

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ І ЕКОЛОГІЇ  
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЙ У РОСЛИННИЦТВІ

# Кваліфікаційна робота

освітнього ступеня «магістр»

на тему: «Формування врожайності пшениці озимої залежно  
від умов живлення»

Виконав студент групи Аг - 63  
спеціальність 201 «Агрономія»  
Мельник Володимир Андрійович

Керівник:

В. С. Борисюк

Дубляни - 2024

**УДК: 631. 8:633.63**

**Формування врожайності пшениці озимої залежно від умов живлення.** Мельник В. А. – Кваліфікаційна робота. Кафедра технологій у рослинництві – Дубляни, Львівський національний університет природокористування, 2024.

85 с. текст. част., 16 табл., 1 рис., 82 джерел.

В умовах Львівщини на полях ННЦ Львівського НУП впродовж 2023 – 2024 років проводилися дослідження з вивчення питання впливу рівнів, форм та строків азотного живлення на ріст, розвиток і продуктивність пшениці озимої.

Результати досліджень показали, що внесення мінеральних добрив в нормі  $P_{90}K_{120} + N_{45}$  восени перед сівбою сприяло незалежно від форм збільшенню польової схожості насіння пшениці озимої в сорту Ілюзіон на 4,0 %, або на 18 рослин на  $m^2$ , зростанню показників сирої та сухої маси рослин, їх висоти, кількості листків на рослині та коефіцієнта куціння у III етапі органогенезу. А також збільшило відсоток перезимівлі рослин в середньому на 6,1 %, що забезпечило густоту на рівні 322 шт./ $m^2$ .

Додаткове внесення азоту у формі аміачної селітри в нормі  $N_{60}$  у III-му і  $N_{60}$  у IV-му етапах органогенезу забезпечило максимальну врожайність зерна, що становила 8,27 т/га, що перевищує варіант без добрив на 5,31 т/га, а таку саму норму в формі карбаміду – на 0,68 т/га. Із зростанням урожайності зерна збільшилася величина валової продукції до 66792 грн./га, а умовно - чистий прибуток до 38820 грн./га. За даного рівня удобрення зріс рівень рентабельності на 92 % і становив 114 %, а коефіцієнт енергетичної ефективності – з 1,54 до 2,62, або на 1,08.

Ключові слова: пшениця озима, рівні удобрення, рослин, азотні добрива, ріст і розвиток, урожайність.

Key words: winter wheat, fertilizer levels, plants, nitrogen fertilizers, growth and development, productivity.

## ЗМІСТ

	Ст.
<b>ВСТУП</b> .....	4
<b>Розділ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	7
1.1. Пшениця озима – господарська цінність та класифікація зерна за якістю.....	7
1.2. Ефективність внесення мінеральних добрив за вирощування озимої пшениці.....	11
<b>Розділ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ</b> .....	23
2.1. Ґрунтові та кліматичні умови зони проведення досліджень.....	23
2.2. Методика проведення досліджень .....	28
2.3. Характеристика сорту та технологія вирощування озимої пшениці на досліді .....	30
<b>Розділ 3. ВПЛИВ ФОРМ І СТРОКІВ ВНЕСЕННЯ АЗОТНИХ ДОБРИВ НА ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ</b> .....	32
3.1. Розвиток рослин пшениці озимої у осінній період вегетації залежно від форм азотних добрив.....	32
3.2. Вплив форм і строків внесення азотних добрив на ріст і розвиток рослин озимої пшениці у весняно-літній період .....	37
3.3. Вплив форм і строків внесення азотних на врожайність і якість зерна озимої пшениці.....	47
3.4. Економічна та енергетична ефективність вирощування пшениці озимої залежно від форм і строків внесення азотних добрив .....	52
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	58
<b>ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ</b> .....	59

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Основним завданням аграрної політики України є забезпечення населення якісними продуктами харчування. Значну роль у досягненні цієї мети відіграє озима пшениця, яка має унікальні властивості і широкий спектр застосування. Її зерно використовується в борошномельній, хлібопекарській та макаронній промисловостях, а також як сировина для виробництва продукції лікєро-горілочаної, кондитерської та комбікормової галузей.

Озима пшениця вирізняється високим потенціалом урожайності і при правильному догляді може забезпечувати значні прибутки. Її зерно користується стабільно високим попитом як на внутрішньому, так і на міжнародному ринках, що робить цю культуру однією з найбільш перспективних для аграрного сектору України. Вирощування озимої пшениці є особливо важливим у контексті забезпечення продовольчої безпеки та підвищення економічної ефективності сільського господарства.

Для подальшого розвитку аграрного виробництва в Україні необхідно зосередитися на збільшенні обсягів виробництва зерна у всіх природно-кліматичних зонах країни. Водночас важливо враховувати завдання зі зменшення антропогенного впливу на довкілля, оптимізації енерговитрат і відновлення родючості ґрунтів. Це дозволить не лише підвищити якість виробництва, але й забезпечити стійкість аграрного сектору в умовах екологічних і кліматичних викликів.

Крім того, впровадження інноваційних технологій у вирощуванні пшениці може сприяти підвищенню ефективності використання ресурсів, зменшенню шкоди для навколишнього середовища та досягненню високих економічних результатів. Таким чином, озима пшениця залишається ключовою культурою для стратегічного розвитку сільського господарства в Україні.

У сучасних умовах глобального потепління клімату виникає потреба у впровадженні нових регіональних підходів до технологій вирощування

високоякісного продовольчого зерна озимої пшениці. Це пов'язано з тим, що успішне виробництво цієї культури залежить від цілого комплексу чинників. Найважливішими серед них є правильно підібраний сорт та адаптація елементів технології вирощування до специфічних умов кожної ґрунтово-кліматичної зони.

Одним із ключових чинників, що визначають врожайність озимої пшениці, залишається родючість ґрунту та погодні умови впродовж вегетаційного періоду. Водночас погіршення екологічного стану навколишнього середовища вимагає більш активного впровадження альтернативних систем рослинництва. У таких системах основна увага приділяється оптимальному використанню мінеральних добрив, особливо азотних, які є критично важливими для формування врожаю.

Попри значну кількість проведених досліджень у цій сфері, питання форм, норм та строків внесення азотних добрив залишається відкритим. Це пов'язано з появою нових сортів пшениці, які потребують адаптації агротехнічних заходів відповідно до своїх особливостей. Зокрема, строки внесення добрив повинні враховувати етапи органогенезу рослин для досягнення максимальної ефективності.

Крім того, важливо інтегрувати екологічно безпечні технології, що дозволять мінімізувати негативний вплив на ґрунти та довкілля. Поєднання традиційного підходу з інноваціями у системах удобрення дає змогу підвищити продуктивність озимої пшениці та забезпечити її відповідність сучасним екологічним стандартам. Такий підхід сприятиме сталому розвитку аграрного сектору в умовах змін клімату.

**Мета і задачі досліджень** Дослідження проводилося на темно-сірому опідзоленому ґрунті дослідного поля кафедри технологій у рослинництві Львівського національного університету природокористування. Основною метою було вивчення впливу різних форм і строків внесення азотних добрив на вирощування озимої пшениці сорту Ілюзіон. Для досягнення цієї мети були поставлені та вирішені такі завдання:

- вивчення впливу форм і строків внесення азотних добрив на ріст і розвиток рослин сорту Ілюзіон. Це дозволило визначити оптимальні агротехнічні заходи для стимуляції росту пшениці.

- аналіз особливостей формування елементів структури врожайності. Було досліджено, як умови вирощування впливають на такі показники, як кількість колосків, зерен у колосі, маса 1000 зерен тощо.

- виявлення залежності врожайності від гідротермічних умов і рівня азотного живлення. Це дало змогу встановити, наскільки важливу роль відіграють погодні умови та кількість доступного азоту у формуванні кінцевого результату.

- визначення впливу добрив на якісний склад зерна. Досліджувалася роль строків і форм внесення азоту у підвищенні вмісту білка, клейковини та інших якісних характеристик зерна.

- оцінка економічної та енергетичної ефективності вирощування. Було проаналізовано, наскільки раціональним є використання ресурсів при застосуванні різних підходів до удобрення, а також їхня рентабельність.

- розробка рекомендацій для виробництва. На основі отриманих даних були сформульовані практичні пропозиції, спрямовані на покращення технологій вирощування озимої пшениці, які можуть бути використані для збільшення врожайності та поліпшення якості зерна.

Дослідження дозволили не тільки оцінити вплив азотних добрив на різні аспекти вирощування пшениці, але й створити основу для оптимізації технологій її вирощування в умовах сучасного аграрного виробництва. Отримані результати мають практичне значення для підвищення ефективності землеробства в різних регіонах України.

## РОЗДІЛ 1

### ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

#### **1.1. Пшениця озима – господарська цінність та класифікація зерна за якістю**

Зерно пшениці з давніх-давен символізувало незалежність держав і слугувало стратегічною сировиною, яка впливала на життя суспільств і політику. У культурному й економічному сенсі пшениця завжди була надзвичайно важливою для людства.

Ця рослина, відома як *Triticum L.*, є однією з найдавніших агрокультур, яку почали вирощувати ще 10 - 15 тисяч років до нашої ери, коли зароджувалося землеробство. Вона добре адаптувалася до різноманітних кліматичних умов і типів ґрунтів із різними фізико-хімічними властивостями.

На сьогодні пшениця є однією з найпоширеніших культур у світі: її вирощують у 184 країнах. Вона забезпечує харчування для близько 35% населення планети, відіграючи ключову роль у раціоні багатьох народів [81]. Зерно пшениці використовують для виробництва борошна, круп, хліба, макаронних виробів, а також у тваринництві як корм.

Крім того, пшениця має не тільки харчове, а й стратегічне значення, впливаючи на світову торгівлю, економічну стабільність і навіть політичні відносини. Як ключовий ресурс, вона залишається важелем впливу в глобальній економіці. У періоди дефіциту зерна пшениця стає ще більш цінним продуктом, здатним впливати на добробут людей і стійкість держав.

Таким чином, пшениця — це не просто зернова культура, а справжній фундамент цивілізації, який упродовж тисячоліть підтримує людство, сприяє його розвитку та є символом достатку й стабільності.

За останніми даними, населення Землі зараз становить приблизно 7,8 мільярда людей, і, за прогнозами, до 2050 року ця цифра зросте до 9,4 мільярда. Таке стрімке збільшення чисельності населення вимагає суттєвого зростання обсягів виробництва продовольства, зокрема зерна, яке є основою харчових раціонів багатьох народів.

Нині загальна площа посівів пшениці у світі становить близько 220 мільйонів гектарів, а річний валовий збір зерна перевищує 760 мільйонів тонн. Близько 76% світового виробництва пшениці припадає на 10 ключових країн і регіонів: Китай, Індію, Росію, країни Європейського Союзу, Туреччину, Україну, Аргентину, Австралію, Канаду та США. Ці країни відіграють провідну роль у забезпеченні світових потреб у пшениці, значною мірою впливаючи на глобальні ринки.

В Україні посіви озимої пшениці зосереджені переважно у центральних і південно-східних регіонах. За даними на 2020 рік, найбільші площі посівів були в таких областях: Запорізька – 661 тис. га; Харківська – 527 тис. га; Одеська – 532 тис. га та Дніпропетровська – 505 тис. га. Що стосується обсягів зібраного врожаю, лідерами стали такі області: Харківська, Запорізька, Дніпропетровська. Ці регіони забезпечують значну частку загальноукраїнського виробництва пшениці, що робить їх стратегічно важливими для аграрного сектору країни [31].

На додаток, Україна займає провідні позиції серед світових експортерів пшениці, що свідчить про високу якість її зерна. Розвиток технологій вирощування, оптимізація посівних площ та ефективне управління аграрною галуззю дозволяють Україні зберігати свою конкурентоспроможність на світовому ринку.

Зростання попиту на зернові культури у світі ставить перед Україною виклики, але водночас відкриває значні можливості для розвитку аграрного сектору, залучення інвестицій і зміцнення економіки.

У степовій зоні України вирощується найбільша кількість озимої пшениці, яка є основною зерною культурою країни. Щороку саме цей регіон забезпечує 45 - 55% від загальної площі посівів озимої пшениці, що робить його ключовим для виробництва зерна [70].

Основна мета вирощування озимої пшениці — забезпечення людей хлібом та іншими виробами з борошна.



Озима пшениця відноситься до холодостійких однорічних культур, які добре пристосовані до зимових умов. Вона представлена різними видами, формами та різновидами, які дають змогу вирощувати її в різних кліматичних умовах. Основними видами є м'яка пшениця (*Triticum aestivum* L.), яка має універсальне застосування та високу врожайність. Її зерно використовується для випікання хліба, виготовлення кондитерських виробів і круп та тверда пшениця (*Triticum durum* Desf.), яка відрізняється вищим вмістом білка та використовується для виробництва макаронних виробів і круп.

Висока врожайність і стійкість до несприятливих умов роблять озиму пшеницю стратегічно важливою культурою для забезпечення продовольчої безпеки України. Її вирощування залежить від впровадження сучасних технологій, правильної селекції сортів і підтримання родючості ґрунтів. У степовій зоні, з її сприятливими кліматичними умовами та великою кількістю посівних площ, ці фактори забезпечують стабільний високий врожай зерна.

Сорти м'якої пшениці поділяються на слабкі, пшениці-філери, цінні та сильні [50].

Борошно сильних сортів пшениці має унікальну властивість покращувати якість слабого борошна. При додаванні 25 – 30 % такого борошна в суміш із слабкими сортами воно значно підвищує хлібопекарські якості: випечений хліб стає високим, пористим і м'яким. За цією здатністю сильні пшениці поділяють на задовільні, добрі та відмінні поліпшувачі.

Цінні сорти пшениці також використовуються для випікання хліба. Борошно з таких сортів дає можливість отримувати хліб із великим об'ємом, міцною формою та гарною текстурою м'якуша, що важливо для якісної випічки.

На відміну від м'якої, тверда пшениця характеризується підвищеним вмістом білка (16 - 18%). Однак борошно з твердих сортів менш підходить для випікання хліба через те, що він виходить низьким за об'ємом і швидше черствіє. Незважаючи на це, тверда пшениця незамінна в макаронній промисловості. Завдяки високій якості її клейковини макаронні вироби з такого

борошна добре тримають форму під час варіння, не розварюються і мають приємний жовтуватий відтінок.

Тверду пшеницю також застосовують для виготовлення спеціального сорту борошна – крупчатки, яке має грубішу структуру, та для виготовлення манної крупи, що є основою для багатьох страв. Високий вміст білка й унікальні властивості роблять її незамінною для певних галузей харчової промисловості [6].

Отже, м'яка і тверда пшениця виконують різні функції в сільському господарстві й харчовій промисловості, доповнюючи одна одну в забезпеченні населення різноманітними продуктами харчування.

У виробничій сфері під час закупівлі та продажу зерно м'якої та твердої пшениці класифікують залежно від якості відповідно до національного стандарту ДСТУ 3768-2019. Згідно з цим стандартом, тверда пшениця поділяється на п'ять класів, а м'яка на чотири класи. Така класифікація враховує показники, що визначають якість зерна, і регламентується спеціальними додатками до стандарту.

М'яку пшеницю (1-3 класу) вважають продовольчою і використовують переважно для виготовлення борошна, випікання хліба та інших хлібобулочних виробів. Крім того, ці класи зерна є основою для експорту, оскільки відповідають міжнародним вимогам якості. Зерно м'якої пшениці четвертого класу використовується як для продовольчих, так і для непродовольчих потреб. Воно також підходить для експорту, хоча зазвичай його застосовують у виробництві кормів або інших промислових цілей.

Тверда пшениця завдяки своїм високим характеристикам частіше використовується в макаронній промисловості, а її класифікація дозволяє забезпечити необхідні стандарти для різних типів продуктів. У сучасних умовах така систематизація важлива не тільки для внутрішнього ринку, а й для міжнародної торгівлі, оскільки Україна є одним із ключових експортерів зернових культур, що потребує чіткої відповідності стандартам якості.

Таким чином, поділ пшениці на класи дозволяє ефективніше використовувати її в різних галузях промисловості, забезпечуючи як продовольчі потреби населення, так і технічні чи експортні операції.

## **1.2 Ефективність внесення мінеральних добрив за вирощування озимої пшениці**

Використання мінеральних добрив у технології вирощування сільськогосподарських культур, в тому числі пшениці озимої є надзвичайно важливим заходом, що сприяє підвищенню урожайності та його якості. Їх позитивний вплив зумовлюється ще тим, що в останні роки вміст поживних речовин у ґрунті поступово зменшується, а ті які є містяться у важкорозчинній формі, тоді як засвоювальна здатність кореневої системи пшениці озимої є недостатньо високою. Високу врожайність зерна вона формує на родючих структурних ґрунтах з рН від 5,8 до 7, які добре забезпечені поживними елементами і вологою. Дослідженнями встановлено, що новостворені сорти пшениці озимої які відносяться до високо інтенсивного типу надзвичайно гостро реагують на рівень родючості ґрунту [1, 35, 61, 60]. Такі сорти на зниження рівня агрофону реагують сильніше, ніж на його підвищення [2, 41, 78]. При цьому важливе значення має внесення основних макроелементів – азоту, фосфору та калію. Необхідність внесення мікроелементів проявляється лише за гострої нестачі їх у ґрунті. Особливу значимість має внесення азотних добрив, оскільки азотне живлення має бути оптимальним упродовж усіх етапів формування врожайності. За виносом мінеральних елементів з ґрунту пшениця озима відноситься до азотофільних рослин: 1ц зерна забирає з ґрунту в середньому азоту 3,35 кг, фосфору – 1,1 кг і калію – 2,3 кг. Однак, на початку вегетації особливо цінними є фосфорно-калійні добрива, які сприяють кращому розвитку її кореневої системи і нагромадженню в рослинах легкокорозчинних вуглеводів, підвищенню їх морозостійкості. Критичними періодами у пшениці озимої щодо

забезпеченості рослин елементами живлення є осінній: появи сходів - припинення вегетації, коли рослини дуже чутливі до нестачі азоту і фосфору, і весняний – початок відновлення вегетації - вихід в трубку, коли рослини чутливі до нестачі азоту [20, 23]. Особливості живлення рослин чітко проявляються не лише у використанні певної норми азоту, фосфору і калію, а й у ефективному співвідношенні між цими елементами, що має значно більше значення, ніж кількість їх внесення. Потребу в елементах мінерального живлення рослини забезпечують за рахунок ґрунтової родючості, та внесених добрив [75]. При цьому пшениця озима незалежно від типу ґрунту краще всього відкликається на азотні добрива, які підвищують її врожайність на 1,2 - 1,5 т/га. Тоді як приріст від фосфорних добрив не перевищує 0,2 - 0,3 т/га [72]. Більш дієвим є внесення повного мінерального добрива [18]. Щоб одержувати максимальну врожайність високої якості зерна необхідно правильно поєднувати основні елементи живлення [82]. У виробничих умовах вносять у ґрунт парне (NP, NK, PK) або повне мінеральне добриво (NPK) перед сівбою озимої пшениці. Рядкове удобрення сприяє збільшенню врожайності зерна, але воно практично не впливає на поліпшення його якості. Позитивний вплив азотних і фосфорних добрив внесених як окремо, так і сумісно на продуктивність і якість, підтверджується багато чисельними дослідями Г.П. Жемели [27]. За даними учених як вітчизняних так і закордонних, у середньому тонна мінеральних добрив забезпечує приріст урожаю зерна пшениці озимої біля 4,5 т/га. З іншого боку, істотний вплив на врожайність мають умови зволоження. Із збільшенням продуктивної вологи в ґрунті загальний винос NPK підвищується. Найбільш економно поживні елементи використовуються рослинами за оптимального (70% НВ) волого забезпечення. За погіршення волого забезпечення витрати на отримання однієї тонни зерна добривами збільшуються. Окрім цього важливою умовою ефективного засвоєння елементів живлення є стан розвитку кореневої системи, який залежить також від рівня родючості ґрунту, забезпечення його вологою та ураженості рослин хворобами [62]. В дослідях Бондаренка В. І. підвищення азотно-фосфорний

фону впливало позитивно на ріст та розвиток кореневої системи пшениці озимої. Згідно отриманих результатів, для активного розвитку вторинної кореневої системи необхідна достатня забезпеченість ґрунту нітратами, особливо, на час відновлення весняної вегетації. Однак, саме в цей період їх вміст є недостатнім, що вказує на необхідність проведення першого підживлення посівів азотними добривами, що містять нітратну форму [11, 12, 13]. Тоді як осіннє внесення азотних добрив потрібно регламентувати залежно від строків сівби пшениці та попередників. За більш пізньої сівби після культур, що збіднюють ґрунт на нітратний азот доцільно їх збільшити, а за ранньої – після культур, що сприяють активізації процесів мінералізації рослинних решток, потрібно навпаки зменшити [59].

У інтенсивній технології вирощування пшениці озимої система удобрення є однією із найбільш затратних чинників, особливо, за теперішніх цін на мінеральні добрива. Тому річну норму азоту потрібно розподілити так щоб були враховані потреби рослин стосовно кожного етапу органогенезу, оскільки на їх фізіологічний стан матиме негативний вплив як дефіцит азоту, так і його надмірно висока норма, зокрема, за осінньої вегетації [33]. Проведені дослідження показують, що диференційоване внесення азотних добрив на фоні фосфорно-калійних на другому, четвертому та сьомому етапах органогенезу (N30+60+30) сприяло вмісту в зерні запасних білків, альбумінів і глобулінів [30]. Як видно з результатів досліджень азотні добрива внесенні в якості підживлення здатні швидко впливати на стан посівів незалежно від сорту, що є актуальним при формуванні системи азотного живлення [14, 15]. Нестача азоту сповільнює ростові процеси в рослинах, порушує терміни проходження фаз розвитку, сприяє передчасному дозріванню, різко зменшує в зерні вміст білку і клейковини. Тоді як надмірне азотне живлення знижує стійкість рослин пшениці озимої до перезимівлі, хвороб, вилягання, збільшує вміст нітратів в зерні понад екологічно-допустимі норми [16]. Згідно даних вплив мінеральних добрив посилюється за розміщення пшениці озимої на

бідних на поживні елементи ґрунтах і після культур, які виносять із ґрунту значну їх кількість [64].

Азотні добрива мають істотне значення тоді, коли їх внесення під пшеницю озиму дозволяє отримати продовольче зерно другого - третього класу якості [3, 8, 9, 68, 74]. Їх внесення на початку вегетації сприяє інтенсивності росту рослин, а на наступних етапах розвитку відіграють важливу роль у формуванні зерна. За його оптимального забезпечення збільшується довжина колоса, кількості у ньому зерен, підвищується вмісту білка та клейковини [36]. Якщо азоту с ґрунті не достатня кількість, то жоден сорт не здатний сформувати зерно з високим вмістом білку і клейковини. Надходить азот в рослину за допомогою коренів або через листки під час позакореневого підживлення.

Незначна кількість азоту в період інтенсивного росту рослин впливає негативно на фізіологічні процеси, внаслідок чого затримується їх ріст, гальмується синтез конституційних і ферментативних білків. При цьому, як відмічають науковці норми азотних добрив, необхідні для отримання запрограмованого врожаю зерна пшениці озимої змінюються залежно від типу ґрунту.

Досліджень зарубіжних і вітчизняних вчених [76] показують, що внесення азотних добрив в якості підживлення доцільне за низького вмісту цього елемента в ґрунті, тоді як одноразове внесення високих норм в межах 180 – 240 кг/га є неефективним [52,78]. Найвища окупність добрив спостерігається за оптимальних норм їх внесення, а із збільшенням – зменшується [44]. Було встановлено, що за вирощування різних сортів пшениці м'якої озимої в умовах Північного Степу підживлення рослин за внесення 60 кг/га д. р. азоту наприкінці фази кушіння збільшило врожайності на 0,64 т/га [7]. А за підживлення пшениці озимої навесні азотом нормою 30 кг/га д. р. забезпечило підвищення врожаю у Степу на 2–3 ц/га, а в Лісостепу та Поліссі – на 2–5 ц/га [54].

За багаторічними науковим даними для отримання максимальної врожайності зерна пшениці озимої високої якості, необхідно одночасно з азотними добривами вносити в оптимальних співвідношеннях фосфорні й калійні [17, 40, 51]. За таких умов кожен кілограм азоту в добриві сприяє підвищенню вмісту білка в зерні на 0,05 % . При цьому дослідженнями було встановлено яку частку мають строки внесення добрив на формування вмісту клейковини в зерні пшениці озимої, зокрема, основне внесення забезпечує 55 % якості, весняне підживлення азотом – 15 %, позакореневі підживлення азотом – 10 %, а також ефективним виявилось підживлення в період наливу зерна .

Внесення мінеральних добрив під основний обробіток ґрунту чи передпосівну культивуацію в звичайних або невеликих дозах (30–45 або 60 кг/га поживних речовин) в більшості випадків не сприяє помітному поліпшенню якості зерна. Цього можна досягти, лише вносячи підвищені дози азотних добрив у поєднанні з фосфорними і калійними. Збільшувати дози азоту понад 90 кг/га в основному внесенні економічно не вигідно, тому що істотного збільшення врожайності не відбувається [28].

В дослідях проведених на чорноземі звичайному показано, що для одержання високої та стабільної врожайності пшениці озимої після багаторічних бобових трав можна обмежитись внесенням  $N_{10}P_{20}$ , а після колосових попередників і кукурудзи оптимальною дозою є  $N_{120}P_{60}K_{40-60}$ . Внесення більш високих норм  $N_{120-140}P_{120}K_{80-120}$  не сприяло підвищенню продуктивності і поліпшенню технологічної якості зерна. До такої ж думки прийшли після довготривалих досліджень і ряд інших дослідників як в Україні, так і за її межами [27, 39 ].

Розрізняють прикореневе та листкове підживлення. Головне завдання кореневого підживлення – активізація ростових процесів, тоді як листкове поліпшує якість продукції.

Позакоренево можна підживлювати всі посіви пшениці озимої незалежно від фону – ефект буде вагомим, проте показники якості зерна будуть вищими на

кращому фоні за рахунок збільшення норм азоту в передпосівному удобренні й позакореновому підживленні [37].

Науковці встановили, що на чорноземах глибоких мало гумусних з високим вмістом рухомих форм фосфору та калію за вирощування пшениці озимої достатньо обмежуватись внесенням збалансованого удобрення по 60 кг діючої речовини [71]. А в дослідженнях, які проводили з пшеницею озимою м'якою у дослідному господарстві Інституту зернового господарства УААН, оптимальною дозою азотних добрив є N45 [24].

У дослідах, що проводилися на дослідному полі в с. Степне Полтавського району Полтавської області від внесення добрив покращувалися агрохімічні показники ґрунту, зокрема підвищувався вміст рухомих форм азоту, фосфору і калію [57].

Підживлення пшениці озимої азотними добривами навесні впливає на біологічну і зернову продуктивність її агрофітоценозів. Терміни проведення весняного азотного підживлення, його норми і кратність визначаються агрометеорологічними умовами, станом посіву, забезпеченістю його рухомими формами елементів живлення в ґрунті на конкретному полі [58]. Вчені відзначають, що додаткове підживлення рослин пшениці азотними добривами в період наливу зерна за умов достатнього волого забезпечення сприяє нагромадженню рослинами більшої біомаси, інтенсивності фотосинтезу та вмісту азоту, гальмуванню старіння листків. Проте одночасно з цим зменшується інтенсивність ре мобілізації азоту, тобто формування білка в зернівці відбувається, в більшості, за рахунок поглинання азотистих речовин із добрив. Тоді як для сортів високо інтенсивного типу характерним є в період молочно-воскової стиглості з подальшим транспортуванням його до зернівки посилене поглинання азоту з ґрунту. Проте для екстенсивних сортів майже весь азот в зерно надходить від нагромадженого у вегетативних органах до фази цвітіння. Такої думки дотримуються і інші науковці, стверджуючи, що від 65 до 70 % азотистих



речовин надходить в зерно із вегетативних органів, а решта 30 - 35% – за рахунок поглинання азоту з ґрунту та транслокації з кореневої системи.

Дослідженнями було встановлено, що поглинання азоту з ґрунту в певній мірі залежить від біологічних властивостей сорту пшениці озимої. Окремі генотипи пшениці, яким властива висока продуктивність після цвітіння тривалий час без додаткового підживлення азотом зберігають високий вміст зелених пігментів та інтенсивність фотосинтезу, що вказує на підвищену здатністю кореневої системи поглинати азотні сполуки із ґрунту на пізніх стадіях розвитку рослин.

На думку авторів для підвищення якості зерна, за достатнього волого забезпечення, доцільним є проведення підживлення сухими азотними добривами, зокрема аміачною селітрою або карбамідом у фазі колосіння. А за недостатнього волого забезпечення - водним розчином карбаміду з розрахунку 20 кг/га на 200 л води. Запізнення із строками підживлення знижує урожайність у 2 рази [73].

У результаті проведених досліджень з вивчення різних норм і співвідношень мінеральних добрив на темно-сірих опідзолених ґрунтах у Південно-західному Лісостепу України було встановлено, що найбільший приріст зерна пшениці озимої з поліпшенням його якості забезпечує повне мінеральне добриво з переважанням фосфору і азоту над калієм у співвідношенні N:P:K = 1:2:1 і 1,5:1,5:1 [55]. При цьому азотні добрива більш цінні для рослин навесні та влітку.

На основі досліджень проведених в умовах Німеччини, де середня температура в січні-лютому становить 0°C, та характерна значна кількість опадів у період вегетації була розроблена інтенсивна система удобрення, згідно якої перше підживлення азотними добривами в нормі 90 -130 кг/га д. р. проводять наприкінці січня – на початку лютого, друге – в кінці кущіння 20 -25 кг/га д. р. і третє – напередодні колосіння 60 - 80 кг/га д. р. . Тому, щоб встановити конкретну норму азоту для підживлення пшениці озимої її потрібно корегувати залежно від потреби на основі рослинної діагностики.

Дослідами, проведеними вченими Аргентинського університету фізіології рослин, встановлено, що вміст азоту в ґрунті і рослинах, його поглинання і характер розподілення у фазі повної стиглості істотно залежать від норм азотних добрив, що вносяться. Для отримання високого вмісту азоту в зерні рекомендується його вносити в нормі  $N_{20}$  через 14 днів після цвітіння. Аналогічні дослідження були проведені і в інших країнах.

Вченими встановлено, що формування врожаю здебільшого залежить від гідротермічних умов весни, від того, в якому стані перебувають озимі культури навесні після перезимівлі. Однак навесні кореневмісний шар ґрунту на полях озимих культур зазвичай збіднений на поживні речовини, особливо на азотовмісні сполуки, які легко вимиваються в глибші ґрунтові шари. Через це навесні для забезпечення активного старту рослин раннє підживлення рекомендовано проводити на більшості полів.

В останні роки аграрії норми внесення мінеральних добрив розраховують на заплановану врожайність. І чим вище запланована врожайність, то більше уваги в господарстві приділяють додатковому внесенню азоту [25]. При цьому вона буде залежати від багатьох факторів, в тому числі і від гідротермічних умов кліматичної зони. Так, більшість вчених вважають середніми нормами мінеральних добрив для пшениці озимої за інтенсивної технології в умовах Півдня України є 90 - 120 кг/га азоту, фосфору і калію. Наукова практика свідчить, що на півдні України за внесення 90 - 120 кг/га азоту та 30 - 90 кг/га фосфору під пшеницю озиму, розміщену по пласту люцерни, урожай зерна її зростає на 12,6 - 14,1 ц/га. А внесення добрив у поєднанні зі зрошенням забезпечує формування врожайності зерна пшениці озимої у середньому 60,7 - 62,6 ц/га. Приріст зерна становив від 14,4 до 22,9 ц/га. За більшої норми азоту відмічалось часткове вилягання рослин при наливі зерна, тому приріст врожаю зерна був дещо меншим.

Розподіл азоту по етапах органогенезу не тільки впливає на рівень врожайності але значно покращує його якість. Так, у дослідях Інституту землеробства за рахунок підживлення у фазі колосіння нормою азоту 20

кг/га д. р вміст клейковини від підвищився на 6,7 %. А у зоні Степу за даними Інституту зернового господарства, позакореневе підживлення пшениці озимої карбамідом в нормі 45 кг/га д. р. підвищило урожайність пшениці озимої на 2,2 ц/га, вміст сирого білка - на 1,7 %, сирого клейковини - на 4,9 %. Невчасне проведення підживлення пшениці озимої знижує урожайність від 20 до 30 % .

Ефективний вплив азотних добрив на якість врожаю за даними як вітчизняних, так і закордонних вчених спостерігається по мірі наближення часу їх внесення до періоду наливу зерна. Внесення азоту в пізні строки, збільшує кількість білка в зерні, сприяє збільшенню об'єму хліба. Однак, при кореновому живленні пізні внесення підвищених доз азоту позитивно впливає на нагромадження білка і поліпшення хлібопекарських якостей борошна лише в тих сортів, які мали генетичні ознаки високої якості.

Дослідженнями, проведеними впродовж 15 років Географічною мережею добрив було встановлено, що в зоні Лісостепу України на сірих лісових ґрунтах і чорноземах опідзолених ефективність азотних добрив в нормі 60, 90 і 120 кг/га д. р на фоні  $P_{60}K_{60}$  була нижчою на чорноземі опідзоленому на 7,8 – 9,7 ц/га врожаю пшениці озимої, а на чорноземах типових - на 6,8 – 8,4 т/га. Нижчою вона була і на чорноземах звичайних. Збільшення норми азоту з підвищенням рівня фосфорно-калійного живлення не залежало від типу ґрунту. Різні норми фосфору на фоні НК забезпечували прирости врожаю пшениці озимої на чорноземах типових від 0,22 до 0,66 т/га і на чорноземах звичайних від 0,25 до 0,57 т/га. Калійні добрива також сприяли підвищенню врожайності на всіх типах ґрунтів, при цьому рівень її залежав від запасів обмінного калію в ґрунті. При цьому науковці вважають на ґрунтах із середніми запасами калію найвищу віддачу забезпечує норма  $K_{90}$ . Оскільки збільшення норми калію на фоні  $N_{90}P_{90}$  понад цю норму негативно впливає на якість зерна. Максимальний приріст врожаю на чорноземах типових було отримано за внесення  $N_{150-240}P_{120-180}K_{120-180}$  .

Згідно даних багатьох досліджень, щоб не порушувати рівноваги в природі, має бути досягнутий компроміс між економічними інтересами, що переслідуються системою добрив, і екологічними, спрямованими на недопущення погіршення стану довкілля [77]. У країнах Європейського Союзу існують екологічно допустимі норми внесення азотних добрив. Дослідженнями, проведеними в Інституті сільськогосподарської мікробіології НААН України встановлено фізіологічно оптимальні і доцільні норми внесення азоту під пшеницю озиму. Так, на лучно-чорноземному ґрунті екологічно-оптимальною дозою азоту є 30 кг/га, екологічно-доцільною – 60 кг/га а екологічно-компромісною – 90 кг/га. Звичайно, із ростом норм азоту врожайність пшениці озимої відповідно зростала, однак подальше збільшення дози з  $N_{90}$  до  $N_{120}$  забезпечило приріст врожаю зерна лише на 0,16 т/га. Тобто, додаткова норма в  $N_{30}$  практично пішла на забруднення довкілля [5]. Тому, з точки зору відновлювальних систем родючості ґрунту найбільш ефективною є комплексна органо-мінеральна система удобрення. В сучасних умовах виснажливого сільськогосподарського виробництва актуальність її зростає [47, 63]. В дослідках Хмельницької державної сільськогосподарської дослідної станції найвищу продуктивність п'ятипільної сівозміни і позитивний баланс гумусу було отримано за внесення на 1 га сівозмінної площі 8 тонн органічних добрив та мінеральних добрив в нормі  $N_{55}P_{30}K_{60}$ , а також заорювання соломи та сидератів [10]. Тому, між економічними інтересами і екологічними має бути досягнутий компроміс [77].

У дослідженнях про вплив одноразового чи роздільного внесення азотних добрив на ріст і розвиток рослин пшениці озимої, формування врожаю зерна та його якості, у різних ґрунтово-кліматичних зонах, є різні дані [27]. Одні дані відмічають, що в зонах Степу та Центрального Лісостепу, роздільне внесення азоту є недоцільним, оскільки від цього агрозаходу економічно обґрунтованого приросту врожаю не встановлено. Тоді як за недостатнього азотного живлення впродовж вегетації зменшується

інтенсивність кущення, посилюється редукція продуктивних стебел і колосків, формується щупле зерно [19].

Інші результати отримали в своїх дослідках Черенков А. В., Козельський А. М. [80]. Вони встановили, що в умовах Північного Степу України максимальну урожайність пшениця озима після чорного пару забезпечила на варіантах де було внесено перед сівбою повне удобрення з подальшим підживленням карбамідно-аміачною сумішшю рано навесні у фазі кущення і виколошування. За такої системи удобрення рівень урожайності становив 7,3 т/га, вміст білку в зерні складав 13,9 %, і клейковини 26,6 %.

На думку окремих дослідників, внесення високих доз азотних добрив одноразово під посів, негативно впливає на проходження фізіологічних процесів в рослині. Формується більша за оптимальну площа листків в результаті знижується їхня фотосинтетична діяльність. Рослини стають більш видовженими, зменшується механічна міцність стебел, збільшує схильність до вилягання. Все це негативно відображається на урожайності.

Ряд вчених, провівши дослідження в різних ґрунтово-кліматичних зонах встановили, що за роздрібного внесення азотних добрив рослини пшениці озимої краще поглинають азот, покращується його використання, формується більш висока врожайність. За даними Авдоніна Н. С., на дерново-підзолистих ґрунтах поетапне внесення азоту забезпечує приріст врожаю зерна від 4.7 до 10,2 ц/га. Аналогічну закономірність отримали вчені з Миронівського Інституту Пшениці ім. В. М. Ремесла УААН. В їхніх дослідках, проведених після гороху на зерно, на слабо вилугуваному чорноземі, на фоні  $P_{90} K_{90}$  найвищу врожайність озимої пшениці і якість зерна отримано за внесення азотних добрив у три прийоми: рано навесні, перед виходом рослин у трубку, в період виколошування.

Внесення під культивуацію азотних добрив на фоні  $P_{40}K_{40}$  восени в нормі  $N_{20}$  з подальшим підживленням рано навесні  $N_{20}$  і в фазі колосіння  $N_{20}$  забезпечило приріст урожайності озимої пшениці в умовах Західного Лісостепу в середньому за три роки 0,89 т/га [46],

Згідно даних досліджень рослини озимої пшениці в осінній період засвоюють азот в незначних кількостях. Так, за даними Нікітішен В. І. пшениця озима посіяна на чорноземах опідзолених спожила восени близько 14 - 16 кг/га азоту, а за даними Сайко В. Ф. [66] – 8 -12 кг/га. Аналогічної думки дотримується і Козар С. В. [32].

Вплив азоту на формування елементів урожайності по етапах органогенезу зернових культур, в тому числі пшениці було вивчено Куперман Ф. М.. За її даними в азотному живленні перший критичний період спостерігається рано навесні в період інтенсивного кущення, а другий - на початку виходу рослин в трубку, оскільки за його недостатньої кількості сповільнюються процеси кущіння, зменшується довжина колоса, число колосків і квіток у ньому [38].

Поетапне застосування азоту на сучасних нового покоління сортах в поєднанні із засобами захисту рослин від хвороб є основним при вирощуванні озимої пшениці за інтенсивною технологією в Україні та країнах Європейського Союзу [21, 22, 67]. За такої технології товаровиробники зерна озимої пшениці отримують в різних ґрунтово-кліматичних зонах від 8,0 до 10,0 т/га високо якісного зерна.

Таким чином, використання мінеральних добрив, зокрема азотних, повинно бути основним чинником серед технологічних заходів, направлених на отримання високої врожайності та якості зерна озимої пшениці. Однак слід обов'язково враховувати ґрунтово-кліматичні умови і біологічні властивості сорту.

## РОЗДІЛ 2

### УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1. Ґрунтові та кліматичні умови зони проведення досліджень

Львівська область розташована на заході України і характеризується різноманітними ґрунтово-кліматичними умовами, що істотно впливають на сільське господарство та вирощування різних сільськогосподарських культур. Ці умови визначають продуктивність ґрунтів, їх родючість, а також можливості для сільськогосподарських робіт. Вивчення ґрунтово-кліматичних особливостей Львівської області є важливим для підвищення ефективності аграрного виробництва.

Ґрунти Львівської області мають значну різноманітність, що зумовлено різними кліматичними, топографічними та геологічними умовами. Основними типами ґрунтів є чорноземи, підзолисті, сірі лісові, а також гірські ґрунти в передгір'ях Карпат.

Чорноземи займають значну частину території області і є одними з найбільш родючих ґрунтів. Вони забезпечують високу врожайність завдяки високому вмісту органічної речовини, поживних елементів та гарній водо- та повітропроникності. Чорноземи в Львівській області використовуються для вирощування зернових, технічних культур, а також для садівництва та овочівництва. Вони забезпечують оптимальні умови для розвитку кореневої системи рослин.

Сірі лісові ґрунти є поширеними в лісових та лісостепових зонах області. Вони менш родючі, ніж чорноземи, але все ж таки придатні для вирощування різних культур. Ці ґрунти характеризуються помірною кислотністю, що потребує внесення вапна для покращення їх родючості. Сірі лісові ґрунти часто використовуються для вирощування картоплі, овочів та деяких зернових культур.

Гірські ґрунти поширені в передгір'ях та гірських районах Карпат. Ці ґрунти мають низький вміст поживних речовин, але завдяки специфічним агрономічним методам вони можуть використовуватись для вирощування

спеціалізованих культур, таких як картопля, капуста та інші. Вони потребують інтенсивного обробітку та внесення добрив для забезпечення високих урожаїв. Підзолисті ґрунти утворюються на місцях з надмірним зволоженням і характеризуються низьким вмістом органічних речовин. Вони переважно зустрічаються в зонах з великим рівнем опадів і вимагають ретельного догляду, зокрема регулярного внесення органічних та мінеральних добрив для підвищення їх родючості. На цих ґрунтах часто вирощують зернові культури, а також окремі види овочів.

Водний режим ґрунтів Львівської області визначається як природними опадами, так і водоносними горизонтами, які забезпечують постійне надходження вологи в ґрунт. Велика кількість опадів протягом року дозволяє підтримувати стабільний водний режим, однак деякі райони можуть переживати тимчасові посухи, особливо в літній період, коли випаровування води зростає.

Дослідження, покладені в основу кваліфікаційної роботи, проводилися на дослідних полях Навчально-наукового центру Львівського національного університету природокористування, що знаходяться на теренах Львівського району Львівської області. Дослід було закладено після ріпаку озимого на темно-сірому опідзоленому ґрунті, що характеризується в горизонті НЕ (0 – 30 см) невисокою кількістю гумусу – 2,8 %, достатньо насичений основами – 23,9 мг-екв./кг ґрунту і слабо кислою реакцією ґрунтового розчину - рН 5,8 (табл. 2.1). Завдяки ліпшій гумусованості вони більш структурні, а тому менш схильні до запливання.

Таблиця 2.1 - Агрохімічна характеристика ґрунту під дослідом

Глибина орного шару, см	Вміст гумусу, %	рН сольової витяжки	Сума ввібраних основ, мг-екв./кг ґрунту	Вміст поживних речовин, мг на кг ґрунту		
				легкогідролізований азот, N	рухомий фосфор, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	обмінний калій, K <sub>2</sub> O
0 – 30	2,8	5,8	23,9	108	92	96



З агрохімічних показників видно, що даний ґрунт має низький рівень забезпеченості рухомим азотом - 108 мг на кг ґрунту, а рухомим фосфором та обмінним калієм середній – відповідно 92 і 96 мг на кг ґрунту. Рухомі форми фосфору визначали за методами Чирікова, а калію за Масловою.

Львівська область знаходиться в зоні помірного клімату, що відзначається помірно теплими і вологими умовами. Клімат тут континентальний, з помітним впливом Атлантики, що визначає велику кількість опадів і помірні температури. В середньому річна температура повітря складає близько 8 - 9°C, з помірно холодними зимами і теплими літами. Це сприяє розвитку сільськогосподарських культур, особливо в тих регіонах, де забезпечена достатня кількість вологи.

Зима в області помірно холодна, з середньою температурою січня від -4°C до -7°C, що дозволяє вирощувати озимі культури, зокрема пшеницю. Літо тепле з середньою температурою липня близько +18 – 19°C, що є сприятливим для росту багатьох культур, таких як зернові, картопля, овочі. Влітку часто випадають дощі, які підтримують необхідний рівень вологості в ґрунті.

Опади на території Львівської області розподіляються нерівномірно. Найбільше опадів випадає в літній період, що забезпечує достатню вологість ґрунтів. Загальна кількість опадів коливається від 600 до 800 мм на рік, що є достатнім для вирощування більшості культур, однак деякі зони можуть зазнавати дефіциту вологи під час тривалих посух.

Забезпечення рослин достатньою кількістю води критично важливе для зростання культур. У Львівській області спостерігається вдале поєднання опадів і ґрунтових вод, що дозволяє забезпечити високий рівень врожайності при правильному обробітку ґрунту та організації водного режиму.

Для забезпечення стабільних урожаїв важливо враховувати не тільки ґрунтово-кліматичні умови, але й застосовувати науково-обґрунтовані сівозміни. Важливими є також методи обробітку ґрунту, внесення органічних та мінеральних добрив, вапнування для підтримки родючості ґрунтів і стабільного зростання рослин.

Ґрунтово-кліматичні умови Львівської області створюють сприятливі умови для сільськогосподарського виробництва, зокрема для вирощування озимої пшениці, інших зернових, овочів, а також картоплі, ріпаку, сої та буряків цукрових. Різноманітність ґрунтів і клімату дозволяє ефективно використовувати агротехнічні прийоми для отримання високих урожаїв. Водночас, наявність різних типів ґрунтів вимагає диференційованого підходу до обробітку ґрунту, сівозміни та удобрення.

Погодні умови за період досліджень з вересня 2023 року по серпень 2024 року мали свої особливості і подані в таблицях 2.2 і 2.3. Як температура повітря, так кількість і розподіл опадів по місяцях вегетації озимої пшениці дещо відхилялися від середніх багаторічних показників, що вплинуло на величину і якість урожаю зерна.

Так, у 2023 році за кількістю вологи в орному шарі ґрунту всі місяці осені: вересень, жовтень і листопад були сприятливими для проведення посівної кампанії та отримання своєчасних дружних сходів та розвитку рослин пшениці озимої. В сумі за три місяці кількість опадів була більша на 44 мм відносно середньо багаторічних даних, а у грудні на 14 мм. При цьому розподіл опадів по місяцях був більш-менш рівномірним. Грудень порівняно до середньо багаторічних показників був теплішим на 3,3<sup>0</sup>С. За середньомісячної температурі + 1,3<sup>0</sup>С і кількості опадів у вигляді дощу на рівні 71 мм рослини періодично продовжували вегетацію.

Таблиця 2.2 - Середньомісячна температура повітря в період росту і розвитку пшениці озимої ( дані метеостанції м. Львів)

Роки	М і с я ц і												За рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2023	1,9	-0,0	4,6	7,8	14,0	17,0	19,6	20,9	17,1	11,1	3,8	1,3	9,9
2024	-1,2	5,6	5,7	11,2	15,7	19,4	21,4	20,8	17,2	-	-	-	-
Норма	-3,8	-2,3	0,5	8,1	12,9	16,3	18,6	17,8	13,4	8,1	2,6	-2,0	7,5

У 2024 році помісячний аналіз отриманих гідротермічних даних показав, що температура повітря в січні була вищою порівняно до середньо багаторічної. Так, якщо середня багаторічна температура другого місяця зими становила мінус 3,8<sup>0</sup>С то в 2024 році мінус 1,2<sup>0</sup>С, що на 2,6<sup>0</sup>С вище норми. Рекордно теплим видався лютий. За температури плюс 5,6 різниця становила 7,9<sup>0</sup>С. За цих два місяці випало і більше опадів. За норми 83 мм їх випало на 42 мм більше. Особливо багато опадів випало в січні – 75 мм, проти 40 мм за середньо багаторічних.

Слід відмітити, що в подальшому, починаючи з березня, у всіх місяців аж до збирання врожаю пшениці озимої середньомісячна температура повітря була вищою від середньо багаторічних показників. Різниця становила 3,3<sup>0</sup>С. У березні вона була вищою на 5,2<sup>0</sup>С. Опадів в березні випало на 35 мм більше. За таких умов польові роботи розпочали вже в першій декаді місяця. Вища за 5<sup>0</sup>С температура повітря і достатня кількість вологи в ґрунті сприяло швидкому відновленню вегетації та розвитку рослин пшениці озимої. Відповідні гідротермічні умови спостерігалися і в квітні, тобто температура повітря була вищою на 3,1<sup>0</sup>С, а кількість опадів на рівні багаторічної.

Таблиця 2.3 - Середньомісячна кількість опадів в період росту і розвитку пшениці озимої (дані метеостанції м. Львів)

Роки	М і с я ц і												Сума за рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2023	49	64	68	49	24	108	120	65	59	66	70	71	813
2024	75	50	79	53	8	96	76	74	90	45	-	-	-
Норма	40	43	44	51	75	93	82	67	58	47	46	57	703

Такі, погодні умови цього місяця прискорили розвиток рослин пшениці озимої, зокрема вихід в трубку. Дещо інші умови були в травні. За достатньо теплої погоди кількість опадів випало катастрофічно мало – всього 8 мм. Однак, запас вологи який утворився в березні – квітні був достатнім для

нормального росту і розвитку рослин. З іншої сторони відсутність вологи у верхньому шарі ґрунту сприяло кращому розвитку кореневої системи, що в подальшому позитивно вплинуло на формування урожайності зерна з високими показниками якості. Всі літні місяці, за кількістю опадів були близькими до середньо багаторічних показників. Дещо менша кількість опадів у серпні сприяла не лише нормальному відтоку пластичних речовин з листків у зернівки, але дало можливість вчасно і без втрат зібрати врожай.

## 2.2. Методика проведення досліджень

Вивчення ефективності різних форм азотних добрив та строків їх внесення по етапах розвитку рослин на врожайність озимої пшениці проводили в умовах дослідного поля кафедри технологій у рослинництві ЛНУП, що знаходиться на території Львівщини, впродовж 2023 – 2024 років методом польових і лабораторних досліджень за такою схемою:

1. Контроль (без добрив).
2.  $P_{90}K_{120}$  + аміачна селітра  $N_{45}$  перед сівбою
3.  $P_{90}K_{120}$  + карбамід  $N_{45}$  перед сівбою
4.  $P_{90}K_{120}$  + аміачна селітра:  $N_{45}$  перед сівбою +  $N_{60}$  в III-му +  $N_{60}$  в IV-му етапах органогенезу
5.  $P_{90}K_{120}$  + карбамід:  $N_{45}$  перед сівбою +  $N_{60}$  в III-му +  $N_{60}$  в IV-му етапах органогенезу

Повторність досліді 3-ри разова. Розмір ділянок: посівної – 150 м<sup>2</sup>, облікової – 100 м<sup>2</sup>. Схематичний план передбачав розміщення варіантів в досліді систематичним методом в одноярусній послідовності, який подано на рисунку 2.1.

I повторення					II повторення					III повторення				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

Дослід закладали з високопродуктивним сортом пшениці озимої Ілюзіон. Попередником під дану культуру був ріпак озимий. Добрива вносили в нормах відповідно до схеми досліду в формі аміачної селітри ( $N - 34,6 \%$ ), карбаміду ( $N - 46,2\%$ ), суперфосфату ( $P_2O_5 - 19,5 \%$ ) і калійної солі ( $K_2O - 40,0 \%$ ).

До внесення добрив, перед сівбою, для визначення агрохімічної характеристики ґрунту, відбирали середній зразок з шару  $0 - 30$  см. В якому визначали легко гідролізований азот, доступні рослинам форми фосфору і калію, суму ввібраних основ та рН сольової витяжки згідно загальноприйнятих методик. Висівання насіння пшениці озимої провели 26 вересня 2023 року сівалкою СЗ-3,6. Упродовж вегетації фенологічні спостереження, проміри, обліки рослин й фізико-хімічні аналізи зерна проводили за сучасними методиками [25, 26]. Зокрема, фенологічні спостереження - за Методикою державного сортовипробування с-г культур. Елементи структури врожаю визначали шляхом відбору проб у першій і третій повторностях з  $0,33$  погонного метра з двох суміжних рядків у фазі повної стиглості [49].

Облік врожаю зерна пшениці озимої проводили шляхом суцільного обмолоту кожної ділянки комбайном Лан. У зерні визначали масу 1000 зерен – за ГОСТ 10842–89, вміст білку за ДСТУ 4117: 2007 та вміст клейковини за ГОСТ 13586.1–68. Хімічні аналізи ґрунту, рослин та зерна озимої пшениці проводили на кафедрі агрохімії і ґрунтознавства Львівського НУП.

Економічну ефективність використання різних форм азотних добрив під пшеницю озиму розраховували виходячи з отриманих фактичних даних на основі середніх цін, що склалися на ринку осінню 2024 року. Енергетичну ефективність вирощування озимої пшениці визначали за методикою описаною О. К. Медведовським та П. І. Іваненком [48]. За даними енергетичної ємності врожаю зерна та витрат енергії потраченої на вирощування озимої пшениці, вираховували коефіцієнт енергетичної ефективності (к. е. е.) досліджуваних варіантів. Отримані результати досліджень проведення польового досліду обробили методом дисперсійного аналізу з використанням програм ПІК «Agrostat», MS Office Excel.

### **2.3. Характеристика сорту та технологія вирощування озимої пшениці на досліді**

Пшениця озима м'яка с. **Ілюзіон** – оригінатор Чехія, Селген, а.с., Вузкумне центрум СЕЛТОН, с. р. о.. Рекомендована зона для вирощування: Степ, Лісостеп і Полісся. Різновидність – лютесценс. Занесений до “Державного реєстру сортів рослин України” в 2021 році

Сорт високо інтенсивного типу нового покоління, відноситься до високоврожайних і цінних середньо рослих пшениць. Висота рослин 82-90 см. Середньостиглий, вегетаційний період 260 - 274 днів. Маса 1000 зернин 45,2 - 50,6 г. Норма висіву насіння залежить від зони вирощування і наявності поживних елементів в ґрунті коливається від 4,5 до 5,5 млн. схожих насінин/га.

Характеризується високим генетичним потенціалом продуктивності, на високих фонах мінерального живлення формує урожайність у всіх ґрунтово-кліматичних зонах України на рівні 95 і вище ц/га. Сорт характеризується високою зимостійкістю (8 бал.) і посухостійкістю (7 бал.), має підвищену стійкість до полягання посівів (9 бал.), проростання та осипання зерна в колосі (8 бал.). Стійкий до ураження борошнистою росою (8 бал.), іржею бурою (8 бал.), фузаріозом колоса (9 бал.) та основними шкідниками в зоні вирощування.

Якість зерна. Натура зерна 736 г/л, вміст білку 13,2 - 14,8%, сирової клейковини – 28,4 – 31,2%,

#### **Технологія вирощування озимої пшениці на дослідній ділянці.**

Вирощували озиму пшеницю після ріпаку озимого. Підготовка ґрунту включала основний та передпосівний обробіток. Після збирання попередника поле дискували і через 10 днів проводили оранку плугом з передплужником на глибину 25 см. Після масового відростання бур'янів ґрунт двічі культивували на глибину 8 – 10 та 6 – 8 см в агрегаті з боронами. Добрива вносили згідно схеми дослідю. Із мінеральних добрив застосовували: аміачну селітру (N – 34,6 %), карбамід (46,2%), суперфосфат (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 19,5 %) і калійну сіль (K<sub>2</sub>O – 40,0 %). Для протруювання насіння використовували Вітавакс (3 л/т), наприкінці III

етапу органогенезу в боротьбі з бур'янами застосовували гербіцид гранстар – 25 г/га, з хворобами – фунгіцид рекс (0,6 л/га) у баковій суміші, а з шкідниками – інсектицид карате (0,2 л/га) (з врахуванням економічного порогу шкідливості). Сіяли озиму пшеницю кондиційним насінням за норми висіву 4,5 млн. схожих насінин на гектар сівалкою СЗ-3,6. Строк сівби: оптимальний для умов зони – 26 вересня.

Збирання проводили методом суцільного обмолоту ділянок комбайном Лан при повній стиглості зерна, яке перераховували на стандартну 14% вологість та засміченість.

## РОЗДІЛ 3

### ВПЛИВ ФОРМ І СТРОКІВ ВНЕСЕННЯ АЗОТНИХ ДОБРИВ НА ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

#### 3.1. Розвиток рослин пшениці озимої у осінній період вегетації залежно від форм азотних добрив

Ґрунтово-кліматичні умови Західного Лісостепу України є найбільш сприятливими для ефективного виробництва сільськогосподарських культур, в тому числі і озимої пшениці. Однак, як показують багато чисельні дослідження, в останні роки в зв'язку із зміною клімату, отримати своєчасні і дружні сходи озимої пшениці в осінній період стає складно. Дуже часто це пов'язано з дефіцитом ґрунтової вологи в період оптимальних строків висіву насіння. Нестабільне ґрунтове зволоження верхнього шару особливо істотно впливає на ріст і розвиток озимої пшениці у між фазний період сівба – сходи. Згідно біологічних властивостей культури в умовах природного зволоження для отримання повноцінних сходів озимій пшениці потрібно щоб в шарі ґрунту 0 - 10 см під час висіву насіння було більше 10,0 міліметрів доступної вологи [53, 65]. Оскільки незалежно від сорту і агротехнічних заходів насіння озимої пшениці втрачає схожість і зовсім не проростає за наявності продуктивної вологи 5,0 міліметрів і менше [23, 29]. Хоч досліджень щодо впливу на польову схожість таких агрозаходів як глибина розміщення та норма висіву насіння, термін і спосіб сівби вивчалися багатьма вченими проте основними залишаються температура і вологість ґрунту в період проростання насіння. В дослідях Лихочвора В. В. [42] найшвидше проростало насіння за температури в ґрунті 20 – 25°C, але найвищу польову схожість було отримано за температури 15 – 17°C за наявності в шарі ґрунту 0 – 20 см продуктивної вологи 25 - 40 мм. В цілому, щоб насінина проросла і дала сходи її потрібно набрати суму ефективних температур 141°C. При цьому недостатнім залишається вивчення впливу на польову схожість дії рівнів удобрення. В одних дослідженнях



мінеральні добрива не впливають на ефективність проростання насіння, а в інших, спостерігався їх значний вплив, зокрема в сторону підвищення.

У нашому досліді за вивчення впливу умов забезпечення насіння в період проростання мінеральними елементами було встановлено, що із їх підвищенням в ґрунті польова схожість зростала (табл. 3.1). Якщо, на контролі де добрив не вносили насіння озимої пшениці сорту Ілюзіон мало схожість на рівні 83,6 то на удобрених ділянках з внесенням азоту в нормі  $N_{45}$  у формі аміачної селітри і карбаміду на фоні  $P_{90}K_{120}$  – становила в середньому 87,5 %. Різниця складала 3,9 %. При цьому було відмічено незначне зменшення, всього на 0,5%, польової схожості за внесення азоту у формі карбаміду. Слід відмітити, що завдяки належним гідротермічним умовам насіння в цілому по досліді мало високу схожість – 86,2%. За період з серпня по жовтень, коли проводили підготовку ґрунту, висівали насіння температура ґрунту та кількість опадів були в межах багаторічних показників.

Таблиця 3.1 – Вплив форм азотних добрив на густоту сходів та польову схожість насіння озимої пшениці в осінній період 2023 року

Удобрення	Густота сходів, шт./м <sup>2</sup>	Польова схожість насіння, %	Приріст до контролю	
			схожість, %	рослин, шт./м <sup>2</sup>
Контроль – без добрив	376	83,6	-	-
$P_{90}K_{120}$ + аміачна селітра $N_{45}$ перед сівбою	395	87,8	4,2	19
$P_{90}K_{120}$ + карбамід $N_{45}$ перед сівбою	393	87,3	3,7	17

За такої схожості насіння густота сходів за норми висіву 4,5 млн. схожих насінин/га становила на контролі без добрив 376, а за удобрення – 394 рослини на 1 м<sup>2</sup>, або була більшою в середньому на 18 рослин.

Після сходів рослини озимої пшениці за сприятливих гідротермічних умов активно засвоюючи мінеральні елементи інтенсивно розвивають кореневу систему та нагромаджують надземну масу.

З літературних джерел відомо щоб краще перенести мінусові температури зимових місяців рослини мають сформувати неменше три – чотири пагони та загартуватися .

Наявні експериментальні дані вказують на те, що ростові процеси, які обумовлюють такі показники, як нагромадження вегетативної надземної маси, висоту, кількість листків на одній рослині, істотно залежать від цілого ряду різних факторів, що виникають впродовж всього періоду вегетації восени.

В процесі вегетації розвиток рослин озимої пшениці в осінній період в тій чи іншій мірі змінювався залежно від умов живлення (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Вплив умов живлення на розвиток рослин озимої пшениці сорту Ілюзіон в осінній період

Рівні удобрення	Сира маса 100 рослин, г	Суха маса 100 рослин, г	Висота, см	Кількість листоків на 1 рослині, шт.
Контроль – без добрив	271	77,5	17,3	4,6
P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> + аміачна селітра N <sub>45</sub> перед сівбою	417	98,4	23,6	7,2
P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> + карбамід N <sub>45</sub> перед сівбою	398	96,7	21,9	6,8

Аналіз інтенсивності росту і розвитку рослин показав, що після закінчення вегетації перед входом у зиму у фазі початок кущіння на удобрених мінеральними добривами варіантах у порівнянні з контролем без добрив була більшою сира маса 100 рослин на 136,5 г, суха – на 20,1 г, висота рослин – на 5,45 см, а кількість листків – на 2,4 шт./рослину. При цьому істотної різниці між розвитком рослин від форм азоту не відмічено. Однак рослини вирощені на варіанті без добрив мали вміст сухої речовини на 4,6% більше від варіантів з добривами.

Отже, в умовах Львівщини на темно-сірому опідзоленому ґрунті, після ріпаку озимого, внесення азотних добрив в нормі N<sub>45</sub> на фоні P<sub>90</sub>K<sub>120</sub> у формі

аміачної селітри і карбаміду позитивно впливає на польову схожість насіння та ступінь розвитку рослин озимої пшениці в осінній період.

Одночасно з біометричними показниками ми проводили спостереження за настанням та тривалістю фаз розвитку рослин пшениці озимої (табл. 3.3).

Спостереження за розвитком рослин озимої пшениці сорту Ілюзіон восени показав, що він частково залежав від наявності елементів живлення. За кращих умов живлення скоротилася порівняно з неудобреною ділянкою тривалість періоду сівба - повні сходи на 1 день але збільшилася на 2 дні тривалість періоду сходи - початок кущення.

Таблиця 3.3 – Вплив умов мінерального живлення на настання і тривалість фаз вегетації озимої пшениці в осінній період 2023 р.

Фази розвитку	Рівні удобрення		
	контроль без добрив	Р <sub>90</sub> К <sub>120</sub> + аміачна селітра N <sub>45</sub>	Р <sub>90</sub> К <sub>120</sub> + карбамід N <sub>45</sub>
Сівба	26.09	26.09	26.09
Повні сходи	06.10	05.10	05.10
Тривалість: сівба – повні сходи, днів	10	9	9
Кущення - початок	31.10	1.11	1.11
Період: сходи – початок кущення, днів	25	27	27
Припинення осінньої вегетації	18.11	18.11	18.11
Кущення – припинення вегетації, днів	19	18	18
Період: сівба - припинення осінньої вегетації, днів	53	53	53

У цілому по досліді період вегетації рослин пшениці озимої у осінній період був на один день довшим на варіантах з удобренням.

Одним із критичних періодів у технології вирощування озимої пшениці є рівень перезимівлі посівів. В Україні, згідно статистичних даних в окремі роки загибель рослин озимої пшениці в зимовий період може складати від загальної посівної площі до 17%. Причин низького рівня перезимівлі посівів озимої

пшениці є багато. І одна з них це недостатній на час припинення осінньої вегетації розвиток рослин. Тому, вчасне і в достатній кількості забезпечення рослин поживними елементами позитивно впливає як на розвиток рослин, а відтак і на їх перезимівлю. Так, за даними досліджень, що були проведені в різних ґрунтово-кліматичних зонах України внесення мінеральних добрив під сівбу істотно підвищує зимостійкість рослин озимої пшениці і їх виживання впродовж зими.

В нашому досліді загибель рослин озимої пшениці впродовж зимових місяців 2023 – 2024 років в середньому по варіантах була достатньо низькою і становила 14,1% (табл. 3.4). Основним фактором, що спричинився до такого стану перезимівлі рослин були погодні умови з грудня по березень. За достатньої кількості опадів середньомісячна температура на поверхні ґрунту в грудні 2023 року була вищою від середніх багаторічних показників на 3,3<sup>0</sup>С, у січні і лютому 2024 року – на 2,6 і 7,9<sup>0</sup>С відповідно. Саме такі умови, в основному, сприяли нормальній перезимівлі посівів і складала в середньому 85,9 %.

Таблиця 3.4 - Вплив умов мінерального живлення на перезимівлю рослин озимої пшениці сорту Ілюзіон

Рівні удобрення	Кількість рослин		Збереженість, %	Приріст до контролю	
	перед входом у зиму, шт./м <sup>2</sup>	весною після перезимівлі, шт./м <sup>2</sup>		перезиму вало, %	рослин, шт./м <sup>2</sup>
Контроль – без добрив	365	299	81,8	-	-
Р <sub>90</sub> К <sub>120</sub> + аміачна селітра N <sub>45</sub> перед сівбою	387	341	88,2	6,4	42
Р <sub>90</sub> К <sub>120</sub> + карбамід N <sub>45</sub> перед сівбою	381	334	87,6	5,8	35

Однак окрім метеорологічних умов рівень перезимівлі залежав від наявності в ґрунті поживних елементів. За нашими даними внесення добрив

перед сівбою у нормі  $N_{45}P_{90}K_{120}$  збільшило кількість збережених рослин сорту Ілюзіон в середньому з 81,8% до 87,9 %, або на 6,1 %. За такої різниці кількість рослин на  $m^2$  зросла в середньому на 39 штук. Істотного впливу різних форм внесених азотних добрив на рівень збереження рослин нами не відмічено. Різниця складала всього 7 рослин/ $m^2$  більше на варіанті з аміачною селітрою.

### **3.2. Вплив форм і строків внесення добрив на ріст і розвиток рослин озимої пшениці у весняно-літній період**

Після перезимівлі стабільне відновлення вегетації рослинами озимої пшениці у 2024 році розпочався в першій декаді березня. Таке раннє відновлення вегетації було спричинене різким потеплінням, коли стабільний перехід середньодобової температури повітря через  $0^{\circ}C$  спостерігався вже в третій декаді лютого, що на три тижні скоріше від середньо багаторічних термінів. У нашому досліді рослини озимої пшениці вегетацію відновили на всіх варіантах одночасно незалежно від наявності поживних елементів. Після відновлення вегетації на удобрених варіантах було проведено перше підживлення рослин азотними добривами у формі аміачної селітри і карбаміду з нормою азоту 60 кг д. р. на гектар. Внесення такої кількості азоту після відновлення вегетації прискорило ростові процеси в рослин озимої пшениці, збільшилася їх надземна вегетативна маса, як сира, так і суха (табл. 3.5). Так, у фазі “вихід у трубку” приріст сирої маси ста рослин під дією мінеральних добрив, які було внесено восени перед висівом насіння в нормі  $P_{90}K_{120} + N_{45}$  у формі аміачної селітри і карбаміду збільшився порівняно з контрольним варіантом у середньому на 426 г, або на 52,4 %. Найвищі показники сирої маси ста рослин забезпечив в цьому етапі органогенезу варіант на якому окрім осіннього внесення провели ранньовесняне підживлення аміачною селітрою у нормі  $N_{60}$ . За даного рівня удобрення сира маса ста рослин становила 1796 г, або збільшилася порівняно з контролем на 983 г, а відносно варіанту з рівнем удобрення  $N_{45}P_{90}K_{120}$  внесених перед сівбою на 562 г.

Таблиця 3.5 - Вплив форм і строків внесення добрив на ріст і розвиток рослин озимої пшениці

Фази розвитку	Показники	Рівні удобрення				
		Контроль – без добрив	$P_{90}K_{120}$ + аміачна селітра $N_{45}$ перед сівбою	$P_{90}K_{120}$ + карбамід $N_{45}$ перед сівбою	$P_{90}K_{120}$ + амселітра $N_{45}$ восени + $N_{60}$ в III + $N_{60}$ в IV етапі органогенезу	$P_{90}K_{120}$ + карбамід $N_{45}$ восени + $N_{60}$ в III + $N_{60}$ в IV етапі органогенезу
Вихід в трубку – IV етап органогенезу	сира маса 100 рослин, г	813	1234	1243	1796	1627
	суха маса 100 рослин, г	197	290	293	395	358
	висота рослини, см	36	51	49	67	64
	кількість листків на 1 рослині, шт.	9,6	13,8	14,2	18,4	17,6
	коефіцієнт кущіння	1,6	2,0	1,9	2,2	2,1
Стеблування - VII етап органогенезу	сира маса 100 рослин, г	1468	2346	2218	3483	3116
	суха маса 100 рослин, г	432	669	632	996	879
	висота рослини, см	74	85	83	98	96
	кількість листків на 1 рослині, шт.	12,8	17,4	17,2	19,6	18,8
Налив зерна – X етап органогенезу	сира маса 100 рослин, г	1376	2283	2178	3574	3247
	суха маса 100 рослин, г	771	1340	1276	1859	1688
	висота рослини, см	82	96	94	106	102
	кількість листків на 1 рослині, шт.	10,2	13,5	13,3	16,8	16,5

При цьому проведення ранньовесняного підживлення азотним добривом у формі карбаміду було менш ефективним порівняно з аміачною селітрою. Різниця в сирій масі ста рослин складала 169 г, або 10,4 %. Відповідна

закономірність спостерігалася і з нагромадженням рослинами озимої пшениці сухої маси.

У сьомому етапі органогенезу сира маса ста рослин значно збільшилася порівняно до маси рослин у фазі “вихід у трубку” на всіх варіантах досліді. Різниця в середньому по досліді складала 1183 г, або 88,1 %. При цьому від додаткового внесення азоту в нормі 60 кг/га д. р. у IV етапі органогенезу маса рослин збільшилася в порівнянні до осіннього та весняного удобрення в середньому на 1588 г, або на 92,8 %.

Різною була маса рослин у VII етапі і по варіантах. Якщо на контролі вона становила 1468 г, то на варіантах з рівнем удобрення  $N_{45}P_{90}K_{120}$  внесених під сівбу – 2282 г, що більше на 814 г. Збільшення норми азоту на 120 кг д. р. від попереднього рівня удобрення в результаті підживлення рано навесні у фазі кущення і фазі “вихід у трубку”, що відповідає IV етапу органогенезу, сира маса 100 рослин збільшилася в середньому по двох варіантах на 1018 г, або на 44,6 %. А відносно варіанта без добрив – на 1832 г, або на 124,8 %. На цих варіантах була відмічена і найвища маса сухої речовини. Вона складала 938 г.

Аналіз впливу різних форм добрив показав, що за внесення аміачної селітри маса рослин як сирої, так і сухої була вищою відносно карбаміду на 367 і 117 г відповідно.

У X-му етапі органогенезу надземна маса рослин у досліді змінювалася по іншому порівняно із попередніми етапами. Так, на контрольній ділянці і на варіантах де добрива були внесені лише восени сира маса зменшилася незалежно від форми добрив. На контрольному варіанті - на 6,3%, а за рівня удобрення  $N_{45}P_{90}K_{120}$  - на 2,3 %. Додаткове внесення азоту по 60 кг/га д. р. у третьому і четвертому етапах вплинуло позитивно. Вегетативна маса 100 рослин зроста порівняно із сьомим етапом у середньому на 111 г, або на 3,3 %. Таку закономірність можна пояснити тим, що під час формування зерна процеси росту практично затухають. Однак додаткове внесення азоту в сьомому етапі органогенезу цей процес частково від термінували.

Зовсім іншою була закономірність у формуванні рослинами сухої речовини. Вона збільшилася на всіх варіантах досліді. Порівняно до сьомого

етапу в середньому на 665 г, або на 92,1 %. У цілому по досліді найвищою була суха маса рослин на варіантах з рівнем удобрення  $P_{90}K_{120}$  + амселітра  $N_{45}$  восени +  $N_{60}$  в III +  $N_{60}$  в IV етапах органогенезу і  $P_{90}K_{120}$  + карбамід  $N_{45}$  восени +  $N_{60}$  в III +  $N_{60}$  в IV етапах органогенезу. За внесення аміачної селітри вона становила 1859 г, а за карбаміду була меншою на 171 г і становила 1688 г.

Із зміною величини вегетативної маси рослин озимої пшениці змінювалася відповідно і їх висота та кількість листків. Упродовж вегетації ці показник зростали по мірі забезпечення рослин поживними елементами. Так, на варіанті без внесення добрив висота збільшилася від фази “вихід у трубку” до наливу зерна на 46 см, а кількість листків – на 0,6 шт. При цьому, слід відмітити, що найбільше листків було відмічено в фазі стеблуння – 12,8 шт. За внесення мінеральних добрив восени перед висівом насіння висота рослин зросла з 50 см до 95 см, тобто на 45 см, а кількість листків – з 14,0 до 17,3 шт. у сьомому етапі, а пізніше зменшилася до 13,4 шт./рослину. Найвищими були рослини за поетапного внесення азоту в третьому і четвертому. На період формування зерна рослини мали висоту за удобрення аміачною селітрою 106 см, а – карбамідом 102 см, або були нижчими на 4 см. В розрізі рівні удобрення вони були вищими відносно контролю в середньому на 22 см, а відносно удобрення восени – на 9 см. Від рівня забезпечення рослин мінеральними елементами змінився і коефіцієнт продуктивного кушення з 1,4 на контролі до 2,5 на варіанті за удобрення  $P_{90}K_{120}$  + аміачна селітра  $N_{45}$  восени +  $N_{60}$  в III +  $N_{60}$  в IV етапах органогенезу.

Отже, використання мінеральних добрив як за основного внесення, так і поетапно впродовж вегетації позитивно вплинуло на ріст і розвиток рослин озимої пшениці сорту Ілюзіон, збільшивши порівняно до неудобреного варіанту надземну масу рослин, їх висоту, облистяність, та коефіцієнт продуктивного кушення. Все це в подальшому вплинуло на процеси формування врожайності зерна.

Різний рівень забезпеченості рослин озимої пшениці необхідними для росту і розвитку поживними елементами в неоднаковій мірі впливає на проходження фаз вегетації та їх тривалість. Так, в умовах західного Лісостепу,



в досліджах Лихочвора В. В. [42] тривалість фаз вегетації пшениці озимої, змінювалася від метеорологічних умов: проростання - сходи від 7 до 14 діб, кущення від 44 до 52, вихід в трубку - стеблуння від 42 до 50, колосіння від 5 до 7, цвітіння від 3 до 6, формування і наливу зерна від 33 до 39 і повна стиглість від 7 до 10 діб. Проте, як впливають в даних умовах рівні мінерального живлення на початок і тривалість фаз вегетації рослин пшениці озимої потребує постійного уточнення, виходячи із впровадження у виробництво сортів нового покоління .

Таблиця 3.6 – Вплив рівнів та строків внесення добрив на проходження основних фаз розвитку озимої пшениці у весняно-літній період в 2024 році

Фази росту	Контроль – без добрив	P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> + N <sub>45</sub> перед сівбою	N <sub>45</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> +N <sub>60</sub> (III) + N <sub>60</sub> (IV)
Відновлення весняної вегетації	08.03	08.03	08.03
Тривалість фази кушіння навесні, днів	24	26	27
Вихід в трубку	04.04	06.04	08.04
Тривалість фази трубкування, днів	38	39	40
Колосіння	16.05	18.05	19.05
Тривалість фази колосіння, днів	7	8	8
Цвітіння	23.05	26.05	27.05
Тривалість фази цвітіння, днів	6	7	7
Формування і наливу зерна	29.05	02.06	03.06
Тривалість фази, днів	39	40	42
Повна стиглість	07.07	12.07	14.07
Збирання врожаю	16.07	16.07	16.07

Спостереження за розвитком рослин пшениці озимої сорту Ілюзіон після відновлення вегетації показали, що настання та тривалість фаз вегетації у певній мірі залежали від наявності мінеральних елементів у ґрунті (табл. 3.6).

Зокрема, внесення добрив перед сівбою в нормі  $N_{45}P_{90}K_{120}$  та додатково в III і IV етапах органогенезу азотом по 60 кг/га д. р. в якості підживлення продовжило відносно варіанту без добрив тривалість кушіння на 2 і 3 дні, трубкування на 1 і 2 днів, тривалість фаз колосіння та цвітіння на 1 день, а фази формування - досягання зерна на 4 і 5 днів відповідно. При цьому повна стиглість зерна на удобрених ділянках наступила на 5 і 7 діб пізніше ніж на контролі.

Таким чином, як показали результати від внесених добрив тривалість фаз вегетації збільшувалася на 2 – 7 діб порівняно із контрольним варіантом.

Рівень наявності в ґрунті відповідних умов живлення в тій чи іншій мірі впливає на формування елементів майбутнього врожаю. Однак, за даними проведених досліджень різними авторами величина впливу залежить ще від інших чинників, в тому числі від сортових властивостей та ґрунтово-кліматичних умов вегетації рослин [4, 53].

У дослідженнях проведених нами велися спостереження який вплив мали рівні удобрення, форми і строки внесення азотних добрив на формування елементів врожайності пшениці озимої у весняно-літній період. При цьому за даними німецької вченої Куперман Ф. М. [38], підчас вегетації найбільш відповідальним за формування елементів врожайності озимої пшениці належить четвертому етапу органогенезу, оскільки в цей період починають закладатися первинні колоскові горбики, формується довжина колосу та кількість колосків у ньому. Тому, забезпеченість рослин достатньою кількістю вологи і елементів живлення має вирішальне значення.

У нашій таблиці 3.7 подано як ті чи інші форми добрив та строки їх внесення впливали на кількість у головному колосі зачаткових колоскових горбиків озимої пшениці сорту Ілюзіон у четвертому етапі органогенезу.

Згідно отриманих нами даних внесені азотні добрива за ранньовесняного підживлення (III етап) в нормі  $N_{60}$  і у фазі “вихід у трубку” (IV етап) в такій же нормі забезпечили найвищу кількість закладених колоскових горбиків. По відношенню до варіанту без добрив їх було більше в середньому на 4,6 шт., а

відносно осіннього внесення - на 2,4 шт. Зроста також і кількість колосків у колосі відносно контролю на 5,8 шт., а фонового удобрення – на 2,8 шт.

Аналогічною була закономірність щодо закладки квіток у головному колосі. Так, кількість закладених квіток у колосі на варіанті без внесення добрив знаходилася в середньому на рівні 96 шт., то за внесення мінеральних добрив восени під культивування в нормі  $N_{45}P_{90}K_{120}$  їх кількість збільшилася від аміачної селітра на 28 шт., а від карбаміду – 22 шт. Найбільше квіток у колосі нами було відмічено за додаткового внесення по 60 кг/га азоту в III і IV етапах органогенезу. В середньому по варіантах різниця складала відносно контролю 56 шт., а відносно внесеного фону 31 шт. Однак, як відмічають вчені під дією різних факторів у процесі цвітіння і запліднення відбувається їх редукція, тобто зменшення [38, 43].

Таблиця 3.7 - Формування елементів врожайності по етапах органогенезу залежно від умов живлення рослин озимої пшениці в 2024 році

Рівні удобрення	Кількість зачаткових колосових горбиків у головному колосі в IV етапі, шт.	Кількість закладених квіток у колосі в V етапі, шт.	Кількість розвинутих квіток у колосі в VII етапі, шт.	Кількість зерен у колосі в X етапі, шт.
Контроль – без добрив	17,6	96	72	34
$P_{90}K_{120}$ + аміачна селітра $N_{45}$ перед сівбою	20,3	124	104	52
$P_{90}K_{120}$ + карбамід $N_{45}$ перед сівбою	19,5	118	96	48
$P_{90}K_{120}$ + амселітра $N_{45}$ восени + $N_{60}$ в III + $N_{60}$ в IV етапі органогенезу	22,8	156	138	82
$P_{90}K_{120}$ + карбамід $N_{45}$ восени + $N_{60}$ в III + $N_{60}$ в IV етапі органогенезу	21,6	148	134	78

З аналізу нашої таблиці видно, що найбільшою була на варіанті без добрив. Вона становила 25 %. Внесення мінеральних добрив перед сівбою під культивування зменшило редукцію квіток до 17 %. Найменшим це явище було на варіантах з поетапним внесенням азотних добрив. Кількість розвинутих квіток становила в середньому по двох варіантах 90 %, тобто по відношенню до контролю редукція зменшилася на 15%, а відносно основного удобрення на 7%.

Відповідна закономірність спостерігалася і щодо кількості зерен в колосі, оскільки не всі квітки, що пройшли редукцію були запліднені. В середньому по варіантах відношення між числом розвинутих квіток і зернами в головному колосі становило 1 до 0,54. Тобто, утворили зерно 54 квітки із 100 збережених.

При цьому кількість зерен у колосі залежала від умов живлення рослин упродовж вегетації, особливо азоту. Так, за основного удобрення в нормі  $N_{45}P_{90}K_{120}$  кількість зерен в колосі зростає відносно контролю з 34 шт. до 50 шт. тобто на 47,1%. Тоді як за додаткового внесення азотних добрив по 60 кг/га д. р. у III і IV етапах органогенезу забезпечило рівень утворення зернівок в колосі в межах за аміачної селітри 82 шт., а за карбаміду – 78 шт. Різниця відносно контролю складала 48 і 44 шт.

Серед головних ознак, що характеризує господарську цінність сорту, рекомендованого для поширення в різних ґрунтово-кліматичних зонах України, є його врожайність, яка обумовлена основними елементами структури, зокрема: кількістю рослин і продуктивних стебел на 1 га посівної площі, числом зерен у колосі та масою зерна в одному колосі. Однак кожна із названих елементів істотно залежить від цілого ряду різних факторів. Зокрема, густина посіву залежить від норми висіву і польової схожості насіння та рівня збереженості впродовж вегетації рослин. Окрім цього елементи структури врожайності пшениці озимої змінюються істотно від ґрунтових і кліматичних умов зони, агротехнічних факторів і біологічних властивостей сорту. Рівень забезпеченості цих умов підвищує або знижує врожайність. Тому, в теперішніх умовах господарювання, створення оптимальних умов для росту і розвитку озимої пшениці, яка є основною зерновою культурою в усіх

сільськогосподарських зонах України, має надзвичайно важливе народно-господарське значення.

Надзвичайно важливою біологічною властивістю зернових культур є їх здатність до кущення. При цьому розрізняють кущистість загальну і продуктивну. Проте в літературі існують різні думки відносно важливості кущення озимої пшениці. Одні [45] вбачають в більшій кущистості позитивну сторону; інші – негативну, тобто від’ємну закономірність між кущенням та урожайністю зерна. Виходячи з цього більшість дослідників вважають, що найвищу врожайність озима пшениця формує за оптимальної густоти посіву з урахуванням біологічних властивостей конкретного сорту [56].

У нашому досліді аналізуючи структурні показники ми змогли встановити, як змінюються елементи врожайності озимої пшениці під дією рівнів, форм та строків внесення азотних добрив (табл. 3.8).

Унесення добрив на всіх ділянках підвищило перед збиранням кількість рослин на 1 м<sup>2</sup> за рахунок збільшення польової схожості насіння, кращій перезимівлі і виживанню впродовж весняно-літньої вегетації. У сорту Ілюзіон цей показник зріс з 291 рослини на контролі до 320 – 326 рослин на удобрених варіантах. При цьому, слід відмітити, що значної різниці між варіантами де вносили добрива по кінцевій густоті не спостерігалось. Відхилення складало всього 6 рослин на м<sup>2</sup>, що в перерахунку на 1 га складає 60 тис. шт., або 0,02 %.

Більш істотно вплинуло внесення мінеральних добрив на продуктивне кущення. По відношенню до варіанту без внесення добрив продуктивне кущення зросло з 1,6 до 1,9 – 2,2, на 18,8 – 37,5 %. Найвищим цей показник спостерігався за удобрення P<sub>90</sub>K<sub>120</sub> + аміачна селітра N<sub>45</sub> восени + N<sub>60</sub> в III + N<sub>60</sub> в IV етапах органогенезу. Заміна аміачної селітри на карбамід забезпечила на 0,1 нижчий коефіцієнт продуктивного кущення.

Із зміною коефіцієнта продуктивного кущення змінювалася відповідно і кількість продуктивних стебел у посіві озимої пшениці. Так, за внесення

основного удобрення восени забезпечило на м<sup>2</sup> від 619 до 648 продуктивних стебел, що порівняно до контролю було вищим на 153 і 182 шт. Додаткове внесення азотних добрив на фоні основного в нормі 60 кг/га д. р. в III і IV етапах підвищило продуктивний стеблестій до 676 і 704 шт., або в 1,45 і 1,51 рази.

Таблиця 3.8 - Вплив умов живлення рослин озимої пшениці на структурні показники урожаю зерна сорту Ілюзіон в 2024 році

Рівні удобрення	Кількість рослин на м <sup>2</sup>	Коефіцієнт продуктивного кущення	Кількість продуктивних стебел	Маса зерна в колосі, г	Маса зерна з однієї рослини, г
Контроль – без добрив	291	1,6	466	0,8	1,28
P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> + аміачна селітра N <sub>45</sub> перед сівбою	324	2,0	648	1,3	2,60
P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> + карбамід N <sub>45</sub> перед сівбою	326	1,9	619	1,2	2,28
P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> + амселітра N <sub>45</sub> восени + N <sub>60</sub> в III + N <sub>60</sub> в IV етапі органогенезу	320	2,2	704	1,5	3,30
P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> + карбамід N <sub>45</sub> восени + N <sub>60</sub> в III + N <sub>60</sub> в IV етапі органогенезу	322	2,1	676	1,4	2,94

Внесені мінеральні добрива мали також істотний вплив масу зерна в колосі та масу зерна з однієї рослини. Маса зерна в колосі змінилася з 0,8 грам на контролі до 1,5 грама за удобрення P<sub>90</sub>K<sub>120</sub> + аміачна селітра N<sub>45</sub> восени + N<sub>60</sub> в III + N<sub>60</sub> в IV етапі органогенезу. Прибавка складала 0,7 г, або 87,5 %. Аналогічно змінювалися і показники маси зерна з однієї рослини. Тобто, найвищими вони були на варіанті з рівнем удобрення P<sub>90</sub>K<sub>120</sub> + амселітра N<sub>45</sub>

восени + N<sub>60</sub> в III + N<sub>60</sub> в IV етапі органогенезу і становили 3,3 г/рослину. За такої маси біологічна врожайність складала 10,56 т/га, тоді як на варіанті без добрив – 3,72 т/га. На варіанті де замість аміачної селітри вносили карбамід маса зерна з однієї рослини була меншою і становила 2,94 г. За такої маси біологічна врожайність становила 9,47 т/га, або була нижчою на 1,09 т/га.

### 3.3. Вплив форм і строків внесення азотних добрив на врожайність та якість зерна озимої пшениці

Кінцевим показником впливу елементів продуктивності на ріст і розвиток рослин озимої пшениці є врожайність. У нашому досліді результати врожайності зерна озимої пшениці подані в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 - Урожайність зерна озимої пшениці в 2024 році залежно від форм і строків внесення азотних добрив

Рівні удобрення	Урожайність зерна, т/га	Приріст до контролю	
		т/га	%
Контроль – без добрив	2,96	-	-
P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> + аміачна селітра N <sub>45</sub> перед сівбою	4,12	1,16	39,2
P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> + карбамід N <sub>45</sub> перед сівбою	3,84	0,88	29,7
P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> + амселітра N <sub>45</sub> восени + N <sub>60</sub> в III + N <sub>60</sub> в IV етапі органогенезу	8,27	5,31	179,4
P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> + карбамід N <sub>45</sub> восени + N <sub>60</sub> в III + N <sub>60</sub> в IV етапі органогенезу	7,59	4,63	156,4
НІР <sub>05</sub> , т/га	0,46		

Дана таблиця детально демонструє, як різні форми і строки внесення азотних добрив впливають на урожайність озимої пшениці у 2024 році.

Контрольний варіант, у якому добрива не застосовувалися, показав урожайність на рівні 2,96 т/га, що стало базовим значенням для порівняння. Внесення азотних добрив перед сівбою дало помірний приріст урожайності. Зокрема, використання аміачної селітри в дозі  $N_{45}$  підвищило урожайність до 4,12 т/га, що на 1,16 т/га або 39,2% перевищує контроль. Застосування карбаміду в такій же дозі дало урожайність 3,84 т/га, що означає приріст на 0,88 т/га або 29,7%. Хоча ці результати демонструють позитивний ефект, їхній вплив є значно слабшим у порівнянні з комплексними схемами удобрення.

Максимального приросту вдалося досягти завдяки поєднанню осіннього внесення азоту та додаткового підживлення на III і IV етапах органогенезу. Використання аміачної селітри в такій схемі забезпечило урожайність на рівні 8,27 т/га, що більше на 5,31 т/га або на 179,4%, ніж у контрольному варіанті.

Аналогічна схема з карбамідом дала результат 7,59 т/га, тобто приріст становив 4,63 т/га або 156,4%. Поетапне удобрення значно перевищує ефективність простого внесення азоту перед сівбою, демонструючи суттєві переваги як у збільшенні врожайності, так і в реалізації потенціалу культури. При цьому всі результати статистично значущі, адже перевищують мінімальну істотну різницю ( $HP_{05} - 0,46$  т/га). Дані підкреслюють важливість оптимального підходу до удобрення, де комплексна система із використанням аміачної селітри виявилася найбільш результативною. Окрім цього ця форма азотних добрив забезпечила і найвищий приріст зерна на 1 кг їх внесення. Він становив 14,2 кг, тоді як за карбаміду – 12,3 кг. Внесення добрив перед сівбою забезпечило приріст зерном: за аміачної селітри – 7,0 кг, а за карбаміду – 5,3 кг.

Однак, аналіз приросту зерна на 1 кг внесених азотних добрив по етапах органогенезу показав інші значення. Зокрема, за внесення азотних добрив по 60 кг/га д. р. у III і IV етапі в формі аміачної селітри забезпечило приріст зерна на рівні 34,6 кг, а у формі карбаміду – 31,3 кг.

Отже, як показали результати досліджень внесення азотних добрив по найбільш важливих етапах органогенезу росту розвитку озимої пшениці забезпечує високу їх ефективність



Одночасно із досягненням високих показників урожайності важливе значення має питання покращення якості зерна пшениці оскільки воно, в основному, використовується для виробництва хліба, круп, макаронних виробів, тощо. Тому, впровадження інноваційних методів за вирощування пшениці озимої із використання цінних сортів дозволить отримати у конкретних ґрунтово-кліматичних зонах високі врожаї з відмінною якістю зерна.

Результати наших досліджень щодо впливу форм і строків внесення азотних добрив на фізичні показники якості зерна сорту Ілюзіон представлені в таблиці 3.10.

Таблиця демонструє вплив різних схем внесення азотних добрив на такі фізичні характеристики зерна озимої пшениці, як масу 1000 насінин і натуру зерна. У контрольному варіанті, де добрива не застосовувалися, маса 1000 насінин склала 33,2 г, а натура зерна – 752 г/л. У всіх варіантах із внесенням добрив спостерігається покращення цих показників, але ступінь приросту залежить від схеми удобрення.

Таблиця 10 - Вплив форм і строків внесення азотних добрив на фізичні показники зерна озимої пшениці сорту Ілюзіон

Рівні удобрення	Маса 1000 насінин		Натура зерна	
	г	надвишка до контролю, %	г/л	надвишка до контролю, %
Контроль – без добрив	33,2	-	752	-
P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> + аміачна селітра N <sub>45</sub> перед сівбою	36,4	9,6	764	1,6
P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> + карбамід N <sub>45</sub> перед сівбою	35,8	7,8	760	1,1
P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> + амселітра N <sub>45</sub> восени + N <sub>60</sub> в III + N <sub>60</sub> в IV етапі органогенезу	45,6	37,3	772	2,7
P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> + карбамід N <sub>45</sub> восени + N <sub>60</sub> в III + N <sub>60</sub> в IV етапі органогенезу	45,3	36,4	768	2,1

Максимальні показники отримані у варіантах з дробовим внесенням азотних добрив восени (N45) та на етапах органогенезу (N60 в III і IV етапах). У цих варіантах маса 1000 насінин досягла 45,6 г (приріст 37,3%) і 45,3 г (приріст 36,4%) для аміачної селітри та карбаміду відповідно. Натура зерна від застосування добрив змінювалася в межах істотної різниці. Однак, спостерігається тенденція до її підвищення на удобрених варіантах. І була найвищою за внесення азотних добрив на всіх етапах органогенезу рослин пшениці озимої. Зокрема в цих варіантах натура зерна становила: 772 г/л (+2,7%) для аміачної селітри і 768 г/л (+2,1%) для карбаміду. У варіантах із внесенням N45 перед сівбою результати були скромнішими: приріст маси 1000 насінин становив 9,6% для аміачної селітри і 7,8% для карбаміду, а приріст натури зерна – 1,6% і 1,1% відповідно.

Отже, найбільший ефект на фізичні показники зерна досягається за умов використання комплексних схем удобрення, які включають внесення азотних добрив на різних етапах розвитку рослин. Дробове внесення добрив виявилось більш результативним, ніж одноразове внесення перед сівбою. Аміачна селітра трохи перевершує карбамід за ефективністю, але обидва види добрив значно покращують фізичні властивості зерна порівняно з контролем.

Харчова цінність зерна пшениці в основному залежить від вмісту в ньому білка та кількості та якості клейковини. Науковці впродовж тривалого часу постійно проводять дослідження щодо вивчення впливу агротехнічних чинників вирощування даної культури на якість зерна. За їх свідченням, уміст білка і клейковини в зерні підвищується за вирощування озимої пшениці в умовах незначного дефіциту вологи і підвищених температур [69]. Окрім цього хімічний склад зерна змінюється від сорту, рівня ураження рослин хворобами і шкідниками, захисту від бур'янів, удобрення та його проведення [34]. Запроваджуючи оптимізацію всіх цих заходів дає можливість отримувати зерно I – III класу якості, що з економічної точки зору дуже важливо, оскільки при його реалізації за рахунок більшої ціни підвищити прибуток.

Аналіз результатів отриманих нами даних показав, що вміст поживних речовин у зерні не є стабільним і залежав від наявності азоту в ґрунті (табл. 3.11).

Таблиця 11 - Вплив форм і строків внесення азотних добрив на хімічні показники зерна озимої пшениці сорту Ілюзіон

Рівні удобрення	Уміст у зерні білку		Уміст сирової клейковини	
	%	надвишка до контролю, %	%	надвишка до контролю, %
Контроль – без добрив	11,2 <sup>(Ф)</sup>	-	23,7	-
P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> + аміачна селітра N <sub>45</sub> перед сівбою	11,8 <sup>(III)</sup>	0,6	25,8	2,1
P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> + карбамід N <sub>45</sub> перед сівбою	11,6 <sup>(III)</sup>	0,4	25,5	1,8
P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> + амселітра N <sub>45</sub> восени + N <sub>60</sub> в III + N <sub>60</sub> в IV етапі органогенезу	13,8 <sup>(II)</sup>	2,6	30,4	6,7
P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> + карбамід N <sub>45</sub> восени + N <sub>60</sub> в III + N <sub>60</sub> в IV етапі органогенезу	13,5 <sup>(II)</sup>	2,3	29,7	6,0

Таблиця 3.11 ілюструє вплив різних форм і строків внесення азотних добрив на хімічні показники зерна озимої пшениці, зокрема на вміст білка і сирової клейковини. У контрольному варіанті, де добрива не застосовувалися, вміст білка становив 11,2%, а вміст сирової клейковини – 23,7%.

Застосування азотних добрив призвело до збільшення цих показників. Найбільші значення були отримані за схем із дробовим внесенням азотних добрив: N<sub>45</sub> восени та N<sub>60</sub> у III і IV етапах органогенезу. У варіанті з аміачною селітрою вміст білка зріс до 13,8% (II клас), що на 2,6% більше порівняно з контролем. Вміст сирової клейковини досяг 30,4%, що перевищило контрольний варіант на 6,7%. Аналогічна схема з карбамідом показала дещо нижчі результати: вміст білка склав 13,5% (II клас), а сирової клейковини – 29,7%, із приростом на 2,3% і 6,0% відповідно.

Менш інтенсивні схеми удобрення (внесення N45 перед сівбою) також покращили хімічні показники зерна, але в меншій мірі. У варіанті з аміачною селітрою вміст білка збільшився до 11,8% (III клас), а сирі клейковини – до 25,8% (+2,1% до контролю). У варіанті з карбамідом ці показники становили 11,6% і 25,5%, із приростом 0,4% і 1,8% відповідно.

Результати таблиці показують, що дробове внесення азотних добрив на різних етапах розвитку рослин дає максимальний ефект для покращення хімічних показників зерна. При цьому аміачна селітра показала дещо вищу ефективність у порівнянні з карбамідом. Використання азотних добрив позитивно впливає на якість зерна, підвищуючи вміст білка та сирі клейковини, що важливо для формування продовольчих якостей пшениці.

### **3.4. Економічна та енергетична ефективність вирощування пшениці озимої залежно від форм і строків внесення азотних добрив**

Основним завданням сучасного інтенсивного землеробства є підвищення ефективності технологій вирощування озимої пшениці, орієнтуючись на природоохоронні та ресурсозберігаючі принципи. Ці підходи ґрунтуються на оптимальному використанні ресурсів, необхідних для досягнення високої врожайності без шкоди для довкілля.

Економічна ефективність різних чинників у технології вирощування пшениці оцінювалася шляхом аналізу отриманих результатів залежно від рівнів мінерального живлення. Для цього було враховано такі показники: урожайність (вихід зерна) на 1 га у тоннах, вартість зерна, що залежала від його якісних характеристик, розрахованих за середньорічними цінами реалізації у 2023 – 2024 роках, загальні витрати на вирощування 1 га посівів, собівартість виробництва 1 тонни зерна, умовно-чистий прибуток з кожного гектара посіву та рівень рентабельності. Реалізаційна ціна зерна пшениці IV – V класу в листопаді 2024 р. складала – 6600 грн./т, III класу – 8300 а II класу – 8800 грн./т.

Додатково, ефективність оцінювалася з урахуванням можливості збереження родючості ґрунтів, а також економії ресурсів при збереженні стабільної врожайності. Такий підхід дозволяє не лише збільшити прибутковість вирощування пшениці, але й забезпечити стійкість агровиробництва у довгостроковій перспективі.

Аналіз результатів економічних показників досліджуваних умов живлення за вирощування пшениці озимої в умовах Західного Лісостепу свідчить, що вирощування даної культури в тій чи іншій мірі економічно вигідне (табл. 3.12).

Таблиця 3.12 - Економічна ефективність вирощування пшениці озимої залежно від рівнів азотного живлення

Рівні удобрення	Урожайність зерна, т /га	Вартість продукції, грн. /га	Всього витрат на 1 га, грн.	Собівартість зерна, грн. /т	Чистий прибуток, грн./га	Рівень рентабельності, %
Контроль – без добрив	2,96 <sup>(Ф)</sup>	19536	15927	5380	3609	22,7
P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> + аміачна селітра N <sub>45</sub> перед сівбою	4,12 <sup>(III)</sup>	34196	28764	6982	5432	18,9
P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> + карбамід N <sub>45</sub> перед сівбою	3,84 <sup>(III)</sup>	31872	28638	7458	3234	11,3
P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> + амселітра N <sub>45</sub> восени + N <sub>60</sub> в III + N <sub>60</sub> в IV етапі органогенезу	8,27 <sup>(II)</sup>	72776	33956	4106	38820	114,3
P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> + карбамід N <sub>45</sub> восени + N <sub>60</sub> в III + N <sub>60</sub> в IV етапі органогенезу	7,59 <sup>(II)</sup>	66792	33837	4458	32955	102,7

Примітки: Ф – фуражне, II і III – клас якості зерна

Економічну ефективність вирощування озимої пшениці за різних рівнів азотного живлення таблиця ілюструє на основі даних за 2024 рік. Показники

демонструють залежність урожайності, якості зерна, витрат, прибутку та рентабельності від застосованих схем удобрення.

У контрольному варіанті, без внесення добрив, урожайність становила 2,96 т/га, зерно класифікувалося як фуражне, а чистий прибуток складав 3609 грн./га. При цьому рівень рентабельності був невисоким і складав – 22,7 %. Собівартість зерна в цьому варіанті була відносно низькою (5380 грн./т), але обмеженість технології не дозволила досягти високих економічних результатів.

Застосування азотних добрив перед сівбою (N45) за схемами з аміачною селітрою або карбамідом збільшило урожайність до 4,12 т/га і 3,84 т/га відповідно. Якість зерна підвищилася до III класу, але економічні показники виявилися неоднозначними. У варіанті з аміачною селітрою чистий прибуток зріс до 5432 грн./га, а рівень рентабельності становив 18,9%. Для карбаміду прибуток склав 3234 грн./га, а рентабельність знизилася до 11,3% через вищу собівартість зерна (7458 грн./т).

Найкращі результати спостерігалися у варіантах із дробовим внесенням азоту восени (N45) та в III і IV етапах органогенезу (N60+N60). У цих схемах урожайність досягла 8,27 т/га і 7,59 т/га для аміачної селітри та карбаміду відповідно, а якість зерна відповідала II класу. Чистий прибуток у варіанті з аміачною селітрою був найвищим – 38820 грн./га, із рівнем рентабельності 114,3%. Карбамід забезпечив трохи менші показники: чистий прибуток 32955 грн./га і рентабельність 102,7%. При цьому собівартість зерна зменшилася до 4106 грн./т (аміачна селітра) і 4458 грн./т (карбамід), що сприяло високій ефективності.

Отже, найбільший економічний ефект досягається при використанні комплексних схем удобрення з дробовим внесенням азоту на критичних етапах розвитку рослин. Це забезпечує суттєве зростання врожайності, покращення якості зерна та значний приріст прибутку, що особливо виражено у варіанті з аміачною селітрою.

Для зменшення витрат на вирощування польових культур та підвищення ефективності використання матеріально-технічних ресурсів

сільськогосподарське виробництво потребує глибокого вдосконалення аналізу технологічних процесів. Це дозволяє розробити ефективні заходи щодо скорочення використання живої праці на одиницю продукції, а також оптимізувати витрати ресурсів. Одним із ключових методів оцінки витрат виробництва є енергетичний підхід, який допомагає оцінити енергоефективність вирощування культур.

У дослідженні вирощування озимої пшениці енергетичний підхід передбачав розрахунок вмісту енергії, виходячи з фактичної врожайності, досягнутої при різних рівнях забезпечення рослин поживними речовинами, а також враховував енергоємність продукції. Для забезпечення об'єктивності оцінки застосовувалась сукупність показників, що відображають різні аспекти ефективності використання енергетичних ресурсів.

Залежність енергетичних витрат від рівнів удобрення пшениці оцінювалася за методикою, запропонованою О. К. Медведовським. Ключовим показником енергоефективності є коефіцієнт енергетичної ефективності, який визначає співвідношення між кількістю непоновлюваної енергії, затраченої на вирощування продукції, і енергією, накопиченою у врожаї. Високе значення цього коефіцієнта свідчить про раціональне використання енергоресурсів та оптимальність обраних технологічних рішень.

Такий підхід дає можливість не лише знизити витрати, а й створити передумови для сталого розвитку аграрного сектора, зменшуючи залежність виробництва від енергоємних технологій.

У таблиці 3.13 подано енергетичну ефективність вирощування в нашому досліді 1 га озимої пшениці залежно від форм, строків і рівнів азотного живлення. У контрольному варіанті, де добрива не застосовувалися, енерговитрати на 1 га становили 31,57 тис. МДж, а енергоємність урожаю зерна – 48,69 тис. МДж. Чистий енергетичний прибуток склав 17,12 тис. МДж, а коефіцієнт енергетичної ефективності (к. е. е.) дорівнював 1,54. Це є базовими показниками для порівняння.

Таблиця 3.13 - Енергетична ефективність вирощування пшениці озимої залежно від рівнів азотного живлення

Показники	Контроль - без добрив	P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> + амселітра N <sub>45</sub> перед сівбою	P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> + карбамід N <sub>45</sub> перед сівбою	P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> + амселітра N <sub>45</sub> восени + N <sub>60</sub> в III + N <sub>60</sub> в IV етапах	P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> + карбамід N <sub>45</sub> восени + N <sub>60</sub> в III + N <sub>60</sub> в IV етапах
Енерговитрати на 1 га посіву, тис. МДж	31,57	39,61	39,47	47,92	47,64
Енергоємність урожаю зерна, тис. МДж	48,69	67,77	63,17	136,04	124,86
Чистий енергетичний прибуток, тис. МДж	17,12	28,16	23,70	88,12	77,22
Енерговитрати на 1 т зерна, тис. МДж	10,67	9,61	10,28	579	6,28
К. е. е. по зерну	1,54	1,71	1,60	2,84	2,62

Застосування азотних добрив перед сівбою (аміачна селітра або карбамід) підвищувало як енерговитрати, так і енергоємність урожаю. У варіанті з аміачною селітрою енерговитрати зросли до 39,61 тис. МДж, а чистий енергетичний прибуток – до 28,16 тис. МДж, із к. е. е. 1,71. Карбамід забезпечив трохи менший чистий прибуток – 23,70 тис. МДж, а коефіцієнт ефективності склав 1,60.

Найвищі показники енергоефективності спостерігалися за схем із дробовим внесенням азоту (N<sub>45</sub> восени і N<sub>60</sub> у III та IV етапах органогенезу). У варіанті з аміачною селітрою енергоємність урожаю досягла 136,04 тис. МДж, що є максимальним значенням серед усіх варіантів. Чистий енергетичний прибуток становив 88,12 тис. МДж, а к. е. е. досяг 2,84. Карбамід у цій схемі також показав високі результати, проте трохи поступався аміачній селітрі: енергоємність урожаю склала 124,86 тис. МДж, а чистий прибуток – 77,22 тис. МДж, із к. е. е. 2,62.

Рівень енерговитрат на 1 т зерна був найнижчим у варіантах із дробовим внесенням добрив: 5,79 тис. МДж для аміачної селітри та 6,28 тис.



МДж для карбаміду, що свідчить про вищу енергоефективність цих схем у порівнянні з менш інтенсивними.

Таким чином, найбільш енергоефективним виявився варіант із дробовим внесенням аміачної селітри на різних етапах росту пшениці, що забезпечив найвищий чистий енергетичний прибуток і максимальну енергоємність урожаю.

## ВИСНОВКИ

1. Основне внесення мінеральних добрив в нормі  $N_{45}P_{90}K_{120}$  восени перед сівбою сприяло незалежно від форм збільшенню польової схожості насіння пшениці озимої в сорту Ілюзіон на 4,0 %, або на 18 рослин на  $m^2$ , зростанню показників сирої та сухої маси рослин, їх висоти, кількості листків на рослині та коефіцієнта кушіння у III етапі органогенезу.

2. Осіннє внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{45}P_{90}K_{120}$  на темно-сірих опідзолених ґрунтах після попередника ріпаку озимого збільшило відсоток перезимівлі рослин сорту Ілюзіон в середньому на 6,1 %. Середня кількість рослин на 1 кв. м весною на удобрених варіантах зросла відповідно на 37 шт.

3. Підживлення азотними добривами в дозі  $N_{60}$  у III етапі органогенезу на фоні осіннього внесення  $N_{45}P_{90}K_{120}$  продовжує тривалість фази весняного кушіння на 4 дні, трубкування на 2 дні, не змінює тривалості фаз колосіння та цвітіння, продовжує тривалість фази формування зерна на 5 днів порівняно з контролем – без добрив.

4. Максимальну врожайність зерна пшениці озимої отримали за удобрення  $P_{90}K_{120}$  + аміачна селітра:  $N_{45}$  перед сівбою +  $N_{60}$  в III-му +  $N_{60}$  в IV-му етапах органогенезу. У сорту Ілюзіон вона становила 8,27 т/га, що на 5,31 т/га більше в порівнянні до контролю без добрив і на 0,68 т/га відносно азотного добрива в формі карбаміду. На даному варіанті приріст зерна на один кілограм діючої речовини внесених добрив становить 22,1 кг.

5. За даними структурного аналізу рівень удобрення в нормі  $N_{45}P_{90}K_{120}$  восени +  $N_{60}$  в III етапі +  $N_{60}$  в IV етапі органогенезу збільшило в середньому по формах добрив густоту рослин перед збиранням на 30 шт., коефіцієнт продуктивного кушіння – на 0,5 до контролю. Значний вплив мінеральне живлення має на формування елементів колосу: кількість колосків у колосі – на 4,0 шт., кількість зерен у колосі – на 44 шт., маса зерна однієї рослини – на 1,7 г до контролю.

6. Мінеральне живлення в дозі  $N_{45}P_{90}K_{120}$  восени +  $N_{60}$  в III етапі +  $N_{60}$  в IV етапі органогенезу забезпечило в 2024 році високі показники якості зерна. Маса 1000 зерен становила незалежно від форм добрив в середньому 45,4 г, а натура зерна -770 г/л. Даний рівень живлення забезпечив якість зерна з вмістом сирової клейковини – 30,1%, що відповідає II-му класу якості.

7. Економічна ефективність технології вирощування пшениці озимої з мінеральним живленням  $N_{45}P_{90}K_{120}$  восени +  $N_{60}$  в III етапі +  $N_{60}$  в IV етапі органогенезу забезпечує поряд із зростанням врожайності зерна підвищення його якості з IV до II класу державного стандарту. Незважаючи на зростання затрат на вирощування з 15927 грн./га на контролі до 33897 грн./га на максимально удобреному варіанті, за рахунок підвищення реалізаційної ціни на зерно II класу з 6600 грн./т до 8800 грн./т, валова продукція зростає до 66792 грн./га, а чистий прибуток до 32955 грн./га. За такого удобрення зріс рівень рентабельності на 85,3 % і становив 108 %, а коефіцієнт енергетичної ефективності – з 1,54 до 2,62, або на 1,08.

### **ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ**

З метою отримання урожайності зерна пшениці озимої сорту Ілюзіон на рівні 8,27 т/га другого класу якості державного стандарту за вирощування на темно-сірих опідзолених ґрунтах в умовах Львівщини необхідно вносити мінеральні добрива в нормі  $P_{90}K_{120}$  + аміачна селітра:  $N_{45}$  перед сівбою +  $N_{60}$  в III-му +  $N_{60}$  в IV-му етапах органогенезу .

