

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

Кваліфікаційна робота

освітнього ступеня «магістр»

на тему: «Формування врожайності пшениці ярої залежно від рівнів
удобрення»

Виконав студент групи Аг- 61
спеціальність 201 «Агрономія»
Драган Роман Романович

Керівник:

В. С. Борисюк

Дубляни - 2024

УДК: 631. 8:633.63

Формування врожайності пшениці ярої залежно від рівнів удобрення. Драган Р. Р. – Кваліфікаційна робота. Кафедра технологій у рослинництві – Дубляни, Львівський національний університет природокористування, 2024.

78 с. текст. част., 18 табл., 5 рис., 84 джерел.

В умовах Львівської області на дослідному полі кафедри технологій у рослинництві Львівського НУП впродовж 2023 – 2024 років проводилися дослідження з вивчення впливу рівнів удобрення на ріст, розвиток і врожайність пшениці ярої сорту Олександра.

Результати досліджень показали, що внесення азотних добрив в нормі N_{135} на фоні $P_{60}K_{90}$ за вирощування пшениці ярої сприяє збільшенню порівняно до контролю без добрив: продуктивних стебел на 64,9 %, кількості зерен в колосі на 40,3 %, масі зерен в колоску на 31,7 %. За даного рівня удобрення було отримано в середньому за два роки врожайність зерна 6,01 т/га, що на 131,1 % більше варіанту без добрив. При цьому збільшилася маса 1000 зерен до 46,8 г, вміст білку в зерні до 13,8 %, а сирої клейковини – до 30,6%. Вирощування пшениці ярої після сої за рівня удобрення в нормі $N_{135}P_{60}K_{90}$ забезпечило за рівня рентабельності 56,8 % прибуток 19163 грн./га. Коефіцієнт енергетичної ефективності був також найвищим і становив 2,07 тоді як на контрольному варіанті лише 1,32.

Ключові слова: пшениця яра, рівні удобрення, рослини, добрива, ріст і розвиток, урожайність.

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

ЗМІСТ

| | Ст. |
|--|-----|
| ВСТУП | 4 |
| Розділ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ | 7 |
| 1.1. Походження, значення та стан виробництва пшениці ярої..... | 7 |
| 1.2. Урожайність та якість зерна пшениці ярої за різних рівнів мінерального живлення..... | 11 |
| Розділ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ | 27 |
| 2.1. Кліматичні умови років проведення досліджень..... | 27 |
| 2.2. Характеристика ґрунту дослідної ділянки..... | 33 |
| 2.3. Методика проведення досліджень | 35 |
| 2.4. Характеристика сорту та агротехніка вирощування пшениці ярої на дослідній ділянці..... | 38 |
| Розділ 3. ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ЗЕРНА | |
| ПШЕНИЦІ ЯРОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД РІВНІВ УДОБРЕННЯ | 40 |
| 3.1. Вплив рівнів удобрення на польову схожість насіння, ріст і розвиток рослин пшениці ярої..... | 40 |
| 3.2. Урожайність зерна пшениці ярої та її структури залежно від рівнів удобрення | 50 |
| 3.3. Вплив рівнів удобрення на якісні показники зерна пшениці ярої сорту Олександра..... | 56 |
| 3.4. Економічна та енергетична ефективність вирощування пшениці ярої залежно від рівнів удобрення | 58 |
| ВИСНОВКИ | 62 |
| ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ | 63 |

ВСТУП

Актуальність теми. В агропромисловому комплексі України зернове господарство займає провідне місце, адже саме воно відіграє ключову роль у забезпеченні продовольчих і кормових потреб країни. Головною зерновою культурою є озима пшениця, яка домінує за обсягами посівних площ та потенціалом продуктивності, перевершуючи інші зернові культури. Водночас, не слід недооцінювати значення ярої пшениці, яка також є важливою складовою сільськогосподарського виробництва. За останні роки площі, відведені під цю культуру, значно зросли, що свідчить про підвищений попит на неї та її важливість для аграрного сектора.

Завдяки збалансованому вирощуванню ярої пшениці вдається забезпечити стабільність у виробництві зернових, що сприяє зміцненню продовольчої безпеки України, а також посиленню її позицій як одного з провідних експортерів зернових культур на світовому ринку.

Так, у 2024 році під пшеницею ярою було засіяно 249 тис. га, що на 23% більше ніж у попередньому році. Зерно цієї культури вирізняється високими хлібопекарськими та круп'яними властивостями, має підвищений вміст білка, що робить його цінною сировиною для виготовлення макаронів вищого сорту, манної крупи, та ін. Крім того, під час технічної переробки з нього одержують спирт, крохмаль та інші продукти. Окрім цього пшениця яра є важливою страховою культурою для пересіву загиблих посівів пшениці озимої [65]. За сприятливих умов сучасні високоінтенсивні сорти ярої пшениці можуть забезпечувати врожайність до 8 т/га, демонструючи великий потенціал цієї культури. Однак, реальна середня врожайність у країні залишається значно нижчою. Однією з основних причин цього є недостатнє розуміння біологічних особливостей ярої пшениці та її вимог до конкретних ґрунтово-кліматичних зон. Саме тому подальше вдосконалення методів вирощування цієї культури є вкрай важливим. Оптимізація елементів сортової технології, включно з

удосконаленням системи живлення, може значно підвищити врожайність і якість зерна.

У нашій роботі основну увагу було приділено вирішенню цих питань. Дослідження були проведені у Львівській області протягом 2023-2024 років на темно-сірому опідзоленому ґрунті. Метою було визначити ефективні підходи до вирощування ярої пшениці, які б враховували специфічні особливості регіону та дозволили розкрити її генетичний потенціал.

Мета та задачі дослідження. Мета нашої роботи полягала у визначенні шляхів забезпечення стабільного врожаю ярої пшениці високої якості шляхом удосконалення системи удобрення. Щоб досягнути даної мети, були поставлені конкретні завдання, зокрема:

- ✓ дослідити, як різні рівні удобрення впливають на ріст і розвиток рослин сорту ярої пшениці "Олександра";
- ✓ визначити вплив рівнів мінерального живлення на біометричні показники рослин пшениці ярої досліджуваного сорту;
- ✓ вивчити взаємозв'язок між режимами живлення та продуктивністю даної культури.
- ✓ оцінити якість отриманого зерна залежно від застосованих агротехнічних підходів.

Дослідження поставлених завдань дозволить розробити оптимальні рівні удобрення для вирощування ярої пшениці в умовах Львівщини на темно-сірих опідзолених ґрунтах. Це сприятиме не лише підвищенню врожайності культури, але й покращенню якості зерна, забезпечуючи його конкурентоспроможність на ринку. Крім того, оптимізація системи удобрення дозволить раціональніше використовувати ресурси, знизити витрати на вирощування та сприяти екологічній стійкості аграрного виробництва регіону.

Об'єктом дослідження стали процеси, які відбуваються під час росту та розвитку ярої пшениці, а також формування врожаю та його якості в умовах Львівщини. Це включає вивчення впливу різних факторів на зростання рослин, таких як кліматичні умови, ґрунт, технології обробітку та сорти пшениці. Важливим аспектом є також вивчення, як ці процеси впливають на кількість і

якість отриманого зерна, що має значення для ефективності аграрного виробництва в регіоні.

Предметом дослідження виступив сорт пшениці ярої "Олександра", показники врожайності та якості зерна, різні режими удобрення, а також енергетична та економічна ефективність проведених агротехнічних заходів.

Особливу увагу приділяли аналізу реакції рослин на зміну умов живлення, щоб визначити оптимальні дози добрив для досягнення максимальної врожайності та якості зерна. Вивчення зазначених аспектів дозволить оптимізувати систему удобрення пшениці ярої, враховуючи специфіку темно-сірого опідзоленого ґрунту Львівської області. Це сприятиме підвищенню продуктивності культури, зменшенню витрат та забезпеченню кращої економічної віддачі від сільськогосподарської діяльності.

Методи дослідження. Для проведення лабораторних та польових експериментів застосовувався системний підхід, що включав використання загальноприйнятих атестованих наукових методів та стандартів (ДСТУ). Отримані дані оброблялися за допомогою програмного забезпечення Statistica та Microsoft Excel, що дозволило забезпечити точність і надійність статистичних розрахунків.

Зв'язок кваліфікаційної роботи із науковими програмами, темами та планами. Ця кваліфікаційна робота є важливою частиною науково-дослідної програми кафедри технологій у рослинництві ЛНУП. Вона спрямована на розробку інноваційних систем підвищення продуктивності сільськогосподарських культур у зоні західного Лісостепу України, адаптованих до умов змін клімату.

Наукова новизна результатів дослідження. У роботі вперше було досліджено вплив різних рівнів мінерального удобрення на врожайність і якість зерна сучасного сорту ярої пшениці з врахуванням її біологічних особливостей. Виявлено залежність врожайності ярої пшениці від поєднання рівня мінерального живлення та гідротермічних умов, характерних для регіону Західного Лісостепу. Це дозволило оцінити роль взаємодії кліматичних факторів і добрив для забезпечення стабільної врожайності.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Походження, значення та стан виробництва пшениці ярої

Пшениця є без сумнівів однією з найважливіших та найдавніших культур у світовій історії сільського господарства. Її походження і поширення тісно пов'язані з розвитком людської цивілізації, адже саме зерно пшениці стало основою раціону мільйонів людей протягом тисячоліть. Пшениця була відома народам Центральної Азії ще за 6,5 тисяч років до нашої ери. Відомо, що в Єгипті вона почала культивуватися близько 6 тисяч років тому, а в Китаї – приблизно 5 тисяч років до н. е.

На теренах сучасної України зерно пшениці відігравало важливу роль ще за 6 тисяч років до нашої ери, слугуючи основним продуктом харчування. Це свідчить про давні традиції землеробства в регіоні, багатому на родючі ґрунти. За дослідженнями Юрія Канигіна, єгиптяни ще в ті далекі часи купували в наших предків зерно пшениці у великих обсягах. Пшениця з українських земель згодом стала важливою експортною культурою, яку постачали до Риму та Греції, формуючи основу економічних відносин із античним світом. Поступово ця культура поширювалася і в інших регіонах. Приблизно 5-4тисяч років тому пшеницю почали культивувати в країнах Європи. З розвитком світових географічних відкриттів і колонізації, вона потрапила на інші континенти – у Південну Африку, Америку та Австралію, де почала культивуватися тільки у XVI–XVIII століттях.

Щодо історичної батьківщини пшениці, більшість дослідників вважають, що вона походить з напівпустельних степових районів Азії. Адже виявили зерно цієї культури у поселеннях VII тисячоліття до н. е., розташованих у долинах річок Тигр і Євфрат. Ці дані дозволяють пов'язати походження пшениці з територіями сучасного Ірану, Іраку і Закавказзя. Саме тут, у родючих

землях стародавніх цивілізацій, відбувалося становлення цієї культури, яка згодом поширилася по всьому світу [16, 19].

Таким чином, історія пшениці – це не лише історія її культивування, але й розвиток людської цивілізації, торгівлі та культури, адже вона стала основою харчування та джерелом економічного процвітання багатьох народів.

Пшениця є однією з найпоширеніших культур у світі, і сьогодні її вирощують практично в кожній країні. Основними виробниками ярої пшениці у світі є Китай, Австралія, країни Європейського Союзу, Канада, Сполучені Штати Америки а також країни Океанії. Важливість цієї культури пояснюється її універсальністю, здатністю адаптуватися до різних кліматичних умов і широким використанням у харчовій промисловості.

У багатьох регіонах яра пшениця виконує роль страхової культури, яку використовують для пересіву озимих посівів у разі їхньої загибелі через несприятливі погодні умови, наприклад, через зимові морози або весняні заморозки. Проте в районах із м'яким кліматом, де ризики вимерзання менші, яра пшениця часто виступає основною зерновою культурою. Її популярність зумовлена порівняно невеликими затратами на вирощування і можливістю отримувати врожай за короткий період.

До кінця XIX століття в південних та південно-східних регіонах України ярі культури, такі як пшениця та ячмінь, займали провідні позиції серед зернових. Озима пшениця тоді ще не отримала широкого розповсюдження, оскільки її врожайність була на одному рівні з ярою пшеницею, але вирощування вимагало значно більших витрат і технологічних зусиль. Водночас яра пшениця добре адаптувалася до місцевих умов і могла забезпечувати стабільні врожаї.

Ситуація почала змінюватися з розвитком аграрних технологій і селекції. Поява нових високоврожайних сортів озимої пшениці, стійких до хвороб і несприятливих умов, зумовила зростання її популярності, зокрема, у регіонах із сприятливим осіннім кліматом, де достатня кількість опадів і помірна температура сприяють розвитку озимих культур [71]. Проте нерідко трапляються роки, коли погодні умови виявляються несприятливими для

виросування озимої пшениці. У таких ситуаціях яра пшениця демонструє кращу врожайність, компенсуючи втрати, пов'язані з невдалими посівами озимих культур. Саме тому навіть у регіонах, де переважно вирощують озиму пшеницю, зберігається практика висівання певної частки ярої пшениці. Вона слугує своєрідним страховим варіантом, дозволяючи забезпечити стабільність виробництва зерна в умовах нестабільного клімату [41]. Канада є одним із провідних виробників ярої пшениці у світі. Це обумовлено її природно-кліматичними умовами та географічним розташуванням, які сприятливі для вирощування цієї культури. Зерно ярої пшениці канадського виробництва має високу якість, що забезпечує значний попит серед країн-імпортерів. Завдяки цьому площі посівів ярої пшениці в Канаді щороку зростають, роблячи її ключовою сільськогосподарською культурою для країни.

У Сполучених Штатах більшість посівних площ відведена під озиму пшеницю, але близько 25% займає пшениця яра. Її врожайність постійно підвищується завдяки вдосконаленню агротехнологій, що робить її важливою складовою сільського господарства США. Подібна ситуація спостерігається і в країнах Європейського Союзу, де озима пшениця домінує у структурі посівів, займаючи основну частину ріллі. Яра пшениця в ЄС припадає приблизно на 10% оброблюваних земель, що становить 2,6 мільйона гектарів. Хоча площі посівів залишаються стабільними, європейські сільгоспвиробники досягають зростання валового збору завдяки підвищенню врожайності, що свідчить про високий рівень розвитку технологій у цьому регіоні.

В Австралії, яка є найбільшим виробником пшениці ярої в Океанії, існує специфічний підхід до її вирощування через унікальні кліматичні умови. Тут ярі культури вирощують як озимі: посіви проводять наприкінці літа, а врожай збирають у середині наступного літа. Однак ця зона має виклики у вигляді коливань рівня вологи в ґрунті та частого ураження посівів хворобами, що обмежує рівень врожайності.

Китай є найбільшим споживачем пшениці у світі, що визначає і її значне виробництво всередині країни. Яра пшениця займає понад 20% у структурі посівних площ, основні з яких зосереджені в південних регіонах. Загальна

площа посівів цієї культури в Китаї становить близько 5,8 мільйона гектарів. Хоча її врожайність дещо поступається країнам ЄС, вона залишається на досить високому рівні, що дозволяє забезпечувати внутрішні потреби країни [74].

Таким чином, пшениця яра є важливою культурою для багатьох регіонів світу, адаптуючись до різноманітних природно-кліматичних умов. Її виробництво продовжує розвиватися, забезпечуючи продовольчі потреби як локальних ринків, так і глобальної торгівлі зерновими.

В Україні в останні роки спостерігається поступове збільшення площ, відведених під пшеницю яру. Це зумовлено зростанням її врожайності, яка в середньому становить 5 тонн з гектара. Експерти компанії KWS, одного з лідерів у сфері селекції зернових культур, вважають, що сучасні високоінтенсивні сорти ярої пшениці за умови сприятливих агротехнічних та природних умов здатні давати до 8 тонн зерна з гектара.

Особливо активно ця культура вирощується у Вінницькій, Тернопільській та Львівській областях. Ці три регіони є лідерами за площами посівів ярої пшениці, на які припадає близько 40% загальних площ під цією культурою в Україні [74]. Високий інтерес до вирощування ярої пшениці в цих областях пояснюється сприятливими кліматичними умовами та ефективним використанням сучасних технологій, що дозволяє досягати стабільних і високих врожаїв.

У зв'язку зі змінами клімату та новими умовами, що склалися в сільському господарстві, науковці НААН прогнозують, що площі під посівами пшениці ярої в Україні повинні досягати близько 1 мільйона гектарів. Із цієї кількості приблизно 650 тисяч гектарів має припадати на м'яку пшеницю, а 350 тисяч гектарів – на тверду. М'яка пшениця яра відіграє ключову роль як страхова культура, особливо в роки з несприятливими гідротермічними умовами осінньо-зимового періоду, коли озимі посіви можуть загинути. Натомість тверда пшениця є незамінною сировиною для виробництва макаронів, круп та кондитерських виробів. Зерно пшениці ярої має високий вміст білка: у м'яких сортів його частка становить 14-16%, а у твердих – 15-18%. Крім того, зерно характеризується значним вмістом клейковини – від 28%

до 40%, що є важливим показником для якості борошна. Завдяки цим властивостям борошно сильних сортів пшениці ярої використовують для покращення якості борошна слабших сортів при випіканні хліба, забезпечуючи продуктам кращу текстуру, смак та триваліший термін зберігання [3, 42].

З огляду на харчову цінність та універсальність зерна пшениці ярої, її значення у виробництві хлібобулочних, макаронних і кондитерських виробів залишається важливим не лише для внутрішнього ринку, а й для експорту. Це підкреслює важливість її вирощування в контексті адаптації сільського господарства до кліматичних змін.

Пшениця яра має важливе значення не лише як продовольча культура, а й у сфері кормовиробництва. Зерно ярої пшениці широко використовують для виготовлення комбикормів, які забезпечують тварин високоякісним концентрованим харчуванням. Побічні продукти, такі як висівки, також є цінним компонентом раціону для худоби завдяки високому вмісту поживних речовин. Солома ярої пшениці має багатофункціональне використання. Її застосовують як грубий корм для тварин, а також як підстилковий матеріал на фермах, що допомагає підтримувати чистоту та комфорт для худоби. Крім того, солома і полова можуть бути зароблені в ґрунт, де вони виконують роль органічного добрива, покращуючи структуру ґрунту та його родючість [47].

Такий комплексний підхід до використання ярої пшениці сприяє підвищенню ефективності сільського господарства, знижує втрати відходів і дозволяє забезпечити як тваринництво, так і землеробство якісними ресурсами. Завдяки цьому яра пшениця залишається незамінною складовою аграрного циклу, забезпечуючи стійкість і взаємозв'язок між різними напрямками сільськогосподарського виробництва.

1.2. Урожайність та якість зерна пшениці ярої за різних рівнів мінерального живлення

Сучасні сорти ярої пшениці, за умови застосування інтенсивних технологій, демонструють врожайність на рівні інших зернових культур, що

дозволяє вирощувати її на значних площах в Україні [68]. При цьому серед усього комплексу технологічних заходів найефективнішим чинником у формуванні врожайності зернових культур, в тому числі і пшениці ярої виступають добрива. Ці елементи забезпечують активний ріст і розвиток рослин, сприяють утворенню листового апарату, підвищують врожайність і покращують якісні характеристики зерна [13, 67]. Оскільки пшениця яра на відміну від пшениці озимої має короткий період для засвоєння мінеральних елементів, вона дуже чутливо відноситься до їх наявності в ґрунті [81, 83]. Тому своєчасне внесення добрив забезпечує значні прирости врожаю зерна на всіх ґрунтових відмінах. У 12 районах достатнього зволоження, та зрошувальних землях за правильної технології вирощування і внесення органічних та мінеральних добрив приріст урожаю зерна пшениці ярої становить від 8 до 15 ц/га [45]. Яра пшениця добре реагує на поєднане внесення органічних і мінеральних добрив.

Гній є важливим природним добривом, яке значно покращує якість ґрунту. Він не тільки збагачує його органічною речовиною, але й сприяє поліпшенню структури ґрунту, що покращує водно-повітряний режим та знижує ущільнення. Завдяки гною підвищуються фізичні та хімічні властивості ґрунту, що забезпечує кращу доступність поживних речовин для рослин. Гній також служить джерелом вуглекислого газу, який необхідний для фотосинтезу – процесу, під час якого рослини виробляють органічні сполуки. Крім того, він містить не тільки макроелементи, такі як калій, фосфор та азот, які є основними для росту та розвитку рослин, але й мікроелементи, які сприяють більш ефективному засвоєнню основних елементів. Більше того, гній є джерелом корисних мікроорганізмів, які покращують біологічну активність ґрунту, сприяючи його аерації та зменшенню хвороб рослин [46]. Зазвичай органічні добрива не застосовують безпосередньо під пшеницю яру. Проте ця культура добре реагує на вплив органічних добрив, які були внесені під попередніми культурами, адже їхня дія зберігається навіть після збирання попереднього врожаю [56].

На основі проведених досліджень на Агрономічній дослідній станції Національного університету біоресурсів і природокористування, вивчали вплив різних доз та співвідношень мінеральних добрив на фоні післядії гною. В експерименті, що проводився кафедрою агрохімії та якості продукції рослинництва ім. Душечкіна О. І., було встановлено, що внесення мінеральних добрив на фоні післядії 30 т/га гною на ґрунті середньої забезпеченості калієм, фосфором і азотом (лучно-чорноземний карбонатний ґрунт) сприяло збільшенню врожаю ярої пшениці сорту Миронівська яра на 6,1 – 17,3 ц/га порівняно з контролем, де врожай становив 20,6 ц/га. Найвищий приріст врожаю було зафіксовано при внесенні добрив N110P120K120 на фоні післядії 30 т/га гною [43]. Для забезпечення стабільних урожаїв зерна пшениці ярої сорту Миронівська яра після гороху в зерно-буряковій сівозміні рекомендується використовувати основне удобрення N80P120K120, а також проводити ранньовесняне кореневе підживлення добривом N30 на фоні впливу органічних залишків 30 т/га гною [17, 44, 49].

У короткотривалих дослідженнях з пшеницею ярою сорту Миронівська яра було встановлено, що внесення добрив в кількості N110P120K120 на фоні післядії 12 тон гною на гектар значно підвищило врожайність зерна – на 69,3%, порівняно з варіантом без добрив, де врожайність становила 2,26 т/га.

У випадку вирощування пшениці ярої (сорт Соната) найвищий врожай, а саме – 4,19 т/га, порівняно з 2,69 т/га в контролі без добрив, було отримано при внесенні добрив N45P40K30 [21, 22]. Дослідження показали, що використання добрив нового покоління, таких як акварин No5 і кристалон особливий, для позакоренових підживлень на фоні добрив N45P40K30 дало ефективність, схожу до результатів попереднього рівня удобрення. Однак ці добрива також покращили показники якості зерна де вміст "сирої" клейковини зріс до 28,2%, а вміст білка – до 14,1% [18, 20, 23].

Дослідження, проведені на чорноземі опідзоленому важко суглинковому на дослідному полі НУС, показали, що пшениця яра сорту Колективна 3 найкраще реагує на внесення азотних добрив. Максимальний рівень урожайності зерна був досягнутий при внесенні азотних добрив у дозі N60-90

на фоні фосфорно-калійних добрив (Р60К60). Проте подальше підвищення норми азотних добрив не дало суттєвого приросту врожайності. [73].

Дослідження, проведені Каленською С.М., Антал Т.В. та Максименко О.А. [37] на мало гумусному типовому чорноземі, підтвердили, що для пшениці ярої чотирьох сортів (Рання 93, Миронівська, Соната, Елегія та Колективна 3) максимальна врожайність була досягнута за умови внесення добрив N90P60K100. Подібні результати були отримані на тій самій дослідній станції під час дослідження впливу мінеральних добрив на врожайність пшениці ярої таких сортів як Букурія та Ізольда.

У середньому за роки досліджень ділянки, де використовували добрива, забезпечували врожайність на 51,5% вищу, ніж на ділянках без внесення добрив. Найбільшу врожайність було отримано при внесенні N60P30K30 у сорту Букурія – 4,34 т/га, в у сорту Ізольда – 4,44 т/га. При цьому було досягнуто найвищих показників по збору клейковини – 1664 кг/га і білка – 768 кг/га. Зерно відносилось до II класу та відповідало стандартам зерна сильних пшениць. Застосування підвищених норм мінеральних добрив призводило до нарощування вегетативної маси, проте значного приросту врожайності це не забезпечувало. У таких випадках врожайність знижувалась до 4,02 т/га для сорту Букурія та 4,21 т/га для сорту Ізольда [53]. Таким чином, для досягнення високих і стабільних урожаїв зерна важливо забезпечити рослини ярої пшениці необхідними поживними елементами протягом усього вегетаційного періоду [1, 24, 61]. Пшениця яра потребує мінеральних елементів живлення на різних етапах свого розвитку, і цей процес триває протягом усієї вегетації. Однак потреба в поживних елементах не є рівномірною: рослина найбільше поглинає мінеральні елементи в певні періоди розвитку [75].

Найбільше елементів живлення пшениця яра поглинає під час виходу в трубку та цвітіння, що є найінтенсивнішими фазами її розвитку. В цей період рослина активно формує вегетативну масу і починає закладати потенціал майбутнього врожаю. Саме умови живлення на цих етапах можуть значною мірою вплинути на кінцевий врожай та його якість [72]. Тому правильно підібрані та вчасно внесені добрива в ці критичні періоди забезпечують

рослинам оптимальні умови для зростання, що в свою чергу сприяє отриманню високих і якісних урожаїв.

Польові дослідження з м'якою ярою пшеницею сорту Етюд, проведені на темно-сірому опідзоленому ґрунті в дослідному господарстві "Чабани" Національного наукового центру "Інститут землеробства НААН", підтвердили, що для досягнення високих урожаїв і якісного зерна важливо забезпечити рослини достатньою кількістю мінеральних елементів живлення [83]. Дослідження показали, що якість і врожайність зерна ярої пшениці значною мірою визначаються ефективністю забезпечення рослин мінеральними елементами на кожному етапі вегетації. Проте, загальні дані польових досліджень, проведених у різних географічних регіонах, показали, що вплив елементів живлення на урожай ярої пшениці має чітку закономірність. Всі дослідження вказують на те, що найважливішим елементом для росту пшениці є азот, за ним йде фосфор, а на третьому місці – калій [29]. Ці елементи визначають основні процеси росту і розвитку рослини, а їх нестача може призвести до значного зниження врожайності і погіршення якості зерна. Врахування цих факторів дозволяє оптимізувати внесення добрив і покращити ефективність вирощування пшениці.

Ефективність добрив значною мірою залежить від агрометеорологічних умов конкретного року. Наприклад, кількість опадів у осінньо-зимовий період може допомогти в ранній весняний період визначити оптимальні норми внесення азотних добрив під ярі культури. Це дозволяє агрономам точно планувати внесення добрив, щоб забезпечити максимальну ефективність їх використання [7].

Азот є основним елементом, який є складовою частиною всіх білків, і його роль у рості рослин важко переоцінити. Він не може бути замінений іншими елементами живлення, тому рослини постійно потребують азот протягом усього вегетаційного періоду, починаючи з ранньої весни і до молочної стиглості зерна. У ярої пшениці найбільша потреба в азоті виникає в період від початку кушіння до виходу в трубку, коли активно розвиваються корені, утворюються бічні пагони, а також формуються зачаткові колоски і

квітки. Якщо рослини недостатньо забезпечені азотом, листя набуває світло-зеленого забарвлення, відбувається слабе кущення і зменшенні розмірів репродуктивних та вегетативних органів пшениці [7,34]. Це негативно впливає на врожайність і якість зерна. Тому важливо своєчасно вносити оптимальні дози азотних добрив для забезпечення нормального розвитку рослин.

Азотне голодування у пшениці ярої може виникнути, коли після колосіння на верхніх шарах ґрунту не вистачає вологи. У цей час рослини, хоча й продовжують брати воду з глибших шарів ґрунту, не отримують достатньо азоту, оскільки його переміщення вгору зупиняється. Тому рослини все ще ростуть і формують врожай, використовуючи азот, який був накопичений раніше. Цього азоту вистачає для підтримки процесу утворення вуглеводів та фотосинтезу, але його недостатньо для нормального формування високоякісного зерна. Внаслідок цього зерно стає борошністим, маючи малий вміст клейковини та білка, що суттєво погіршує його якість [63]. Інша ситуація виникає, коли азоту в ґрунті занадто багато, а його співвідношення з фосфором порушене на користь азоту. Це призводить до надмірного зростання вегетативних органів рослини. Стебла і листя робляться надто соковитими, що знижує їхню міцність і робить стебла більш схильними до вилягання. Це створює сприятливі умови для розвитку грибкових хвороб, які швидко поширюються. Крім того, затримується процес формування та досягання зерна, що може призвести до значних втрат врожаю та погіршення його якості [75]. Тому дуже важливо збалансовано застосовувати азотні добрива, не допускати його надлишку або дефіциту, щоб забезпечити здоровий розвиток рослин і отримати високоякісне зерно.

За даними досліджень, якщо вміст нітратного азоту в орному шарі ґрунту становить 12-16 мг/100 г, то для формування врожаю пшениці ярої на рівні 3,5-4,0 т/га оптимальна норма азотних добрив варіюється від 30 до 70 кг/га д. р. [24]. Це свідчить про те, що головним джерелом азоту для рослин є ґрунт. В ґрунті азот доступний рослинам у двох формах: нітратній та аміачній.

Аміачний азот утворюється внаслідок діяльності амонізуючих бактерій і швидко поглинається ґрунтом, де утримується на поверхні ґрунтових часток

завдяки фізико-хімічній адсорбції. У той час як нітратний азот утворюється в процесі нітрифікації амонійного азоту та надходить до рослин у вигляді нітратів, що є основною формою азоту, яку споживає пшениця.

Залежно від регіону, азотний режим для пшениці ярої може варіюватися. Наприклад, в степових районах він зазвичай є дещо більш сприятливим, ніж в лісостепових або поліських. Це пояснюється деякими науковцями вищою біологічною активністю ґрунту в степових зонах, а також меншим рівнем вологозабезпеченості посівів [34]. Водночас, інші дослідники вказують на те, що в степових ґрунтах наявність високого вмісту калію та нітратів забезпечує рослини переважно нітратним азотом, тоді як у лісостепових і поліських районах рослини живляться як нітратним азотом, так і аміаком [48]. Тому, для кожної з цих зон необхідно коригувати внесення азотних добрив, враховуючи специфічні умови ґрунтового живлення.

Ефективність засвоєння різних форм азоту рослинами значною мірою визначається реакцією ґрунтового розчину. На кислих ґрунтах рослини краще засвоюють нітратну форму азоту, тоді як на нейтральних та лужних ґрунтах більш ефективно засвоюється аміачна форма. Це свідчить про те, що оптимальне використання азотних добрив потребує врахування хімічного складу ґрунту, що забезпечує рослинам найкращі умови для поглинання необхідних елементів.

Окрім того, інтенсивність засвоєння азоту залежить від біологічних характеристик рослин та рівня вмісту вуглеводів у них. Якщо в рослинах недостатньо вуглеводів, вони не здатні ефективно використовувати аміак для утворення білкових сполук, що може призвести до їх отруєння [10]. Тому важливо забезпечити рослини не лише азотом, але й іншими поживними елементами, які сприяють нормальному функціонуванню метаболічних процесів.

Дослідження Gary E. Varvel довели, що вміст азоту в ґрунті є вирішальним фактором, який впливає на рівень врожайності пшениці. Хоча пшениця потребує азот впродовж всього вегетаційного періоду, максимальне його споживання спостерігається під час швидкого наростання вегетативної

маси, що зазвичай припадає на період активного росту. Однак у районах з обмеженою кількістю опадів, під час інтенсивного поглинання азоту, посуха може суттєво уповільнити ріст рослин і знизити ефективність використання азотних добрив. В таких умовах азотні добрива не дають бажаного ефекту. З іншого боку, у вологі роки, коли умови для росту рослин сприятливі, ефективність добрив набагато вища, що підтверджує необхідність врахування кліматичних умов при внесенні добрив [29].

Як зазначає Ягодін Б. О., пшениця яра досягає максимального споживання поживних елементів під час фази цвітіння. У фазі колосіння рослини засвоюють 88% калію, 68% фосфору, 71% азоту. Ці показники вказують на те, що у критичні періоди розвитку рослин їхні потреби в елементах живлення найбільші, і правильне забезпечення цих елементів є важливим для формування врожаю.

Серед різних сортів пшениці, пшениця яра тверда є найбільш вибагливою щодо умов живлення, оскільки формує зерно з вищим вмістом білка [54]. Вона є дуже чутливою до ґрунтів, особливо до вилужених чорноземів, де не вистачає певних мінеральних елементів. За результатами досліджень Шевченка А.І., Гриньова В.М. та Сайка В.Ф., оптимальними для забезпечення високого врожаю і хорошої якості зерна були варіанти з внесенням мінеральних добрив N90P60K60 [80].

Дослідження Луганської державної сільськогосподарської дослідної станції виявили, що за умов весняно-літньої посухи найвищу врожайність твердої ярої пшениці, яка склала 3,27 т/га, досягли при внесенні мінеральних добрив у дозі N90P60 під осінню оранку. [79]. Проте, інші дослідження свідчать, що внесення мінеральних добрив навесні є більш ефективним, оскільки рослини отримують поживні елементи безпосередньо перед початком активного вегетаційного періоду, що покращує їх здатність до засвоєння добрив [29]. Ці результати підкреслюють важливість вибору оптимальних термінів внесення добрив для забезпечення рослин необхідними поживними елементами, що впливає на врожайність та якість зерна, особливо в умовах змінного клімату та обмеженої кількості вологи.

Рівень внесення мінеральних добрив значною мірою залежить від агрохімічних характеристик ґрунту. За результатами досліджень на темно-сірих опідзолених ґрунтах, максимальну врожайність пшениця яра (40 ц/га) дала при внесенні добрив N20P90K90 перед сівбою, а потім додатково додавши N60 у фазі кущіння, N30 у фазі колосіння і ще N30 у фазі цвітіння. Такий підхід забезпечив збільшення врожаю на 11,6 ц/га порівняно з варіантом без добрив [57]. Це свідчить про важливість не лише основного внесення добрив, а й їх дозування протягом різних фаз розвитку рослин, що дозволяє забезпечити їх потреби в поживних елементах на всіх етапах вегетації.

На дерново-слабопідзолистих ґрунтах, де вміст рухомого фосфору високий, а обмінного калію середній, найкращі результати щодо врожайності пшениці ярої (27,5-28,5 ц/га) були досягнуті при внесенні мінеральних добрив N60-90P60K60 [34]. Це підтверджує, що ґрунти з високим рівнем доступних елементів живлення потребують помірного внесення добрив для підтримки оптимального балансу.

В умовах Полісся, згідно з дослідженнями Білітюк А.П., максимальний рівень врожайності пшениця яра забезпечила при внесенні мінеральних добрив N60P60K60 [8]. Цей результат показує, що для досягнення високих показників урожайності в умовах Полісся, де ґрунти можуть бути менш родючими, ефективним є внесення більш збалансованих доз добрив, які включають основні елементи живлення, особливо азот, фосфор і калій. Таким чином, ефективність внесення мінеральних добрив значною мірою залежить від початкового складу ґрунту та його агрохімічних властивостей, що потребує індивідуального підходу до кожного конкретного поля і культури.

Азотні добрива, як зазначають дослідження даного автора, найкраще вносити в два етапи: N30 перед сівбою та ще N30 при виході рослин у трубку. Така схема внесення добрив дозволяє забезпечити рослини необхідними елементами протягом вегетації, зокрема у критичні моменти розвитку, що сприяє кращому формуванню врожаю. Аналогічні результати були отримані в Миронівському інституті пшениці ім. В. М. Ремесла, де досліджували вплив різних доз мінеральних добрив на сорт ярої пшениці "Коллективна 3". У

середньому за чотири роки найвищу врожайність зерна зафіксували при внесенні повного добрива в дозах N60P60K90 та N90P60K60. У цих варіантах врожайність становила 4,11 і 4,08 т/га відповідно, що значно перевищує контрольний варіант без добрив (2,99 т/га) [65].

Дослідження Миколаївського інституту АПВ встановили, що для сорту пшениці, створеного Інститутом рослинництва ім. В. Я. Юр'єва, максимальна врожайність досягалася при застосуванні добрив у нормі N90P90. Таке внесення добрив призвело до підвищення кущистості рослин, збільшення кількості вузлових коренів та надземної маси. Пшениця яра тверда, як більш вибаглива культура, краще реагувала на внесення азотних добрив. Так, навіть при внесенні азоту в нормі N60, врожайність збільшилась на 11% порівняно з варіантом без добрив, тоді як додавання фосфорних добрив у нормі P60 дало лише 4% приросту. З підвищенням врожайності завдяки внесенню добрив покращувалися і якісні характеристики зерна. Зокрема, маса 1000 зерен при застосуванні добрив у дозі N90P90 збільшилася на 12%. Крім того, були зафіксовані поліпшення скловидності, натури зерна та вмісту білка, що є важливими показниками якості пшениці [3]. Це підтверджується й іншими науковими дослідженнями, які підкреслюють значний вплив мінеральних добрив на поліпшення якості зерна твердої ярої пшениці, особливо на пізніх етапах розвитку, коли формуються ключові показники якості [4, 6, 15, 19, 40]. Отже, ефективне використання добрив не лише сприяє підвищенню врожайності, але й покращує якість зерна, зокрема його білковий склад і фізичні характеристики, що має велике значення для подальшої обробки та переробки зерна.

Дослідження продемонстрували, що за оптимального забезпечення ярої пшениці азотом вміст клейковини в зерні можна збільшити на 4–6% [59]. Це є важливим для покращення якості зерна, оскільки клейковина безпосередньо впливає на здатність пшениці до обробки та виготовлення борошна. Азотні добрива збільшують вміст нітратного та амонійного азоту в ґрунті, що сприяє інтенсивнішому росту рослин. Дослідники зазначають, що при внесенні високих доз азотних добрив у поєднанні з фосфорно-калійними добривами

нітратний азот не проникає за межі ґрунтового шару 80-100 см. Це є важливим фактором для запобігання втратам поживних речовин. Однак досягти такого ефекту можливо лише за дотримання правильного співвідношення доз калію, фосфору та азоту [76]. Вміст нітратного азоту в ґрунті навесні, особливо у верхньому шарі 0-40 см перед сівбою, є важливим фактором для врожайності ярої пшениці. Достатній рівень мінерального азоту на початку вегетації сприяє ефективнішому засвоєнню азотних добрив у подальші фази росту. При цьому, якщо в ґрунті є достатня кількість обмінного калію та рухомого фосфору, але немає азоту, ефект від цих елементів на урожайність майже відсутній [39].

Дослідження виявили, що збільшення дози азоту з N90 до N150 на фоні фосфорно-калійних добрив суттєво підвищувало врожайність. Водночас внесення лише фосфорних добрив без азоту не забезпечувало значного приросту врожаю. [47]. Це свідчить про те, що азот є ключовим елементом, який визначає рівень урожайності пшениці.

Процес поглинання азотних речовин рослинами триває протягом усього вегетаційного періоду. До початку колосіння пшениця споживає більше 70-75% необхідної кількості азоту. В період цвітіння поглинання азоту зменшується, а згодом, під час формування зерна, необхідність в азоті знову збільшується.. За оптимальних умов до періоду наливу зерна рослини поглинають залишкові 25-30% необхідного азоту [48]. Таким чином, внесення азотних добрив у правильний час і в оптимальних кількостях має значний вплив не тільки на кількість, але й на якість врожаю пшениці ярої.

Засвоєння рослинами мінеральних елементів безпосередньо залежить від їхньої концентрації в ґрунті. Ґрунтово-кліматичні умови конкретної природної зони суттєво впливають на хімічний склад рослин, що, у свою чергу, може змінювати потреби ярої пшениці в поживних елементах залежно від цих факторів. Перш за все, це стосується азоту, який є основним елементом для розвитку рослин. Калій також має важливе значення, але його витрати коливаються менш суттєво, ніж азоту. Фосфор є найбільш стабільним елементом, і його витрати залишаються більш рівномірними на протязі вегетаційного періоду. Внесення мінеральних добрив, зокрема азотних, має

суттєвий вплив на здатність рослин ярої пшениці засвоювати ці елементи [10]. Проте, забезпечити рослини необхідною кількістю азоту набагато складніше, ніж іншими елементами. Причина цього полягає в тому, що лише мала частина азоту, зокрема нітратні та амонійні сполуки, доступні рослинам для поглинання. Зокрема, тільки 1-2% від усього запасу азоту в ґрунті знаходиться в доступній для рослин формі. Це означає, що навіть у родючих ґрунтах, таких як чорноземи, доступний азот часто виявляється недостатнім для забезпечення високої врожайності. Тому правильне використання азотних добрив є важливим аспектом для оптимізації росту і розвитку пшениці [75].

За умов недостатнього забезпечення рослин азотом, урожайність зерна формуються за рахунок азоту, що вивільняється з вегетативної маси рослин. Це може бути недостатньо для отримання зерна із високим вмістом білка. Проте, відтік пластичних речовин з вегетативних органів може сприяти формуванню репродуктивних органів лише в тому випадку, якщо рослини протягом вегетації отримували достатньо основних поживних елементів [5].

Фосфор, який поступається за важливістю лише азоту, відіграє ключову роль у розвитку рослин, проте його вплив часто має протилежну дію порівняно з азотом [48]. Фосфор входить до складу ферментів та нуклеїнових кислот, а також є основою для енергетичних процесів у клітинах. Це необхідно для основних біохімічних процесів, таких як ріст, фотосинтез та дихання [27]. Поліпшення фосфорного живлення сприяє швидшому розвитку рослин, підвищує їхню стійкість до холоду та посухи, а також допомагає пшениці краще боротися з виляганням. В умовах посухи достатнє забезпечення фосфором стимулює ріст кореневої системи, що дає рослинам змогу ефективніше поглинати воду та поживні речовини з ґрунту [55].

Зі збільшенням маси кореневої системи та її глибшим проникненням у ґрунт рослини краще забезпечуються водою та поживними елементами, що є критично важливим у посушливий період. Це, в свою чергу, позитивно впливає на врожайність та якість зерна. Фосфорне живлення сприяє більш швидкому досягненню зерна пшениці ярої, підвищує частку зерна в загальній біомасі, підвищує його виповненість та кількість крохмалю [39].

Азот і фосфор мають тісний взаємозв'язок у живленні рослин. За недостатнього рівня фосфору навіть при достатньому забезпеченні азотом рослини не можуть повноцінно засвоювати цей елемент [45]. Протягом вегетації пшениця яра засвоює фосфор рівномірно, при цьому понад 80% від необхідної кількості вона отримує до початку формування зерна. Після завершення молочної стиглості зерна надходження фосфору з ґрунту до рослин зупиняється.

Пшениця яра, особливо на ранніх етапах розвитку, коли коренева система ще не розвинена, дуже чутлива до нестачі фосфору. Фосфор особливо ефективно підвищує врожайність і білковість зерна на чорноземах із низьким вмістом доступних форм цього елемента, зокрема в роки з низькими опадами [54].

На чорноземних ґрунтах багато науковців стверджують, що оптимальнішими є азотно-фосфорні добрива, з невеликою перевагою азоту. Якщо рівень азоту в ґрунті є недостатнім, то фосфорні добрива стають менш ефективними. Важливу роль також відіграє кількість органічної речовини в ґрунті: чим краще ґрунт забезпечений природними поживними елементами, тим ефективніше рослини поглинають азотні добрива. Наявність рухомих форм фосфатів у ґрунті не тільки свідчить про потребу рослин у фосфорних добривах, але й дозволяє оцінити потенційну ефективність азотних добрив. Якщо рослини добре забезпечені фосфором, то засвоєння азоту буде набагато ефективнішим [77].

Калій відіграє важливу роль у живленні ярої пшениці. Його нестача призводить до зниження фотосинтетичної активності, порушення обміну вуглеводів і підвищення вразливості рослин до грибкових захворювань, що в результаті негативно впливає на рівень білка в зерні [34]. Калій важливий для підтримки здоров'я рослин, підвищення їх стійкості до хвороб і стресових умов, що, в свою чергу, сприяє кращому розвитку зерна та підвищенню його якості. Калій, хоча і не є складовою частиною ферментів, відіграє важливу роль у їх активації. Він збільшує гідрофільність колоїдів у протоплазмі, що дозволяє рослинам краще утримувати воду, особливо в умовах короткочасних посух.

При достатньому забезпеченні калієм рослини значно краще зберігають вологу в умовах посухи, що є критичним фактором для підтримки їхнього здоров'я і розвитку [56].

Дослідники також зазначають, що потреба рослин у калії залежить від форми азотного добрива, що використовується. Наприклад, при нітратному живленні достатньої дози калію для нормального розвитку рослин може бути цілком достатньо. Однак за внесення аміачного азоту, навіть та сама доза калію може бути неефективною. У випадку аміачного живлення потреба в калії у злакових рослин, зокрема пшениці ярої, значно зростає. Це зумовлено тим, що калій впливає на засвоєння аміачного азоту. Якщо в умовах аміачного живлення калію недостатньо, це може призвести до накопичення аміаку в рослинах, що викликає аміачне отруєння і, в крайніх випадках, може спричинити загибель рослин [70].

Хоча пшениця яра добре споживає калій, її потреба в ньому все ж таки є меншою порівняно з потребою в азотних добривах, що робить калій важливим, але не домінуючим елементом у її живленні [47].

Для формування 1 т зерна, пшениця яра поглинає з ґрунту приблизно 30-35 кг азоту, 11-12 кг фосфору і 20-26 кг калію. Зазначимо, що калій рослини пшениці споживають раніше за азот і фосфор, але його потреба залишається підвищеною протягом більш тривалого періоду в порівнянні з іншими елементами живлення. Підвищена потреба в калії у пшениці ярої триває з фази виходу в трубку до початку наливу зерна. Найбільше калію накопичується у рослинах до фази колосіння. Хоча його дефіцит на ранніх стадіях розвитку може не сильно позначатися на кількості продуктивних стебел або утворенні додаткових пагонів, на пізніших етапах достатнє калійне живлення сприяє збільшенню маси 1000 зерен. Водночас важливо зазначити, що надмірне внесення калійних та азотних добрив, особливо за умов недостатнього їх закопування в ґрунт навесні, може призвести до збільшення осмотичного тиску в ґрунтовому розчині. Це, в свою чергу, може викликати часткову загибель сходів і зменшення доступу поживних речовин та води до рослин [75].

Ефективність добрив також залежить від кліматичних умов. В умовах степу азотний режим для пшениці ярої зазвичай більш сприятливий, ніж у лісостеповій зоні. Це зумовлено не лише високою біологічною активністю степових ґрунтів, але й недостатньою водозабезпеченістю в період вегетації. Високі температури й водний дефіцит можуть обмежувати синтез вуглеводів і їх переміщення в зерно, однак в той же час сприяють активному синтезу азотистих сполук, що позитивно впливає на якість зерна. Зокрема, пшениця в таких умовах утворює зерно з вищим вмістом білка, що покращує якість клейковини [66].

Дослідження, проведені на півдні України, свідчать, що застосування азотних добрив позитивно впливає на врожайність зерна. Проте ефективність їхнього використання значною мірою залежить від погодних умов. У посушливі роки врожайність була нижчою, однак якість зерна, зокрема вміст клейковини та білка, була вищою.

Для забезпечення нормального росту і розвитку рослин одних лише фосфору, калію та азоту недостатньо. Значну роль у формуванні врожаю відіграють також мікроелементи. Вони є ключовими учасниками синтезу білків, вітамінів та вуглеводів, покращують процес фотосинтезу, підвищують посухостійкість і зміцнюють імунітет рослин проти хвороботворних збудників. Завдяки цьому врожайність може збільшитися на 5-12%, а якість зерна суттєво покращується [38].

Водночас нестача мікроелементів знижує ефективність застосування основних добрив, а саме фосфорних, калійних та азотних. У таких умовах навіть при високих рівнях внесення цих добрив досягти високої врожайності стає неможливим [33]. Мікроелементи відіграють критичну роль у забезпеченні збалансованого живлення рослин, тому їхній дефіцит може звести нанівець усі зусилля щодо підвищення продуктивності культур.

Цинк і марганець відіграють важливу роль у підвищенні вмісту білка в зерні пшениці, тоді як мідь сприяє збільшенню кількості зерен у колосі та покращенню загальної якості зерна [82]. В останні роки все більшого поширення набуває використання гумінових добрив. Вони позитивно

впливають на фізичні та фізико-хімічні властивості ґрунту, сприяють засвоєнню поживних елементів рослинами. Крім того, гумінові речовини стимулюють діяльність ґрунтових мікроорганізмів, сприяють розкладу пестицидів, зв'язують радіонукліди та важкі метали, запобігаючи їх потраплянню в рослини, воду і атмосферу [74]. Це робить гумінові добрива ефективним засобом для підтримки екологічної безпеки.

Водночас надмірне внесення азоту може мати негативні наслідки. Високі дози азотних добрив спричиняють вилягання рослин, підвищують їхню уразливість до хвороб, подовжують період вегетації та знижують інтенсивність фотосинтезу, що в кінцевому підсумку призводить до утворення неповноцінного зерна. Неправильне використання азотних добрив шкодить не лише врожайності та якості зерна, але й довкіллю [48]. Це порушує кругообіг поживних речовин, погіршує агрохімічні властивості ґрунту, знижує його родючість та може спричинити накопичення шкідливих речовин, таких як хлор, фтор, натрій і важкі метали. Ці речовини негативно впливають як на рослини, так і на тварин та людей.

Таким чином, ефективність використання азотних добрив рослинами залежить від багатьох факторів. Це, зокрема, кількість азоту, що вже є в ґрунті, забезпечення ґрунтів рухомими формами фосфору, сірки, калію, рівень культури землеробства, кліматичні та ґрунтові умови місцевості, а також стан посівів. Комплексний підхід до внесення добрив з урахуванням цих факторів дозволяє досягти оптимального балансу між врожайністю, якістю зерна та збереженням екологічної рівноваги.

Розділ 2

УМОВИ, МЕТОДИКА ТА АГРОТЕХНІКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Кліматичні умови років проведення досліджень

Лабораторні та польові дослідження з пшеницею ярою проводили впродовж 2023 - 2024 років у навчально-науковому центрі Львівського національного університету природокористування на дослідному полі кафедри технологій у рослинництві, яке згідно агрокліматичного районування території Львівської області відноситься до Західного Лісостепу і характеризується більш помірним і вологим кліматом порівняно із східними областями України.

Вітри, що надходять з Атлантичного океану, значно впливають на погоду Львівщини, приносячи дощі та швидко змінюючи атмосферні умови. Крім того, Карпатські гори також мають великий вплив на місцевий клімат, обумовлюючи його особливості. Загалом, для Львівської області характерна помірно м'яка зима, з середньою температурою у найхолоднішому місяці січні, що становить близько -4°C . Весна зазвичай прохолодна, а літо помірно тепле, з середньою температурою у липні близько $+18 - +20^{\circ}\text{C}$. Осінь тепла, але досить суха, що створює сприятливі умови для збору врожаю.

Абсолютний максимум температури зафіксовано в липні, коли температура досягає $+37^{\circ}\text{C}$, а мінімум у січні, коли температура може знижуватися до -30°C . В середньому, за рік на Львівщині випадає близько 580 мм опадів. Найменше опадів фіксується взимку, тоді як найбільше їх припадає на травень і червень. Сніговий покрив формується щороку, але його висота, зазвичай, невелика. Опади впродовж року розподіляються нерівномірно, що зумовлює коливання в кількості води, що випадає в різні пори року.

Середній вегетаційний період в області триває від 205 до 215 днів, що дозволяє розвиватися багатьом сільськогосподарським культурам. Період, коли температура перевищує $+15^{\circ}\text{C}$, триває від 155 до 160 днів, а сума температур вище $+10^{\circ}\text{C}$ досягає $2300-2600^{\circ}\text{C}$. Безморозний період в Львівській області

триває в середньому від 185 до 195 днів, що забезпечує сприятливі умови для росту і розвитку сільськогосподарських культур. Однак, тривалість цього періоду може варіюватися: максимальна кількість безморозних днів складає 229, а мінімальна – 152 дні. Перші приморозки зазвичай спостерігаються в останній декаді жовтня, а останні — в перших числах травня. Однак у різні роки ці строки можуть змінюватися, і весняні приморозки можуть закінчитися раніше ніж 10-12 квітня, або пізніше 13-15 травня, в той час як осінні можуть настати раніше п'ятнадцятого вересня або пізніше десятого листопада. Це свідчить про те, що точні строки початку і кінця безморозного періоду можуть коливатися, а його тривалість – варіюватися від 136 до 200 днів залежно від погодних умов у конкретний рік. Безморозний період в середньому триває близько 160 днів.

Однією з характерних особливостей клімату Західного Лісостепу України є плавний перехід між різними кліматичними сезонами. Весна тут зазвичай починається в першій декаді березня, коли середньодобова температура перевищує 0°C. Цей період триває близько 2-2,5 місяців, і за цей час температура повітря різко підвищується, а хмарність зменшується. Найбільш теплими місяцями весни є квітень і травень, коли температура досягає своїх оптимальних значень для розвитку рослин.

Весна на Львівщині відзначається збільшенням кількості опадів порівняно з зимовими місяцями, зокрема в квітні-травні. Це зумовлено активізацією атмосферних процесів і зміною температурних режимів. Літо в області тепле, зазвичай триває 3-3,5 місяці. В цей період випадає найбільша кількість опадів, особливо в червні та липні, коли дощі часто мають зливовий характер. Це призводить до нерівномірного розподілу опадів по території області. Згідно з даними метеостанцій, в червні середня кількість днів з опадами складає 16, а в липні — від 10 до 12. Влітку підвищення температури відбувається повільніше, аніж весною, і середня температура в період з червня по серпень коливається в межах 20-22°C. Після закінчення літа починається теплий передосінній період, коли середньодобова температура перевищує 10°C, але не досягає 15°C. Цей період триває від 20 до 25 днів і є перехідним між

літньою та осінньою порою. Наприкінці вересня та на початку жовтня температура повітря знижується, збільшується хмарність, часто починаються довготривалі дощі. В окремі роки в цей період можливе короткочасне потепління, яке приносить тимчасове зниження інтенсивності дощів.

Зимовий період на Львівщині починається, коли середньодобова температура знижується нижче 0°C , і триває в середньому від 3 до 3,5 місяців. В цей час температура значно знижується, а опади переходять у вигляд снігу, утворюючи сніговий покрив. У період зимових місяців можливе потепління, коли температура може підвищитися до $+10-15^{\circ}\text{C}$. Однак, кількість опадів у цей час зазвичай не перевищує 30-40 мм. Земля в зимовий період промерзає на глибину від 25 до 40 см, що впливає на стан ґрунту та розвиток рослин у наступні сезони. Однак, погодні умови кожного року можуть мати свої особливості. Наприклад, в окремі роки кількість опадів і температура повітря можуть відрізнятись від середніх багаторічних значень, що, в свою чергу, впливає на величину та якість врожаю, зокрема, пшениці ярої.

За даними Львівської метеостанції, січень 2023 року виявився значно теплішим, ніж у попередні роки та за середні багаторічні показники (табл. 2.1 і 2.2; рис. 2.1 і 2.2). Середня температура січня була на $5,7^{\circ}\text{C}$ вища за середні багаторічні значення, що створило сприятливі умови для більш м'якої зими. Лютий був дещо холоднішим, з середньомісячною температурою мінус $0,0^{\circ}\text{C}$, що на $1,9^{\circ}\text{C}$ нижче від січня, але на $2,3^{\circ}\text{C}$ тепліше за середні багаторічні показники. У січні та лютому кількість опадів була на 30 мм більшою за середнє значення і склала 113 мм.

Березень також відзначався теплою погодою, середньомісячна температура була на $4,1^{\circ}\text{C}$ вищою за багаторічні норми. Опадів випало більше, ніж зазвичай – 68 мм проти 44 мм за середніми багаторічними показниками. Ці умови сприяли ранньому проведенню польових робіт, що дозволило розпочати сівбу ще в березні. У квітні та травні погодні умови також відрізнялися від середніх значень. У квітні температура була на $0,3^{\circ}\text{C}$ нижча за норму, але це не мало негативного впливу на своєчасну сівбу пшениці ярої та розвиток рослин, що забезпечило дружні сходи та активний ріст.

Таблиця 2.1 - Середньомісячна температура повітря в роки досліджень
(дані метеостанції м. Львів)

| Роки | Місяці | | | | | | | | | За вегетаційний період |
|---------------------|--------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------------------------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | |
| 2023 | 1,9 | -0,0 | 4,6 | 7,8 | 14,0 | 17,0 | 19,6 | 20,9 | 17,1 | 11,4 |
| 2024 | -1,2 | 5,6 | 5,7 | 11,2 | 15,7 | 19,4 | 21,4 | 20,8 | 17,2 | 12,9 |
| Середня багаторічна | -3,8 | -2,3 | 0,5 | 8,1 | 12,9 | 16,3 | 18,6 | 17,8 | 13,4 | 9,1 |

Опадів випало на рівні середніх багаторічних даних. Дещо іншою була погода в травні. Коли в квітні температура повітря була нижчою порівняно з середніми багаторічними даними, то в травні – температура повітря була вищою на 1,1⁰С від норми. Однак опадів в травні випало на 51 мм менше. За місяць їх випало лише 24 мм проти 75 мм згідно норми. Значно більше опадів випало в червні 108 мм і в липні 120 мм. В червні більше від норми на 15 мм, а в липні – на 38 мм. Надмірна кількість опадів дещо затримала процеси формування зерна і ускладнила своєчасному збору врожаю.

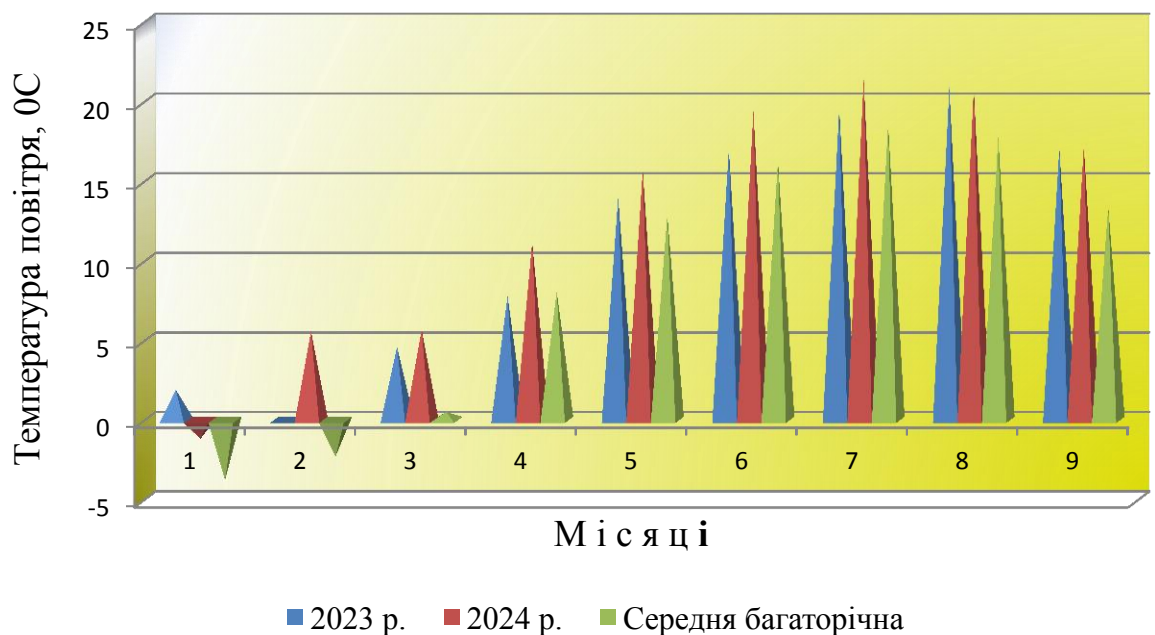


Рисунок 2.1 - Середньомісячна температура повітря в роки досліджень

У 2024 році за даними Львівської метеостанції середня місячна температура повітря за дев'ять місяців була вищою як від середніх багаторічних показників на $3,8^{\circ}\text{C}$, так і від показників у 2023 році – на $0,5^{\circ}\text{C}$ (табл. 2.1.).

За рівнем температурного режиму повітря теплішими видалися і зимові місяці. Зокрема, якщо в січні температура повітря була вищою відносно середньої багаторічної норми на $2,6^{\circ}\text{C}$, то в лютому – на $7,9^{\circ}\text{C}$. Більше від багаторічних даних в ці місяці випало і опадів. У січні на 35 мм, а в лютому на 7 мм.

Теплішою була погода і в березні. Відносно багаторічної норми на $5,2^{\circ}\text{C}$, а відносно температури повітря 2023 року – на $0,9^{\circ}\text{C}$. В березні випало і більше опадів. Відповідно на 35 і 9 мм.

Таблиця 2.2 - Середньомісячна кількість опадів в роки досліджень
(дані метеостанції м. Львів)

| Роки | Місяці | | | | | | | | | | За 10 місяців |
|---------------------|--------|----|-----|----|----|-----|-----|------|----|----|---------------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | |
| 2023 | 49 | 64 | 68 | 49 | 24 | 108 | 120 | 65 | 59 | 66 | 672 |
| 2024 | 75 | 50 | 79 | 53 | 8 | 96 | 76 | 74 | 90 | 45 | 646 |
| Середня багаторічна | 40 | 43 | 44 | 51 | 75 | 93 | 82 | 67 | 58 | 47 | 600 |

Достатньо високі температури повітря в цей період і достатня кількість опадів дало можливість не тільки рано розпочати польові роботи, але й посіяти пшеницю вже в першій декаді березня.

Температурні показники повітря у квітні та травні значно перевищували середньо багаторічні норми. Зокрема, у квітні температура була на $3,1^{\circ}\text{C}$ вищою, а в травні – на $2,8^{\circ}\text{C}$. Опади у квітні відповідали середньо багаторічній нормі, тоді як у травні їх випало на 67 мм менше.

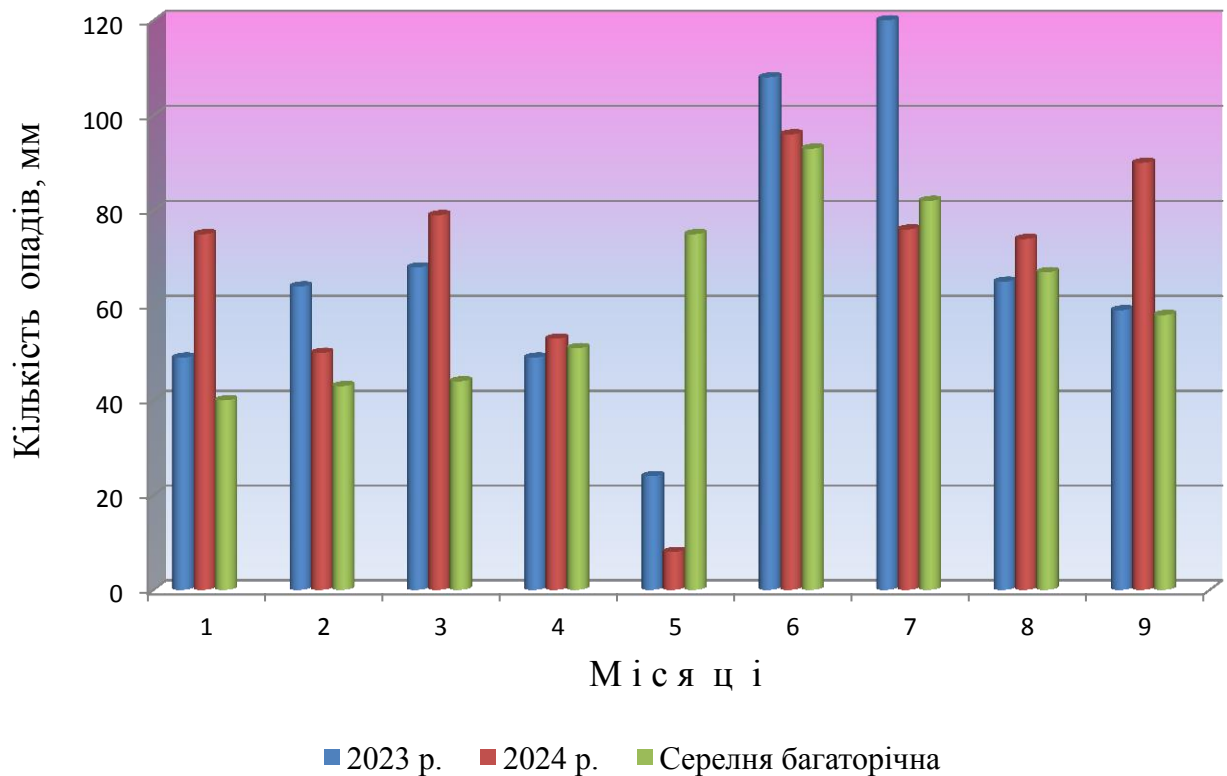


Рисунок 2.2 - Середньомісячна кількість опадів

Погодні умови, які встановилися після сівби та появи рівномірних сходів, забезпечили сприятливе середовище для нормального росту і розвитку рослин ярої пшениці на початкових етапах їх вегетації. За період березня-квітня випало 132 мм опадів, що перевищило середньо багаторічний рівень на 37 мм. У літні місяці кількість опадів також була достатньою для підтримання процесів росту рослин. Загальна кількість опадів за цей період склала 246 мм, що лише на 4 мм перевищувало середньо багаторічний показник. Незважаючи на незначні коливання у місячних обсягах, опади позитивно вплинули на ріст і розвиток рослин, а також на формування врожаю зерна.

У цілому, гідротермічні умови, що склалися протягом років досліджень, були здебільшого сприятливими для вирощування ярої пшениці. Оптимальне поєднання температурного режиму та кількості опадів сприяло активному росту рослин і формуванню високоякісного врожаю. Це дозволило отримати зерно з високим вмістом поживних речовин, особливо на ділянках із вдало підібраними агротехнічними заходами. Така сприятлива ситуація стала

основою для підвищення продуктивності культур і ефективного використання ґрунтових ресурсів.

2.2. Характеристика ґрунту дослідної ділянки

Рельєф Львівщини має широко хвилястий характер і сформований переважно внаслідок водно-льодовикових процесів. Тут спостерігається чергування незначних підвищень з блюдце подібними та подекуди видовженими пониженнями різної форми. Лесовидний суглинок є основною ґрунтоутворюючою породою, який має пористу структуру та характерний палевий колір. Вміст карбонатів кальцію у цій породі сприяє закріпленню органічних залишків, мінералізації, а також коагуляції колоїдів, що зменшує вимивання поживних речовин із ґрунту.

На території Навчально-наукового ЛНУП найбільш поширеними є сірі лісові ґрунти та темно-сірі опідзолені ґрунти. Темно-сірі опідзолені легкосуглинкові ґрунти, на яких проводили дослідження, сформувалися внаслідок накладання підзолистого процесу ґрунтоутворення на вже існуючий дерновий процес. Це надає їм певної схожості із чорноземами опідзоленими. У порівнянні зі сірими лісовими ґрунтами, ці ґрунти характеризуються слабшим проявом опідзолення, але водночас у них спостерігається вищий рівень накопичення гумусу, що покращує їх родючість. Це робить їх досить родючими та придатними для сільськогосподарського використання. Завдяки таким характеристикам, ці ґрунти є важливою частиною агроландшафтів регіону, забезпечуючи гарні умови для розвитку рослинництва та ведення наукових досліджень у галузі ґрунтознавства.

Цей ґрунт має добре насичений гумусом верхній горизонт, який плавно переходить у гумусовану зону ілювіального горизонту. Щільність орного шару варіюється в межах 1,20-1,32 г/см³, а ілювіального – 1,4-1,5 г/см³. Максимальна гігроскопічність у верхньому орному шарі ґрунту коливається від 3,7 до 5,1 %, тоді як в ілювіальному шарі вона становить від 5,1 до 10,7%. Це означає, що ілювіальний шар здатен утримувати більше вологи у вигляді гігроскопічної

вологи порівняно з орним. Найменша вологоємність орного шару залежить від гранулометричного складу і становить від 20% до 30%, поступово знижуючись вниз по профілю. У метровому шарі ґрунту кількість продуктивної вологи варіюється від 145 до 160 мм, що забезпечує рослинам достатній доступ до води.

Ключовим фактором, що визначає фізико-хімічні, фізичні та біологічні властивості цього ґрунту, є його гранулометричний склад. Досліджений ґрунт належить до грубо пилюватих легкосуглинкових. Йому притаманний слабо виражений перерозподіл колоїдів по профілю, з домінуванням грубого пилу (50,4-52,6%) і дрібного піску (16,7-21,4%). У верхньому шарі ґрунту структура чітко виражена, з грудочково-розпилим типом, що вказує на хороші фізичні властивості. Такий ґрунт стійкий до утворення кірки та запливання, що є суттєвою перевагою для сільськогосподарського використання. Він забезпечує сприятливі умови для розвитку кореневої системи рослин, а також покращує водно-повітряний режим, що позитивно впливає на врожайність.

Відносно добрими агрохімічними властивостями характеризується і ґрунт дослідної ділянки (див. табл. 2.3). У орному шарі вміст гумусу становить 2,8 %, але з глибиною цей показник різко знижується.

У гумусоілювіальному горизонті (НІ 30-50 см) вміст гумусу зменшується до 1,9 %, а в ілювіальному горизонті він становить лише 0,7 %. Таке зменшення є типовим для ґрунтів з опідзоленим типом ґрунтоутворення, де гумус поступово вимивається з верхніх горизонтів.

Результати агрохімічного аналізу показують, що реакція ґрунтового розчину є слабо кислою на поверхні, але з глибиною вона поступово наближається до нейтральної. Гідролітична кислотність у верхньому шарі низька і становить 1,6 мг-екв на 100 г ґрунту, що свідчить про відсутність необхідності у вапнуванні.

Ґрунт також достатньо насичений основами: у верхньому шарі їх сума складає 16,7 мг-екв на 100 г ґрунту. Цей показник трохи зменшується з глибиною, що вказує на промивний тип водного режиму, характерний для даної

території. Промивний режим забезпечує винос рухомих сполук у нижні горизонти, що впливає на розподіл поживних речовин у профілі.

Таблиця 2.3 - Агрохімічна характеристика темно-сірого опідзоленого ґрунту дослідної ділянки

| Гори-зонт | Глибина взяття зразка | Вміст гумусу, % | pH _{KCl} | Гідролітична кислотність, мг.екв/100г ґрунту | Сума ввібраних основ, мг.екв/100г ґрунту | Вміст рухомих форм поживних речовин, мг/100 ґрунту | | |
|-----------|-----------------------|-----------------|-------------------|--|--|--|-------------------------------|------------------|
| | | | | | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| HE | 0-30 | 2,8 | 5,8 | 1,6 | 16,7 | 10,8 | 9,4 | 9,2 |
| HI | 30-50 | 1,6 | 6,0 | 1,8 | 15,2 | 8,7 | 7,8 | 7,3 |
| I | 50-80 | 0,6 | 6,2 | 1,6 | 13,5 | 6,2 | 7,0 | 6,4 |
| P | 80-100 | 0,5 | 6,4 | - | 13,2 | - | 5,3 | 5,6 |

За вмістом рухомих форм азоту ґрунт дослідної ділянки відноситься до слабо забезпечених. У верхньому 0 – 30 см шарі лужногідролізований азот за Корнфільдом становить 10,8 мг на 100 г ґрунту. За рухомих фосфором і обмінним калієм ґрунт дослідної ділянки середньо забезпечений. Їх вміст становить відповідно 9,4 і 9,2 мг на 100 грам ґрунту.

2.3. Методика проведення досліджень

Дослідження з вивчення ефективності впливу рівнів мінерального живлення на ріст, розвиток та особливість формування врожайності зерна пшениці ярої сорту Олександра проводилися на землях кафедри технологій у рослинництві Львівського НУП впродовж 2023 – 2024 років.

Полеві досліді проводили методом польових і лабораторних досліджень за такою схемою:

| № п/п | Варіанти досліді | Норма внесення мінеральних добрив, кг/га д. р. | | |
|----------|---------------------|--|-------------------------------|------------------|
| | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 1 | Контроль без добрив | – | – | – |
| 2 | N P K | 45 | 60 | 90 |
| 3 | N P K | 90 | 60 | 90 |
| 4 | N P K | 135 | 60 | 90 |

Досліді закладали згідно “Методики польових досліджень” та вимог методики Державного сортопробування сільськогосподарських культур [31]. Повторність досліді 3-ри разова. Розмір ділянок: посівної – 150 м², облікової 100 м².

Варіанти в досліді розміщували систематичним методом в одноярусній послідовності, схематичний план якої подано на рис. 2.3.

| I повторення | | | | II повторення | | | | III повторення | | | |
|--------------|---|---|---|---------------|---|---|---|----------------|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |

Рис. 2.3. Одноярусне послідовне розміщення варіантів в досліді

Попередником під пшеницю яру була соя. Мінеральні добрива вносили під ранньовесняну культивуацію згідно схеми досліді в формі аміачної селітри (N – 34,6 %), суперфосфату (P₂O₅ – 19,5 %) і калійної солі (K₂O – 40 %).

Спосіб сівби – звичайний рядковий із шириною міжрядь 15 см. Норма висіву 5,0 млн. схожих насінин/га.

Досліді супроводжувались лабораторними і польовими спостереженнями, аналізами ґрунту і рослин згідно загальноновизнаних методик

Перед закладкою досліду відбирали зразки ґрунту з шарів 0 – 30, 30 – 50, 50 – 80, 80 – 100 см. в якому визначали: вміст лужногідролізованого азоту, рухомого фосфору і обмінного калію.

Для вивчення впливу досліджуваних рівнів удобрення на ріст, розвиток та формування продуктивності рослин і якості зерна пшениці ярої проводилися наступні спостереження і проміри та обліки:

- Фенологічні спостереження проводили за методикою Держсортвипробування з визначенням початку та повних фаз сходів, кушіння, виходу в трубку, колосіння, молочної, воскової і повної стиглості зерна. За початок фази вважали, коли 10% рослин на ділянці вступило в неї, а повну фазу, коли вона спостерігалася у 75% рослин згідно методики.

- Площу листової поверхні рослин визначали методом «висічок». З дослідної ділянки брали по 10 рослин, обривали листя і визначали загальну масу всього листя проби. Пізніше за допомогою ручного свердла робили 30 висічок і зважували. Розраховували площу листя за формулою:

$$П = М \times n \times К / m$$

де П – загальна площа листя у пробі, см²;

М – маса листя в пробі, г;

n – площа однієї висічки, см²;

К – кількість висічок, шт. ;

m – маса висічок, г.

Знаючи число рослин на гектарі, можна визначити їх загальну листову поверхню.

- Для визначення структури врожаю перед збиранням пшениці ярої в двох несуміжних повтореннях місцях ділянки відбиралися зразки рослин з площі 0,25 м² і у лабораторних умовах визначали густоту рослин, загальну і продуктивну кущистість, кількість зерен у колосі та масу зерна з одного колоса.

- Облік урожайності проводили поділяночно методом суцільного обмолоту кожної ділянки з наступним перерахунком на 100 % чистоту та 14 %

вологість .

- Аналіз зерна проводився згідно методик визначення показників якості та Державних стандартів за такими показниками: маса 1000 зерен (ГОСТ 10842–89); натура зерна (ГОСТ 10840–64); вміст білка в зерні (ГОСТ 10846–91).

- Економічну та енергетичну оцінку результатів досліджень здійснювали згідно з технологічними картами та відповідними рекомендаціями [51, 62].

- Статистичний аналіз результатів досліджень проводили дисперсійним методами з використанням ліцензійних програм Excel, Statistika 6.0.

2.4. Характеристика сорту та агротехніка вирощування пшениці ярої на дослідній ділянці

Сорт **Олександра** – оригінатор Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН України. У Реєстрі сортів рослин України з 2019 р. Сорт інтенсивного типу, рекомендований для вирощування у Лісостепу та Поліссі України.

Різновидність еритроспермум. Сорт високоврожайний (максимальна врожайність 6,96 т/га), середня врожайність за 4 роки у конкурсному випробуванні 5,47 т/га. Середньо ранньостиглий. Низькорослий (до 85 см). Стійкий до вилягання, до посухи, обсіпання та проростання зерна на пні. Стійкий проти ураження борошнистою росю, септоріозом листя, корневими гнилями та фузаріозом колоса, середньостійкий проти бурої листкової іржі та твердої сажки.

Якість зерна. Маса 1000 зерен 44,4 – 50,2 г. Натура зерна 791 г/л, склоподібність 98 %, вміст сирої клейковини 28,3 %, білка – 14,3 %, седиментація – 59 мл, сила борошна 425 о. а. Належить до групи сильних пшениць

Агротехнічні вимоги. Сорт універсального типу. Обов'язковим є протруєння насіння. Оптимальний строк сівби – фізична стиглість ґрунту. Рекомендована норма висіву 4,5 - 5,5 млн. схожих насінин на 1 га. Глибина загортання насіння 3,5 – 4,0 см. З перших днів вегетації слід повністю забезпечити азотом, фосфором і калієм. Норму добрив розраховують

балансовим методом виходячи з агрохімічної характеристики ґрунту та запланованого врожаю. Догляд за посівами – регулювання чисельності бур'янів, розвитку хвороб і розповсюдження шкідників.

Технологія вирощування на дослідній ділянці. Агротехніка в дослідях була загальноприйнятою для зони. Попередником пшениці ярої була соя. Після збирання попередника проводили лущення (Т-150К + БДТ-7) на глибину 8 -10 см., а через 10 - 15 днів проводили зяблеву оранку агрегатом Т-150К + ПЛН-5-35 на глибину 23 – 25 см з подальшим поверхневим обробітком по мірі масових сходів бур'янів. Весною за першої можливості виходу техніки в поле проводили закриття вологи важкими зубовидними боронами та проміжну культивуацію культиватором УСМК – 5,4 на глибину 10 - 12 см з одночасним вирівнюванням поверхні ґрунту і передпосівну на глибину загортання насіння (4-5 см). Мінеральні добрива вносили вручну в нормах згідно схеми досліду під весняну культивуацію. З азотних добрив використовували аміачну селітру, з фосфорних – гранульований суперфосфат а калійних – калійну сіль.

Для сівби використовували кондиційне насіння пшениці ярої першої репродукції. Сівбу проводили в ранні строки рядковим способом, сівалкою СЗУ-3,6 з нормою висіву 5,0 млн. шт./га. В 2023 році – 9 квітня, а в 2024 році – 26 березня.

Для протруювання насіння використовували Вітавакс (3 л/т), наприкінці III етапу органогенезу в боротьбі з бур'янами застосовували гербіцид гранстар – 25 г/га, з хворобами – фунгіцид рекс (0,6 л/га) у баковій суміші, а з шкідниками – інсектицид карате (0,2 л/га).

Збирання проводили методом суцільного обмолоту ділянок комбайном Дон за воскової стиглості зерна, яке перераховували на стандартну 14 % вологість та засміченість.

РОЗДІЛ 3

ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ЗЕРНА ПШЕНИЦЕЮ ЯРОЮ ЗАЛЕЖНО ВІД РІВНІВ УДОБРЕННЯ

3.1. Вплив рівнів удобрення на польову схожість насіння, ріст і розвиток рослин пшениці ярої

До основних показників, що визначають величину урожайності сільськогосподарських культур у тому числі і пшениці ярої відноситься густина рослин на одиниці площі, яка в значній мірі залежить від багатьох факторів: норми висіву, польової схожості насіння та виживаності рослин впродовж вегетації. При цьому на польову схожість впливають посівні якості насіння, способи підготовки його до сівби, погодні умови, а також система удобрення, строки та способи сівби [35]. Впродовж вегетації рослини пшениці ярої зазнають негативного впливу як з боку біотичних так і кліматичних факторів довкілля. Надмірне зволоження або тривалі посухи у критичні періоди вегетації рослин призводять до їх випадання, а також від ураження хворобами і шкідниками [36]. Тому період від часу висіву насіння до появи сходів є визначальним при формуванні продуктивного стеблистою і саме вплив екологічних факторів на життєвий цикл рослин починається з проростання насіння, тобто його польової схожості. В першу чергу вона залежить від вологості ґрунту та температури на глибині загортання насіння, оскільки від польової схожості формується густина рослин на період сходів. Однак, в літературі немає єдиної думки про вплив мінеральних добрив на польову схожість насіння. Одні автори відмічають, що умови живлення не впливають на польову схожість насіння. Тоді як інші, спостерігали значне підвищення польової схожості насіння в залежності від удобрення зернових культур. В їхніх досліджах внесення повного мінерального удобрення перед сівбою збільшило польову схожість насіння жита озимого з 84,0 до 90,0 %, або на 6 %. А внесення добрив по 120 кг/га NPK підвищило порівняно з контролем без добрив польову схожість насіння вівса на 10,0 %.

В нашому досліді показник густоти рослин визначали на фіксованих ділянках, які закріплювали після появи повних сходів. Це дає змогу встановити польову схожість насіння, а пізніше визначити виживаність рослин період збирання.

За результатами наших досліджень виявлено, що за сівби пшениці ярої з нормою висіву 5 млн. схожих насінин/га польова схожість насіння пшениці ярої в певній мірі змінювалася як під впливом різних рівнів удобрення, так і гідротермічних умов весняного періоду року сівби (табл. 3.1).

З даних таблиці видно, що за впливу рівнів удобрення польова схожість насіння пшениці ярої сорту Олександра змінювалася в незначній мірі. Зокрема, якщо на контролі де добрив не вносили польова схожість насіння в середньому за два роки становила 81,1 %, то на варіанті з добривами в нормі N₄₅ P₆₀ K₉₀ вона збільшилася до 82,9 %, або лише на 1,8 %. Підвищення норми азоту в два рази на фоні P₆₀K₉₀ польова схожість насіння підвищилася на 2,1 % і становила 85,0%.

Таблиця 3.1 - Польова схожість насіння та густота рослин пшениці ярої залежно від рівнів удобрення

| Рівні удобрення | Польова схожість насіння, % | | | Кількість сходів, шт./м ² | | |
|--|--------------------------------|---------|---------|---|---------|---------|
| | 2023 р. | 2024 р. | середня | 2023 р. | 2024 р. | середня |
| Контроль без добрив | 79,4 | 82,8 | 81,1 | 397 | 414 | 406 |
| N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ | 81,2 | 84,6 | 82,9 | 406 | 423 | 415 |
| N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ | 83,7 | 86,2 | 85,0 | 419 | 431 | 425 |
| N ₁₃₅ P ₆₀ K ₉₀ | 84,6 | 87,5 | 86,1 | 423 | 438 | 431 |

Дещо вищою була польова схожість насіння на варіанті за рівня удобрення в нормі N₁₃₅ P₆₀ K₉₀ і становила 86,1 %, або на 5,0 % більше контрольного варіанту. За такого удобрення на одному метрі квадратному після повних сходів було в середньому за два роки 431 рослини, що на 25 рослин більше від варіанта без добрив. При цьому з наявних результатів досліджень

відомо, що зниження польової схожості насіння на 1% зменшує врожайність зерна на 1,5 – 2,0 ц/га [64].

Польова схожість насіння пшениці ярої змінювалась також і під впливом гідротермічних умов року закладки польового дослідження. В середньому по дослідженню найвищою вона була у 2024 році і становила 85,3 %, тоді як у 2023 році висіяне насіння забезпечило польову схожість на рівні 82,2 %, або була нижчою на 3,1 %. Це можна пояснити тим, що за достатньої кількості вологи в період проростання насіння причиною зниження польової схожості була більш прохолодна погода. В своїх дослідженнях Нідзельський В. А. відмічає, що між інтенсивністю проростання насіння та температурним режимом ґрунту існує пряма залежність.

Таким чином, у середньому за період проведення досліджень польова схожість насіння пшениці ярої сорту Олександра змінювалась залежно від рівня забезпеченості проростків поживними елементами з 81,1 % на варіанті без добрив до 86,1 % за удобрення в нормі $N_{135} P_{60} K_{90}$, а від температурного режиму ґрунту з 82,2 до 85,3 %.

Однак як відомо з отриманих раніше досліджень, що зберегти всі рослини отримані при сході впродовж вегетації не можна. Оскільки під впливом багатьох чинників частина їх гине. Зрідженість посівів відбувається на різних етапах росту і розвитку рослин. За даними багато чисельних досліджень на час припинення формування врожаю в посівах ярих культур залишається від висіяного насіння від 50 до 60 % рослин. При цьому, на виживання рослин в сторону збільшення значний вплив мають рівні мінерального живлення. Зокрема, внесення мінеральних добрив в нормі $N_{60}P_{90}K_{60}$ підвищило впродовж вегетації виживання рослин порівняно з варіантом без добрив на 12,6 %. Проте, в досліді інших авторів рівні живлення значного впливу на виживання рослин не спостерігали.

З даних наших досліджень видно, що за норми висіву 5,0 млн. схожих насінин/га внесення мінеральних добрив позитивно вплинуло на виживаність рослин пшениці ярої впродовж вегетації (табл. 3.2). Так, в середньому за два роки різниця між варіантом без добрив і нормою $N_{45}P_{60}K_{90}$ становила 16

рослин/ м². Підвищення норми азоту в два рази на фоні P₆₀ K₉₀ збільшує виживаність на 2,4 %, або на 18 рослин/м². Найвищу виживаність рослин, а відтак і їх кількість ми отримали за норми внесення N₁₃₅ P₆₀ K₉₀. За даного рівня удобрення в посіві залишилося в середньому за два роки 348 рослини, тоді як на контролі без добрив – 299, або на 49 рослин менше.

Таблиця 3.2 – Вплив рівнів удобрення на виживання рослин пшениці ярої сорту Олександра впродовж вегетації

| Рівні удобрення | Кількість рослин, які збереглися на час збирання, шт./м ² | | | Вживання рослин, % | | |
|--|--|---------|---------|--------------------|---------|---------|
| | 2023 р. | 2024 р. | середня | 2023 р. | 2024 р. | середня |
| Контроль без добрив | 286 | 311 | 299 | 72,0 | 75,2 | 73,6 |
| N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ | 301 | 328 | 315 | 74,2 | 77,6 | 75,9 |
| N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ | 320 | 346 | 333 | 76,3 | 80,3 | 78,3 |
| N ₁₃₅ P ₆₀ K ₉₀ | 334 | 361 | 348 | 78,9 | 82,5 | 80,7 |

Однак кількість рослин на одиниці площі ще не забезпечує одержання врожайності певного рівня. Тому, що рівень урожайності всіх сільськогосподарських культур залежить від багатьох чинників. І як відмічають дослідники не завжди існує пряма залежність між густотою рослин і величиною врожайності. Значну врожайність зерна можна отримати як з малою кількістю рослин, так і з великою густотою рослин. Все залежить від здатності рослин до кущення та формування продуктивних стебел [12, 15]. Згідно наявних результатів досліджень урожайність пшениці ярої є результатом складної взаємодії рослини з умовами зовнішнього середовища і визначається в більшості співвідношенням таких величин як число колосonosних стебел на одиниці площі та маси зерна з одного колоса. В свою чергу кожна з цих величин залежить від інших елементів структури врожаю [47].

За своїми біологічними властивостями пшениця яра порівняно з озимою характеризується значно меншим коефіцієнтом загального і особливо продуктивного кушення, Зазвичай він коливається в межах від 1,1 до 1,3 [84].

В нашому досліді на коефіцієнт продуктивного кушення і кількість продуктивних стебел пшениці ярої на одиниці площі мали значний вплив рівні мінерального живлення (табл. 3.3, рис. 3.1).

Таблиця 3.3 - Вплив рівнів удобрення на коефіцієнт продуктивного кушення та кількість продуктивних стебел пшениці ярої, в середньому за 2023 - 2024 роки

| Рівнів удобрення | Коефіцієнт продуктивного кушення | Кількість продуктивних стебел, шт./м ² | Надвишка до контролю | |
|--|----------------------------------|---|----------------------|------|
| | | | шт./м ² | % |
| Контроль без добрив | 1,2 | 359 | - | - |
| N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ | 1,4 | 441 | 82 | 22,8 |
| N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ | 1,6 | 533 | 174 | 48,5 |
| N ₁₃₅ P ₆₀ K ₉₀ | 1,7 | 592 | 233 | 64,9 |

Враховуючи, що норма висіву насіння була однаковою на всіх варіантах досліді – 500 шт./м², нашими дослідженнями встановлено, що внесення мінеральних добрив сприяло істотному збільшенню коефіцієнта продуктивного кушення та числа продуктивного стеблостою. Так, в середньому за 2023 - 2024 роки найменша кількість продуктивних стебел була на контролі без добрив і складала 359 шт./м², а за внесення добрив в нормі N₄₅ P₆₀ K₉₀ зростала на 22,8 % і становила 441 шт./м². Подальше підвищення дози добрив до N₉₀ P₆₀ K₉₀ збільшило число стебел до 533 шт./м², або на 48,5% порівняно з контролем і на 25,7 % відносно попередньої норми добрив. Найвищий приріст продуктивних стебел забезпечила доза добрив N₁₃₅ P₆₀ K₉₀ - 592 шт./м². З отриманих даних видно, що збільшення продуктивних стебел відбувалося за

рахунок підвищення коефіцієнта продуктивного кушення, який в середньому за два роки змінився з 1,2 на варіанті без добрив до 1,7 за найвищої норми їх внесення, або був вищий на 41,7%.

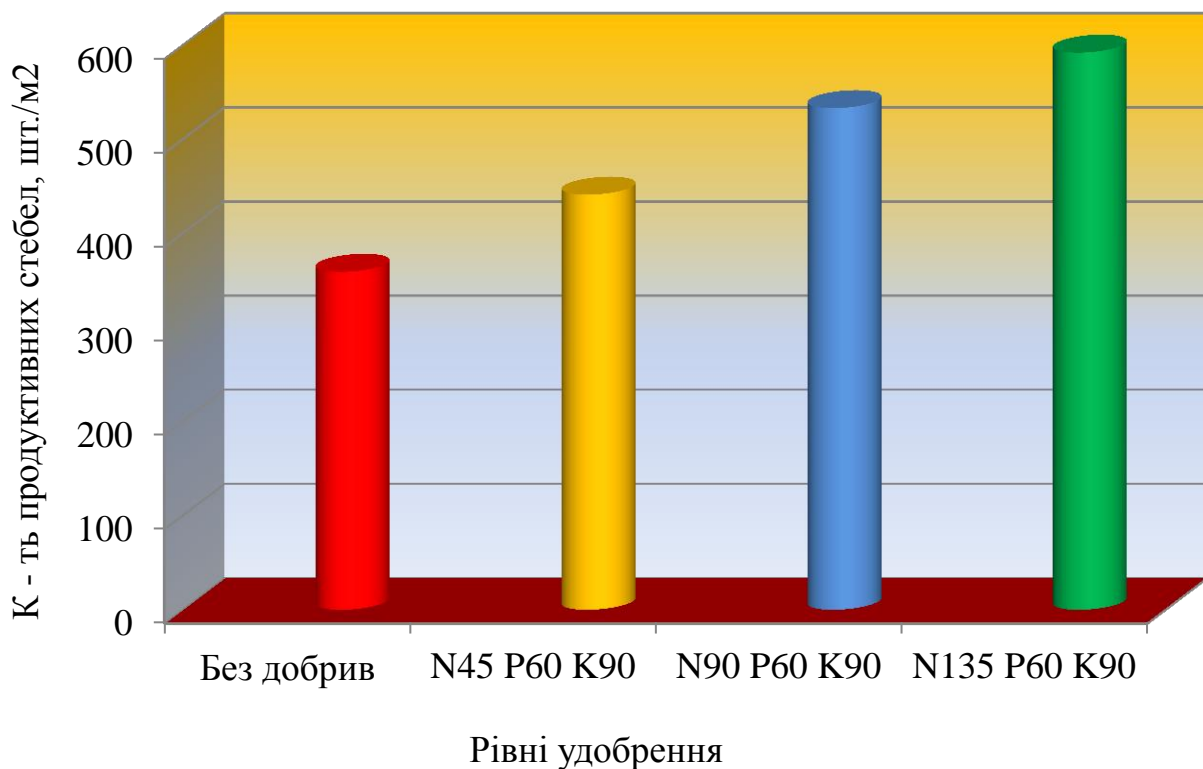


Рис. 3.1 Кількість продуктивних стебел пшениці ярої сорту Олександр залежно від рівнів удобрення

Таким чином можна вважати, що величина продуктивних стебел знаходиться в прямій залежності від рівня забезпеченості рослин поживними елементами.

Важливою умовою формування врожайності є нагромадження рослиною вегетативної маси. При цьому інтенсивність нагромадження рослинами біомаси залежить від рівня мінерального живлення. Мінеральні добрива в цілому позитивно впливають на висоту рослин різних сільськогосподарських культур, в тому числі і на пшеницю яру. Дослідники вважають, що найбільш інтенсивний ріст рослин у висоту забезпечується за внесення повного мінерального добрива.

Проте проведені нами біометричні вимірювання показали, що у початковий період росту застосування мінеральних добрив мало впливало на приріст рослин у висоту. На варіанті без добрив висота рослин у фазі кущіння становила 22 см, а за внесення добрив збільшилася до 26 - 30 см, або лише на 4 – 8 см (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 - Динаміка росту рослин пшениці ярої у висоту залежно від рівнів удобрення, см (середнє за 2023-2024 рр.)

| Рівнів удобрення | Фаза розвитку | | |
|--|---------------|----------------|-------------------|
| | кущіння | вихід в трубку | молочна стиглість |
| Контроль без добрив | 22 | 29 | 74 |
| N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ | 26 | 35 | 82 |
| N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ | 27 | 38 | 87 |
| N ₁₃₅ P ₆₀ K ₉₀ | 30 | 41 | 92 |

Пізніше, в фазі виходу в трубку висота рослин при застосуванні мінеральних добрив була більшою за висоту рослин, де добрива не вносили на 6 -12 см, а у фазі молочної стиглості зерна – на 8 - 18 см. Найвищими були рослини пшениці ярої сорту Олександра за рівня удобрення N₁₃₅ P₆₀ K₉₀ незалежно від фаз розвитку.

Проте, якщо розглядати приріст рослин у висоту за роками досліджень, то слід відмітити, що погодні умови були більш сприятливими в 2024 році. Різниця складала в середньому по досліді біля 4,6 см.

Одним з біологічних компонентів посіву, від якого залежить продуктивність культури є надземна маса рослин. Вона віддзеркалює вплив на посіви погодних умов, рівня агротехніки тощо. Як відмічають науковці між величиною надземної маси та врожаєм зерна пшениці ярої існує тісна позитивна залежність – чим вища вегетативна маса, тим вища урожайність зерна.

Наші дослідження свідчать, що сира надземна маса рослин істотно залежала як від фази розвитку рослин, так і від рівнів забезпечення рослин поживними елементами. Так, на неодобреній ділянці маса рослин у фазі кушіння, в середньому за два роки становила 486 г/м^2 , а за внесення добрив в нормі $\text{N}_{45} \text{P}_{60} \text{K}_{90}$ підвищилася до 622 г/м^2 , або на 136 г/м^2 (табл. 4.5). Збільшення норми азоту в два рази на фоні $\text{P}_{60} \text{K}_{90}$ підвищило масу рослин до 684 г/м^2 , або на 62 г/м^2 . Найвищою була маса рослин за удобрення в нормі $\text{N}_{135} \text{P}_{60} \text{K}_{90}$ і становила 716 г/м^2 . Проте, слід відмітити, що інтенсивність наростання маси рослин по мірі збільшування норми добрив зменшувалася. Якщо різниця між контролем і першою нормою добрив становила 136 г/м^2 , то між першою і другою нормою – 62 г/м^2 , а між другою і третьою – лише 32 г/м^2 . В цілому по фазі різниця між контролем і найвищою нормою добрив становила 230 г/м^2 .

Таблиця 3.5 - Динаміка накопичення сирої надземної маси рослин пшениці ярої залежно від рівнів удобрення, г/м^2 (середнє за 2023 -2024 рр.)

| Рівнів удобрення | Фаза розвитку | | |
|--|---------------|----------------|-----------|
| | кушіння | вихід в трубку | колосіння |
| Контроль без добрив | 486 | 984 | 1842 |
| $\text{N}_{45} \text{P}_{60} \text{K}_{90}$ | 622 | 1548 | 2537 |
| $\text{N}_{90} \text{P}_{60} \text{K}_{90}$ | 684 | 1773 | 2846 |
| $\text{N}_{135} \text{P}_{60} \text{K}_{90}$ | 716 | 1896 | 2963 |

Аналогічна закономірність спостерігалася і у фазах виходу в трубку і молочної стиглості. Найвищу надземну масу рослин забезпечила норма добрив $\text{N}_{135} \text{P}_{60} \text{K}_{90}$. У фазі виходу в трубку вона становила 1896 г/м^2 , а у фазі молочної стиглості – 2963 г/м^2 . Різниця відносно варіанту без добрив складала, відповідно 912 і 1121 г/м^2 . При цьому, аналіз показав, що найбільший приріст сирої маси був нами відмічений на всіх варіантах досліду у період від виходу

рослин у трубку до молочної стиглості. Якщо в середньому по досліді різниця між фазою кущення і виходом рослин в трубку становила 3693 г/м^2 , то між виходом в трубку і молочною стиглістю – 3987 г/м^2 .

До факторів, що обумовлюють ефективне використання посівами фізіологічно активної радіації, відноситься площа листкової поверхні її розмір і тривалість функціонування [2]. Для високого врожаю, на думку Ничипоровича А.А., не потрібна максимальна площа листя, достатньо щоб вона була оптимальною. Для пшениці вона коливається в межах 40 -50 тис. $\text{м}^2/\text{га}$. За таких умов в процесі фотосинтезу створюється близько 95% сухої маси врожаю [52].

Площа поверхні листків залежить від різних факторів, серед яких важливе значення відіграє рівень мінерального живлення [79]. Від добрив збільшується як розмір, так і продуктивність асиміляційної поверхні рослин. Тому впродовж вегетації потрібно створити такі умови, аби рослини сформували оптимальну площу листкового апарату для ефективної фотосинтетичної діяльності [21]. На думку деяких авторів, для досягнення урожайності 37-40 ц/га зерна посіви пшениці повинні мати у фазі колосіння площу листків у межах 34 - 35 тис. $\text{м}^2/\text{га}$ [26].

Результати отримані нами показують, що формування листкової поверхні пшениці ярої в значній мірі залежить від рівня мінерального живлення. Зокрема, згідно одержаним даним, в середньому за два роки, впродовж вегетаційного періоду у рослин на удобрених варіантах площа листків була більшою, ніж на неудобрених (табл. 3.6). Максимальних розмірів листкова поверхня досягає в період колосіння рослин, після чого вона поступово зменшується внаслідок відмирання нижніх листків. Така закономірність спостерігалася і в інших дослідників [52]. При цьому нами було встановлено, що між площею листя і надземної масою рослин існує прямий кореляційний зв'язок.

Таблиця 3.6 - Вплив добрив на площу листової поверхні рослин пшениці ярої сорту Олександра, тис. м²/га, (середнє за 2023 - 2024 рр.)

| Рівнів удобрення | Фаза розвитку | | |
|--|---------------|----------------|-----------|
| | кущіння | вихід в трубку | колосіння |
| Контроль без добрив | 13,4 | 17,1 | 26,8 |
| N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ | 17,6 | 22,3 | 32,4 |
| N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ | 21,7 | 27,2 | 37,7 |
| N ₁₃₅ P ₆₀ K ₉₀ | 23,5 | 30,9 | 41,2 |

Так, у фазі кущіння у варіанті без внесення добрив, у середньому за два роки, площа листової поверхні рослин пшениці ярої складала 13,4 тис. м²/га, а за внесення добрив в нормі N₄₅ P₆₀ K₉₀ зростала на 31,3% і становила 17,6 тис. м²/га. Збільшення норми азоту до N₉₀ на фоні P₆₀ K₉₀ позитивно вплинуло на утворення і розвиток листків у результаті чого їх загальна площа збільшилася відносно контролю без добрив на 61,2 %, а відносно норми N₄₅ P₆₀ K₉₀ - 23,3 % і становила 21,7 тис. м²/га. Найбільшу площу листків сформували рослини за удобрення N₁₃₅ P₆₀ K₉₀. Вона становила 23,5 тис. м²/га, що більше від контрольного варіанту на 75,4 %, або на 10,1 тис. м²/га.

У фазі виходу рослин у трубку площа листків у варіанті без добрив становила 17,1 тис. м²/га, тоді як за внесення добрив збільшилася на 5,2 – 13,8 тис. м²/га. Найбільшу площу листового апарату сформували рослин на всіх варіантах у фазі колосіння. Вона знаходилася в межах від 26,8 до 41,2 тис. м²/га.

Аналіз динаміки формування листової поверхні рослин пшениці ярої впродовж вегетації показав, що асиміляційна поверхня збільшувалася до фази колосіння незалежно від удобрення. Однак інтенсивність її наростання в між фазні періоди була різною. Якщо, в цілому по досліді, площа листків у період від фази кушення до виходу в трубку збільшилася на 5,3 тис. м²/га, то від фази виходу в трубку до колосіння - на 10,1 тис.м²/га.

За роками досліджень внесення мінеральних добрив більш позитивно впливало на процес наростання асиміляційної поверхні пшениці ярої у більш сприятливому 2024 році.

3.2. Урожайність зерна пшениці ярої та її структура залежно від рівнів удобрення

Кінцевим чинником взаємодії як біотичних, так і абіотичних при вирощуванні всіх сільськогосподарських культур є урожайність. Якщо на абіотичні чинники людина впливати не може, то біотичні в змозі планувати і контролювати. І саме до них відносяться мінеральні добрива, які є одним з найважливіших факторів підвищення врожайності польових культур. Дослідженнями встановлено, що від добрив одержують біля 50% приросту врожаю, оскільки. Один кілограм діючої речовини NPK на незрошувальних забезпечує надбавку зерна пшениці в середньому 3 - 5 кг, а на зрошенні – 10 - 12 кг [50]. При цьому потрібно норми поживних елементів, їх поєднання і співвідношення підбирати з врахуванням ґрунтово-кліматичних умов та біологічних властивостей сорту [56]. Разом з тим відомо, що врожайність і якість зерна пшениці ярої значно залежить від оптимізації живлення і особливо від забезпеченості рослин азотом [7, 14, 32]. Зазначене підтверджується і результатами наших польових дослідів. Так, на варіанті без добрив урожайність пшениці ярої сорту Олександра, в 2023 році досліджень становила 2,48 т/га, а за внесення мінеральних добрив у нормі $N_{45} P_{60} K_{90}$ підвищилася до 3,73 т/га, або на 50,4% (табл. 3.7). Збільшення лиш норми азоту до N_{90} забезпечувало врожайність на рівні 5,16 т/га. По відношенню до варіанту без добрив приріст зерна складав 2,68 т/га, а до норми N_{45} – 1,43 т/га. Подальше збільшення норми азоту відносно попередньої на 45 кг/га на фоні $P_{60} K_{90}$ забезпечило врожайність на рівні 5,84 т/га, що більше від неудобреного варіанту на 3,36 т/га.

Таблиця 3.7 - Урожайність зерна пшениці ярої сорту Олександра залежно від рівнів удобрення в 2023 році

| Рівні удобрення | Урожайність зерна, т/га | Відхилення від контролю | |
|--|----------------------------|-------------------------|-------|
| | | т/га | % |
| Контроль без добрив | 2,48 | - | 100,0 |
| N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ | 3,73 | 1,25 | 150,4 |
| N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ | 5,16 | 2,68 | 208,1 |
| N ₁₃₅ P ₆₀ K ₉₀ | 5,84 | 3,36 | 235,5 |
| НІР ₀₅ , т/га | 0,42 | | |

Аналізуючи вплив різних рівнів удобрення на формування урожаю зерна пшениці ярої в 2023 році слід відмітити, що в цілому вони були сприятливими і в середньому по варіантах забезпечили достатньо високу врожайність - 4,91 т/га, що вище контролю без добрив на 2,43 т/га.

При формуванні врожаю біологічні вимоги пшениці ярої не завжди забезпечуються достатнім рівнем необхідних умов впродовж вегетації, що в тій чи іншій мірі впливає на ріст і розвиток рослин. Наявні результати дослідів впливу гідротермічних умов і елементів агротехніки свідчать, якщо останні здатні знизити врожайність у 2 – 4 рази, то несприятливі погодні умови – у 10 разів.

Аналогічна закономірність впливу рівнів удобрення на урожайність зерна пшениці ярої нами була відмічена і в 2024 році (табл. 3.8). Однак у 2024 році гідротермічні умови впродовж вегетації були більш сприятливими порівняно з 2023 роком як для отримання швидких і дружніх сходів, так і для подальшого росту і розвитку рослин пшениці ярої. Завдяки таким гідротермічним умовам, особливо навесні, що дало можливість провести сівбу на 10 днів скоріше, сприяли процесам росту і розвитку рослин пшениці ярої в результаті урожайність зерна в середньому по досліді становила 4,60 т/га, або на 0,3 т/га була вищою порівняно з 2023 роком.

Таблиця 3.8 - Урожайність зерна пшениці ярої сорту Олександра залежно від рівнів удобрення в 2024 році

| Рівні удобрення | Урожайність зерна, т/га | Відхилення від контролю | |
|--|----------------------------|-------------------------|-------|
| | | т/га | % |
| Контроль без добрив | 2,71 | - | 100,0 |
| N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ | 4,02 | 1,31 | 148,3 |
| N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ | 5,49 | 2,78 | 202,6 |
| N ₁₃₅ P ₆₀ K ₉₀ | 6,17 | 3,46 | 227,7 |
| НІР ₀₅ , т/га | 0,46 | | |

Таким чином, в середньому за два роки, (табл. 3.9; рис. 3.2) найвищу врожайність зерна пшениці ярої забезпечив сорт Олександра за внесення мінеральних добрив в нормі N₁₃₅P₆₀K₉₀. Вона становила 6,01 т/га, що була значно вища в порівняно з варіантом без добрив. Різниця становила 3,41 т/га, або 131,2 %. Тоді як відносно норми добрив N₉₀ P₆₀ K₉₀ прибавка становила лише 0,68 т/га.

Таблиця 3.9- Урожайність зерна пшениці ярої залежно від рівнів удобрення, в середньому за 2023 - 2024 рр.

| Рівні удобрення | Урожайність зерна, т/га | Відхилення від контролю | |
|--|----------------------------|-------------------------|-------|
| | | т/га | % |
| Контроль без добрив | 2,60 | - | 100,0 |
| N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ | 3,88 | 1,28 | 149,2 |
| N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ | 5,33 | 2,73 | 205,0 |
| N ₁₃₅ P ₆₀ K ₉₀ | 6,01 | 3,41 | 231,2 |

Аналіз ефективності дії мінеральних добрив внесених під ранньовесняну культивування за вирощування пшениці ярої сорту Олександра показав, що найнижчий приріст зерна забезпечив рівень удобрення в нормі N₄₅ P₆₀ K₉₀. За

даної норми приріст зерна на один кілограм внесених добрив становив, в середньому за два роки лише 6,56 кг. Збільшення норми внесення азоту до 90 кг/га д. р. на фоні $P_{60} K_{90}$ забезпечило приріст зерна по відношенню до абсолютного контролю на рівні 11,38 кг, а відносно норми $N_{45} P_{60} K_{90}$ - 32,2 кг. Дещо вищу окупність зерном в нашому досліді ми отримали за удобрення в нормі $N_{135} P_{60} K_{90}$. Вона становила відносно варіанту без добрив 11,96 кг. При цьому на долю одного кілограма внесеного азоту приріст зерна становив вже 15,11 кг. Тобто, із збільшенням норми азоту його ефективність знижується.

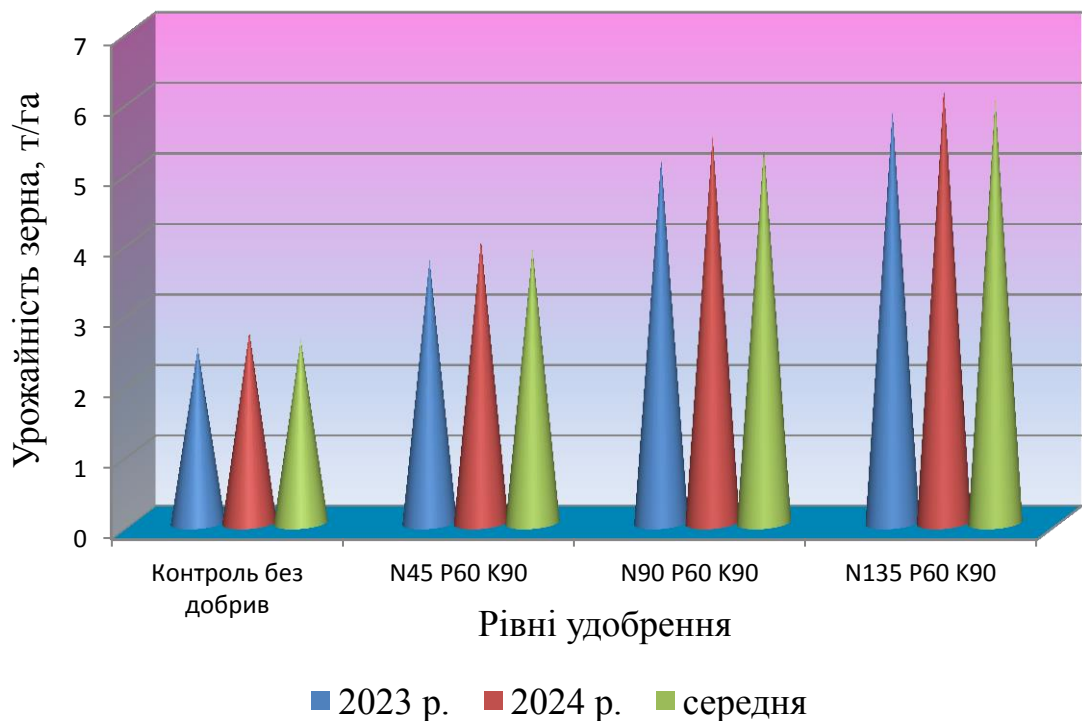


Рис. 3.2 Урожайність зерна пшениці ярої сорту Олександр залежно від рівнів удобрення

Для встановлення закономірностей впливу тих чи інших елементів в технології вирощування сільськогосподарських культур науковці використовують структурний аналіз отриманої урожайності. Оскільки число рослин на одиниці площі ще не впливає повністю на отримання врожайності певного рівня, а структурний аналіз показує, з чого складається рівень врожаю, дозволяє встановити закономірності формування та простежити його

залежність від різних факторів як зовнішнього середовища, так впливу досліджуваного чинника та бур'янів, хвороб і шкідників. При цьому величина врожайності зумовлюється такими елементами структури: кількість продуктивних стебел, кількість зерен в колосі та маса 1000 зерен. Між ними існує тісний взаємозв'язок. Від зміни одного із цих елементів змінюються відповідно і інші.

У наших досліджень кількість зерен у колосі пшениці ярої сорту Олександра змінювалася залежно від рівня мінерального живлення в межах від 17,6 шт. на варіанті без добрив до 24,7 шт. на варіанті за внесення мінеральні добрива в нормі $N_{135} P_{60} K_{90}$ (табл. 3.10).

Таблиця 3.10 - Кількість зерен у колосі пшениці ярої залежно від рівнів удобрення, в середньому за 2023 – 2024 рр.

| Рівні удобрення | Кількість зерен у колосі, шт. | Надвишка до контролю | |
|-------------------------|-------------------------------|----------------------|------|
| | | шт. | % |
| Без добрив | 17,6 | - | - |
| $N_{45} P_{60} K_{90}$ | 21,3 | 3,7 | 21,0 |
| $N_{90} P_{60} K_{90}$ | 23,2 | 5,6 | 31,8 |
| $N_{135} P_{60} K_{90}$ | 24,7 | 7,1 | 40,3 |

При цьому, збільшення числа зерен в колосі спостерігалось на всіх удобрених варіанта. Так, на варіанті де було внесено добрива в нормі $N_{45} P_{60} K_{90}$ кількість зерен в колосі збільшилася порівняно з контролем без добрив на 3,7 шт., або на 21,0 %. Підвищення норми азоту до 90 кг д. р. на га на фоні $P_{60} K_{90}$ збільшило кількість зерен в колосі до 23,2 шт., або на 31,8 % в порівнянні з варіантом без добрив і на 8,9 % порівняно з попередньою нормою. Найбільшу кількість зерен у колосі сформували рослини в середньому за два роки за рівня удобрення в нормі $N_{135} P_{60} K_{90}$. Різниця до контрольного варіанту складала 7,1 шт., або 40,3 %.

Із рівнем озерненості колоса тісно пов'язаний такий показник структури врожайності, як маса зерна в колосі. У наших дослідженнях аналіз результатів

впливу рівнів удобрення на масу зерен у колосі показав, що порівняно з контролем без добрив на всіх варіантах де були внесенні мінеральні добрива маса зерен у колосі була більша і в середньому за два роки коливалася від 1,04 г на контролі до 1,37 г за рівня удобрення $N_{135} P_{60} K_{90}$ (табл. 3.11). Зокрема, внесення добрив в нормі $N_{45}P_{60}K_{90}$ підвищило масу зерен у колосі в порівнянні з контролем на 0,17 г, або на 16,3 %. Збільшення норми азоту до N_{90} і N_{135} на фоні $P_{60}K_{90}$ підвищило масу зерен в колосі порівняно з неудобреним варіантом відповідно на 0,28 і 0,33 г.

Таблиця 3.11 – Маса зерен у колосі пшениці ярої залежно від рівнів удобрення, в середньому за 2023 – 2024 рр.

| Рівні удобрення | Маса зерен у колосі, г. | Надвишка до контролю | |
|-------------------------|-------------------------|----------------------|------|
| | | г. | % |
| Контроль без добрив | 1,04 | - | - |
| $N_{45} P_{60} K_{90}$ | 1,21 | 0,17 | 16,3 |
| $N_{90} P_{60} K_{90}$ | 1,32 | 0,28 | 26,9 |
| $N_{135} P_{60} K_{90}$ | 1,37 | 0,33 | 31,7 |

Другим після озерненості елементом продуктивності колоса і одним з найважливіших показників повноцінності насіння є маса 1000 зерен. При цьому наявні дослідження стверджують, що маса 1000 зерен в більшості випадків залежить від умов вирощування. З результатів дослідів відомо, що крупне насіння дає більш потужні і продуктивні рослини. Тоді як дрібне - у процесі проростання швидше втрачає поживні речовини, і за несприятливих умов знижує польову схожість.

У дослідженнях отриманих нами маса 1000 зерен залежала від рівня мінерального живлення (табл. 3.12). Було виявлено, що у середньому за два роки, найменша маса 1000 зерен була на варіанті де мінеральних добрив не вносили. За даного рівня забезпечення рослин поживними елементами маса 1000 зерен була на рівні 38,2 г. Це на 11,3 % менше порівняно з варіантом де

внесли мінеральні добрива в нормі $N_{45}P_{60}K_{90}$. Вирощування пшениці ярої за норми удобрення $N_{90}P_{60}K_{90}$ сприяло підвищенню маси 1000 зерен до 44,9 грам, надвишка складала 6,7 г, або 17,5 %. Найбільшу масу 1000 зерен 46,8 г забезпечили добрива в нормі $N_{135}P_{60}K_{90}$. По відношенню до контролю приріст складав 8,6 г.

Таблиця 3.12 – Вплив рівнів удобрення на масу 1000 зерен пшениці ярої сорту Олександра, в середньому за 2023 – 2024 рр.

| Рівні удобрення | Маса 1000 зерен, г | Надвишка до контролю | |
|-----------------------|--------------------|----------------------|------|
| | | г | % |
| Контроль без добрив | 38,2 | - | - |
| $N_{45}P_{60}K_{90}$ | 42,5 | 4,3 | 11,3 |
| $N_{90}P_{60}K_{90}$ | 44,9 | 6,7 | 17,5 |
| $N_{135}P_{60}K_{90}$ | 46,8 | 8,6 | 22,5 |

3.3 Вплив рівнів удобрення на якісні показники зерна пшениці ярої сорту Олександра

Одночасно з підвищенням урожайності пшениці існує не менш важливе завдання – підвищення якості її зерна. Як правило, якісні показники зерна пшениці визначають подальшу долю отриманого врожаю. З усіх технологічних чинників забезпечення рослин в достатній мірі мінеральними елементами впродовж вегетації не лише позитивно впливає на підвищення врожайності пшениці ярої, але і суттєво покращує якість зерна. Однак як було відмічено, різні елементи живлення рослин по різному впливають на вміст білка в зерні пшениці ярої. Так, за внесення в передпосівну культивуацію азотних добрив в нормі N_{60} , вміст білка підвищувався на 1,98 %, тоді як за внесення фосфорно-калійних в таких самих нормах, знижувався на 0,2%. Однак застосування мінеральних добрив на різних ґрунтах може як позитивно, так і негативно вплинути на білковість зерна, що пов'язано з дією на даний показник як

біотичних, так і абіотичних факторів, проте найбільший вплив, за даними досліджень, мають лише азотні добрива [25].

Результатами проведених нами досліджень встановлено, що за впливу мінеральних добрив в основне внесення до сівби вміст білка в зерні пшениці ярої зріс, у середньому за два роки з 11,2% за вирощування рослин на ділянках без добрив до 13,8 % за внесення добрив в нормі N₁₃₅ P₆₀ K₉₀ (табл. 3.13). Різниця становила в абсолютних величинах 2,6 %, а у відносних 23,2 %. Зменшення норми азоту до N₉₀ і N₄₅ на фоні P₆₀ K₉₀ веде до зниження вмісту білка в зерні пшениці ярої, відповідно на 0,7 і 1,5 %.

Таблиця 3.13 – Вплив рівнів удобрення на якісні показники зерна пшениці ярої сорту Олександр, в середньому за 2023 - 2024 рр.

| Рівні удобрення | Вміст у зерні білку | | Вміст сирої клейковини | |
|--|---------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| | % | надвишка до контролю, % | % | надвишка до контролю, % |
| Контроль без добрив | 11,2 ^Ф | - | 25,4 | - |
| N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ | 12,3 ^{III} | 1,1 | 27,2 | 1,8 |
| N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ | 13,1 ^{II} | 1,9 | 28,9 | 3,5 |
| N ₁₃₅ P ₆₀ K ₉₀ | 13,8 ^{II} | 2,6 | 30,6 | 5,2 |

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

Головною перевагою пшениці, як харчової культури, є наявність в ній клейковини, яка є білковим каркасом хліба. В наших дослідженнях вміст сирої клейковини змінювався аналогічно вмісту білка. Тобто, по мірі збільшення норми азоту вміст сирої клейковини зростав і був найвищим за внесення мінеральних добрив у нормі N₁₃₅ P₆₀ K₉₀. Він становив 30,6 %, що відповідає другому класу державного стандарту якості зерна пшениці. Цьому класу відповідає і якість зерна отримана за рівня удобрення N₉₀ P₆₀ K₉₀, а за удобрення N₄₅ P₆₀ K₉₀ зерно відноситься до третього класу якості. За даних

рівнів внесення мінеральних добрив вміст сирової клейковини в зерні становив відповідно 28,9 і 27,2 %.

Таким чином, слід відмітити, що внесення азотних добрив на фоні $P_{60}K_{90}$ виявилось ефективним, значно збільшуючи якісні показники зерна пшениці ярої, в т.ч. і вміст сирової клейковини.

3.4 Економічна та енергетична ефективність вирощування пшениці ярої залежно від рівнів удобрення

Розроблення технологічних заходів, які забезпечували б високу врожайність польових культур та його якість, обов'язковим є проведення їх економічної та енергетичної оцінки. Тому, що встановлення ефективності цих заходів лише за зміною рівня врожаю є недостатнім, оскільки залишаються поза увагою витрати на його отримання, а також окупність цих витрат. При визначенні економічної ефективності того чи іншого елемента в технології вирощування культури слід врахувати кількісне співвідношення між витратами понесені на його впровадження та отриманим ефектом. Для його визначення головними показниками є рівень валової продукції, структура витрат, прибуток, собівартість та рентабельність [78]. При цьому, в умовах ринкової економіки, собівартість рослинної продукції виступає як основний показник ефективності використання виробничих ресурсів, показує економічну доцільність вкладення коштів у ті чи інші технології виробництва, їх економію чи перевитрати [58]. Оскільки вартість тони зерна пшениці другого і третього класу вища від зерна п'ятого класу підвищити рентабельність зерновиробництва можливе за рахунок вирощування високоякісного зерна. Рентабельність виробництва при цьому зростає у 2,5 рази.

В нашому досліді середньорічна вартість зерна пшениці ярої станом на листопад 2024 року IV – V класу становила – 6800 грн./т., III-го класу – 8300 і II-го - 8800 грн./т.

Розрахунок економічної ефективності використання різних норм мінеральних добрив під пшеницю яру в наших дослідях показав,

що серед варіантів, які вивчалися, максимальну ефективність забезпечило внесення мінеральних добрив в нормі $N_{135}P_{60}K_{90}$ (табл. 3.14). Прибуток при цьому становив 19163 грн./га, а рівень рентабельності – 56,8%. Слід відмітити, що за даного рівня удобрення найвищими були і виробничі витрати. Вони склали 33725 грн./га. Пов'язано це з високою вартістю всіх видів мінеральних добрив. Тоді як вирощування пшениці ярої після сої без внесення мінеральних добрив прибуток становив всього 1834 грн./га., однак виробничі витрати були найменшими і становили 15846 грн./га, що вказує на значну економію коштів на придбання та внесення мінеральних добрив. Собівартість вирощування зерна при цьому становила 610 грн./ц, а рівень рентабельності становив 11,6 %.

Таблиця 3.14 - Вплив рівнів удобрення на показники економічної ефективності вирощування пшениці ярої сорту Олександра

| Показники | Контроль без добрив | $N_{45}P_{60}K_{90}$ | $N_{90}P_{60}K_{90}$ | $N_{135}P_{60}K_{90}$ |
|----------------------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| Урожайність, т/га | 2,60 ^Ф | 3,88 ^(III) | 5,33 ^(II) | 6,01 ^(II) |
| Вартість валової продукції, грн. | 17680 | 32204 | 46904 | 52888 |
| Виробничі витрати на 1 га, грн. | 15846 | 28513 | 31319 | 33725 |
| Чистий прибуток з 1 га, грн. | 1834 | 3691 | 15585 | 19163 |
| Собівартість 1 ц, грн. | 610 | 735 | 588 | 561 |
| Рівень рентабельності, % | 11,6 | 12,9 | 49,8 | 56,8 |

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

Внесення мінеральних добрив в нормі $N_{45}P_{60}K_{90}$ хоч і забезпечило в середньому за два роки, вищу врожайність на 1,28 т/га однак через значну вартість добрив прибуток зріс порівняно з контролем лише на 1857 грн./га і становив 3691 грн./га. За такого прибавку рівень рентабельності становив 12,9 %. Подальше збільшення кількості добрив до $N_{90}P_{60}K_{90}$ підвищило прибутку до 15585 грн./га, або порівняно до попередньої норми на 11894 грн./га і на 13751 грн./га відносно варіанту без добрив. За даного рівня удобрення рівень рентабельності збільшився до 49,8 %. Різке збільшення як прибутку, так і рівня

рентабельності на варіантах де норма азоту на фоні $P_{60}K_{90}$ становила N_{90} і N_{135} відбулося як через збільшення врожайності, так і через підвищену його вартість.

Таким чином, внесення азотних добрив в нормах N_{90} і N_{135} на фоні $P_{60}K_{90}$ забезпечило найнижчу собівартість зерна і найвищу їх ефективність.

Сучасні технології вирощування польових культур базуються на помітному збільшенні енерговитрат на техніку, мінеральні добрива, пальне, засоби захисту рослин від бур'янів, хвороб, шкідників та ін. За таких умов визначення економічної ефективності технологій вирощування культур не завжди є достатньо об'єктивним. Тому, більш повну і об'єктивну оцінку забезпечує визначення енергетичної ефективності технологій, оскільки вона визначається відношенням кількості енергії, що отримана з врожаєм, до кількості витраченої непоновлюваної енергії на його формування [9].

Наші дослідження свідчать, що енергоємність технології вирощування пшениці ярої залежала від рівня забезпеченості рослин поживними елементами, (табл. 3,15). Як свідчать наведені дані, витрати не поновленої енергії були найменшими у варіанті без добрив і становили 32,37 тис. МДж/га. Внесення мінеральних добрив у нормі $N_{45}P_{60}K_{90}$ збільшило енерговитрати в середньому за два роки до 39,43 тис. МДж/га, або на 21,8 %. Подальше збільшення норми добрив за рахунок азотних до $N_{90}P_{60}K_{90}$ підвищило відповідно і енерговитрати до рівня 43,26 тис. МДж/га. Найбільші витрати енергії були понесені за удобрення пшениці ярої в нормі $N_{135}P_{60}K_{90}$. Вони становили 47,84 тис. МДж/га. Тобто, додаткові витрати енергії понесені на одержання приросту врожаю зерна пшениці ярої значною мірою залежали від кількості внесених добрив,

Однак енергія, нагромаджена урожаєм пшениці ярої із збільшенням кількості внесених добрив перевищувала енерговитрати. В середньому по досліді різниця між енергією нагромадженою урожаєм і енерговитратами становила 32,56 тис. МДж/га. При цьому найвищий енергетичний прихід з урожаєм зерна забезпечили добрива в нормі $N_{135}P_{60}K_{90}$. Він становила 51,02 тис. МДж/га, що перевищував варіант без добрив на 40,62 тис. МДж/га.

За даного рівня удобрення коефіцієнт енергетичної ефективності був також найвищим і становив 2,07 тоді як на контрольному варіанті лише 1,32. Із зменшенням норми азотних добрив зменшувалася врожайність пшениці ярої, а відтак – і чистий енергетичний прибуток.

Таблиця 3.15 - Енергетична ефективність вирощування пшениці ярої сорту Олександр залежно від рівнів удобрення, в середньому за 2023 – 2024 рр.

| Показники | Без добрив | N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ | N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ | N ₁₃₅ P ₆₀ K ₉₀ |
|---|------------|---|---|--|
| Енергоємність урожаю зерна, тис. МДж/га | 42,77 | 63,83 | 87,68 | 98,86 |
| Енерговитрати на 1 га посіву, тис. МДж/га | 32,37 | 39,43 | 43,26 | 47,84 |
| Чистий енергетичний прибуток, тис. МДж/га | 10,40 | 24,40 | 44,42 | 51,02 |
| Енерговитрати на 1 ц зерна, тис. МДж/га | 1,25 | 1,02 | 0,81 | 0,80 |
| К. е. е. по зерну | 1,32 | 1,62 | 2,02 | 2,07 |

Отже, результати розрахунків енергетичної ефективності внесення різних рівнів удобрення під посів пшениці ярої сорту Олександра показали, що найвищу урожайність зерна та величину чистого прибутку забезпечило внесення мінеральних добрив в нормі N₁₃₅P₆₀K₉₀.

ВИСНОВКИ

1. Мінеральні добрива за норми висіву 5,0 млн. шт. схожих насінин/га на польову схожість насіння і виживання рослин пшениці ярої значного впливу не мали. При цьому по мірі збільшення концентрації поживних елементів в ґрунті ця зміна відбувалася в сторону підвищення. Різниця між контролем без добрив і внесенням $N_{135} P_{60} K_{90}$ становила в середньому за два роки 5,0 %.

2. Рівень удобрення позитивно впливає на формування елементів структури врожайності. Зокрема, за норми $N_{135} P_{60} K_{90}$ кількість продуктивних стебел збільшилася порівняно з контролем без добрив з 359 до 592 шт./м², або на 64,9 %, а кількість зерен в колосі та їх маса відповідно на 40,3 і 31,7 %

3. Найвищу врожайність зерна пшениці ярої забезпечив сорт Олександра за внесення мінеральних добрив в нормі $N_{135}P_{60}K_{90}$. Вона становила 6,01 т/га, що була значно вища в порівняно з варіантом без добрив. Різниця становила 3,41 т/га, або 131,2 %. Тоді як відносно норми добрив $N_{90} P_{60} K_{90}$ прибавка становила лише 0,68 т/га або 12,8 %.

4. Досліджувані рівні удобрення позитивно вплинули на показники якості зерна пшениці ярої. В середньому за два роки, порівняно до контролю збільшилася маса 1000 зерен з 38,2 г до 46,8 г, вміст у зерні білка – з 11,2% до 13,8 %, а клейковини – з 25,4% до 30,6 %. По мірі збільшення норми азоту вміст як білка, та і сирієї клейковини зростав і був найвищим за внесення мінеральних добрив у нормі $N_{135} P_{60} K_{90}$. За даної норми добрив зерно відповідає другому класу державного стандарту якості. Цьому класу відповідає і якість зерна отримана за рівня удобрення $N_{90} P_{60} K_{90}$ де вміст сирієї клейковини в зерні становив 28,9 %.

5. За різних рівнів удобрення максимальну економічну ефективність на поівах пшениці ярої забезпечила норма $N_{135}P_{60}K_{90}$. Прибуток при цьому становив 19163 грн./га, а рівень рентабельності – 56,8%. Тоді як вирощування пшениці ярої після сої без внесення мінеральних добрив прибуток становив всього 1834 грн./га. За даного рівня удобрення коефіцієнт енергетичної ефективності був також найвищим і становив 2,07 тоді як на контрольному

варіанті лише 1,32. Із зменшенням норми азотних добрив зменшувалася врожайність пшениці ярої, а відтак – і чистий енергетичний прибуток.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В умовах нестабільного зволоження Західного Лісостепу України, на темно-сірих опідзолених ґрунтах Львівщини з метою забезпечення врожайності зерна пшениці ярої на рівні 6,0 т/га другого класу якості оптимальною нормою добрив для сорту Олександра є $N_{135}P_{60}K_{90}$.

