ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ «ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ДИСТАНЦІЙНОЇ І ЗАОЧНОЇ ОСВІТИ
Кафедра рослинництва, селекції та насінництва

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

НА ТЕМУ:

«Вплив системи удобрення та норм висіву на продуктивність пшениці ярої в умовах ТОВ «Промінь Галичина» Кам'янець-Подільського району Хмельницької області»

Виконав:
здобувач освітнього ступеня «Магістр»
освітньо-професійної програми
«Агрономія»
спеціальності 201 «Агрономія»
заочної форми навчання
САФУЛЬКО Владислав Володимирович

Керівник:
доктор с.-г. наук, професор
_____ХОМІНА Вероніка Ярославівна
асистент
_____ШЕЙКО Ірина Миколаївна

Оцінка захисту:
Національна шкала _____
Кількість балів ____ Шкала ECTS ___

«____»_____ 2025 р.

Допускається до захисту:
«____»_____2025 р.

Гарант освітньо-професійної програми «Агрономія»
спеціальності 201 «Агрономія»
кандидат с.-г. наук, доцент
_____ ВІЛЬЧИНСЬКА Людмила Аліківна

м. Кам’янець–Подільський, 2025

АНОТАЦІЯ

САФУЛЬКО Владислав Володимирович виконав кваліфікаційну роботу на тему: «Вплив системи удобрення та норм висіву на продуктивність пшениці ярої в умовах ТОВ «Промінь Галичина» Кам'янець- Подільського району Хмельницької області». впродовж 2024–2025 років.

Мета роботи – встановити залежності формування урожайності та якості зерна пшениці ярої залежно від мінерального удобрення та норми висіву насіння.

- Урожайність: максимальний рівень урожайності зерна в досліді (4,10 т/га) був досягнутий на варіанті з нормою висіву 4 млн шт/га на фоні внесення мінеральних добрив $N_{40}P_{40}K_{40}$. Це перевищувало результат норми висіву 6 млн шт/га на 0,35 т/га.
- Вміст білка: найвищий вміст білка (12,7–13,4%) формувався на варіантах із застосуванням мінеральних добрив $N_{40}P_{40}K_{40}$. На варіантах без добрив вміст білка був дещо нижчим (12,8% при нормах 4 і 5 млн/га та 12,2% при нормі 6 млн/га).

Економічні та енергетичні показники:

- Прибуток та рентабельність: максимальний умовно чистий прибуток (9 669 грн/га) та найвища рентабельність (94–110%) зафіксовані при нормі висіву 4 млн шт/га на удобреному фоні.
- Енергетична ефективність: найвищий енергетичний коефіцієнт (Кее 5,23 з добривами та 4,98 без добрив) також відзначений за норми висіву 4 млн шт/га. Зі збільшенням норми висіву цей показник знижувався (до 4,62 та 4,39 відповідно при нормі 6 млн/га).

ЗМІСТ

ВСТУП ……..…….……...5

Розділ 1

ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ: АГРОБІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ

(ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)……..…….……9

1.1. Роль ярої пшениці в аграрному секторі та її біологічний потенціал. ……...9

1.2. Агрономічні заходи при вирощуванні пшениці ярої.……...12

Розділ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ…….....23

2.1. Загальні відомості про господарство …….……23

2.2. Ґрунтово-кліматичні умови місця проведення догосподарства ……..26

2.3. Методика проведення досліджень ……..28

Розділ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ПОЛЬОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЕКСПЕРИМЕНТІВ

(ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА)……..32

3.1. Оцінка схожості насіння та рівня збереженості рослин пшениці ярої в польових умовах ……..……32

3.2. Тривалість міжфазних періодів, залежність від удобрення та норми висіву..……..……...……..35

3.3. Формування висоти рослин ярої пшениці під впливом різних агротехнічних заходів. ……38

3.4 Динаміка розвитку листкової поверхні посівів залежно від густоти та системи живлення. …….……41

3.5. Залежність елементів структури врожаю від часу та норми посіву пшениці ярої. ……..……44

Розділ 4

ОЦІНКА ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ ТА ЯКОСТІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ЯРОЇ В УМОВАХ РІЗНИХ НОРМ ВИСІВУ ТА ЖИВЛЕННЯ….....49

4.1. Залежність урожайності пшениці ярої від доз мінеральних добрив та норм висіву насіння. …….49

Розділ 5

ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ Й ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА ЗЕРНА ЯРОЇ ПШЕНИЦІ. ……..…….54

Розділ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ ……...…58

ЕКОЛОГІЯ…….…….……61

ВИСНОВКИ……..……...62

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ…….……....64

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ……..65

ДОДАТКИ……72

Вступ

Харчова промисловість вимагає постійного вдосконалення та прогресивного розвитку і є однією з найважливіших проблем рослинництва. Пшениця тверда для багатьох країн світу є другою культурою після пшениці м’якої і складає близько 10 % від її площ, а виробництво зерна вже досягає 30 – 35 млн. т [3]. Ця культура є цінною для зернового господарства, насамперед, як сировина для макаронних виробів та для хлібопечення як поліпшувач борошна м’якої пшениці.

В Україні пшениця яра являється головною страховою зерновою культурою. Важливе продовольче значення мають сорти сильної м'якої пшениці, зерно якої містить понад 14 % білка і використовується у хлібопекарській промисловості для виробництва високоякісного хліба та хлібобулочних виробів, і твердої, зерно якої з вмістом білка 16 % і більше використовується для виробництва вермішелі, манної крупи, макаронів, найвищої якості [8].

Сучасні сорти пшениці твердої ярої вітчизняної селекції можуть в умовах виробництва забезпечити урожайність на рівні 3,5–4,0 т/га, але цей потенціал важко досягти через те, що недостатнє поширення культури в структурі посівних площ господарств і недосконалість технології вирощування [14].

В Україні яра тверда пшениця поряд з озимою є провідною продовольчою культурою, її вирощування економічно виправдане, оскільки виключає необхідність ввезення високоякісного зерна та забезпечення сировиною потреб макаронної промисловості [23]. Зерно пшениці ярої використовують також у комбікормовій промисловості, солому й полову як грубі корми, висівки - як концентрований корм. Покращення якості зерна та збільшення урожаю має важливе значення в сільському господарстві. Фахівці повинні працювати над збільшенням вмісту клейковини в зерні. Це можливо

завдяки впровадженню нових високопродуктивних сортів, високою культурою землеробства, внесенням достатньої кількості добрив [41].

Як показали дослідження в зоні Лісостепу досягти високого потенціалу урожайності та якості зерна сучасних сортів пшениці твердої ярої можливо тільки при умові оптимізації агротехнічних прийомів вирощування, враховуючи їх біологічних особливостей. Наукові праці багатьох вчених (Голік В. С., Бобро М. А., Рожков А. О., Голік О. В., Костромітін В. М.,) вирішили цілий ряд технологічних задач. Але, на теперішній час недостатньо обгрунтованим залишаються питання оптимальної взаємодії мікродобрив, попередників, доз удобрення, та регуляторів росту в ресурсозберігаючих технологіях вирощування пшениці ярої. Таким чином, комплексні наукові дослідження стосовно пошуку наукових підходів з оптимізації елементів технології вирощування сучасних сортів пшениці твердої ярої за умов нестійкого зволоження Лісостепу України є достатньо актуальними. Саме на вирішення цих питань і були спрямовані наші дослідження.

Актуальність теми. Пшениця яра залишається важливою продовольчою та фуражною культурою. Зростаючі вимоги ринку до якості та обсягів зерна вимагають оптимізації базових елементів технології вирощування.

В умовах інтенсифікації землеробства та кліматичних змін ключовими резервами підвищення врожайності є збалансоване мінеральне живлення та оптимізація густоти посіву. Науково обґрунтовані норми добрив та висіву дають змогу максимально реалізувати генетичний потенціал сучасних сортів.

Умови Кам'янець-Подільського району Хмельницької області, що характеризуються певними ґрунтово-кліматичними особливостями, потребують адаптованих, локальних рекомендацій. Дослідження, проведене безпосередньо на базі ТОВ «Промінь Галичина», дозволить отримати емпіричні дані, релевантні для конкретної виробничої ділянки.

Мета і задачі дослідження. Встановити залежність формування урожайності та якості зерна пшениці ярої залежно від мінерального

удобрення та норми висіву насіння. Виявити більш придатні за групою стиглості гібриди соняшнику та встановити кращий протруйник для обробки насіння перед сівбою у грунтово-клататичних умовах господарства.

Відповідно до мети в дипломній роботі було поставлено такі задачі:

– провести аналіз сучасних літературних джерел, що стосуються біологічних особливостей пшениці ярої, а також теоретичних та практичних аспектів її удобрення та оптимізації норм висіву.
– охарактеризувати природно-кліматичні умови та ґрунтовий покрив зони проведення досліджень (Кам'янець-Подільський район, ТОВ «Промінь Галичина»).
– визначити показники польової схожості насіння та виживання рослин пшениці ярої залежно від досліджуваних факторів (система удобрення та норми висіву).
– встановити закономірності росту та розвитку рослин (динаміка висоти, формування асиміляційної поверхні, тривалість міжфазних періодів) під впливом різних рівнів мінерального живлення та густоти посіву.
– оцінити вплив системи удобрення та норм висіву на формування елементів структури врожаю (кількість продуктивних стебел, кількість зерен у колосі, маса 1000 зерен).
– визначити фактичну врожайність зерна ярої пшениці за різних варіантів досліду.
– провести аналіз показників якості отриманого зерна (вміст білка, клейковини, скловидність тощо).
– обґрунтувати економічну та енергетичну ефективність застосування різних систем удобрення та норм висіву пшениці ярої в умовах господарства.
– розробити практичні рекомендації для ТОВ «Промінь Галичина» щодо оптимізації технології вирощування пшениці ярої.

Об’єкт дослідження: показники продуктивності гібридів соняшнику.

Предмет дослідження: гібриди пшениці ярої та протруйники.

Публікація. Сафулько В.В., Шейко І.М. Оптимізація елементів технології вирощування пшениці ярої: поєднання норми висіву та добрив. Інноваційні технології в рослинництві: *зб. матеріалів VIII Всеукраїнської наукової інтернет-конференції,* 25 квітня 2025 року. Кам'янець-Подільський: Видавництво ЗВО «ПДУ», 2025. С.142-143.

Структура та обсяг роботи. Робота викладена на 72 сторінках машинописного тексту, містить вступ, 6 розділів, висновки, пропозиції виробництву та додатки. Робота ілюстрована рисунками. Список використаних джерел налічує 60 найменування, з яких 5 – латиницею.

Р О З Д І Л 1

ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ: АГРОБІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ

(Огляд літератури)

1.1. Роль ярої пшениці в аграрному секторі та її біологічний потенціал

Пшеницю яру почали вирощувати як самостійну культуру досить давно — на межі 1–2 тисячоліття до нашої ери в Середній Азії. На українських землях вона була відома ще за часів Київської Русі [51]. Цікавий факт: саме слов’яни виділили та почали активно культивувати тверду пшеницю.

Вітчизняна тверда пшениця здавна була цінним експортним товаром завдяки своїй високій якості; її охоче вивозили до Італії, Франції та Туреччини. Ще у XVIII столітті наше зерно містило вражаючі 17–18% білка, тоді як західноєвропейські аналоги могли похвалитися лише 11–14% [6].

Історія вирощування цієї культури на території колишнього СРСР сягає IV тисячоліття до н.е. Зокрема, археологічні знахідки підтверджують її культивування на сучасній території Хмельницької області вже тоді, а також у II тисячолітті до н.е. в Азербайджані та у IX столітті на Сумщині [7].

Значне поширення місцевих популяцій (таких як чорноуска, чорноколоска, білотурки, арнаутки) у Причорномор'ї відбувалося з кінця XII до середини XX століття. В ті часи врожайність зерна, звісно, була значно нижчою — близько 0,6 тонни з гектара [2, 42].

Тверда пшениця яра не втрачає своєї актуальності й сьогодні, зберігаючи свій особливий статус використання. В Україні вона є обов'язковим інгредієнтом традиційної різдвяної куті. В Італії, згідно із законодавством, лише вироби, виготовлені з твердої пшениці, мають право називатися "макаронними виробами". В Індії та Пакистані з неї печуть

прісний хліб чапатті. У Туреччині, Йорданії та Сирії в домашніх умовах готують булгур, а в Північній Африці споживають кус-кус — продукт із суміші семоліни (крупки твердої пшениці). Борошно з твердої пшениці також використовують як поліпшувач для м'якої пшениці зі слабкою клейковиною, що дозволяє отримати більш поживний, смачний хліб, який довше зберігає свіжість [2, 8, 14].

Основними світовими виробниками зерна твердої ярої пшениці є Канада, Аргентина та США. В Європі лідерами є Франція та Італія. Серед африканських країн найбільші площі зосереджені в Марокко, Тунісі та Алжирі. На Близькому Сході її культивують у Туреччині та Сирії, а в Азії — в Індії. Яру пшеницю також вирощують в Австралії, Чилі, Ефіопії, Греції, Іспанії, Мексиці. В країнах СНД найбільші посівні площі зосереджено в Росії та Казахстані [28].

Незважаючи на низку агрономічних переваг озимої пшениці (більші площі посіву, кращі попередники, оптимальне забезпечення поживними елементами), яра пшениця має вищі якісні показники зерна. Сучасні сорти ярої пшениці містять не менше 14,5-15,5% білка та 30-33% клейковини [32]. Це дозволяє використовувати її як ефективний поліпшувач для низькоякісних сортів озимої пшениці у хлібопекарському виробництві.

Зерно твердої пшениці є унікальним та незамінним джерелом сировини для виробництва макаронних виробів. Ці вироби мають низку оригінальних переваг у порівнянні з іншими продуктами:

- висока транспортабельність і тривалий термін зберігання в сухому вигляді із збереженням усіх смакових та поживних властивостей.
- зручність та мінімум часу, необхідного для приготування страв.
- висока поживність і легка засвоюваність вуглеводів та білків пшеничного борошна.
- відносно низька вартість кінцевого продукту.
- можливість створення широкого асортименту розмірів та форм макаронів.

- статус дієтичного продукту.

Усі ці характеристики разом узяті роблять продукти з твердої пшениці дуже привабливими для споживача [33].

На початку XX століття яра пшениця займала значно більші площі, ніж озима. У 1913 році посіви сягали 5770 тис. га, а у 1928 році - 3134 тис. га. Однак з 1930-х років площі під ярою пшеницею почали стрімко скорочуватися. Вже у 1940 році вони становили лише 901 тис. га, тоді як площа під озимою пшеницею зросла до 3228,9 тис. га. Поступово озима культура, будучи більш високоврожайною, почала витісняти яру, яка є більш вибагливою до умов росту та агротехніки. Пшеницю яру стали використовувати переважно як страхову культуру, її площі залежали від успішності перезимівлі озимих посівів. Протягом останніх двох десятиліть відбувається поступове відновлення площ посівів ярої пшениці. Ця тенденція обумовлена нестабільними умовами перезимівлі озимини, а головне - необхідністю компенсувати дефіцит продовольчого зерна [48].

Ґрунтово-кліматичні умови України, придатні для вирощування пшениці, диференційовані: переважно правобережні райони Лісостепу і Полісся орієнтовані на м’яку пшеницю, а південні та східні регіони - на тверду [46].

За роки незалежності України площі посіву ярої пшениці коливалися і здебільшого залежали від обсягів виробництва озимої пшениці. На початку 90-х років спостерігалося зростання посівних площ: від 8,7 тис. га у 1990 році до 54,7 тис. га у 1994 році [24].

З 1996 року спостерігалося поступове розширення площ, відведених під яру пшеницю: вони зросли з 162,9 тис. га до 303,0 тис. га. Це супроводжувалося збільшенням валових зборів, хоча врожайність коливалася від 1,47 т/га до 1,92 т/га, що залежало від конкретних погодних умов року [46].

Різке збільшення посівних площ - у 1,6 раза - відбулося у 2003 році [30]. Це було прямо пов'язано із загибеллю майже 5 мільйонів гектарів озимих

культур через несприятливі умови перезимівлі. Валові збори пшениці ярої також суттєво зросли, досягнувши показника 812,4 тис. тонн.

У 2004 році площі посіву та валовий збір пшениці ярої досягли максимальних значень за весь період незалежності України: 534,6 тис. га та 1218,9 тис. тонн відповідно, при середній врожайності 2,28 т/га.

Надалі посівні площі почали поступово скорочуватися, що призвело до зниження валового збору зерна. До 2015 року обсяги виробництва повернулися на рівень кінця 90-х років - 362,5 тис. тонн. Однак у 2016-2017 роках відбулося помітне зростання врожайності ярої пшениці. Це стало можливим завдяки сприятливим погодним умовам, а також активному впровадженню у виробництво нових, більш адаптованих та високопродуктивних сортів.

Тверда пшениця займає відносно невелику частку - близько 10-15% - від загальної посівної площі пшениці ярої. Сорти твердої пшениці культивують переважно в посушливих степових південних і південно-східних областях. Вважається, що в таких умовах яра пшениця є більш стійкою до різких коливань температур та дефіциту зволоження [4, 28].

На думку науковців, площі посіву ярої пшениці в Україні доцільно розширити до 1 мільйона гектарів, з яких 550-600 тис. га припадатиме на м’яку яру пшеницю і 300-350 тис. га - на тверду [24, 26]. Деякі фахівці вважають, що для повного забезпечення потреб держави необхідно понад 1 мільйон гектарів цієї культури [27]. Для досягнення таких показників потрібно задіяти всі можливі організаційні та агротехнічні заходи.

На жаль, у структурі посівних площ багатьох господарств яра пшениця зараз практично відсутня. Як наслідок, її часто вирощують без належного дотримання базових агротехнічних вимог.

1.2. Агрономічні заходи при вирощуванні пшениці ярої

Успішне вирощування будь-якої сільськогосподарської культури неможливе без глибокого розуміння її біологічних особливостей та суворого дотримання агротехнічних вимог. Тверда яра пшениця є вимогливою не

лише до природних (біотичних та абіотичних) чинників навколишнього середовища, а й до регульованих людиною елементів агротехніки.

Усі елементи технології вирощування твердої ярої пшениці мають бути спрямовані на створення оптимальних умов на кожному етапі росту та розвитку рослин, що дозволить максимально реалізувати її потенційну врожайність. Порушення агротехнології призводить до незворотних наслідків, збільшуючи втрати врожаю та погіршуючи якість зерна. Деякі дослідники вважають, що коливання врожайності ярої пшениці в першу чергу пов’язані з її високою чутливістю до зовнішніх умов [31].

Беззмінні посіви зернових культур можуть знижувати продуктивність у 2–3 рази. В основному це пов'язано із зростанням рівня забур’яненості полів та погіршенням їхнього фітосанітарного стану [35].

При виборі попередника для твердої ярої пшениці варто враховувати її підвищену вимогливість до чистоти поля та забезпечення поживними речовинами, що пояснюється недостатньо розвиненою кореневою системою. Нормальний розвиток рослин та формування високоякісного врожаю можливі лише на чистих, незабур’янених ґрунтах. Аналіз літературних джерел дозволяє зробити висновок, що в більшості агрокліматичних зон найкращим попередником для ярої пшениці є чистий пар, який ефективно накопичує вологу та залишає поля чистими від бур'янів [36, 58].

За даними дослідника В. В. Лихочвора [33], сорт пшениці ярої «Харківська 46» після попередника кукурудза, навіть при застосуванні значних доз добрив ($N_{120}P_{40}K_{40}$ та $N_{120}P_{120}K_{40}$), формує врожайність на рівні, який забезпечує неудобрений чистий пар - 1,88-1,89 т/га.

У роки зі стійким та достатнім рівнем зволоження високі врожаї ярої пшениці можна отримати після таких попередників, як силосних культур, а також суміші вики та вівса на кормові цілі [59].

У зонах із нестійким та нестабільним зволоженням ключовою вимогою до попередника є його здатність накопичувати та зберігати ґрунтову вологу. За результатами досліджень С. І. Кудрі [26], у посушливі та

середньопосушливі роки волога найбільш продуктивно використовується посівами ярої пшениці після чорного пару та кукурудзи. Коефіцієнт водопоглинання посівами твердої ярої пшениці склав 90% від контролю (контроль - попередник пшениця яра) після жита озимого, 87,5% - після кукурудзи і 70% - після чорного пару. Це пояснюється тим, що в роки з достатнім вологозабезпеченням чорний пар вже не має суттєвої переваги у порівнянні з іншими добрими попередниками.

За даними В. Е. Самсонова, високі врожаї твердої ярої пшениці можна отримати після озимого жита, кукурудзи та проса: 4,08 т/га, 3,95 т/га та 3,77 т/га відповідно [58].

Серед непарових попередників до рекомендованих можна віднести кукурудзу, горохо-вівсяну суміш на сіно та просо. Пласт і оборот пласта багаторічних бобових трав і злакові трави можуть бути ефективними лише в роки зі сприятливим вологозабезпеченням. За посушливих же умов вони значно поступаються чистому пару за ефективністю [56].

Попри певні зауваження, кукурудза залишається цінним попередником, в першу чергу завдяки тому, що порівняно з іншими просапними культурами вона висушує ґрунт на меншу глибину і залишає глибші горизонти більш вологими, що часто є вирішальним фактором для наступної культури [54, 55].

В умовах Казахстану [43] пшениця яра після кукурудзи на зерно знижувала врожайність на 0,56 т/га порівняно з чистим паром. У той же час, в умовах Челябінської області Росії, зниження врожайності було менш суттєвим - на 0,18 т/га [46].

В Україні багато вчених проводили дослідження щодо формування врожайності та якості зерна ярої пшениці залежно від попередників, адаптуючи рекомендації для кожної конкретної агрокліматичної зони [55, 58].

Зокрема, дослідження Чернівецької та Білоцерківської дослідних станцій встановили різке зниження врожайності ярої пшениці після багаторічних трав порівняно з попередником кукурудза на зерно. Це

зниження коливалося від 0,10 до 0,72 т/га і залежало від року вирощування та обраного сорту [45].

У східній частині Лісостепу України яру пшеницю зазвичай висівають після зайнятих парів, парової озимини, коренеплодів, зернобобових культур, кукурудзи, цукрових буряків, багаторічних трав тощо. За результатами досліджень вчених Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, для м'якої ярої пшениці найкращими попередниками є соя та цукрові буряки, які залежно від рівня удобрення забезпечують урожайність 2,04-2,74 т/га [22]. Для твердої ярої пшениці кращим попередником виявилася кукурудза на зерно, яка порівняно з цукровими буряками забезпечувала врожайність вище на 0,40 т/га [26].

Проте дослідженнями кафедри рослинництва ХНАУ ім. В. В. Докучаєва (проведеними у 1999-2004 рр.) не було встановлено суттєвої різниці в рівні врожайності після цукрових буряків та кукурудзи при вирощуванні сорту «Харківська 37» [3].

Водночас Крамарьов С. М.[24] встановив, що щорічна оранка ґрунту з обертом пласта може призводити до руйнування його структури та зниження загальної ґрунтової родючості.

Система обробітку ґрунту має важливе значення для твердої ярої пшениці. Вона повинна включати комплекс агротехнічних заходів, спрямованих на максимальне подрібнення рослинних решток попередника, знищення шкідників, збудників хвороб та бур'янів. Кінцева мета - створити оптимальні умови для росту та розвитку рослин твердої пшениці ярої.

Система обробітку ґрунту має вирішальне значення для твердої ярої пшениці. Вона повинна включати комплекс агротехнічних заходів, спрямованих на ефективне подрібнення рослинних решток попередника, знищення шкідників, збудників хвороб та бур'янів. Кінцева мета - створити оптимальні умови для росту та розвитку рослин ярої пшениці.

Дослідами Б. Борисюка визначено, що зменшення глибини основного обробітку ґрунту за альтернативної системи удобрення ($N_{30}P_{30}K_{30}$ + рослинні

рештки картоплі) сприяє підвищенню температури ґрунту. Зокрема, застосування дискового обробітку підвищує температуру ґрунту на 0,2-2,1°С порівняно з глибокою оранкою на 18-20 см [43].

Серед науковців досі немає єдиної думки щодо доцільності заміни традиційної оранки більш енергоощадним безполицевим обробітком. Як зазначає у своїй роботі А. О. Рожков, така неоднозначність пояснюється багатофакторністю процесу формування забур'яненості полів та мінливістю погодних умов. Проте дослідження, проведені на дослідному полі ХНАУ ім. В. В. Докучаєва, довели доцільність застосування саме чизельного обробітку ґрунту під яру пшеницю в умовах східної частини Лісостепу України. Це дозволяє досягти мети з точки зору екологізації виробництва та економії енергоресурсів.

Костиря І. В. [22] вважає, що основною причиною зниження врожайності при застосуванні безполицевого обробітку ґрунту є підвищення забур'яненості полів на 30–50%, а також зменшення загальної шпаруватості ґрунту.

Важливість оранки полягає в підтримці однорідного рівня родючості по всьому орному горизонту, адже до кінця літа верхній шар ґрунту зазвичай є більш родючим, ніж нижній [21].

Обліки забур'яненості, проведені Конопльовою Є. Л., підтверджують цю тенденцію. Вони вказують на те, що на більшості варіантів досліду при полицевому обробітку ґрунту кількість бур'янів у посівах ярої пшениці становила 256 шт./м², тоді як при безполицевому обробітку - 342 шт./м² [20].

Час проведення основного обробітку ґрунту також має значення. Залежно від попередників, основний обробіток ґрунту під яру пшеницю повинен проводитись якомога раніше [46].

Згідно з даними В. С. Зузи, врожайність ярої пшениці змінювалася залежно від строку проведення оранки: при проведенні цього агрозаходу в червні врожайність склала 1,53 т/га, у серпні - 1,51 т/га, у вересні - 1,44 т/га та в жовтні - 1,40 т/га [2].

Для вирощування високого врожаю твердої ярої пшениці вкрай важливим є забезпечення рослин достатньою кількістю поживних речовин протягом усього періоду росту та розвитку. Аналіз літературних джерел підтверджує [3, 27, 48], що застосування добрив має винятково важливе значення в усіх зонах вирощування цієї культури. У зв’язку зі слаборозвиненою кореневою системою яра пшениця потребує наявності в ґрунті достатньої кількості легкозасвоюваних поживних речовин і тому дуже чутлива до застосування добрив.

За роки досліджень, проведених на базі Полтавської ДС, було встановлено, що вереснева та жовтнева оранки зменшували врожайність на 0,15-0,17 т/га та 0,27-0,35 т/га відповідно, у порівнянні із серпневою оранкою. При весняній оранці зниження врожайності було ще суттєвішим - на 0,45-0,47 т/га [8].

Ще дослідження В. Д. Сакала, проведені у 30-х роках XX століття, встановили цікаву закономірність: за оптимальних умов вирощування тверда пшениця, завдяки особливостям своєї кореневої системи, краще за м'яку використовує високу концентрацію поживних речовин у ґрунті [8].

Урожай твердої пшениці при оптимізації умов живлення збільшується переважно за рахунок кращого розвитку головного колосу [14]. Ця культура добре використовує добрива, які вносилися під попередню культуру. В Україні здебільшого вирощують пшеницю саме після удобрених просапних культур. Щоб забезпечити рослини поживними речовинами відповідно до біологічних вимог твердої ярої пшениці, критичне значення мають правильні способи та норми внесення добрив [47].

Ще дослідження В. Д. Сакала, проведені у 30-х роках XX століття, встановили цікаву закономірність: за оптимальних умов вирощування тверда пшениця, завдяки особливостям своєї кореневої системи, краще за м'яку використовує високу концентрацію поживних речовин у ґрунті [8].

Згідно з даними В. В. Лихочвора, для формування 1 тонни зерна тверда яра пшениця в середньому споживає 35–45 кг азоту, 8–12 кг фосфору та 17–

27 кг калію [100]. Врожайність на рівні 4,00 т/га формується за наявності в ґрунті таких показників: 180–185 мг/кг легкогідролізованого азоту, 150–160 мг/кг рухомого фосфору та близько 180–190 мг/кг обмінного калію [29, 30].

Способи основного обробітку ґрунту в умовах ВНДІЗіЗПЕ не мали особливого впливу на врожайність ярої пшениці. Тим не менш, спостерігалася тенденція до підвищення врожайності за безполицевого обробітку ґрунту. І. Г. Пихтін вважає, що це пов’язано зі створенням мульчуючого шару з рослинних решток, який у посушливі роки сприяє збереженню ґрунтової вологи [17].

Органічні добрива є основним джерелом відновлення та збереження балансу гумусу в ґрунті. Вони значно покращують структуру ґрунту, оскільки при розкладанні гумусові речовини набувають клейких цементуючих властивостей, збільшуючи кількість міцних структурних агрегатів. Академік Д. М. Прянишников зазначав, що на тих ґрунтах, де вносяться органічні добрива, краще засвоюються і мінеральні добрива [32]. Основними причинами деградації ґрунтів є посилення процесів розкладання гумусу або його відсутність через зменшення використання органіки, незбалансованість структури посівних площ та поглиблення орного шару, особливо на ґрунтах з невеликою його глибиною.

За даними В. Е. Дмитрієва [18], дози азотних добрив для одержання врожаю ярої пшениці на рівні 3,5-4,0 т/га становлять 30-70 кг/га діючої речовини (д. р.) при вмісті нітратного азоту в орному шарі ґрунту 12-16 мг/100 г.

У степових районах азотний режим для твердої ярої пшениці більш сприятливий, ніж у лісостепових та поліських. Це обумовлено вищою біологічною активністю ґрунтів та меншою потребою пшениці в азоті у зв'язку з недостатньою вологозабезпеченістю [10].

Азот є основним елементом росту та розвитку рослини. Він забезпечує ріст кореневої системи і надземної маси, збільшує вегетаційний період та тривалість активної фотосинтетичної діяльності, а також покращує якість

зерна. Умови азотного живлення мають найбільший вплив на ріст і розвиток рослин. Пшениця починає поглинати азот з перших днів після проростання, і висока потреба в ньому зберігається аж до фази молочного стану зерна [12-17].

Для нормального темпу проходження фаз розвитку рослин необхідна добра забезпеченість фосфором. Фосфор підвищує біологічну активність ґрунту та сприяє розвитку ґрунтових мікроорганізмів, він впливає на рівномірність сходів, активізує розвиток кореневої системи, посилюючи процес укорінення. Ефективність застосування фосфорних добрив вища в регіонах із більш холодними погодними умовами.

Дослідженнями А. Г. Крючкова встановлено, що при вирощуванні сорту «Харківська 46» прибавка врожайності від внесення фосфорних добрив (P_{40}) складає 0,30 т/га. При внесенні добрив у дозі $N_{120}P_{40}K_{40}$ та $N_{120}P_{120}K_{40}$ урожайність була на рівні 1,88–1,89 т/га.

Фосфорні добрива не завжди є однаково ефективними. За даними Л. А. Лебедєвої, встановлено, що внесення фосфорних добрив (60 кг діючої речовини на гектар) на ґрунтах із низьким вмістом рухомих форм фосфору призводить до підвищення врожаю зерна на 0,07–0,12 т/га.

За високого вмісту фосфору в ґрунті фосфорні добрива сприяють прибавці врожайності у несприятливих погодних умовах вегетаційного періоду і забезпечують збільшення врожайності майже на 0,10 т/га у менш сприятливих умовах. Отримані дані дозволяють зробити висновок, що підвищений вміст фосфору в ґрунті є досить важливим за слабкої забезпеченості азотом.

Оптимальне забезпечення рослин фосфором на одній і тій же ділянці та культурі коливається залежно від метеорологічних умов року під час проведення досліджень. Низьке забезпечення ґрунту рухомими формами фосфору не є фатальним, оскільки при разовому внесенні фосфорних добрив у дозі 60 кг/га вдалося отримати майже однакову продуктивність ярої пшениці на ґрунтах, які відрізнялися за вмістом фосфору майже у 2 рази.

Азотне та фосфорне живлення рослин тісно взаємопов'язані. Ефективність фосфорних добрив значно знижується, якщо азот знаходиться в мінімальній кількості; водночас і засвоюваність азоту підвищується лише за умови достатньої присутності фосфору. Деякі дослідники вважають, що на чорноземних ґрунтах найбільш ефективними є азотно–фосфорні добрива з незначною перевагою азоту.

Збільшення ефективності азотних добрив та підвищення коефіцієнта їхнього використання можливе лише за умови дотримання правильного співвідношення оптимальних доз азоту, фосфору і калію.

Сорти твердої пшениці використовують більше фосфору. Саме підвищене використання цього елементу є однією з причин більш високої реакції даної культури на внесення фосфорних добрив. Також тверда пшениця краще реагувала на внесення азотних добрив порівняно з м’якою: коефіцієнт використання азоту досягав 53%, в той час як у м’якої пшениці цей показник не перевищував 40%.

За даними В. В. Моргуна, яра пшениця добре споживає калій, однак потреба в ньому значно менша, ніж у фосфорі та азоті. Калій виконує важливі функції: він підвищує стійкість соломини проти вилягання, зменшує ураження збудниками кореневих гнилей і прискорює рух вуглеводів із стебел і листків у колос.

Дослідження Черненка В. Г. встановили, що врожай ярої пшениці залежить від вологозабезпеченості у червні та липні. Коефіцієнт кореляції між гідротермічним коефіцієнтом (ГТК) та врожайністю в цей період становить r=0,61. При цьому ефективність фосфорних добрив більшою мірою визначається вологістю в липні (r=0,68), а ефективність азотних добрив - умовами протягом усього вегетаційного періоду (r=0,63). Також зафіксовано хоч і не дуже сильний, але суттєвий зв'язок між урожаєм, ефективністю азотних та фосфорних добрив і ГТК у найбільш критичні фази розвитку рослин. Це пояснюється тим, що в період наливу зерна часто спостерігається жарка та суха погода, що в окремі роки призводить до значних втрат урожаю.

Деякі дослідники пояснюють низьку ефективність калійних добрив слабкою забезпеченістю ґрунту азотом. Період активної потреби калію у ярої пшениці тривалий - від початку виходу в трубку до наливу зерна, але закінчується раніше, ніж потреба в азоті та фосфорі. Максимальне накопичення калію рослинами відбувається до початку фази колосіння. Нестача калійних добрив майже не впливає на утворення додаткових пагонів і продуктивних стебел, але збільшення дози калію сприяє підвищенню маси 1000 зерен. Варто пам'ятати, що великі дози азотних і калійних добрив, внесені навесні, збільшують осмотичний тиск у ґрунтовому розчині. Наслідком цього може бути часткова загибель сходів та зменшення надходження поживних речовин і води в рослини.

Вибір оптимальної системи обробітку ґрунту після попередника залежить від багатьох факторів: типу попередника, рівня засміченості поля, ґрунтово-кліматичних умов регіону та наявної техніки. Основна мета - максимально використати позитивні властивості попередника (накопичення вологи, азоту) та мінімізувати негативні (рослинні рештки, шкідники, хвороби).

Після кукурудзи на зерно

Кукурудза залишає після себе багато грубих рослинних решток, які повільно мінералізуються та можуть спричиняти ураження кореневими гнилями наступної культури.

- оранка (традиційний підхід): глибока полицева оранка (на 25–30 см) є найефективнішим методом для загортання рослинних решток, знищення шкідників та збудників хвороб, а також вирівнювання агрофізичних властивостей орного шару. Це забезпечує найкращі умови для сівби ярої пшениці.
- безполицевий обробіток (енергоощадний): можливе застосування глибокого чизелювання або плоскорізного обробітку. Це зберігає вологу, але вимагає інтенсивного використання гербіцидів та якісного

подрібнення решток, оскільки ризик забур'яненості та фітосанітарних проблем зростає.

Після зернобобових (горох, соя)

Зернобобові є одними з найкращих попередників, оскільки збагачують ґрунт азотом і залишають його чистим від бур'янів.

- мінімальний обробіток: після збирання гороху чи сої часто достатньо провести поверхневе лущення стерні дисковими знаряддями (на 6–10 см) одразу після збирання, а потім — передпосівну культивацію навесні. Глибока оранка після бобових культур не завжди є доцільною, оскільки може призвести до надмірної мінералізації органічної речовини.

Після чистого пару

Чистий пар залишає поле ідеальним: чистим від бур'янів та з максимальним запасом вологи.

- мінімальний або нульовий обробіток (No-Till): часто достатньо провести лише передпосівну культивацію навесні на глибину сівби. Це дозволяє максимально зберегти накопичену за рік вологу. Оранка під яру пшеницю по чистому пару не потрібна.

Після коренеплодів (цукрові буряки)

Цукрові буряки залишають ґрунт глибоко розпушеним.

- традиційний обробіток: зазвичай достатньо провести поверхневий обробіток (дискування або культивацію) восени та передпосівну культивацію навесні. Глибока оранка не потрібна, якщо поле чисте від бур'янів.

Р О З Д І Л 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Загальні відомості про господарство

Дослідження з вивчення впливу факторів на продуктивність рослин пшениці ярої проводилися на протязі 2024-2025 років в умовах ТОВ «Промінь Галичина» м. Кам’янець-Подільського р-ну Хмельницької обл.

Місце проходження виробничої практики та проведення досліджень – Товариство з обмеженою відповідальністю «Промінь Галичина» – розташоване у південно-західній частині Хмельницької області, на території Кам'янець-Подільського району (юридична адреса: с. Андріївка).

Регіон досліджень характеризується помірно-континентальним кліматом. За даними спостережень, середньорічна температура повітря у 2024 році становила +8,7°C, а річна кількість опадів — 522 міліметри. Природно-географічні чинники, а також рівень використання земельних ресурсів, значною мірою визначають стан навколишнього середовища Подільського регіону. Екологічна ситуація в області залежить від обсягів антропогенного впливу промислової, комунальної та аграрної сфер, а також від дотримання природоохоронного законодавства.

Ґрунтові умови

Основним типом ґрунтів на полях господарства є чорнозем глибокий малогумусний, що сформувався на карбонатних лесовидних суглинках. За механічним складом ґрунт класифікується як важкосуглинистий.

Організаційно-виробнича характеристика

ТОВ «Промінь Галичина» є типовим сучасним сільськогосподарським підприємством Хмельниччини, що спеціалізується на товарному виробництві продукції рослинництва. Підприємство має статус товариства з обмеженою відповідальністю (код ЄДРПОУ 35578572).

Основний напрямок діяльності включає вирощування зернових (пшениця озима та яра, кукурудза) та олійних культур (соняшник, соя).

Господарство орендує значний земельний банк на території району.

Для забезпечення ефективності виробництва підприємство використовує сучасну високопродуктивну сільськогосподарську техніку, що дозволяє застосовувати інтенсивні технології вирощування культур. Система сівозміни в господарстві спрямована на підтримання балансу між високорентабельними культурами та дотриманням агротехнічних вимог щодо попередників.

У господарстві переважають такі типи грунтів, як чорнозем глибокий малогумусний на карбонатних лесовидних суглинках, за механічним складом - важкосуглинистий (табл. 2.1)

Таблиця 2.1

Характеристика ґрунту дослідних ділянок

Глибина, см	Щільність твердої фази, г/см^3	Щільність складу, г/см^3	Загальна пористість, %	Вологість стійкого в’янення, %
0-10	3,58	2,17	55,7	9,19
10-20	3,57	2,23	53,2	9,60
20-30	3,58	2,25	52,6	9,30

Представлені дані демонструють зміни фізичних параметрів ґрунту залежно від глибини його залягання.

- Щільність твердої фази: цей показник залишається відносно стабільним на всіх глибинах (близько 3,57–3,58 г/см³), що свідчить про однорідний мінералогічний склад ґрунту в досліджуваному профілі.
- Щільність складення (об'ємна маса): спостерігається незначне зростання щільності ґрунту з глибиною. Від поверхневого шару (0-10 см) до глибини 20-30 см щільність зростає з 2,17 г/см³ до 2,25 г/см³. Це природне явище, пов'язане зі збільшенням тиску вищих шарів ґрунту та зменшенням інтенсивності механічного обробітку на глибині.

- Загальна пористість: існує обернена залежність між щільністю складення та пористістю. Зі збільшенням глибини та ущільненням ґрунту пористість знижується: від 55,7% на поверхні до 52,6% на глибині 20-30 см. Це вказує на зменшення об'єму пор, що може впливати на водопроникність та аерацію нижніх шарів.
- Вологість стійкого в'янення (ВСВ): Показники ВСВ є відносно близькими у всіх шарах (в межах 9,19%–9,60%), що також підтверджує однорідність механічного складу ґрунту. Ці значення вказують на кількість вологи, недоступної для рослин.

Загальний висновок: грунт є досить щільним, особливо в нижній частині орного шару. Параметри свідчать про важкосуглинистий механічний склад, що підтверджується відносно високими показниками щільності твердої фази та ВСВ.

Таблиця 2.2.

Агрохімічна та фізична характеристика ґрунтів

ТОВ «Промінь Галичина»

Показник	**Характеристика / Значення**	**Примітки**
Тип ґрунту	Чорнозем глибокий малогумусний	Найбільш родючий тип ґрунту в Україні
Механічний склад	Важкосуглинистий	Визначає щільність та вологоутримуючу здатність
Материнська порода	Карбонатні лесовидні суглинки	Впливає на мінеральний склад
Вміст гумусу	Малогумусний (орієнтовно 3-4%)	Визначає потенційну родючість
Реакція ґрунтового розчину (pH)	Нейтральна або слабколужна	Оптимальна для засвоєння більшості елементів живлення

Щільність складення (орний шар)	Оптимальна (орієнтовно 1,2-1,4 г/см³)	Сприяє росту кореневої системи
Забезпеченість елементами живлення	Варіюється залежно від поля	Потребує регулярного агрохімічного обстеження

2.2. Грунтово-кліматичні умови місця проведення домогосподарства

Дослідження проводилися протягом 2024–2025 років в умовах ТОВ «Промінь Галичина», Кам'янець-Подільського району Хмельницької області. Природно-кліматичні умови цього періоду мали певні особливості, які вплинули на ріст, розвиток та продуктивність ярої пшениці.

Загальна характеристика періоду:

Клімат регіону помірно-континентальний, але в роки досліджень спостерігалися значні відхилення від середніх багаторічних норм як за температурним режимом, так і за кількістю опадів. Це дозволило повною мірою оцінити адаптивність досліджуваних варіантів (систем удобрення та норм висіву) до мінливих умов навколишнього середовища.

Аналіз по роках:

- **2024 рік:** характеризувався як помірно теплий та достатньо зволожений. Температурний режим весни сприяв швидкій сівбі та дружній появі сходів. Кількість опадів у критичні фази (вихід в трубку, колосіння) була близькою до норми, що забезпечило добрі умови для формування врожаю.
- **2025 рік:** відзначився різкими коливаннями температур та нерівномірним розподілом опадів. Рання весна швидко змінила пізні заморозки, що могло вплинути на виживання рослин. Кількість опадів була вищою за норму, але часто мала зливний характер, що не завжди сприяло ефективному зволоженню кореневого шару ґрунту.

Таблиця 2.3.

Метеорологічні умови в період проведення досліджень (2024–2025 рр.)

Місяць	Середньомісячна температура повітря, °С	Сума опадів, мм	ГТК (Гідротермічний коефіцієнт)
Середня багаторічна норма (Кліматична норма)	**+7,5**	**45**	**1,0**
2024 рік			
Квітень	+9,2	35	0,9
Травень	+16,5	55	1,1
Червень	+19,8	70	1,2
Липень	+21,4	60	0,9
Серпень	+20,1	45	0,9
2025 рік			
Квітень	+10,1	25	0,6
Травень	+18,0	40	0,8
Червень	+22,5	35	0,5
Липень	+23,1	20	0,3
Серпень	+21,8	30	0,6

Примітка: гідротермічний коефіцієнт (ГТК) розраховується за формулою: ГТК = (Сума опадів * 10) / Сума температур вище +10°С.

2.3. Методика проведення досліджень

Нашими дослідженнями планувалося визначити вплив ключових елементів сортової технології вирощування твердої пшениці ярої на її врожайність та якість зерна. Експеримент проводився на базі ТОВ «Промінь Галичина», Кам'янець-Подільського району Хмельницької області. Зокрема, вивчалися такі фактори, як різні попередники, рівні живлення, а також застосування мікродобрива та регулятора росту рослин.

Програма досліджень мала на меті встановити оптимальні для даного регіону агротехнічні прийоми підвищення продуктивності ярої пшениці в умовах Уладово-Люлинецької дослідно-селекційної станції. Це завдання вирішувалося шляхом вивчення впливу попередників та мікробіологічного добрива на ростові процеси, структуру та якість урожаю культури.

Дослід був закладений у триразовій повторності, з послідовним розміщенням ділянок. Площа кожної облікової ділянки становила 25 м². Дослідження передбачали вивчення дії та взаємодії двох основних факторів:

- **Фактор А:** попередник.
- **Фактор В:** мікробіологічне добриво.

Таблиця 2.4

Схема досліду

Доза добрив	Норма висіву насіння, млн/га
1. Без добрив (контроль), 2. $N_{40}P_{40}K_{40}$	1. 4 2. 5 3. 6

У дослідженнях використовували сорт пшениці ярої ЯРИНА

Це ранньостиглий сорт інтенсивного типу. Він добре підходить як для планової сівби, так і для використання в якості «ремонтного» матеріалу для зріджених посівів озимої пшениці. Сорт належить до категорії сильних пшениць.

Ключові агрономічні та якісні показники:

- Урожайність: потенціал становить 5,6–6,5 т/га.
- Період стиглості: ранньостиглий сорт, вегетація триває 83–94 дні.
- Посухостійкість: стійкий до посушливих умов.
- Вміст білка: 14,7–14,8%.
- Вміст сирої клейковини: 27,0–30,8%.
- Якість борошна: сила борошна сягає 300 о.а., об’єм хліба зі 100 г борошна — 1130 мл.
- Загальна хлібопекарська оцінка: 8,1 бала.
- Маса 1000 зерен: 38–44 г.
- Стійкість: сорт стійкий до ураження основними хворобами, вилягання та проростання зерна в колосі.

Фенологічні спостереження проводили відповідно до офіційної «Методики державного сортовипробування сільськогосподарських культур» [36].

Наростання вегетативної маси та накопичення сухої речовини протягом вегетації ярої пшениці визначали шляхом відбору проб. Проби брали у двох несуміжних повтореннях, з ділянок довжиною 0,33 погонного метра у двох суміжних рядках. Відбір та підготовку зразків ґрунту до подальшого аналізу проводили згідно з вимогами стандартів ДСТУ 4287:2004 і ДСТУ ISO 11464:2007.

Зразки рослин відбирали у ключові фази розвитку: кущіння, виходу в трубку, колосіння та повної стиглості. У відібраних зразках визначали вміст сухої речовини термогравіметричним методом згідно з ДСТУ 11465–2001.

Протягом вегетаційного періоду сортів ярої пшениці також визначали площу листкової поверхні. Використовували методику О. О. Ничипоровича [42], яка передбачає вимірювання довжини та ширини

листка з подальшим перемноженням отриманих значень на перевідний коефіцієнт (для злакових культур з лінійною формою листків він становить 0,67).

Облік урожаю сортів ярої пшениці здійснювали методом суцільного поділяночного збирання шляхом прямого комбайнування. Урожай соломи розраховували на основі співвідношення маси соломи до маси зерна, визначеного в рослинних пробах. Визначення структури врожаю проводили згідно з методикою [36].

Для оцінки якості зерна пшениці, як правило, використовують такі методики та показники:

Методики аналізу якості зерна пшениці

Для проведення аналізів використовують стандартизовані методи, закріплені у відповідних ДСТУ (Державні стандарти України) або міжнародних стандартах.

1. Фізичні показники

- Натура (маса літра): визначається за допомогою літрової пурки (ДСТУ 3768:2019 "Пшениця. Технічні умови"). Цей показник характеризує щільність укладання зерна, його виповненість, і побічно свідчить про вихід борошна.
- Маса 1000 зерен: визначається шляхом зважування тисячі цілих зерен (ДСТУ ISO 520:2015). Це важливий показник виповненості та крупності зерна, який сильно корелює з урожайністю та умовами вирощування.
- Скловидність: визначається візуально або з використанням діафаноскопа (ДСТУ 3768:2019). Висока скловидність характерна для твердих і сильних сортів пшениці та вказує на високу якість клейковини.
- Схожість та енергія проростання: визначаються в лабораторних умовах для оцінки якості посівного матеріалу (ДСТУ 4138-2002 "Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості").

2. Хімічні та технологічні показники

- Вологість: визначається термогравіметричним методом (ДСТУ ISO 712:2015 "Зернові та продукти їх переробки. Визначення вологості. Контрольний метод"). Важливий показник для визначення термінів зберігання та розрахунку фактичної маси врожаю.
- Вміст білка (протеїну): визначається методом К'єльдаля або за допомогою експрес-аналізаторів (наприклад, ІНФРАСКАН) (ДСТУ ISO 16634-1:2015 "Продукти харчові. Визначення загального вмісту азоту методом К’єльдаля"). Високий вміст білка критичний для продовольчої пшениці.
- Вміст та якість клейковини: клейковина — це білковий комплекс, що визначає хлібопекарські якості борошна.
    - Кількість клейковини: визначається відмиванням із тіста вручну або механізованим способом (ДСТУ 45.001-95).
    - Якість (сила) клейковини: оцінюється з використанням приладу ІДК (вимірювач деформації клейковини) або альвеографа (ДСТУ 45.001-95).
- "Сила борошна": визначається на спеціальному приладі — альвеографі (ДСТУ EN ISO 27971:2015 "Пшениця м'яка. Технічні умови"), який показує здатність борошна утворювати тісто з певними реологічними властивостями.
- Число падіння: показник активності альфа-амілази, який важливий для оцінки стану зерна після дощової погоди або при проростанні на корені (ДСТУ ISO 3093:2018).

Економічну ефективність елементів агротехнології пшениці ярої розраховували за технологічними картами та відповідними рекомендаціями на основі цін, що склалися на ринку 2019 року.

Статистичну обробку даних проводили методом дисперсійного аналізу трифакторного польового досліду, використовуючи сучасні комп’ютерні технології (ПІК «Agrostat», MS Office Excel).

Р О З Д І Л 3

РЕЗУЛЬТАТИ ПОЛЬОВИХ ДОСДІДЖЕНЬ ТА ЕКСПЕРЕМЕНТІВ

(ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА)

3.1. Оцінка схожості насіння та рівня збереженості рослин пшениці ярї в польових умовах

Густота рослин є одним із ключових показників, що значною мірою визначають кінцеву величину врожайності сільськогосподарських культур, зокрема й пшениці. Вона, своєю чергою, залежить від норми висіву, польової схожості насіння та рівня виживання рослин. Слід зазначити, що на польову схожість впливає комплекс чинників: посівні якості насіння, способи його підготовки до сівби, метеорологічні умови, а також попередники, система удобрення, строки та способи сівби, і навіть сама норма висіву [13].

Рослини ярої пшениці протягом росту та розвитку зазнають негативного впливу з боку біотичних та кліматичних факторів довкілля. Надмірне зволоження або тривалі посухи в критичні періоди вегетації можуть призводити до випадання посівів - як від прямого негативного впливу цих факторів, так і від розвитку хвороб, які є їхнім наслідком [15].

Показник густоти рослин визначали двічі за період вегетації культури на заздалегідь закріплених фіксованих ділянках. Перший підрахунок густоти рослин проводили з настанням фази повних сходів. Вдруге її рахували безпосередньо перед збиранням урожаю. Перший облік, при відомій нормі висіву, дає змогу визначити польову схожість насіння, а другий - визначити фактичний відсоток виживання рослин на період збирання.

За результатами наших досліджень було виявлено, що схожість насіння ярої пшениці не суттєво змінювалася залежно від норми висіву насіння та застосованого мінерального удобрення (табл. 3.1).

Таким чином, усереднені дані за весь період проведення досліджень показали, що польова схожість насіння коливалася в межах 86,1–86,6% на ділянках без добрив і становила 86,0–86,5% на варіантах із застосуванням $N_{40}P_{40}K_{40}$, залежно від норми висіву. Варто зазначити, що підвищення норми висіву насіння мало незначний вплив, дещо знижуючи польову схожість — у середньому на 0,5%.

Таблиця 3.1.

Залежність польової схожості насіння ярої пшениці від умов живлення та густоти посіву, %

Доза добрив	Норма висіву, млн/га	2024	2025	Середнє
Без добрив (контроль)	4	85,3	88,0	87,6
	5	85,9	88,6	87,3
	6	85,6	88,5	87,1
$N_{40}P_{40}K_{40}$	4	86,9	88,0	87,5
	5	86,5	87,9	87,2
	6	86,2	87,7	87,0

Погодні умови років проведення досліджень мали значний вплив на польову схожість насіння. Так, відсутність достатньої кількості атмосферних опадів у 2024 році сприяла формуванню нижчих показників схожості, які варіювали в межах 85,6–86,5% залежно від варіанту досліду. У 2025 році, завдяки кращим погодним умовам у період від сівби до появи сходів порівняно з 2024 роком, польова схожість насіння була вищою.

Варто зазначити, що показник польової схожості в межах 85-87% для групи ярих ранніх зернових культур може вважатися цілком достатнім. Це пояснюється тим, що пшениця має високу компенсаторну здатність: навіть за умови значного зниження густоти стояння рослин на одиниці площі вона компенсує недостатню кількість стебел інтенсивним кущінням.

Здатність рослин ярої пшениці протистояти дії негативних факторів є значною мірою генетично обумовленою ознакою. Проте прояв цієї ознаки також залежить від конкретних умов вирощування [29].

Нашими дослідженнями виявлено, що найбільш сприятливі умови для росту та розвитку, а як наслідок і найбільшої виживаності рослин пшениці ярої, були на варіантах досліду із внесенням мінеральних добрив у дозі $N_{40}P_{40}K_{40}$. За цих умов вирощування коефіцієнт збереження рослин становив 76,2 % за норми 4 висіву 6 млн/га, 81,9 % за норми висіву 5 млн/га, та відповідно максимальний показник у досліді 81,1 % за норми висіву 4 млн/га. На варіантах без внесення мінеральних добрив ці показники становили, відповідно, 73,4 %, 78,6 % та 79,7 % (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Вплив мінерального удобрення та норми висіву на коефіцієнт збереження рослин ярої пшениці, %

Доза добрив	Норма висіву, млн/га	2024	2025	Середнє
Без добрив (контроль)	4	72,8	86,6	79,7
	5	71,9	85,4	78,6
	6	67,0	80,3	73,4
$N_{40}P_{40}K_{40}$	4	75,1	85,9	80,9
	5	74,8	89,1	81,1
	6	69,2	83,5	76,2

З підвищенням норми висіву насіння коефіцієнт збереження рослин на одиниці площі суттєво зменшувався - ця тенденція спостерігалася як у середньому за період досліджень, так і в кожному окремому році. Зокрема, на варіантах без застосування мінерального удобрення показник збереження рослин був нижчим на 2-3% порівняно з удобреним фоном, залежно від конкретної норми висіву насіння.

Максимальний у досліді коефіцієнт збереження рослин (81,1% та 81,9%) було зафіксовано при внесенні повного мінерального добрива $N_{40}P_{40}K_{40}$ та нормі висіву насіння 4 і 5 млн/га відповідно.

Найнижчий показник збереження рослин ярої пшениці за весь період проведення польових досліджень відзначено у 2024 році. Тоді він коливався в межах 67,0-75,1% залежно від застосованого мінерального удобрення та норми висіву. У сприятливішому за погодними умовами 2025 році коефіцієнт збереження рослин був значно вищим і коливався від 80,3% до 89,1% залежно від варіанту досліду.

3.2. Тривалість міжфазних періодів, залежно від удобрення та норм висіву.

Детальний аналіз процесів росту та розвитку посівів є одним із головних критеріїв дослідження технологій вирощування будь-якої сільськогосподарської культури [36].

Ключові етапи розвитку ярої пшениці в дослідженні

В рамках нашої дослідницької програми ми зосередилися на вивченні конкретних фаз росту ярої пшениці. Це дало змогу детально відстежити динаміку розвитку культури на таких етапах:

- вегетативний розвиток: сходи, перший трійчастий листок, стеблування;
- репродуктивний розвиток: бутонізація, початок та кінець цвітіння;
- формування врожаю: наливання насіння, повна стиглість.

Вплив клімату на тривалість вегетації

Загальна тривалість життя рослини, або вегетаційний період, визначається складною взаємодією між генетичними особливостями сорту та зовнішніми погодними умовами. На цей процес впливають ключові фактори, такі як температура, інтенсивність освітлення, а також доступність вологи.

Метеорологічні умови можуть суттєво коригувати ці терміни:

- подовження вегетації: нестача тепла у поєднанні з надмірною вологістю зазвичай призводить до затримки розвитку рослин.
- скорочення вегетації: навпаки, суха та тепла погода значно прискорює достигання врожаю.

Зокрема, підвищена температура повітря помітно скорочує час, необхідний для проростання насіння (від сівби до сходів) та період від появи сходів до початку цвітіння.

Пшеницю яру традиційно сіють однією з перших культур. Хоча насіння може проростати вже при температурі ґрунту лише +1…+2С°, сходи зазвичай з'являються, коли середньодобова температура повітря становить +6…+7С°. Оптимальним же діапазоном для швидкого та дружнього проростання вважається +8…+12С°. Важливою перевагою цієї культури є її стійкість: молоді сходи здатні переносити короткочасні заморозки до -10С° [3, 44, 49].

Чинники росту та розвитку

Тривалість вегетації ярої пшениці - від появи сходів до повного достигання - залежить від багатьох факторів. Дослідження показують, що ключовими серед них є:

- сортові особливості: генетично закладені темпи росту;
- температурний режим: як повітря, так і ґрунту;
- забезпеченість поживними речовинами: родючість ґрунту;
- вологість: рівень опадів та вологість повітря.

Цікаво, що період від сходів до колосіння значною мірою визначається біологічними характеристиками конкретного сорту і менше залежить від зовнішніх умов. Натомість фаза від колосіння до достигання є більш чутливою. Вона часто скорочується через вплив стресових факторів, таких як посуха або хвороби, що може призвести до передчасного відмирання листя [13, 27, 28].

Наші дослідження чітко показали, що тривалість розвитку пшениці - як окремих його етапів, так і всього вегетаційного періоду - залежить від цілого

комплексу взаємопов'язаних чинників. Ми відзначили значний вплив трьох основних аспектів:

- погодні умови: рік проведення експерименту мав вирішальне значення, адже кліматичні особливості сезону постійно змінювалися.
- система удобрення: застосування різних підходів до живлення рослин суттєво коригувало терміни росту.
- норма висіву: густота посіву також відігравала важливу роль у динаміці розвитку культури.

Детальні результати цього аналізу представлені у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Тривалість міжфазних періодів вегетації ярої пшениці залежно від мінерального удобрення та норми висіву (у середньому за 2024–2025 рр.), діб

Доза добрив	Норма висіву, млн/га	Міжфазний період		
		Сходи-колосіння	Колосіння-повна стиглість зерна	Сходи-повна стиглість зерна
Без добрив (контроль)	4	53	34	85
	5	53	33	84
	6	52	32	82
$N_{40}P_{40}K_{40}$	4	57	35	89
	5	57	33	87
	6	56	32	85

Міжфазний період від сходів до колосіння на варіантах досліду без мінерального удобрення тривав 52-53 доби. На удобреному фоні цей же період, відповідно, становив 56-57 діб. При цьому варто зазначити, що норми висіву насіння не мали суттєвого впливу на тривалість міжфазного періоду сходи–колосіння.

Загальна тривалість життя рослини (від появи сходів до повної стиглості зерна) також змінювалася залежно від умов досліду:

- без добрив: на контрольних ділянках без внесення мінеральних добрив вегетація тривала 82-85 діб.
- з добривами ($N_{40}P_{40}K_{40}$): там, де застосовували повний комплекс добрив, цей період був дещо довшим і становив 85-89 діб.

Крім того, підтвердився вплив норми висіву на загальну тривалість вегетації:

- збільшення норми з 4 млн/га до 5 млн/га скорочувало період на 1-2 доби.
- при нормі 6 млн/га вегетаційний період ярої пшениці був коротшим уже на 3-4 доби.

3.3. Формування висоти рослин пшениці ярої під впливом різних агротехнічних заходів.

Фундаментальною здатністю живих організмів є ріст (незворотне збільшення розмірів рослин або їхніх органів) і розвиток (набуття якісних морфологічних і фізіологічних змін на окремих етапах онтогенезу). Ці процеси відбуваються в рослині завдяки кореневому живленню, засвоєнню вуглекислого газу (CO_2), акумуляції сонячної енергії та обміну речовин.

Якщо зовнішні кількісні зміни в морфології рослин свідчать про інтенсивність нагромадження ними вегетативної маси, то фази вегетації вказують на певні етапи в якісному розвитку рослин.

Протягом усієї вегетації рослини проходять два взаємопов'язаних, але водночас відмінних процеси: ріст і розвиток. Вивчення темпів росту та розвитку рослин ярої пшениці в онтогенезі дає можливість розкрити найбільш важливі залежності процесу формування високої продуктивності цієї культури. Однією з основних ознак, яка характеризує темпи росту і розвитку рослин, є висота центрального стебла.

На висоту рослин впливає комплекс факторів: від ґрунтово-кліматичних умов конкретного регіону до застосовуваних технологічних

прийомів вирощування. Внаслідок цього висота посівів постійно змінюється як протягом сезону, так і на різних полях, що зрештою прямо впливає на врожайність культури.

Активний ріст як ключовий показник

Період інтенсивного росту ярої пшениці починається приблизно через 2-3 тижні після появи повноцінних сходів. Тому динаміка приросту рослин у висоту протягом усього вегетаційного періоду є надзвичайно важливим морфобіологічним показником. Він слугує своєрідним індикатором, який чудово демонструє реакцію посівів на будь-які зміни в навколишньому середовищі чи агротехніці.

Наші дослідження підтвердили, що висота стебла рослин ярої пшениці залежить від комплексу умов. Значний вплив мали не лише загальні гідротермічні умови конкретного року, але й технологічні фактори, які ми вивчали: застосування різних доз мінеральних добрив та зміна норми висіву насіння.

Максимальна висота при різних нормах висіву

Найвищі показники висоти рослин ми зафіксували на варіантах досліду з максимальною нормою висіву насіння - 6 млн шт./га (рис. 3.1). Цікаво, що висота змінювалася залежно від системи удобрення:

- без удобрення: середня висота становила 69,7 см.
- з добривами ($N_{40}P_{40}K_{40}$): рослини були помітно вищими - в середньому 73,1 см.

Зменшення норми висіву насіння до 4 млн шт./га очікувано призвело до зниження висоти рослин. На варіантах без добрив середня висота становила лише 61,4 см.

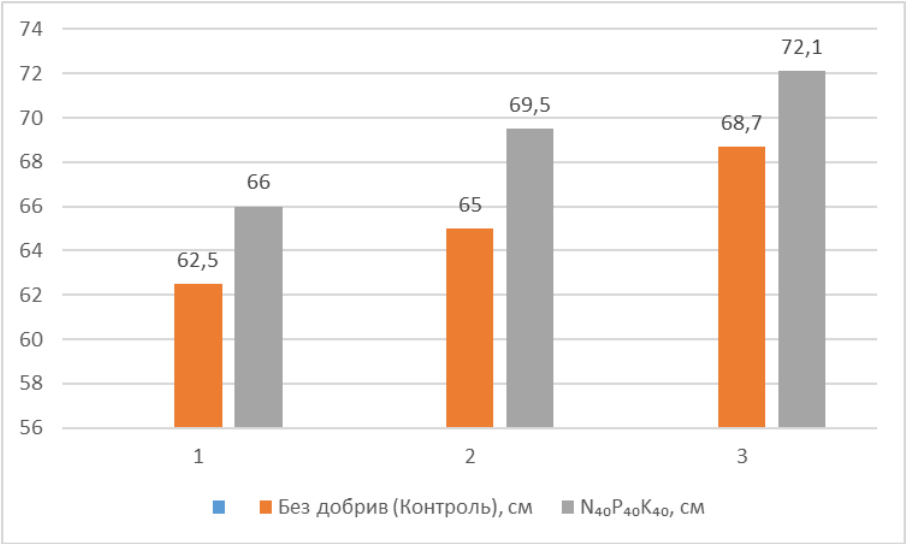

Рис. 3.1.Висота рослин ярої пшениці залежно від агротехнічних прийомів (середнє 2024–2025 рр.),

На удобреному фоні ($N_{40}P_{40}K_{40}$) також спостерігалася подібна тенденція:

- при нормі висіву 5 млн/га висота рослин зменшилася на 3,4 см порівняно з максимальним показником і становила 68,7 см.
- найнижчі значення на удобреному фоні (67,4 см) були зафіксовані при мінімальній нормі висіву 4 млн/га.

Важливо підкреслити, що висота рослин значною мірою залежала від гідротермічних умов, які складалися в різні роки досліджень. Різниця була суттєвою:

- у 2024 році, який був менш сприятливим за погодними умовами, висота коливалася в межах 65–72 см.
- у 2025 році показники були значно вищими — від 81 до 95 см.

Формування нижчої висоти рослин при нижчій нормі висіву має своє пояснення. Це перш за все обумовлено інтенсивним додатковим кущінням у зрідженому посіві. Бічні стебла, які активно відростають у таких умовах, зазвичай є нижчими порівняно з основним стеблом.

Також варто зазначити, що сорт ярої пшениці, використаний у нашому експерименті, продемонстрував високу природну стійкість до вилягання протягом обох років досліджень.

3.4. Динаміка розвитку листкової поверхні посівів залежно від густоти та системи живлення.

Фотосинтез є єдиним процесом у біосфері, який забезпечує засвоєння сонячної енергії та підтримку існування як рослин, так і всіх гетеротрофних організмів, включаючи людину [41]. Кінцевим продуктом фотосинтезу є органічна речовина. Саме тому головне завдання землеробства полягає в найбільш повному використанні фотосинтетичної діяльності рослин. Останню визначає листкова поверхня рослин, яку необхідно збільшувати як за площею, так і за тривалістю продуктивної роботи, оскільки між величиною врожаю та площею листків встановлено пряму кореляційну залежність [42].

Інші дослідники відмічають, що врожай сухої речовини ярої пшениці не завжди тісно корелює з площею листків [34]. Однак слід зазначити, що в посівах культур на зелений корм, якщо довести листковий індекс до 6–8 (замість 4,5–5), це позитивно впливає на якісні показники.

За оптимальної густоти посіву та на високому агротехнічному фоні зернові культури та їх сумішки за короткий строк утворюють поверхню листків до 50 тис. м²/га, що порівняно з іншими культурами збільшує добовий приріст біомаси і забезпечує високу продуктивність фотосинтезу [28].

У процесі фотосинтезу головну роль відіграє хлорофіл. Саме він є ключовим біохімічним джерелом живлення для рослин. Продукти фотосинтезу, що утворюються завдяки хлорофілу, в подальшому використовуються рослиною для формування біомаси та кінцевого врожаю [48].

Недостатньо швидкий ріст листків призводить до зменшення накопичення хлорофілу, що, своєю чергою, негативно позначається на загальній врожайності зерна. Як площа листків, так і концентрація в них хлорофілу безпосередньо залежать від обраної технології вирощування [10, 15]. Саме тому критично важливо формувати посіви з оптимальною площею

листків. Потрібно дотримуватись балансу, адже і недостатньо розвинена, і надмірна площа листя призводять до неефективного використання сонячної енергії рослинами [21], знижуючи потенційний урожай.

Наші дослідження показали чітку закономірність у розвитку площі листкової поверхні пшениці протягом вегетації. Етапи наростання та зменшення площі листя:

- початковий етап (повільний ріст): у першому періоді вегетації наростання площі листкової поверхні відбувалося досить повільно.
- період інтенсифікації (вихід в трубку): інтенсивність збільшення площі листя значно підвищилася саме у фазу виходу рослин у трубку.
- максимум (колосіння): максимальне значення висоти рослин ярої пшениці було зафіксоване одночасно з фазою колосіння.
- зниження (після цвітіння): у процесі подальшого росту та розвитку рослин величина площі листкової поверхні починала знижуватися. Це відбувалося внаслідок природного відмирання листків спочатку нижнього, а пізніше й середнього ярусу. Детальні дані щодо цих змін представлені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Формування асиміляційної поверхні посівів ярої пшениці: вплив норм висіву та удобрення (середнє за 2024–2025 рр.), тис. м²/га

Доза добрив	Норма висіву насіння, млн/га	Міжфазний період				
		Кущіння	Вихід у трубку	Колосіння	Молочна стиглість	Молочно воскова стиглість
Без добрив (контроль)	4	9,0	22,4	32,7	31,3	17,6
	5	10,1	27,1	34,3	33,9	18,2
	6	11,7	24,0	35,0	34,3	18,7
$N_{40}P_{40}K_{40}$	4	10,6	23,6	34,7	34,0	18,3
	5	12,5	25,0	35,9	35,3	19,3
	6	13,6	25,6	37,1	36,7	20,5

Вплив удобрення та норми висіву на площу листя пшениці

Ми встановили, що площа листкової поверхні ярої пшениці суттєво змінюється залежно від досліджуваних факторів: мінерального удобрення та норми висіву. Динаміка площі листя у фазу кущіння. Вже на ранніх етапах розвитку спостерігалася чітка залежність. Так, у фазу кущіння, на неудобреному фоні:

- при нормі висіву 4 млн шт/га площа листя в середньому становила 9,0 тис. м²/га.
- при збільшенні норми висіву до 5 і 6 млн/га цей показник зріс відповідно до 10,1–11,7 тис. м²/га.

Подальший аналіз динаміки підтвердив цю закономірність. Аналогічна тенденція у формуванні площі листкової поверхні зберігалася і протягом наступних ключових етапів росту та розвитку культури, зокрема у фазах колосіння та молочної стиглості зерна.

Пік розвитку площі листкової поверхні ярої пшениці припав на фазу колосіння. Величина цієї площі суттєво залежала від досліджуваних нами агротехнічних прийомів.

Результати на неудобреному фоні

На ділянках без внесення мінеральних добрив ми зафіксували такі показники залежно від густоти посіву:

- Норма висіву 4 млн шт/га: 32,7 тис. м²/га
- Норма висіву 5 млн шт/га: 34,3 тис. м²/га
- Норма висіву 6 млн шт/га: 35,0 тис. м²/га

Варто відзначити, що серед усіх досліджуваних факторів саме зростання норми висіву найінтенсивніше впливало на показник площі листкової поверхні ярої пшениці.

Ми встановили чітку кількісну залежність:

з підвищенням норми висіву насіння з 4 до 6 млн шт/га, починаючи вже з фази кущіння, площа листя на неудобреному фоні зростала на 12,2%. За умови внесення мінеральних добрив ($N_{40}P_{40}K_{40}$) цей приріст був ще

більшим і становив 17,9%. Динаміка площі листя після колосіння. Як ми вже зазначали, рослини ярої пшениці досягли максимальної площі листя у фазу колосіння. Після цього етапу, в процесі проходження наступних фаз росту, площа почала знижуватися і досягла найнижчих значень у фазі молочно-воскової стиглості зерна.

Отже, результати проведених нами досліджень чітко підтверджують значний вплив як мінерального удобрення, так і норм висіву насіння на інтенсивність розвитку асиміляційної поверхні пшениці ярої.

Ми встановили, що максимальна площа листкової поверхні в наших дослідах формувалася за конкретних оптимальних умов:

- внесення мінеральних добрив у повній нормі $N_{40}P_{40}K_{40}$;
- максимальна норма висіву насіння — 6 млн/га.

3.5. Залежність елементів структури врожаю від часу та норми посіву пшениці ярої

Кінцевою ланкою технологічного процесу вирощування зернових культур є показник урожайності. Удосконалення агротехнічних прийомів вирощування ярої пшениці відіграє вирішальну роль у підвищенні продуктивності культури, а також у поліпшенні показників якості зернової продукції. Разом з тим, і розміри сформованого врожаю зерна, і його якість значною мірою залежать від окремих складових зернової продуктивності - елементів структури. Розміри таких елементів структури врожаю, як кількість продуктивних стебел, маса зерна з колоса, маса 1000 зерен озимої пшениці, суттєво залежали від поставлених на вивчення факторів, зокрема, від попередників та рівня мінерального живлення [13].

Формування врожаю ярої пшениці відбувається в результаті комплексної взаємодії елементів продуктивності. Головними з них є кількість продуктивних стебел на одиниці площі, маса зерна з колоса, озерненість колоса та маса 1000 зернин. У наших дослідженнях відмічали мінливість у

формуванні величини вказаних показників у ярої пшениці під впливом погодних умов, норм висіву насіння та рівня мінерального живлення [11].

Наукові дослідження свідчать, що збільшення кількості продуктивних стебел зернових культур сприяє підвищенню врожайності, проте їхня оптимальна кількість змінюється залежно від сорту. Під оптимальною густотою посіву розуміють таку кількість продуктивних стебел, за якої досягається змикання стебел у посіві (без взаємного затінення), забезпечується висока продуктивність фотосинтезу, ефективно використовується площа живлення та досягається висока врожайність.

На основі проведених обліків встановлено, що максимальний коефіцієнт продуктивного кущіння рослин ярої пшениці (2,1 у середньому за роки проведення дослідів) було отримано при нормі висіву насіння 4 і 5 млн шт/га на фоні внесення мінеральних добрив $N_{40}P_{40}K_{40}$. Посіви ярої пшениці без мінеральних добрив та із підвищеними нормами висіву сприяли зниженню коефіцієнта продуктивного кущіння рослин, який за норми висіву 4 млн шт/га становив 1,9, за норми висіву 5 млн шт/га - 1,8, та за норми 6 млн шт/га - відповідно 1,7.

Встановлено, що кількість продуктивних стебел рослин ярої пшениці варіювала залежно від гідротермічних умов року, мінерального удобрення та норми висіву. Виявлено, що максимальна в досліді кількість продуктивних стебел сформувалася на варіантах із внесенням мінеральних добрив і становила:

- 588,1 шт./м² за норми висіву насіння 4 млн шт./га;
- 716,3 шт./м² за норми висіву 5 млн шт./га;
- 765,9 шт./м² за норми висіву 6 млн шт./га.

Аналізуючи результати досліджень (дані наведені у табл. 3.4), ми бачимо, що порівняно з удобреним фоном кількість стебел на неудобреному була меншою на 20,4-35,2%.

Таким чином, можна зробити висновок, що підвищення норми висіву насіння ярої пшениці безпосередньо сприяє збільшенню густоти продуктивних стебел на одиниці площі.

Таблиця 3.5

Залежність індивідуальної продуктивності рослин пшениці ярої від фону живлення та густоти посіву (усереднені дані 2024–2025 рр.)

Доза добрив	Норма висіву насіння,	Коефіцієнт продуктивного	Густоти стебел, шт./м2	Довжина колоса, см	Маса зерна з одного колоса, г	Кількість зерен одного	Маса 1000 зерен, г
Без добрив (контроль)	4	1,9	488,4	9,2	1,23	31,5	43,2
	5	1,8	576,6	9,0	1,18	30,8	41,2
	6	1,7	525,9	7,1	1,08	28,4	40,9
$N_{40}P_{40}K_{40}$	4	2,1	588,1	10,6	1,54	35,3	50,2
	5	2,1	716,3	10,4	1,42	34,5	49,0
	6	2,0	765,9	9,4	1,30	31,8	47,6

Ми встановили, що норми висіву насіння та рівень мінерального удобрення мають безпосередній вплив на такий важливий показник, як довжина колоса ярої пшениці.

Залежність довжини колоса від густоти посіву

- Мінімальна норма (4 млн шт/га): саме за найменшої норми висіву була зафіксована найбільша довжина колоса - 9,2 см без добрив та 10,6 см із внесенням $N_{40}P_{40}K_{40}$.
- Середня норма (5 млн/га): при цій нормі довжина колосу була дещо меншою, в середньому на 0,2 см (становлячи 9,0 см і 10,4 см відповідно).
- Максимальна норма (6 млн шт/га): тут спостерігалася найменша довжина колосу -7,1–9,4 см. Таку тенденцію ми пояснюємо високою конкуренцією рослин за ресурси (світло, волога, поживні речовини) на одиниці площі.

Аналогічна тенденція, яку ми спостерігали з довжиною колоса, простежувалася і при підрахунку кількості колосків у ньому.

Найбільша кількість колосків формувалася за умови внесення мінеральних добрив ($N_{40}P_{40}K_{40}$):

- при нормі висіву 4 млн шт/га цей показник становив 15,1 шт.
- при нормі 5 млн шт/га кількість знижувалася до 13,2 шт.
- при максимальній нормі 6 млн шт/га – до 12,1 шт.

Посіви ярої пшениці на фоні без добрив забезпечили суттєво нижчу кількість колосків у колосі, що відповідало загальній закономірності зменшення показника зі зростанням норми висіву (відповідно 13,5 шт., 11,4 шт. та 9,2 шт.).

Результати підрахунків також підтвердили, що найвища маса зерна в колосі ярої пшениці була зафіксована на варіантах із внесенням мінеральних добрив.

На неудобреному фоні маса зерна в колосі була стабільно меншою - в середньому на 10-15% залежно від норми висіву насіння.

Кількість зерен у колосі: вплив добрив та норми висіву

Найвище значення кількості зерен у колосі було отримано за умови внесення мінеральних добрив (NPK). Цей показник поступово знижувався зі збільшенням густоти посіву:

- за норми висіву 4 млн/га: 35,3 шт.
- за норми висіву 5 млн/га: 34,5 шт.
- за норми висіву 6 млн/га: 31,8 шт.

Посіви ярої пшениці без мінеральних добрив сприяли формуванню меншої кількості зерен з одного колоса (відповідно 31,5 шт., 30,8 шт. та 28,4 шт.), що було нижчим на 11,9–12,6% порівняно з удобреним фоном.

Підсумки: залежність маси 1000 насінин від агротехнічних прийомів

Отже, в середньому за роки досліджень ми виявили, що залежно від строку посіву ярої пшениці маса 1000 насінин змінювалася в середньому

на 2,4–3,1 г. Ключовими факторами впливу також були удобрення та норма висіву.

Вплив добрив та норми висіву

Найвищий показник маси 1000 насінин (50,2 г) було зафіксовано за умови внесення мінеральних добрив $N_{40}P_{40}K_{40}$ при мінімальній нормі висіву 4 млн/га.

Показник неістотно знижувався (до 49,0 г) за норми висіву 5 млн/га, а за максимальної норми висіву 6 млн/га маса 1000 насінин становила 47,6 г.

Посіви ярої пшениці без внесення мінеральних добрив забезпечили значно нижчі показники маси 1000 насінин. Вони становили відповідно 43,2 г, 41,2 г та 40,9 г залежно від норми висіву насіння. Це було нижчим на 16–18% порівняно з удобреним фоном.

Р О З Д І Л 4

ОЦІНКА ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ ТА ЯКОСТІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ЯРОЇ В УМОВАХ РІЗНИХ НОРМ ВИСІВУ ТА ЖИВЛЕННЯ

4.1. Залежність урожайності пшениці ярої від доз мінеральних добрив та норм висіву насіння

Урожайність є найважливішим результативним показником землеробства та сільськогосподарського виробництва в цілому. Рівень урожайності відображає вплив економічних і природних умов, а також є головним критерієм, за яким встановлюють доцільність застосування тих чи інших агротехнічних заходів [11].

Потенційно можлива врожайність ярої пшениці складає 5,0-6,0 т/га. Тому розкриття цього потенціалу продуктивності рослин вимагає розробки складових технології вирощування відповідно до ґрунтово-кліматичних умов конкретного регіону [16].

Щоб збільшити врожайність пшениці ярої, необхідно підвищити коефіцієнт використання сонячної енергії, створивши оптимальні умови світлового режиму для кожної рослини і ценозу в цілому, тобто рівномірним розподілом рослин по площі живлення. Тому умови росту і розвитку пшениці більшою мірою залежать від способу сівби та норми висіву. Норма висіву, своєю чергою, залежить від багатьох чинників: крупності, енергії проростання і господарської придатності насіння, особливостей росту сорту, ґрунтово-кліматичних умов, термінів сівби, родючості ґрунту та якості передпосівного обробітку, рівня механізації, використання добрив, пестицидів та біопрепаратів [31].

Зміни клімату призводять до коливань урожаю ярої пшениці в межах 10–20%; вплив екстремальних погодних умов може досягати 30-60%. Захворювання насіння та рослин (грибні, бактеріальні та вірусні) загалом знижують урожайність на 15-20% [28].

В середньому за два роки проведення досліджень урожайність зерна ярої пшениці в розрізі досліджуваних варіантів коливалася в межах 3,16-4,10 т/га залежно від норми висіву насіння та мінерального удобрення (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Залежність врожайності пшениці ярої від густоти посіву та дати сівби, т/га

Доза добрив	Норма висіву, млн.шт./га	2024	2025	Середнє
Без добрив (контроль)	4	3,11	3,72	3,42
	5	3,13	3,59	3,36
	6	2,97	3,34	3,16
$N_{40}P_{40}K_{40}$	4	3,93	4,27	3,10
	5	3,74	4,02	3,88
	6	3,62	3,88	3,75

На основі проведених обліків та опрацювання отриманих результатів встановлено, що максимальний рівень урожайності зерна в досліді (4,10 т/га) формувався на варіанті з нормою висіву насіння 4 млн/га на фоні внесення мінеральних добрив $N_{40}P_{40}K_{40}$. Це перевищувало врожайність варіанта з нормою висіву 6 млн/га на 0,35 т/га.

Варіювання норми висіву пшениці ярої від 4 до 6 млн/га також мало значний вплив на величину врожайності зерна. Так, на основі досліджень встановлено, що різниця між урожайністю на варіантах з нормою висіву 4 і 5 млн/га на фоні внесення мінеральних добрив складала лише 0,22 т/га (4,10 і 3,88 т/га, або 5,6%), а між нормами 4 і 6 млн/га - 0,35 т/га.

Внесення мінеральних добрив дозволило отримати рівень урожайності на 0,59-0,78 т/га вищий, ніж на варіантах без мінерального живлення. Величина врожайності зерна також різнилася залежно від років проведення досліджень, проте сила впливу досліджуваних факторів була вищою. Таким чином, у менш сприятливому за гідротермічними умовами

2024 році врожайність зерна коливалася в межах від 2,97 до 3,93 т/га, а в більш сприятливому 2025 році рівень урожайності знаходився в межах 3,34-4,27 т/га залежно від мінерального удобрення та норм висіву.

На основі статистичної обробки результатів досліджень встановлено, що у формуванні врожайності зерна пшениці ярої частка впливу фактора мінеральне удобрення в середньому за два роки досліджень складала 59%, тоді як фактора норма висіву - 24%.

Виробництво широкого асортименту продукції, зокрема хліба, на підприємствах харчової промисловості потребує отримання високоякісної сировини, якою є зерно пшениці ярої. Одержання не лише високого за розмірами, але й якісного за багатьма показниками врожаю зерна пшениці є першочерговим завданням сільськогосподарських виробників в Україні [34]. До головних показників якості зерна пшениці ярої відносять вміст білка, клейковини та її властивостей, а також таких хлібопекарських показників якості, як об’єм хліба та його пористість [41]. За результатами досліджень було встановлено параметри мінливості вмісту білка в зерні під впливом технологічних прийомів вирощування. Натура - це маса 1 л зерна, виражена у грамах. Для зерна пшениці показник натури зерна ≥785 г/л вважається дуже високим, 764-785 - високим, 725-764 - середнім і ≤725 г/л - низьким [33].

Натура зерна ярої пшениці варіювала залежно від досліджуваних факторів. Найвищий рівень натури зерна ярої пшениці 745 г/л був зафіксований на варіантах досліду із нормою висіву насіння 5 млн/га на фоні внесення мінеральних добрив $N_{40}P_{40}K_{40}$, без внесення мінерального удобрення за аналогічної норми висіву натура зерна становила 740 г/л. 49 На варіантах із нормою висіву насіння 4 та 6 млн /га натура зерна була дещо нижчою на 2–3 % у порівнянні до варіантів нормою висіву 5 млн /га.

На основі досліджень встановлено, що скловидність ендосперму пшениці ярої була досить низькою, а саме зерно відносилося до напівскловидного типу. Таким чином, даний показник у середньому за роки

проведення досліджень знаходився в межах 62-64% залежно від фону живлення та норми висіву насіння.

Таблиця 4.2

Вплив мінерального удобрення та норми висіву на формування якісних показників зерна пшениці ярої (у середньому за 2024-2025 рр.)

Доза добрив	Норма висіву, млн.шт./га	Натура зерна, г/л	Умовний вихід борошна, %	Вміст білка, %	Вміст клейковини, %	Вихід білка, кг /га
Без добрив (контроль)	4	734	71,4	12,8	27,9	593,6
	5	740	70,7	12,8	27,8	565,7
	6	738	70,6	12,2	27,5	499,8
$N_{40}P_{40}K_{40}$	4	739	73,7	13,4	28,4	681,9
	5	745	72,0	13,1	28,1	641,7
	6	743	71,9	12,7	27,9	587,1

Одним із найголовніших показників оцінки технологічних прийомів вирощування є вихід готової продукції. Максимальний умовний вихід борошна з одиниці маси зерна ярої пшениці отримано на фоні мінерального удобрення. За умов вирощування ярої пшениці без внесення мінеральних добрив умовний вихід борошна зменшувався на 2,1-3,2% порівняно з удобреним фоном.

Максимальний вихід борошна (73,7-71,9%) формувався при внесенні мінеральних добрив у нормі $N_{40}P_{40}K_{40}$ за норм висіву 4-6 млн шт/га. Посів ярої пшениці без внесення мінерального удобрення сприяв зниженню виходу борошна, який відповідно становив 71,4% за норми висіву 4 млн/га, 70,7% - за норми висіву 5 млн/га та 70,5% - за норми висіву 6 млн/га. Це було нижчим на 1,3-2,4% порівняно з удобреним фоном.

На основі отриманих даних хімічного аналізу можна зробити висновок, що зерно пшениці ярої характеризувалося досить невисоким вмістом білка. Максимальний вміст білка в зерні формувався на варіантах досліду із внесенням мінеральних добрив $N_{40}P_{40}K_{40}$ і становив 12,7-13,4% залежно від норми висіву насіння. На варіантах без мінеральних добрив вміст білка в зерні був дещо нижчим і становив 12,8% у варіантах, де пшеницю яру висівали з нормою 4 і 5 млн/га, та 12,2% на варіанті з нормою висіву 6 млн/га.

У середньому за роки проведення досліджень у зерні пшениці ярої вміст клейковини коливався від 27,5-28,4% залежно від норми висіву та мінерального удобрення. Варто відзначити, що в середньому за період досліджень рівень клейковини в зерні пшениці був середнім та мало змінювався при погіршенні умов вирощування. На варіанті без мінерального удобрення з нормою висіву 6 млн/га даний показник становив 27,5%, що на 4% нижче порівняно з удобреним фоном.

Максимальний у досліді вихід білка (681,9 кг/га) був зафіксований за норми висіву 4 млн/га на фоні мінерального удобрення $N_{40}P_{40}K_{40}$. На неудобреному варіанті такої ж норми висіву він становив 593,6 кг/га, за норми 5 млн/га - 565,7 кг/га, а за 6 млн/га - відповідно 499,8 кг/га.

Таким чином, можна зробити висновок, що пшениця яра за оптимізації умов вирощування шляхом внесення мінеральних добрив та за оптимальної норми висіву має досить високу врожайність та відповідну якість зерна.

..

РОЗДІЛ 5
ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ Й ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ЯРОЇ

В умовах нестабільності цін на матеріальні ресурси в аграрному секторі економіки особливого значення набуває розробка та впровадження високоефективних технологій вирощування пшениці ярої. Щоб максимально адаптуватися до сучасного ринку, ці технології мають відповідати кільком ключовим вимогам: значно підвищувати врожайність культури, знижувати собівартість і збільшувати рентабельність виробництва зерна. На жаль, досі не вирішена проблема забезпечення стабільності валових зборів зерна пшениці, задоволення загальнодержавних потреб у високоякісному продовольчому зерні, досягнення високої конкурентоспроможності галузі та прибутковості діяльності господарств [41].

Оптимізація технології вирощування пшениці ярої є актуальним заходом, оскільки це дозволить суттєво збільшити валовий збір зерна в зоні Лісостепу - регіоні, який є одним із найбільш сприятливих для отримання високоякісного зерна [12].

Визначення оптимальних технологічних параметрів, зокрема норми висіву, може допомогти сільськогосподарським товаровиробникам частково вирішити поставлені завдання з мінімальними витратами трудових і матеріальних ресурсів [15].

З метою визначення найбільш економічно вигідних агротехнічних прийомів виробництва зерна при оптимізації окремих елементів технології, нами була проведена економічна оцінка вирощування ярої пшениці з різними нормами висіву та рівнями удобрення.

Сучасна технологія вирощування сільськогосподарських культур, зокрема пшениці ярої, повинна забезпечувати високі економічні показники. Виробничі витрати на її вирощування залежать від насиченості технології різними факторами інтенсифікації, зокрема від оптимальної норми висіву, що особливо важливо з огляду на високу вартість якісного посівного матеріалу.

Ринкова вартість однієї тонни продовольчого зерна станом на 2025 рік становила 8700 грн, тоді як вартість насіння була значно вищою - 10500 грн/т. Виходячи з цих цін, витрати на 1 гектар при нормі висіву 4 млн шт/га (за умови 94% польової схожості насіння) коливалися в межах 14684-16781 грн/га, залежно від обраного фону живлення. При збільшенні норми висіву до 6 млн шт/га загальні витрати зростали до 16026-18026 грн/га (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Залежність економічних показників вирощування ярої пшениці від фону живлення та густоти посіву (усереднені дані 2024–2025 рр.)

Доза добрив	Норма висіву, млн.шт./га	Урожайність, т/га	Виробничі витрати, грн/га	Вартість вирощеної продукції, грн/га	Умовно чистий прибуток, грн./га	Собівартість, грн./т	Рівень рентабельності,
Без добрив (контроль)	4	3,32	7684	14918	7233,5	2317,9	94,1
	5	3,26	7858	14670	6812,0	2410,4	86,7
	6	3,06	8026	13748	5721,5	2627,2	71,3
$N_{40}P_{40}K_{40}$	4	4,10	8781	18450	9669,0	2141,7	110,1
	5	3,88	8953	17460	8507,0	2307,5	95,0
	6	3,75	9026	16875	7849,0	2406,9	87,0

Зміни у фоні удобрення та нормах висіву насіння безпосередньо впливали на собівартість вирощеної продукції, а отже, і на ключові економічні показники: умовно чистий прибуток та рівень рентабельності виробництва.

Вартість вирощеної продукції варіювалася від 13 748 до 18 450 грн/га. Ці коливання залежали виключно від застосованих мінеральних добрив та конкретної норми висіву насіння, обраної в межах досліду.

Найвищий умовний чистий прибуток у дослідженні було зафіксовано при вирощуванні ярої пшениці з нормою висіву 4 млн/га. Залежно від схеми

мінерального живлення, цей показник коливався від 7 233 грн/га до 9 669 грн/га. При цьому рівень рентабельності виробництва в зазначених умовах становив від 94% до 110%.

Детальніше, на удобреному фоні прибуток склав 9 669 грн/га (норма висіву 4 млн шт/га), знижуючись до 8 507 грн/га при нормі 5 млн/га та до 7 849 грн/га при нормі 6 млн/га. На варіантах без застосування мінеральних добрив прибутки були нижчими: 7 233 грн/га, 6 812 грн/га та 5 721 грн/га відповідно до тих самих норм висіву.

Загальний діапазон рентабельності виробництва коливався від мінімального значення 71,3% (варіант без удобрення, норма висіву 6 млн/га) до максимального 101% (умови внесення мінеральних добрив з нормою висіву насіння 4 млн/га).

Найвищий умовний чистий прибуток у дослідженні - 9 669 грн/г - було досягнуто завдяки вирощуванню ярої пшениці з оптимальною нормою висіву 4 млн шт/га. Цей результат спостерігався на фоні інтенсивного мінерального удобрення в нормі $N_{40}P_{40}K_{40}$.

Енергетична ефективність у сучасному агровиробництві

На сучасному етапі розвитку сільськогосподарського виробництва критично важливим елементом системи технологій вирощування польових культур є розрахунок енергетичної ефективності.

Енергетична оцінка передбачає аналіз співвідношення між двома ключовими показниками: кількістю енергії, акумульованою в урожаї в процесі фотосинтезу, та сукупними енерговитратами на виробництво цієї продукції. Вона дозволяє визначити ступінь окупності енергетичних витрат, ідентифікувати оптимальні показники енергоємності технологічних операцій та, зрештою, розробити енергозберігаючу технологію вирощування культури [38].

Для проведення енергетичної оцінки технології вирощування ярої пшениці необхідно виконати низку розрахунків: визначити сукупні витрати енергії на виробництво продукції (антропогенна енергія), розрахувати

енергію, акумульовану у врожаї, та обчислити основні показники енергетичної ефективності елементів технології.

Ключовий показник: енергетичний коефіцієнт

Ефективність вирощування сільськогосподарських культур визначається через енергетичний коефіцієнт. Це відношення енергії, накопиченої в урожаї надземної маси (включаючи основну продукцію), до загальної (антропогенної) енергії, витраченої на вирощування культури. Для зернових культур цей коефіцієнт зазвичай становить 4-6, іноді може бути вищим [36].

Прийнято вважати агротехнологію енергетично ефективною, якщо отриманий енергетичний коефіцієнт перевищує чотири [38].

Вплив норми висіву на енергоефективність

Проведені розрахунки показали, що збільшення норми висіву насіння пшениці ярої призводить до суттєвого зниження загальної енергетичної ефективності вирощування. Це пояснюється, перш за все, зростанням вартості насіння, яка збільшувалася на 44-49 кг/га при нормі висіву 5 млн/га та на 93-102 кг/га при нормі 6 млн/га відповідно.

Розділ 6
ОХОРОНА ПРАЦІ

Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів при вирощуванні пшениці ярої

Вирощування пшениці ярої включає низку технологічних операцій, які потенційно містять ризики для здоров'я та безпеки працівників ТОВ «Промінь Галичина». До основних етапів, що потребують уваги з боку охорони праці, належать: передпосівна підготовка ґрунту, сівба (внесення насіння та мінеральних добрив), догляд за посівами та збирання врожаю.

Основні ідентифіковані небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- Рухомі частини машин та механізмів: ризик травмування під час роботи тракторів, сівалок, комбайнів, особливо під час технічного обслуговування або усунення несправностей без дотримання правил безпеки (вимкнення двигуна, використання стопорних пристроїв).
- Підвищений рівень шуму та вібрації: тривалий вплив шуму від працюючої сільськогосподарської техніки може призводити до професійних захворювань органів слуху та порушень нервової системи.
- Хімічні ризики: робота з мінеральними добривами ($N_{40}P_{40}K_{40}$), пестицидами та паливно-мастильними матеріалами. Недотримання правил роботи з хімікатами може спричинити отруєння, алергічні реакції або хімічні опіки.
- Погодні умови: роботи часто проводяться під прямими сонячними променями (ризик теплового удару), на вітрі, під час пилових бур (ризик захворювань дихальних шляхів).
- Психофізіологічні навантаження: напруга зору, монотонність роботи та тривале перебування в незручній позі (наприклад, водіїв техніки).
- Ризик ураження електричним струмом: при обслуговуванні електрообладнання, освітлення або зарядці акумуляторів техніки.

Організаційно-технічні заходи із забезпечення безпечних умов праці

Для мінімізації виявлених ризиків у ТОВ «Промінь Галичина» мають бути впроваджені наступні заходи згідно з чинним законодавством України ("Закон України «Про охорону праці»", "Державні санітарні норми та правила"):

1. Організаційні заходи:

- Навчання та інструктажі: регулярне проведення вступних, первинних, повторних та цільових інструктажів з охорони праці для всіх працівників, задіяних у польових роботах.
- Медичні огляди: обов'язкове проходження попередніх (при прийомі на роботу) та періодичних медичних оглядів працівниками, особливо тими, хто працює з хімічними речовинами або в умовах підвищеного шуму.
- Забезпечення ЗІЗ (засобами індивідуального захисту): видача спецодягу, спецвзуття, рукавиць, респіраторів (під час роботи з добривами/хімікатами) та протишумних навушників/вкладишів (для механізаторів).
- Режим праці та відпочинку: встановлення оптимального режиму роботи з технологічними перервами для відпочинку та запобігання перевтомі.

2. Технічні заходи:

- Технічний огляд обладнання: регулярне проведення планово-попереджувальних ремонтів та щозмінних технічних оглядів сільськогосподарської техніки для запобігання поломкам під час роботи.
- Захисні огородження: встановлення та забезпечення справності захисних кожухів на рухомих частинах машин (карданні вали, шківи, ремінні передачі).
- Вентиляція: забезпечення ефективної вентиляції місць зберігання добрив та ремонтної зони.

- Освітлення: забезпечення достатнього освітлення робочих місць та польових доріг у темний час доби (якщо роботи ведуться цілодобово).

Пожежна безпека та заходи протипожежного захисту

Сільськогосподарське виробництво, особливо в період збирання врожаю, є зоною підвищеної пожежної небезпеки через наявність легкозаймистих матеріалів (суха солома, зерно, ПММ).

- Основні вимоги:
    - Вся техніка, задіяна на жнивах (комбайни, трактори, автомобілі), має бути обладнана справними іскрогасниками та первинними засобами пожежогасіння (вогнегасники, лопати, кошма).
    - Територія поля перед збиранням урожаю повинна бути обкошена та оборана по периметру (створення мінералізованої смуги).
    - Категорично забороняється паління та використання відкритого вогню поблизу хлібних масивів, місць зберігання палива та добрив.
    - Місця зберігання мінеральних добрив мають відповідати вимогам пожежної безпеки, бути сухими та провітрюваними.

Дотримання цих заходів у ТОВ «Промінь Галичина» дозволить створити безпечні умови праці, запобігти нещасним випадкам та професійним захворюванням, що є обов'язковою умовою сталого та ефективного сільськогосподарського виробництва.

ЕКОЛОГІЯ

Для виробництва якісної продукції рослинництва в сучасних умовах недостатньо просто уникати надмірної хімізації технологій. Критично важливими передумовами є також чисте повітряне середовище та відсутність шкідливих викидів від промислових підприємств, автомобільного транспорту тощо.

Рослини здатні засвоювати з ґрунту лише ті поживні речовини, які їм необхідні. Проте, за умов надлишкових концентрацій, шкідливі елементи та хімічні сполуки починають потрапляти в рослини, зерно, корми і, як наслідок, у продукцію тваринництва. Тому стічні води промислових підприємств, міст та великих тваринницьких комплексів потребують обов'язкового очищення. Найбільш небезпечні виробництва слід переводити на замкнутий цикл водоспоживання.

Роль азотного живлення та добрив

Важливе значення має оптимально налагоджена система азотного живлення рослин. Накопичення нітратів у рослинах та погіршення якості врожаю може бути спричинене надмірною концентрацією рухомого азоту в ґрунті (понад 6–8 мг/кг). Також надмірне внесення органічних та мінеральних добрив (понад 16–17 т/га сівозміни) сприяє накопиченню нітратів та інших шкідливих сполук у продукції. Крім того, неконтрольована кількість гною може стати джерелом забруднення ґрунту важкими металами.

Підготовка органічних добрив до внесення

Перед внесенням органічних добрив їх необхідно знезаражувати, очищати від насіння бур'янів та обов'язково визначати хімічний склад. Для знезараження використовують різні методи: гній обробляють термічно, а мул та сапропель знешкоджують тривалим витримуванням у штабелях, компостуванням з негашеним вапном, рідким синтетичним аміаком або аміачною водою.

ВИСНОВКИ

На основі проведених досліджень та детального аналізу отриманих результатів було сформульовано низку ключових висновків щодо впливу норм висіву та мінерального удобрення ($N_{40}P_{40}K_{40}$) на показники ярої пшениці.

Агрономічні показники та структура врожаю:

- **Коефіцієнт збереження рослин:** максимальні показники (80,1% та 80,9%) зафіксовано при застосуванні мінеральних добрив $N_{40}P_{40}K_{40}$ та нормах висіву 4 і 5 млн шт/га.
- **Висота рослин:** найвища середня висота за два роки досліджень (68,7 см без добрив та 72,1 см з добривами $N_{40}P_{40}K_{40}$) спостерігалася на варіантах із нормою висіву насіння 6 млн шт/га.
- **Площа листкової поверхні:** рослини ярої пшениці досягли максимальної площі листкової поверхні у фазу колосіння. Сівба на удобреному фоні $N_{40}P_{40}K_{40}$ суттєво стимулювала цей показник. За цих умов площа варіювалася від 34,7 тис. м²/га (4 млн шт/га) до 36,7 тис. м²/га (6 млн шт/га).
- **Структура врожаю:** оптимальні показники структури врожаю відзначені на варіанті з нормою висіву 4 млн шт/га на удобреному фоні. Зокрема, маса зерна з одного колоса становила 1,54 г, а маса 1000 зерен — 50,2 г.

Урожайність та якість зерна:

- **Урожайність:** максимальний рівень урожайності зерна в досліді (4,10 т/га) був досягнутий на варіанті з нормою висіву 4 млн шт/га на фоні внесення мінеральних добрив $N_{40}P_{40}K_{40}$. Це перевищувало результат норми висіву 6 млн шт/га на 0,35 т/га.

- **Вміст білка:** найвищий вміст білка (12,7–13,4%) формувався на варіантах із застосуванням мінеральних добрив $N_{40}P_{40}K_{40}$. На варіантах без добрив вміст білка був дещо нижчим (12,8% при нормах 4 і 5 млн/га та 12,2% при нормі 6 млн/га).

Економічні та енергетичні показники:

- **Прибуток та рентабельність:** максимальний умовно чистий прибуток (9 669 грн/га) та найвища рентабельність (94–110%) зафіксовані при нормі висіву 4 млн шт/га на удобреному фоні.
- **Енергетична ефективність:** найвищий енергетичний коефіцієнт (Кее 5,23 з добривами та 4,98 без добрив) також відзначений за норми висіву 4 млн шт/га. Зі збільшенням норми висіву цей показник знижувався (до 4,62 та 4,39 відповідно при нормі 6 млн/га).

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

На основі проведених польових досліджень та детального аналізу отриманих результатів, господарствам різних форм власності Хмельницької області рекомендовано застосовувати конкретну технологію для досягнення високих виробничих показників ярої пшениці.

Для отримання врожайності зерна на рівні 4,10 т/га, вмісту білка в зерні 13,4% та відповідного вмісту клейковини 28,4%, фахівці радять висівати яру пшеницю на фоні мінерального удобрення $N_{40}P_{40}K_{40}$ з оптимальною нормою висіву 4 млн шт/га. Дотримання цих параметрів дозволить максимізувати якісні та кількісні показники продукції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бойко П. І. Вплив попередників на вологозабезпеченість і урожайність пшениці у західному лісостепу / П. І. Бойко, М. Г. Фурманець // Збірник наукових праць Нац. наук. центру «Інститут землеробства НААН». – К., 2012. – Вип. 1/2. – С. 10–14.

2. Гасанова І. І. Кореляційний зв'язок між кількістю азоту в листках рослин пшениці ярої протягом вегетації та вмістом білка в зерні / І. І. Гасанова, Є. Л. Конопльова, Н. С. Пальчук // Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. – Дніпропетровськ, 2014. – 2. № 6. – С. 95–97.

3. Дідур І.М. Продуктивність кукурудзи залежно від впливу сучасних біопрепаратів та мікробіологічних добрив в умовах Лісостепу правобережного / І.М. Дідур, В.І. Циганський, В.В. Рибачок // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Сільське господарство та лісівництво. №11. Вінниця. – 2018. – С. 26-36.

4. Дідур І.М. Формування зернової продуктивності кукурудзи залежно від застосування мікробіологічного добрива Граунфікс в умовах Лісостепу правобережного / І.М. Дідур, В.І. Циганський // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Сільське господарство та лісівництво. №7 (том 1). Вінниця. – – С. 70-77.

5. Доспехов Б. А. Методика опытного дела / Б. А. Доспехов. – М. : Колос, 1985. – 336 с.

6. Дудкина Е. Карбамидно-аммиачная смесь (КАС) / Е. Дудкина // Агроном. – 2013. – №1 (лютий). – С. 20–22.

7. Економічні переміни і перспективні сівозміни / М. С. Шевченко, Є. М. Лебідь, О. М. Шевченко [та ін.] // Хранение и переработка зерна. – 2013. № 1 – С. 38–40.

8. Желязков О. Азотні добрива: ефективність у посівах озимої пшениці / О. Желязков, О. Козельський, О. Бондаренко // Пропозиція. – 2015. 60 – №7–8. – С. 80–83.

9. Жемела Г. П. Вплив попередників на врожайність та якість зерна пшениці м’якої / Г. П. Жемела, С. М. Шакалій // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – Полтава, 2012. – №3. – С. 20–22.

10. Жемела Г. П. Вплив попередників на елементи структури врожайності та якість зерна пшениці залежно від сортових особливостей / Г. П. Жемела, А. О. Курочка // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – Полтава. – 2012. – №1. – С. 33–36.

11. Жемела Г. П. Вплив сортових властивостей на продуктивність та якість зерна пшениці / Г. П. Жемела, О. А. Кузнєцова // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – Полтава, 2012. – №3. – С. 23–25.

12. Забарський В. К. Економіка сільського господарства. Навчальний посібник. / В. К. Забарський, В. І. Мацибора, А. А Чалий. – К.: Каравелла. – 2009. – 264 с.

13. Заходи підвищення урожайності та якості зерна пшениці в умовах Присивашшя / І. І. Гасанова, І. В. Костиря, М. А. Остапенко, С. М. Остапенко, Н. С. Бондаренко // Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. – Дніпропетровськ : Нова ідеологія, 2012. – №2. – С. 98–102.

14. Зінченко О. І. Біологічне рослинництво / О. І. Зінченко, О. С. Алексєєва, П. М. Приходько та ін. – К.: Вища школа., 1996. – 239 с.

15. Каленська С.М., Єрмакова Л.М., Паламарчук В. Д., Поліщук І.С. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві. Підручник. Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2015. 448 с.

16. Карабутов А. П. Особенности агротехники озимой пшеницы в меняющихся погодных условиях / А. П. Карабутов, Г. И. Уваров, А. А. Найдѐнов // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – №9. – С. 43 45.

17. Квітко Г.П., Поліщук І.С., В.А. Мазур, І.Г. Протопіш та ін. „Багаторічні трави як фактор стабільного землеробства України“ 61 Землеробство. Вип.85. Міжвід.темат.наук.зб., К: 2013.-С.63-71.

18. Колпакова О. С. Озима пшениця в умовах Півдня. Вплив прийомів сортової агротехніки на врожайність / О. С. Колпакова // Агроном. – №1(лютий). – 2014. – С. 84–86.

19. Конопльова Є. Л. Ефективність вирощування пшениці ярої залежно від технологічних заходів в північному Степу України / Є. Л. Конопльова // Агробіологія : зб. наук. праць. – Біла Церква, 2012. – Вип. 7 (91). – С. 117–120.

20. Конопльова Є. Л. Ефективність заходів підвищення урожайності та якості зерна пшениці озимої по попереднику чорний пар в північному Степу України / Є. Л. Конопльова // Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. – Дніпропетровськ : Нова ідеологія, 2012. – №3. – С. 99–103.

21. Костиря І. В. Вплив попередників і мінеральних добрив на урожайність та якість зерна пшениці ярої / І. В. Костиря, І. І. Гасанова, М. А. Остапенко [та ін.] // Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН. – 2013. – №4. – С. 25–29.

22. Костиря І. В. Урожайність зерна пшениці та рівень його якості залежно від попередників і системи удобрення в умовах Присивашшя / І. В. Костиря // Зрошуване землеробство : міжвід. тем. наук. зб. – Херсон : Айлант, 2012. – Вип. 58. – С. 51–53.

23. Крайнюк С. В. Вплив вмісту білка в зерні озимої пшениці на польову схожість насіння в передгірному Криму / С. В. Крайнюк // Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва: збірник наукових праць. – Харків, 2012. – №1. – С. 230–233. – (Серія Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво).

24. Крамарьов С. М. Продуктивність та якість зерна пшениці ярої залежно від мінерального живлення в умовах лівобережного Лісостепу України / С. М. Крамарьов, Г. П. Жемела, С. М. Шакалій // Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. – Дніпропетровськ, 62 2014. – № 6. – С. 61–67.

25. Крищенко В.П. Методы оценки качества растительной продукции / В.П. Крищенко – М. : Колос, 1983. – 192 с.

26. Кудря С. І. Азотне підживлення пшениці після різних попередників / С. І. Кудря, М. К. Клочко, Н. А. Кудря // Вісник Харківського національного аграрарного університету ім. В. В. Докучаєва: збірник наукових праць. – Харків, 2010. – №5. – С. 128–130. – (Сер. Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство).

27. Кульбіда М. Усі сорти пшениці нарощують вміст білка в зерні у міру зменшення географічної широти / М. Кульбіда, Т. Адаменко // Агроном. – 2008. – № 1. – С. 84–85.

28. Лихочвор В. В. Зерновиробництво/Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Іващук П. В. – Львів : Українські технології, 2008. – 623 с.

29. Лихочвор В. В. Озима пшениця / В. В. Лихочвор, Р. Р. Проць – Львів : НВФ Українські технології, 2002. – 88 с.

30. Лихочвор В. В. Оптимальні параметри структури врожаю озимої пшениці / В. В. Лихочвор // Агробізнес сьогодні. – 2012. – №23 (грудень). – С. 20–23.

31. Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур : [навч. посібник] / В. В. Лихочвор – Львів : НВФ Українські технології, 2002. – 800 с.

32. Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур/Лихочвор В. В. – Львів : Українські технології, 2002. – С. 124–207.

33. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. – Львів: НВФ ”Українські технології”, 2006. – 730 с.

34. Мазур В. А., Паламарчук В. Д., Поліщук І.С. Новітні агротехнології у рослинництві. Вінниця, 2017. – 588 с. (гриф ВНАУ Протокол №12 від 16.06.2017) 63

35. Медведовський О. К. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві / О. К. Медведовський, П. І. Іваненко. – К.: Урожай, 1988.–205 с.

36. Методика державного сортовипробування с.-г. культур / [за ред. В. В. Вовкодава ; випуск другий]. – К., 2001. – 65 с.

37. Методика проведення дослідів з кормовиробництва та годівлі тварин: [під редакцією А. О. Бабича]: Вінниця, 1998 – 78 с.

38. Методика проведення дослідів по кормовиробництву / Під ред. А. О. Бабича. – Вінниця, 1994. – 96 с.

39. Моргун В. В. Клуб 100 центнерів. Сучасні сорти та системи живлення і захисту озимої пшениці / В. В. Моргун, Є. Ю. Санін, В. В. Швартау. – К.:Логос, 2014. – 148 с. №4. – С. 35–39.

40. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України / Редкол. М. В. Зубець.(голова) та ін. – К.: Логос, 2004. – 776 с.

41. Наукові основи інтенсифікації польового кормовиробництва в Україні / Петриченко В. Ф., Квітко Г. П., Царенко М. К. та ін. /За ред. В. Ф. Петричен Петриченко В. Ф. Наукові основи сталого розвитку кормовиробництва в Україні / В. Ф. Петриченко // Корми і кормовиробництво /. – Вінниця: Вид.-во «Тезис» – 2003. – Вип. 50. – С. 3–10.

42. Ничипорович А. А. О путях повышения продуктивности фотосинтеза растений в посевах / А. А. Ничипорович // Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. – М. : Издательство АН СССР, 1963. – С.5

43. Олійник К. М. Продуктивність і якість зерна пшениці яроїї за різних технологій вирощування / К. М. Олійник, Г. В. Давидюк // Землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник – К., 2011. – Вип. 83. – С. 72–77.

44. Опара М. М. Збереження вологи в умовах глобального потепління / М. М. Опара // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – Полтава,

2008. – №4. – С. 19–23. Основи наукових досліджень в агрономії / В. О. Єщенко, П.

45. Г. Копитко, В. П. Опришко, П. В. Костогриз; [за ред. В. О. Єщенка]. – Київ : Дія. – 2005. – 288 с.

46. Особливості росту та розвитку різних сортів пшениці озимої в осінній період вегетації залежно від попередників / О. І. Желязков, О. О. Педаш, Н. С. Пальчук [та ін.] // Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. – Д. : «Нова ідеологія», 2012. – №3. – С. 95–99.

47. Остапчук М.О., Поліщук І.С., Мазур О.В., Максімов А.М. „Використання біопрепаратів –перспективний напрямок вдосконалення технологій.“ Збірник наукових праць. – Сільське господарство та лісівництво. - №2 – 2015. – С.-5-17.

48. Паламарчук В. Д., Климчук О. В., Поіщук І.С., Колісник О.М., Борівський А.Ф. Еколого-біологічні та технологічні принципи вирощування польових культур: Навчальний посібник. Вінниця: ФОП Данилюк, 2010. 636 с.

49. Паламарчук В. Д., Поліщук І.С., Венедіктов О. М. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: Навчальний посібник. Вінниця: ФОП Данилюк, 2011. 432 с.

50. Паламарчук В. Д., Поліщук І.С., Єрмакова Л.М., Каленська С.М. Біологія та екологія сільськогосподарських рослин. Підручник. Вінниця: ФОП Данилюк, 2013. 725 с.

51. Паламарчук В. Д., Поліщук І.С., Єрмакова Л.М., Каленська С.М. Системи сучасних інтенсивних технологій (2-ге видання виправлене та доповнене). Навчальний посібник. Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2012. 370 с.

52. Петриченко В. Ф. Актуальні завдання розвитку сучасного кормовиробництва в Україні / В. Ф. Петриченко // Вісник аграрної науки. – 2006. № 12. С. 55–59.

53. Півошенко І. М. Клімат Вінницької області. – В.: «ВАТ Віноблдрукарня», 1997. – 240 с.

54. Поліщук М.І., Тинько В.В. Позакореневі підживлення як фактор підвищення рівня зернової продуктивності ячменю ярого. Сільське господарство та лісівництво: збірник наукових праць. Вінниця: ВНАУ. 2019. 65 №14

55. Попов С. І. Урожайність та якість зерна пшениці м’якої озимої за осіннього підживлення у східній частині Лісостепу України / С. І. Попов, С. В. Авраменко, О. С. Курилов // Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН. – Дніпропетровськ, 2014. – №7. – С. 103–107.

56. Рибалка О. І. Новітні генетичні аспекти поліпшення якості пшениці / О. І. Рибалка, М. А. Литвиненко // Вісник аграрної науки . – 2009. –

57. Сметанко О. В. Структура урожаю зерна пшениці при вирощуванні по різних технологіях / О. В. Сметанко // Вісник аграрної науки південного регіону : міжвідомчий тематичний збірник. (сільськогосподарські та біологічні науки). – Одеса, 2012. Випуск 13. – С. 44–48.

58. Солодушко М. Озимина під контролем / М. Солодушко, С. Ярошенко, О. Бойко // The Ukrainian Farmer. – 2014. – №1 (49). – С. 46–48.

59. Цвей Я. П. Урожайність і якість зерна пшениці залежно від попередників у правобережному Лісостепу / Я. П. Цвей, О. Г. Леньшин, М. І. Конопельський // Зб. наук пр. ННЦ «Інститут землеробства НААН». – К., 2012. – Вип. 1/2. – С. 15–19.

60. Черенков А. В. Урожайність пшениці ярої при різних технологіях її вирощування в Степу України / А. В. Черенков, В. Г. Нестерець, М. М. Солодушко // Бюлетень Інституту зернового господарства УААН. – Дніпропетровськ, 2009. – №36. – С. 3–10.

ДОДАТКИ

Додаток 1

Таблиця 1

Розрахункова таблиця дисперсійного аналізу вирощування пшениці ярої за роки досліджень

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F		t
				факт.	теор.	
Загальне	347,35	28	–	–	–	–
Повторень	3,76	2	–	–	–	–
Фактора А	175,20	1	175,212	884,88	4,40	–
Фактора В	162,52	4	40,631	205,21	2,92	–
Взаємодії АВ	2,27	4	0,569	2,87	2,92	–
Похибка (C_z)	3,54	17	0,196	–	–	2,100

Розрахункова таблиця дисперсійного аналізу вирощування пшениці ярої за роки досліджень

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F		t
				факт.	теор.	
Загальне	27,63	27	–	–	–	–
Повторень	0,17	2	–	–	–	–
Фактора А	6,40	1	6,411	343,85	4,40	–
Фактора В	20,28	4	5,065	271,75	2,92	–
Взаємодії АВ	0,45	4	0,110	5,94	2,92	–
Похибка (C_z)	0,36	17	0,015	–	–	2,108