МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
(УНУС)

Факультет агрономії
Кафедра агрохімії і ґрунтознавства

Допущено до захисту

«____» _____ 2023 р.

Зав. кафедри, к. с.-г. н., доцент

_____ Олена ЧЕРНО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

ЕФЕКТИВНІСТЬ УДОБРЕННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ КАС У ФГ «МАТІЄНКО В. М.» ВІННИЦЬКОГО РАЙОНУ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

Виконала – студентка ІІ курсу, групи 21м-з-а
спеціальності 201 Агрономія
МАТІЄНКО Анастасія Василівна

Керівник – ГОСПОДАРЕНКО Григорій,
д. с.-г. н., професор

Умань – 2023

ЗМІСТ

ВСТУП…… 4

РОЗДІЛ 1. УМОВИ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗА РІЗНОГО АЗОТНОГО ЖИВЛЕННЯ (огляд літератури) ……. 7

1.1 Азотне живлення як вагомий чинник продуктивності сільськогосподарських культур ……..…. 7

1.2 Агроекономічне оцінювання ефективності твердих азотних добрив і карбамід-аміачної суміші ……...… 10

1.3 Особливості живлення та удобрення пшениці озимої 16

РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕНЬ …….. 21

РОЗДІЛ 3. УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ 23

3.1. Характеристика ґрунту……..……..… . 23

3.2. Погодні умови…….. 25

3.3. Схема досліду…….……..…. 29

3.4. Технологія вирощування пшениці озимої у досліді 30

3.5. Методика проведення досліджень……..… 31

РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ …… 33

4.1. Вплив різних форм і способів внесення азотних добрив на вміст і запаси мінерального азоту в ґрунті під пшеницею озимою ……...… 33

4.2. Вплив різних форм азотних добрив і способів їх внесення на вміст легкогідролізованих сполук азоту в ґрунті …… 36

4.3. Вплив азотних добрив на ріст і розвиток рослин пшениці озимої ……..…… 39

4.4. Вплив різних форм азотних добрив на урожай і якість зерна пшениці озимої ……..… 42

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ ПІД ПШЕНИЦЮ ОЗИМУ……..…… 46

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА …… 49

6.1 Організація умов і заходів з охорони праці та моделювання виробничих небезпек за вирощування пшениці озимої …… 49

6.2 Охорона навколишнього природного середовища під час вирощування пшениці озимої …….…… 53

ВИСНОВКИ…….…..… 55

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ 56

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ……...…… 57

ДОДАТКИ……...……. 65

ВСТУП

Обґрунтування теми. Практика свідчить що без ефективного мінерального живлення вирощування сільськогосподарських культур низькорентабельне. Досвід передових господарств показує що не скрізь мінеральні добрива вносять вірно. Не повністю враховуються біологічні властивості рослин на різних стадіях росту, ґрунтово-кліматичні умови, доз і форм добрив, тому прибавки урожаю від добрив досить часто не забезпечують очікуваних результатів.

Значення мінеральних добрив у підвищенні виробництва продукції рослинництва, поліпшення їх якості та збереження родючості ґрунту важко переоцінити. За даними Міжнародної сільськогосподарської організації ООН (ФАО) в нормальних умовах від 45 до 65 % приросту врожаю припадає на долю добрив, у той час як насіння забезпечує 8–20, засоби захисту рослин 15–30 і обробіток ґрунту 10–20 % [16]. У межах України добрива забезпечують 30–40 %. Різниця зазвичай зумовлена неправильним поєднанням елементів живлення в дозі добрив, нерівномірним їх внесенням і невдалим підбором форм добрив, які б у повній мірі забезпечували потреби ґрунту та рослини.

Мінеральні добрива, які в своєму складі містять основні макроелементи, в умовах України досить обмежені і їх роль в формуванні далеко неоднакова. Якщо умовно прийняти участь в формуванні врожаю трьох основних елементів живлення (азоту, фосфору і калію) за 100 %, то на долю азоту припадає 40–48 %, а у деяких зернових культур цей показник досягає 70 %. Це свідчить, що азот є основним біогенним елементом, який забезпечує ріст і розвиток рослин.

Розрахунки свідчать, що винесення азоту з урожаю і його втрати з ґрунту і добрив значно перевищують його надходження. До цього необхідно добавити, що до 25 % азоту втрачається внаслідок звітрювання з добрив при внесенні, 10–15 –вимиванням і 15–20 % у результаті біологічних втрат (денітрифікація) [16, 38, 66, 94]. Все це вимагає пошуку більш раціональних способів внесення і ефективних форм азотних добрив.

Асортимент азотних добрив, які використовується в Україні обмежений. В основному це тверді амонійні, амідні та амонійно-нітратні добрива (сульфат амонію, аміачна селітра і сечовина) і рідкі добрива (аміачна вода, безводний аміак, КАС) доля яких складає до 25 %. В розвинутих країнах світу питома частка рідких добрив складає 50–60 %. Це зумовлено тим, що вони мають низку переваг з організаційного, агрономічного та фінансового поглядів. Нині значного поширення серед рідких азотних добрив набула карбамід-аміачна суміш (КАС), яка зазвичай випускається трьох марок, з вмістом азоту 28, 30 і 32 %. Це добриво має цілу низку переваг порівняно з іншими азотними добривами. Основна із них – це вміст азоту в трьох формах – амонійній, нітратній і амідній. Необхідно мати на увазі, що кожна з цих форм має свої особливості трансформації у ґрунті, різну доступність і роль для рослин. Незважаючи на позитивні фізичні, агрохімічні і економічні показники цього добрива, польових досліджень по вивченню його впливу за різних строків і способів внесення під різні культури практично не проводилось. Відмічене стало основою для проведення польових досліджень з вивчення ефективності КАС під пшеницю озиму на темно-сірих ґрунтах. Вирішенню відмічених задач присвячена подана до захисту дипломна робота.

Наукова новизна. Визначено ефективність різних форм і строків внесення азотних добрив під пшеницю озиму в умовах Вінницького району Вінницької області. Встановлено, що на темно-сірому опідзоленому ґрунті найбільш ефективним є їх внесення під основний обробіток ґрунту та в рядки в дозі (30 + 10) кг/га д. р., а також напровесні у вигляді КАС (40 кг/га д. р.) та позакоренево (20 кг/га д. р.) у баковій суміші з мікроелементами (Брексіл, 5 л/га).

Практичне значення. В технології вирощування пшениці озимої азотні добрива потрібно вносити в кілька строків – під основний обробіток ґрунту, в рядки, а також напровесні і позакоренево у вигляді КАС у поєднання з мікроелементами (Брексіл, 5 л/га). За такого способу застосування азотних добрив урожайність зерна становить 6,30 т/га. При цьому умовно чистий прибуток був найвищим і становив відповідно 1571 грн, а рівень рентабельності

застосування добрив підвищувався з –18,1 % (за внесення аміачної селітри) до 11,4 %.

Апробація результатів досліджень. Основні результати виконаних досліджень доповідались і обговорювались на студентській науковій конференції Уманського НУС (Умань, 20 квітня 2023 р.) та опубліковано у збірнику тез Всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні питання агротехнологій», присвяченій 100-річчю І. М. Карасюка.

РОЗДІЛ 1

УМОВИ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗА РІЗНОГО АЗОТНОГО ЖИВЛЕННЯ

1.1 Азотне живлення як вагомий чинник продуктивності сільськогосподарських культур

Вся історія землеробства в світі говорить про те, що головною умовою, яка визначає величину врожаю та якості зернових культур у різні епохи була забезпеченість ґрунту й рослин азотом. Динаміка росту врожаїв основних зернових культур спочатку повністю, а в подальшому переважно відбувалася під дією азоту. Перехід від зернової трипілки до більш широких сівозмін за участю бобових культур з часом дало можливість вдвічі підвищити врожаї, а завдяки застосуванню мінеральних добрив (переважно азотних) величина врожаїв зернових культур виросла в 3–4 рази[13].

Ефективність удобрення азотом щодо впливу на величину врожаю найвища. За даними Г. М. Господаренка питома частка азоту в формуванні врожаю зернових культур складає від 40 до 50 %. [27]. Тому азот був і залишається лімітувальним елементом живлення, а його поступова акумуляція є основним (вирішальним) чинником розвитку родючості ґрунту і підвищення продуктивності сільськогосподарських культур [12].

Азот – надзвичайний елемент природи, своєрідні та досить суперечливі властивості якого сформували його назву. Відомий хімік Антуан Лозан Лавуазьє відмічав, що слово азот означає «нежиттєвий», тобто такий, що не підтримує горіння та дихання. Відомо, що азот інертний, тобто важко вступає в реакцію з іншими елементами і навіть із киснем. З одного боку, ця властивість дорого обходиться людству, оскільки потребує значних витрат для створення життєво необхідних сполук, в тому числі, мінеральних добрив. З іншого – інертність азоту запобігає його взаємодії з киснем в атмосфері, де його вміст складає 75,6 %, що

рятує флору й фауну планети від кислотних дощів. Співвітчизник вченого Лавуазьє хімік Шепталь лукаво запропонував назвати азот латино-грецькою назвою «нітрогеніум», що означає «що народжує селітру» [16]. Необхідно зазначити, що після відкриття теорії азотного живлення, азот атмосфери і водень природного газу стали основою синтезу аміаку, з яких виділяють азотну кислоту, а в подальшому з цих двох речовин – усі селітри та інші азотні добрива[13, 49].

Азот має вирішальну фізіологічну роль у житті всіх рослин і особливо зернових. Він є основою синтезу білків, а білки це основа життя. Життєдіяльність рослин і будь-якого іншого живого організму неможлива без таких білкових речовин як нуклеїнові кислоти, ферменти, вітаміни, пігменти, алкалоїди і ціла низка інших речовин у синтезі яких бере участь азот. Рослинні білки містять 16–18 % азоту, в сухій речовині його вміст змінюється від 0,4 до 0,6 %, а в зернових та зернобобових культурах – 2,5–5,0 % [19]. Важлива роль азоту полягає ще й в тому, що він входить до складу молекули хлорофілу, який забезпечує процес фотосинтезу.

Для підвищення продуктивності та конкурентоспроможності сільськогосподарського виробництва України, відтворення родючості ґрунтів щорічно потрібно вносити до 2,2 мли т азоту, що становить 80–120 кг/га, тоді як в Україні вносять лише 15–20 % від потреби. Зумовлено це тим, що, по-перше, середній рівень урожайності визначається, головним чином ступенем забезпеченості рослин азотом; по-друге, найбільшими виносами азоту з врожаями, втратами його з ґрунту внаслідок вимивання, ерозії, вивітрювання; по-третє, слабкою або ж практично повною відсутністю післядії азотних добрив і, нарешті дефіцитністю та дороговизною мінерального азоту [44].

В агрономічній практиці азот називають елементом росту. І це справедливо, оскільки всі процеси, фотосинтез, обмін речовин були б неможливі без участі цього елемента, бо він формує врожай і його якість. Зовнішні ознаки нестачі азоту проявляються в зниженні темпів росту, листки стають дрібні, світло-зелені, швидко жовтіють, стебло стає тонким, слабо розгалуженим [49].

В умовах інтенсивного ведення сільського господарства у зв'язку з урбанізацією, значна частина зерна експортується в інші країни, що приводить до значних втрат азоту. В середньому винесення азоту зерновими культурами складає 80–140 кг/га. За таких умов створюється відкрита система виробництва за якої для повного забезпечення рослин азотом необхідно вносити мінеральні добрива [11, 55].

У природних умовах основним джерелом азоту для рослин є ґрунт, вміст в якому цього елемента складає 0,05–0,5 %, а запаси у шарі ґрунту змінюються від 1,5 до 15 т/га. Найкраще рослина споживає катіон NH_4^+ і аніон NO_3^-, а в обмеженій кількості –аніони NO_2, органічні легкорозчинні аміди і найпростіші амінокислоти. Рослини однаково споживають амонійну та нітратну форми азоту. За певних умов (кисла реакція) рослини краще споживають нітратну форму азоту, а в умовах нейтральної-амонійну форму [73].

Значне поповнення азоту в ґрунті відбувається завдяки азотфіксації азоту атмосфери бульбочковими бактеріями, які живуть в симбіозі з кореневою системою бобових культур. В залежності від виду бобових культур розміри азотфіксації змінюються від 50 до 300 кг/га. Незначна частина (5–15 кг/га) азоту надходить в ґрунт завдяки діяльності вільноіснуючих мікроорганізмів і 10–15 кг/га завдяки опадам [28].

Незважаючи на різні шляхи надходження азоту в ґрунт більшість ґрунтів України мають недостатню забезпеченість цим елементом. Так, за даними М. М. Мірошніченка баланс азоту по Україні становить складав –20,8 кг/га, а для зернових культур – –24,9–45,6 кг/га, тобто є від'ємним. Враховуючи помітне збільшення площ посіву зернових культур, які мають високе винесення азоту, для отримання стабільних урожаїв високої якості необхідно вносити достатню кількість азоту в формі органічних і мінеральних добрив [67].

1.2 Агроекономічне оцінювання ефективності твердих азотних добрив і карбамід-аміачної суміші

Для підвищення ефективності мінеральних добрив необхідно чітко дотримуватися 4-х правил живлення рослин. Вони включають правильну розробку доз, поєднання елементів живлення в яких відповідає фізіолого-біологічним особливостям культури. Друге не менше важливе, це розробка науково-обґрунтованих доз добрив, які забезпечували повноцінне раціональне живлення рослин. Важлива роль належить вибору правильних строків і способів внесення добрив в найбільш важливі етапи онтогенезу. Четверте правило вимагає вибору найбільш дієвої форми елемента живлення яка забезпечує його повноцінне засвоєння і знижує втрати [28].

Доза добрив, форма елемента живлення, строки, способи їх внесення тісно взаємозв'язані як складові частини живлення рослин. У разі допущення помилки під час їх розроблення, система живлення буде неефективна і не забезпечить очікуваного результату. Дослідженнями учених встановлено, що завдяки правильному використанню добрив можна отримати в середньому 40-50 % прибавки урожаю сільськогосподарських культур [28, 62, 93].

Нині основою раціонального використання добрив і хімічних меліорантів повинна бути система застосування добрив. Цей аргумент охоплює питання планування, накопичення, внутрігосподарське виробництво, зберігання та застосування добрив. Він має враховувати загальні фізико-хімічні, агрохімічні властивості ґрунту від яких залежить реалізація біологічного потенціалу рослин [17].

Сучасні системи удобрення польових, овочевих і плодових культур повинні мати адаптивний характер тобто передбачати широке поєднання в використанні поряд з мінеральними органічних добрив, сидератів. Такий підхід дасть можливість стабілізувати родючість ґрунтів, поліпшити екологічний стан довкілля і отримувати екологічну чисту продукцію [37].

При розробці системи удобрення необхідно передбачити широке використання даних сучасних методів ґрунтової і рослинної діагностики. Особливо це важливо для включення в живлення використання рослин, стимуляторів росту речовин, спеціальних добрив, які дадуть можливість оптимізувати живлення рослин і отримувати стабільні врожаї за нижчих витрат [76].

У світовому виробництві азотні добрива займають перше місце. Україна в цьому плані не являється виключенням. За останні роки щорічне виробництво азотних добрив в Україні змінюється в межах 0,8–1,1 млн т, у той час як їх потреба складає 2,5–3,0 млн т. Фактично вноситься на поля незначна кількість азотних добрив (0,55 млн т) у тому числі під зернові, що складає в середньому 30–35кг/га[38].

Сучасний асортимент азотних мінеральних добрив, що випускаються промисловістю деякі вчені поділяють на шість, а інші на 5 груп: аміачні, амонійні, амонійно-нітратні, амідні та аміакати [16, 62]. В окрему групу виділяють повільнодіючі азотні добрива. Незважаючи на значну кількість груп азотних добрив, які в значних кількостях використовуються в виробництві, досить обмежені. В основному з твердих азотних добрив широке поширення мають аміачна селітра, вапняково-аміачна селітра і карбамід. Ці добрива вносяться під різні культури у різні строки і різними способами. Практика свідчить, що під час їх використання є агроекономічні складності внесення. Особливо відчутні збитки приносять втрати азоту із твердих добрив, які інколи можуть досягати до 40 % [90].

Важливим чинником для виробників і рослини є доступність елементів живлення із добрива. Незважаючи на те, що всі азотні добрива водорозчинні, коефіцієнт засвоєння азоту із твердих азотних добрив залишається досить невисоким і складає в середньому біля 50 %, а в зоні недостатнього зволоження менше вказаної цифри [90].

Для зниження витрат, а відповідно підвищення агрономічної і економічної ефективності азотних добрив важливе значення має комплексна

механізація всіх робіт, яка передбачає проходження добрива від заводу до поля. Актуальним є агрохімічний аспект, який би забезпечував максимальну доступність азоту для рослини в формах, які б сприяли оптимальному росту й розвитку рослин, формування врожаю та його якісних показників. В даному плані цим вимогам найліпше відповідають рідкі азотні добрива.

Використання рідких азотних добрив, як свідчить світова і вітчизняна практика, є характерною рисою високо розвинутого землеробства. На думку багатьох учених особливо ефективним рідким азотним добривом вважається карбамід-аміачна суміш (КАС). Це добриво отримало широке розповсюдження в багатьох високо розвинутих країнах світу: США, Франції, Данії, Бельгії, Японії, Канаді, Англії, Німеччині та інших країнах. Необхідно справедливо зазначити, що використання КАС в Україні за останні десять років підвищилася в 6 раз і досягли 120 тис. тонн, що складає біля 10 % від загального використання азотних добрив. [78]. Назва цього добрива включає початкові букв назв складових, які входять до його складу –карбамід-аміачна селітра. Це добриво є сумішшю концентрованих водних розчинів карбаміду і аміачної селітри (NH_4NO_3, $CO(NH_2)_2$), масова частка яких складає відповідно 31–36 і 40–44 %. Промисловість країн випускає три форми цього добрива: КАС-28, КАС-30 і КАС-32, із вмістом діючої речовини (N) відповідно 28, 30 і 32 %.[90].

Для отримання розчинів рідких азотних добрив КАС твердий карбамід розчиняють у лужному розчині нітрату амонію за t = 65 °С, pH = 7. Для отримання нітрату амонію аміачну селітру (NH_4NO_3) розчиняють в конденсаті, який містить аміак. У результаті цього процесу з мінімальними енергетичними завитратами отримують добриво, яке містить 27,5–32,5 % азота і 0,25 % біурета. Нині розроблено й інші способи виробництва КАС. Зокрема, за одним із них до розчину карбаміду добавляють гарячий розчин NH_4NO_3. Так, карбамід за температури 70 градусів постійно обробляють 60 % розчином NH_4NO_3, отримуючи при цьому азотне добриво, яке містить 30 % азоту. В США розроблений спосіб отримання суспендованого добрива на основі карбаміду нітрату амонію газоподібної речовини і води. Відповідно до ТУ розчини КАС

мають питому масу 1,28–1,31 г/см^3 і pH = 7–8. З ростом вмісту азоту температура випадання кристалів (замерзання) зростає, так: для КАС-28 вона складає -18 °С, а для КАС-32 -23 °С. З підвищенням температури фізичний стан КАС відновлюється. Гарантійний термін зберігання без зміни якісних показників складає шість місяців [45].

Карбамід-аміачна суміш має низку агрономічних переваг порівняно з твердими азотними добривами і навіть з найбільш концентрованим азотним добривом – безводним аміаком. Це добриво включає три форми азоту: амонійну(5,0–6,4 %), нітратну(5,0–6,4 %) і амідну (18,0–19,2 %). Такий склад забезпечує пролонговану дію рослин азотом, тобто амонійна і нітратна використовуються в першу чергу, на початкових фазах вегетації рослин, а амідна поступово, впродовж вегетації. Як зазначають низка вчених [86] амідна (органічна форма азоту) безпосередньо для рослин недоступна. В ґрунті за певних умов (температура +10–12 °С) амідна форма азоту під дією фермента уреази трансформується спочатку в амонійну форму, яка доступна для живлення рослин. У подальшому N–NH_4^+ піддається процесам нітрифікації і переходить у нітратну форму азоту, яка також споживається рослиною. Отже, створюється пролонговане, раціональне живлення рослин азотом впродовж вегетації.

Встановлено, що присутність трьох форм азоту в КАС особливо актуальна для зернових культур, які впродовж вегетації проявляють не лише потребу в азотному живленні, а й чутливість до різних форм азоту на різних етапах органогенезу. Амонійний і нітратний азот необхідний для відновлення весняної вегетації пшениці озимої, наростання її біомаси, проходження фотосинтезу та інших важливих фізіологічних процесів. Амідна форма азоту сприяє синтезу білкових речовин, а отже підвищенню якості зерна [62, 45].

Рідкий стан КАС дає можливість вносити це добриво в короткі строки, що особливо важливо в умовах недостатнього зволоження. Досить часто в південно-східних регіонах України при посіві озимих зернових культур створюються критичні умови відносно наявності вологи. За таких умов допосівне і припосівне внесення твердих азотних добрив мало того, що

неефективне, а навпаки створює стресові ситуації для проростаючих насінин. Як свідчить досвід цілої низки господарств цих регіонів у даному випадку найбільш ефективним є використання КАС, яка швидко трансформується в зону насінини і більш швидко засвоюється. В даному випадку досягається три мети: підвищується позиційна доступність елементів живлення, зростає коефіцієнт використання азоту, усувається конкуренція між добривом і насіниною за вологу. Відмічається [66, 67], що за поверхневого внесення твердих азотних добрив втрати азоту звітрюванням можуть за 10 діб досягати з аміачної селітри до 20 %, з карбаміду від 25 % до 30 %. Внесення КАС у вигляді розчину різної концентрації практично виключає такі втрати, оскільки відбувається швидка взаємодія добрива з ґрунтом.

Карбамід-аміачна суміш використовується в різні строки і різними способами внесення. Його широко й успішно використовують як основне удобрення під зернові, технічні і овочеві культури. Завдяки рідкого стану досягається висока рівномірність розміщення добрива по поверхні поля, що усуває строкатість в рості та розвитку рослин і одночасність достигання врожаю. Особливо висока ефективність допосівного внесення КАС під озимі зернові і озимий ріпак у роки недостатнього зволоження. Позитивним при використанні КАС в основних удобреннях є те, що знижуються втрати азоту промиванням, оскільки в цьому добриві вміст $N\text{-}NO_3$ не перевищує 6 % у той час як в аміачній селітрі він становить 17 % [45]. КАС успішно використовують для проведення ранньовесняних і весняно-літніх поверхневих і прикореневих підживлень як зернових, так і просапних культур. При цьому необхідно пам’ятати, що при проведенні другого (фаза виходу в трубку) і третього (початок колосіння) підживлень доза азоту не повинна перевищувати ввідповідно25–30 і 10–15 кг/га [45].

Концентрація водних розчинів КАС у фазу кущіння не повинна перевищувати 20 %, в фазу виходу в трубку – 15, колосіння – 10 %. Для зниження виникнення некрозів автор пропонує на кожні 100 л розчину добавляти 1 кг сульфату магнію. [45]. В останній час в Україні впроваджується досвід німецької

фірми Gustrower, який передбачає використання інжекторної техніки, тобто внесення добрива в зону кореневої системи під час вегетації. Такий спосіб значно підвищує швидкість дії і коефіцієнт засвоєння елементів живлення, повністю усуває його втрати і токсичну дію [39].

Розчини КАС можна використовувати для приготування подвійних (азотно-фосфорних) і потрійних (азотно-фосфорно-калійних) рідких коктелей з добавкою мікроелементів в формі хелатів. Такі суміші можна готувати з різним поєднанням поживних елементів, що забезпечує збалансоване живлення рослин і знижує побічні витрати. Використання для таких сумішей водорозчинних солей (монофосфат калію) дає можливість їх використовувати для позакореневих підживлень [25, 45].

Одночасно з КАС в одній баковій суміші можна вносити мікродобрива, засоби захисту рослин, регулятори росту, що істотно скорочує витрати на внесення засобів хімізації, дозволяє зменшити дози хімікатів на 10–20 %, запобігти ущільненню ґрунту і зекономити кошти. При цьому способі амідна форма азоту КАС з однієї сторони є джерелом азоту і проявляє себе як рістактивуюча речовина і є протектором, тобто знижує стресову дію засобів захисту рослин. Встановлено, що амідна (NH_2) форма азоту має найвищу проникність через кутикулу і продих клітини оскільки її розмір найменший і складає всього 0,82 А. Також КАС можна вносити з поливною водою [25, 51].

Для зниження витрат, а відповідно підвищення економічної ефективності добрив велике значення має комплексна механізація робіт по транспортуванню і внесенню добрив. Використання КАС дає можливість знизити витрати на стадії навантаження та розвантаження. Транспортування КАС порівняно з твердими азотними добривами забезпечує зниження витрат на 15–20 %. пристрої для внесення рідких добрив приблизно мають вдвічі вищу продуктивність порівняно з центробіжними для внесення твердих добрив. Безперечним є також те, що при всіх цих операціях відсутні втрати азоту, які характерні для твердих добрив [25, 45].

При застосуванні КАС набагато простіше вирішуються питання техніки безпеки і охорони довкілля. Як відомо, аміачна селітра є вибухо- й пожежонебезпечною речовиною. КАС це рідина яка не горить і не здатна вибухати. При її розвантаженні відсутні відкриті агрегати, які б могли загрожувати людині. Важливим є також відсутність значної кількості вільного аміаку, який забруднює атмосферу і є токсичним для здоров'я персоналу, що працює з добривом. Для зберігання цього добрива придатні резервуари, які не потребують витримки високого тиску. Корозійність розчинів КАС в декілька раз нижча порівняно з безводним аміаком і аміачною селітрою.

За останні десятиріччя об'єми використання КАС в Україні виросли в шість разів, однак польових досліджень по вивченню впливу цього добрива на продуктивність сільськогосподарських культур дуже мало. Окремі дослідження [25, 51] свідчать, що застосування КАС порівняно з аміачною селітрою під зернові культури дають можливість отримати прибавки врожаю в межах 0,35–0,55 т/га, а також значно поліпшити якість зерна. В літературі є дані, що при використанні карбамід-аміачної суміші капітальні вкладення в розрахунку на 1 тонну добрив знижуються на 28 %, експлуатаційні витрати на 25 %, трудові затрати на 50 % порівняно із застосуванням твердих азотних добрив [25]. Ці дані дають можливість стверджувати, що перехід на широке використання рідких добрив є характерною рисою високорозвинутого землеробства.

1.3 Особливості живлення та удобрення озимої пшениці

При розробці системи удобрення враховують особливості живлення рослин, оскільки різні рослини для свого росту й розвитку потребують неоднакового живлення. Знання цих умов дає змогу найповніше задовольняти ці вимоги, особливо такого важливого чинника, як живлення[4, 87].

Повністю реалізувати потенціальні можливості рослин можна лише завдяки оптимізації всіх чинників навколишнього середовища, в тому числі режиму живлення, без якого рослини не можуть нормально рости і розвиватися.

Всі ці чинники рівноцінні і зміні не підлягають. Це означає, що нестача одного з них обов'язково негативно позначиться на врожаї культур [89].

Озима пшениця вимоглива до умов живлення культура. Основну кількість поживних речовин озима пшениця поглинає за порівняно короткий час. Біля 70 % всього азоту, фосфору й калію пшениця озима поглинає до початку колосіння, тобто в період кущіння–виходу в трубку. Азот і фосфор у рослини найбільш інтенсивно поступає у період від фази весняного кущіння до колосіння, коли проходить інтенсивний ріст вегетативних органів і формування колосу [22, 88]. Другий максимум у поглинанні азоту й фосфору спостерігається в період наливу зерна. До фази колосіння поглинається 90–100 % загальної кількості азоту.

Фосфор у рослині бере участь в формуванні синтезу білкових речовин і накопиченні макроергічних сполук. Пшениця озима дуже чутлива до нестачі фосфору в самому ранньому віці. Низкою досліджень встановлено, що якщо пшеницю в ранньому віці заставити розвиватися без фосфору, а надалі сильно забезпечувати цим елементом, то це призводить не тільки до недобору зерна, а й до зниження в ньому білка [1, 3].

Калій найбільш інтенсивно поглинається в перший період вегетації пшениці озимої. Особливо енергійно він поглинається рослинами у період від фази виходу в трубку до фази колосіння [24, 30].

У живленні пшениці озимої виділяються два відповідальних періоди, коли використовується порівняно невелика кількість елементів живлення, але недостатня їх кількість наносить великий збиток формуванню майбутнього урожаю. Перший період (осінній) спостерігається від сходів до того періоду, коли рослина іде в зиму і другий період (ранньовесняний) – від відновлення вегетації і до початку виходу рослин у трубку. В перший (осінній) період для хорошого росту і перезимівлі рослини повинні бути забезпеченні помірним азотним живленням і підвищеним фосфорно-калійним. У другий (ранньовесняний) період найбільш чутливі рослини пшениці озимої до азотного живлення [29, 95].

Якість урожаю пшениці озимої формується в період наливу зерна, в який необхідно достатнє азотне живлення. [21]. В цей період доцільно проводити

позакореневе підживлення пшениці озимої водним розчином карбаміду.

Основу живлення зернових культур, в тому числі й озимої пшениці, складають запаси поживних речовин у ґрунті. В зв'язку з цим важливого значення має науково обґрунтоване застосування в сівозмінах органічних і мінеральних добрив, дотримання і використання всіх заходів системи землеробства господарства, спрямованих на підвищення родючості ґрунтів, створення і поповнення в орному шарі запасів N, P, K, Ca, Mg і мікроелементів.

Пшениця озима вимоглива до родючості ґрунту, тому добре реагує на внесення добрив. Дози добрив залежать від сортів, попередників і ґрунтів. Під озиму пшеницю інтенсивних сортів на родючих ґрунтах після багаторічних трав вносять повне мінеральне добриво в дозі $N_{60}P_{60}K_{50}$. Після однорічних трав вносяться мінеральні добрива в дозах 60–70 кг/га д. р., а в поєднанні з гноєм по 30–35 кг/га NPK. При розміщені пшениці озимої після гороху на родючих ґрунтах доза азоту складає 20–25 кг/га, фосфору 60 кг/га і калію 45 кг/га. Після кукурудзи на силос вноситься з однаковим співвідношенням поживних елементів у дозах по 70–90 кг NPK [56]. Вказані дози поживних речовин коректуються залежно від наявності їх у ґрунті згідно даних агрохімлабораторії.

Пшениця озима, маючи біологічний потенціал 12–15 т/га зерна, у виробничих умовах формує врожай 2-4 рази нижчий. Продуктивність пшениці озимої значною мірою пов'язана з рівнем ґрунтової родючості. Інтенсивна технологія передбачає дозоване внесення добрив, особливо азотних [18, 81].

На прикладі ВАТ «Ульянівське» Богодухівського району показано, що вміст у ґрунті поживних речовин та врожаї зернових культур змінюється залежно від рівня родючості ґрунтів. Не зважаючи на високі запаси елементів живлення в чорноземах, всі культури добре реагують на внесення добрив, особливо у роки достатнього зволоження [82].

Дослідження і передовий досвід показують, що найбільш вигідно вносити всю дозу фосфорних і калійних добрив під оранку або культивацію. Враховуючи кількість добрив і надходження їх у господарство впродовж року, їх вносять в декілька прийомів: під оранку або культивацію, в рядки під час сівби, в осіннє і

весняне підживлення. При цьому краще вносити в рядки повне складне добриво в дозах 10–15 кг/га NPK, в підживлення весною – азот, а решту добрив внести під оранку або культивацію. Для поліпшення якості зерна в фазу колосіння вносять до 30 кг/га азоту в формі карбаміду, як позакореневе підживлення [19, 40].

Отже, система удобрення пшениці озимої за інтенсивної технології вирощування передбачає передпосівне внесення основного удобрення і три–чотири підживлення азотом: ранньовесняне – на 2-му етапі органогенезу; на початку виходу в трубку – на 4-му етапі органогенезу (продуктивне); на початку колосіння – на 8-му етапі органогенезу (пізнє).

За даними учених [11, 56, 84] підживлення (N_{30}) на другому етапі органогенезу не обумовило приросту врожаю зерна але сприяло підвищенню вмісту білка до 14,2 % і клейковини до 30,7 %. У результаті проведення позакореневого підживлення карбамідом (N_{30}) урожай збільшився на 0,41 т/га, вміст білку зріс до 12,9 %, клейковини 32,2 %. Проведення двох підживлень (N_{30} на другому етапі + N_{30} на четвертому етапі + N_{30} на восьмому етапі органогенезу) привело до збільшення урожаю зерна на відповідно 0,39 і 0,54 т/га. Вміст білка та клейковини збільшився відповідно до 13,7 % і 34,2 %; 14,0 % і 35,7 %.

Відомо, що тривалість основних етапів органогенезу, на яких проводять підживлення, становить близько 10–14 діб, і найбільш ефективним буде внесення азоту в першій половині цього періоду [20]. Запізнення із підживленням дуже слабо впливає на озерненість колосу навіть за сприятливих погодних умов.

Виробничі випробування, які проводилися в умовах Рівненської області, показали високу результативність інтенсивної технології. Приріст урожаю озимої пшениці становив 1,05 т/га порівняно із звичайною технологією. Для дальшого вивчення можливості збільшення виробництва зерна в умовах достатнього зволоження Рівненська область стала базою по проведенню науково-виробничого експерименту. Враховуючи закономірності періодичності живлення і критичні періоди окремих елементів, можна управляти ростом і розвитком рослин. Практична реалізація цих вимог є важливою складовою

частиною найповнішого використання генетичного потенціалу сортів і ґрунтово-кліматичних ресурсів в умовах достатнього зволоження. А можливо це, якщо всі прийоми агротехнології використовуються в комплексі інтенсивної технології, яка передбачає: нейтральну або близьку до нейтральної реакцію ґрунтового розчину, повне забезпечення елементами живлення на запланований врожай (6,0–7,0 т/га) [50].

Внесення підвищених доз азоту в допосівний період призводить до посиленого кущіння, що зумовлює вилягання таких посівів, нерівномірності достигання, зменшує вихід великозернистої фракції, підвищує ламкість стебел і колосся. За нестачі азоту відбувається слабке кущіння, посилюється редукція потенційно продуктивних пагонів, колосків, скорочується вегетаційний період [74].

Щоб запобігти виляганню посівів, потрібно забезпечити правильне поєднання поживних елементів – азоту, фосфору й калію. Внесення фосфору збільшує кущистість рослин, запобігає виляганню, пришвидшує достигання, підвищує якість зерна. Доза внесення фосфору змінюється в межах від 40 до 100 кг/га д. р. Внесення калію сприяє формуванню більш виповненого зерна, збільшує стійкість до ураження хворобами, підвищується стійкість до вилягання, рослини краще витримують посуху. Доза внесення калію змінюється від 60 до 120 кг/га д. р. [74].

Короткий огляд літератури дає незаперечні докази про доцільність досліджень різних форм азотних добрив у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах, оскільки наявний досвід свідчить про недостатнє врахування агрохімічних особливостей їх внесення і трансформації у ґрунті та впливу на формування продуктивності пшениці озимої.

РОЗДІЛ 2

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕНЬ

У польовому досліді вирощували пшеницю м'яку озиму (*Triticum atstivum* L.) сорту Пейзаж [79]. Сорт посухостійкий, стійкий до вилягання. Характеризується як високоінтенсивний. Створений в Селекцйно-генетичному інституті Національний центри насіннєзнавства та сортовивчення.

Сорт рекомендований для вирощування в Лісостепу та Поліссі.

Господарські та біологічні характеристики сорту:

– Високоінтенсивного типу середній рівень урожайності в інституті 8,50 т/га, що на 0,57 т/га або на 8,7 % перевищує стандарт – сорт Куяльник. За екстремальних умов у 2018 році в Херсонському й Донецькому ОДЦЕСР сорт Пейзаж посів перше місце за врожайністю. Максимальну урожайність сорту було отримано на Черкаській ОДЦЕСР – 10,00 т/га (2-ге місце);

– середньоранній, вегетаційний період 274–279 діб, виколошується одночасно зі стандартом (сорт Куяльник);

– середньорослий (95–105 см), до вилягання стійкий (9 балів), осипання та проростання зерна в колосі незначне (9баліів);

– морозостійкість у контрольованих умовах штучного проморожування вище середньої (8,5–9,0 балів), після проморожування за температури –18 ºС живими залишалося 92–93 % рослин;

– сорт має високу стійкість до ґрунтової і повітряної посух (7,0–9,0 бала);

– стійкість до хвороб на рівні сорту Куяльник (середня). На інфекційному тлі стійкість до бурої іржі 3–7 балів, стеблової іржі – 4–5, жовтої іржі –5 і переноспорозу – 3–4 бали.

Сорт характеризується високими показниками якості зерна, як сильної пшениці на рівні сорту Куяльник. Сила борошна 420–440 о. а., вміст білка в борошні 13,2 %, седиментація 93 мл, індекс еластичності 61.

За апробаційними ознаками сорт відноситься до різновиду еритроспермум. Кущ прямостоячий, верхівковий листок слабко зігнутий. Колос веретеноподібний, середньої щільності (на колосовому стрижні 22 членики на 10 см його довжини), солом’яно-жовтого кольору. Ості середньої довжини і цупкості. Колоскова луска середніх розмірів, овальна. Кіль добре виражений, середньо зазубрений лише у верхній частині та на зубці. Кільовий зубець середній за довжиною, прямий, гострий. Плече середньої ширини, підняте або пряме, боковий нерв визначений слабо. Зернівка вище середньої крупності (42–43 г), коротка, овальної форми, інтенсивно червона.

Вимоги до агротехнології вирощування: рекомендується інтенсивна технологія, ліпше висівати після кращих попередників, з добрим поживним режимом ґрунту. Строк сівби бажано повинен бути оптимальним.

РОЗДІЛ 3

УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Характеристика ґрунту

Фермерське господарство «Матієнко В. М.» розташоване в Немирівському ОТГ Вінницького району Вінницької області, тобто в Правобережному Лісостепу України.

Враховуючи ґрунтовий покрив і кліматичні умови регіону розміщення фермерського господарства воно має зерновий напрямок. У господарстві в основному вирощуються зернові, олійні і бобові культури. В основному в структурі посівних площ переважають зернові культури.

У фермерському господарстві освоєна одна польова сівозміна.

Необхідно зазначити, що агрономічна служба господарства, при незначній кількості культур, що вирощуються, намагається дотримуватись правильності в чергуванні культур у сівозміні. Так, ведуча зернова культура – пшениця озима в основному висівається після бобових попередників. Олійна культура соняшник після кукурудзи, яка розміщена в сівозміні після пшениці.

Ґрунтовий покрив Лісостепової зони Вінницької області досить різноманітний. Тут переважають чорноземи опідзолені, сірі опідзолені, темно-сірі ґрунти. На понижених ділянках і на річних терасах знаходяться малогумусні чорноземи.

Темно-сірий опідзолений ґрунт є підтипом сірих опідзолених ґрунтів, що має складний генезис. Цей ґрунт утворився накладанням підзолистого процесу ґрунтоутворення на раніше сформований дерновий процес утворення ґрунтів чорноземного типу. Це сталося під впливом лісової рослинності, що поширилося на цю територію. Тому темно-сірі ґрунти поєднують у собі ознаки чорноземів і підзолистих ґрунтів. Сформувалися ці ґрунти на лесоподібних суглинках, карбонатних і неоглеєних материнських породах.

Профіль темно-сірого опідзоленого ґрунту чітко виявлений, диференційований, але не має окремого безгумусного елювіального горизонту (рис. 1) Гранулометричний склад цих ґрунтів неоднаковий унаслідок неоднорідності материнської породи. За гранулометричним складом ґрунт – грубопилуватий легкосуглинковий. Ґрунт характеризується краще вираженою розпилено-грудочкуватою структурою у верхньому горизонті.



Не 0–37 см	гумусовий, добре елювіальний, темно-сірий, свіжий, важкосуглинковий, грудкуватозернистий, рихлий, пронизаний корінцями рослин, перехід ясний.
НІ 38–68 см	ілювіальний, гумусований, бурувато-сірий, свіжий, легкоглинистий, щільний, горіховатої структури, грані структурних окремостей припудрені присипкою SiO_2, перехід ясний.
І 69–105 см	ілювіальний, коричнево-бурий, свіжий, легкоглинистий, щільний, горіхово-призматичний, дуже щільний, грані структурних окремостей червоно-бурою колоїдною лакіровкою, зустрічаються кротовини, перехід ясний.
Рі 106–125 см	слабоілювіальний лес, бурувато-палевий, вологий, легкоглинчатий, грудкувато-призмовидний, ущільнений, перехід неясний.
Рк 126–200 см	бурувато-палевий, глинистий, лес.

Рис. 1 Опис профілю темно-сірого опідзоленого ґрунту

В ґрунті дослідної ділянки вміст гумусу в шарі ґрунту 0-30 см складає 1,60–1,99 %, pH сольовий 5,9–6,2, гідролітична кислотність – 1,7–1,8 а сума ввібраних основ 21,7–25,9 смоль/кг ґрунту. За вмістом легкогідролізованого

азоту, рухомих сполук фосфору й калію ґрунт у досліді мав низьку забезпеченість азотом, підвищену фосфором і низьку калієм.

Таблиця 1

Агрохімічні властивості темно-сірого опідзоленого ґрунту

Показники	Орний шар 0–30 см
Вміст гумусу, %	2,60–2,90
pH_{KCl}	5,9–6,2
Гідролітична кислотність, смоль/кг ґрунту	1,7–1,8
Сума ввібраних основ, смоль/кг ґрунту	21,7–25,9
Вміст азоту легкогідролізованих сполук, мг/кг ґрунту	123–128
Рухомі сполуки фосфор, мг/кг ґрунту	111–114
Рухомі сполуки калію, мг/кг ґрунту	88–97

Із даних табл. 1 можна зробити висновок, що темно-сірі опідзолені грубо-пилуваті ґрунти за агрохімічними показниками цілком придатні для вирощування пшениці озимої та інших зернових культур.

3.2 Погодні умови

Територія Вінницької області розташована в правобережніій частині Лісостепу України. Території, на якій проводились дослідження, лежить в Атлантико-континентальній кліматичній області. Клімат помірно континентальний з відносно вологим теплим літом і м’якою зимою з частими відлигами. За характером вологозабезпечення – це підзона достатнього зволоження. За даними багаторічних спостережень середня річна температура повітря по області становить близько 8,3 °С.

Максимальна температура повітря влітку досягає 36–37 °С, а мінімальна в найхолодніші зими – до –34 °С. Середня багаторічна температура повітря найтеплішого місяця (липня) 19,3 °С, а найхолоднішого (січня) – -3,8 °С.

Річна сума опадів на території області в середньому становить 566 мм, ГТК– 1,2–1,4. Найбільша кількість опадів припадає на теплу пору року, коли переважають вітри західного напрямку (квітень–жовтень, близько 70 % від річної суми), а найменша – на зимовий період. Сніговий покрив настає у грудні, його глибина становить 15–20 см.

Початок весни (перехід температури через 0 °С) відбувається в середині березня. Період активної вегетації (період з температурою понад +10 °С) становить у середньому 150–160 діб. Сума ефективних температур складає 2400. Весняні приморозки починаються в першій декаді жовтня, а в окремих місцевостях – наприкінці вересня.

В окремі роки відхилення від середніх дат останнього весняного та першого осіннього приморозків у бік запізнення або пришвидшення досягають 10–30 діб. Завдяки цьому тривалість безморозного періоду відповідно змінюється і в середньому становить 150–165 діб.

Метеорологічні умови значно впливають на вміст форм поживних речовин у ґрунті, засвоєння їх рослинами, фотосинтез та інші процеси життєдіяльності рослин, що в кінцевому підсумку визначає урожай сільськогосподарських культур.

У червні, спекотна посушлива погода в першій декаді співпала з характеристикою основних складових погоди у рік проведення досліджень, складена на основі метеорологічних даних, одержаних метеостанцією Вінниця наведена в табл. 2.

Таблиця 2

Погодні умови під час проведення досліджень (за даними метеостанції Вінниця)

Рік	За рік	Місяць											
		8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
Кількість опадів, мм													
Середньобагаторічна	566	55	61	35	36	35	28	31	32	40	54	87	73
2022–2023 с.-г. рік	478	34	48	39	49	35	17	39	19	82	20	51	45
Відхилення, ±	-88	-21	-13	+4	+13	0	-11	+8	-13	+42	-34	-36	-28
Температура повітря, °С													
Середньобагаторічна	8,3	19,3	14,1	8,1	2,4	-2,3	-3,8	-2,7	1,9	9,1	14,7	18,2	20,0
2022–2023 с.-г. рік	10,1	20,8	14,4	8,8	3,0	1,2	2,1	1,5	3,6	9,5	15,0	19,3	21,7
Відхилення, ±	+1,8	+1,5	+0,3	+0,7	+0,6	+3,5	+5,9	+4,2	+1,7	+0,4	+0,3	+1,1	+1,7

Погодні умови в рік досліджень були сприятливими для росту та розвитку сільськогосподарських культур. Кількість опадів у даний сільськогосподарський рік за період вегетації озимої пшениці становила 478 мм, що на 88 мм менше середньобагаторічного показника. У 2022–2023 с.-г. році погодні умови характеризувалися відносно помірними опадами осінню 2012 року, надмірними взимку і в літньо-осінній період, що сприяло хорошому росту і розвитку рослин озимої пшениці.

Прояви посушливості в 2023 році на початку вегетації озимих і ярих культур не мали негативного впливу на ріст і розвиток рослин у зв'язку з достатнім рівнем зволоженості завдяки зимових опадів. Упродовж року проведення досліджень спостерігалась тенденція до підвищення температури повітря, в середньому за вегетацію зернових культур на 1,5–2,0 ºС порівняно з середньо багаторічними показниками.

Погодні умови квітня 2023 року були теплими і вологими. Середньодобова температура повітря становила 9,5 ºС, що на 0,4 ºС більше норми. Опадів випало 82 мм, що в 2 рази більше норми.

Перша декада травня року була прохолодною. Середньодобова температура повітря при нормі 14,7 ºС становила лише 9,1 ºС, що менше на 5,6 ºС. Мінімальна температура повітря в перших числах декади опускалась до –1,3 ºС. Опадів випало 14,5 мм, що на 5,5 мм менше норми. На ріст і розвиток озимої пшениці дані погодні умови не мали негативного впливу. Для періоду формування та достигання зерна була характерна жарка погода з надмірною кількістю опадів (2,1 рази вище норми). Підвищена температура червня і липня (20–22 ºС) стала причиною пришвидшення достигання зерна, що на 14 діб раніше минулорічної дати.

Літо в загальному було теплим з малою кількістю опадів. За травень – липень недобір опадів склав 98 мм, або 46 % середньобагаторічної величини. Цвітіння пшениці озимої проходило за посушливих умов і високої температури. Формування та налив зерна проходили за посушливої погоди, що зумовлювало отримання щуплого зерна.

Отже, у підсумку, можна зазначити, що температура і режим зволоження упродовж вегетації пшениці озимої 2022–2023 с.-г. року були відносно сприятливими для формування врожаю, перш за все як за температурним режимом, так і за кількістю опадів.

3.3 Схема досліду

Схема досліду та кількість внесених добрив залежно від варіанту наведено в табл. 3. В дослідах вивчалась ефективність рекомендованих доз добрив під пшеницю озиму. В окремих варіантах на фосфорно-калійному тлі вивчалась дія твердих і рідких азотних добрив, внесених різними способами.

Таблиця 3

Схема досліду

Варіант досліду (доза добрив)	Строк, спосіб внесення та форма добрив		
	Основне	Припосівне	Підживлення
Без добрив (контроль)	–	–	–
$N_{100}P_{80}K_{70}$ (Naa)	$Naa_{30}Pcr_{70}Kx_{60}$	$N_{10}P_{10}K_{10}$ (НАФК)	Naa_{40} рання весна Naa_{20} трубкування
$N_{100}P_{80}K_{70}$ (КАС)	$Naa_{30}Pcr_{70}Kx_{60}$	$N_{10}P_{10}K_{10}$ (НАФК)	$Nкас_{40}$ рання весна $Nкас_{20}$ трубкування
$N_{100}P_{80}K_{70}$ (50 % N в осн. удобрення)	$Naa_{50}Pcr_{70}Kx_{60}$	$N_{10}P_{10}K_{10}$ (НАФК)	$Nкас_{40}$ трубкування (прикоренево)
$N_{100}P_{80}K_{70}$ (N-КАС прикоренево + КАС і МЕ позакоренево)	$Naa_{30}Pcr_{70}Kx_{60}$	$N_{10}P_{10}K_{10}$ (НАФК)	$Nкас_{40}$ рання весна $Nкас_{20}$ + МЕ (Брексіл-5) позакоренево

У досліді застосовувалися мінеральні добрива в формі аміачної селітри, карбаміду, карбамід-аміачної суміші (КАС-32), суперфосфату гранульованого (20 % P_2O_5) і калію хлористого (60 % K_2O). Для підживлення використовували мікродобриво Брексіл дозою 5 л/га.

Повторність польових дослідів триразова, площа облікової ділянки 50 м^2.

Агротехнологія вирощування пшениці озимої була загальноприйнятою для даної зони.

Виходячи зі схеми досліду, в завдання досліджень входило вивчення таких питань:

1. Вплив рекомендованих доз твердих і рідких добрив на вміст різних форм азоту в ґрунті в ході вегетації пшениці озимої.

2. Вплив різних способів внесення і форм азотних добрив на ріст і розвиток рослин озимої пшениці під час вегетаційного періоду.

3. Порівняльне оцінювання впливу твердих і рідких азотних добрив, внесених різними способами на величину урожаю пшениці озимої та його якісні показники.

3.4 Технологія вирощування пшениці озимої у досліді

Технологія вирощування пшениці озимої у досліді була спрямована на оптимізацію умов вирощування рослин на всіх етапах їх росту й розвитку – культури великих потенційних можливостей, вимогливої до родючості ґрунту, яка добре реагує на удобрення, особливо азотними добривами.

Зяблевий обробіток розпочинається відразу після збирання попередника і включає в себе лущення стерні в два сліди і культивацій після опадів. Культивації були направлені на знищення бур’янів, збереження вологи і приведення агрофізичних властивостей ґрунту до посівного стану.

Фосфорні й калійні добрива вносили під зяблевий обробіток ґрунту, азотні – згідно схеми досліду. У рядки під час сівби вносили нітроамофоску.

За два–три тижні до сівби насіння протруювали системним фунгіцидом Раксіл екстра (1,5 кг/т зерна) протруювачем ПС-10. Сівбу проводили сівалкою СЗ-5,4 в оптимальний строк – у третій декаді вересня. Норма висіву становила 5,0 млн схожих насінин/га, а глибина загортання насіння – 4–5 см.

На стадії сходів–кущіння проти попелиць проводили обприскування посівів пшениці озимої інсектицидом Фастак (0,25 л/га). В осінньо-зимовий період проти мишовидних гризунів розкладали приманку Шторм.

Посіви пшениці озимої проти низки хвороб – кореневих гнилей, бурої листової іржі, борошнистої роси, септоріозу у фазі колосіння рослин проводили обприскування розчином Альто Супер 330 ЕС (0,40 л/га).

Збирання врожаю зерна пшениці озимої проводили суцільним методом прямим комбайнуванням. Урожайність соломи визначали методом пробного снопа з наступним визначенням відношення зерна до соломи.

3.5 Методика проведення досліджень

Відбір ґрунтових зразків в досліді з пшеницею озимою проводили в періоди і фази: перед сівбою, у фазу весняного кущіння, колосіння і збору урожаю в шарі ґрунту 0–30 см.

Біометричні спостереження за ростом пшениці озимої проводили в фазу трубкування, колосіння, молочно-воскової і повної стиглості.

Лабораторні дослідження проводили в лабораторії кафедри агрохімії і ґрунтознавства Уманського національного університету садівництва. У відібраних ґрунтових зразках визначали: pH сольової суспнзії потенціометрично, вміст азоту легкогідролізованих сполук за методом Корнфілда, амонійного азоту – фотометрично з реактивом Несслера, нітратного –іонометрично з допомогою іонселективного електроду, рухомих сполук фосфору і калій за методом Чирикова.

Фенологічні спостереження за рослинами пшениці озимої проводили відповідно до методики. Вимірювання біометричних показників проводили в такі фази (етапи) росту і розвитку культур (пшениця): поява сходів, кущіння, вихід у трубку, колосіння, цвітіння, стиглість зерна (молочно-воскова і повна).

Визначення показників якості зерна пшениці озимої проводили такими методами: вміст білкового азоту в зерні за методом Барштейна, сирої клітковини – методом відмивання водорозчинних речовин.

Збір врожаю проводився поділяночно. Математична обробка даних врожаю і показників якості проводилась методом дисперсійного аналізу з використанням комп’ютерної програми «Агростат».

РОЗДІЛ 4

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Вплив різних форм і способів внесення азотних добрив на азотний режим грунту під пшеницею озимою

Визначення вмісту потенційно доступних для рослин поживних речовин у ґрунті є основою для розробки системи удобрення та діагностики живлення рослин під час вегетації.

Серед труднощів застосування ґрунтового аналізу по вмісту різних форм азоту відмічена відсутність агрохімічного показника, що надійно характеризує стан доступного рослинам азоту в ґрунті. Швидка мінералізація його сполук, зв'язування мікроорганізмами, переміщення по профілю ґрунту, газоподібні втрати – це ті особливості колообігу азоту, які не дозволяють використовувати методи розроблені для фосфору і калію [94].

Водночас практичний досвід показує, що зазвичай надійним методом встановлення забезпеченості рослин азотом є визначення вмісту мінеральних форм азоту на початку весняної вегетації пшениці озимої. Отримані нами дані свідчать, що добрива істотно впливали на вміст мінеральних форм азоту в ґрунті, зокрема, внесення $N_{100}P_{80}K_{70}$ у фазу весняного кущіння сприяло збільшенню вмісту амонійного і нітратного азоту в орному шарі ґрунту відповідно на 5,6 і 3,2 мг/кг ґрунту порівняно з контролем (табл. 4).

За внесення азоту у формі карбамід-аміачної суміші суттєвих змін у вмісті в ґрунті азоту мінеральних форм не спостерігалося. На нашу думку, це пояснюється тим, що вміст амонійного і нітратного азоту в КАС незначний і складає всього 12,4 %, в той час як основна маса азоту представлена в органічній (амідній) формі. Для її трансформації в амонійну форму завдяки діяльності ферменту уреази в цей час ще немає відповідних умов.

У ході вегетації пшениці озимої вміст амонійного і нітратного азоту в ґрунті помітно знижується внаслідок інтенсивного засвоєння його рослинами.

Більш відчутне зниження вмісту азоту амонійних і нітратних сполук у фази колосіння і молочно-воскової стиглості зерна спостерігалось у варіанті досліду, де вносились тверде азотне добриво у формі аміачної селітри. Це пояснюється тим, що амонійна і нітратна форма азоту нітрату амонію значно швидше засвоюється рослинами пшениці озимої, а також більш інтенсивно транспортується в важкодоступні форми[94].

У варіантах досліду, де вносили КАС відбувається поступове перетворення амідної форми в амонійну, яка частково споживається рослинами, а певна частина піддається процесам нітрифікації. За таких умов з однієї сторони сповільнюються процеси імобілізації азоту добрива ґрунтом, а з іншої – забезпечується раціональне (пролонговане) живлення азотом рослин пшениці озимої у найбільш важливі фази органогенезу. Характерно, що до кінця вегетації вміст азоту мінеральних форм у ґрунті суттєво знижується, однак у варіантах досліду, де вноситься азот в формі карбамід-аміачної суміші його вміст був на 1–2 мг/кг вищий порівняно з варіантом, де вносилась аміачна селітра.

Таблиця 4

Вплив різних форм азотних добрив на вміст азоту мінеральних форм у ґрунті, мг/кг ґрунті

Варіант досліду	Шар ґрунту, см	Фаза росту й розвитку							
		весняного кущіння		колосіння		молочно-воскової стиглості		повної стиглості	
		$N\text{-}NH_4^+$	$N\text{-}NO_3^-$	$N\text{-}NH_4^+$	$N\text{-}NO_3^-$	$N\text{-}NH_4^+$	$N\text{-}NO_3^-$	$N\text{-}NH_4^+$	$N\text{-}NO_3^-$
Без добрив (контроль)	0–25	25,3	6,2	17,2	4,4	11,6	2,0	8,0	1,1
	25–50	16,8	6,0	10,4	4,0	7,2	1,5	4,3	0,6
$N_{100}P_{80}K_{70}$ (Naa)	0–25	30,9	9,4	21,0	6,1	16,5	4,6	10,9	1,9
	25–50	19,8	10,7	14,2	4,6	11,4	3,3	6,6	1,0
$N_{100}P_{80}K_{70}$ (КАС)	0–25	27,6	8,5	25,5	8,2	18,5	5,9	12,0	2,0
	25–50	18,1	9,0	16,8	7,9	12,9	5,1	7,3	0,9
$N_{100}P_{80}K_{70}$ (50 % N восени)	0–25	28,5	8,9	24,2	7,9	18,0	5,7	11,7	1,5
	25–50	17,7	9,2	15,7	7,2	11,9	5,0	6,9	0,8

4.2 Вплив різних форм азотних добрив і способів їх внесення на вміст азоту легкогідролізованих сполук у ґрунті

Зазвичай ґрунти здатні поглинати значні кількості фосфору та калію. Тому рослини можуть їх використовувати упродовж багатьох років. Разом з тим збільшити запаси азоту в ґрунті на тривалий час неможливо внесенням надмірно високих доз азотних добрив, що не завжди позитивно сприймають рослини. Це пояснюється складними процесами його перетворення в системі «ґрунт – рослина – добриво». Як відмічає Б. С. Носко [70], вже через п’ять діб після внесення азотного добрива в ґрунті знаходять 50 % його вмісту в доступній формі, а через 20 діб всього 10–20 %. За таких умов важливо вносити такі види азотних добрив, які б більш повільно трансформувались у важкодоступні форми, які недоступні для живлення рослин.

Зазвичай оцінювання забезпеченості рослин азотом проводять за вмістом його легкогідролізованих сполук у ґрунті. В наших дослідженнях вміст цієї форми азоту під впливом добрив в фазу весняного кущіння зростала за внесення твердих азотних добрив на 7,7–4,1 мг/кг ґрунту, а за внесення карбамід-аміачної суміші на 14,4–8,0 мг/кг ґрунту в орному і підорному шарах (табл. 5). Більш високий вміст азоту легкогідролізованих сполук у варіантах, де вносяться рідкі азотні добрива пояснюється формами азоту, які містяться в КАС. Відомо, що із 32 % загального вмісту азоту в КАС міститься в амідній формі (органічній) формі 19 %, а оскільки легкогідролізовані сполуки азоту це мінеральні форми плюс амідний азот твердих органічних сполук тому його підвищений вміст у цих варіантах цілком закономірний. Варто зазначити, що незважаючи на відчутне зниження вмісту легкогідролізованих сполук азоту в ході вегетації у варіантах з рідкими добривами його вміст був дещо вищим. Це ше раз підтверджує пролонговану дію амідної форми азоту в КАС.

Таблиця 5

Вплив різних форм азотних добрив і способів їх внесення на динаміку вмісту легкогідролізованих сполук азоту в ґрунті під пшеницею озимою, мг/кг

Варіант досліду	Шар ґрунту, см	Фаза росту й розвитку			
		Весняного кущіння	Колосіння	Молочно-воскової стиглості	Повної стиглості
Без добрив (контроль)	0–25	40,5	29,1	18,9	14,8
	25–50	37,7	20,5	16,2	12,0
$N_{100}P_{80}K_{70}$ (Naa)	0–25	48,2	36,6	22,2	16,2
	25–50	41,8	31,4	18,7	13,5
$N_{100}P_{80}K_{70}$ (КАС)	0–25	53,4	40,2	27,6	16,9
	25–50	44,5	35,3	21,4	14,1
$N_{100}P_{80}K_{70}$ (50 % N восени)	0–25	54,9	41,1	28,0	16,6
	25–50	48,8	35,6	22,0	13,8

У більшості ґрунтів запаси поживних речовин порівняно з потребою у них рослин досить великі, водночас їх рухомих форм не вистачає навіть на родючих ґрунтах. Пояснюється це тим, що лише незначна частина – 1 % загального азоту доступний для рослин [65].Основний запас азоту в ґрунті міститься у вигляді органічних і важкорозчинних мінеральних сполук.

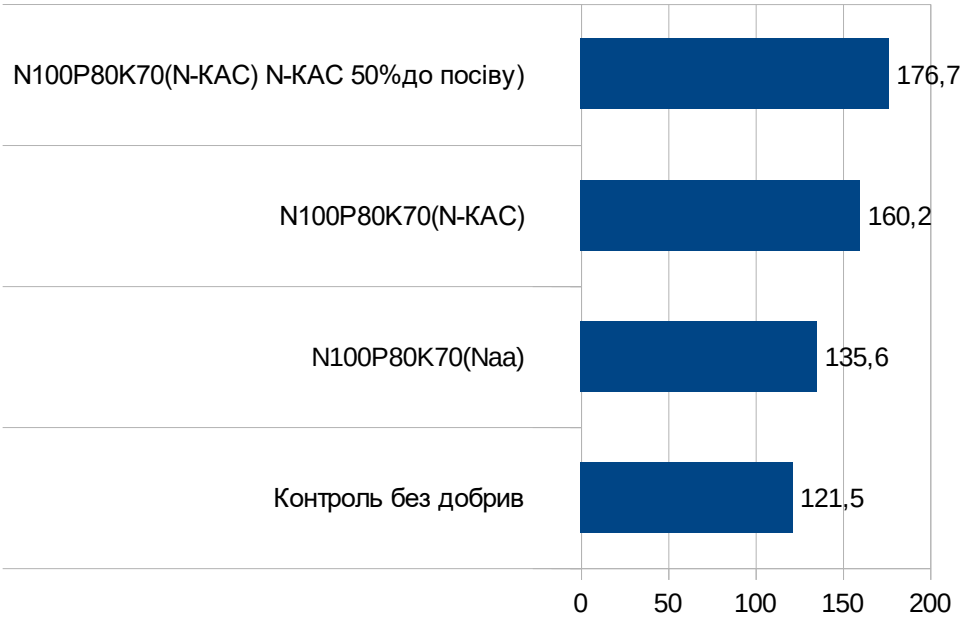


Рис. 2 Запаси азоту легкогідролізованих сполук в орному шарі у фазу весняного кущіння пшениці озимої, кг/га

Завдання удобрення ґрунту – поповнити вміст рухомих сполук елементів і створити у ґрунті сприятливі умови для раціонального живлення і перетворення недоступних сполук у доступні.

За результатами наших досліджень запаси азоту легкогідролізованих сполук в орному шарі ґрунту у фазу весняного кущіння на ділянках без добрив складали 121,5 кг/га, у варіанті де вносилися тверді азотні добрива в формі нітрату амонію –135,6 і у варіанті досліду де вносилась карбамід-аміачна суміш роздільно – 176,7 кг/га (рис. 2). Така різниця пояснюється різним вмістом нітратної, амонійної і амідної форм азоту в цих добривах.

Отже, можна зробити висновок, що добрива помітно впливають на азотний режим ґрунту. При цьому необхідно зазначити, що карбамід-аміачна суміш завдяки вмісту азоту в трьох формах, серед яких за вмістом переважає

амідна, забезпечує більш стабільний вміст і пролонговане живлення рослин азотом.

4.3 Вплив азотних добрив на ріст і розвиток рослин пшениці озимої

Важливим і поки що не повністю використаним резервом підвищення врожайності і якості продукції зернових культур є застосування добрив. Серед основних макро- й мікроелементів найважливіша роль належить азоту, питома частка якого у формуванні врожаю зернових 48–53 % [54]. Тому досить актуальним є вивчення впливу різних форм, за фізичним станом, азотних добрив і способів їх внесення, вплив на ростові процеси формування урожаю зерна і зміну його якісних показників.

У ранньовесняний період рослини пшениці озимої найчутливіші до азотного живлення. Навесні пшениця озима рано відновлює свій ріст і потребує посиленого живлення азотом. Його засвоєння в цей період залежить не скільки від його вмісту, стільки від форми в якій він міститься, часу дифузії його до кореневої системи.

Результати проведених досліджень свідчать, що азотні добрива, внесені на тлі фосфорних і калійних, позитивно впливали на стан посівів пшениці озимої під час відновлення вегетації. При внесенні азотних добрив у формі аміачної селітри кількість рослин на 1 м^2 зростала на 135 штук, а стебел відповідно на 515 штук, що забезпечувало зростання коефіцієнта кущистості на 0,3 порівняно з контролем (табл. 6). Внесення азоту в формі рідкого добрива КАС дещо поліпшувало стан посівів весною. В незначній мірі, на 11–22 і 109–225 штуки відповідно зростала кількість рослин і стебел на 1 м^2 поля, що забезпечувало зростання коефіцієнта кущистості на 0,2–0,4. Найкращий стан пшениці озимої відмічений на ділянках, де до сівби було внесено 50 % дози азоту у формі карбамід-аміачної суміші. На нашу думку, цьому сприяла достатньо висока позиційна доступність азоту з КАС в умовах недостатнього зволоження, яке спостерігалось.

Таблиця 6

Вплив різних форм азотних добрив і способів їх внесення на стан пшениці озимої при відновленні вегетації

Варіант досліду	Кількість, штук/м^2		Коефіцієнт кущіння
	рослин	стебел	
Без добрив (контроль)	210	658	3,1
$N_{100}P_{80}K_{70}$ (Naa)	345	1173	3,4
$N_{100}P_{80}K_{70}$ (КАС)	356	1282	3,6
$N_{100}P_{80}K_{70}$ (50 % N в осн. удобрення)	367	1398	3,8

У період весняного кущіння–початку виходу рослин у трубку меристема верхівкових точок росту стебел рослин диференціює нові колоски, а наприкінці фази виходу в трубку ці властивості втрачає. Після цього періоду кількість колосків у колосі вже не збільшується. Тому в цей період рослини пшениці озимої потребують достатнього, але не надлишкового живлення азотом. Надмірне азотне живлення при цьому стимулює утворення додаткових непродуктивних пагонів, сприяє сильному росту, що досить часто зумовлює вилягання посівів.

В нашому досліді добрива сприяли росту рослин у висоту впродовж усієї вегетації, однак суттєвої різниці цього показника за внесення різних форм азотних добрив не спостерігалось. Так, на час весняного кущіння висота рослин у варіантах досліду з добривами змінювалась в межах 39–43 см при висоті на контролі 28 см (табл. 7). Така закономірність зберігалася впродовж усієї вегетації.

Таблиця 7

Динаміка висоти рослин пшениці озимої залежно від форм азотних добрив і способів їх внесення

Варіант досліду	Фаза росту й розвитку			
	Весняне кущіння	Колосіння	Молочно-воскова стиглість	Повна стиглість
Без добрив (контроль)	28	80,2	110	110
$N_{100}P_{80}K_{70}$ (Naa)	39	111	129	134
$N_{100}P_{80}K_{70}$ (КАС)	40	119	136	141
$N_{100}P_{80}K_{70}$ (50 % N в осн. удобрення)	43	120	140	150

Отже, можна зробити висновок, що внесення азоту у формі карбамід-аміачної суміші, яка містить три (амонійну, нітратну та амідну) форми азоту, які мають різну доступність, забезпечує раціональне, пролонговане живлення рослин азотом упродовж вегетації, що ліпше стимулює утворення репродуктивних органів і не в значній мірі стимулює надмірний ріст вегетативної маси.

Таблиця 8

Структура врожаю пшениці озимої залежно від форм азотних добрив і способів їх внесення

Варіант досліду	Загальна кущистість, шт.	Продуктивна кущистість, шт.	Довжина колоса, см	Кількість зерен у колосі, шт.	Маса зерен у колосі, г	Маса 1000 зерен, г	Натура, г/л
Без добрив (контроль)	3,1	2,6	7,4	24	2,5	59,7	694
$N_{100}P_{80}K_{70}$ (Naa)	3,4	3,1	9,1	31	3,9	61,2	768
$N_{100}P_{80}K_{70}$ (КАС)	3,6	3,4	9,6	36	4,1	64,2	794
$N_{100}P_{80}K_{70}$ (50 % N в осн. удобрення)	3,8	3,6	9,9	39	5,4	69,7	802

Аналіз структури врожаю пшениці озимої сформованої залежно від форм, строків і способів внесення азотних добрив свідчить, що вони помітно змінювались (табл. 8). Загальна і продуктивна кущистість у варіанті досліду з аміачною селітрою була на 9–19 % вища порівняно з контрольним варіантом. У варіантах з рідким азотним добривом цей показник зростав до 23–38 %. Довжина колоса і кількість зерен у ньому відповідно у варіанті з твердими азотними добривами були 9,1 см і 31 шт., з рідкими 9,6–9,9 см і 36–39 штук, у той час як на контролі, ці показники відповідно складали 7,4 см і 24 штуки. Помітно змінювались під дією добрив такі важливі фізичні показники як: маса 1000 зерен і натура – відповідно 64,2–69,7 г і 794–802 г/л. У контрольному варіанті ці величини складали 59,7 г і 694 г/л. Найбільш помітно на зростання показників структури врожаю впливало внесення КАС дробно, в тому числі позакоренево спільно з мікродобривом.

Отже, можна вважати, що використання рідкого азотного добрива КАС сприяє більш інтенсивному росту й розвитку рослин пшениці озимої, формуванню вищих врожаїв з кращими показниками якості зерна, завдяки більш раціонального і пролонгованого живлення впродовж вегетації.

4.4 Вплив різних форм азотних добрив на урожай і якість зерна пшениці озимої

Встановлено, що продуктивність пшениці озимої залежить від багатьох чинників, які можна поділити на природні й антропогенні. Так, серед природних виділяють чинники, які не підлягають регуляції – це світловий і температурний режими території, загальна кількість опадів і їх розподіл за періодами року, а також тривалість вегетаційного періоду. При цьому необхідна повна оптимізація антропогенних чинників, які передбачають оптимальне використання особливостей сорту, насіння, добрив, засобів захисту рослин, а також проведення збирання врожаю без втрат [8, 97, 42, 53, 57].

Як відмічалось раніше, роль азоту в формуванні урожаю пшениці озимої досить суттєва, тому від його дози внесення та ефективності використання залежить урожайність. Висока реакція пшениці на цей елемент живлення та підвищена стійкість проти вилягання її сучасних сортів відкриває великі можливості для впровадження нових ефективних форм азотних добрив і способів їх внесення.

Звичайно, однорічні дослідження є недостатніми для формування остаточних висновків про вплив добрива на продуктивність культури проте результати обліку врожаю показали позитивну тенденцію у варіантах з різними формами і способами внесення азотних добрив. Так, у варіанті де вносили на фосфорно-калійному тлі азот (N_{100}) у формі аміачної селітри прибавка урожайності відносно контролю складала 2,24 т/га. У варіантах, де азот вносився в різні строки і різними способами в формі карбамід-аміачної суміші (КАС) прибавки змінювалася в межах 2,73–3,06 т/га. Найвищий (6,30 т/га) урожай пшениці озимої було отримано у варіанті досліду де до сівби вносили N_{30}, ранньою весною N_{60} і фазу колосіння N_{10} + МЕ (Брексіл-5) позакоренево (табл. 9).

Підсумувавши сказане можна зробити висновок, що добрива є вагомим чинником підвищення величини врожаю пшениці озимої. Поряд з тим, необхідно зазначити, що врожайність зерна отримана у варіантах досліду з рідкими добривами КАС була на 0,49–0,82 т/га вища порівняно з внесенням азоту в формі аміачної селітри. Це можна пояснити більш високою мобільністю азоту різних форм азоту в цьому добриві, що забезпечує рослину відповідно до її потреб у різні фази онтогенезу.

Показники якості зерна пшениці озимої поділяють на фізичні, біохімічні і технологічні. Основна біологічна цінність зерна пшениці це білок, вміст якого змінюється від 10 до 25 %. Білки і їх фракційний і амінокислотний склад характеризують біологічну цінність зерна. До фізичних властивостей показників якості зерна відноситься натура (маса 1 л в грамах), маса 1000 зерен і скловидність. Ці показники визначають борошномельні переваги зерна. Чим

вища натура, тим вищий вихід борошна. Харчова цінність визначається вмістом і якістю клейковини, а також станом вуглеводно-амілазного комплексу. Ці показники характеризують здатність борошна забезпечувати отримання м'якого, пористого, високого хліба з приємним смаком, запахом і кольором [72, 76].

Таблиця 9

Вплив різних форм азотних добрив і способів їх внесення на урожайність і якість зерна пшениці озимої

Варіанти досліду	Урожайність, т/га	Прибавка до контролю, т/га	Показники якості	
			Вміст білка, %	Вміст клейковини, %
Без добрив (контроль)	3,24	–	11,2	26,8
$N_{100}P_{80}K_{70}$ (Naa)	5,48	2,24	13,4	28,9
$N_{100}P_{80}K_{70}$ (КАС)	5,97	2,73	13,7	29,0
$N_{100}P_{80}K_{70}$ (50 % N в осн. удобрення)	6,01	2,87	14,0	29,3
$N_{100}P_{80}K_{70}$ (N-КАС прикоренево + КАС і МЕ позакоренево)	6,30	3,06	14,4	29,9
$НІР_{05}$	0,29		0,6	1,6

Якість зерна пшениці озимої значно залежить від ґрунтово-кліматичних умов, а також від рівня родючості ґрунту. Відомо, що з метеорологічних чинників найбільший вплив на формування якості зерна має температура і відносна вологість повітря на стадії IX–XII етапів органогенезу (початок формування та налив зерна). Географічно вміст білка й клейковини зростає з пересуванням з півночі на південь і з заходу на схід.

Також відомо, що за допомогою селекції можна не тільки значно поліпшити показники якості зерна пшениці, але і суттєво змінити такий консервативний показник, як амінокислотний склад білків. Так, підвищення вмісту білку тільки на 1 % може забезпечити підвищення валового збору рослинного білку на сотні тисяч тонн.

Однак найвагомішим прийомом, що впливає на якість зерна є мінеральне живлення рослин. Дослідниками доведено, що азот мінеральних добрив,

внесений в дозі 60–90 кг/га, збільшує вміст клейковини на 5,5–6,8 %, а білка – на 2,5–3,0 %. Оптимальною дозою азотних добрив для поліпшення якості зерна пшениці вважається 90–120 кг/га азоту. Важливу роль в поліпшенні якості зерна мають позакореневі підживлення амідною формою азоту і мікродобривами [15, 76].

В нашому досліді добрива позитивно впливали на вміст білка та сирої клейковини в зерні пшениці озимої (див. табл. 9). При внесенні рекомендованої ($N_{100}P_{80}K_{70}$) дози азоту (форма азоту аміачна селітра) у складі повного мінерального добрива вміст білка в зерні пшениці озимої складав 13,4 %, що на 2,2 % вище порівняно з контрольним варіантом. Заміна твердого азотного добрива на КАС, яка вносилась до сівби і в підживлення в весняно-літній період сприяла підвищенню вмісту білка на 0,3 %. Перенесення 50 % азоту, від загальної дози, у допосівне внесення також відмічене зростанням вмісту білку на 0,3 %. В цих двох випадках використання рідкої форми азотних добрив, яке містить три форми азоту (70 % амідна), на наш погляд, краще забезпечувала рослини азотом на стадії, коли відбувається налив зерна і синтез білка. Найвищий (14,4 %) вміст білка в зерні був відмічений у варіанті де N_{100} вносилось в формі КАС в таких дозах: N50 +МЕ-весною і позакоренево в фазу колосіння.

Вміст клейковини у варіантах з добривами був на 2,1–3,1 % вищий порівняно з контролем (див. табл. 9). Різниця у вмісті сирої клейковини у варіантах з добривами змінювалась у межах 1,0 %. Більш інтенсивно синтез і накопичення клейковини спостерігався у варіанті, де проводилось позакореневе внесення азотних добрив.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ ПІД ПШЕНИЦЮ ОЗИМУ

Важливим показником застосування добрив є їх економічна ефективність. Розробка економічно ефективних систем і рівнів застосування добрив є актуальним питанням землеробства [23].

Аналіз економічної ефективності застосування добрив проводять по роках і в середньому за кілька років з урахуванням фактичної і нормативної оплати добрив урожаєм. Фактичну економічну ефективність добрив визначають для кожної культури, оцінюючи приріст врожаю за поточними цінами. Це дає змогу виявити доцільність вкладень в отриманий від добрив приріст урожаю. Найпростішим способом визначення ефективності добрив є порівняння витрат поживних речовин добрив на приріст одиниці врожаю з нормативною оплатою. Менша від нормативної оплата приросту врожаю свідчить про низьку економічну ефективність застосування добрив і вимагає перегляду системи і технології застосування добрив, підвищення культури землеробства.

Якщо фактичні витрати близькі до нормативних або нижчі за них, то вважають, що добрива використовують раціонально та ефективно, а якщо фактичні витрати більші за нормативні, то вважають, що ефективність добрив низька. Економічна ефективність використання добрив визначається на різних рівнях: безпосередньо в сільськогосподарських підприємствах різних форм власності – господарська ефективність; у районі, області, країні, державі – регіональна ефективність; у сільському господарстві в цілому – галузева ефективність; у масштабі національного господарства – національна господарська ефективність. Господарську ефективність добрив можна визначити на рівні окремої культури (поля), окремої сівозміни, а також на рівні всього підприємства.

Таблиця 10

Економічна ефективність різних форм і строків внесення азотних добрив під пшеницю озиму

Розрахунок економічної ефективності вирощування пшениці озимої проведений з урахуванням вартості мінеральних добрив і витрат на їх внесення. До витрат, пов'язаних із використанням добрив, враховано також витрати на їх навантаження і транспортування, а також збирання і перевезення додаткового урожаю, одержаного завдяки добрив.

Варіант досліду	Приріст урожаю		Додаткові витрати на 1 га, грн			Приріст умовно чистого доходу, грн/га	Рівень рентабельності (збитковості) додаткового доходу, %
	т/га	Вартість, грн/га	на внесення добрив	на збирання додаткового врожаю	Всього		
$N_{100}P_{80}K_{70}$ (Naa)	2,24	11200	13005	672	13677	–2477	–18,1
$N_{100}P_{80}K_{70}$ (КАС)	2,73	13650	12608	819	13427	–223	–1,6
$N_{100}P_{80}K_{70}$ (50 % N в осн. удобрення)	2,87	14350	12314	861	13175	1175	8,9
$N_{100}P_{80}K_{70}$ (N-КАС прикоренево + КАС і МЕ позакоренево)	3,06	15300	12811	918	13729	1571	11,4

Економічний аналіз використання добрив показав, що найбільших витрат потребує внесення такого добрива як карбамід-аміачна суміш, яка вносилась разом із мікродобривом (13729 грн/га), через те що КАС потребує особливих умов транспортування, зберігання та необхідність спеціальної техніки для внесення. Варіанти із застосування аміачної селітри $N_{100}P_{80}K_{70}$(Naa) характеризуються близькими показниками виробничих витрат (13677 грн/га) разом із застосуванням $N_{100}P_{80}K_{70}$ (Nкас) під ранньовесняні та літні підживлення (13427 грн/га). Значних витрат вимагає саме внесення аміачної селітри (13677

грн/га), тому що основним завданням постає рівномірне внесення гранул селітри по поверхні поля спеціальними розкидачами.

Найвищу окупність додаткових витрат отримано у варіантах, де вносились азотні добрива у вигляді КАС на тлі фосфорних і калійних добрив разом із мікродобривом (Брексіл, 5 л/га), цей показник становив 0,11 грн, нижчим показник окупності виявився у варіанті, де 50 % азотних добрив вносилось в основне удобрення (0,09 грн).

Значну частину витрат, які пов’язані із внесенням добрив, становить їх придбання. Проаналізувавши всі показники по ефективності застосування добрив, дозволило нам стверджувати, що застосування азотного добрива КАС на тлі фосфорно-калійних добрив є економічно обґрунтованим та енергетично доцільним заходом при вирощуванні пшениці озимої за внесення КАС, де умовно чистий дохід становив 1571 грн, а окупність 0,11 грн.

Щоб досягти більшої віддачі від мінеральних добрив, потрібно дотримуватися оптимальних строків їх внесення й обґрунтованого співвідношення між азотом, фосфором і калієм стосовно вимог окремих культур. Це дуже важлива обставина, оскільки, як відомо, рівень урожайності формується за чинником, який знаходиться у мінімумі.

Водночас потрібно вдосконалювати технологію внесення мінеральних добрив. Відомо, наприклад, що локальний спосіб внесення підвищує їх віддачу на 15 % і більше. Не можна досягти високої економічної ефективності використання цього ресурсу без раціонального поєднання доз його внесення з органічними добривами. Без застосування останніх настає «депресія» врожайності, знижується якість продукції. Важливо також впровадити раціональні сівозміни і високопродуктивні сорти і гібриди сільськогосподарських культур з високою потенційною врожайністю, що спроможні реагувати на екологічно допустимі дози внесення мінеральних добрив.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1 Організація умов і заходів з охорони праці та моделювання виробничих небезпек за вирощування пшениці озимої

Охорона праці за своєю сутністю є турботою про людину у процесі використання її праці і розглядається як охорона працездатності людини. З іншого боку, відносини щодо охорони праці — невід'ємна складова організації процесу праці, що створює умови для стабільної та успішної трудової діяльності громадян.

Охорону праці і здоров'я громадян віднесено до пріоритетних напрямків соціальної політики України. Державна політика у сфері охорони праці спрямована на створення належних, безпечних і здорових умов праці, запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням.

Створення цілком безпечних і здорових умов праці є одним з найважливіших завдань, що стоять перед державою. Виконання цього завдання нерозривно пов'язано з удосконаленням методів управління охороною праці на виробництві [43].

В умовах науково-технічного прогресу в усіх галузях агропромислового комплексу, широкого впровадження нових технічних засобів механізації й автоматизації виробничих процесів, інтенсивних технологій виробництва сільськогосподарської продукції, а також нових форм організації й оплати праці, особливого значення набуває проблема охорони праці.

У сучасному сільськогосподарському виробництві широко використовують такі хімічні речовини, як мінеральні добрива. Їх проникнення у повітря робочої зони, у продукти харчування, на одяг працівників створюють умови для виникнення гострих і хронічних отруєнь населення.

Аналіз травматизму із смертельними наслідками у рослинництві за останні роки показав, що найбільш небезпечними виявилися професії трактористів-машиністів сільськогосподарського виробництва, водіїв транспортних засобів і працівників допоміжних професій.

Організація охорони праці в нашому випадку має свої особливості, вони пов’язані з добривами, які застосовували у досліді. Так, під час зберігання, транспортування, навантажування та внесення мінеральні добрива, залежно від їх фізичних і хімічних властивостей, можуть діяти на людей у вигляді пилу, парів, газів і аерозолів. Потрапляючи на шкіру або в органи дихання, вони можуть негативно впливати на здоров’я, а в деяких випадках бути небезпечними.

Застосована у досліді аміачна селітра — найпоширеніше азотне добриво, яке містить 34–35 % азоту. Має місцеву подразнювальну дію на слизові оболонки та шкіру майже до опіків, особливо якщо є тріщини і дрібні рани. Викликає сверблячку, почервоніння, залишає помітне потовщення шкіри і почервоніння її на тильному боці зап’ясть та передпліччях. Тому працівники забезпечуються спецодягом, взуттям та іншими захисними пристосуваннями (окулярами, респіраторами, рукавицями).

Аміачна селітра є окиснювачем, який здатний підтримувати горіння. Під час нагрівання її у замкнутому просторі, коли продукти термічного розкладання не можуть вільно видалятися, селітра здатна за певних умов вибухати. Тому аміачну селітру не рекомендується зберігати поблизу бавовняного волокна, нафтопродуктів, соломи, торфу, сірки та інших органічних матеріалів [31].

Суперфосфат гранульований – містить 19,5–20,5 % фосфору. Суперфосфат агресивний, містить вільну фосфорну кислоту (5 %) і виділяє фтористі гази. Пари фосфорної кислоти викликають подразнення слизової оболонки носової порожнини, носові кровотечі, кришіння зубів, запальні хвороби шкіри. Подразнення спостерігається також за попадання пилу в очі.

Калій хлористий — пресовані гранули рожевого або білого кольору. Добриво мало гігроскопічне, практично не злежується під час тривалого

зберігання, під час розвантажування пилить, що може викликати хвороби шкіри та очей.

Як ми можемо спостерігати, сипкі і порошкоподібні азотні, фосфорні й калійні добрива мають властивість подразнювати шкіру, слизові оболонки і дихальні шляхи. Тож беручи до уваги існуючі шкідливі чинники при роботі з мінеральними добривами, необхідно суворо дотримуватись вимог спеціальних правил і ретельно стежити за правильним вибором засобів індивідуального захисту.

Склади для зберігання мінеральних добрив повинні відповідати типовим проектам, розробленим відповідно до ДБН В.2.2-7, ВНТП 12/1-89, ВНТП 12/2-89, ВНТП 12/3-89.

Приміщення для зберігання мінеральних добрив повинні бути обладнані механізмами для вантажно-розвантажувальних і транспортних робіт, а також засобами пожежогасіння.

Склади мінеральних добрив повинні відповідати вимогам розділу 10.7.4 «Правил пожежної безпеки в Україні».

Поблизу складів та інших місць, де проводяться роботи з мінеральними добривами, необхідно передбачати місця для відпочинку працівників.

На території й у приміщенні складу, де зберігаються мінеральні добрива вивішуються знаки безпеки згідно з ГОСТ 12.4.026.

Перебування працівників на складі допускається тільки під час приймання й видачі агрохімікатів, а також для виконання спеціальних робіт.

Під час перебування на складі мінеральних добрив не дозволяється:

- приймання їжі, питної води, паління;
- робота без спецодягу та інших засобів індивідуального захисту;
- присутність сторонніх осіб, не зайнятих безпосередньо роботою на складі.

Застосування агрохімікатів повинно регламентуватися Основним положенням конвенції 184 про безпеку та гігієну праці у сільському господарстві (додаток 3), статтями Закону України «Про пестициди та агрохімікати» та проводитися під

наглядом керівника робіт із одержанням вимог державних і галузевих стандартів, ДНАОП 0.03-1.08 та ДНАОП 0.03-1.12 [77].

Найбільший контакт працівників з мінеральними добривами спостерігається під час приготування розчинів та використання навантажувально-розвантажувальних операцій.

Для зменшення контакту працівників з токсичними речовинами велике значення має технічна та технологічна надійність машини. У разі поломок, поганого регулювання апаратури механізатор змушений контактувати з токсичними речовинами. В такому випадку для захисту органів дихання використовують протипилові респіратори ШБ-1 «Лепесток», «Астра-2М», Ф-62-Ш. Якщо в повітрі поряд з пилом є шкідливі пари й гази, використовують універсальні респіратори РУ-60 М «Снежок-КУ-М».

Правила особистої гігієни при роботі з мінеральними добривами не відрізняються від правил при роботі з пестицидами.

При роботі з порошкоподібними добривами періодично очі потрібно промивати водою і протирати чистим рушником, який краще зберігати у поліетиленовому пакеті.

Під час перерви обличчя і руки миють холодною водою з милом.

Якщо робота виконується в приміщенні складу, такі приміщення періодично провітрюють або користуються витяжною вентиляцією.

На складах і в місцях застосування мінеральних добрив встановлюють умивальники з милом, рушниками, бачки з питною водою, обладнані фонтанчиками, аптечками.

Після закінчення роботи з мінеральними добривами працівники повинні прийняти душ. Спецодяг та інші засоби індивідуального захисту необхідно зберігати в спеціальних шафах окремо від чистого одягу. Робочий спецодяг не рекомендується носити додому.

Одним із методів усунення випадків травмування під час проведення технологічних операцій є розроблення та прогнозних моделей, які дають можливість виявляти і вчасно ліквідовувати певні небезпечні ситуації.

У процесі внесення мінеральних добрив на працівника можуть впливати такі небезпечні та шкідливі чинники:

НУ1 (небезпечна ситуація) – порушення роботи муфти щеплення,

НУ2 – не відрегульовано гідравлічну систему агрегату,

НС1 (небезпечна ситуація) – може виникнути самовільний рух агрегату,

НС3 – можливе випадкове опускання розкидача мінеральних добрив,

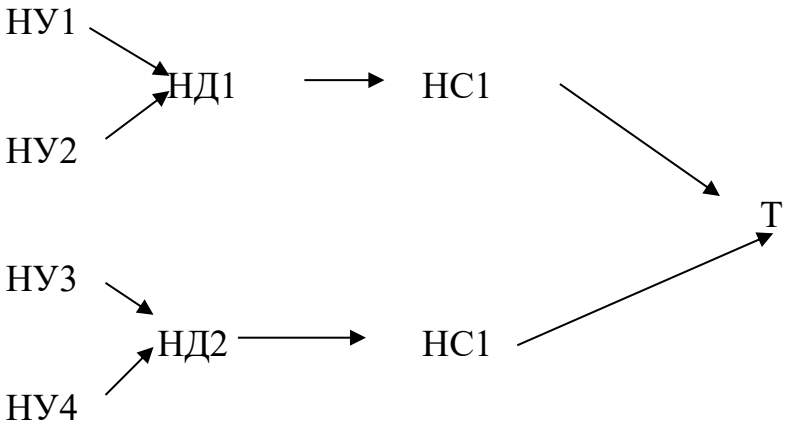
НД1 (небезпечна дія) – механізатор проводить налаштовування агрегату за ввімкненого двигуна трактора,

НД2 – під час очищення агрегату механізатор може знаходись під розкидачем,

НС2 – можливий наїзд агрегату на працівника,

Т (травма) – можливе травмування працівника.

Модель процесу



Отже, дотримання правил техніки безпеки і санітарних правил – обов'язкова умова організації безпечних умов праці під час застосування мінеральних добрив, що запобігає нещасним випадкам і виробничим травмам.

6.2 Охорона навколишнього природного середовища під час вирощування пшениці озимої

Під час вирощування пшениці озимої за сучасними технологіями застосовують багато різноманітних пестицидів і агрохімікатів. Вони можуть негативно впливати на навколишнє середовище. Але це зазвичай відбувається лише

за умови неправильного їх застосування або препарати, що застосовуються не відповідають встановленим показникам якості.

Агротехнологія вирощування пшениці озимої повинна передбачати використання якісних удобрювальних продуктів і пестицидів. Перш за все необхідно завбачливо вибрати сертифікований насіннєвий матеріал із відповідними агробіологічними показниками, що відповідають ґрунтово-кліматичним і господарським умовам вирощування. Удобрювальні продукти і засоби захисту рослин повинні бути дозволеними до застосування згідно «Переліку …». Вибір насіннєвого матеріалу та його передпосівне оброблення необхідними продуктами потребує особливої уваги, тому що рослини значний період вегетації розвиваються в осінньо-зимовий період.

Під час землекористування земельні ресурси, що є найважливішою екологічною складовою довкілля, зазнають зазнають значного екологічного антропогенного навантаження. Коефіцієнт екологічної стабільності землекористування в нашій державі, за даними Міністерства екології та природних ресурсів, залишається низьким і становить 0,41. Це означає, що землекористування на території України оцінюється «стабільно нестійким» і значно погіршилося в зв’язку з воєнними діями.

Визначено, що порушення законодавства про удобрювальні продукти і пестициди має адміністративну, цивільну, дисциплінарну або навіть кримінальну відповідальність відповідно до чинного законодавства (Стаття 20 Закону України «Про пестициди і агрохімікати»).

Отже, під час проведення польового досліду в умовах фермерського господарства «Матієнко В. М.» було дотримано всіх встановлених вимог щодо безпечного застосування удобрювальних продуктів і пестицидів. При цьому необхідно зазначити, що щорічне виробництво зернопродукції вимагає постійного і надійного захисту довкілля.

ВИСНОВКИ

1. Внесення різних форм азотних добрив (КАС і аміачної селітри) на фосфорно-калійному тлі під пшеницю озиму частково змінювало вміст мінеральних форм азоту впродовж вегетації. Вміст легкогідролізованих сполук азоту на початку вегетації пшениці озимої за умов внесення КАС був на 41,1 мг/кг вищий порівняно з внесенням аміачної селітри, що пояснюється різним вмістом форм азоту в цих добривах. Аналогічні дані спостерігалися по запасах азоту в орному шарі ґрунту.

2. Добрива помітно впливали на стан посівів пшениці озимої під час відновленні вегетації. Найбільша кількість (367 і 1398) рослин і стебел відмічена у варіанті, де вносили 50 % КАС до сівби і 50 % у весняно-літній період. Позитивна дія рідкого азотного добрива (КАС) на стадії проростання й кущіння зберігалося впродовж вегетації, що проявилося на показниках висоти рослин.

3. Поліпшення умов азотного живлення при застосуванні карбамід-аміачної суміші забезпечило формування високих урожаїв пшениці озимої. Прибавка врожаю від внесення аміачної селітри на тлі фосфорних і калійних добрив складали 2,24 т/га, а від КАС –2,73–3,06 т/га залежно від способу внесення. Найвищу врожайність (6,30 т/га) отримано за внесення КАС роздільно спільно з мікродобривом (Брексіл, 5 л/га), що пояснюється пролонгованою дією різних форм азоту в цьому добриві.

4. Застосування добрив сприяло поліпшенню якості зерна пшениці озимої. Зокрема, вміст білка і клейковини за внесення аміачної селітри зростав на 1,29 % і 2,1 %, при застосуванні КАС – на 1,5–3,2 % і 2,2–3,1 % порівняно з контрольним варіантом.

5. Розрахунок економічної ефективності використання добрив під пшеницю озиму показав, що найвищий (1571 грн/га) умовно чистий прибутки і окупність витрат на добрива (0,11 грн) отримані у варіанті, де вносили на тлі фосфорних і калійних добрив азот у формі КАС у два строки у поєднанні з позакореневим підживленням мікродобривом Брексіл (5 л/га).

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В умовах Правобережного Лісостепу Вінницької області на темно-сірому опідзоленому ґрунті під озиму пшеницю азотні добрива на фосфорно-калійному тлі рекомендується вносити під основний обробіток ґрунту та в рядки в дозі (30 + 10) кг/га д. р., а також напровесні у вигляді КАС (40 кг/га д. р.) та позакоренево (20 кг/га д. р.) у баковій суміші з мікроелементами (Брексіл, 5 л/га).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Авраменко С. В. Агротехнологічні основи управління продукційним процесом озимих зернових культур у Лівобережному Лісостепу України: автореф. дис. … д-ра с.-г. наук. Харків, 2018. 48 с.

2. Афендулов К. П. Основи системи удобрення сільськогосподарських культур у сівозміні. К.: Урожай, 1972 252 с.

3. Бабиніна Л. Г., Сирий М. М. Вплив тривалого застосування добрив на врожай зерна озимої пшениці на чорноземі типовому Лівобережного Лісостепу України. Агрохімія і ґрунтознавство. Спец. вип. до VI з'їзду УТГА. Харків, 2002. Кн. 3. С. 173–174.

4. Бикін А В., Марчук І. У., Мазуркевич Л. І. та ін. Система застосування добрив. Методичні вказівки. Київ, 2018. 69 с.

5. Богданович Р. П., Кудлай М. О. Вплив різних норм і видів органічних добрив на показники гумусного стану чорнозему типового. *Вісник аграрної науки*. 2007. №9. С. 12–15.

6. Болехівський В. П. Особливості формування врожаю та якості зерна сортів озимої пшениці різних екологічних типів у ресурсозберігаючій технології вирощування в умовах західного Лісостепу України. Автореф. дис. … канд. с.-г. н. Київ, 2004. 19 с.

7. Власюков П. П. Вплив попередників і мінеральних добрив на урожай і якість зерна озимої пшениці. *Землеробство*. 2006. №1. С. 26–27.

8. Вплив умов азотного живлення на фотосинтез, продуктивність і білковість зерна озимої пшениці / І. М. Шегеда, В. М. Починок, Д. А. Кірізій, Т. П. Маменко. *Физиология растений и генетика*. 2018. № 2. С. 105–114.

9. Геркіял О. М., Господаренко Г. М., Коларьков Ю. В. Агрохімія; за ред. О.М. Геркіяла. Умань : Уманське ВПП, 2008. 300 с.

10. Горбатенко А. І., Горобець А. Г. Особливості удобрення озимої пшениці азотом на еродованих чорноземах Степу. *Агроном*. 2006. №3 (13). С. 58–60.

11. Городній М. М., Шатурський Я. П., Ященко Л. А. та ін. Прикладна біохімія та управління якістю продукції рослинництва. Київ : Арістей, 2006. 484 с.

12. Городній М. М та ін. Таблиці для курсового проекту з системи застосування добрив. Київ, 2013. 37 с.

13. Городній М.М. Агрохімія. Київ : Аристей. 2008. 750 с.

14. Городній М.М., Бондар О.І., Бикін А.В. Науково-методичні рекомендації з оптимізації мінерального живлення сільськогосподарських культур та стратегії удобрень. За заг. ред. М. М. Городнього. Київ : ТОВ «Алефа», 2004. 140 с.

15. Господаренко Г. М. Агрохімія мікроелементів. Київ : ТОВ «ТРОПЕА», 2023. 416 с.

16. Господаренко Г. М. Агрохімія. Київ : «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2019. 560 с.

17. Господаренко Г. М. Система застосування добрив. Київ : ТОВ «ТРОПЕА», 2022. 376 с.

18. Господаренко Г. М. Удобрення. Пшениця спельта / Г. М. Господаренко, П. В. Костогриз, В. В. Любич та ін. За заг. ред. Г. М. Господаренка. Київ : ТОВ «СІК ГРУП Україна». 2016. С. 135–158.

19. Господаренко Г. М., Рябовол Я. С., Черно О. Д., Любич В. В., Крижанівський В. Г. Ріст і розвиток пшениці озимої у веснянолітній період вегетації залежно від умов мінерального живлення в Правобережному Лісостепу України. Вісник Уманського НУС. 2020. № 2. С. 3–8.

20. Господаренко Г. М., Черно О. Д. Формування продуктивності пшениці озимої під впливом погодних умов та азотних підживлень в умовах Правобережного Лісостепу. Наукові, методологічні та практичні підходи до проблем сучасної агрономії: монографія. За ред. О. І. Уланич. Дніпро : Середняк Т. К., 2021. С. 29–53.

21. Господаренко Г. М., Черно О. Д., Бойко В. П. Стасінєвич О. Ю. Вплив доз і співвідношень добрив на врожайність і якість зерна пшениці озимої. *Вісник Уманського НУС*. 2018. №2. С. 77–79.

22. Господаренко Г. М., Черно О. Д., Любич В. В., Бойко В. П. Засвоєння основних елементів живлення з ґрунту й мінеральних добрив пшеницею озимою

на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2020. Вип. 3. С. 35–44.

23. Господаренко Г. М., Черно О. Д., Мартинюк А. Т. Агроекономічні перспективи застосування азотних добрив під польові культури. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2021. Вип. 99. Ч. 1. С. 6–16.

24. Господаренко Г. М., Черно О. Д., Нікітіна О. В. Агрохімія калію / за заг ред. Г. М. Господаренка. Київ : ТОВ «ТРОПЕА», 2021. 264 с.

25. Господаренко Г. Рідкі азотні добрива. *Пропозиція*. Спецвипуск. 2020. №4. С. 28–32.

26. Господаренко Г.М. Агрохімія мінеральних добрив. Київ : Науковий світ, 2003. 136 с.

27. Господаренко Г.М. Основи інтегрованого застосування добрив. Київ : ЗАТ «Нічлава», 2002. 344 с.

28. Господаренко Г.М. Удобрення сільськогосподарських культур. ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА». Київ : 2016. 276 с.

29. Господаренко Г. М. Удобрення пшениці озимої восени. *Сучасні аграрні технології*. 2013. №8. С. 30–34.

30. Господаренко Г. М., Сухомуд О. Г. Особливості живлення та удобрення пшениці озимої. *Зб. наук. пр. Уманського НУ*С. 2011. Вип. 78. Ч. 1. Агрономія. С. 31–44.

31. Гуріненко Ю. Про пожежонебезпечність аміачної селітри. *Пожежна безпека*. 2003. №2. С. 11.

32. Драніщев М., Стройний О. Дози азотних добрив під озиму пшеницю. *Пропозиція*. 2006. №3. С. 38–40.

33. ДСТУ 4729:2007.Якість ґрунту. Визначення нітратного і амонійного азоту в модифікації ННЦ ІҐА ім. О.Н. Соколовського.[Чинний від 2008-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 14 с.

34. ДСТУ 7863:2015. Якість ґрунту. Визначення легкогідролізованого азоту методом Корнфілда. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 5 с.

35. ДСТУ ISO 520:2015. Зернові і бобові. Визначення маси 1000 зерен. Київ. 2015. 10 с.

36. ДСТУ ISO 5983:2003. Корми для тварин. Визначення азоту і обчислювання вмісту сирого білка. Стандартінфарм, 29.12.2017. С. 1–8.

37. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П. та ін. Загальне землеробство. За ред. В. О. Єщенка. Київ : Вища освіта, 2004. 336 с.

38. Запасний В. С., Глущенко М. К. Значення добрив в сільському господарстві. Зб. наук. праць Державного технологічного центру охорони родючості ґрунтів. Київ, 2010. Вип. 6. С. 82–89.

39. Інжекторна техніка. Внесення рідких добрив для оптимальної вегетації. Рекламне вид. Київ, 2012. 6 с.

40. Іваніна Р. В. Вплив норм і способів внесення азотних добрив на врожайність і якість зерна пшениці озимої. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 4. С. 84–88.

41. Іщенко Р. Л. Посівні якості насіння озимої пшениці в залежності від попередників і удобрення. Зб. наук. пр. присвячений сторіччю з дня народження С. С. Рубіна. Умань, 2008. С. 33–36.

42. Каленич П. Є. Оптимізація елементів технології виробництва високоякісного насіння пшениці озимої та їх вплив на посівні якості в умовах Правобережного Лісостепу: автореф. дис. … канд. с.-г. наук. Умань, 2018. 23 с.

43. Катренко Л. А. Охорона праці. Курс лекцій. Суми : ВТД «Університетська книга», 2003. 496 с.

44. Коваль Р. І. Вплив попередників та фону мінерального живлення на врожайність озимої пшениці. Матеріали всеукр. наук. конф. молодих учених. Умань, 2007. С. 57–58.

45. Крамарев С. М. Применение растворов КАС в посевах зерновых культур. *Зерно*. 2013.№3. С. 188–193.

46. Кулик М. І., Онопрієнко О. В., Сиплива Н. О., Божок Ю. О. Урожайність сортів м’якої (озимої) пшениці залежно від системи удобрення. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 114. С. 55–62.

47. Купчик В. І. Іваніна В. В., Нестеров Г. І. та ін. Органічна речовина в ґрунті. Ґрунти України. Київ : 2007. С. 56–77.

48. Лебідь Є. М., Коваленко В. Ю., Чабан В. І. Кругообіг і баланс основних елементів живлення в сівозмінах Степу за різних систем землеробства. Міжвід. темат. наук. зб. Спец. вип. до VI з'їзду УТГА. Кн. 1. Харків, 2002. С. 241-243.

49. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Фізіологічна роль елементів живлення та систем удобрення польових культур. Львів: Українські технології, 2021. 284 с.

50. Лихочвор В. В., Проць Р. Р. Озима пшениця. Львів : НВФ «Українські технології», 2006. 216 с.

51. Лихочвор В.В. Практичні поради з вирощування зернових та зернобобових культур в умовах Західної України.Львів :Укртехнології, 2001. 128 с.

52. Лісовал А. П. Макаренко В. М. Кравченко С. М. Система застосування добрив. Київ : Вища школа, 2002. 317 с.

53. Лісовий М. В., Малярець Л. М. Визначення залежності вмісту білка в зерні пшениці озимої від показників родючості ґрунту. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 2. С. 16–22.

54. Лісовий М. В., Доценко О. В., Господаренко Г. М. Удобрення озимих зернових культур. Система удобрення сільськогосподарських культур у землеробстві початку XXI століття. За ред. С. А. Балюка, М. М. Мірошниченка. Київ : Альфа-стевія, 2016. С. 53–80.

55. Лісовий М. В., Шимель В. В., Никоненко В. М. Ефективність мінеральних добрив під озиму пшеницю на чорноземі типовому Лісостепу Лівобережжя. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 5. С. 16–21.

56. Макаренко В. М. Обґрунтування внесення азотних добрив під озиму пшеницю у весняно-літній період вегетації. *Науковий вісник Національного аграрного університету*. 1998. С. 94–103.

57. Марковська О. Є., Гречишкіна Т. А. Продуктивність сортів озимої пшениці залежно від елементів технології вирощування в умовах південного Степу України. *Агробіологія*. 2020. № 1. С. 96–103.

58. Марчук А. В., Макаренко В. М., Ященко Л. А. Агроекологічна оцінка добрив та їх використання в біоценозах. Київ, 2018. 212 с.

59. Марчук І. Сучасні добрива — на варті врожаю. *Пропозиція*. 2009. № 4. С. 42-54.

60. Марчук І. У. NPK – три важливих літери для вашого врожаю. *Пропозиція*. 2002. №2. С. 62–65.

61. Марчук І. У. Проблеми азоту в землеробстві. *Пропозиція*. 2002. №3. С. 62–63.

62. Марчук І. У., Макаренко В. М., Розстальний В. Є. Добрива та їх використання. Київ, 2016. 250 с.

63. Марчук І. У., Тарасенко О. Г. Озима пшениця: «ні» весняному голодуванню! *Пропозиція*. №2. 2017. С. 110–112.

64. Мацибора В. І., Гайбура Н. А. Ефективність вирощування озимої пшениці. *Науковий вісник НАУ*. 20 00. Вип. 23.С. 70–73.

65. Мірошниченко М. М., Круподеря Ю. О., Куц О. А. та ін. Сезонна динаміка показників якості та родючості ґрунту. Теорія і практика ґрунтоохоронного моніторингу; за ред. М. М. Мірошниченка. Харків : ФОП Бровін О. В., 2016. С. 77–121.

66. Мірошніченко М. М. Баланс елементів живлення у землеробстві України. Матеріали круглого столу «Сучасні агрохімічні заходи підвищення продуктивності с.-г. культур». Київ, 2012. С. 2–4.

67. Мірошніченко М. М. Сучасні агрохімічні заходи підвищення рентабельності зернових культур. Київ, 2012. 20 с.

68. Ніконенко В. М. Ефективність мінеральних добрив під озиму пшеницю / Міжвід. темат. наук. зб. Спец. вип. до VI з'їзду УТГА. Кн. 3. Харків, 2002. С. 259–260.

69. Носко Б. С., Прокошев В .В. Калійні добрива в землеробстві України. Київв : Вища школа, 2002. 44 с.

70. Носко Б. С. Азотний режим ґрунтів і його трансформація в агроекосистемах. Харків : «Міськдрук», 2013. 130 с.

71. Овчаренко В. С. Нові сорти озимої м'якої пшениці селекції Селекційно-генетичного інституту в аномально посушливих умовах. *Пропозиція*. 2007. №8. С. 57.

72. Олійник К. М., Блажевич Л. Ю., Давидюк Г. В. Вплив адаптивних технологій вирощування на показники якості зерна пшениці озимої. *Корми та кормовиробництво*. 2018. Вип. 86. С. 141–146.

73. Оптимізація складових технології вирощування пшениці ярої / Г. М. Господаренко, В. С. Кравченко, С. В. Машинник та ін. За заг. ред. Г. М. Господаренка. Умань: ВПЦ «Візаві», 2018. 248 с.

74. Пабат І. А. Попередники, добрива і обробіток ґрунту під ячмінь ярий. *Вісник аграрної науки*. 2002. №4. С. 17–21.

75. Пелипенко В. М. Кращі способи внесення добрив під озиму пшеницю. *Зерно*. 2007. №4. С. 18–20.

76. Передумови формування якості зерна пшениць та продуктів його перероблення. Г. М. Господаренко, В. В. Любич, І. О. Полянецька, В. В. Новіков, В. В. Желєзна За заг. ред. Г. М. Господаренка. Київ : ТОВ «СІК ГРУП Україна», 2019. 336 с.

77. Піскун І. П. Охорона праці в галузі сільського господарства. Суми : ВТД «Університетська книга». 2009. 368 с.

78. Пісоцький С.В. Еволюція КАС в Україні. Матер. Східно-Європейського форуму по спеціальним добривам і ЗЗР. Севастополь,2013. 20 с.

79. Реєстр сортів рослин України на 2022 рік (Зернові і круп'яні та зернобобові культури. Київ : Компанія «Юнівест Маркетинг», 2022. 62 с.

80. Рибалка О.І., Литвененко М.А. Створення сортів пшениці спеціального використання. *Вісник аграрної науки*. 2009. №4. С. 36–41.

81. Розпутній М. Азотне підживлення колос наливає. *Зерно і хліб*. 2005. №1. С. 42–43.

82. Роман Б. В., Десенко В. Г., Грінченко Т. О. Вплив мінеральних добрив на динаміку вмісту поживних речовин в ґрунті та врожайність зернових культур. *Агроекологічний журнал*. 2008. №1. С. 50–53.

83. Русаков В. Агротехніка озимої пшениці при вирощуванні її повторно в сівозмінах. *Агроном*. 2007. №3 (17). С.72–76.

84. Сайко В.Ф. Наукові основи ведення зернового господарства. Київ : Урожай,1994. 336 с.

85. Сало О. Перевіряючи якість. *Агроперспектива*. 2009. №1. С. 136–140.

86. Сидякіна О. В., Дворецький В. Ф. Продуктивність озимої пшениці залежно від фонів живлення в умовах Західного Полісся. *Наукові обрії*. 2020. № 7. С. 45–52.

87. Сіліфонов Т. В., Господаренко Г. М., Карпенко В. П., Бурляй О. Л., Любич В. В., Новіков В. В. Формування врожайності різностиглих сортів пшениці м'якої озимої та її складових за різних систем удобрення. Вісник Уманського НУС. 2021. №2. С. 20–30.

88. Стахів М. П. Фізіологічні особливості фосфорного живлення короткостеблових сортів озимої пшениці: Автореф. дис. … канд. біол. наук.: 03.00.12. Київ, 2008. 20 с.

89. Удосконалена діагностика рівня азотного забезпечення ґрунту методами польового та лабораторного тестування / А. В. Ревтьє-Уварова, О. В. Карацюба, В. М. Ніконенко, О. І. Сліденко. Харків, 2020. 92 с.

90. Халін С., Войновський В. Машини для внесення КАС та інших рідких добрив. *Техніка та обладнання для АПК*. 2022. №3 (124). С. 10–13.

91. Черенков А. В. Оптимізація азотного живлення озимої пшениці по чистому пару. *Вісник аграрної науки*. 2007. №3. С. 11–14.

92. Чубко Н. М., Котвицкий Б. Б. Вплив різних систем удобрення та попередників на врожай озимої пшениці в Західному Лісостепу України. Агрохімія і ґрунтознавство. Спец. вип. до VI з'їзду УТГА. Кн. 3. Харків, 2002. С. 311–312.

93. Швартау В. В., Гуральчук Ж. З. Мінеральні добрива в Україні. Київ : Логос, 2007. 330 с.

94. Шестак В. Г., Гнатів П. С., Іванюк В. Я. Азотне удобрення і стабілізація нітрифікації; за ред. П. С. Гнатіва. Львів : Вид. Марченко Т. В., 2023. 168 с.

95. Hospodarenko H., Cherno O., Prokopchuk I., Serdyuk M. Technological Properties of Winter Wheat Grain Dependingonthe Ecologicaland Geographical Originof a Varietyand Weather Conditions. Modern Development Paths of Agricultural Production. 2019. Pp. 699–705.

96. Schlegel A. J., Grant C. A., Havlin J. L. Challenging Approaches to Nitrogen Fertilizer Recommendatios in Continuous Cropping Systems in the Great Plains. *Agronomy J.* 2005. V. 97 P. 391–398.

97. Sewa Ram, Nisha Jain, Vinamrata Dawar, R.P. Singh, Jag Shoran Analyses of Acid-PAGE Gliadin Pattern of Indian Wheats (*Triticum aestivum* L.) Representing Different Environments and Periods. *Crop Sci*. 2005. V. 45. P. 1256–1263.