ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ «ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

ФАКУЛЬТЕТ агротехнологій і природокористування

Кафедра рослинництва, селекції та насінництва

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

НА ТЕМУ:
««Формування врожайності пшениці ярої залежно від технологічних факторів в умовах НДЦ «Поділля» Кам'янець-Подільського району Хмельницької області»

Виконав:

здобувач освітнього ступеня «Магістр»
освітньо-професійної програми «Агрономія»
спеціальності 201 «Агрономія»
денної форми навчання
КОЗІРУК Валентин Едуардович

Керівник:

кандидат с.-г. наук, доцент
_____ КЛИМИШЕНА Ріта Іванівна
асистент
_____ СІКОРА Анастасія Геннадіївна

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 Аліковна

м. Кам’янець–Подільський, 2025

АНОТАЦІЯ

КОЗІРУК Валентин Едуардович виконав кваліфікаційну роботу на тему: «Формування врожайності пшениці ярої залежно від технологічних факторів в умовах НДЦ «Поділля» Кам'янець-Подільського району Хмельницької області».

У роботі розглянуто актуальне питання підвищення продуктивності пшениці ярої в умовах Західного Лісостепу України, де значна кліматична мінливість, весняні посухи та нерівномірний розподіл опадів вимагають оптимізації технологічних прийомів вирощування. Метою дослідження було визначити вплив строків сівби та мінерального живлення на ріст, розвиток, формування елементів структури врожаю та якість зерна пшениці ярої сорту Панянка, а також оцінити економічну ефективність різних варіантів технології.

Польові дослідження проводили у 2024–2025 рр. у НДЦ «Поділля» Кам'янець-Подільського району Хмельницької області. Двофакторний дослід включав три строки сівби та чотири норми мінерального живлення (N0P0K0, N60P60K60, N90P60K60, N120P60K60). У процесі виконання роботи вивчено особливості росту й розвитку рослин, густоту продуктивного стеблостою, елементи структури врожаю, урожайність, показники якості зерна, а також проведено економічну оцінку ефективності досліджуваних технологічних варіантів.

Установлено, що найкращі умови для формування продуктивного стеблостою забезпечував перший строк сівби. За цього строку максимальна густота продуктивних стебел досягала 525 шт./м², а коефіцієнт продуктивного кущення — 1,60 на фоні внесення N120P60K60. Другий і третій строки сівби супроводжувалися поступовим зниженням цих показників, що негативно впливало на подальше формування врожаю.

Встановлено, що елементи структури врожаю істотно залежали від досліджуваних факторів. За першого строку сівби формувалися найдовші колоси (до 9,5 см), найбільша кількість зерен у колосі (до 29,7 шт.) та

максимальна маса зерна з одного колоса (до 1,26 г). Запізнення зі строками сівби призводило до зменшення цих показників, особливо за третього строку.

Найвищу урожайність зерна пшениці ярої сорту Панянка — 5,81 т/га — отримано за першого строку сівби та внесення N120P60K60. За другого строку сівби максимальна врожайність становила 5,13 т/га, а за третього — лише 4,14 т/га. Застосування мінеральних добрив забезпечувало стабільне зростання врожайності за всіх строків сівби, проте найбільш ефективним воно було саме за раннього висіву.

Якість зерна підвищувалася зі зростанням норм мінерального живлення. Найвищий вміст білка (14,7%) та клейковини (28,9%) сформувався за третього строку сівби на фоні внесення N120P60K60, що свідчить про позитивний вплив підвищеного азотного живлення на хлібопекарські властивості зерна.

Економічна оцінка показала, що найбільш ефективним є варіант поєднання першого строку сівби з нормою добрив N120P60K60. За цього варіанту отримано максимальний чистий прибуток — 29980 грн/га та найвищий рівень рентабельності — 134%. Другий і третій строки сівби характеризувалися нижчими показниками прибутковості незалежно від рівня удобрення.

Результати досліджень мають важливе практичне значення та можуть бути рекомендовані для впровадження у виробничих умовах господарств Поділля та інших регіонів Лісостепу України з метою підвищення рівня врожайності, якості зерна та економічної ефективності вирощування пшениці ярої.

ЗМІСТ

ВСТУП 6
РОЗДІЛ 1 8
ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ ТА ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ЇЇ ПРОДУКТИВНІСТЬ 8
1.1. Ботанічні та біологічні особливості пшениці ярої 8
1.2. Господарське, економічне та екологічне значення пшениці ярої 10
1.3. Екологічні та технологічні чинники формування врожайності пшениці ярої 12
1.4. Структура врожаю пшениці ярої та роль мінерального живлення і сорту у її формуванні 14
РОЗДІЛ 2 17
УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ 17
2.1. Природно-кліматична характеристика району досліджень 17
2.2. Характеристика ґрунтових умов дослідного поля НДЦ «Поділля» 20
2.3. Характеристика сорту пшениці ярої Панянка 22
2.4. Схема досліду та методика його проведення 23
2.5. Методи обліків, спостережень та аналізів 27
РОЗДІЛ 3 29
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ 29
3.1. Густота продуктивного стеблостою пшениці ярої 29
3.2. Елементи структури врожаю пшениці ярої 31
3.3. Урожайність пшениці ярої залежно від строків сівби та рівнів мінерального живлення. 33
3.4. Якість зерна пшениці ярої 36
РОЗДІЛ 4 38
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ 38
4.1. Методика визначення економічної ефективності 38
4.2. Формування витрат виробництва залежно від рівнів мінерального живлення. 40
РОЗДІЛ 5 43
ОХОРОНА ПРАЦІ 43

5.1. Організація охорони праці та безпеки під час виконання польових досліджень у НДЦ «Поділля» 43
5.2. Безпека роботи з технікою, обладнанням та хімічними речовинами 44
5.3. Пожежна безпека, електробезпека та охорона навколишнього природного середовища 45
РОЗДІЛ 6 47
ЕКОЛОГІЯ 47
6.1. Стан грунтів та використання земельних ресурсів. 47
ВИСНОВКИ 49
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ 51
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 52

ВСТУП

Пшениця є однією з найважливіших продовольчих культур у світі та основою харчового забезпечення багатьох країн. Завдяки високій харчовій цінності, універсальності використання й здатності формувати стабільні врожаї у різноманітних кліматичних умовах, пшениця посідає провідне місце у структурі світового рослинництва. Серед різних видів цієї культури важливе місце займає пшениця яра, яка характеризується коротким періодом вегетації, високою якістю зерна та пластичністю до змін зовнішніх умов. Вона відіграє значну роль як запасна (страхова) культура, здатна компенсувати втрати зерна озимих форм у разі їх пошкодження або загибелі. Крім того, зерно пшениці ярої відзначається підвищеним вмістом білка та доброю якістю клейковини, що робить його цінним компонентом у хлібопекарській та переробній промисловості [7].

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю підвищення ефективності виробництва зерна в умовах кліматичних змін, які особливо гостро проявляються у Лісостеповій зоні. За останні роки в регіоні спостерігаються істотні коливання температури, нерівномірний розподіл опадів, часті ранньовесняні посухи та різкі температурні піки в період наливу зерна. Ці фактори істотно впливають на продуктивність пшениці ярої й вимагають удосконалення технологій її вирощування, підбору адаптованих сортів і раціонального застосування агротехнічних заходів. У цьому контексті дослідження впливу технологічних факторів на формування врожайності пшениці ярої в умовах Поділля є актуальним і практично значущим.

Метою дослідження є встановлення особливостей росту, розвитку та продуктивності пшениці ярої залежно від технологічних факторів вирощування в умовах науково-дослідного центру «Поділля», а також визначення найбільш ефективних агротехнічних прийомів, що забезпечують формування високої врожайності та якісних показників зерна.

Об'єктом дослідження є пшениця яра як сільськогосподарська культура, що розвивається під впливом ґрунтово-кліматичних та технологічних факторів.

Предметом дослідження є вплив технологічних факторів на формування врожайності пшениці ярої сорту Панянка.

Методи дослідження включали польові дослідження, фенологічні спостереження, біометричні вимірювання, агрохімічний аналіз ґрунту, визначення елементів структури врожаю, лабораторні та аналітичні методи, а також статистичну обробку отриманих результатів. Кількісні та якісні показники врожаю визначали відповідно до загальноприйнятих методик в агрономічній науці.

Апробація результатів дипломної роботи. Результати досліджень доповідались на VIII Всеукраїнській науковій інтернет-конференції «Інноваційні технології в рослинництві» (м. Кам'янець-Подільський, 25 квітня 2025 р.).

Структура та обсяг дипломної роботи. Дипломна робота викладена на 60 сторінках і складається зі вступу, 6 розділів, висновків, пропозицій виробництву, списку використаних джерел, додатків. До роботи включено 6 таблиць, 2 рисунка. Перелік літератури містить 50 найменування.

РОЗДІЛ 1

ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ ТА ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ЇЇ ПРОДУКТИВНІСТЬ

(ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1. Ботанічні та біологічні особливості пшениці ярої

Пшениця яра (Triticum aestivum L.) є однією з найважливіших однорічних культур родини Poaceae та посідає провідне місце серед ярих зернових в Україні та світі. Її висока цінність зумовлена поєднанням продовольчих властивостей, пластичністю до різних умов вирощування та коротким періодом вегетації, що забезпечує успішне культивування у регіонах зі стислим весняним періодом та недостатньою кількістю вологи. Вид сформувався внаслідок тривалих процесів доместикації та селекції, що обумовило високу адаптивність до контрастних кліматичних ресурсів [13, 17].

Морфологічно пшениця яра має типову для злакових будову, але характеризується низкою особливостей, що відрізняють її від озимої форми. Стебло — порожниста соломина з 5–7 міжвузлями висотою 60–110 см залежно від сорту та умов вирощування. Міцність і діаметр стебла визначають стійкість рослин до вилягання, що важливо для сучасних інтенсивних сортів. Листки лінійні, плоскі, з варіацією забарвлення від світло- до темно-зеленого, формують основну фотосинтетичну поверхню посівів. Коренева система мичкувата, менш глибока порівняно з озимою формою: основна маса коренів розташована у шарі ґрунту 0–30 см, що зумовлює чутливість до весняної посухи, характерної для Поділля.

Суцвіття — складний колос довжиною 6–12 см із щільністю 16–25 колосків на 10 см стрижня. Зернівка овальної або довгастої форми, маса 1000 зерен варіює від 32 до 45 г, а вміст білка становить 12–17 %, що забезпечує високі хлібопекарські властивості. Тривалість вегетації у середньому становить 85–110 днів, що робить культуру чутливою до умов

ранньовесняного періоду та потребує дотримання оптимальних строків сівби [24]. Налив зерна триває 20–30 днів і є критичною фазою, особливо в умовах високих температур та дефіциту вологи, які можуть знизити масу зерна на 20–30 %.

Біологічні особливості пшениці ярої визначають швидкість проходження фаз розвитку та реакцію на абіотичні фактори. Основними фазами органогенезу є проростання, сходи, кущення, вихід у трубку, колосіння, цвітіння, налив зерна та повна стиглість. Проростання відбувається за температури ґрунту +2…+4 °С, оптимум — +8…+12 °С. Нерівномірне прогрівання та дефіцит вологи ранньою весною в умовах Поділля можуть спричиняти розтягнуті строки появи сходів та нерівномірність стеблостою [25].

Фаза кущення, що є коротшою порівняно з озимою пшеницею (12–20 днів), значною мірою залежить від температури +12…+15 °С; перевищення +18 °С пришвидшує перехід до генеративних фаз і знижує кількість продуктивних пагонів. Дефіцит вологи на цьому етапі спричиняє відмирання пагонів та зниження продуктивності [27].

У фазі виходу в трубку формуються генеративні органи, визначається розмір колоса та листкова поверхня. Високі температури понад +20 °С у поєднанні з нестачею вологи здатні зменшувати озерненість колоса. Рівень азотного живлення у цей період впливає на розвиток рослини, проте його надлишок підвищує ризик вилягання.

Колосіння та цвітіння — критичні фази, чутливі до перегрівання, різких температурних коливань і надмірної вологості, які можуть порушувати запилення та формування зав’язей. Оптимальна температура під час колосіння — +16…+22 °С, у фазі цвітіння — значення, що забезпечують життєздатність пилку [28, 29].

Налив зерна відбувається за оптимальної температури +18…+24 °С, тоді як температура понад +30 °С спричинює формування щуплого зерна.

Умови Поділля з частими спалахами високих температур у червні–липні роблять цю фазу однією з найбільш уразливих.

Сучасні сорти пшениці ярої, зокрема Панянка, характеризуються високою адаптивністю до підвищених температур, дефіциту вологи та кліматичних контрастів Лісостепу. Вони мають добру реакцію на мінеральне живлення, здатні формувати вирівняний стеблостій та продуктивний колос навіть за стресових умов . Сортові особливості визначають інтенсивність кущення, жаростійкість, стійкість до хвороб, щільність колоса та масу зерна.

Таким чином, ботанічні й біологічні особливості пшениці ярої визначають її технологічні вимоги та межі адаптації. Розуміння морфологічних і фізіологічних процесів культури є основою для формування ефективної технології вирощування, оптимального добору сортів, строків сівби та системи живлення, що забезпечує стабільну продуктивність у контрастних умовах Поділля [39].

1.2. Господарське, економічне та екологічне значення пшениці ярої

Пшениця яра є однією з найважливіших продовольчих культур світового землеробства і займає істотну частку у структурі зернового балансу країн із помірним та прохолодним кліматом. Її господарське значення визначається сукупністю ознак: універсальністю використання, високою харчовою цінністю зерна, роллю страхової культури у разі недобору врожаю озимих зернових, адаптивністю до регіонів із нестабільними весняними умовами та здатністю формувати якісне зерно за відносно короткого періоду вегетації. У контексті аграрного виробництва Поділля пшениця яра відіграє особливу роль, сприяючи стабілізації обсягів виробництва зерна в умовах змінного клімату [44, 14].

Важливою перевагою пшениці ярої є підвищений вміст білка (12–17 %, за інтенсивних технологій — до 18–20 %) і здатність формувати сильну, пружну клейковину. Це забезпечує високий рівень газоутримувальної здатності тіста та зумовлює широке використання зерна ярої пшениці у

хлібопекарській промисловості як коригувального компонента до м’якого, низькобілкового борошна озимих сортів . Крім того, зерно застосовують для виробництва круп, макаронних виробів, комбікормів, пива та інших харчових продуктів, що підвищує економічну привабливість культури для сільськогосподарських підприємств. За якістю зерна пшениця яра часто перевищує озиму, що дає можливість отримувати вищу ціну реалізації.

Пшениця яра виконує функцію страхової культури у системі землеробства. У роки, коли озимі зернові зазнають пошкоджень від вимерзання, вимокання, випирання ґрунтом або нерівномірних умов перезимівлі, вона дає змогу оперативно компенсувати втрати посівних площ і забезпечити необхідний рівень виробництва продовольчого зерна. Завдяки короткому вегетаційному періоду та відносній простоті технології вирощування яра пшениця не створює значних організаційно-технологічних складнощів для господарств.

У структурі сівозміни культура виконує важливу агротехнічну функцію. Завершення вегетації до середини літа створює сприятливі умови для якісної підготовки ґрунту під озимі культури та для висіву проміжних культур-сидератів. Це сприяє поліпшенню структури ґрунту, збагаченню його органічною речовиною та підвищенню родючості. Короткий вегетаційний період, відносно чисте поле після збирання та невелика кількість післяжнивних решток полегшують обробіток ґрунту під наступні культури [18].

Пшениця яра має й екологічне значення. На відміну від окремих інших зернових культур, вона не потребує надмірних доз мінеральних добрив і завдяки інтенсивному наростанню кореневої системи в ранній період краще використовує доступну вологу. Для Поділля, де часто спостерігаються весняні ґрунтові та атмосферні посухи, це є суттєвою агрономічною перевагою. Економічна ефективність вирощування пшениці ярої зумовлюється поєднанням відносно невисоких витрат на її вирощування із можливістю одержання продукції з високою доданою вартістю. Собівартість

часто є нижчою, ніж у озимої форми, оскільки відсутні витрати, пов’язані з перезимівлею та можливою необхідністю пересіву [19].

Для Поділля, де значні площі ріллі зайняті зерновими та технічними культурами, яра пшениця виступає важливим стабілізатором урожаю. Її вирощування сприяє не лише забезпеченню продовольчого ринку, а й підтримці ефективної сівозміни та економічної гнучкості агропідприємств. Важливим є й кормове значення: зерно використовується у раціонах для великої рогатої худоби, птиці та свиней, а солома — як грубий корм або підстилка [20].

1.3. Екологічні та технологічні чинники формування врожайності пшениці ярої

Рівень врожайності пшениці ярої визначається комплексною дією екологічних і технологічних чинників, серед яких провідне значення мають строки сівби, погодні умови вегетаційного періоду та забезпеченість посівів вологою і теплом . Ці фактори особливо важливі для умов Поділля, де весняний період характеризується значною мінливістю температурного режиму й розподілу опадів [21].

Строки сівби є одним із найважливіших технологічних факторів, що формують стартові умови росту і розвитку рослин. Фаза кущення та інтенсивний розвиток кореневої системи у ярої пшениці припадають на ранньовесняний період, коли в орному шарі ґрунту зберігаються максимальні запаси продуктивної вологи . Своєчасний висів забезпечує дружні, вирівняні сходи, оптимальну густоту стеблостою та триваліший період кущення. Запізнення із сівбою на 5–7 днів може знижувати врожайність на 10–20 %, а на 10–15 днів — на 30–40 %. Умови Поділля, де строки сівби можуть змінюватися від першої до третьої декади березня і навіть до початку квітня, потребують орієнтації на фізичну стиглість ґрунту та наявність достатньої кількості вологи у посівному шарі [34].

Погодні умови є визначальним екологічним чинником формування продуктивності. Клімат Поділля класифікується як помірно континентальний із нестійким температурним режимом і нерівномірним розподілом опадів. Упродовж весняно-літнього періоду культура проходить усі основні фази органогенезу, тому навіть незначні відхилення температури й вологості можуть суттєво впливати на врожайність. Весняна посуха, що проявляється у швидкому висиханні орного шару, низькій відносній вологості повітря, сильних вітрах та недостатніх опадах, є одним із головних обмежувальних факторів для пшениці ярої в регіоні.

Оптимальна температура для проростання насіння становить +8…+12 °С, для фази кущення — +10…+15 °С, а для виходу в трубку та колосіння — +16…+22 °С. Проте в умовах Поділля вже в другій декаді квітня температура може підвищуватися до +18…+22 °С, а у травні — до +28…+30 °С, що скорочує період кущення, прискорює перехід до генеративних фаз, зменшує озерненість колоса і негативно впливає на формування врожаю. Особливо шкідливими є температури понад +30 °С у період наливу зерна, які скорочують його тривалість і зменшують масу 1000 зерен на 15–30 % [5, 35].

Волога є основним обмежувальним фактором у період проростання, кущення та наливу зерна. Недостатня зволоженість у фазі кущення зумовлює відмирання частини пагонів, зниження густоти продуктивного стеблостою, зменшення площі листкової поверхні та загальної фотосинтетичної продуктивності посіву. У фазі колосіння й наливу зерна поєднання дефіциту опадів із високими температурами різко погіршує формування врожаю й якість зерна. З іншого боку, надмірні опади навесні можуть провокувати перезволоження ґрунту, розвиток кореневих гнилей, посилений ріст бур’янів та вилягання посівів [41] .

Додатковим екологічним чинником є вітровий режим. Часті сильні вітри Поділля навесні підсилюють випаровування, сприяють пересиханню верхнього шару ґрунту та створюють механічне навантаження на стеблостій, що, особливо за високого азотного фону, підвищує ризик вилягання. Таким

чином, у регіоні реалізація потенціалу продуктивності пшениці ярої можлива лише за умови гармонізації строків сівби та інтенсивності технології з конкретними погодними умовами року.

1.4. Структура врожаю пшениці ярої та роль мінерального живлення і сорту у її формуванні

Формування врожаю пшениці ярої є результатом розвитку окремих елементів структури, на які істотно впливають як генетичні особливості сорту, так і умови середовища та технологія вирощування. До основних елементів структури врожаю належать: густота продуктивного стеблостою, кількість зерен у колосі, маса 1000 зерен, довжина та щільність колоса, маса зерна з одного колоса. Кожен із цих показників формується на певних етапах органогенезу й по-своєму реагує на дію агротехнічних та екологічних чинників [4, 45].

Густота продуктивного стеблостою формується переважно у фазі кущення і є базовим елементом структури врожаю. Її рівень залежить від строків сівби, забезпеченості вологою, температурного режиму, якості насіння та системи удобрення. За прохолодної вологої весни фаза кущення триває довше й сприяє формуванню більшої кількості продуктивних пагонів, тоді як у роки з раннім підвищенням температур, характерні для Поділля, кущення різко скорочується, і рослини часто формують лише один головний пагін. Якість насіння (енергія проростання, лабораторна та польова схожість) також відіграє важливу роль у формуванні рівномірного, вирівняного стеблостою [23].

Довжина й щільність колоса залежать від сортових особливостей та умов періоду виходу в трубку. Сприятливі умови (оптимальна волога, температура, забезпеченість фосфором і калієм) сприяють формуванню довших і щільніших колосів із більшою кількістю колосків. Озерненість колоса формується під час диференціації квіток та у фазах колосіння й цвітіння і є одним з найбільш мінливих елементів структури врожаю в

умовах Поділля, де високі температури кінця травня — початку червня та дефіцит вологи часто призводять до редукції квіток і неповного запліднення.

Маса 1000 зерен комплексно відображає умови наливу та загальний фізіологічний стан рослини у кінці вегетації. Оптимальними для її формування є температури +18…+24 °C за достатньої забезпеченості вологою; перевищення +30 °C та посуха спричиняють формування дрібного й щуплого зерна, що знижує врожайність на 15–25 %. Узагальнюючим показником є маса зерна з одного колоса, яка залежить від довжини колоса, озерненості та маси окремої зернівки і поєднує вплив як статичних (сорт, тип ґрунту), так і динамічних (погода, строки сівби, удобрення) факторів [44].

Мінеральне живлення є одним із головних регуляторів формування структури врожаю. Пшениця яра пред’являє високі вимоги до азотного, фосфорного та калійного живлення. Азот забезпечує інтенсивний ріст вегетативної маси, формування потужної листкової поверхні та підвищення вмісту білка в зерні. Дефіцит азоту зумовлює низьку кількість продуктивних пагонів, зменшення маси 1000 зерен і вмісту сирого протеїну, тоді як надлишок призводить до переростання рослин, подовження міжвузлів, вилягання та підвищеної ураженості хворобами. Оптимальною є система дробного внесення азоту (основне внесення + підживлення у фазі кущення), яка забезпечує відповідність між потребами рослин та наявністю доступного азоту в ґрунті, особливо для інтенсивних сортів, таких як Панянка [11, 10].

Фосфорна складова живлення визначає розвиток кореневої системи, енергетичні процеси та диференціацію генеративних органів. Фосфор особливо важливий на ранніх етапах розвитку, впливає на інтенсивність кущення та формування колоса. За його недостатності спостерігається затримка росту, слабке кущення, зниження озерненості колоса та маси зерна. У прохолодних весняних умовах Поділля доцільним є застосування легкодоступних форм фосфорних добрив, у тому числі локально під час сівби. Калій, своєю чергою, регулює водний режим, підвищує стійкість до посухи, жаростійкість та стійкість до хвороб, поліпшує налив і якість зерна.

За умов частих весняно-літніх посух регіону достатнє калійне живлення є обов’язковою умовою формування стабільної маси 1000 зерен.

Важливу роль у формуванні структури врожаю відіграють мікроелементи — цинк, марганець, бор, мідь. Вони регулюють ферментативні процеси, фотосинтез, розвиток репродуктивних органів, впливають на вміст білка та якість клейковини. У ґрунтах Поділля нерідко відзначається нестача цинку та міді, тому застосування мікродобрив суттєво підвищує ефективність удобрення [32].

Сортові особливості визначають потенціал формування елементів структури врожаю. Сучасні сорти інтенсивного типу, зокрема Панянка, характеризуються підвищеною здатністю до продуктивного кущення, формування щільного й добре озерненого колоса, стабільною масою зерна та доброю реакцією на збалансоване мінеральне живлення. За умови дотримання оптимальних строків сівби, раціональної системи удобрення та адаптованої до умов Поділля технології вирощування вони здатні реалізувати свій генетичний потенціал продуктивності.

РОЗДІЛ 2
УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Природно-кліматична характеристика району досліджень

Дослідження проводилися на території науково-дослідного центру «Поділля» Подільського державного університету, який розташований у Західному Лісостепу України. Цей регіон характеризується значною різноманітністю природно-кліматичних умов, що визначають особливості росту та розвитку сільськогосподарських культур, зокрема пшениці ярої. Клімат Поділля є помірно-континентальним з відчутним впливом атлантичних повітряних мас, що забезпечує м’яку зиму та помірно тепле літо. Водночас останні десятиліття відзначаються посиленням кліматичної мінливості, що проявляється у коливаннях температур та нерівномірності випадання опадів, що, у свою чергу, позначається на продуктивності зернових культур [1, 47].

Середньобагаторічна температура повітря в регіоні становить +8…+9 °С. Зими переважно м’які, із нестійким сніговим покривом. Мінімальні температури зазвичай не опускаються нижче –18…–20 °С, хоча періодичні хвилі холоду можуть призводити до короткочасного зниження до –25 °С. Весняний період характеризується значною мінливістю температурного режиму: у березні–квітні можливі добові коливання від заморозків до +15…+20 °С, що впливає на темпи проростання та початковий ріст ярих культур.

Літній період теплий, іноді спекотний. Середня температура червня–липня становить +20…+22 °С, однак у пікові періоди може досягати +30…+34 °С. Перегрів понад +30 °С протягом 5–7 днів скорочує фазу наливу зерна, зменшує масу 1000 зерен та погіршує якість урожаю.

Річна кількість опадів становить 550–650 мм, причому понад 70 % припадає на теплий період. Для регіону характерний весняний дефіцит вологи: у березні–квітні часто спостерігаються тривалі періоди без дощу у

поєднанні з вітрами, які сприяють швидкому висиханню орного шару ґрунту. Це негативно впливає на проростання насіння та кущення пшениці ярої. Літні опади, навпаки, відзначаються різкою нерівномірністю: після тривалих сухих періодів можливі інтенсивні зливи, що спричиняють поверхневе перезволоження та навіть вилягання посівів [46].

У 2024 р. температури у березні та квітні були дещо нижчими за середні багаторічні значення, що могло стримувати ранній розвиток рослин. У 2025 р., навпаки, температурний режим був стабільно вищим на 1–2 °С, що сприяло швидшому відновленню ростових процесів. У травні–липні обидва роки характеризувалися підвищенням температур до 18–22 °С, що відповідає оптимуму для формування продуктивних стебел, хоча в окремі періоди 2025 р. спостерігалися значення, вищі за норму.

У березні їх кількість у 2024 і 2025 рр. була близькою до норми (30–35 мм). У квітні 2024 р. відзначено зниження до ~25 мм, тоді як у 2025 р. — різке зростання до понад 70 мм, що значно покращило забезпечення вологою на початкових етапах вегетації.

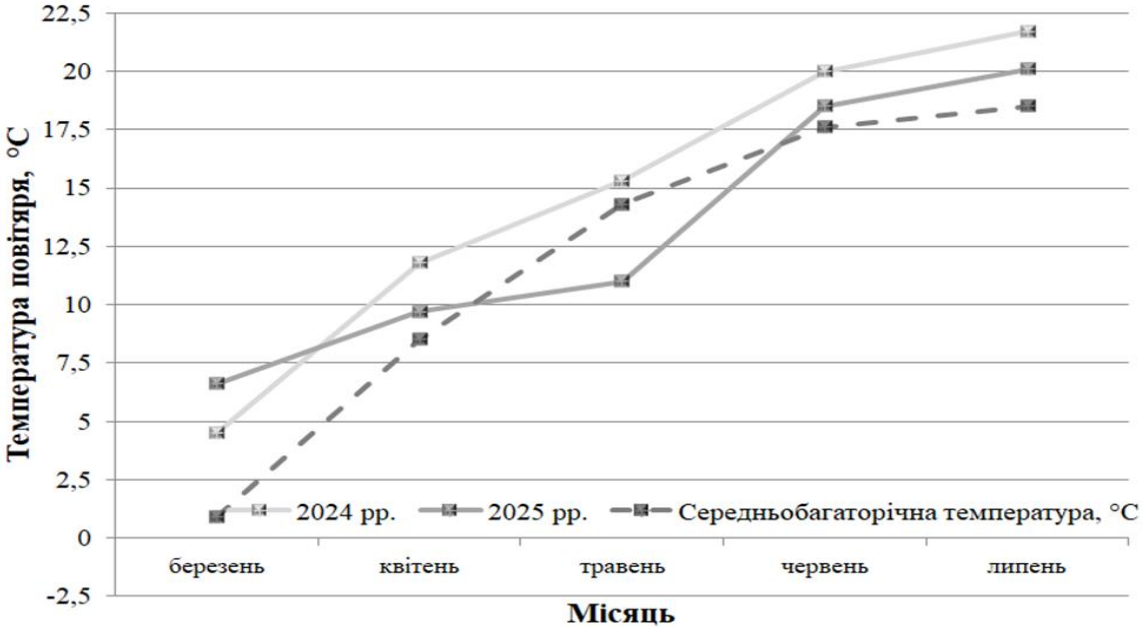

Рис 2.1. Середньомісячна температура повітря за 2024–2025 рр

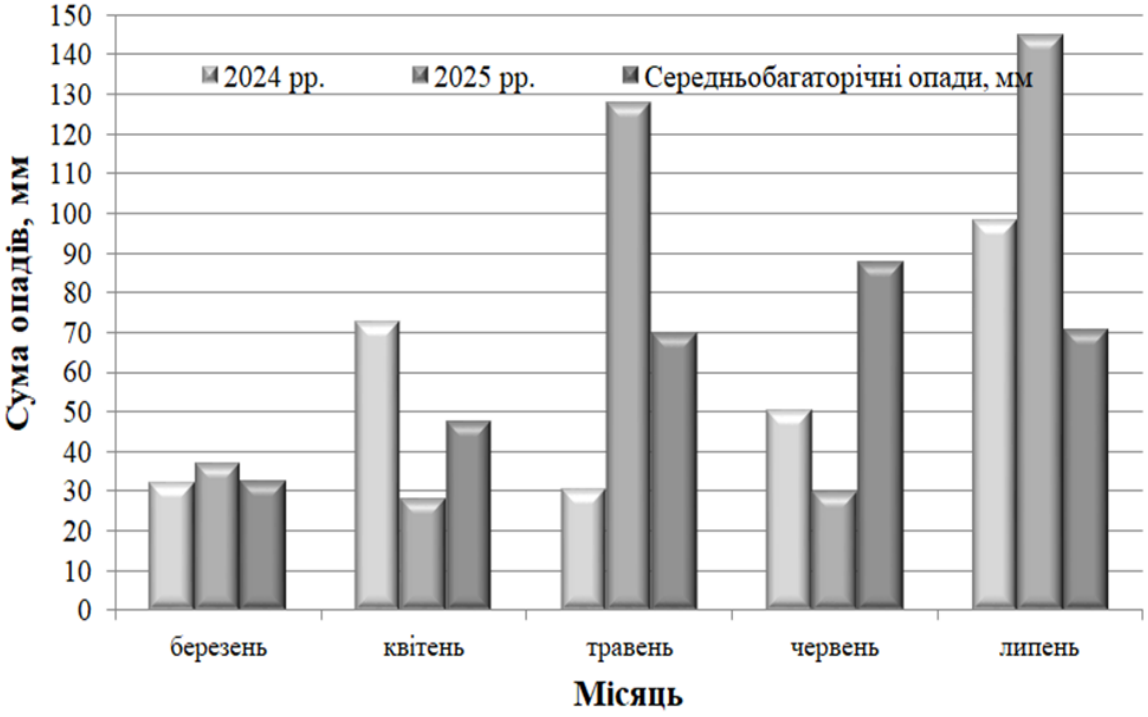

Рис 2.2. Сума опадів у період березень–липень за 2024–2025 рр.

У травні середньобагаторічна норма становить близько 140 мм, проте в 2024 р. фактичний рівень був помітно нижчим (близько 80 мм). У 2025 р. кількість опадів була ближчою до норми.

Червень–липень 2025 р. вирізнялися підвищеною кількістю опадів (до 100 мм), що створювало сприятливі умови під час формування та наливу зерна. У 2024 р. червень був посушливішим (понад 50 мм), що могло стримувати формування маси зернівки.

Отже, природно-кліматичні умови Поділля в роки досліджень поєднували як сприятливі, так і стресові фактори для вирощування пшениці ярої. У 2024 р. рослини зазнавали впливу весняної посухи та нестачі тепла на ранніх етапах розвитку, тоді як у 2025 р. умови були загалом більш оптимальними, із достатнім зволоженням та вищими температурами. Мінливість клімату, характерні температурні перепади та нерівномірність опадів зумовлюють необхідність адаптованих сортів і технологічних заходів,

спрямованих на забезпечення стабільної продуктивності культури в умовах Західного Лісостепу України [2].

2.2. Характеристика ґрунтових умов дослідного поля НДЦ «Поділля»

Ґрунтові умови є одним із ключових факторів, що визначають продуктивність пшениці ярої, оскільки вони формують основу для росту, розвитку та живлення рослин. Дослідження проводилися на землях науково-дослідного центру «Поділля» Подільського державного університету, які входять до типових ґрунтово-кліматичних умов Західного Лісостепу України. Ця зона характеризується високою родючістю ґрунтів, але й значною варіабельністю агрофізичних і агрохімічних показників, які можуть змінюватися залежно від рельєфу, гідрологічних умов та інтенсивності використання земель [47].

Основним типом ґрунтів у межах дослідного поля є середньо- та малогумусні чорноземи опідзолені, що сформувалися на лесових відкладах. Цей тип чорноземів притаманний більшості території Поділля й характеризується достатньою потужністю гумусового горизонту, добрими водно-фізичними властивостями, високою вбирною здатністю та сприятливим елементним складом. Потужність орного шару на дослідних ділянках становить у середньому 28–32 см, що є оптимальним для вирощування зернових культур [16].

Вміст гумусу в орному горизонті чорноземів НДЦ «Поділля» становить 3,0–3,5 %, що відповідає середньому рівню збереженої родючості. Гумусовий стан є одним із показників, що визначає активність мікроорганізмів, здатність ґрунту до структурування та забезпечення рослин поживними речовинами. Незважаючи на середній рівень гумусу, чорноземи дослідного поля зберігають високу агрономічну цінність і забезпечують рослини достатньою кількістю доступних макроелементів у разі раціонального використання систем удобрення.

За гранулометричним складом ґрунти є середньосуглинковими, що забезпечує оптимальне співвідношення між водопроникністю, вологоємністю та повітряним режимом. Середньосуглинкові ґрунти добре акумулюють вологу в період танення снігу та весняних опадів, що є важливою перевагою в умовах частих весняних посух на Поділлі. Водночас вони достатньо дреновані, що запобігає застою води у періоди надмірного зволоження [43].

Реакція ґрунтового розчину на дослідних ділянках є слабокислою або близькою до нейтральної (pH 6,2–6,6). Такий показник є оптимальним для пшениці ярої, оскільки забезпечує високу доступність фосфору, калію та мікроелементів, а також сприятливі умови для розвитку кореневої системи.

У ґрунтах із нейтральною реакцією також підвищена активність ґрунтових мікроорганізмів, що прискорює мінералізацію органічної речовини і забезпечує рослини азотом у доступних формах.

Забезпеченість ґрунту основними елементами живлення в межах дослідного поля варіює в середніх діапазонах. Вміст легкогідролізованого азоту становить 80–110 мг/кг ґрунту, що відповідає середньому рівню. Забезпеченість рухомим фосфором становить 110–130 мг/кг, що характеризується як підвищена й сприятлива для зернових культур. Вміст обмінного калію в середньому — 90–120 мг/кг, що є достатнім для формування міцної кореневої системи та підвищення стійкості рослин до температурних і водних стресів [43, 36].

Агрономічні властивості ґрунтів НДЦ «Поділля» характеризуються високою структурністю — частка водостійких агрегатів становить понад 60 %. Це забезпечує добру аерацію, проникнення коренів, рівномірний розвиток кореневої системи та ефективну фіксацію поживних речовин. Структурний стан ґрунту має особливе значення для пшениці ярої, яка чутливо реагує на ущільнення ґрунту в ранні фази розвитку. Оптимальна структура чорноземів на дослідних площах сприяє формуванню дружних сходів, рівномірному кущенню та розвитку міцного стеблостою.

Вологоутримуюча здатність чорноземів є досить високою. Максимальна гігроскопічність складає 10–12 %, а найменша вологоємність — 28–32 %. Це дає можливість рослинам використовувати запаси ґрунтової вологи в період весняної посухи, що є важливим фактором формування врожайності пшениці ярої в умовах Поділля, коли атмосферні опади у квітні–травні часто є недостатніми [31].

Оцінюючи в цілому ґрунтові умови дослідного поля НДЦ «Поділля», можна стверджувати, що вони є сприятливими для вирощування пшениці ярої. Поєднання середньосуглинкового складу, достатнього рівня родючості, оптимальної кислотності, доброї структурності та задовільної забезпеченості поживними елементами створює умови для отримання стабільних урожаїв навіть у роки з нестійкими погодними факторами. Разом з тим вміст азоту в ґрунті потребує корекції через систему удобрення, що є характерним для чорноземів Лісостепу за інтенсивного землеробства [46].

2.3. Характеристика сорту пшениці ярої Панянка

У дослідженні було використано сорт пшениці ярої селекції Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла Національної академії аграрних наук України — Панянка. Сорти належать до інтенсивного типу та створений з урахуванням сучасних вимог до продуктивності, якості зерна та стійкості до несприятливих факторів середовища. Він є одними з найбільш поширених серед ярих пшениць в Україні, зокрема у Лісостеповій зоні, що робить його перспективними для вирощування в умовах НДЦ «Поділля» [22].

Панянка — високопродуктивний сорт, який відноситься до групи м’яких ярих пшениць. Сорт характеризується коротким періодом вегетації — у межах 90–100 днів, що дозволяє уникати високотемпературних стресів у період наливу зерна та формувати стабільний урожай у різні за погодними умовами роки.

Рослина середньоросла, стебло міцне, еластичне, підвищеної стійкості до вилягання. Колос циліндричної форми, середньої довжини, середньої щільності, добре озернений. Зерно крупне, видовжене, червонозерне, вирівняне за розміром.

Сорт відзначається дружним проростанням, енергійним стартовим ростом та високою інтенсивністю кущення за сприятливих умов. Коренева система добре розвинена, що забезпечує відносну стійкість до короткочасних періодів посухи. Стійкість до хвороб — на рівні вище середнього, особливо до борошнистої роси та септоріозу [22].

Сорт Панянка формує урожайність у межах 3,5–5,5 т/га залежно від рівня агрофону. Сорт належить до сильних пшениць із високим вмістом білка (до 14–17 %) та доброю якістю клейковини. Маса 1000 зерен становить 38–42 г. Завдяки поєднанню високої якості зерна та стабільної врожайності сорт широко використовується у хлібопекарській промисловості [22/15].

Сорт Панянка — належить до інтенсивних, високопродуктивних та якісних ярих пшениць, адаптованих до умов Лісостепу. Його вибір для дослідження обґрунтований:

- здатністю формувати високоякісне зерно;
- стійкістю до несприятливих погодних умов;
- коротким періодом вегетації, що важливо для умов Поділля;
- пластичністю до технологічних факторів — строків сівби, рівня живлення, густоти стояння;
- можливістю відпрацювання технологій інтенсивного типу.

Саме тому вони є репрезентативним матеріалом для вивчення впливу технологічних факторів на формування врожайності в умовах НДЦ «Поділля».

2.4. Схема досліду та методика його проведення

Польовий дослід із пшеницею ярою було проведено на базі НДЦ «Поділля» згідно з методичними вимогами польового експерименту.

Дослідження передбачали визначення впливу основних факторів — строків сівби, норми мінерального удобриння — на ріст, розвиток і формування врожайності пшениці ярої [33].

У дослідженні застосовували два фактори: мінеральне удобриння та строки сівби. Це дозволило визначити не лише окремий вплив кожного фактора, а й їх взаємодію. Схему досліду подано у таблиці 2.1.

Дослід був двофакторний, закладеним за методом розщеплених ділянок у чотирикратній повторності. Загальна площа ділянки — 20 м^2. Облікова площа — 10 м^2.

Таблиця 2.1

Фактори та рівні польового досліду

Фактор	Рівні фактора
А – строки сівби	А1 - перший
	А2 - другий
	А3 - третій
Фактор В – норми мінерального удобрення	В1 - без добрив
	В2 - $N_{60}P_{60}K_{60}$
	В3 - $N_{90}P_{60}K_{60}$
	В4 - $N_{120}P_{60}K_{60}$

Таке планування забезпечувало достатню точність досліду та можливість статистичної оцінки результатів.

Основний та передпосівний обробіток ґрунту проводили відповідно до технологічної системи вирощування зернових культур у НДЦ «Поділля». Після збирання попередника (як правило, кукурудзи на зерно або сої) виконували лущення стерні для знищення падалиці та бур’янів, а також для покращення розкладання післяжнивних решток.

Восени проводили оранку на глибину 22–25 см плугом із передплужниками. Осіння оранка сприяла руйнуванню ущільненого шару

ґрунту, накопиченню вологи та створенню сприятливих умов для весняного обробітку.

Рано навесні, одразу після настання фізичної стиглості ґрунту, проводили боронування з метою закриття вологи та вирівнювання поверхні поля. Далі здійснювали передпосівну культивацію на глибину 5–7 см для формування оптимального посівного ложа, знищення ґрунтової кірки та проростків бур'янів [24].

Безпосередньо перед сівбою проводили легке боронування та прикочування ґрунту кільчасто-шпоровими котками для забезпечення рівномірної глибини загортання насіння та кращого контакту насінини з ґрунтом.

Такий комплекс обробітку забезпечував сприятливі умови для отримання ранніх і вирівняних сходів, що є критичним для продуктивності пшениці ярої [3].

Сівбу проводили сівалкою СЗ-3,6 з міжряддям 15 см. Перший строк при першій можливості виходу в поле, другий через 10 днів після першого, третій через 10 днів після другого. Вибір строків зумовлений агрокліматичними особливостями регіону Поділля, відповідно до яких оптимальний строк сівби ярої пшениці припадає на першу декаду квітня, коли середньодобова температура перевищує +5 °С, а ґрунт має оптимальну вологість для проростання насіння [26, 12].

Норма висіву: 4,5 млн схожих насінин/га. Глибина сівби: 3–4 см.

Догляд за посівами пшениці ярої проводили відповідно до рекомендацій для зернових культур Лісостепової зони та фактичних умов вегетаційного періоду. У фазі сходів — початку кущення здійснювали боронування легкими боронами з метою знищення ґрунтової кірки, покращення аерації ґрунту та часткового знищення проростків бур'янів. Цей захід сприяв формуванню рівномірного та дружного стеблостою, що є особливо важливим для ярої пшениці, оскільки її фаза кущення є короткою і чутливою до умов росту [3, 5].

У фазі початку активного росту та кущення проводили підживлення азотними добривами. Норми азоту визначали згідно з варіантами досліду, переважно в межах $N_{30–60}$. Підживлення сприяло інтенсивному наростанню листкової поверхні та формуванню продуктивних стебел.

Для контролю бур’янів застосовували післясходові гербіциди вибіркової дії. Обробку проводили у фазі 2–3 листків, коли бур’яни перебували у чутливому до гербіцидів стані. Такий захід забезпечував чистоту посівів і зменшував конкуренцію за вологу та поживні речовини.

Захист рослин від хвороб здійснювали у фазі виходу в трубку — прапорцевого листка. У цей період пшениця найбільш чутлива до комплексу грибкових інфекцій, зокрема борошнистої роси, септоріозу та іржі. Фунгіцидну обробку проводили препаратами системної дії, що забезпечувало тривалий захист від патогенів і збереження фотосинтетичної активності листкового апарату [34].

Інсектицидні обробки виконували за потреби, залежно від фітосанітарного стану поля та наявності шкідників. Найчастіше загрозу становили злакові попелиці, трипси та хлібна жужелиця. Обробки проводили препаратами контактно-системної дії при досягненні економічного порогу шкодочинності.

Протягом усього періоду вегетації здійснювали фенологічні спостереження, оцінювали стан рослин, рівномірність стеблостою, інтенсивність кущення та забур’яненість посівів. Дані фенологічних спостережень використовували для визначення динаміки ростових процесів та корекції агротехнічних заходів залежно від умов року.

Збирання врожаю проводили у фазі повної стиглості зерна, коли вологість зернівки знижувалася до оптимальних значень для прямого комбайнування. Збирання здійснювали комбайном, який забезпечував мінімальні втрати зерна та належну чистоту обмолоту. Урожайність визначали шляхом зважування зерна з кожної облікової ділянки з подальшим перерахунком на гектар.

Після обмолоту зерно очищували та висушували до стандартної вологості. З кожного варіанта відбирали лабораторні проби для визначення маси 1000 зерен, натури, вологості та інших якісних показників. Також проводили аналіз структури врожаю - визначали кількість продуктивних стебел, довжину колоса, кількість зерен у колосі, масу зерна з одного колоса.

Отримані дані підлягали подальшій статистичній обробці з використанням варіаційного та дисперсійного аналізів для визначення достовірності впливу факторів досліду на показники продуктивності пшениці ярої.

2.5. Методи обліків, спостережень та аналізів

Для отримання достовірних результатів у досліді застосовували комплекс загальноприйнятих методів польового та лабораторного аналізу, що використовуються у дослідженнях зернових культур.

Упродовж вегетації проводили систематичні фенологічні спостереження за розвитком рослин. Фіксували дати появи основних фаз органогенезу: сходи, початок та повне кущення, вихід у трубку, поява прапорцевого листка, колосіння, цвітіння, налив та повна стиглість зерна. Дані фенологічних спостережень дозволяли оцінити вплив технологічних факторів на тривалість окремих періодів вегетації та адаптивність сортів до умов року [8, 9].

Для визначення густоти стояння рослин проводили дворазові обліки: перший — у фазі повних сходів, другий — у фазі кущення. Густоту визначали шляхом підрахунку рослин на облікових ділянках стандартної довжини рядка з подальшим перерахунком на 1 м². Повторні обліки у фазі виходу в трубку дозволяли встановити кількість рослин, що вижили після зимово-весняного періоду та сформували продуктивні стебла [33].

У фазі колосіння проводили вимірювання висоти рослин, довжини колоса та оцінку загального стану стеблостою. Для цього на кожній обліковій ділянці відбирали по 20 типових рослин, за якими визначали середні

біометричні показники. Особливу увагу приділяли рівномірності розвитку рослин, озерненості колоса та формуванню генеративних органів.

Елементи структури врожаю визначали перед збиранням рослин. Враховували такі показники: кількість продуктивних стебел на 1 м², кількість колосків у колосі, кількість зерен з колоса, масу зерна з одного колоса та масу 1000 зерен. Ці дані давали змогу оцінити вплив строків сівби, сортових особливостей і рівня живлення на продукційний процес [8].

Масу 1000 зерен визначали шляхом зважування двох наважок по 500 зерен з подальшим перерахунком. Натуру зерна вимірювали за допомогою літрового або половинного літрового циліндра відповідно до стандартної методики. Вологість зерна встановлювали сушильним методом у сушильній шафі за температури 105°С.

Урожайність визначали шляхом зважування зерна, отриманого з облікової площі кожної ділянки, з подальшим перерахунком на 1 гектар з урахуванням вологості та засміченості зерна. Очищення, підсушування та підготовку проб для аналізів проводили у лабораторії кафедри рослинництва, селекції та насінництва [34].

Отримані експериментальні дані піддавали статистичній обробці. Для перевірки достовірності різниць між варіантами застосовували дисперсійний аналіз, що дозволяв визначити рівень впливу кожного із факторів та їх взаємодії на показники продуктивності рослин. Математична обробка даних здійснювалася за допомогою методів варіаційної статистики із розрахунком середніх значень, помилки середньої та коефіцієнта варіації.

Комплекс використаних методів забезпечував достовірність і наукову обґрунтованість отриманих результатів та дозволяв об’єктивно оцінити вплив технологічних факторів на ріст, розвиток та продуктивність пшениці ярої в умовах НДЦ «Поділля».

РОЗДІЛ 3
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Густота продуктивного стеблостою пшениці ярої

Протягом вегетації рослини пшениці ярої сорту Панянка формували різний ріст та розвиток залежно від строків сівби та рівнів мінерального живлення. Ранні строки сприяли більш тривалому періоду кущення, однак у випадку понижених температур стартові темпи росту були уповільненими. Оптимальний строк сівби забезпечив найкращі умови для розвитку рослин — достатню вологість ґрунту, помірні температури та інтенсивну фотосинтетичну активність у фазі кущення та виходу в трубку.

Пізній строк сівби характеризувався прискореним проходженням фенологічних фаз, що призвело до зменшення густоти продуктивного стеблостою, нижчої висоти рослин і слабшої компенсаторної здатності рослин у період формування генеративних органів.

Густота стояння пшениці є одним із ключових факторів технології вирощування, оскільки визначає рівень формування продуктивного стеблостою, ефективність використання рослинами світла, вологи та елементів живлення, а також здатність посіву максимально реалізувати потенціал урожайності. Низька густота призводить до зменшення кількості продуктивних стебел і зростання частки непродуктивних пагонів, що у підсумку знижує рівень урожаю та сприяє забур’яненості посівів. Надмірно загущені посіви, навпаки, формують сильну внутрішньовидову конкуренцію за ресурси, погіршують озерненість колоса, зменшують масу 1000 зерен і підвищують ризик вилягання та ураження хворобами [4,13].

Оптимальна густота продуктивного стеблостою залежить від біологічних особливостей сорту, строків сівби, рівня живлення й умов весняного періоду. За ранніх строків сівби рослини мають більше часу для кущення, тому можуть формувати оптимальну густоту стеблостою за меншої кількості рослин на одиниці площі. За пізніших строків, коли фаза кущення

скорочується, доцільно формувати дещо густіші посіви, щоб компенсувати зменшення кількості продуктивних пагонів [25,21].

Важливою є взаємодія густоти стояння з рівнем мінерального живлення. За збалансованого забезпечення азотом, фосфором і калієм формуються оптимальна площа листкової поверхні, краща озерненість колоса та стабільні показники маси 1000 зерен. У посушливих умовах, характерних для Поділля, надмірне загущення посівів підсилює дефіцит вологи в орному шарі ґрунту й негативно позначається на розвитку кореневої системи та формуванні зернівок.

Таблиця 3.1

Залежність густоти продуктивного стеблостою від досліджувальних факторів(середнє за 2024-2025 рр.)

Строк сівби	Норма добрив, кг/га д.р.	Кількість рослин, шт./м^2	Кількість продуктивних стебел, шт./м^2	Коефіцієнт продуктивного кущення,
Перший	$N_0P_0K_0$	308	395	1,28
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	330	448	1,36
	$N_{90}P_{60}K_{60}$	326	479	1,47
	$N_{120}P_{60}K_{60}$	328	525	1,60
Другий	$N_0P_0K_0$	300	350	1,17
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	319	400	1,25
	$N_{90}P_{60}K_{60}$	324	448	1,38
	$N_{120}P_{60}K_{60}$	322	494	1,53
Третій	$N_0P_0K_0$	291	316	1,09
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	308	355	1,15
	$N_{90}P_{60}K_{60}$	311	395	1,27
	$N_{120}P_{60}K_{60}$	306	432	1,41

Можна зробити висновок, що біометричні параметри пшениці ярої сорту Панянка істотно залежали від строків сівби та норм внесення мінеральних добрив. Найвищі показники густоти рослин (308–330 шт./м²) і

продуктивного стеблостою (395–525 шт./м²) формувалися за першого строку сівби, що свідчить про кращі умови для проростання насіння та проходження фази кущення. За другого й третього строків ці показники поступово знижувалися, що пов'язано зі скороченням тривалості кущення та гіршими умовами забезпечення вологою.

Мінеральні добрива позитивно впливали на формування продуктивного стеблостою: зі збільшенням норми NPK спостерігалося зростання як кількості продуктивних стебел, так і коефіцієнта продуктивного кущення. Найвищі коефіцієнти (1,60) відмічено за першого строку сівби на фоні $N_{120}P_{60}K_{60}$. У пізні строки сівби приріст від удобрення був помірнішим, проте дозволяв частково компенсувати зниження густоти рослин.

Узагальнюючи, найоптимальніші біометричні параметри рослини формувалися за раннього строку сівби в поєднанні з внесенням підвищених норм мінеральних добрив, тоді як запізнення з сівбою послаблювало кущення і зменшувало продуктивність стеблостою.

3.2. Елементи структури врожаю пшениці ярої

Важливим мірилом оцінки продуктивності зернових культур є структурний аналіз до якого входять такі елементи: кількість продуктивних стебел у рослини, їх висота, кількість колосків, довжина колоса і зерен у ньому, маса зерна з колоса та маса 1000 зерен. Саме вивчення фізіологічних параметрів рослин є особливо результативним при аналізі структури врожаю, оскільки ступінь реалізації її елементів на 90 – 95 % залежить від фотосинтетичної діяльності рослин в посіві. Згідно фундаментальних досліджень німецьких вчених було доказано, що елементи структури врожаю починають вже формуватися на перших етапах органогенезу, саме тоді відбувається закладання вегетативних і генеративних органів Тому, проводячи аналіз структури врожаю дослідники можуть більш точніше визначити потенційні можливості с.-г. культур та їх сортів за різних агротехнологічних прийомів [19, 39].

Таблиця 3.2

Залежність елементів структури врожаю пшениці ярої сорту Панянка за різних строків сівби та рівнів мінерального удобрення (середнє за 2024-2025 рр.)

Строк сівби	Норма добрив, кг/га д.р.	Довжина колоса, см	Кількість зерен в колосі, шт	Маса зерна в колосі, г
Перший	$N_0P_0K_0$	8,2	29,7	1,26
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	8,7	29,4	1,23
	$N_{90}P_{60}K_{60}$	9,2	29,0	1,20
	$N_{120}P_{60}K_{60}$	9,5	28,2	1,14
Другий	$N_0P_0K_0$	7,8	28,9	1,21
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	8,2	28,5	1,18
	$N_{90}P_{60}K_{60}$	8,5	28,0	1,14
	$N_{120}P_{60}K_{60}$	8,8	27,1	1,08
Третій	$N_0P_0K_0$	7,4	28,2	1,16
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	7,8	27,7	1,12
	$N_{90}P_{60}K_{60}$	8,0	27,0	1,07
	$N_{120}P_{60}K_{60}$	8,1	26,0	1,00

У ході дослідження встановлено, що елементи структури врожаю пшениці ярої суттєво залежали як від строків сівби, так і від рівнів мінерального удобрення. Найвищі показники довжини колоса, кількості зерен та маси зерна формувалися за першого строку сівби, тоді як пізніший висів сприяв зниженню всіх структурних елементів.

За першого строку сівби колоси мали найбільші розміри — їх довжина становила від 8,2 см у контрольному варіанті до 9,5 см за внесення $N_{120}P_{60}K_{60}$. Озерненість також була найвищою й коливалася від 28,2 до 29,7 зерен у колосі. Маса зерна з одного колоса у цьому строку становила 1,14–1,26 мг, що є максимальним значенням серед усіх строків. Така структура свідчить про оптимальні умови росту та розвитку рослин за раннього висіву:

достатнє зволоження, триваліша фаза кущення та помірні температурні режими.

Другий строк сівби характеризувався помірним зменшенням показників. Довжина колоса знижувалась до 7,8–8,8 см, кількість зерен — до 27,1–28,9 шт., а маса зерна — до 1,08–1,21 мг. Зростання доз мінерального удобрення забезпечувало стабільну тенденцію зменшення структурних показників. Однак навіть за максимальної норми добрив рослини другого строку сівби поступалися за продуктивністю рослинам раннього строку, що зумовлено більш високими температурами та скороченням вегетаційного періоду.

Найменші значення елементів структури врожаю були отримані за третього строку сівби. Довжина колоса становила лише 7,4–8,1 см, кількість зерен — 26–28,2 шт., а маса зерна — 1,00–1,16 мг. Навіть за внесення добрив показники структури врожаю залишалися істотно нижчими порівняно з першим і другим строками сівби. Це свідчить про те, що пізній висів спричиняє скорочення тривалості формування генеративних органів, пришвидшений розвиток та негативний вплив високих температур у критичні фази росту.

Узагальнюючи, можна зазначити, що ранній строк сівби забезпечував формування найбільш розвинених елементів структури врожаю, а підвищення норм мінерального живлення сприяло їх подальшому збільшенню. Другий строк сівби характеризувався помірним зниженням показників, тоді як третій — суттєвим їх погіршенням, що однозначно свідчить про високу чутливість сорту Панянка до відтермінування строку сівби та необхідність оптимального поєднання агротехнічних факторів.

3.3. Урожайність пшениці ярої залежно від строків сівби та рівнів мінерального живлення.

Урожайність пшениці ярої формується під впливом строків сівби та рівня мінерального живлення, які визначають умови росту, розвиток рослин

та реалізацію їхнього потенціалу продуктивності. За результатами досліджень встановлено, що найсприятливіші умови для формування елементів структури врожаю сорту Панянка забезпечував перший строк сівби [9, 37]. Саме ранній висів сприяв оптимальному зволоженню ґрунту, помірним температурним умовам та формуванню повноцінної фази кущення. У цей період рослини формували найдовші колоси (до 9,4 см), найбільшу кількість зерен у колосі (до 29,7 шт.) і максимальну масу зерна з одного колоса (до 1,26 г). Це забезпечило найвищі показники врожайності – від 4,76 т/га на контролі до 5,81 т/га на фоні $N_{120}P_{60}K_{60}$, що було максимальним результатом за весь період досліджень.

Таблиця 3.3

Урожайність зерна пшениці ярої за різних строків сівби та рівнів мінерального живлення, т/га (середнє за 2024-2025 рр.)

Строк сівби	Норма добрив, кг/га д.р.	Рік		
		2024	2025	Середнє
Перший	$N_0P_0K_0$	4,66	4,86	4,76
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	5,17	5,43	5,30
	$N_{90}P_{60}K_{60}$	5,49	5,65	5,57
	$N_{120}P_{60}K_{60}$	5,70	5,92	5,81
Другий	$N_0P_0K_0$	3,93	4,11	4,02
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	4,45	4,65	4,55
	$N_{90}P_{60}K_{60}$	4,80	5,05	4,93
	$N_{120}P_{60}K_{60}$	5,03	5,22	5,13
Третій	$N_0P_0K_0$	3,33	3,55	3,44
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	3,67	3,91	3,79
	$N_{90}P_{60}K_{60}$	3,90	4,10	4,00
	$N_{120}P_{60}K_{60}$	4,02	4,25	4,14
$НІР_{0,05}$	A	0,18	0,22	
	B	0,22	0,26	
	AB	0,10	0,15	

Другий строк сівби характеризувався помірним зниженням продуктивності, що пов’язано з менш тривалою фазою кущення та частковим впливом підвищених температур на ранніх етапах генеративного розвитку. Елементи структури врожаю були дещо нижчими, ніж за першого строку: довжина колоса становила 7,8–8,8 см, озерненість — 27,1–28,9 зерен, маса зерна з колоса — 1,08–1,21 г. Урожайність у цьому варіанті коливалася від 4,02 т/га на контролі до 5,13 т/га за максимальної норми добрив $N_{120}P_{60}K_{60}$. Незважаючи на деяке зниження, застосування мінерального живлення забезпечувало суттєве підвищення продуктивності рослин порівняно з контролем.

Найменш сприятливими для росту та розвитку рослин виявилися умови третього, пізнього строку сівби, коли рослини потрапляли під вплив вищих температур і коротшого вегетаційного періоду. У цих умовах формувалися найкоротші колоси (7,4–8,1 см), з меншою кількістю зерен (26–28,2 шт.) та нижчою масою зерна з одного колоса (1,00–1,16 г). Урожайність за цього строку була найнижчою і становила від 3,44 т/га у варіанті без добрив до 4,14 т/га за $N_{120}P_{60}K_{60}$, що свідчить про обмежені можливості рослин компенсувати несприятливі умови навіть за підвищеного рівня мінерального живлення.

Узагальнюючи результати, можна зазначити, що урожайність сорту Панянка у значній мірі залежала від строків сівби, а також від рівня мінерального живлення. На контролі без добрив вона становила лише 4,76–5,81 т/га, тоді як застосування мінеральних добрив забезпечувало суттєве зростання показника незалежно від строку сівби. Водночас найбільш ефективним виявилося поєднання раннього строку сівби та підвищених норм добрив, зокрема $N_{120}P_{60}K_{60}$, що дозволило отримати максимальну врожайність — 5,81 т/га. Це підтверджує важливість дотримання оптимальних строків сівби та достатнього забезпечення рослин елементами живлення для успішного вирощування пшениці ярої в умовах Поділля.

3.4. Якість зерна пшениці ярої

Якість ярої пшениці значною мірою визначається вмістом білка та клейковини, які є ключовими показниками її хлібопекарських властивостей. Білок формує поживну та структурну основу зерна, а клейковина, що утворюється з білкових фракцій, забезпечує еластичність, розтяжність і газоутримувальну здатність тіста. Вищий вміст білка (від 14% і вище) та клейковини (від 28% і вище) характерний для пшениці вищих класів, що придатна для виробництва високоякісного хліба. Натомість у фуражної пшениці ці показники значно нижчі, що знижує її технологічну цінність для харчової промисловості [30,34].

Додатково, оптимальне поєднання білка та якості клейковини визначає силу борошна та формостійкість тіста під час випікання. Зерно з високим рівнем протеїну краще реагує на інтенсивні технологічні процеси, забезпечуючи стабільність та рівномірність структури готових виробів. Крім того, ці показники суттєво залежать від сорту, умов вирощування та рівня мінерального живлення, особливо забезпечення рослин азотом [4,19].

Таблиця 3.4

Вміст білка та клейковини у зерні пшениці ярої сорту Панянка за різних строків сівби та норм мінерального удобрення (середнє за 2024–2025 рр.)

Строк сівби	Норма добрив, кг/га д.р.	Вміст білка в зерні, %	Вміст клейковини, %
Перший	$N_0P_0K_0$	12,9	26,5
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	13,5	27,3
	$N_{90}P_{60}K_{60}$	14,0	27,8
	$N_{120}P_{60}K_{60}$	14,3	28,2
Другий	$N_0P_0K_0$	13,3	27,1
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	13,8	27,8
	$N_{90}P_{60}K_{60}$	14,2	28,3
	$N_{120}P_{60}K_{60}$	14,5	28,6
Третій	$N_0P_0K_0$	13,6	27,5

	$N_{60}P_{60}K_{60}$	14,0	28,2
	$N_{90}P_{60}K_{60}$	14,4	28,6
	$N_{120}P_{60}K_{60}$	14,7	28,9

Дані свідчать, що вміст білка та клейковини у зерні пшениці ярої сорту Панянка стабільно підвищувався зі збільшенням норм мінерального удобрення, незалежно від строку сівби. Найнижчі показники якості відмічено на контрольних варіантах без внесення добрив, тоді як максимальні значення сформувалися за внесення $N_{120}P_{60}K_{60}$.

Найвищий вміст білка (14,7%) та клейковини (28,9%) отримано за третього строку сівби на фоні повного мінерального удобрення. Це може свідчити про те, що за пізнішого строку сівби рослини активніше реагують на підвищене азотне живлення, формуючи зерно з високою хлібопекарською цінністю.

Кожне підвищення рівня удобрення забезпечувало приріст білка приблизно на 0,5–0,6%. Клейковина збільшувалася в межах 0,4–0,7% залежно від фону удобрення. Другий та третій строки сівби забезпечили дещо вищі показники якості порівняно з першим.

Пізніший посів, імовірно, створив умови для формування дрібнішого, але більш білкового зерна, що відповідає загальним закономірностям культури.

Загалом, поєднання оптимального строку сівби та адекватного рівня живлення, особливо азоту, сприяє формуванню зерна високої якості, яке відповідає показникам продовольчої пшениці вищих класів.

РОЗДІЛ 4
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ

4.1. Методика визначення економічної ефективності

Економічна ефективність вирощування сільськогосподарських культур визначається співвідношенням між затратами на виробництво продукції та вартістю отриманого врожаю. При оцінці ефективності застосування різних рівнів мінерального живлення та строків сівби використовують показники собівартості 1 тонни продукції, валової виручки, чистого прибутку та рівня рентабельності, %. Такі показники дозволяють об’єктивно оцінити господарську доцільність застосування окремих технологічних прийомів і визначити, які з них забезпечують найкращу окупність витрат та максимальну економічну вигоду для виробництва [6, 48, 42].

Для розрахунку економічних показників використовують такі базові співвідношення. Валову виручку визначають як добуток урожайності культури на ціну реалізації продукції. Затрати на виробництво включають вартість мінеральних добрив, передпосівного та доглядового обробітку ґрунту, пально-мастильних матеріалів, амортизації техніки та інших прямих і непрямих витрат. Собівартість 1 тонни продукції обчислюють діленням загальних затрат на фактичну урожайність. Чистий прибуток визначають як різницю між валовою виручкою та сумою витрат на вирощування. Рівень рентабельності характеризує відносну прибутковість виробництва і розраховується за формулою:

Рентабельність,% = Чистий прибуток/Витрати×100

Для визначення окупності мінеральних добрив використовують додаткові показники: приріст урожайності відносно контролю, приріст вартості валової продукції та додаткові витрати на добрива. Окупність добрив характеризують за показником:

Окупність= Приріст виручки/Додаткові витрати

Таблиця 4.1

Економічні показники вирощування пшениці ярої за строками сівби та нормами добрив

Строк сівби	Норма добрив, кг/га д.р.	Урожайність, т/га	Дохід, грн./га	Затрати грн./га	Собівартість, грн./т	Чистий прибуток, грн./га	Рівень рентабельності, %
Перший	$N_0P_0K_0$	4,76	42840	19811	4162	23029	116
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	5,30	47700	21348	4028	26352	123
	$N_{90}P_{60}K_{60}$	5,57	50130	21862	3925	28268	129
	$N_{120}P_{60}K_{60}$	5,81	52290	22310	3840	29980	134
Другий	$N_0P_0K_0$	4,02	36180	17768	4420	18412	104
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	4,55	40950	19579	4303	21371	109
	$N_{90}P_{60}K_{60}$	4,93	44370	20731	4205	23639	114
	$N_{120}P_{60}K_{60}$	5,13	46170	21161	4125	25009	118
Третій	$N_0P_0K_0$	3,44	30960	15583	4530	15377	99
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	3,79	34110	16828	4440	17282	103
	$N_{90}P_{60}K_{60}$	4,00	36000	17468	4367	18532	106
	$N_{120}P_{60}K_{60}$	4,14	37260	17897	4323	19363	108

Аналіз наведеної таблиці засвідчує, що економічна ефективність вирощування пшениці ярої значною мірою залежить від строку сівби та рівня мінерального живлення. Найвищі показники урожайності, валового доходу, чистого прибутку й рівня рентабельності отримані за першого строку сівби. Сівба першого строку забезпечила оптимальні умови для росту рослин, що дозволило сформувати найбільш продуктивний стеблостій. У межах першого строку найкращим варіантом було застосування добрив у нормі $N_{120}P_{60}K_{60}$, яке забезпечило врожайність 5,81 т/га, чистий прибуток29980 грн/га та найвищий рівень рентабельності — 134%. Високою економічною ефективністю характеризувалися також варіанти $N_{90}P_{60}K_{60}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$, що

свідчить про позитивний вплив мінерального живлення на продуктивність культури.

Другий строк сівби характеризується помітним зниженням основних економічних показників. Урожайність у всіх варіантах була нижчою, а собівартість 1 т зерна — вищою. Найкращим у цьому строку також виявився варіант $N_{120}P_{60}K_{60}$, однак рівень рентабельності (118%) був значно нижчим порівняно з аналогічним варіантом першого строку. Це свідчить про те, що зміщення сівби призводить до втрати частини потенціалу врожайності та економічної вигоди.

Найнижчі економічні показники спостерігалися за третього строку сівби. Урожайність у цьому варіанті була найменшою (3,44–4,14 т/га), що негативно вплинуло на валовий дохід і чистий прибуток. Рівень рентабельності коливався у межах 99–108%, що є економічно допустимим, але суттєво поступається першим двом строкам. Пізній висів призвів до скорочення тривалості вегетації та посилення впливу високих температур, що зумовило зменшення продуктивності рослин і зростання собівартості продукції.

Таким чином, результати аналізу підтверджують, що найвища економічна ефективність досягається за поєднання раннього строку сівби та норми добрив $N_{120}P_{60}K_{60}$, яке забезпечує максимальний рівень прибутку й рентабельності виробництва. Зміщення строків сівби на пізніші дати призводить до закономірного зниження урожайності, підвищення собівартості та зменшення рентабельності незалежно від рівня удобрення.

4.2. Формування витрат виробництва залежно від рівнів мінерального живлення.

Витрати на вирощування пшениці ярої формуються з урахуванням повного комплексу технологічних операцій, необхідних для отримання врожаю. До них належать: основний та передпосівний обробіток ґрунту, сівба, мінеральне живлення, догляд за посівами, збирання врожаю,

транспортування продукції та післязбиральна доробка. Кожен із цих елементів має різну питому вагу у структурі собівартості, а внесення добрив значно впливає на кінцевий розмір витрат [48,49].

У процесі дослідження було виділено чотири варіанти, що відрізнялися між собою рівнем мінерального живлення. Технологічні операції, пов'язані з обробітком ґрунту, сівбою та доглядом, були однаковими для всіх варіантів. Відмінність полягала виключно у дозах мінеральних добрив, що дає можливість об'єктивно оцінити економічну доцільність їх внесення.

Загальна структура витрат містила такі статті:

- виконання оранки або глибокого розпушування. Вартість включала оплату праці механізатора, амортизацію техніки, витрати на паливно-мастильні матеріали. Для всіх варіантів ця сума становила 2000 грн/га.

- боронування, вирівнювання та культивацію ґрунту, необхідні для створення оптимального посівного ложа. Витрати — 900 грн/га — сталі для всіх варіантів[49].

- вартість насіння, роботу сівалки, пальне та оплату праці. Витрати на сівбу залишалися однаковими — 850 грн/га, а на насіння — 1300 грн/га.

Мінеральні добрива

- У контролі (без добрив) витрати дорівнювали 0 грн,
- За фону $N_{60}P_{60}K_{60}$ сума становила 7480 грн,
- За $N_{90}P_{60}K_{60}$ – 9880 грн,
- За $N_{120}P_{60}K_{60}$ – 12240 грн.

Зростання вартості добрив суттєво впливало на кінцеві витрати на гектар. Добрива сформували від 0% до 56% усіх виробничих витрат, що є визначальним у розрахунку економічної ефективності.

Обробіток, механічний контроль бур'янів, моніторинг стану посівів. Усі варіанти мали однакові витрати — 1200 грн/га.

Робота зернозбирального комбайна, транспортування зерна та оплату праці. Витрати становили 1600 грн/га.

Післязбиральна доробка зерна включає очищення, сушіння та сортування зерна, проте для спрощення економічного аналізу у польових дослідженнях ця стаття витрат традиційно входить у складові «збирання», що також відповідає методиці, прийнятій у Національній академії аграрних наук України [50].

Внесення мінеральних добрив є найзатратнішою статтею виробництва у варіантах із застосуванням NPK — їх частка у загальних витратах зростає від 47% до 56% (залежно від дози). Це означає, що добрива визначають економічний результат технології.

Збільшення дози азоту з N_{60} до N_{90} приводить до зростання витрат на 2400 грн, а перехід до N_{120} — ще на 2360 грн. У виробничих умовах такі підвищення витрат повинні окупатися відповідним приростом урожайності, інакше технологія стане економічно недоцільною.

При цьому всі інші витрати (обробіток, сівба, догляд, збирання) є сталими, що дозволяє точно простежити вплив саме добрив на економічні показники. Такий підхід є методично коректним для порівняльної економічної оцінки технологічних варіантів.

РОЗДІЛ 5
ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Організація охорони праці та безпеки під час виконання польових досліджень у НДЦ «Поділля»

Охорона праці є однією з ключових складових проведення науково-дослідної та навчально-практичної роботи в аграрній галузі. Дослідження пшениці ярої сорту Панянка проводилось на базі науково-дослідного центру «Поділля», який функціонує як виробничий підрозділ Подільського державного університету. Усі види польових, лабораторних та допоміжних робіт здійснювались із дотриманням вимог законодавства України щодо охорони праці, а також внутрішніх інструкцій університету.

Сільське господарство належить до галузей підвищеної небезпеки. Польові дослідження виконуються в умовах впливу великої кількості виробничих факторів: складного механічного обладнання, рухомих машин та агрегатів, фізичних навантажень, змінних кліматичних умов, контакту з ґрунтом та рослинами, можливості травмування під час пересування нерівною поверхнею. Тому організація безпечних умов праці є необхідною передумовою успішного проведення експерименту.

Перед початком робіт усі учасники проходили вступний інструктаж з охорони праці, у ході якого їх ознайомлювали з правилами поведінки у полі, можливими небезпечними факторами, порядком пересування територією, заборонами, способами запобігання травматизму. Окремо проводився інструктаж щодо роботи в літніх умовах, які характерні для періоду вегетації пшениці ярої: захист від сонячного проміння, уникнення теплових ударів, дотримання питного режиму, обов’язкове використання головних уборів.

Дослідження виконувались групами під керівництвом викладача або відповідального працівника НДЦ. Заборонялося перебувати на полі поодинці. Під час роботи студенти мали бути забезпечені спеціальним одягом, робочим взуттям, рукавицями, сонцезахисними засобами, а також

аптечкою першої допомоги. Особлива увага приділялась безпеці пересування полем: заборонялося перебігати перед технікою, ходити вздовж рухомих агрегатів, підходити ближче ніж на 10–15 метрів до працюючого трактора чи комбайна.

Погодні умови є важливим фактором ризику. Роботи на полі не проводились під час грози, сильного вітру, у спекотні періоди без можливості тіньового укриття, а також після дощів, коли зростає ризик ковзання і падіння. У разі погіршення самопочуття або появи ознак теплового удару працівники негайно відводилися у безпечне місце.

Організаційний контроль за виконанням правил безпеки здійснювали керівник дослідження та відповідальні особи НДЦ «Поділля». Усі випадки порушення вимог безпеки розглядалися одразу з метою недопущення аналогічних ситуацій у майбутньому.

5.2. Безпека роботи з технікою, обладнанням та хімічними речовинами

Сучасне вирощування сільськогосподарських культур неможливе без застосування великої кількості машин, механізмів та обладнання. Під час проведення дослідження використано тракторні агрегати для основного та передпосівного обробітку ґрунту, сівалки для висіву пшениці ярої, культиватори та борони для догляду за посівами, а також зернозбиральний комбайн у період збирання врожаю. У лабораторних умовах застосовували ваги, сушильні шафи, вологоміри, подрібнювачі зерна та інше електричне обладнання.

Техніка є джерелом підвищеної небезпеки. Тому доступ до роботи з нею мають тільки кваліфіковані працівники, які пройшли інструктаж та медичний огляд. Студенти брали участь у процесі спостереження, здійснювали відбір рослин, обліки та вимірювання лише після повної зупинки агрегатів.

Перед кожним виходом у поле техніка проходила технічний огляд. Перевірялися: стан гальм, система кріплення навісного обладнання, справність гідросистеми, наявність огороджувальних елементів, рівень мастила та пального, тиск у шинах. Усі агрегати були оснащені вогнегасниками, аптечками та сигналізацією [8].

Роботи із застосуванням міндобрив виконувались з дотриманням правил хімічної безпеки. Працівники використовували рукавички, захисні окуляри та респіратори. Добрива зберігалися у закритій тарі, захищеній від вологи, а їх дозування та внесення виконувалися виключно згідно з технологічними інструкціями.

У лабораторних умовах при роботі з електрообладнанням заборонялося:

- працювати мокрими руками;
- залишати увімкнене обладнання без нагляду;
- підключати прилади до несправних розеток;
- вмикати кілька потужних пристроїв у одну мережу.

Усі прилади мали заземлення та проходили регулярні перевірки на справність.

Такий підхід дозволив мінімізувати ризики, пов'язані з експлуатацією механізмів, та забезпечити високий рівень безпеки під час дослідження.

5.3. Пожежна безпека, електробезпека та охорона навколишнього природного середовища

Пожежна безпека в аграрній сфері має особливе значення, оскільки посіви та рослинні рештки легко займисті, а під час польових робіт використовуються паливно-мастильні матеріали. У НДЦ «Поділля» дотримувались таких вимог:

- паління на полі категорично заборонено;
- заборонено використовувати відкритий вогонь під час польових робіт;

- заправка техніки проводилась у спеціально обладнаній зоні;
- техніка забезпечувалась вогнегасниками та лопатами;
- у спекотні періоди проводився посилений контроль за станом техніки.

У разі виникнення займання негайно здійснювалося повідомлення відповідальної особи та фіксація місця займання для швидкої локалізації.

Електробезпека включала дотримання правил експлуатації обладнання в лабораторіях. Використання приладів дозволялося лише при справній проводці та наявності заземлення. Заборонялося торкатися електричних частин приладів, працювати у вологих приміщеннях або без належного освітлення.

Дослідження проводилися з урахуванням вимог екологічної безпеки. Основні заходи охорони довкілля включали:

- раціональне використання мінеральних добрив;
- недопущення забруднення полімерними відходами;
- подрібнення рослинних решток для поліпшення структури ґрунту;
- уникнення надмірної кількості проходів техніки полем;
- своєчасне прибирання території досліду від кілків, маркування, пакувальних матеріалів.

Такі заходи дозволили поєднати технологічні вимоги виробництва із принципами екологічної сталості.

Під час проведення польових і лабораторних досліджень пшениці ярої сорту Панянка в НДЦ «Поділля» було забезпечено високий рівень організації охорони праці. Виконання чітких інструкцій, систематичний контроль техніки, дотримання правил пожежної та електробезпеки, а також екологічних норм забезпечили безпечні умови праці, відсутність травматизму та мінімальний вплив досліджень на довкілля. Комплекс запроваджених заходів відповідає сучасним вимогам законодавства України та стандартам аграрної науки і виробництва [9].

РОЗДІЛ 6

ЕКОЛОГІЯ

6.1. Стан грунтів та використання земельних ресурсів.

Ґрунти є одним із найважливіших компонентів навколишнього природного середовища, що виконують ключову роль у забезпеченні продовольчої безпеки, збереженні біорізноманіття та підтриманні екологічної рівноваги територій. Вони є основним засобом виробництва у сільському господарстві та водночас важливим природним ресурсом, стан якого безпосередньо впливає на екологічну ситуацію регіону.

Сучасний стан ґрунтового покриву характеризується значним антропогенним навантаженням, зумовленим інтенсивним використанням земель у сільському господарстві, урбанізаційними процесами, промисловим розвитком та транспортною інфраструктурою. У результаті цього виникають негативні процеси деградації ґрунтів, серед яких найбільш поширеними є водна та вітрова ерозія, ущільнення, виснаження запасів гумусу, забруднення важкими металами, агрохімікатами та іншими токсичними речовинами.

Використання земельних ресурсів у більшості регіонів України має аграрну спрямованість, оскільки значна частка території зайнята орними землями. Така структура землекористування з одного боку забезпечує високий рівень сільськогосподарського виробництва, а з іншого — створює підвищені ризики для збереження родючості ґрунтів та стабільності агроландшафтів. Надмірна розораність території, недотримання науково обґрунтованих сівозмін, порушення технологій обробітку ґрунту сприяють поглибленню деградаційних процесів.

Особливу екологічну небезпеку становить забруднення ґрунтів пестицидами, мінеральними добривами, продуктами промислових викидів і побутових відходів. Накопичення шкідливих речовин у ґрунті призводить до порушення біологічної активності, зниження врожайності культур, а також створює ризики для здоров’я населення через потрапляння токсинів у харчовий ланцюг.

Важливим напрямом раціонального використання земельних ресурсів є впровадження ґрунтозахисних технологій землеробства, що передбачають мінімізацію механічного обробітку, використання сидератів, органічних добрив, дотримання сівозмін, контурно-меліоративну організацію територій. Такі заходи сприяють збереженню структури ґрунту, підвищенню вмісту гумусу, зменшенню ерозійних процесів та відновленню природної родючості.

Таким чином, стан ґрунтів та ефективність використання земельних ресурсів є визначальними чинниками екологічної стабільності територій. Раціональне землекористування, спрямоване на збереження та відновлення ґрунтового покриву, має стати пріоритетним завданням сучасного природокористування з метою забезпечення сталого розвитку та екологічної безпеки.

ВИСНОВКИ

У магістерській роботі проведено комплексне теоретичне узагальнення та експериментальне дослідження впливу строків сівби та рівнів мінерального живлення на формування продуктивності, урожайності, якості зерна та економічної ефективності вирощування пшениці ярої сорту Панянка в умовах Поділля. Встановлено, що досліджувані технологічні чинники мають визначальний вплив на ріст, розвиток та реалізацію продуктивного потенціалу культури.

Доведено, що найбільш сприятливі умови для формування густоти продуктивного стеблостою складалися за першого строку сівби. Саме за цього строку рослини формували найвищі показники густоти стеблостою (до 525 шт./м²) та коефіцієнта продуктивного кущення (1,60) на фоні внесення N120P60K60. Запізнення зі строками сівби призводило до поступового зменшення кількості продуктивних стебел, що негативно позначалося на подальшому формуванні врожаю.

Аналіз елементів структури врожаю засвідчив, що ранній строк сівби забезпечував формування найдовших та найбільш озернених колосів. За першого строку довжина колоса досягала 9,5 см, кількість зерен у колосі – до 29,7 шт., а маса зерна з одного колоса – до 1,26 г. За другого строку сівби відмічалося помірне зниження цих показників, а за третього – істотне їх погіршення, що зумовлено скороченням тривалості вегетаційного періоду та несприятливим впливом підвищених температур.

Урожайність зерна пшениці ярої чітко відображала закономірності формування елементів структури врожаю. Найвищу врожайність – 5,81 т/га – отримано за першого строку сівби та внесення повної норми мінеральних добрив N120P60K60. За другого строку максимальна врожайність становила 5,13 т/га, а за третього – лише 4,14 т/га. Встановлено, що внесення мінеральних добрив забезпечувало стабільне зростання врожайності за всіх строків сівби, проте найбільш ефективним воно було саме за раннього висіву.

Якість зерна пшениці ярої характеризувалася стабільним зростанням вмісту білка та клейковини зі збільшенням норм мінерального удобрення. Найвищі показники білка (14,7%) та клейковини (28,9%) отримано за третього строку сівби на фоні N120P60K60. Водночас встановлено, що пізні строки сівби сприяють формуванню більш білкового зерна, проте супроводжуються істотним зниженням урожайності, що зменшує загальну господарську ефективність технології.

Економічна оцінка вирощування пшениці ярої показала, що найвищий рівень прибутковості отримано за поєднання першого строку сівби та внесення добрив у нормі N120P60K60. За цього варіанту урожайність становила 5,81 т/га, чистий прибуток – 29980 грн/га, а рівень рентабельності – 134%. За другого строку сівби рівень рентабельності знижувався до 118%, а за третього – до 108%, що підтверджує економічну недоцільність пізнього строку сівби навіть за підвищеного рівня мінерального живлення.

Встановлено, що внесення мінеральних добрив є найбільш затратною статтею виробничих витрат і формує від 47 до 56% загальної собівартості продукції. Збільшення доз NPK супроводжується суттєвим зростанням витрат, проте за раннього строку сівби ці витрати повністю окупаються за рахунок приросту врожайності та чистого прибутку. За пізніх строків ефективність окупності добрив істотно знижується.

Таким чином, у ґрунтово-кліматичних умовах Поділля оптимальною технологією вирощування пшениці ярої сорту Панянка є ранній строк сівби у поєднанні з внесенням повної норми мінеральних добрив N120P60K60, що забезпечує найвищі показники продуктивності, стабільну якість зерна та максимальну економічну ефективність виробництва.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

При вирощуванні пшениці ярої сорту Панянка для забезпечення високої урожайності та якості зерна слід проводити сівбу у ранні строки, тобто при першій можливості виходу в поле та дотримуватися норми внесення мінеральних добрив $N_{120}P_{60}K_{60}$.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Adger W., Huq S., Brown K., Conway D., Hulme M. Adaptation to climate change in the developing world. *Progress in Development Studies*. 2003. № 3. P. 179–195.

2. Андрійченко Л. Вплив зміни клімату на продуктивність зернових культур. *Агросвіт*. 2019. № 6. С. 12–18.

3. Антіпова Л.К. Особливості росту та розвитку пшениці ярої в умовах Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 7. С. 55–62.

4. Бабич А.О. Зернові культури: біологія та технологія вирощування. К.: Урожай, 2012. 510 с.

5. Балюков С.А., Татарінов Ф.А. Адаптація технологій вирощування зернових культур до змін клімату. Харків: Стильна типографія, 2018. 284 с.

6. Буга Н.Ю. Стан та проблеми аграрного сектора економіки України в сучасних умовах. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2014. Вип. 1 (77). С. 64–70.

7. Вергунов В.А. Історія наукових досліджень пшениці в Україні. К.: Аграрна наука, 2015. 220 с.

8. . Вовк Ю. Я. Охорона праці в галузі : навч. посіб. / Ю. Я. Вовк, І. П. Вовк Тернопіль: ФОП «Паляниця В. А.», 2015. 172 с.

9. Войналович О. В. Охорона праці у сільському господарстві : навч. підруч. / О. В. Войналович, Є. І. Марчишина, Т. О. Білько ; Нац. унт біоресурсів і природокористування України. Київ : Центр учбової літератури, 2018. 690 с.

10. Гамаюнова В.В. Ефективність удобрення зернових культур у Степу та Лісостепу України. Одеса: Астропринт, 2019. 368 с.

11. Гіренко І. В. Порівняльний аналіз урожайності пшениці ярої залежно від систем удобрення. *Вісник ЛНАУ. Агрономія*. 2019. № 24. С. 48–52.

12. Глущенко Л.П. Вплив гідротермічних умов на продуктивність пшениці. *Зернові культури*. 2020. № 2. С. 29–34.

13. Гольдман О.І. Формування врожайності зернових культур. К.: Аграрна освіта, 2005. 248 с.

14. Державна служба статистики України. Рослинництво України: статистичний збірник. К., 2022.

15. ДСТУ 4749:2007. Пшениця. Технічні умови. К.: Держспоживстандарт України.

16. ДСТУ 7169:2010. Якість ґрунту. Відбір проб. К.: Держспоживстандарт України.

17. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В. Основи наукових досліджень в агрономії. К.: Дія, 2005. 288 с.

18. Єщенко В.О. Науково обґрунтовані сівозміни в сучасному землеробстві. *Вісник Уманського НУС*. 2014. № 2. С. 3–6.

19. Зінченко О.І., Каленська С.М., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Практикум. Вінниця: Нова книга, 2010. 535 с.

20. Зубець М.В. Зернове господарство України: стан і перспективи. К.: Аграрна наука, 2008. 312 с.

21. Іващенко О.О. Агроекологічні передумови вирощування пшениці ярої. *Екологія і ресурси*. 2015. № 4. С. 41–46.

22. Інститут зернових культур НААН. Каталог сортів пшениці ярої. Дніпро, 2020.

23. Каленська С.М. Зернові культури: сучасні технології вирощування. К.: Аграрна освіта, 2019. 432 с.

24. Камінський В.Ф. Основи землеробства та рослинництва. К.: Центр навчальної літератури, 2018. 378 с.

25. Кирпа Н.М. Розвиток рослин пшениці та формування її продуктивності. Полтава: Астрая, 2013. 210 с.

26. Коваленко В.П. Урожайність пшениці ярої залежно від норм висіву. *Агроном*. 2017. № 3. С. 27–31.

27. Костогриз П.В. Рослинництво: підручник. К.: Аграрна освіта, 2010. 520 с.

28. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Інтенсивні технології вирощування культур. Львів: Українські технології, 2010. 1088 с.

29. Лихочвор В.В. Пшениця: технологія вирощування. Львів, 2016. 310 с.

30. Лупенко Ю.О., Месель-Веселяк В.Я. Ефективність зерновиробництва в Україні. К.: ННЦ «ІАЕ», 2014. 256 с.

31. Медведєв В.В. Родючість ґрунтів України. Харків: Стильна типографія, 2017. 364 с.

32. Мельник А.Ф. Оптимізація системи удобрення пшениці ярої. *Агрономія сьогодні*. 2021. № 1. С. 20–25.

33. Мойсейченко В.Ф. , Єщенко В.О. Методичні рекомендації для проведення польових досліджень у землеробстві –К. УСГА , 1985 – 84 с..

34. Мойсейченко В. Ф. , Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії – К. Вища школа , 1994 – 333 с.

35. Нікітін В.Д. Продуктивність зернових культур залежно від погодних умов. *АгроЕксперт*. 2020. № 4. С. 11–16.

36. Патика В.П., Медведєв В.В. Ґрунтознавство. К.: Вища освіта, 2011. 510 с.

37. Петриченко В.Ф. Рослинництво. К.: Вища освіта, 2006. 730 с.

38. Полупан М.І. Агрохімія: підручник. К.: Центр учбової літератури, 2017. 400 с.

39. Ремесло В.М. Технологія вирощування пшениці інтенсивного типу. К.: Урожай, 2009. 272 с.

40. Рибалко В.М. Селекція і насінництво пшениці в Україні. Харків: Майдан, 2012. 320 с.

41. Сайдак Р.В., Чернокозинський А.В. Вплив агрометеорологічних чинників на формування врожаю пшениці. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 5. С. 64–67.

42. Статистичний збірник «Україна у цифрах». К.: Держстат, 2022.

43. Стрижак О.В. Типи ґрунтів Поділля та їх вплив на продуктивність зернових культур. *Ґрунтознавство*. 2019. № 4. С. 22–28.

44. Тараріко Ю.О. Сучасні технології вирощування пшениці в Україні. К.: Аграрна освіта, 2015. 288 с.

45. Ткачук С.П. Морфологічні показники пшениці залежно від мінерального живлення. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2017. № 2. С. 49–54.

46. Український гідрометеорологічний центр. Агрокліматичні довідки по Хмельницькій області. К., 2021.

47. Університет «Подільський державний». Характеристика ґрунтів НДЦ «Поділля». Методичний опис. 2022.

48. Філіпенко О.І. Економічна ефективність виробництва зернових культур. К.: НААН, 2018. 208 с.

49. Черенков А.В., Рибка В.С., Кулик А.О. Науково-практичні нормативи витрат на виробництво зернових культур. Дніпро: ДУ ІСГ СЗ НААН, 2014. 180 с.

50. Шевченко І.Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica 6.0. Методичні вказівки. К., 2007. 56 с.

ДОДАТКИ

Додаток 1

Двофакторний дисперсійний аналіз

Урожайність зерна, т/га 2 024р.

Градацій фактора A - 3 B - 4 Повторень 4

Вихідні дані

Фактор А	Фактор В	Повторення				Сума, V	Середнє, x
		1	2	3	4		
1	1	4,84	4,82	4,90	4,07	18,64	4,66
	2	4,99	5,02	5,34	5,34	20,68	5,17
	3	5,34	5,48	5,97	5,16	21,96	5,49
	4	6,11	5,61	5,76	5,32	22,80	5,70
2	1	4,03	3,92	4,21	3,55	15,72	3,93
	2	4,91	4,56	4,26	4,08	17,80	4,45
	3	4,54	4,71	4,87	5,08	19,20	4,80
	4	4,77	5,14	5,52	4,69	20,12	5,03
3	1	3,15	3,61	3,38	3,18	13,32	3,33
	2	3,47	3,74	3,80	3,68	14,68	3,67
	3	4,02	3,66	4,23	3,69	15,60	3,90
	4	4,35	3,65	3,79	4,29	16,08	4,02
						ΣX	x_N
Сума, P		54,52	53,91	56,03	52,13	216,60	4,51

Середнє по фактору A	
1	5,26
2	4,55
3	3,73

Середнє по фактору B	
1	3,97
2	4,43
3	4,73
4	4,92

Таблиця дисперсійного аналізу

Розсіювання	Сума квадратів	Ступінь свободи	S^2	$F_{факт.}$	$F_{0,95}$	Сила впливу	$НІР_{0,05}$
Загальне	28,23	47	-	-	-	-	-
Повторень	0,65	3	-	-	-	0,0230	-
A	18,64	2	9,32	117,17	2,56	0,6604	0,18
B	6,10	3	2,03	25,55	3,18	0,2160	0,22
AB	0,22	6	0,04	0,45	2,13	0,0076	0,10
Похибка	2,63	33	0,08	-	-	0,0930	-

Точність досліду 3,13%

Додаток 2

Двофакторний дисперсійний аналіз

Урожайність зерна, т/га 2 025р.

Градацій фактора А - 3 В - 4 Повторень 4

Вихідні дані

Фактор А	Фактор В	Повторення				Сума, V	Середнє, x
		1	2	3	4		
1	1	5,05	5,03	5,11	4,25	19,44	4,86
	2	5,24	5,28	5,60	5,60	21,72	5,43
	3	5,50	5,64	6,15	5,31	22,60	5,65
	4	6,35	5,83	5,98	5,53	23,68	5,92
2	1	4,22	4,10	4,40	3,72	16,44	4,11
	2	5,13	4,76	4,45	4,26	18,60	4,65
	3	4,77	4,95	5,13	5,35	20,20	5,05
	4	4,95	5,33	5,73	4,87	20,88	5,22
3	1	3,36	3,85	3,61	3,39	14,20	3,55
	2	3,70	3,98	4,05	3,92	15,64	3,91
	3	4,23	3,85	4,44	3,88	16,40	4,10
	4	4,59	3,86	4,01	4,54	17,00	4,25
						ΣX	x_N
Сума, P		57,09	56,45	58,66	54,60	226,80	4,73

Середнє по фактору А	
1	5,47
2	4,76
3	3,95

Середнє по фактору В	
1	4,17
2	4,66
3	4,93
4	5,13

Таблиця дисперсійного аналізу

Розсіювання	Сума квадратів	Ступінь свободи	S^2	$F_{факт.}$	$F_{0,95}$	Сила впливу	$НІР_{0,05}$
Загальне	28,35	47	-	-	-	-	-
Повторень	0,70	3	-	-	-	0,0248	-
A	18,33	2	9,16	105,20	2,56	0,6463	0,22
B	6,19	3	2,06	23,68	3,18	0,2182	0,26
AB	0,26	6	0,04	0,51	2,13	0,0093	0,15
Похибка	2,87	33	0,09	-	-	0,1014	-

Точність досліду 2,68%