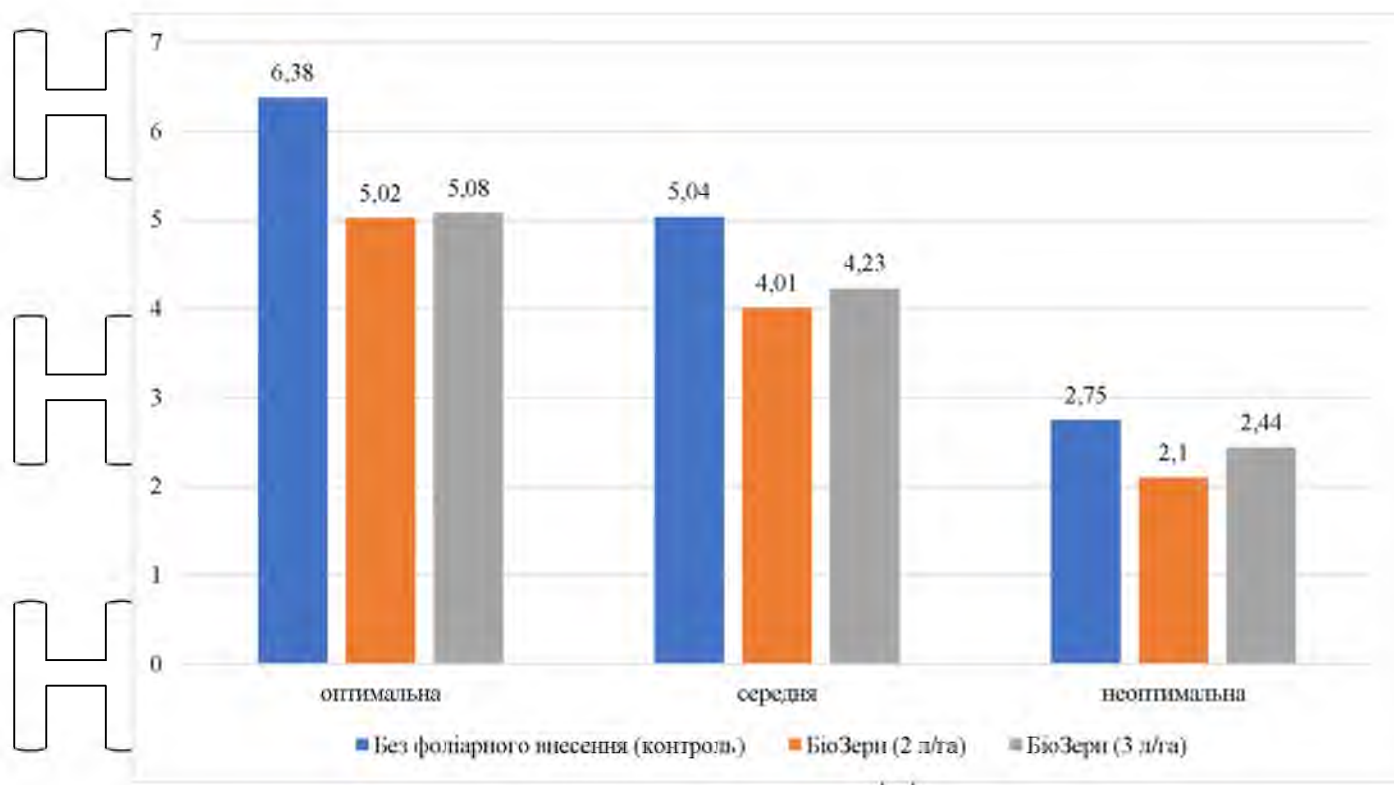


Рис.3.5.23 Урожайність пшениці озимої сорту Роял в різних зонах поля за фоліарного внесення БіоЗерну, 2023 р.

Нами встановлено, що у варіантах, де було проведено фоліарне внесення добрив, пшениця озима має менші показники врожайності, ніж без фоліарного внесення (контроль).

Завдяки внесенню препарату подовжувалась вегетація рослин спрямована на збільшення потенційної врожайності. Проте через несприятливі умови рослини не змогли добрати потенційну врожайність.

Можливо в оптимальній зоні рослини у контролю були також забезпечені оптимальним живленням. Тому все, що вносилось, в т.ч. мікроелементи, могли розбалансувати живлення. А це обумовлює зменшення врожаю.

При дослідженні джерел літератури на цю тему нами встановлено, що після двох підживлень пшениці озимої азотом можлива тенденція до зниження врожаю від внесення добрив. Це пояснюється тим, що азот стимулював формування великої надземної маси, яка інтенсивно використовувала вологу, внаслідок чого рослини страждали від її нестачі, ніж без добрив в пізніші фази росту і розвитку [24].

Підживлення, які проводились у фазу колосіння та молочно-воскової стиглості теоретично мають підвищувати життєдіяльність верхніх листків, збільшувати інтенсивність фотосинтезу та покращувати якість зерна (вміст білка, клейковини та їх якість). Пізніші строки його застосування обумовлюють

меншу дію азоту на врожайність, але збільшуючи його вплив на якість зерна.

Марганець, який міститься в БіоЗерні, є катализатором ферментів, процесів обміну і синтезу, також суттєво впливає на якість зерна. Тому, внаслідок цих підживлень врожайність зерна могла знизитись, але якість у варіантах із підживленням могла покращитись.

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

3.6 Диференціація показників якості зерна пшениці озимої в різних зонах поля

Якість зерна є головним фактором харчової цінності. Її для зерна пшениці озимої визначає вміст білка. Хоча вміст білка і клейковини є генетично обумовленим, але від рівня забезпечення азотного живлення вони можуть змінюватися [36].

Внаслідок реутилізації азотвмісних сполук із вегетативних органів, у процесі наливання зерна, накопичується білок. Певна частина білків зерна утворюється за рахунок достатнього забезпечення рослин тією кількістю азотом, яка поглинулася після фази цвітіння рослин.

Вчені із Німеччини показали, що сорти пшениці озимої, які мали високий вміст білка, мали вищу інтенсивність метаболізму та позитивно реагували на підживлення азотом у період наливу зерна [36].

В умовах нашого дослідження (табл. 3.6.17) нами встановлено певні зміни величини врожаю залежать від зони поля. В оптимальній зоні у варіанті з контролем (без фоліарного внесення) вміст білку становив 11,6 %. За підживлення БіоЗерном (2 л/га) він зменшувався до меж 9,70 %, а БіоЗерном (3 л/га) – 10,3 %. Отже, у вищезазначеній зоні поля підживлення цим препаратом обумовлює погіршення якості зерна за цим показником.

В середній зоні поля у варіанті без фоліарного внесення вміст білку знизився до рівня 10,3 %, за підживлення БіоЗерном (2 л/га) – 9,30 %, а БіоЗерном (3 л/га) – 10,3 %. Отже, за проведення підживлення рослин пшениці озимої добривом БіоЗерн у нормі 3 л/га показник білку порівняно з контролем не змінюється. За зменшеної дози (2 л/га) він суттєво поступався показникам вищезазначених варіантів.

В неоптимальній зоні вміст білку порівняно із іншими зонами зменшився суттєво. У контролі (без фоліарного внесення) до рівня 7,40 %, а БіоЗерном (2 л/га) – 7,90 %, БіоЗерном (3 л/га) – 8,40 %. Отже, підживлення пшениці озимої в неоптимальній зоні забезпечувався зростаючим вмістом білку. Із збільшенням норми БіоЗерну ця тенденція посилювалась.

Таблиця 3.6.17

Якість зерна пшениці озимої за фоліарного удобрення в різних зонах поля, 2023 р.

Зона поля	Варіант дослідю								
	без фоліарного внесення (контроль)			БіоЗерн 25 (2 л/га)			БіоЗерн 25 (3 л/га)		
	воло-гість, %	вміст, %		воло-гість, %	вміст, %		воло-гість, %	вміст, %	
		біл-ку	"сирої" клейко-вини		біл-ку	"сирої" клейко-вини		біл-ку	"сирої" клейко-вини
опти-мальна	11,5	11,6	20,1	11,5	9,70	16,7	11,5	10,3	17,6
середня	12,0	10,3	20,1	11,6	9,30	16,7	11,7	10,3	17,6
неопти-мальна	12,1	7,40	15,6	12,2	7,90	15,9	12,1	8,40	15,7

Таким чином, на вміст білку і клейковини визначально впливала спочатку зона поля, а потім підживлення БіоЗерном. Це пов'язано з різними умовами росту та розвитку рослин.

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗА ФОЛІАРНОГО ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ В РІЗНИХ ЗОНАХ ПОЛЯ

Економічні розрахунки показують доцільність вирощування в господарствах пшениці озимої. Зважаючи на обставини сьогодення, ціни на продукцію сільськогосподарських культур значно зменшились, а витрати збільшилися. Тому не всі культури наразі можуть бути рентабельними. Економічні показники в значній мірі залежать від рівня урожайності та витрат.

В умовах нашого до встановлено, що економічна ефективність пшениці озимої залежала від зони поля і фоліарного внесення БіоЗерну. Слід зауважити, що в оптимальній зоні, внаслідок зниження врожайності у варіантах із підживленням, собівартість зерна була вищою, ніж у контролі (без фоліарного внесення). Відповідно рентабельність була також нижчою. Найменшу рентабельність забезпечило використання БіоЗерна (2 л/га) -6,00%.

В середній зоні отримали збитки. Урожайність в усіх варіантах була меншою, а витрати змінювались від кількості внесеного препарату. Найбільша собівартість була у варіанті з БіоЗерном (2 л/га) – 5714 грн/т, за відсутності доходу.

В неоптимальній зоні урожайність була майже у 2 рази менше, ніж в оптимальній, а витрати були такі ж самі. Внаслідок цього вирощування пшениці озимої за такого забезпечення є нерентабельним. Найбільші збитки були отримані у варіанті з БіоЗерном (2 л/га).

В цілому слід зазначити, що в 2023 р. ціни на зерно знизилися в 1,8 разів порівняно з довоєнним періодом, а вартість агроресурсів зросла на 72%. Тому для економічно вигідного вирощування необхідне збільшення врожайності у 2 рази. Таке не можливо отримати в неоднорідних зонах. Адже, наприклад, за оптимальних умов обмежувальним фактором є висока температура і вологість.

НУБІП України

Таблиця 4.18
Економічна ефективність використання БіоЗерна (фолярно) під пшеницю озиму в різних зонах поля, 2023 р.

Зона поля	Варіант доєліду	Урожайність, т/га	Вартість врожаю, грн/га	Виробничі витрати, грн/га	Дохід, грн/га	Рівень рентабельності, %	Собівартість, грн/т
оптимальна	без фолярного внесення (контроль)	6,38	27434	22500	4934	22	3527
	БіоЗерн (2 л/га)	5,02	21586	22914	-1328	-	4421
	БіоЗерн (3 л/га)	5,08	21844	23122	-1278	-	4551
середня	без фолярного внесення (контроль)	5,04	21672	22500	-828	-	4464
	БіоЗерн (2 л/га)	4,01	17243	22914	-5491	-	5714
	БіоЗерн (3 л/га)	4,23	18189	23122	-4933	-	5466
неоптимальна	без фолярного внесення (контроль)	2,75	11825	22500	-10675	-	8181
	БіоЗерн (2 л/га)	2,10	9030	22914	-13884	-	10911
	БіоЗерн (3 л/га)	2,44	10942	23122	-12180	-	9476

ВИСНОВКИ

Провівши дослідження диференційованого фоліарного внесення азотвмісних спеціальних добрив під пшеницю озимую, можна зробити такі

висновки:

1. Рослини оптимальної зони поля відрізнялися високими біометричними показниками. Вони мали найвищу висоту, найбільшу площу листової поверхні, найбільшу вегетативну масу. Проведення підживлення рослин БіоЗерном (2 л/га) та БіоЗерном (3 л/га). Позитивно вплинуло на етап рослин.

2. Рослини середньої зони поля мали середні за значенням біометричні показники. Тобто вони були вищими за рослини неоптимальної зони, але нижчими за висоту в оптимальній. Фоліарне внесення БіоЗерну 25 і в цій зоні позитивно впливало на ріст і розвиток рослин пшениці озимої.

3. Рослини неоптимальної зони мали найгірші біометричні показники. Підживлення рослин не суттєво покращувало їх рівень середньої зони.

4. Фоліарне внесення БіоЗерну вплинуло на елементи структури врожаю. У кожній із зон (2 л/га) рослини мали більший колос, більшу кількість зерен в колосі та більше колосків з 1 м². Але маса 1000 насінин та маса з 1 м² була найвищою у контролі (без фоліарного внесення).

5. Врожайність пшениці озимої сорту Роял за підживленням БіоЗерном (2 л/га) була найменшою і поступалася контролю.

6. Фоліарне внесення БіоЗерну вплинуло на якість зерна пшениці озимої найбільше в неоптимальній зоні поля. Із кожним зростанням норми внесення вміст білку в зерні збільшувався.

7. Фоліарне внесення БіоЗерну 25 виявилось збижковим в усіх зонах поля. Собівартість продукції зростала починаючи з оптимальної зони і закінчуючи неоптимальною. Так у контролі оптимальної зони вона була на рівні 3527 грн/т, середньої – 4464 грн/т, а неоптимальної 8181 грн/т.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бикін А.В., Бикіна Н.М., Бордожа Н.П. Вплив мікроелементовмістних добрив на урожайність та якість зерна зернових культур. Вісник Харківського національного аграрного університету. – 2012
2. Фізіологія рослин та формування врожайності пшениці. *Агроном журнал: веб-сайт*. URL: <https://www.agronom.com.ua/fiziolozhiva-ta-formuvannya-vrozhainosti-pshenitsi/> (дата звернення 22.03.2017)
3. Господаренко Г.М., Черно О.Д., Рябовал Я.С., Любич В.В. Ріст і розвиток пшениці озимої у весняно-літній період вегетації залежно від умов мінерального живлення в Правобережному Лісостепу України. *Вісник Уманського Національного Університету садівництва*. 2020
4. Фітогормони та фітогормональна регуляція рослин. *Агроном журнал: веб-сайт*. URL: <https://www.agronom.com.ua/fitogormony-ta-fitogormonalna-regu/> (дата звернення 25.11.2016)
5. Кірізій Д.А. Особливості фотосинтезу і продукційного процесу у високоінтенсивних генотипів озимої пшениці / Д.А. Кірізій, Т.М. Шадчина, О.О. Стасик та ін. — К.: Основа, 2011. — 416 с.
6. Тарасюк О.І., Починок В.М. Вміст у листках азоту та продуктивність ліній озимої м'якої пшениці, унікальних за хлібопекарськими властивостями. Інститут фізіології рослин і генетики, 2015.
7. Wheeler T.R., Ellis R.H. The duration and rate of grain growth, and harvest index, of wheat (*Triticum aestivum* L.) in response to temperature and CO₂. *Journal of Experimental Botany*. 2016. – 623-630 pages.
8. Feller U. Rubiscolytics: fate of Rubisco after its enzymatic function in a cell is terminated / U Feller, I. Anders, T. Mae // *J. Exp. Bot.* — 2008. — 59, N 7. — P. 1615—1624.
9. Протопіш І.Г. Формування врожайності та якості зерна пшениці озимої залежно від строків сівби, попередників та сорту в умовах Лісостепу Правобережного дис. к.с.-г наук 06-01.09 / Вінницький націонал. у-т. Вінниця, 2016

10. Жук О.І. Ростові процеси у стеблостомі озимої пшениці за різного забезпечення мінеральним живленням // Фактори експериментальної еволюції організмів. зб. наук. праць / За ред. В.А. Кунаха [та ін.] – К., 2015. – 16. – С. 110–113.

11. Жук О.І. Ріст міжвузлів пшениці за різних умов мінерального живлення // *Modern Phytomorphology*. – 2013. – 4. – Р. 377–381.

12. Жук О.І. Продуктивність пагонів пшениці озимої за різного забезпечення мінеральним живленням. Інститут фізіології рослин і генетики НАН України. Київ. – 2016

13. Demotes-Mainard S, Jeuffroy M.H. Effects of nitrogen and radiation on dry matter and nitrogen accumulation in the spike of winter wheat // *Field Crops Res.* – 2004. – 87, N 2–3. – P. 221–233.

14. Vertical distribution of nitrogen in different layers of leaf and stem and their relationship with grain quality of winter wheat / Z. J. Wang, J. H. Wang, C. J. Zhao et al. // *J Plant Nutr.* – 2005. – 28, N 1. – P. 73–91

15. Управління продуктивністю зернових культур. Позамореневі підживлення. *Agrovio*: веб-сайт. URL: <https://agrovio.com.ua/article.php?id=101>

16. Балабух В.О., Однелеток Л.П., Кривошеїн О.О. вплив зміни клімату на продуктивність озимої пшениці в Україні у періоді вегетаційного циклу

17. Відновлення весняної вегетації озимих: чи потрібна рослинам допомога. *SuoerAgronom*: веб-сайт. URL: <https://superagronom.com/blog/463-vidnovlennya-vesnyanoyi-vegetatsiyi-ozimih-chi-potribna-roslinam-dopomoga>

18. Кохан С.С. Застосування вегетаційних індексів нормалізованої різниці при визначенні стану сільськогосподарських культур. НАН України. Київ. – 2012

19. Байцим А.І., Талах М.В. Використання нормалізованого вегетаційного індексу для моніторингу стану рослинного покриву НЗП «Вижницький» на основі даних супутникової зйомки

20. V. Lysenko, O. Opryshko, D. Komarchuk, N. Pasichnyk, N. Zaets, A. Dudnyk
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine Usage of
flying robots for monitoring nitrogen in wheat crops

21. Н. А. Пасічник, І. У. Марчук Застосування КАС для підживлення пшениці
озимої на лучно-чорноземному карбонатному ґрунті

22. Вожегова Р.А., Мунтян Л.В. Вплив різних доз азотного добрива та норм
висіву на елементи структури врожаю сортів пшениці озимої. Науковий
журнал. Миколаїв. – 2015

23. Бондар Л.П. Кореляційні зв'язки між господарськими ознаками озимої
м'якої пшениці // Л.П. Бондар, С.С. Корлюк, В.П. Герасименко // Аграрний
вісник Причорномор'я. – 2002. – Вип. 18. – С. 4-8

24. НЕГІС І.Т. – д. с.-г. н. Вплив строків і доз підживлення пшениці озимої на
врожайність і якість зерна

25. Лихочвор В.В. Рослинництво. – К.: Центр навчальної літератури, 2004. –
808 с.

26. Жемела Г.П. – д. с.-г. н. Вплив попередників на елементи структури
врожайності та якість зерна пшениці озимої залежно від сортових
властивостей

27. Кудря С. І., Ключко М.К., Кудря Н.А. Вологозабезпеченість і урожайність
пшениці озимої залежно від попередника. // Вісник аграрної науки. – 2007. –
№11. – С. 23-26.

28. Панченко Т.В. Строки сівби сортів озимої пшениці у правобережному
Лісостепу України // Т.В. Панченко, В.С. Хахула // Вісник Білоцерків. держ.
аграрн. ун-ту. – Біла Церква, 2007. – Вип. 50 – 2007. – С. 72-77

29. Бондаренко В.И. Перезимівка и морозостойкость озимой пшеницы // В.И.
Бондаренко, Ю.П. Шалин, Н.А. Федорова // Пшеница. – К.: «Урожай»,
1977. – С. 25-63.

30. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні
технології. – 2006

31. Zhou, B., Serret, M.D., Pie, J.B. Relative contribution of nitrogen absorption, remobilization, and partitioning to the ear during grain filling in Chinese winter wheat. *Front. Plant Sci.* 2018, 9, 1351.
32. Godfray, H.J.; Garnett, T. Food security and sustainable intensification. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* 2014, 369, 20120273.
33. Mughanet, Q., Chu, X., Xin, Z. (2017). Leaf photosynthetic parameters related to biomass accumulation in a global rice diversity survey. *Plant. Physiol.* 175, 248–258. doi: 10.1104/pp.17.00332
34. Nitrogen fertilizer application rates and ratios promote the biochemical and physiological attributes of winter wheat. *Front. Plant. Sci.* ©2022
35. Espindola, M.C.; Rocha, V.S. & de Souza, M.A. (2010). Nitrogen application methods and doses in the development and yield of wheat. *Ciencia E Agrotecnologia*. 34. 1404-1411.
36. Lawlor D.W. Carbon and nitrogen assimilation in relation to yield: mechanisms are the key to understanding production systems / D.W. Lawlor // *J. Exp. Bot.* — 2002 — 53, N 370. — P. 773—787
37. Пшениця потребує балансу живлення. GrowHow: веб-сайт. URL: <https://www.growhow.in.ua/pshenytsya-potrebuje-balansu-zhyvlennya/>
38. Feiun Liu, Xiaofei Ma, Hongshen Wan, Jianmin Zheng, Jiangtao Luo, Yuanbin Hu, Zongjun Pu Effects of differential nitrogen application on wheat grain proteome. November 2021, 103367.
39. Dmitriy Matvejenko, Andrei Komarov, Edvin Nugis, Peter Lekomtsev Optimization of options for differential application of nitrogen fertilizers in the precision farming system. 2020
40. Каленівка С.М., д.с.н., Шутий С. І., аспірант Формування продуктивності та якості пшениці твердої ярої залежно від мінерального живлення у Правобережному Лісостепу України. 2016
41. Переваги диференційованого внесення добрив. Інтерв'ю з Віталієм Овчаренком. Агроном: веб-сайт. URL: <https://www.agronom.com.ua/vitalij-ovcharenko-golovnyj-agronom-sfg-rubin/> - 2020

42. Bruno Bicego, Anish Sarkota, and Jessica A. Torrion Differential Nitrogen and Water Impacts on Yield and Quality of Wheat Classes. 2019

43. Холодюк О.В. Диференційне внесення добрив – запорука успіху. Сучасні моделі розвитку агропромислового виробництва: виклики та перспективи / Всеукр. наук.-практ. конф. (27.09.2018). Глухів. – 2019

44. Циганенко М.О., Савченко М.Р. Диференційне внесення добрив як елемент системи точного землеробства. Державний біотехнологічний університет. 2023

45. Бикіна Н.М., Мартинюк О.В. Диференційне внесення мінеральних добрив за вирощування кукурудзи на зерно. Міжнародна наук.-практ. конференція «Інновації в освіті, науці та виробництві». Київ. – 2021

46. Ушкалова Є.М. Технічні рішення диференційованого внесення добрив і хімічних засобів захисту. Харків. націон. техн. у-т ім. Петра Василенка. Харків. – 2020

47. Соколік С.П. Проблеми та перспективи застосування технологій диференційованого внесення мінеральних добрив. Сумськ. нац. аграр. у-т. Суми. – 2020

48. Соколік С.П. Особливості диференційного внесення добрив в режимі «онлайн». Суми. – 2023