МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
(УНУС)

Факультет агрономії
Кафедра агрохімії і ґрунтознавства

ДОПУЩЕНО ДО ЗАХИСТУ
«_____»_____2024 р.
Зав. кафедри, к. с.-г.н. доцент
_____Олена ЧЕРНО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

«ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО В УМОВАХ ТОВ «АГРОУКР» РОКИТНЯНСЬКОГО РАЙОНУ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ»

Виконала: студентка ІІ курсу, групи 22 м-а спеціальності 201 Агрономія
ХМЕЛЮК Діана Олександрівна

Керівник: РАССАДІНА Ірина, к.с.-г. н., доцент

Умань – 2024

ЗМІСТ

ВСТУП…… 4

РОЗДІЛ 1. ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО (огляд літератури)……..… 5

1.1. Народногосподарське значення та використання тритикале озимого…… 5

1.2. Вплив мінерального живлення на врожайність та якість зерна тритикале озимого…… 8

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕННЬ……..……..... 14

2.1. Характеристика сорту тиритикале озимого «Аристократ»…….. 14

РОЗДІЛ 3. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ..... 16

3.1. Характеристика ґрунтів ТОВ «АгроУкр»…… 16

3.2. Погодні умови за вегетаційний період тритикале озимого……... 17

3.3. Схема досліду……..……... 20

3.4. Технологічні операції, які виконувалисяу досліді з вирощування тритикале озимого……. 21

3.5. Методика проведення досліджень……..... 22

РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ……... 24

4.1. Вплив мінеральних добрив на вміст азоту у ґрунті ……... 24

4.2. Вплив мінеральних добрив на вміст фосфору у ґрунті…….. 30

4.3. Динаміка вмісту калію в ґрунті…… 34

4.3. Урожайність тритикале озимого…….. 36

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО……..... 41

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА …….…….. 44

6.1. Аналіз умов праці та оцінка виробничих ризиків під час вирощування озимого тритикале в ТОВ «АГРОУКР» Рокитнянського району Київської області…….. 44

6.2. Природоохоронні аспекти використання мінеральних добрив у

сільському господарстві…… 46
ВИСНОВКИ……..... 48
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ…….. 50
ДОДАТКИ……...… 58

ВСТУП

Актуальність дослідження. Зростаюча потреба у забезпеченні стабільних врожаїв зернових культур спонукала до створення нових культур, зокрема тритикале – штучно виведеної зернової культури, яка отримала народну назву "житниця". Тритикале озиме є першою штучною зерновою культурою у світі, проте залишається однією з найменш вивчених у сучасній агрономічній практиці. Це зумовлює актуальність дослідження та розробки нових технологій вирощування цієї культури в умовах сучасного сільського господарства.

Завдяки своїм агрономічним перевагам, таким як стійкість до морозів, засухи та хвороб, а також високим товарним якостям, тритикале може не тільки конкурувати з традиційними культурами, такими як пшениця та ячмінь, але й стати вагомою складовою зернового виробництва країни. При застосуванні інтенсивних технологій вирощування врожайність тритикале може досягати 8–10 т/га, що робить його привабливим для сільськогосподарських виробників. Культура вже активно використовується в різних регіонах України, особливо для екологізації землеробства та розширення асортименту продовольчих товарів, таких як хлібобулочні і кондитерські вироби. Крім того, тритикале знаходить застосування у виробництві дієтичних продуктів, спирту, пива і біопалива, що робить його перспективною культурою з точки зору продовольчої та енергетичної безпеки.

Однією з ключових особливостей тритикале є його чутливість до умов мінерального живлення на різних етапах розвитку. Відтак, максимальна ефективність агротехнічних заходів досягається за умови врахування специфічних вимог культури до мінерального живлення та інших факторів середовища у різні періоди її розвитку. Це зумовлює необхідність проведення детальних досліджень щодо впливу мінеральних добрив на продуктивність та якість зерна тритикале озимого.

Мета дослідження: Вивчити вплив рівня мінерального живлення на врожайність та якість зерна тритикале озимого, а також на споживання основних поживних речовин і родючість ґрунту.

Завдання дослідження:

- Оцінити вплив мінеральних добрив на врожайність зерна тритикале озимого сорту Аристократ;
- Встановити вплив різних рівнів мінерального живлення на показники якості зерна;
- Визначити особливості споживання основних поживних речовин на різних фазах розвитку тритикале озимого при внесенні різних доз та видів мінеральних добрив;
- Дослідити зміни агрохімічних властивостей ґрунту під впливом мінеральних добрив;
- Провести економічну оцінку ефективності застосування мінеральних добрив для вирощування тритикале озимого.

Наукова новизна. В умовах ТОВ «АГРОУКР» Рокитнянського району Київської області проведено дослідження впливу мінеральних добрив на врожайність і якість зерна тритикале озимого сорту Аристократ. Виявлено зміни поживного режиму ґрунту під впливом мінерального живлення, а також визначено споживання елементів живлення з ґрунту тритикале озимим у різні фази його розвитку.

Апробація результатів досліджень. Основні положення кваліфікаційної роботи представлялися і обговорювалися на Міжнародній науково-практичній інтернет конференції «Актуальні питання сучасної аграрної науки».

РОЗДІЛ 1
ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО (огляд літератури)

1.1. Народногосподарське значення та використання тритикале озимого

Зростання інтересу до тритикале озимого зумовлене низкою його переваг та широкими можливостями використання. Ця культура має велике значення у виробництві комбікормів, кондитерських виробів, у бродильному та хлібопекарському виробництвах, а також для виробництва біопалива та етилового спирту. Завдяки цим властивостям, тритикале займає важливе місце серед зернових культур [1].

У багатьох країнах тритикале широко використовується як поліфункціональна культура, що міцно закріпилася в структурі сільськогосподарського виробництва. Біохімічні аналізи та біологічні дослідження показали, що зерно тритикале є ефективним для використання в харчуванні людини. Уже зараз в Україні та за її межами виробники відзначають переваги випікання хліба з борошна тритикале [2].

Зерно тритикале має високу харчову цінність завдяки підвищеному вмісту білка, який на 3–4 % вищий, ніж у жита, і на 1,5 % – ніж у пшениці. Хоча кількість глютеніну в тритикале менша, його зерно багате на амінокислоти, зокрема лізин (3,8 %), валін, треонін, гліцин, аргінін тощо. Крім того, тритикале містить фосфор, калій, мідь, цинк, кальцій, натрій, марганець, залізо та вітаміни груп В, РР, Е. За кількістю вітамінів та макро- і мікроелементів, тритикале не поступається традиційним злаковим культурам [3].

Вміст білка в зерні тритикале озимого коливається від 10 до 28 %, лізину – 3,5–5,0 %, жиру – 2,4 %, цукру – 6–10 %. Ці показники перевищують рівень вмісту цих речовин у пшениці, що робить тритикале цінним для харчової

промисловості. Крім того, білки тритикале мають вищу поживну цінність завдяки своєму амінокислотному складу. Використання суміші борошна пшениці та тритикале на хлібопекарських підприємствах сприяє підвищенню рентабельності [4].

Хімічний склад тритикале може змінюватися залежно від сорту, погодних умов вегетаційного періоду та агротехнічних прийомів, що застосовуються під час вирощування [5].

У різних країнах (США, Іспанія, Польща, Англія, Італія, Угорщина, Німеччина та ін.) активно ведуться дослідження щодо використання тритикале як кормової культури. Він використовується як пасовищна культура, що має високу здатність до регенерації та швидко відростає після стравлювання. У порівнянні з пшеницею, тритикале краще кущиться та є стійким до стравлювання, а його пасовища дають кормову масу на кілька тижнів пізніше, що дозволяє подовжити період випасання [6].

У провідних господарствах світу тритикале є важливою складовою раціону для великої та дрібної рогатої худоби, птахів, свиней і хутрових звірів. Завдяки високому вмісту поживних елементів у зерні та зеленій масі тритикале, його використання в кормових раціонах сприяє підвищенню продуктивності тваринництва [7].

Один кілограм зеленої маси тритикале містить 0,3 кормові одиниці, що значно більше, ніж в озимої пшениці, у якій цей показник складає 0,18 [8].

Тритикале озиме стає дедалі популярнішим завдяки ряду переваг, що дозволяють йому успішно конкурувати з традиційними кормовими культурами, такими як жито, овес і ячмінь, на піщаних ґрунтах Іспанії, Угорщини та Польщі. Ця культура здатна швидко рости і накопичувати велику кількість біомаси завдяки високому фотосинтетичному потенціалу. Рослини тритикале мають велику листкову поверхню, повільніше грубіють у порівнянні з пшеницею та житом; їх солома м'яка, еластична, тривалий час зберігає зелений колір і добре споживається тваринами навіть на пізніх стадіях вегетації. Це дозволяє продовжити період використання тритикале для кормових цілей [9].

Існує великий вибір сортів озимого тритикале, придатних для зеленого конвеєра. Правильний підбір сортів з урахуванням термінів досягнення технологічної стиглості дозволяє значно подовжити період забезпечення тварин високоякісним зеленим кормом. Високий потенціал урожайності, адаптивність до різних ґрунтово-кліматичних умов (висока стійкість до холоду, посухи, невибагливість до ґрунтів, стійкість до грибкових хвороб) роблять тритикале популярним у багатьох регіонах [10].

Зростання інтересу до цієї культури обумовлене її можливостями в умовах кліматичних змін, деградації органічної речовини ґрунту, погіршення фітосанітарного стану та продовольчої кризи. Тритикале також проявляє кращу адаптивність і стабільнішу врожайність порівняно з пшеницею, а її зерно широко використовується в харчовій, технічній та кормовій сферах [11].

Збільшенню площ під посівами тритикале сприяють його краща адаптивність порівняно з озимою пшеницею, висока й стабільна врожайність, а також різноманітні можливості використання зерна для харчових, технічних і кормових цілей [12].

Фахівці рекомендують розширювати посівні площі тритикале, оскільки ця культура менш вимоглива до ґрунтів, має підвищену стійкість до шкідників і хвороб, а також володіє високою здатністю конкурувати з бур'янами, зазвичай вирощується без застосування пестицидів [13].

Останнім часом попит на насіння та товарне зерно тритикале перевищує його пропозицію, що зумовлює необхідність часткової заміни площ під озимою пшеницею на тритикале [14–18].

В Україні під посівами тритикале наразі знаходиться близько 200 тис. га. Прогнозується подальше розширення ринку завдяки зростанню внутрішнього виробництва та селекційним розробкам, спрямованим на вдосконалення наявних і створення нових сортів, особливо продовольчого напряму [19].

Для аграріїв Лісостепу й Полісся рекомендовано 26 сортів тритикале озимого, зареєстрованих у Державному реєстрі сортів рослин України. Під

урожай 2015 року площі посівів озимих, зокрема пшениці та тритикале, зросли на 12,1% порівняно з попереднім роком, досягнувши 6,8 млн га [20].

За умов інтенсивної технології вирощування тритикале забезпечує врожайність на рівні 8–12 т/га, що робить його важливою культурою для регіонів Полісся, де його називають «поліською пшеницею» [21]. У Болгарії та Італії врожайність тритикале досягає 11 т/га, у Німеччині – 9,2 т/га, а в Польщі – 8,5 т/га [22]. Високий урожай забезпечують агроценози тритикале, які наближаються до оптимальних показників за кількістю рослин, продуктивною кущистістю, кількістю і масою зерен у колосі [23].

Тритикале озиме поєднує у собі кращі ознаки пшениці та жита, зокрема імунітет до грибкових захворювань [24–33]. Крім того, ця культура зменшує забур'яненість полів для наступних культур, що дозволяє зекономити на засобах захисту рослин. Середньорослі сорти тритикале вітчизняної селекції виявляються ефективнішими у боротьбі з бур'янами, контролюючи їхню кількість і накопичення сухої маси [34].

1.2. Вплив мінерального живлення на врожайність та якість зерна тритикале озимого

Урожайність озимого тритикале та якість зерна значною мірою залежать від забезпеченості рослин елементами мінерального живлення упродовж усієї вегетації. Науково обґрунтована система удобрення дає змогу отримувати врожаї, близькі до потенційних можливостей сорту. Сучасні сорти озимого тритикале відрізняються підвищеними вимогами до умов мінерального живлення і тільки за повного збалансованого забезпечення поживними речовинами можуть формувати високі врожаї [35].

Кожен елемент живлення відіграє певну роль в обміні речовин, впливаючи на процеси росту та розвитку. Удобрення сприяє активному зростанню та підвищенню продуктивності рослин. Ефективність добрив залежить від умов їхнього застосування, тому необхідно враховувати види,

дози, співвідношення, терміни та способи внесення добрив. Застосування азотних добрив у підживленні дозволяє регулювати процеси кущіння та редукції, формувати оптимальну структуру агроценозів, підвищувати якість зерна та забезпечувати раціональне використання ресурсів [36].

Більшість сортів тритикале є проміжною формою між пшеницею і житом, що характеризується значним гетерозисом вегетативних органів [37]. За даними К. Л. Лебсока [38], урожайність тритикале складає близько 80 % від урожайності пшениці, а в деяких штатах США (Канзас, Північна Дакота) досягає 90 %. При цьому, порівняно з озимим житом, врожайність тритикале перевищує її на 11 %.

Різні джерела наводять різні дані щодо врожайності тритикале. На ґрунтах з низьким вмістом гумусу врожайність становить від 25 до 55 ц/га, тоді як на ґрунтах з високим вмістом гумусу – від 35 до 75 ц/га [39].

У дослідженнях [40], де врожайність тритикале коливалася від 12,6 до 36,7 ц/га, було відзначено високу чутливість культури до азотних добрив. Збільшення доз азоту з 40 до 120 кг/га призводило до зростання врожайності на 3,4–15,2 ц/га залежно від дози.

Для формування 1 тонни зерна тритикале в середньому використовує 45 кг азоту (N), 10 кг фосфору (P_2O_5) та 38 кг калію (K_2O). Найінтенсивніше засвоєння поживних речовин відбувається під час фаз кущіння, колосіння, а також формування та наливу зерна. Поглинання азоту і калію тритикале майже повністю завершується до фази цвітіння, до якого в рослинах накопичується близько 92–94 % азоту та приблизно 99 % калію. На відміну від цього, засвоєння фосфору триває упродовж усього періоду вегетації, при цьому найбільша його кількість надходить під час цвітіння, а решта 20–22 % поглинається до фази воскової стиглості [41].

Для підвищення врожайності та валових зборів зерна тритикале важливим є раціональне використання органічних і мінеральних добрив. Вони позитивно впливають на зимостійкість рослин, їх загальне виживання, ріст,

розвиток, фотосинтетичну активність, продуктивність і якість зерна. Під їхнім впливом у зерні зростає вміст білка та незамінних амінокислот [42].

Інтенсивні технології вирощування тритикале, основою яких є оптимізація рівня азотного живлення через диференційоване внесення добрив по етапах органогенезу, в умовах достатнього забезпечення фосфором і калієм, а також із застосуванням ретардантів, дозволяють суттєво підвищити продуктивність цієї культури – до 60–70 ц/га [43].

Оптимізація норм і строків внесення азотних добрив базується на результатах рослинної та ґрунтової діагностики у різні фази розвитку тритикале. Поетапне внесення азотних добрив забезпечує значне збільшення врожаю зерна та впливає на підвищення вмісту білка в ньому [44].

Кластерний аналіз досліджень у Польщі показав, що врожай тритикале озимого тісно залежить від якості ґрунту, доз фосфорних і калійних добрив, інтенсивності заходів захисту рослин, а також оптимізації доз і термінів внесення азотних добрив [45].

У дослідженнях Б. О. Мазуренка [46] встановлено, що зі збільшенням дози азотних добрив підвищуються елементи продуктивності, а врожай тритикале зростає з 5,49 т/га при N_{30} до 6,54 т/га при N_{90}. Збільшення врожаю при внесенні 90 кг азоту на гектар склало 1,67 т/га (34,3 %) порівняно з контролем і 0,62 т/га (12,7 %) порівняно з варіантом N_{30}.

Азот необхідний рослинам у відносно великих кількостях, але тільки у поєднанні з іншими елементами він сприяє оптимальному росту [47]. При дозах азоту до 120 кг/га врожайність тритикале збільшується, але перевищення цієї дози може знизити ефективність або навіть викликати зворотний ефект. Зі збільшенням кількості азоту зростає кількість зерен у колосі, але знижується маса 1000 зерен [48].

У засушливих умовах збільшення норми азоту до 160 кг/га призводить до подовження часу колосіння і достигання, підвищення висоти рослин, але довжина колосу максимальна при нормах азоту 80–120 кг/га. Урожайність

тритикале досягає піку при 120 кг/га, а при 160 кг/га починає знижуватися через зменшення маси зерен і кількості зернівок у колосі [49].

Потреба рослин в азоті сильно різниться протягом вегетаційного періоду. На початкових етапах розвитку потреба в азоті є незначною, тоді як у період активного росту (фаза «вихід у трубку») може спостерігатися дефіцит азоту на низьких агрофонах [50].

Якість зерна залежить від багатьох чинників, включаючи сортові особливості, умови обробітку, збирання, зберігання та переробки. Важливий вплив на якість і кількість зерна має мінеральне живлення. Збільшення дози азоту підвищує вміст білка і клейковини в зерні [51].

Багато дослідників відзначають, що внесення мінеральних добрив підвищує якість зерна тритикале. Найбільшою перевагою тритикале є підвищений вміст білка, який у середньому на 1,53 % більше, ніж у пшениці, і на 3–4 % більше, ніж у жита [52].

Вперше збільшення вмісту сирого протеїну в зерні тритикале (до 19,6 % порівняно з 14,3 % у пшениці) відзначив А. Мюнтцинг у 1943 році. Дослідження інших учених [53] підтверджують, що тритикале озиме має стабільно високий вміст білка (18,92 %), навіть у роки з вологими умовами, коли в пшениці цей показник знижується.

Тритикале є цінною кормовою культурою. Зерно тритикале містить на 8–10 % більше лізину, ніж інші злаки, а кількість сирого білка, що перетравлюється, становить 11,4 %, порівняно з 7,2 % у ячменю [54].

При скошуванні тритикале озимого на корм у фазу виходу в трубку, за умов внесення азотних добрив у дозах 35, 70, 105, 140 та 175 кг/га, урожай зеленої маси через 52 дні після скошування коливався від 23,2 до 36,5 т/га, а сіна – від 8,5 до 13,3 т/га [55].

Завдяки більш збалансованому амінокислотному складу білка, тритикале можна вважати гідним конкурентом не тільки ячменю та кукурудзі, але й пшениці. Хоча зерно тритикале містить менше крохмалю (в середньому 44,2 %), ніж пшениця (53–65 %), цей вуглевод здебільшого представлений

амілопектином. Крім того, він нерозчинний у воді і містить до 0,8 % фосфору, що є додатковим джерелом крохмалю для худоби та птиці [56].

Раніше вважалося, що тритикале має лише кормове значення як джерело високолізинового білка та сировина для комбікормової та спиртової промисловості. Проте створення сортів тритикале з покращеною клейковиною зробило його незамінним для дієтичного харчування. Крім того, посіви тритикале практично не потребують пестицидного захисту.

У дослідженнях В. В. Любича [57] було встановлено, що вміст крохмалю у зерні тритикале може досягати 66–68 %. При збільшенні доз азотних добрив вміст білка у зерні зростав на 1,5–2,0 %, а масова частка клейковини підвищувалася до 30,3 %.

У дослідах О. І. Конащука [58] застосування добрив $P_{60}K_{60}$ сприяло збільшенню вмісту білка в зерні тритикале озимого на 1,3–1,7 %, підвищувало натуру зерна на 11–18 г/л, склоподібність – на 4–5 %, а також збільшувало вміст клейковини на 1,3 %.

Вміст білка в зерні зазвичай пов’язаний із показником склоподібності. Незважаючи на значно більший вміст білка в тритикале порівняно з пшеницею, деякі дослідники відзначають дещо нижчу склоподібність тритикале, що пов’язано з впливом геному жита [59].

Менша склоподібність зерна тритикале зумовлена геномом жита, який сприяє борошнистій консистенції ендосперму, на відміну від пшениці [60].

Якість хліба значною мірою залежить від вмісту і властивостей клейковини. Тритикале успадкувало здатність до накопичення клейковини від пшениці, але під впливом геному жита якісні властивості клейковини знизилися [61].

Клейковина тритикале належить до II групи якості та характеризується як задовільно слабка. Вона сильніше гідратована, ніж у пшениці (201 % проти 179 %), що разом із підвищеною активністю L-амілази впливає на її хлібопекарські якості. Проте, завдяки більшому вмісту клейковини, об'єм випеченого хліба з тритикале може бути близьким до пшеничного [62].

Недостатня біологічна цінність хліба як основного продукту харчування пов’язана з кількісним і якісним дефіцитом білка в раціоні. Залучення тритикале як нового джерела рослинного білка дозволяє урізноманітнити асортимент хлібобулочних виробів, розширити сировинну базу хлібопекарської галузі та підвищити харчову цінність продуктів [63].

Отже, мінеральне живлення суттєво впливає на врожайність і якість зерна тритикале озимого. Науково обґрунтована система удобрення дозволяє наблизитися до потенціалу сорту за врожайністю, при цьому важливо враховувати дозування, терміни та співвідношення добрив. Азотні добрива, зокрема, відіграють ключову роль у формуванні структури агроценозів, якості зерна та зростанні врожайності. Однак надлишок азоту може мати зворотний ефект, знижуючи масу зерна.

Застосування добрив також підвищує вміст білка і клейковини в зерні, покращуючи його кормову та харчову цінність. Дослідження підтверджують, що тритикале є перспективною культурою не лише для кормових цілей, але й для харчової промисловості, зокрема для виробництва хлібобулочних виробів. Залучення тритикале дозволяє урізноманітнити сировинну базу та підвищити харчову цінність продуктів, що має велике значення в умовах сучасного сільськогосподарського виробництва.

РОЗДІЛ 2
ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Характеристика сорту тиритикале озимого «Аристократ»

Сорт Аристократ є одним із перспективних сортів тритикале озимого завдяки своїй високій продуктивності, стійкості до погодних і біологічних стресів, а також високим якісним показникам зерна.

Біологічні характеристики:

Тип сорту: Тритикале озиме.

Вегетаційний період: Середньостиглий сорт.

Висота рослин: В середньому досягає 90–100 см, що забезпечує стійкість до вилягання.

Тип колосу: Колос міцний, дворядний, середньої щільності.

Агрономічні властивості:

Врожайність: Сорт має високий потенціал врожайності, досягає до 8–10 т/га за сприятливих умов вирощування та дотримання агротехнічних заходів.

Стійкість до стресових факторів: Аристократ стійкий до морозів і посухи, що робить його привабливим для вирощування в різних кліматичних умовах України. Також він відзначається високою стійкістю до основних хвороб, таких як борошниста роса, іржа та інші грибкові захворювання.

Зимостійкість: Висока, що дозволяє вирощувати цей сорт у регіонах з холодними зимами.

Якість зерна:

Маса 1000 зерен: В середньому складає 45–50 г.

Вміст білка: Високий, що робить сорт перспективним для використання у харчовій промисловості, зокрема для випічки хлібобулочних виробів і виробництва кормів для тварин.

Вміст клейковини: Зерно сорту має високий вміст клейковини, що підвищує його цінність для хлібопекарської галузі.

Товарні якості: Зерно добре зберігає свої властивості при зберіганні та транспортуванні.

Особливості вирощування:

Сорт Аристократ чутливий до мінерального живлення, тому оптимальні дози мінеральних добрив сприяють підвищенню врожайності та поліпшенню якості зерна.

Він рекомендується для вирощування в умовах Правобережного Лісостепу та інших регіонів України.

РОЗДІЛ 3
УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Характеристика ґрунтів ТОВ «АгроУкр»

Упродовж 2023–2024 років на дослідних ділянках ТОВ «АгроУкр» у зоні Правобережного Лісостепу України проводилися дослідження продуктивності тритикале на темно-сірих опідзолених ґрунтах. Ці ґрунти характеризуються середньою родючістю, що визначається природними властивостями ґрунтового профілю та їх хімічним складом.

Морфологічні ознаки профілю:

- *Гумусовий горизонт (0–45 см):*
  - Середньопотужний, добре структурований, темно-сірого кольору, зі щільною грудкуватою структурою.
  - Вміст гумусу досить високий – 4,63% у верхньому шарі (0–20 см), з тенденцією до зменшення з глибиною (до 2,42 % на глибині 80–100 см).
- *Гумусо-перехідний горизонт (45–105 см):*
  - Менш ущільнений, темно-сірого кольору з характерними плямами, що свідчить про опідзолені процеси.
  - Цей шар поступово переходить у щільніший нижній горизонт, який відзначається грудкуватою структурою.
- *Нижній перехідний горизонт (105–180 см):*
  - Ущільнений, грудочкуватий, з ознаками накопичення карбонатів (жовтого кольору лесовидний суглинок).

Фізико-хімічні характеристики ґрунту: Кислотність (pH): Слаболужна реакція ґрунтового розчину (7,2–8,0), що сприяє хорошій доступності основних елементів живлення для рослин. *Вміст гумусу:* Відносно високий у верхніх шарах, особливо на глибині 0–20 см, де його вміст становить 4,63 %, що є

добрим показником для підтримки родючості. *Легкогідролізований азот:* У верхньому горизонті (0–20 см) – 167 мг/кг, що є достатньою кількістю для активного росту зернових культур. Вміст азоту зменшується з глибиною до 88,1 мг/кг на глибині 80–100 см. *Рухомі форми фосфору та обмінний калій:* Високий вміст рухомого фосфору (142 мг/кг у верхньому шарі) і обмінного калію (132 мг/кг), що забезпечує оптимальні умови для розвитку культурних рослин.

Темно-сірі опідзолені ґрунти характеризуються середньою водопроникністю, гарною структурою і забезпечують хороші умови для вирощування сільськогосподарських культур. Завдяки високому вмісту легкогідролізованого азоту, фосфору та калію, ці ґрунти підходять для вирощування тритикале та інших зернових культур з високим рівнем продуктивності.

Отже, агрохімічні властивості темно-сірих опідзолених ґрунтів на дослідних ділянках ТОВ «АгроУкр» свідчать про їх високу продуктивність за умови належного догляду та регулярного застосування добрив.

3.2. Погодні умови за вегетаційний період тритикале озимого

2023 рік характеризувався помірно теплою зимою та достатньою кількістю опадів у весняно-літній період, що створило сприятливі умови для розвитку тритикале. Проте локальні посухи в окремих районах знизили врожайність на окремих полях.

В 2024 році спостерігалася дещо прохолодніша зима, з підвищеною кількістю опадів навесні, що сприяло кращому накопиченню вологи в ґрунті. Літній період був стабільно теплим, без екстремальних погодних умов, що сприяло активному розвитку зернових культур.

Взимку 2023 року температура була вищою за норму: січень мав середню температуру -0.3 °C при помірних опадах (20.2 мм), тоді як лютий показав таку ж температуру (-0.3 °C) з дещо більшими опадами (30.1 мм).

Взимку 2024 року січень був холоднішим (-2.6 °C) з підвищеними опадами (48.4 мм), що сприяло накопиченню вологи в ґрунті. У лютому температура підвищилася до +2.9 °C, що також вплинуло на майбутню швидкість відновлення весняної вегетації.

У березні в обидва роки була однакова середня температура +4.8 °C, але в 2024 році спостерігалася більша кількість опадів (54.8 мм), що сприяло підготовці ґрунту для активної весняної вегетації (рис. 3.1).



Рис. 3.1. Сума активних температур за вегетаційний період тритикале озимого

У квітні 2024 року температура була на 3,2 °C вищою, ніж у квітні 2023 року (+12.8 °C проти +9.6 °C), але кількість опадів у 2024 році зменшилася (79 мм проти 102.6 мм), що дещо знизило вологозабезпеченість на початку інтенсивного росту тритикале.

Травень був теплим у обидва роки (+16.2 °C у 2023 році та +16.3 °C у 2024 році), але 2024 рік мав більше опадів (15.3 мм проти 1 мм у 2023 році), що покращило умови для формування генеративних органів культури.

Червень 2024 року був теплішим і більш дощовим, з температурою +21.6 °C та значною кількістю опадів (136.5 мм), що позитивно вплинуло на

налив зерна. У 2023 році червень був прохолоднішим (+19.6 °С) з меншою кількістю опадів (87.6 мм).

Липень 2024 року також був теплішим (+24.1 °С) з помірними опадами (51.9 мм), що дозволило продовжити налив зерна до оптимальної кондиції. У 2023 році липень був холоднішим (+21.5 °С), але з надмірною кількістю опадів (136.1 мм), що призвело до ризику захворювань (рис. 3.2).

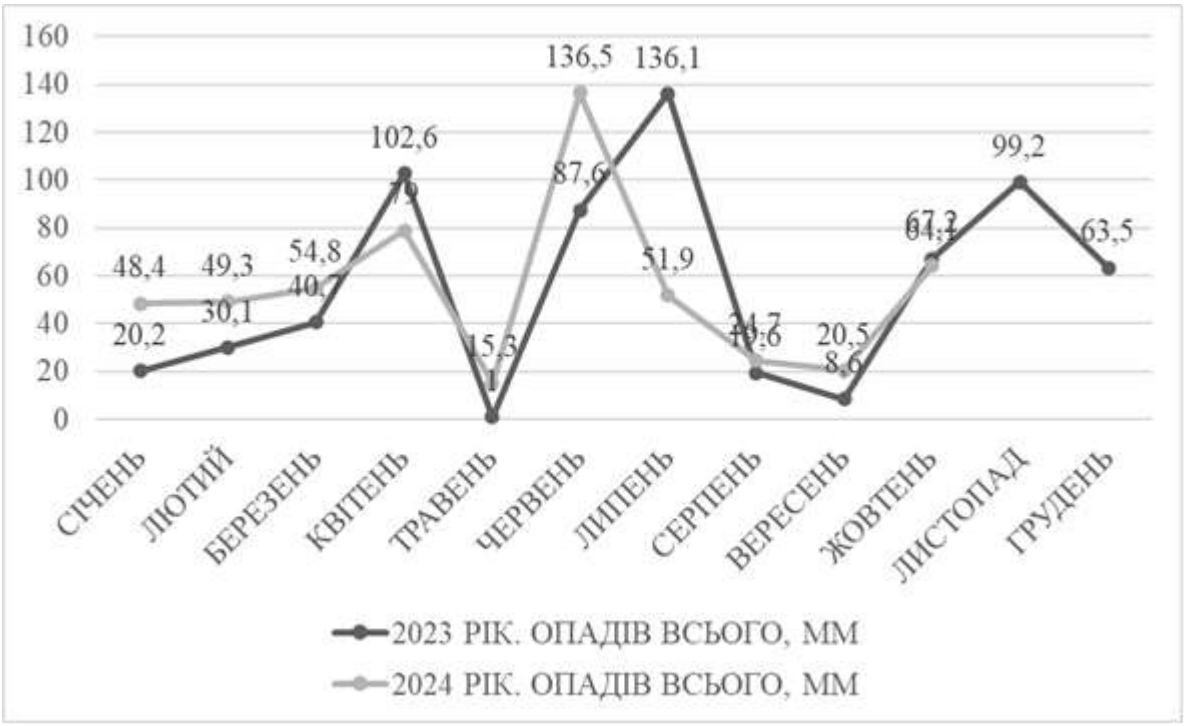


Рис. 3.2. Сума опадів за вегетаційний період тритикале озимого

Серпень був сухим в обидва роки, з мінімальними опадами (19.6 мм у 2023 році і 24.7 мм у 2024 році). Це забезпечило сприятливі умови для дозрівання та підготовки до збору врожаю.

У вересні 2024 року температура була вищою (+20.5 °С) порівняно з 2023 роком (+18.8 °С), що створило кращі умови для проведення посівних робіт та початкового розвитку озимини.

У жовтні обидва роки показали схожі температурні умови (близько +11.3 °С), але кількість опадів залишалася дещо нижчою від оптимальної, що впливало на вологозабезпеченість ґрунту для входження тритикале в зиму.

Отже, погодні умови 2024 року в цілому були сприятливішими для озимого тритикале завдяки вищим температурам і підвищеній вологості в критичних періодах вегетації, таких як весняний ріст і налив зерна влітку. Це забезпечило краще формування колосу, налив зерна та вищу врожайність. Однак надлишок опадів у червні 2024 року міг би вимагати підвищеної уваги до заходів із захисту рослин від хвороб.

Такі погодні умови свідчать про важливість адаптації агротехнічних операцій до конкретних умов року для підвищення врожайності тритикале.

3.3. Схема досліду

У досліді вивчали вплив мінерального живлення на врожайність та якість зерна тритикале озимого сорту Аристократ.

Схема досліду наступна:

1. Без добрив (контроль);
2. P_{30};
3. P_{60};
4. P_{90};
5. N_{30} підживлення;
6. P_{30} + N_{30} підживлення;
7. P_{60} + N_{30} підживлення;
8. P_{90} + N_{30} підживлення.

Ділянки розташовані однорядно, площа ділянки – 60 м. Облікова площа – 30 м. Повторність – 3-разова.

Як мінеральні добрива в досліді використовувалися: селітра аміачна, суперфосфат подвійний. Добрива внесені згідно за призначенням – до посіву та в підживлення по рослинах, що вегетують.

3.4. Технологічні операції, які виконувалисяу досліді з вирощування тритикале озимого

І. Підготовка ґрунту під посів.

1. Лущення стерні – проводили одразу після збирання попередньої культури на глибину 6–8 см для знищення бур'янів і часткової аерації ґрунту.

2. Оранка – виконували у вересні на глибину 20–22 см для створення оптимальних умов для закладання насіння.

3. Ранньовесняне боронування – березень-квітень, для руйнування ґрунтової кірки, збереження вологи та часткового знищення бур'янів.

4. Культивація з боронуванням – проводили у квітні та серпні для знищення бур'янів і підготовки ґрунту до посіву.

5. Передпосівна культивація з боронуванням – вересень, глибина 5–6 см, проводили за два дні до посіву для вирівнювання поверхні та забезпечення доброго контакту насіння з ґрунтом.

ІІ. Підготовка до посіву.

1. Підготовка фосфорних добрив – суперфосфат подвійний гранульований просіяний для рівномірного внесення.

2. Підготовка насіння – серпень, обробка насіння протруйниками для захисту від грибкових хвороб та шкідників.

ІІІ. Посів та осінній догляд.

1. Внесення фосфорних добрив – під час посіву було внесено суперфосфат подвійний для забезпечення рослин необхідним живленням на початкових етапах розвитку.

2. Посів – проводили сівалкою СЗУ-3,6, яка забезпечила рівномірне розміщення насіння на глибину 3–5 см з оптимальною нормою висіву.

3. Прикочування посівів – для покращення контакту насіння з ґрунтом та збереження вологи.

ІV. Весняно-літні роботи з догляду за посівами.

1. Підживлення азотними добривами – у квітні проводили внесення аміачної селітри для активного росту та розвитку стеблестою.

2. Обробка фунгіцидами та інсектицидами (за необхідності) – проводили у фазу кущення для захисту від хвороб (іржа, септоріоз) та шкідників (трипси, клопи).

V. Збирання врожаю.

1. Збирання – у липні комбайном «Sampo», що забезпечує мінімальні втрати врожаю.

2. Обробка зерна – зерно доведили до 14 % вологості та очищали до 100 % чистоти перед зберіганням.

Облік урожаю здійснювався суцільним способом, що дозволило точно оцінити результат експерименту та ефективність агротехнічних заходів.

3.5. Методика проведення досліджень

Для комплексної оцінки результатів досліджень проводили низку агрономічних спостережень і аналізів:

1. Фенологічні спостереження: Відслідковували етапи росту та розвитку рослин озимого тритикале, визначали основні фази вегетації.

2. Моніторинг накопичення макроелементів у ґрунті: Відбирали ґрунтові зразки з глибини 0–20 см та 20–40 см перед посівом і під час ключових фаз росту (весняне кущіння, вихід у трубку, колосіння, повна стиглість). В аналізах зразків визначали: вміст нітратного азоту за ГОСТ 26951-86, вміст амонійного азоту за ГОСТ 26489-85, вміст рухомого фосфору та обмінного калію за ГОСТ 26205-91.

3. Відбір проб для якісної характеристики врожаю: Проводили відбір рослинних зразків для аналізу врожайності та визначення економічної ефективності внесених добрив.

4. Аналіз структури врожаю: За «Методикою Державного сортовипробування сільськогосподарських культур» проводили оцінку

кількісних і якісних показників, зокрема: кількість рослин на одиниці площі; загальний та продуктивний стеблостій; загальна та продуктивна кущистість; висота рослин; аналіз колоса (довжина, маса зерна, кількість зерен у колосі); маса 1000 зерен.

5. Облік врожаю: Врожай обліковували методом суцільного обмолоту на обліковій ділянці з подальшим перерахунком на 100 % чистоту та вологість 14 %.

6. Контроль врожайності зерна та соломи: Здійснювали методом відбору пробних снопів з площі 1 м² на всіх повтореннях досліду.

7. Визначення маси 1000 зерен: Проводили шляхом зважування двох проб по 500 насінин кожна.

Цей підхід забезпечив детальну характеристику продуктивності та якості врожаю, дозволив розрахувати економічну ефективність агротехнічних заходів та оптимізувати використання добрив для підвищення врожайності озимого тритикале.

РОЗДІЛ 4
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Вплив мінеральних добрив на вміст азоту у ґрунті

Живлення рослин залежить від наявності в ґрунті доступних форм азоту, фосфору, калію та інших макро- і мікроелементів. Азот у ґрунті представлений переважно органічними сполуками, що є компонентами гумусу, рослинних і тваринних залишків, а також мікроорганізмів. Органічні азотовмісні сполуки стають доступними для рослин після процесу мінералізації, в результаті якого утворюються нітрати (NO_3^-) і солі амонію (NH_4^+). Ці сполуки є основними джерелами азоту, який безпосередньо використовується рослинами для живлення.

У дослідженнях з вивчення мінерального азоту в темно-сірому опідзоленому ґрунті під тритикале озимим було встановлено, що на рівень азоту впливають передусім температура і вологість ґрунту. Моніторинг динаміки вмісту нітратів за фазами розвитку тритикале показав, що незалежно від застосування добрив, концентрація нітратного й амонійного азоту у ґрунті знижується від фази кущіння до моменту повної стиглості рослин. Дані показують, що у 2024 році допосівний рівень нітратного та амонійного азоту становив 13,8–14,6 та 3,8–4,7 мг/кг у орному горизонті, тоді як у підорному шарі він був дещо нижчим — 12,5–13,2 мг/кг для нітратного та 3,2–3,6 мг/кг для амонійного азоту. У фазу трубкування внесення азотних добрив збільшило мінеральний азот у шарі 0–40 см на 13,1 мг/кг для нітратної та на 10,4 мг/кг для амонійної форми, що свідчить про значний вплив підживлення на забезпечення рослин доступним азотом під час критичних фаз росту (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив мінеральних добрив на вміст мінерального азоту у ґрунті у 2023 році, мг/кг

Елементи	Варіант досліду	Фази вегетації рослин											
		До сівби		Кущіння (осіння вегетація)		Кущіння (весняна вегетація)		Вихід у трубку		Колосіння		Повна стиглість	
		0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40
$N–NO_3$	Без добрив	14,4	10,0	13,1	9,8	10,0	7,3	8,5	3,8	5,0	2,0	3,5	1,4
	P_{30}	13,8	13,0	13,0	9,4	9,8	6,0	6,4	2,4	3,8	1,8	3,0	1,4
	P_{60}	14,6	12,5	12,9	9,0	9,6	6,1	5,4	2,6	4,0	2,0	3,2	1,2
	P_{90}	14,2	12,7	12,8	9,0	9,5	6,5	5,6	2,8	3,7	4,6	3,2	1,1
	N_{30}	13,6	12,8	13,2	10,0	10,2	7,4	16,4	5,6	14,1	3,2	11,0	1,8
	$N_{30}P_{30}$	13,6	13,2	12,9	9,0	9,6	6,6	17,5	5,4	14,0	3,0	10,6	1,6
	$N_{30}P_{60}$	14,1	13,2	12,9	8,8	8,9	6,2	17,0	5,4	13,9	3,0	10,0	1,7
	$N_{30}P_{90}$	13,8	12,2	12,7	8,8	9,2	6,0	17,3	5,4	13,8	3,0	10,1	1,6
$N–NH_4$	Без добрив	4,2	3,6	3,5	3,0	2,9	2,6	2,8	1,8	2,0	1,2	1,2	1,1
	P_{30}	4,7	3,6	3,6	2,8	2,9	2,4	2,9	1,6	2,2	1,0	1,4	1,0
	P_{60}	3,8	3,5	3,5	2,8	3,5	2,4	2,7	1,6	2,1	1,1	1,3	1,0
	P_{90}	4,2	3,6	3,6	2,6	3,5	2,5	2,6	1,8	2,1	1,2	1,3	0,9
	N_{30}	4,2	3,5	3,7	3,0	3,5	2,6	9,7	5,8	5,8	4,4	3,2	2,2
	$N_{30}P_{30}$	4,6	3,2	3,6	2,7	3,8	2,4	9,5	5,6	6,1	3,2	3,3	2,3
	$N_{30}P_{60}$	4,0	3,4	3,4	2,7	3,8	2,4	9,2	5,4	4,8	3,4	3,0	2,1
	$N_{30}P_{90}$	4,2	3,3	3,5	2,8	3,6	2,3	9,2	5,3	5,6	3,0	2,8	2,0

До фази повної стиглості, у варіантах без азотного підживлення, рівень

нітратного азоту в орному горизонті знизився до 3,0–3,5 мг/кг (23 % від початкового рівня), а в підорному — до 1,1–1,4 мг/кг (10 %). Це зниження демонструє високий рівень споживання азоту культурами на полях без додаткового підживлення. Проте, за умов внесення добрив ці показники залишалися стабільнішими — 10,1–11,0 мг/кг у орному та 1,6–1,8 мг/кг у підорному горизонтах (відповідно 74 % та 14 % від допосівного рівня)

Аналіз динаміки азоту у ґрунті на різних фазах вегетації вказує на те, що внесення добрив під час виходу в трубку, на стадіях колосіння та повної стиглості, сприяє оптимальному азотному живленню рослин, що у свою чергу позитивно впливає на врожайність тритикале. Наприклад, у 2023 році до посіву тритикале середній вміст нітратного азоту на всіх ділянках коливався від 13,6 до 14,7 мг/кг, а амонійного — від 3,9 до 4,7 мг/кг ґрунту.

У фазу кущіння вміст мінерального азоту зменшувався, що пояснюється його активним споживанням рослинами. При відновленні вегетації навесні рівень нітратного азоту знизився до 8,7–10,3 мг/кг, а амонійного — до 3,5–3,9 мг/кг ґрунту. Після підживлення під час трубкування спостерігалося збільшення вмісту азоту: концентрація нітратного азоту зросла на 5,9–8,1 мг/кг, а амонійного — на 5,2–6,0 мг/кг ґрунту. Від фази трубкування до повної стиглості азот знову знижувався, причому на удобрених ділянках його споживання під час дозрівання насіння було інтенсивнішим, ніж на ділянках без азотних добрив.

Перед збиранням врожаю, вміст нітратного азоту в орному шарі ґрунту на ділянках без внесення азотних добрив знизився до 22 % від початкового рівня, досягнувши 2,9–3,4 мг/кг. У підорному горизонті цей показник становив 10 % від початкового рівня, або 1,2–1,4 мг/кг. Це свідчить про значне виснаження запасів азоту без підживлення, особливо в підорному шарі. Однак, при внесенні азотних добрив у дозі N_{30} вміст нітратного азоту суттєво збільшувався, досягаючи 73 % від допосівного рівня в орному горизонті (10,1–10,9 мг/кг) та 14 % у підорному (1,4–1,9 мг/кг). Це підтверджує ефективність азотного підживлення у збереженні азотного балансу в ґрунті (табл. 2).

Таблиця 2

Вплив мінеральних добрив на вміст мінерального азоту у ґрунті у 2024 році, мг/кг

Елементи	Варіант досліду	Фази вегетації рослин											
		До сівби		Кущіння (осіння вегетація)		Кущіння (весняна вегетація)		Вихід у трубку		Колосіння		Повна стиглість	
		0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40
$N–NO_3$	Без добрив	14,4	10,8	13,3	10,0	10,1	7,3	8,4	3,7	5,0	2,1	3,4	1,4
	P_{30}	13,9	13,3	13,0	9,3	9,6	6,0	6,3	2,1	4,0	1,7	3,1	1,4
	P_{60}	14,7	12,5	12,8	9,2	9,4	6,3	5,3	2,6	4,2	1,9	3,1	1,3
	P_{90}	14,4	12,8	12,8	9,1	9,4	6,6	5,5	2,8	3,8	4,7	2,9	1,2
	N_{30}	13,6	13,0	13,4	10,2	10,3	7,5	16,2	5,5	14,2	3,3	10,9	1,9
	$N_{30}P_{30}$	13,6	13,3	12,8	9,2	9,5	6,8	17,4	5,3	14,0	3,1	10,7	1,8
	$N_{30}P_{60}$	14,2	13,2	12,9	9,0	8,7	6,3	16,8	5,5	13,8	3,2	10,1	1,6
	$N_{30}P_{90}$	13,9	12,4	12,6	9,0	9,1	6,0	17,1	5,5	13,7	3,2	10,2	1,4
$N–NH_4$	Без добрив	4,3	3,7	3,8	3,2	3,0	2,5	2,7	1,7	1,9	1,3	1,4	1,1
	P_{30}	4,6	3,6	3,6	3,0	3,0	2,3	2,7	1,6	2,2	1,0	1,5	0,8
	P_{60}	3,9	3,5	3,5	3,0	3,7	2,3	2,6	1,5	2,0	1,0	1,4	0,8
	P_{90}	4,3	3,6	3,5	2,8	3,7	2,4	2,6	1,9	2,0	1,1	1,4	0,7
	N_{30}	4,3	3,5	3,9	3,3	3,5	2,6	9,5	6,0	6,0	4,5	3,4	2,3
	$N_{30}P_{30}$	4,7	3,3	3,5	2,8	3,9	2,2	9,3	5,8	6,3	3,4	3,5	2,4
	$N_{30}P_{60}$	4,1	3,4	3,4	2,9	3,8	2,3	9,0	5,3	4,9	3,5	3,0	2,0
	$N_{30}P_{90}$	4,5	3,2	3,6	3,0	3,6	2,2	9,2	5,3	5,8	3,0	2,6	2,1

Дослідження динаміки вмісту мінерального азоту в орному та підорному горизонтах за середніми показниками років показало, що найбільша його концентрація спостерігалася перед сівбою та під час фази трубкування рослин тритикале. Вміст азоту в орному горизонті був вищим, ніж у підорному, з перевагою на 30–70 % у всіх варіантах досліду. Сезонні зміни вмісту азоту характеризуються піковими значеннями у період від сівби до весняного кущіння. Під час активного споживання азоту рослинами на етапах колосіння і цвітіння його концентрація в ґрунті знижується і досягає мінімуму у фазу повної стиглості (табл. 3).

Таблиця 3

Вплив мінеральних добрив на вміст мінерального азоту у ґрунті (середнє за 2023–2024 рр)

№	Варіант досліду	До сівби		Кущіння		Відновлення вегетації		Вихід у трубку		Колосіння		Повна стиглість	
		0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40
1	Без добрив	18,7	14,1	16,9	13,0	13,0	9,9	11,2	5,5	7,0	3,3	4,8	2,5
2	P_{30}	18,5	16,8	16,6	12,3	12,7	8,4	9,2	3,9	6,1	2,8	4,5	2,3
3	P_{60}	18,5	16,0	16,4	12,0	13,1	8,6	8,0	4,2	6,2	3,0	4,5	2,2
4	P_{90}	18,6	16,4	16,4	11,8	13,1	9,0	8,2	4,7	5,8	5,8	4,4	2,0
5	N_{30}	17,9	16,4	17,1	13,3	13,8	10,1	25,9	11,5	20,1	7,7	14,3	4,1
6	$N_{30}P_{30}$	18,3	16,5	16,4	11,9	13,4	9,0	26,9	11,1	20,2	6,4	14,1	4,1
7	$N_{30}P_{60}$	18,2	16,6	16,3	11,7	12,6	8,6	26,0	10,8	18,7	6,6	13,1	3,7
8	$N_{30}P_{90}$	18,2	15,6	16,2	11,8	12,8	8,3	26,4	10,8	19,5	6,1	12,9	3,6

Застосування мінеральних добрив істотно впливає на вміст азоту у ґрунті,

сприяючи підвищенню його концентрації за рахунок власного азоту добрив, мінералізації органічних речовин ґрунту та утворення додаткового, так званого «екстра»-азоту. Це особливо важливо у весняний період, коли рослини інтенсивно поглинають поживні речовини, а запаси азоту необхідні для їх активного росту та розвитку.

Під час досліджень було встановлено, що у фазу трубкування (період активного росту) вміст мінерального азоту у ґрунті значно зростав завдяки внесенню азотного підживлення. Зокрема, у орному шарі приріст становив 14,6–15,7 мг/кг, а у підорному горизонті – 5,2–5,8 мг/кг. Це свідчить про те, що азот, внесений із добривами, не лише збагачує верхні шари ґрунту, а й проникає в глибші горизонти, забезпечуючи рослинам доступ до азоту на різних рівнях кореневої системи.

Зазначено, що у варіантах, де використовувалися лише фосфорні добрива, рівень мінерального азоту у ґрунті залишався на рівні контрольного варіанту без добрив. Це підкреслює роль саме азотних добрив у забезпеченні належного азотного режиму ґрунту для культурних рослин. Найвищий вміст мінерального азоту був зафіксований у випадку, коли восени вносили фосфорні добрива у дозі P_{30}, а навесні застосовували азотне підживлення N_{30}. Така комбінація добрив продемонструвала ефективний баланс поживних речовин, що сприяє стабільному зростанню рослин і підвищенню врожайності.

Обидва роки досліджень показують, що вміст мінерального азоту ($N–NO_3$ і $N–NH_4$) зростає із застосуванням мінеральних добрив, особливо в глибоких шарах ґрунту та під час важливих фаз вегетації.

У 2023 році вміст азоту в ґрунті був трохи нижчим, що могло бути пов'язано з кліматичними умовами чи агротехнікою, але загальна тенденція збільшення азоту за рахунок добрив зберігається.

Підсумовуючи результати дослідження, можна зробити висновок, що систематичне внесення мінеральних добрив, особливо з акцентом на азотні підживлення навесні, значно підвищує вміст мінерального азоту у ґрунті. Це, своєю чергою, забезпечує культури необхідними поживними елементами,

стимулює їх розвиток і сприяє підвищенню врожайності зернових, зокрема тритикале озимого.

4.2. Вплив мінеральних добрив на вміст фосфору у ґрунті

Фосфор відіграє важливу роль у більшості метаболічних процесів, що відбуваються у рослинах. Він поглинається кореневою системою переважно у вигляді солей ортофосфорної кислоти, які містяться в ґрунті. Хоча рослини здатні засвоювати деякі органічні сполуки фосфору, їх кількість у ґрунті, як правило, незначна, тому головним джерелом цього елемента для рослин залишається мінеральний фосфор.

Однією з особливостей фосфору є його низька рухливість у ґрунті, що зумовлює його нерівномірний розподіл по ґрунтовому профілю. Встановлено, що фосфор пересувається від місця своєї локалізації у ґрунті дуже повільно, зазвичай не більше ніж на 3–5 см за весь вегетаційний період. Це означає, що більшість рухомого фосфору концентрується в орному шарі (0–20 см), де знаходяться активні корені рослин, тоді як на глибині його вміст різко зменшується.

При внесенні фосфорних добрив більша частина фосфору залишається у верхньому орному шарі ґрунту і практично не мігрує в нижні горизонти. Така локалізація фосфору робить його доступним для кореневої системи рослин, однак потребує регулярного поповнення запасів за рахунок добрив, особливо у ґрунтах з низьким природним вмістом фосфору. На думку дослідників, така обмежена рухливість цього елемента вимагає правильного планування системи удобрення, оскільки неправильне розміщення добрив може знизити ефективність їх засвоєння.

Варто зазначити, що оптимальне забезпечення рослин фосфором сприяє не лише активному росту, а й підвищенню стійкості до несприятливих умов, таких як посуха та хвороби. Тому фосфорні добрива, правильно застосовані в орному шарі, забезпечують не тільки стабільну врожайність, але й покращують

якість продукції.

Аналіз розподілу рухомого фосфору за горизонтами ґрунту показав, що орний шар (0–20 см) значно краще забезпечений фосфором, ніж підорний (20–40 см). Зокрема, вміст доступного для рослин фосфору в орному шарі виявився приблизно в 1,4 раза вищим, ніж у підорному. Це свідчить про те, що більшість рухомого фосфору, який засвоюється рослинами, зосереджується саме в поверхневому шарі ґрунту, де розміщується основна маса кореневої системи тритикале озимого (табл. 4).

Таблиця 4

Вплив доз та співвідношень елементів живлення у добривах на вміст рухомого фосфору у ґрунті за роками досліджень, мг/кг

№	Варіант досліду	Фази фегетації рослин											
		До сівби		Кущіння		Відновлення вегетації		Вихід у трубку		Колосіння		Повна стиглість	
		Шар ґрунту, см											
		0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40
2023 рік													
1	Без добрив	13	9	12	7	14	8	10	7	9	6	7	5
2	P_{30}	13	8	18	14	16	12	15	11	13	10	11	9
3	P_{60}	13	7	20	16	19	15	18	14	16	13	14	11
4	P_{90}	11	8	28	21	26	19	24	17	21	14	17	12
5	N_{30}	12	9	11	7	14	11	14	11	9	9	7	5
6	$N_{30}P_{30}$	13	8	20	13	18	13	16	12	14	11	12	10
7	$N_{30}P_{60}$	12	9	24	17	21	16	18	15	16	14	14	13
8	$N_{30}P_{90}$	12	9	27	22	24	20	21	18	18	16	16	13
2024 рік													
1	Без добрив	12	8	13	9	13	9	12	8	9	6	7	5

Продовження таблиці 4

2	P_{30}	12	8	16	12	14	10	13	9	11	8	9	7
3	P_{60}	12	7	18	14	17	13	16	12	14	11	12	9
4	P_{90}	11	8	26	19	24	17	22	15	19	12	15	10
5	N_{30}	13	8	12	7	12	7	11	8	9	7	8	6
6	$N_{30}P_{30}$	11	8	18	11	16	11	14	10	12	9	10	8
7	$N_{30}P_{60}$	13	7	22	15	19	14	16	13	14	12	12	11
8	$N_{30}P_{90}$	13	7	25	20	22	18	19	16	16	14	14	11

У наших дослідженнях було виявлено певну варіацію вмісту рухомих форм P_2O_5 у ґрунті за різні роки. Зокрема, у менш зволоженому 2023 році внесення фосфорних добрив спричинило зростання рівня фосфатів на 3–13 мг/кг ґрунту, що позитивно вплинуло на врожайність. При дозах фосфорних добрив $P_{30–90}$ приріст врожайності зерна становив 0,21–0,43 ц/га.

У 2024 році, за інших погодних умов, внесення фосфорних добрив призвело до збільшення рухомого фосфору на 6–16 мг/кг, що забезпечило приріст урожаю на 0,26–0,51 ц/га при тих же дозах $P_{30–90}$. Це свідчить про залежність ефективності фосфорних добрив від погодних умов, зокрема рівня зволоженості, який впливає на доступність фосфору для рослин

Застосування фосфорних добрив сприяло значному підвищенню продуктивності тритикале та покращенню фосфатного режиму ґрунту. В результаті внесення фосфорних добрив у дозі 90 кг/га, вміст фосфатів у ґрунті зріс майже вдвічі порівняно з контрольними варіантами, що вказує на підвищення родючості ґрунту та сприятливі умови для росту і розвитку тритикале. Це дозволило ґрунтам із початково низьким вмістом фосфору перейти в категорію середнього вмісту, що має важливе значення для забезпечення посівів необхідними елементами живлення.

У варіанті, де застосовувався тільки азот у дозі N_{30}, рівень вмісту

фосфатів залишився майже на рівні контрольного, без суттєвих змін. Це свідчить, що без додаткового внесення фосфору забезпечення рослин доступними фосфатами залишається обмеженим. Таким чином, використання лише азотних добрив не здатне повністю компенсувати нестачу фосфору в ґрунті, що підтверджує важливість фосфорного живлення в системі удобрення для оптимізації продуктивності культур (табл. 5).

Таблиця 5

Вплив мінеральних добрив на вміст рухомого фосфору (середнє за 2023–2024 рр)

№	Варіант досліду	До сівби		Кущіння		Відновлення вегетації		Вихід у трубку		Колосіння		Повна стиглість	
		0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40
1	Без добрив	13	9	14	9	15	10	12	9	10	8	9	7
2	P_{30}	13	9	18	14	16	12	15	11	13	10	11	9
3	P_{60}	13	8	20	16	19	15	18	14	16	13	14	11
4	P_{90}	12	9	28	21	26	19	24	17	21	14	17	12
5	N_{30}	13	9	13	8	14	10	14	11	10	9	9	7
6	$N_{30}P_{30}$	12	9	20	13	18	13	16	12	14	11	12	10
7	$N_{30}P_{60}$	14	8	24	17	21	16	18	15	16	14	14	13
8	$N_{30}P_{90}$	14	8	27	22	24	20	21	18	18	16	16	13

Результати ґрунтових аналізів показали, що максимальний вміст рухомого фосфору спостерігався восени після внесення фосфорних добрив за умов оптимальної кількості продуктивної вологи. У контрольному варіанті в шарі ґрунту 0–20 см вміст P_2O_5 становив 14 мг/кг, тоді як за внесення фосфорних добрив він зростав до 18–28 мг/кг. У шарі 20–40 см вміст P_2O_5 на контролі склав 9 мг/кг, а в варіантах із внесенням фосфорних добрив

збільшувався до 14–21 мг/кг.

Під час літнього періоду вегетації тритикале озимого, при дозріванні зерна, через нестачу продуктивної вологи відзначалося зниження вмісту рухомого фосфору. На контролі його кількість становила 8 мг/кг, тоді як на ділянках із внесенням P_{30} – 11–12 мг/кг, P_{60} – 14 мг/кг, а P_{90} – 16–17 мг/кг ґрунту.

Зменшення рухомого фосфору до кінця вегетації можна пояснити впливом вологості ґрунту, переходом фосфатів у важкодоступні форми та активним поглинанням рослинами. У фазі повної стиглості, в шарі 0–20 см, вміст фосфору на варіанті з Р30 був трохи нижчим, ніж до посіву; на варіанті P_{60} відповідав початковому рівню; а на варіанті з P_{90} перевищував його на 2–3 мг/кг.

4.3. Динаміка вмісту калію в ґрунті

Калій відіграє ключову роль у життєвих процесах рослин, таких як дихання, фотосинтез і синтез білка, а також активує численні ферментативні системи. Дослідники підкреслюють, що ефективне функціонування всіх органів рослини залежить від забезпеченості калієм, тому його нестача значно знижує продуктивність рослин.

У нашому дослідженні рівень забезпеченості ґрунтів рухомим калієм на дослідній ділянці був підвищений. Аналіз динаміки вмісту K_2O у ґрунті виявив, що його кількість поступово знижується від моменту сівби до повної стиглості тритикале озимого, проте загальна забезпеченість ґрунту калієм залишається на високому рівні.

Зокрема, в 2024 році середній вміст обмінного калію в орному горизонті становив 322 мг/кг, що є вищим, ніж у 2023 році (307 мг/кг). Це підвищення пов'язане зі збільшенням кількості опадів, які сприяли переходу калію з необмінної форми в доступну для рослин форму (табл. 6).

Таблиця 6

Вплив доз та співвідношень елементів живлення у добривах на вміст обмінного калію у ґрунті за роками досліджень, мг/кг

№	Варіант досліду	Фази фегетації рослин											
		До сівби		Кущіння		Відновлення вегетації		Вихід у трубку		Колосіння		Повна стиглість	
		0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40
2023 рік													
1	Без добрив	310	275	305	279	293	264	283	252	279	241	272	228
2	P_{30}	299	275	292	279	284	271	274	260	266	245	254	231
3	P_{60}	308	278	296	271	283	257	272	246	268	240	254	228
4	P_{90}	301	276	296	271	292	260	279	254	272	248	258	231
5	N_{30}	292	279	285	279	279	262	272	251	262	237	255	226
6	$N_{30}P_{30}$	309	272	296	269	288	261	281	248	274	238	260	228
7	$N_{30}P_{60}$	324	293	311	296	305	282	295	268	284	258	271	251
8	$N_{30}P_{90}$	316	283	309	279	299	267	288	260	281	252	271	246
2024 рік													
1	Без добрив	335	300	335	305	322	287	310	273	305	260	297	245
2	P_{30}	329	300	320	305	311	295	299	283	290	265	275	248
3	P_{60}	339	304	325	295	310	279	297	266	292	259	275	245
4	P_{90}	331	301	325	295	320	283	305	275	297	269	280	249
5	N_{30}	320	305	312	305	305	285	297	272	285	255	277	243
6	$N_{30}P_{30}$	340	297	325	293	316	284	307	269	299	257	283	245
7	$N_{30}P_{60}$	358	321	343	325	335	309	324	292	311	280	295	272
8	$N_{30}P_{90}$	349	310	340	305	328	291	316	283	307	273	295	266

Запаси обмінного калію в ґрунті, як і інших поживних елементів, знижувалися протягом періоду від кущіння до стиглості зерна тритикале. В середньому по всіх точках спостережень кількість обмінного калію у верхньому шарі ґрунту (0–20 см) на час збирання зменшилася на приблизно 10 %, а у шарі 20–40 см — на 15 % від початкових осінніх показників. Це зумовлено активним споживанням калію добре розвиненою кореневою системою тритикале озимого з глибших шарів ґрунту, а також переміщенням калію у верхній шар завдяки біологічному переносу.

4.4. Урожайність тритикале озимого

Урожайність – це ключовий показник, що відображає ефективність різних агротехнічних прийомів для вирощування сільськогосподарських культур. Величина врожаю зернових визначається кількістю колосків на одиницю площі та вагою зерна з одного колосу.

У 2023 році через несприятливі погодні умови для росту і розвитку тритикале озимого на контрольному варіанті (без добрив) відзначалась мінімальна кількість продуктивних рослин — 342 шт/м², середня кількість зерен у колосі — 29,2 шт, маса 1000 зерен — 30,0 г, що забезпечило врожайність на рівні 2,90 т/га. Важливим елементом структури врожаю є густота продуктивних колосків на одиниці площі, адже фактичний урожай у польових умовах залежить не тільки від продуктивності окремих рослин, а й від їхньої кількості на певній площі.

Аналіз врожайності тритикале озимого у 2024 році показав, що внесення мінеральних добрив сприяло збільшенню густоти стеблестою в порівнянні з контролем: застосування фосфорних добрив підвищувало густоту на 1,5–5,4 %, а внесення азотно-фосфорних добрив збільшувало цей показник на 2,5–5,7 %. Найбільша кількість продуктивних стебел на 1 м² у 2023 році була зафіксована на варіанті $N_{30}P_{60}$ (табл. 7)

Таблиця 7

Урожайність та структура врожаю тритикале озимого у роки досліджень

№	Варіанти досліду	Кількість продуктивних стебел, шт/м	Кількість зерен в колосі,шт	Маса 1000 зерен, г	Урожайність, т/га	Прибавка врожаю по відношенню до контролю	
						т/га	%
2023 рік							
1	Без добрив	342	29,2	30,0	2,90	–	–
2	P_{30}	343	29,5	30,8	3,11	0,21	7,2
3	P_{60}	347	31,0	31,0	3,33	0,43	14,8
4	P_{90}	344	31,2	30,2	3,25	0,35	12,1
5	N_{30}	345	31,2	30,4	3,27	0,37	12,7
6	$N_{30}P_{30}$	352	31	31,5	3,43	0,53	18,3
7	$N_{30}P_{60}$	358	30,8	32,7	3,60	0,70	24,1
8	$N_{30}P_{90}$	348	30,8	31,0	3,32	0,42	14,5
r		*0,63*	*0,69*	*0,73*			
$HIP_{0,5}$= *т/га*							
2024 рік							
1	Без добрив	344	30,7	30,9	3,10	–	–
2	P_{30}	348	31,3	31,0	3,36	0,26	8,4
3	P_{60}	359	31,2	32,5	3,61	0,51	16,4
4	P_{90}	356	31,2	32,3	3,56	0,46	14,8
5	N_{30}	356	31,0	31,8	3,47	0,37	11,9
6	$N_{30}P_{30}$	362	31,0	32,9	3,69	0,59	19,0
7	$N_{30}P_{60}$	363	32,2	33,1	3,84	0,74	23,9
8	$N_{30}P_{90}$	362	31,7	32,7	3,75	0,65	21,0
r		0,75	0,75	0,76			
$HIP_{0,5}$= *т/га*							

У 2024 році, коли були більш сприятливі умови вологості, на контролі

густота стеблестою підвищилася до 344 шт/м². Осіннє внесення фосфору збільшувало цей показник на 2–3 %, а внесення азотних добрив у поєднанні з фосфорними підвищувало густоту стеблестою на 4–6 %. Максимальний показник густоти стеблестою у 2024 році також був відзначений на варіанті $N_{30}P_{60}$ – 363 шт/м².

Урожайність зерна тритикале озимого визначається не тільки густотою стеблестою, але й продуктивністю кожної рослини, яка оцінюється за такими показниками, як кількість зерен у колосі та маса зерна з одного колосу. Дослідження показали, що озерненість колоса та його продуктивність на посівах тритикале тісно залежать від умов мінерального живлення. Наприклад, на контрольному варіанті без добрив середня кількість зерен у колосі становила 29,2 шт у 2023 році та 30,7 шт у 2024 році. Максимальні показники цих значень були зафіксовані на варіантах з азотом (N_{30}) та фосфором (P_{60}).

Така ж тенденція спостерігалась і щодо маси 1000 зерен. Найнижчі показники зафіксовано на контрольних варіантах: у 2023 році маса 1000 зерен склала 30,0 г, а у 2024 році — 30,9 г. У всі роки досліджень максимальну масу 1000 зерен забезпечувало внесення добрив $N_{30}P_{60}$.

Результати дослідів підтверджують, що ефективність добрив, як і структурні показники врожаю, значною мірою залежать від погодних умов та типу мінерального живлення. Погодні умови 2024 року виявилися кращими, що сприяло підвищенню врожайності на контролі до 3,10 т/га порівняно з 2,90 т/га у 2023 році. Цей результат можна пояснити не тільки збільшенням кількості опадів, а й підвищенням ефективності добрив.

Фосфорні добрива у дозах внесення P_{30}, P_{60} і P_{90} підвищили врожайність порівняно з контролем на 0,21–0,43 т/га або 7–15 % у 2023 році, а у 2024 році – на 8–16 %.

Азотне підживлення (N_{30}) забезпечило додатковий врожай у розмірі 0,37 т/га, що на 13 % більше порівняно з контролем у 2023 році, а в 2024 році додало близько 12 %.

Комплексне внесення $N_{30}P_{30}$ і $N_{30}P_{60}$ забезпечило збільшення врожаю на

18 % і 24 % відповідно у 2023 році та на 19–24 % у 2024 році. Максимальне підвищення врожайності в 2024 році було на варіанті $N_{30}P_{60}$ — 3,84 т/га, що на 24 % більше від контролю.

Застосування добрив під тритикале озиме впливало на всі основні показники продуктивності, а також на врожайність у цілому. Для оцінки статистичної значущості різниць, було встановлено $НІР_{0,5}$ у 2023 році на рівні 2,8 ц/га, а у 2024 році — 3,0 ц/га.

Аналіз кореляційних зв’язків показав тісну залежність між врожайністю тритикале озимого та його структурними елементами, що підтверджується високими коефіцієнтами кореляції (r > 0,5). У 2023 році врожайність найбільш сильно корелювала з масою 1000 зерен (r = 0,73), кількістю зерен у колосі (r = 0,69) та кількістю продуктивних стебел (r = 0,63). У 2024 році залежність урожайності від маси 1000 зерен досягала r = 0,76, а від кількості стебел та зерен у колосі — r = 0,75, що вказує на високий вплив цих показників.

Внесення фосфорного добрива в дозі 30 кг/га до сівби підвищило врожайність на 0,23 т/га при контролі 3,0 т/га. Підвищення дози до 60 кг/га сприяло додатковому збільшенню на 0,47 т/га, а максимальна доза 90 кг/га додала 0,4 т/га.

Ранньовесняне азотне підживлення (N_{30}) забезпечило приріст врожайності на 0,37 т/га у порівнянні з контролем. Застосування $N_{30}P_{30}$ підвищило врожайність на 0,56 т/га або 19 %, а $N_{30}P_{60}$ — на 0,72 т/га або 24 %. Внесення $N_{30}P_{90}$ підвищило врожайність на 0,53 т/га або 18 %.

Дослідження підтвердили високу ефективність внесення мінеральних добрив для підвищення врожайності тритикале озимого, що значно залежить від типу добрив, їх комбінацій та дозування, а також від погодних умов. Результати аналізу врожайності за 2023 та 2024 роки показують, що фосфорні та азотно-фосфорні добрива, особливо у варіанті $N_{30}P_{60}$, сприяють максимальному збільшенню густоти стеблестою, кількості зерен у колосі, а також маси 1000 зерен, що є основними структурними елементами, які визначають врожайність культури (табл. 8).

Таблиця 8

Урожайність та прибавка врожайності за роками досліджень, ц/га

№	Варіанти досліду	Урожайність, ц/га		2023–2024 рр.	
		2023 рік	2024 рік	Средня урожайність, ц/га	Прибавка, ц/га
1	Без добрив	2,90	3,10	3,00	–
2	P_{30}	3,11	3,36	3,23	0,23
3	P_{60}	3,33	3,61	3,47	0,47
4	P_{90}	3,25	3,56	3,40	0,40
5	N_{30}	3,27	3,47	3,37	0,37
6	$N_{30}P_{30}$	3,43	3,69	3,56	0,56
7	$N_{30}P_{60}$	3,60	3,84	3,72	0,72
8	$N_{30}P_{90}$	3,32	3,75	3,53	0,53
$НІР_{0,5}$		*2,8*	*3,0*		

Застосування азотних добрив (N_{30}) та комплексних добрив ($N_{30}P_{60}$) забезпечило найвищі показники врожайності, досягаючи зростання на 24 % у сприятливих умовах 2024 року. Вплив погодних умов також суттєвий, що підтверджується підвищенням ефективності добрив у більш вологому 2024 році, коли врожайність значно зросла в усіх варіантах.

Таким чином, використання добрив у комплексі з урахуванням оптимальних погодних умов є важливим чинником для отримання стабільного та високого врожаю тритикале озимого.

РОЗДІЛ 5
ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО

Економічна ефективність вирощування сільськогосподарських культур є важливим аспектом, що впливає на прийняття рішень агровиробниками. У випадку тритикале озимого, комбінована культура пшениці та жита, виведена для підвищення урожайності та стійкості до негативних умов, важливим є аналіз використання мінеральних добрив, які можуть суттєво вплинути на економічні показники. У цьому розділі розглядаються витрати та доходи, пов’язані з вирощуванням тритикале, а також ефективність застосування різних варіантів добрив. Всі витрати, а також вартість насіння були взяті відповідно до цін на жовтень 2024 року, що забезпечує актуальність даних.

Дослідження показує, що найвища урожайність тритикале озимого спостерігається при внесенні добрив у варіанті $N_{30}P_{60}$, що становить 3,72 т/га. Це на 24 % більше, ніж показник без добрив (3,00 т/га). Зростання урожайності свідчить про позитивний вплив мінеральних добрив на продуктивність культури.

Вартість зерна зростає пропорційно до підвищення урожайності. Максимальна вартість зерна зафіксована в варіанті $N_{30}P_{60}$ (26040 грн/га). Це свідчить про те, що інвестиції в добрива не лише покращують урожай, але й підвищують ринкову вартість продукції, що є важливим фактором для агровиробників.

Витрати на гектар у процесі вирощування тритикале озимого варіюються в залежності від застосування мінеральних добрив, коливаючись від 13200 грн/га у варіанті без добрив до 15480 грн/га у варіанті $N_{30}P_{90}$. Ці витрати включають в себе не лише вартість добрив, але й витрати на насіння, обробіток ґрунту, посів, догляд за рослинами та збір урожаю. Так, у варіанті без добрив (13200 грн/га) основні витрати пов'язані з мінімальним агрономічним

обслуговуванням, тоді як у варіанті $N_{30}P_{90}$ (15480 грн/га) додаткові витрати на добрива та обробки підвищуються, оскільки агрономічна практика передбачає більш інтенсивний підхід до вирощування. Інші варіанти, такі як $N_{30}P_{30}$ та $N_{30}P_{60}$, демонструють витрати на рівні 14400 грн/га та 14940 грн/га відповідно, що також підкреслює прогресивне зростання витрат при застосуванні мінеральних добрив у поєднанні з оптимальними агрономічними практиками. Однак важливо зазначити, що ці витрати виправдовують себе завдяки зростанню урожайності і, як наслідок, чистого доходу (табл.9).

Таблиця 9

Економічна ефективність вирощування тритикале озимого за внесення мінеральних добрив

№	Варіанти досліду	Урожайність, т/га	Вартість зерна, грн/га	Витрати, грн/га	Чистий дохід, грн/га	Рентабельність, %
1	Без добрив	3,00	21000	13200	7800	59
2	P_{30}	3,23	22610	13740	8870	64
3	P_{60}	3,47	24290	14280	10010	70
4	P_{90}	3,40	23800	14820	8980	60
5	N_{30}	3,37	23590	13860	9730	70
6	$N_{30}P_{30}$	3,56	24920	14400	10520	73
7	$N_{30}P_{60}$	3,72	26040	14940	11100	74
8	$N_{30}P_{90}$	3,53	24710	15480	9230	59

Максимальний чистий дохід спостерігається у варіантах $N_{30}P_{60}$ (11100 грн/га) і $N_{30}P_{30}$ (10520 грн/га), що свідчить про значний економічний ефект від використання оптимальних норм мінеральних добрив. Ці результати підтверджують, що інвестиції в добрива не лише покращують урожайність, але й забезпечують високий рівень прибутковості для агровиробників. При цьому варіант $N_{30}P_{60}$ демонструє найвищу ефективність, що свідчить про доцільність

застосування саме цієї комбінації добрив. У той же час, варіант $N_{30}P_{30}$ також показує значні результати, що дозволяє агрономам вибирати між цими варіантами залежно від бюджету та специфічних умов вирощування. Таким чином, аналіз чистого доходу вказує на необхідність уважного планування внесення добрив, щоб максимально використовувати потенціал культури та забезпечити стійкий прибуток.

Найвища рентабельність (74 %) зафіксована в варіанті $N_{30}P_{60}$, що свідчить про найбільшу ефективність використання ресурсів. Рентабельність варіюється від 59 % (без добрив) до 74 % ($N_{30}P_{60}$), що вказує на те, що інвестиції в мінеральні добрива справді виправдовуються.

Аналіз даних підтверджує, що внесення мінеральних добрив значно підвищує урожайність тритикале озимого, а також позитивно впливає на чистий дохід і рентабельність. Варіант $N_{30}P_{60}$ є найефективнішим, оскільки забезпечує максимальні показники за всіма основними економічними параметрами. Отже, доцільність використання оптимальних норм добрив стає очевидною для досягнення високої продуктивності та економічної вигоди. Рекомендації, засновані на отриманих даних, можуть бути корисними для агровиробників, що прагнуть поліпшити рентабельність вирощування тритикале шляхом впровадження сучасних агрономічних практик.

РОЗДІЛ 6
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1. Аналіз умов праці та оцінка виробничих ризиків під час вирощування озимого тритикале в ТОВ «АГРОУКР» Рокитнянського району Київської області

Організація охорони праці в ТОВ «АГРОУКР» Рокитнянського району Київської області базується на положеннях Конституції України, Кодексу законів про працю України, Закону «Про охорону праці» та інших нормативно-правових актах. Робота з охорони праці в господарстві проводиться за плановим графіком, що відповідає законодавчим вимогам, і охоплює усі основні етапи сільськогосподарського виробництва, зокрема передпосівний обробіток ґрунту, сівбу, догляд за рослинами, внесення добрив, обробку пестицидами та збирання врожаю.

Для підтримки продуктивності та ефективності виробництва, а також зменшення фізичного навантаження, в господарстві впроваджуються сучасні технології та техніка. Зокрема, у процесі вирощування тритикале озимого застосовуються комбайни та трактори з високим рівнем автоматизації, що, однак, супроводжується підвищеним рівнем шуму та концентрацією пилу. Особливо це актуально під час збирання врожаю, коли концентрація пилу у кабіні комбайна може суттєво перевищувати гранично допустимі норми.

До потенційно шкідливих чинників на робочому місці також належать підвищений рівень вуглекислого газу, особливо в закритих кабінах тракторів і комбайнів. Щоб зменшити вплив цих факторів, господарство проводить модернізацію машин, виводячи двигуни та вихлопні труби за межі робочих кабін. Додатково для працівників забезпечені засоби індивідуального захисту, а відповідальні особи контролюють виконання інструкцій з безпеки праці.

Значна частина робіт у господарстві пов'язана з використанням хімічних речовин, таких як мінеральні добрива, пестициди та гербіциди. З метою запобігання шкідливому впливу цих речовин на здоров'я працівників перед початком роботи вони проходять медичний огляд, а керівництво проводить регулярний інструктаж із техніки безпеки, включно з навчанням методам само- та взаємодопомоги. У період використання хімікатів проводяться просвітницькі заходи та посилений контроль за правильним застосуванням речовин.

Для безпечного застосування мінеральних добрив у господарстві розроблено модель небезпек:

Небезпечні умови (НУ) — це умови, при яких рівні шкідливих факторів виробничого середовища або трудового процесу досягають таких значень, що їхній вплив під час робочої зміни (або її частини) створює загрозу для життя працівників і високий ризик виникнення серйозних професійних уражень.

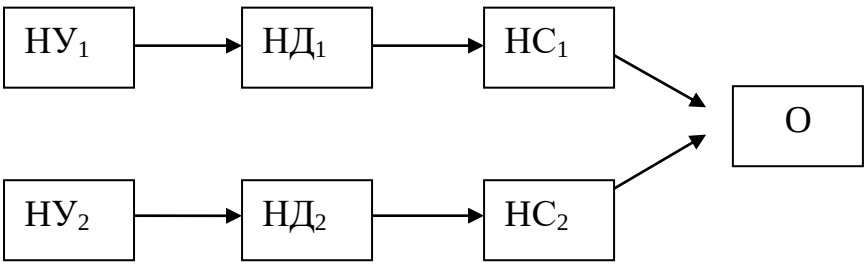
- НУ1: Несправність насосів для подачі рідких добрив.
- НУ2: Внесення добрив при швидкості вітру понад 4 м/с на відстані менш ніж 500 м від населеного пункту.

2. Небезпечні ситуації (НС) — це явища, процеси, об'єкти або властивості, які за певних умов можуть завдавати шкоди здоров’ю або життю людини, а також становлять загрозу для систем, що забезпечують життєдіяльність.

- НС1: Пари добрив, що потрапляють у дихальні шляхи робітників.
- НС2: Вітрове знесення розпилених добрив у бік населених пунктів.

3. Небезпечні дії (НД) — це дії працівників, які не відповідають нормативним вимогам або законодавчим актам, професійній чи трудовій дисципліні, створюючи ризик для безпеки на робочому місці.

- НД1: Ремонт насоса без засобів індивідуального захисту.
- НД2: Внесення добрив авіаційним методом при несприятливих погодних умовах.
- О – отруєння.



ТОВ «АГРОУКР» Рокитнянського району Київської області дотримується стандартів охорони праці та активно впроваджує заходи для забезпечення безпеки на всіх етапах вирощування тритикале озимого. Застосування сучасної техніки з відповідним рівнем захисту робочих місць, регулярні інструктажі, медичний огляд та засоби індивідуального захисту знижують ризик шкідливого впливу на здоров'я працівників. Зазначені заходи дозволяють ефективно контролювати шкідливі фактори, забезпечуючи безпечні умови праці й підвищуючи рівень виробничої культури у господарстві.

6.2. Природоохоронні аспекти використання мінеральних добрив у сільському господарстві

Поряд із підвищенням врожайності та якості сільськогосподарської продукції важливо зосередитися на захисті довкілля від техногенного забруднення. Вкрай необхідно впроваджувати екологічно безпечні та ресурсозберігаючі технології, які зберігатимуть ґрунт, воду та повітря в чистоті.

Для мінімізації негативного впливу на екологію важливо дотримуватися науково обґрунтованих технологій внесення мінеральних добрив. Це включає оцінку потенційних ризиків їхнього розповсюдження поза межі сільськогосподарських угідь, а також вдосконалення методів внесення добрив.

Хімізація сільського господарства все частіше призводить до негативних екологічних наслідків, таких як накопичення шкідливих хімічних сполук у ґрунті. Зокрема, фосфор із добрив майже не вимивається з ґрунту, проте значно забруднює водойми. Поширене використання фосфорних добрив також

викликає накопичення таких елементів, як фтор, стронцій, уран, торій і радій.

На кожному гектарі світових чорноземів може накопичуватися до 20–30 тонн азоту, однак рослини засвоюють лише певні форми азотних сполук. У процесі поступового розкладу гумусу протягом кількох років азот перетворюється з однієї форми в іншу, забезпечуючи рослини необхідними елементами. Підтримка ґрунту в розпушеному та грудкуватому стані сприяє вільному надходженню вологи та повітря, необхідних для природного розкладу азотних сполук бактеріями-денітрифікаторами.

Нітрати накопичуються у воді, ґрунтах, рослинах та впливають на здоров'я людини. Вони можуть перетворюватися на токсичні нітрити в шлунково-кишковому тракті, які взаємодіють із гемоглобіном, знижуючи рівень транспорту кисню в організмі. Цей процес особливо небезпечний для людей похилого віку, дітей і тих, хто має серцево-судинні захворювання. Нітрати також можуть сприяти утворенню канцерогенних нітрозоамінів.

Різні культури накопичують нітрати по-різному. Найбільше їх міститься в кропі, салаті, петрушці, а найменше — в капусті й картоплі. Гранично допустима концентрація нітратів (ГДК) для різних культур становить: 80 мг/кг для картоплі, 300 мг/кг для білокачанної капусти та моркви, 60 мг/кг для томатів і цибулі, 150 мг/кг для огірків, 45 мг/кг для кавунів і динь. Для ранніх овочів ці значення подвоюються. Для зменшення рівня нітрифікації рекомендується використовувати інгібітори, які уповільнюють цей процес.

Таким чином, для забезпечення сталого розвитку сільського господарства необхідно застосовувати комплексні природоохоронні заходи, спрямовані на контроль рівнів хімічних речовин у ґрунті, запобігаючи їхньому накопиченню та негативному впливу на екосистему й здоров’я людини.

ВИСНОВКИ

1. Дослідження показали, що внесення азотних добрив суттєво підвищує вміст мінерального азоту в ґрунті, особливо у фазу трубкування, коли потреба рослин в азоті максимальна. На ділянках із підживленням рівень азоту залишався стабільнішим, забезпечуючи рослинам стабільне живлення протягом вегетації.

2. Мінеральні фосфорні добрива значно підвищують вміст рухомого фосфору у ґрунті, особливо в орному шарі, де коренева система рослин активно засвоює цей елемент. За результатами досліджень, підвищення доз добрив від Р30 до Р90 сприяє зростанню фосфорного забезпечення тритикале та збільшує врожайність навіть у різних погодних умовах. Таким чином, правильне застосування фосфорних добрив є критичним для підтримання родючості ґрунту і забезпечення рослин необхідними поживними речовинами.

3. Дослідження показало, що, незважаючи на природне зниження вмісту калію упродовж вегетації, забезпеченість ґрунту обмінним калієм залишалася на високому рівні завдяки природним властивостям темно-сірих опідзолених ґрунтів та сприятливим погодним умовам. Підвищення кількості опадів сприяло переходу калію у форму, доступну для рослин, що позитивно вплинуло на ріст та продуктивність тритикале озимого.

4. Застосування фосфорних і азотно-фосфорних добрив позитивно впливає на врожайність тритикале озимого, підвищуючи густоту стеблестою, кількість зерен у колосі та масу 1000 зерен. Максимальні результати були досягнуті у варіанті з внесенням $N_{30}P_{60}$, що сприяло приросту врожаю на 24 % у 2024 році, особливо за сприятливих погодних умов, які підвищували ефективність добрив. Отже, комбіноване застосування добрив із урахуванням погодних умов є критично важливим для забезпечення високої і стабільної врожайності тритикале.

5. Економічний аналіз показав, що застосування мінеральних добрив для вирощування тритикале озимого значно підвищує рентабельність і забезпечує високий рівень прибутковості. Максимальний чистий дохід і рентабельність досягнуті у варіанті $N_{30}P_{60}$, що свідчить про найбільшу ефективність використання добрив. Застосування оптимальних норм, як у випадку $N_{30}P_{30}$ та $N_{30}P_{60}$, дає можливість агровиробникам підвищити врожайність культури, збільшити дохід та забезпечити стійкий прибуток, роблячи ці варіанти добрив економічно виправданими й ефективними.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Щипак Г. В. Селекція і насінництво тритикале озимого. Спеціальна селекція і насінництво польових культур. Харків, 2010. С. 70–107.

2. Зубець М. В. Сій тритикале і жито – господарем будеш. Зерно і хліб. 2004. № 1. С. 30–33.

3. Гірко В. С., Сабадин Н. А. Тритикале озиме. Насінництво. 2004. № 5. С. 21–25.

4. Ковальчук О. І. Тритикале озиме – цінна зернова культура. Актуальні проблеми агропромислового виробництва України : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених, 12 листоп. 2015 р. Львів-Оброшине : [Б. в.], 2015. С. 27–28.

5. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В., Топчій М. І. "Тритикале озиме: біологія, агротехніка, використання". Київ: Урожай, 2007. 256 с.

6. Плакса В. М., Каленська С. М., Король П. П. Поширення тритикале в світі. Сучасні аграрні технології. 2013. № 1. С. 34–38.

7. Білітюк А. П., Каленська С. М. Вирощування і використання зерна і зеленої маси тритикале на корм в тваринництві. Вісник аграрної науки. 2003. № 3. С. 29–32.

8. Лихочвор В. В., Топчій М. І., Тараканов Г. І. "Тритикале озиме: сучасний стан та перспективи вирощування". Вісник аграрної науки, 2010, № 9, С. 29–33.

9. Каленська С. М. Використання озимого тритикале у зеленому конвеєрі. Вісник Полтавської державної сільськогосподарської інституту. 2000. № 5. URL: http://www.agromage.com/stat_id.php?id=131

10. Білітюк А. П. Цінний корм для тваринництва. Корми і кормовиробництво. 2005. № 55. С. 114–120.

11. Москалець В. В., Москалець Т. З., Москалець В. І. Екологоадаптивні властивості нової константної лінії озимого тритикале сорту Пшеничне. Вісник аграрної науки. 2010. № 12 (692). С. 36–38.

12. Кириченко В. В., Бакуменко Л. М. Тритикале: біологія, селекція та використання. Харків: Основа, 2008. 256 с.

13. Alaru M., Laur Ü. About winter triticale cultivation in Estonia. University of Life Sciences. Estonian. 2003. P. 80–84.

14. Lukaszwski A. J. Cytogenetically engineered rye chromosomes 1R to improve bread-making quality of hexaploid triticale. Crop Sci. Crop Breeding & Genetics. 2006. № 8. С. 2183–2194.

15. Корчагіна О. В. Дослідження хімічного складу та хлібопекарських властивостей борошна із зерна тритикале озимого. Вісник ДонНУЕТ. 2009. № 2. С. 15–20.

16. Kronberga A. Selection criteria in triticale breeding for organic farming. Agronomijas vēstis. Jelgava. 2008. № 11. P. 89–94.

17. Олійничук С., Шматкова Г., Маринченко Л. Культура невибаглива, але перспективна. Харчова і переробна промисловість. 2004. № 4. С. 10–12.

18. Білітюк А. П., Гірко В. С., Каленська С. М. Тритикале в Україні : монографія / за ред. А. П. Білітюка. Київ, 2004. 376 с.

19. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2015 році. Київ : ТОВ «Алефа». 2015. 243 с.

20. Ryabchun V., Ryabchun N. Initial material of winter triticale for breeding of winter hardiness varieties. Book of abstracts 9 thInternational Triticale Symposium Szeged, May 23–27. Hungary, 2016. P. 36.

21. Sims D. A., Gamon I. A. Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages. Remote Sensing of Environment. 2002. Vol. 81. P. 337–354.

22. Діордієва І. П., Парій Ф. М. Оцінка низькостеблових форм чотиривидових тритикале за основними господарсько-цінними ознаками.

Вісник Уманського національного університету садівництва. 2014. № 1. С. 74–78.

23. Щипак Г. В., Святченко С. І., Непочатов М. І. Оцінка сортозразків тритикале озимого за екологічною пластичністю та стабільністю основних ознак продуктивності. Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. 2014. № 16. С. 247–256.

24. Капустіна Т. Б. Джерела стійкості тритикале ярого проти збудників септоріозу листя та бурої листкової іржі з комплексом цінних господарських ознак. Генетичні ресурси рослин. 2014. № 15. С. 54–63.

25. Діордієва І. П., Парій Ф. М. Використання ознаки «стерильність – фертильність» для відбору пшенично-житніх хромосомнозаміщених форм тритикале. Селекція і насінництво. 2015. Вип. 107. С. 45–51.

26. Демидов О. А., Ключевич М. М., Волощук С. І. Встановлення розвитку септоріозу листя на сортах тритикале озимого в умовах лісостепу України. Science Rise. 2016. № 8 (1). С. 54–59.

27. Ключевич М. М. Фузаріоз колосу на сортах тритикале озимого в умовах Лісостепу України. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2016. № 1. С. 67–73.

28. Ключевич М. М., Плакса В. М. Розвиток мікозів на тритикале ярому залежно від удобрення в Західному Поліссі. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2016. Вип. 88 (1). С. 252–261.

29. Ключевич М. М., Сторожук В. В. Вплив строків сівби та норм висіву насіння тритикале озимого на розвиток мікозів й урожайність культури в Поліссі України. Сільське господарство та лісівництво. 2016. № 3. С. 84–94.

30. Ретьман С. В., Ключевич М. М. Хвороби листя тритикале та спельти в Поліссі України. Агроекологічний журнал. 2017. № 1. С. 72–75.

31. Ключевич М. М. Стійкість сортозразків тритикале озимого до бурої листкової іржі в умовах лісостепового екотопу. Вісник Сумського

національного аграрного університету. Сер. Агрономія і біологія. 2016. Вип. 2. С. 55–60.

32. Гірко О. В., Волощук С. І., Гірко В. С. Вплив комплексного захисту на ефективність елементів технології вирощування тритикале озимого. Землеробство. 2011. Вип. 83. С. 78–87.

33. Ключевич М. М., Чайка О. В. Грибні хвороби посівів тритикале в умовах Полісся. Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків : зб. наук. пр. 2012. Вип. 14. С. 183–185.

34. Москалець В. В., Москалець Т. З., Москалець В. І. Міжвидова конкуренція в автотрофному блоці «тритикале озиме – буряни». Вісн. нац. унту вод. госп-ва та природокор. : зб. наук. пр. Рівне, 2012. Вип. 2 (58) : с.-г. науки. С. 122–129.

35. Петрина Г.І., Волощук О.П. Вплив мінеральних добрив на вміст поживних речовин в зерні і соломі тритикале та винос їх урожаєм в умовах Західного Лісостепу. Вісник агарної науки. 2001. Спецвип. С. 46–48.

36. Щипак Г.В. Продуктивність і якість зерна нових сортів озимого тритикале. Інф. бюлетень. Харків, 2002. № 6. С. 6–15.

37. Січняк А.К., Сулима Ю.Г. Тритикале: Досягнення, проблеми, перспективи. Київ: Урожай, 1976. 94 с.

38. Лебсок К.Л. Виробництво тритикале в США. У кн.: Тритикале – перша зернова культура, створена людиною. Київ: Урожай, 1978. С. 25–30.

39. Білітюк А. П., Новицька Н. В., Максимюк В. П. Формування врожаю та якості зерна тритикале озимого залежно від удобрення в умовах західного Полісся. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2012. № 2. С. 38–41.

40. Авраменко С. В. Підвищення урожайності озимих та ярих зернових колосових культур за різних технологій вирощування в умовах східної частини Лісостепу України : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09. Сергій Володимирович Авраменко. Х., 2010. 244 с.

41. Білітюк А. П., Каленська С. М. Біологічні особливості вирощування озимого тритикале. Вісник аграрної науки. – 2004. – №3. С. 20–26.

42. Білітюк А. П. Ріст і розвиток рослин тритикале залежно від впливу мінеральних добрив. Вісник аграрної науки. 2002. №8. С. 23–27.

43. Каленська С. М., Кононюк Г. В. Продуктивність озимого тритикале залежно від технологій вирощування. Землеробство. 1996. Вип. 71. С. 78–81.

44. Каленська С. М. Агроекологічні аспекти застосування добрив в технологіях вирощування тритікале. Зб. наук. пр. ІЗУААН. К., 1997. С. 187–189.

45. Wenda-Piesik Anna, Rudnicki Franciszek Glebowo-agrotechniczne uwarunkowania plonow pszenzyta ozimego w warunkach producky jnych. Folia Univ. agr.stetin.Agr. 2006. №100. P. 217–226.

46. Мазуренко Б. О. Вплив азотного підживлення на формування елементів продуктивності тритикале-дворучки за пізніх осінніх строків сівби в умовах Правобережного Лісостепу. Миронівський вісник. 2018. №7. С. 134–145.

47. Piench M., & Stankoxski S. The effect of sowing date and N fertilizer rate on yield and grain quality of two winter triticale cultivars on sandy soil. Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roslin. 1986. P. 15–25.

48. Bielski S., & Falkowski J. Effect of the nitrogen and magnesium fertilisation on yield and eonomic efficiency of winter triticale. In International scientific conference RURAL DEVELOPMENT 2017, P. 17–23. http://doi.org/10.15544/RD.2017.148

49. Oral E. Effect of nitrogen fertelization levels on grain yield and yield components in triticale based on AMMi and GGE biplot analysis. Applied Ecology and Environmental research. 2018. 16(4), 4865–4878. http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1604_48654878

50. Філоненко Т. А. Забезпеченість сільськогосподарських культур елементами живлення та їх урожайність залежно від застосування зростаючих доз азотних добрив. Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія: Грунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство. 2015. С. 130–137.

51. Ступенко В. О., Ткаченко О. І., Гірник В. В. Оптимізація азотного живлення тритикале озимого. Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». 2006. С. 125–129.

52. Каленська С.М., Кононюк Г.В. Продуктивність озимого тритикале залежно від технологій вирощування. Землеробство: міжвідом. темат. наук. зб. К., 1996. Вип. 71. С. 78–81.

53. Солодушко М., Гасанова І., Прядко Ю., Носенко, Ю. Урожайність і якість зерна пшениці і тритикале озимих залежно від попередників та строків сівби. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України.2016. С. 35–39.

54. Шередеко Л.М. Озиме тритикале на Поліссі України. Зб. наук. праць Інституту землеробства УААН. К, 2003. Спец. випуск. С. 37–40.

55. Zhu Yu-guo, Dong Zhao-rong, Chen Cheng, Li Xiao-ling, Song He. Anhui nongue daxue xuebao // J.Anhui Agr. Univ. 2006. №4. p. 547–550.

56. Лопушняк В., Августинович М. Вплив різних рівнів мінерального живлення на формування біометричних показників колоса і продуктивності тритикале ярого в Західному Лісостепу України. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво.2015. С. 144–151.

57. Любич В. В. Вплив азотного живлення на врожайність і кормові властивості зерна тритикале ярого. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені СЗ Ґжицького, 2009. С. 131–135.

58. Конащук О. І. Урожайність і якість зерна тритикале озимого та ярого залежно від фону мінерального живлення в умовах Півдня України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09. 2009. "Рослинництво", 1–20.

59. Железняков О., Педаш О., Бойко О., Прядко Ю. Вплив основних елементів технології вирощування на формування продуктивності та якості зерна тритикале озимого. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони. 2011. С. 114–117.

60. Бондаренко А., Бойко О. Динаміка накопичення і витрати вуглеводів рослинами тритикале озимого залежно від строків сівби в умовах північної частини Степу України. Бюлетень Інституту зернового господарства, 2011. С. 147–151

61. Єгупова Т., Дибко М. Вплив елементів технології вирощування на формування врожайності та якості зерна тритикале озимого на дерновопідзолистих супіщаних ґрунтах Західного Полісся. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2014. С. 80–84.

62. Каленська С. М., Антал Т. В. Формирование продуктивности пшеницы яровой твердой при использовании удобрений. Вісник Білоцерківського державного аграрного університету. 2008.С. 82–85.

63. Ключенко В. В. Вплив мікробних препаратів на продуктівність та якість зерна пшениці озимої в агрокліматичних умовах Степового Криму. Наукові праці. Екологія.2011. С. 33–36.

ДОДАТКИ