

Августинович М.Б.

***АГРОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА
ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРЕПАРАТУ АЗОТЕР
ТА ГУМІНОВОГО ДОБРИВА ПІД
ТРИТИКАЛЕ ЯРЕ В ЗАХІДНОМУ
ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ***

ЛУЦЬК – 2022

РВВ ЛНТУ

УДК 631.111.3:631.8(477.8) (066)
А18

Рецензенти:

М.Й. Шевчук, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри садово-паркового господарства Східноєвропейського національного університету ім. Лесі Українки.

М.І. Зінчук, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, директор Волинської філії ДУ «Інститут охорони ґрунтів».

В.А. Гаврилюк, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, директор Поліської дослідної станції ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»

А18 АГРОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРЕПАРАТУ АЗОТЕР ТА ГУМІНОВОГО ДОБРИВА ПІД ТРИТИКАЛЕ ЯРО В ЗАХІДНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ. АВГУСТИНОВИЧ М.Б.. – Луцьк: РВВ ЛНТУ, 2022. – 161 с.

ISBN 978-617-672-193-2

Роботу присвячено удосконаленню систем удобрення сільськогосподарських культур, зокрема тритикале ярого, з використанням нових видів органічних добрив та мікробіологічного препарату. Досліджено та практично доведено ефективність та екологічну доцільність застосування пастоподібного гумінового добрива та біопрепарату Азотер в агроценозах тритикале ярого на сірому лісовому легкосуглинковому ґрунті в умовах Західного Лісостепу України. Встановлено вплив досліджуваних чинників на елементи ефективної родючості ґрунту. Визначено екологічно безпечні, економічно доцільні та енергоощадні рівні удобрення тритикале ярого в умовах Західного Лісостепу України.

Для агрономів, екологів, працівників сільського господарства, біологів, аспірантів та студентів, а також фахівців, що цікавляться новітніми рішеннями у сфері екології та агрономії.

Рекомендовано до друку вченою радою Луцького національного технічного університету (протокол № 11 від 30 червня 2022 р.)

ISBN 978-617-672-193-2

УДК 631.111.3:631.8(477.8) (066)

© Августинович М.Б.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ БІОЛОГІЗАЦІЇ У ЦЕНОЗАХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР (огляд літератури).....	8
1.1 Агроекологічні аспекти мінерального живлення зернових культур в контексті отримання безпечної продукції.....	8
1.2 Екологічна безпека й ефективність використання гумінових добрив.....	15
1.3 Мікробіологічні препарати – важлива складова технологій екологіч- но безпечного вирощування зернових культур.....	21
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ... ..	30
2.1 Методика проведення досліджень.....	30
2.2 Метеорологічні умови проведення досліджень	37
2.3 Ґрунтові умови проведення досліджень.....	41
РОЗДІЛ 3 ЗМІНА ПОКАЗНИКІВ РОДЮЧОСТІ СІРОГО ЛІСОВОГО ЛЕГКОСУГЛИНКОВОГО ҐРУНТУ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ГУМІНО- ВОГО ДОБРИВА ТА МІКРОБІОЛОГІЧНОГО ПРЕПАРАТУ АЗОТЕР..	45
3.1 Реакція ґрунтового розчину.....	46
3.2 Зміна показників умісту гумусу в ґрунті за різних норм і видів внесених добрив.....	49
3.3 Азотний режиму ґрунту.....	52
3.4 Фосфорний режим.....	58
3.5 Калійний режим.....	61
3.6 Баланс поживних речовин у ґрунті за внесення гумінового добрива та мікробіологічного препарату Азотер.....	64
РОЗДІЛ 4 ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ	72

ЯРОГО ЗА РІЗНИХ УМОВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ	
4.1 Формування структури врожаю тритикале ярого за внесення гумінового добрива та мікробіологічного препарату Азотер	73
4.2 Врожайність тритикале ярого за різних систем удобрення.....	75
4.3 Якість зерна тритикале ярого за використання гумінового добрива та мікробіологічного препарату Азотер	78
4.4 Уміст основних елементів живлення у зерні тритикале ярого за внесення гумінового добрива та мікробіологічного препарату Азотер.....	85
РОЗДІЛ 5 ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРІВ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНОГО ПРЕПАРАТУ АЗОТЕР	89
5.1. Акумуляція важких металів у ґрунті та зерні тритикале ярого.....	89
5.2. Екологічна оцінка рівнів удобрення тритикале ярого.....	98
РОЗДІЛ 6 БІОЕНЕРГЕТИЧНА ТА ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕКОЛОГІЗОВАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ТРИТИКАЛЕ ЯРОГО.....	106
6.1 Біоенергетична ефективність біологізації систем удобрення трити- кале ярого.....	106
6.2 Економічна ефективність біологізації систем удобрення тритикале ярого.....	112
ВИСНОВКИ.....	117
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	120
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	121
ДОДАТКИ.....	148

ВСТУП

Актуальність теми. В умовах сучасного розвитку агросфери важливим аспектом є створення економічних стимулів виробництва екологічно безпечної сільськогосподарської продукції на основі впровадження нових високопродуктивних сортів рослин та технологій раціонального використання агрохімічних засобів. Зростаючий інтерес до тритикале, особливо його ярих форм, у різних країнах світу й Україні, викликаний його високими потенційними можливостями, а саме: високою екологічною валентністю в агрофітоценозах щодо несприятливих факторів вирощування, у динамічних кліматичних умовах, конкуруючою біоценотичною здатністю. Максимальне використання генетичного потенціалу тритикале за застосування науково обґрунтованих норм добрив розширює можливості виробництва екологічно безпечної продукції та сприяє стабілізації ринку органічного виробництва продовольчого зерна.

В умовах сьогодення актуальним є пошук екологобезпечних технологій вирощування сільськогосподарських культур. Тому перспективним напрямком удосконалення технології вирощування зернових культур, зокрема й тритикале, є використання елементів біологізації, а саме застосування гумінових добрив та мікробіологічних препаратів, які забезпечують підвищення ефективної родючості ґрунту, зростання врожайності, отримання якісної та екологічно безпечної продукції.

Питаннями ведення екологічного виробництва займались В.Ф. Сайко, О.О. Созінов, В.О. Шлапак, А.Д., Балаєв, В.І. Кисіль, П.П. Патика, М.К. Шикула, А.Ф. Шулиндін, В.І. Шатохін, А.П. Білітюк, С. М. Каленська та багато інших, які, в основному, зосереджували свою увагу на зарубіжному досвіді, сучасному стані та сертифікації органічного землеробства в Україні, питаннях вирощування екологічно безпечної продукції тощо.

Водночас залишається актуальним питання впровадження елементів біологізації у агробіоценози тритикале ярого з метою отримання екологічно

безпечної продукції, що слугувало основною метою проведення наших досліджень.

Дослідження були спрямовані на встановлення та обґрунтування екологічної, агрохімічної, енергетичної та економічної доцільності використання мікробіологічного препарату Азотер та гумінового добрива, ступінь їх впливу на окремі агроекологічні показники сірого лісового легкосуглинкового ґрунту і продуктивність тритикале ярого в умовах Західного Лісостепу України.

Головною ідеєю наукових досліджень було:

- розробити еколого безпечні рівні удобрення тритикале ярого з метою отримання високоякісної та екологічної продукції;
- дослідити трансформацію важких металів у системі «ґрунт-рослина» за використання нетрадиційних засобів удобрення тритикале ярого;
- встановити закономірності змін агрохімічних показників ґрунтів за внесення гумінового добрива та мікробіологічного препарату;
- вивчити вплив добрив та біопрепарату на продуктивність та якість агрофітоценозу тритикале ярого;
- провести екологічну, економічну та біоенергетичну оцінки досліджуваних рівнів удобрення.

Об'єктом дослідження були процеси формування екологічно безпечних рівнів продуктивності агроценозів тритикале ярого за внесення гумінового добрива та мікробіологічного препарату Азотер. Предмет дослідження – екологічні та агрохімічні показники сірого лісового легкосуглинкового ґрунту, продуктивність агроценозу тритикале ярого, екологічні, економічні та біоенергетичні параметри використання добрив та мікробіологічного препарату Азотер.

Для здійснення поставленої мети та задач були проведені експериментальні дослідження, що передбачали проведення польових дослідів, лабораторно-агрохімічних аналізів ґрунту і рослин за стандартизованими

методиками з наступною статистичною обробкою результатів, екологічної, економічної та енергетичної оцінки згідно діючих методологічних підходів.

Відображено також наукову новизну одержаних результатів, адже вперше:

- науково доведено екологічну безпечність та ефективність застосування нового виду пастоподібного гумінового добрива та мікробіологічного препарату Азотер у ценозах тритикале ярого на сірому лісовому легкосуглинковому ґрунті в умовах Західного Лісостепу України;

- встановлено закономірності впливу добрив та мікробіологічного препарату Азотер на елементи родючості ґрунту;

- визначено найбільш екологічно безпечні, економічно ефективні та енергоощадні рівні удобрення.

Удосконалено елементи біологізації технології вирощування сортів тритикале ярого в умовах Західного Лісостепу України.

Набуло подальшого розвитку положення про особливості росту й розвитку рослин тритикале ярого, формування структури врожаю, продуктивності та якості ценозу залежно від сортового складу, мінерального живлення в умовах екологічно безпечного аграрного виробництва.

Практичне значення одержаних результатів беззаперечне, адже на підставі одержаних результатів розроблено рекомендації щодо застосування гумінового добрива та мікробіологічного препарату Азотер для одержання стабільних екологічно безпечних врожаїв зерна тритикале ярого з високими показниками якості.

РОЗДІЛ 1

ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ БІОЛОГІЗАЦІЇ У ЦЕНОЗАХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР (огляд літератури)

1.1 Агроекологічні аспекти мінерального живлення зернових культур в контексті отримання безпечної продукції

Раціональне застосування агрохімічних засобів є одним із основних важелів підвищення врожайності сільськогосподарських культур, отримання високоякісної продукції та відновлення ефективної родючості ґрунтів. Науковий та практичний досвід свідчить, що між рівнем застосування агрохімікатів і валовим збором сільськогосподарської продукції існує пряма залежність.

Внесення мінеральних та органічних добрив є основним із засобів ефективного і сталого сільськогосподарського виробництва, підтримання родючості ґрунтів на оптимальному рівні. Дози та співвідношення добрив, що застосовуються, повинні повною мірою відповідати біологічним особливостям культур, враховувати вміст у ґрунті елементів живлення, компенсувати їх винос урожаєм та забезпечувати, до певної міри, накопичення поживних речовин у ґрунті [177, 166].

Встановлено, що за кількістю доступних фізико-хімічних та агрохімічних елементів живлення у ґрунті можна проаналізувати забезпеченість рослин в той чи інший період вегетації поживними речовинами. Чим краще будуть рослини забезпечені рухомими формами азоту, фосфору і калію у найбільш відповідальні фази свого розвитку, тим більше підстав очікувати високого врожаю вирощуваних культур. Внесення добрив не тільки підвищує врожай, але й покращує якість сільськогосподарської продукції [177, 234].

У практиці землеробства накопичилося багато прикладів, коли, не зважаючи на високі запаси елементів живлення в ґрунті, врожаї бували

низькими. Загальновідомим є те, що не існує прямої залежності між рівнем родючості ґрунту та валовими запасами елементів живлення у ньому. Встановлено, що для живлення рослин важливі не абсолютні запаси поживних речовин, а їх здатність безперервно переходити в розчин, у міру використання його рослиною. Виявлення оптимального рівня насиченості ґрунту мінеральним азотом, рухомими формами фосфору і калію має велике практичне значення, тому що ці величини тісно корелюють із урожайністю. Визначенням цих показників під зерновими встановлено значне варіювання величин відносно окремих культур [128, 186, 236].

За даними ФАО коефіцієнт кореляції зібраного врожаю з об'ємами використання мінеральних добрив в 40 країнах світу складає останніми роками 0,83 – 0,85. Частка участі добрив в урожаї постійно зростає. Залежно від рівня застосування добрив частка елементів живлення в урожаї країн Західної Європи складає 60 – 75%, Франції – 50 – 70, США – 50, Росії – 10 відсотків [134].

В Україні спостерігається протилежна тенденція щодо внесення добрив. Підтвердженням є негативні тенденції в динаміці якісних показників українських ґрунтів. Зокрема, за останні 20 років у середньому по Україні вміст гумусу знизився на 0,22 відсотка в абсолютних величинах і становить 3,14 відсотка. Площа ґрунтів з високим і дуже високим його вмістом зменшилася з 30 відсотків у 1990 році до 22 у 2010 р. Спостерігається деяке зниження вмісту в ґрунтах рухомих сполук фосфору і калію, особливо в 1991 – 2005 роках – на 8 і 9 мг/кг ґрунту, відповідно. Залишається від'ємним баланс гумусу і поживних речовин [240].

Науково обґрунтоване застосування добрив – це найефективніший засіб впливу на родючість ґрунтів, збільшення врожаю сільськогосподарських культур і поліпшення їх якості. Завдяки правильному та збалансованому їх застосуванню в необхідних обсягах, залежно від ґрунтово-кліматичних та інших умов, можливо одержувати 40 – 60 % приросту врожаю. Тому для забезпечення високої економічної ефективності

застосування добрив необхідно знати повну їх агрохімічну характеристику, потребу рослин в елементах живлення та властивості ґрунту [177, 239].

Однак необхідно відмітити, що вагомим важелем у підвищенні продуктивності рослин є забезпечення землеробства високоефективним генофондом сортів і гібридів сільськогосподарських культур шляхом зростання їх потенційної продуктивності (з вищим коефіцієнтом корисної дії фотосинтезу, вищою окупністю добрив), а також підвищення їх екологічної стійкості до нерегульованих (морози, засухи) і регульованих (фітосанітарний стан, підвищення кислотності і засолення ґрунтів) факторів виробництва, оптимізація яких неможлива або потребує значних витрат ресурсів. Одним із шляхів вирішення проблеми щодо нарощування потенціалу продуктивності культур, які сьогодні використовуються на 30 – 40%, подолання недопустимо великого діапазону щорічних коливань урожайності сільськогосподарських культур є створення більш адаптивних сортів і гібридів, які в стресових умовах навколишнього середовища порівняно менше реагують зниженням урожайності і якості продукції [37].

Починаючи з 2008 року в Україні валовий збір основних сільськогосподарських культур суттєво зріс. Наприклад, зернових і зернобобових з 33,5 млн т/рік у 2000 – 2007 роках до 52,6 млн т/рік у 2008 – 2014 роках. Таким чином, за зменшенні норм внесення добрив все ж було отримано вищі врожаї зернових, що стало можливим завдяки підвищенню генетичного потенціалу сільськогосподарських культур, упровадженню ефективних технологій вирощування, раціонального внесення добрив та інших агрохімічних засобів [37, 240].

Сьогодні поряд із традиційними зерновими культурами – пшеницею, ячменем, житом, кукурудзою та іншими – важливу увагу приділяють вирощуванню тритикале. Ця культура відзначається високою продуктивністю, підвищеною зимостійкістю, посухостійкістю, стійкістю проти основних хвороб, характеризується високою кормовою та біологічною

цінністю врожаю. Дослідження різних наукових установ свідчать, що тритикале здатне забезпечити врожай зерна на рівні 8 – 9 т/га [94, 113, 4].

За даними ФАО, у світі щорічно зростають площі сівби і валові збори зерна цієї культури, яка відзначається високим потенціалом продуктивності, підвищеною зимостійкістю та невибагливістю до ґрунтового-кліматичних умов. Найбільші площі тритикале зосереджені у Польщі – понад 1 млн га, Білорусі – понад 425 тис. га, а також Німеччині – близько 404,4 тис. га [179, 240].

Тритикале за низкою ключових ознак (врожайність, харчова і біологічна цінність) перевищує обидві батьківські рослини, а за стійкістю до несприятливих погодних умов та ураження хворобами значно перевищує пшеницю та не поступається житу. За більшої густоти стеблостою, нові сорти тритикале формують важчий колос: 34 – 40 зерен, порівняно з 23 – 31 зерен у пшениці. Значення маси 1000 зерен і маси зерна колоса достовірно вищі у тритикале [89, 212, 12]. Завдяки більшій кількості зерен у колосі (34 – 40 зерен), порівняно із пшеницею (24 – 30 зерен), а також більшої маси зерна у колосі, тритикале формує значно більшу продуктивність порівняно з пшеницею [237, 238].

У порівнянні з ярою пшеницею рослини тритикале розвиваються швидше, менш вибагливі до умов вирощування тому, що мають добре розвинену кореневу систему, міцний листовий фотосинтетичний апарат, інтенсивно накопичують пігменти фотосинтетичного апарату, що дає можливість краще переносити посуху і активно засвоювати поживні речовини. Завдяки функціонуванню в їх геномі хромосом жита рослини більш витривалі до дії холоду і морозів під час вегетації [62].

За даними польських вчених, тритикале має переваги і перед житом за поживною цінністю зерна, інтенсивністю формування колоса [5].

Підтвердженням цього є проведені В. А. Бободжановою дослідження, за результатами яких встановлено, що гексаплоїдні сорти і форми тритикале (Восе 1, Немига 2, А 1, Баходур) за величиною площі листка і їх

фотосинтетичного потенціалу, добовими приростами сухої речовини цілої рослини і кожного органу окремо, ефективністю використання ФАР і ККД фотосинтезу, переважають пшеницю і жито [44].

Тритикале належить до культур невибагливих до родючості ґрунту, але добре відзивається на високі рівні мінерального живлення, що досить суттєво позначається на формування продуктивності їх агроценозів [126, 203, 212].

У дослідженнях З. І. Усанової та Ю. Ю. Третьякової [216], які вивчали сортові особливості озимих форм тритикале та формування запрограмованих врожаїв нових сортів встановлено, що можливий рівень урожайності становить 35,0 ц/га, а отримання 45,0 ц/га можливе 1 раз в три роки. Можливий рівень урожайності досягається при обробітку по екологічно безпечній технології – 35,0 ц/га (фактично 34,8 ц/га), і передбачається за умови внесення розрахункових доз добрив – $N_{75}P_0K_{82}$. Внесення розрахованої дози добрив посилює фотосинтетичну діяльність рослин на посівах, підвищує озерненість колоса і масу 1000 зерен, і як наслідок масу зерна з колоса и продуктивність посівів в цілому.

П. Г. Найдин [163] вважав, що з усіх зернових культур найбільш високу віддачу мінеральних добрив, в більшості випадків дають саме зернові культури, але за умови загального високого рівня агротехнологій вирощування.

Х. М. Назранов та ін. [162] виявили, що нестача вологи є одним із факторів, що лімітують продуктивність зернових культур. Азотні добрива, сприяючи збільшенню періоду диференціації колосків, і як наслідок, їх кількості, викликають синхронний розвиток квіток до 6 - 8 в колосі – в середній частині колоса і до 3 - 5 у колосках верхньої і нижньої частини колоса і асинхронний розвиток квіток по вертикалі колоса. Аналізуючи результати впливу різних строків внесення азотних добрив на продуктивність озимих форм тритикале автори дійшли висновку, що ефективність внесення азотних добрив набагато вище за внесення на II, IV, VII етапах органогенезу.

Потреба рослин в елементах мінерального живлення не є постійною, а змінюється в процесі росту і розвитку (в онтогенезі), так як в рослинному організмі проходять зміни в спрямованості фізіологічних процесів, утворюються нові органи, що впливають в результаті на потребу рослин. Досліджувані експериментальні матеріали про потребу тритикале в основних елементах мінерального живлення за фазами розвитку дає уявлення про характер потреби рослин в них в процесі онтогенезу. Його можна використовувати для розрахунків доз внесення добрив, враховуючи при цьому вміст поживних речовин в ґрунті [193,188].

Інтенсивні технології вирощування тритикале, основою, яких є оптимізація рівня азотного живлення за рахунок диференційного їх внесення за етапами органогенезу на фоні достатнього забезпечення фосфором та калієм у поєднанні з ретардантним захистом дають змогу суттєво (на 60 - 70 ц/га) збільшити продуктивність цієї культури [212, 237].

Дослідженнями І. О. Канащука [120] виявлено, що сорт тритикале Аїст Харківський за внесення $N_{60}P_{30}$ може забезпечувати приріст зерна від удобрення на 30,2 % за врожайності 2,8 т/га (частка фактору – 42%). Встановлено, що під впливом мінеральних добрив підсилюється наростання наземної маси рослин, площі листкової поверхні, зростає інтенсивність фотосинтезу, а як наслідок зростає продуктивність. При цьому забезпечується максимальна окупність добрив приростом урожайності зерна та рівень рентабельності, а врожай формувався з відповідно хорошими показниками.

У роботі С. Д. Павлюка [174] відмічено, що найбільший вплив на продуктивність тритикале має повне мінеральне добриво. Зокрема за внесення $P_{45}K_{45}$ приріст врожаю зерна до контролю становив 5,1 ц/га, а – $N_{30}P_{45}K_{45}$ – 9,2 ц/га і $N_{60}P_{45}K_{45}$ – 14,3 ц/га. Таким чином, дослідженнями автора, встановлено, що врожайність під час використання добрив у нормі $N_{60}P_{45}K_{45}$ в середньому зростає до 135% порівняно з контролем, при цьому ключову роль відігравало саме удобрення азотом.

До кінця ХХ століття селекція тритикале була спрямована на створення переважно озимих форм. Натомість у зв'язку зі зміною клімату озимі культури не завжди витримували несприятливі умови зимівлі. З'явилася потреба розширення асортименту страхових ярих культур, якими у разі потреби можна було б пересівати або підсівати пошкоджений озимий клин. Крім того, ярі форми тритикале, стійкіші до вилягання, переважають середньостійкі сорти пшениці і жита за товщиною стебла, розвитком механічної тканини, числом і розміщенням судинно-волокнистих пучків, а також діаметром внутрішньої частини стебла, що і забезпечує зазначену стійкість [60].

Селекціонерами Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН України вперше серед селекційно-генетичних установ створено такі сорти ярого тритикале, як Аїст Харківський, Оберіг Харківський, Жайворонок Харківський, Хлібодар Харківський, Соловей Харківський, Коровай, Лосинівське тощо, потенціал урожайності яких сягає 5,0 т/га і вище. Борошно, одержане з зерна цих сортів, має добрі хлібопекарські властивості. Тритикале яре є практично єдиною зерною культурою в Україні, яку завдяки його унікальним захисним властивостям можна успішно вирощувати без застосування протруйників насіння та фунгіцидів [31, 226].

Перший сорт саме ярого тритикале в Україні районено в 1995 році (Аїст Харківський селекції Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН). У наш час у багатьох регіонах України та далеко за її межами виробники високо оцінили переваги виготовлення хліба з борошна тритикале української селекції [45].

Завдяки підвищеному вмісту поживних елементів у зерні та в зеленій масі тритикале доцільним є додавання його в раціон домашніх тварин. У провідних господарствах світу тритикале є обов'язковою складовою частиною у раціоні великої та малої рогатої худоби, птахів, свиней, хутрових звірів та інших видів тварин [45, 212]. У зв'язку з цим останнім часом попит

на насіння й товарне зерно вітчизняного тритикале значною мірою перевищує його пропозицію.

За даними Держкомстату, в Україні у 2010 році під посівами тритикале було зайнято близько 200 тис. га, з них майже 80 тис. га – під ярими формами. Програмою «Зерно України – 2015» передбачено розширити площі під тритикале до 500–700 тис. га за рахунок поліських і північних лісостепових районів на ґрунтах легкого гранулометричного складу та з підвищеною кислотністю [123].

Тому виникає необхідність розробки і вивчення ефективності науково обґрунтованих технологій вирощування тритикале ярого в умовах Західного Лісостепу України з урахуванням сучасного стану виробництва та вартості добрив.

1.2 Екологічна безпека й ефективність використання гумінових добрив

Важливим аспектом у раціональному антропогенному навантаженню на агроценози є екологічно доцільне господарювання. Одним з його напрямів є використання органічних добрив: гною, солом'яної різки, сидератів, побічної продукції рослинництва тощо. Не виключено й внесення невеликих, обґрунтованих агрохімічними аналізами конкретного ґрунту норм мінеральних добрив та застосування хімічних засобів захисту рослин у критичних ситуаціях. Саме тому науковці і практики-аграрії здійснюють активний пошук альтернативних джерел органічної речовини та елементів мінерального живлення, які є абсолютно необхідні для активної діяльності ґрунтової біоти, яка забезпечує позитивний баланс гумусу, надходження в ґрунт біологічного азоту, сприяє доступності рослинам рухомих форм біогенних елементів [53, 142, 177].

У концепції хімізації землеробської галузі в Україні на період до 2015 року одним із основних положень є високоефективне застосування

органічних та органо-мінеральних добрив для досягнення бездефіцитного балансу гумусу та поживних речовин у ґрунтах [88, 190].

Органічні добрива представлені в основному різними видами гною, який традиційно застосовується в сільському господарстві. До його складу входять майже всі елементи живлення, які необхідні для формування урожаю сільськогосподарських культур та відіграють важливу роль у відновленні родючості ґрунтів, зокрема, сприяють гумусоутворенню та поліпшенню фізичних, агрохімічних і біологічних властивостей ґрунтів, а також водного та повітряного режимів [52, 1, 10, 18].

Сучасний стан внесення органічних добрив не може забезпечити підвищення продуктивності землеробства та якості продукції рослинництва. За останні роки внесення органічних добрив у вигляді підстилкового гною значно скоротилося і становить лише по 0,5 тон на 1 га посівної площі [240].

Тому нестачу внесених органічних добрив слід замінити внесенням нетрадиційних видів органіки – соломи, сидератів, сапропелів, торфу та добрив, виготовлених на їх основі [228, 231].

На сьогодні зростає роль добрив нового типу, серед яких важливе місце займають гумати. У складі таких добрив містяться макро- та мікроелементи, а також фізіологічно активні форми гумусових кислот (солі гумінових та фульвокислот) і цілий комплекс біологічно активних сполук. Такий склад добрива забезпечує не лише стимуляцію росту і розвитку рослин, але позитивно впливає на механічні, фізико-хімічні, агрохімічні властивості ґрунту [232, 18, 24, 26].

Широке застосування гумінових кислот розпочалось ще у 30 – 40-х роках минулого століття. Перші спроби зі застосуванням цих речовин за вирощування сільськогосподарських культур були невдалими, що значною мірою було пов'язано з тим, що не була відома природа гумінових речовин і принцип їх дії на рослини. В подальшому було встановлено, що ефективність їх впливу залежить від хімічного складу і фізико-хімічних властивостей

гумінових речовин та методів їх оцінки, на основі яких встановлювалась норма внесення [198].

Дослідженнями М. М. Tahir з колегами [26] встановлено, що гумінові кислоти із бурого вугілля у нормі 30 та 60 мг/кг ґрунту сприяють посиленню росту рослин пшениці, покращенню надходженню до рослин поживних речовин. Збільшення внесення гумінових кислот до 90 мг/кг мало негативний вплив на ріст і поглинання поживних речовин.

Позитивний вплив сполук гумусових кислот на врожай основних сільськогосподарських культур доведено цілим рядом дослідників як в нашій країні так і за кордоном. Не виключенням є зернові культури.

Найефективнішим заходом застосування гумінових сполук для зернових культур є передпосівна обробка насіння та позакореневе підживлення. Встановлено, що обробка посівного матеріалу кукурудзи фізіологічно активними формами гумусових кислот забезпечує приріст врожаю 15% на богарних землях і 13% на зрошуваних, а їх із сечовиною забезпечує приріст зерна пшениці озимої на 7,3 % порівняно з варіантом, де проводилась обробка тільки сечовиною [65, 132, 9].

У працях М. Z. Khan, М. E. Akhtar [14] зазначено, що гумусових кислоти із бурого вугілля у комплексі із різними дозами азотних добрив сприяють збільшенню ваги качану і маси зерна кукурудзи на 29 і 40 % відповідно, а також інтенсифікації процесів поглинання поживних речовин із ґрунту рослинами.

Важливими властивостями гумінових кислот є їх сумісність, практично з усіма пестицидами завдяки наявності рістрегулюючого, імунностимулюючого і протекторного ефектів [37, 213]. Так, використання їх в бакових сумішах за обприскування хімічними засобами захисту рослин знижує фітотоксичність компонентів, а також дозволяє зменшити рекомендовані дози гербіцидів, попереджуючи накопичення їх в продукції і негативний вплив на довкілля [186].

Підтверженням цього є результати досліджень Dan C. Olk, Dana L. Dinnes та ін. [21], якими підтверджено позитивну роль гумінових кислот у баковій суміші із пестицидами, яка проявляється у стимулюючому ефекті на ріст і розвиток кукурудзи протягом всього періоду вегетації (збільшення площі листя, наростання маси кореневої системи, особливо бічних коренів, скорочення термінів дозрівання, покращення наливу зерна і затримка старіння, тобто продовження терміну фотосинтезу, зниження зараженості стебловими гнилями), що в кінцевому результаті забезпечило зростання врожайності зерна на 630 – 940 кг/га.

Як показали дослідження на Нікопольському комбінаті хлібопродуктів, одночасна передпосівна обробка насіння кукурудзи отрутохімікатами з гуматами сприяє кращому прилипанню пестицидів і меншим їх втратам з поверхні насіння. Дослідженнями, які були проведені в Дніпропетровській області встановлено, що така обробка насіння кукурудзи підвищує врожай зерна в середньому на 3 ц/га, пшениці озимої та ячменю – 2,6, вівса – 2,3 ц/га [65].

Результати досліджень Лі Тао та інших [16] свідчать, що використання гумінових кислот сприяє накопиченню в органах кукурудзи Cu, Pb і Zn, за загальноприйнятим принципом корінь>стебло~листя>зерно, що дозволяє використовувати їх як один із ефективних шляхів підвищення ефективності фітореMediaції ґрунтів.

Протекторна властивість гумінових кислот доведена і результатами досліджень J. M. De la Rosa, M. Santos, M. F. Araujo, Halina Martyniuk, Jadwiga Więskowska, S. A. Wood [8, 19, 28]. Вчені зазначають, що гумінові кислоти відзначаються властивістю адсорбувати цілу низку важких металів (свинець, ртуть, мідь, барій, кадмій тощо).

Встановлено високу ефективність використання гумінових кислот на посівах зернових культур за несприятливих умов. А. В. Вакру та інші [3] підтвердили позитивний вплив гумінових кислот на врожайність пшениці за вирощування на меліорованих піщаних ґрунтах, де водний дефіцит негативно

впливає на врожайність. Позакореневе застосування гумінових кислот на двох сортах пшениці Gemiza-9 і Саха-93, призвело до зростання продуктивності рослин та підвищення врожайності незалежно від сорту.

Сьогодні вивченням ефективності гумусових кислот за вирощування культур займається низка вітчизняних та закордонних вчених – Е. В. Скрильник, М. Й. Шевчук, Г. В. Пироговська, А. І. Горова, Вольган Новік та ін. Однак, практично всі їхні роботи були зосереджені на дослідженнях за використання рідких форм гуматів, які, в основному, є стимуляторами росту рослин, оскільки містять у своєму складі фізіологічно активні форми гумусових кислот, а макро- та мікроелементи відсутні або перебувають у незначних кількостях.

Виробництво гумінових продуктів спрямоване у двох напрямках – отримання безбаластних та баластних форм. Технологія отримання перших передбачає обробку сировини розчином лугу за надлишкового тиску в автоклавах з наступним відділенням рідкого цільового продукту від твердого осаду. В процесі виробництва баластних гуматів, гумінові та інші біологічно активні речовини не відділяються від вихідної сировини. Через це до гумінових стимулюючих речовин їх можна віднести лише умовно, а швидше вони належать до добрив [229].

Велика увага таким видам добрив приділялась у минулому столітті. Основною сировиною виготовлення їх у той час слугував торф, вугілля та гній. Аналіз результатів досліджень свідчить про високу їх ефективність за вирощування сільськогосподарських культур, включно і зернових.

Дослідженнями В. Г. Котлюби [129] встановлено, що застосування 10 т/га гумінового добрива (ГД) на основі торфу врозкид сприяло зростанню врожаю зерна кукурудзи на 17,9 %, збільшувало вміст крохмалю на 1,7 % та протеїну на 7,7 %. Відмічено, що ефективнішим було поєднання гумінового добрива з мінеральними туками, де приріст урожаю зерна до контролю склав 70,1 %, а вміст крохмалю та протеїну підвищився на 2,7 та 20,0 % відповідно.

Відносно вуглегумінових добрив, то роботи В. О. Ларина та ін. [135] з вирощування пшениці у вегетаційних посудинах свідчать, що їх внесення у нормі 0,8 – 1,6 т/га забезпечує приріст врожаю на рівні 0,3 – 0,6 т/га (15 – 30 %). Найкращі результати були отримані на бідних ґрунтах. Дія добрив простежувалась протягом 2 – 3 років і виявлялась також у підвищенні якості врожаю, збільшуючи вміст протеїну та цукрів. Внесення таких добрив під овес та кукурудзу на силос підвищувало врожай відповідно на 0,7 – 1,4 т/га та на 6 –+ 20 т/га.

Працями Г. А. Ронсаля та С. С. Раєвської [160] підтверджено і ефективність гумінових добрив виготовлених на основі перегною. Результати польових та виробничих досліджень щодо впливу добрив на врожай ярої, озимої пшениці та кукурудзи вказують, що їх використання сприяє зростанню врожаю зерна відносно контролю на 14,4 - 19,1 %. Із досліджуваних культур кукурудза виявилась найчутливішою до внесення гумінових добрив, а серед форм пшениці – яра (16,8 %).

Враховуючи, що гумінові добрива належать до органічних форм передбачливим є той факт, що вони мають безпосередній вплив на життєдіяльність мікрофлори [11]. Згідно даних Г. А. Ронсаля [159], який проводив дослідження на темно-каштановому ґрунті, за внесення гумінових добрив із перегною, спостерігається зростання вмісту різних груп мікроорганізмів до 2 – 3 разів, що відповідно сприяє підвищенню вмісту доступних форм елементів живлення. Л. А. Мірошніченко [131] також вказує, що застосування гуматів сприяє значному зростанню вмісту різних груп біоти у ясно темно-сірому лісовому ґрунті за вирощування пшениці, серед яких найвищою активністю характеризуються нітрифікатори та актиноміцети.

На сьогоднішній день сировиною для виготовлення гумінових добрив слугують також сапропелі, біогумуси, фермикомпости тощо.

Найперспективнішою із них вважаються поклади прісноводних озер – сапропелі [33, 230].

Із основних типів сапропелю (органічний, кремнеземистий, карбонатний, торфосапропель) найкращою сировиною для виробництва гумінових добрив вважається органічний та орґано-мінеральний, в яких зольність не перевищує 50%, а вміст органічної речовини – від 50 до 94% [197, 227, 231].

Ефективність використання гумінових добрив із сапропелю відзначена у праці Т. П. Дідковської [91], де встановлено, що вони, у комплексі із мінеральними добривами, забезпечують підвищенню врожайності овочевих культур на 123,0 – 283,6 % та вмісту нітратного азоту у ґрунті на 9,1 – 71,6 %, аміачного азоту на 1,2 – 22,0 %, рухомих форм фосфору на 0,8 – 7,7 % та калію – на 8,8 – 34,3 відсотка. Автором було підтверджено позитивний вплив гумінових добрив на азотний режим ґрунту за вирощування вівса на зелену масу та редьки олійної. Встановлено, що за їх використання на дерново-підзолистому ґрунті спостерігається зростання вмісту нітратних форм азоту на 9,5 – 25,0 мг/кг, амонійних – 1,5 – 8,0 мг/кг ґрунту [173].

Відносно вирощування зернових культур на зерно, то дослідження зі застосуванням цього виду добрива ще практично не проводились. Тому перспективним є проведення досліджень із вивчення ефективності сапропелевих гумінових добрив за вирощування зернових культур, зокрема тритикале ярого.

1.3 Мікробіологічні препарати – важлива складова технологій екологічно безпечного вирощування зернових культур

Еволюція закріпила за мікроорганізмами найважливішу ланку кругообігу речовин в біосфері. Однак на сьогоднішній день природні процеси, що відбуваються в ґрунті, не можуть забезпечити високі врожаї

сільськогосподарських культур, які відповідатимуть швидкому росту чисельності населення планети. І зараз на зміну природній родючості приходять штучна, створена людиною [32, 35].

Одним із напрямів екологічного доцільного господарювання, що формується останнім часом, є створення та застосування мікробних препаратів, які позитивно впливають як на ріст і розвиток рослин так і на показники родючості ґрунту [42, 172, 222].

До основних механізмів корисної дії мікроорганізмів на рослини належать : фіксація атмосферного азоту (поліпшення азотного живлення); оптимізація фосфорного живлення рослин; стимуляція росту та розвитку рослин (більш швидкий розвиток рослин і дозрівання врожаю); придушення розвитку фітопатогенів (контроль за розвитком хвороб і зниження ураженості ними рослин, поліпшення зберігання продукції); поліпшення живлення рослин (підвищення коефіцієнтів використання поживних елементів із добрив та ґрунту); підвищення стійкості рослин до стресових умов (можливість підвищення продуктивності рослин на фоні водного дефіциту, несприятливих температур, підвищеної кислотності, засолення або забруднення ґрунту) [57, 114, 15, 25].

За останній час в практику аграрного виробництва введені багато видів ризосферної мікрофлори і на базі цих видів створені десятки мікробних препаратів, корисна дія яких не приурочена жорстко до певної групи рослин, а носить універсальний характер щодо різних груп сільськогосподарських культур. В Україні за участю науковців НААН створено біопрепарати Ризоторфін, Ризоагрин, Ризоситерин, Флавобактерин, Агрофіл, Діазобактерин та ін. для бобових, злакових, овочевих культур і картоплі. Ведеться постійний пошук та селекція високотехнологічних конкурентоздатних штамів мікроорганізмів для покращення ефективності існуючих біопрепаратів [32, 42, 235].

Дослідженнями виявлено, що використання пшениці ярої на чорноземі за інокуляції насіння препаратами на основі асоціативних діазотрофів забезпечує підвищення врожайності в середньому на 1,3 – 3,3 ц/га (5,7 – 14,5 %) [173]. Зростання врожайності було зумовлено зміною елементів структури врожаю: за застосування біопрепаратів збільшилася кількість стебел на 6,3 - 52 шт./м², спостерігалася тенденція зростання маси 1000 зерен. Крім цього, використання мікробіологічних препаратів сприяло підвищенню на 1,5 – 9,6 % склоподібності зерна.

У праці М. М. Городнього та ін. [66] підтверджено, що застосування мікробіологічного препарату Діазофіт (*Rhizobium radiobacter* 204) на фоні добрив підвищує врожайність зерна – на 0,40 – 0,49 т/га та сприяє достовірному збільшенню кількості білку на 0,7 – 1,0 % і «сирої» клейковини – на 1,1 – 3,6 % порівняно з варіантами без інокуляції. С.В. Маслиев [151] свідчить, що застосування даного препарату сприяє зростання врожаю зерна кукурудзи на 2,6-4,2 %, у залежності від сорту.

Результати дослідження В. Р. Габдулліна щодо вивчення ефективності використання препаратів Бактофосфін (*Bacillus mucilage* N-NOsus) та Азотовіт (*Azotobacter chroococcum*), свідчать, що обприскування ґрунту цими бактеріями забезпечило достовірні прирости врожаю на 1,5 – 2,1 ц/га та на 1,2 – 1,7% підвищувало вміст клейковини в зерні. Додатково встановлено, що бактеризація ґрунту знижує ураженість пшениці ярої кореневими гнилями в результаті активізації сапротрофної мікрофлори у 2 – 2,5 рази, що підвищує загальну супресивну здатність ґрунту [223].

У працях Л. Токмакової відмічена висока ефективність застосування Поліміксобактерину (*Paenibacillus Polymuxa* KB) та Альбобактерин (*Achromobacter album*) у посівах пшениці озимої. Проведені дослідження вказують на те, що їх застосування сприяє підвищенню врожайності зерна на 8 – 21% та водночас збільшенню вмісту протеїну в зерні до 3 % [209, 210].

Використання біопрепаратів азотфіксуючих мікроорганізмів є запорукою одержання високих врожаїв сільськогосподарських культур з підвищеним вмістом білку і зменшення енергозатрат під час їх вирощування. Ризоторфін (*Rhizobium*), застосування якого під бобові культури практично виключає внесення мінерального азоту, підвищує врожай і якість сільськогосподарської продукції. Внесення препаратів азотфіксуючих бактерій для злакових – Флавобактерину (*Flavobacterium* sp.) і інших замінює дію 10 – 20 кг/га азоту мінеральних добрив, підвищує продуктивність зернових на 2 – 6 ц/га з одночасним зменшенням норм внесення мінеральних азотних добрив на 25 – 35 відсотків [235].

Відомо, що вологість ґрунту є однією з найважливіших умов активного функціонування мікрофлори [215]. За оптимальної вологості створюються необхідні умови для інтенсивного фотосинтезу і високого рівня екскреції корневих виділень, що сприяє підтримці активного фізіологічного стану та високої чисельності ризосферних мікроорганізмів [192]. Однак, відносно цього питання існують різносторонні висновки.

Л. К. Ніце [165] було показано, що за оптимальної для процесу азотфіксації вологості ґрунту (вище 60% від повної польової вологоємності) вирішальну роль набуває температура. За оптимальних значеннях температури (+ 20° С – + 30°С) головним фактором є вологість ґрунту, і її падіння нижче 60 % повної вологоємності викликає сильну депресію процесу азотфіксації в ґрунті.

Водночас в ході експериментів була виявлена здатність штаму *Azospirillum lipoferum* 137 активно колонізувати коріння в умовах дефіциту ґрунтової вологи і не реагувати на підвищення температури середовища, оскільки для розвитку бактерій цього роду сприятливими є регіони з теплим кліматом і високою вологістю ґрунту [27].

Згідно з опублікованими даними [207], оптимальна вологість для життєдіяльності бактерій в ґрунті становить 60 % повної польової

вологоємності. Зазначалося, що мікроорганізми зберігають високу чисельність у ґрунті як за 60-ти, так і 30 % повної вологості вологості.

Результати проведених експериментів переконливо показали, що життєздатність інтродукованих діазотрофів була значно вищою при недостатньому зволоженні ґрунту. Саме в цих умовах інокуляція сприяла максимально позитивному впливові на продуктивність рослин [38].

Вплив погодних умов на ефективність інокуляції підтверджується результатами досліджень А. М. Kunakova [15], які свідчать, що інокуляція насіння ячменю Мізорином (*Arthrobacter mysorens*) і Ризоагрином (*Agrobacterium radiobacter*) збільшувало врожайність зерна в умовах холодного літа. В умовах посушливого літа також був отриманий приріст зерна за інокуляції Ризоагрином і Флавобактерином. Водночас, в умовах оптимального температурного режиму ґрунту не відбувалося збільшення врожаю зерна від інокуляції, за винятком застосування Мізорину.

Вплив мікробіологічних препаратів, в умовах несприятливих погодних факторів, спостерігається і за сумісного їх внесення з мікроелементами. Дослідженнями О. Г. Андрейченко [33] встановлено, що в умовах нестійкого зволоження північного Степу вищу врожайність забезпечує передпосівна інокуляція насіння препаратом Поліміксобактерин (*Paenibacillus polymyxa*) сумісно із мікродобривом і склала 4,6 т/га (плівчастий ячмінь ярий) та 3,8 т/га (голозерний ячмінь ярий).

Позитивний вплив використання мікробіологічних препаратів за несприятливих погодних умов пов'язаний з активізацією фізіологічних процесів у рослинах. Встановлено [85], що передпосівна обробка насіння мікробними препаратами, створеними на основі азотфіксувальних бактерій та фосфатмобілізувальних мікроорганізмів, суттєво впливає на накопичення вуглеводів у вузлах кушіння рослин, що відповідно позитивно позначається на їх перезимівлі, рості та розвитку. Так, у пшениці озимої сорту Красуня Одеська найвищий вміст вуглеводів (загальних цукрів) у вузлах кушіння відмічено за застосування Поліміксобактерину – 23,06 % на суху речовину за

показників у контролі 16,48 %. У зв'язку з цим, ступінь перезимівлі рослин озимої пшениці був вищим саме у варіанті з використанням препаратів – 95,5 % за 85,5 % у контролі.

Створення оптимальних умов в ґрунті для інтенсивного розмноження мікроорганізмів передбачає також забезпечення легкодоступними формами азоту на перших етапах їх розвитку. Аналіз літературних джерел свідчить про неоднозначність такого процесу.

А. А. Саричева [195] встановила, що препарати асоціативних діазотрофів можуть двояким чином впливати на акумуляцію азоту в рослинах – або підвищують масу зерна без збільшення його білковості, або підвищують уміст білку в зерні, не змінюючи продуктивності. Ці тенденції протилежні і проявляються залежно від реакції асоціації сорт – діазотрофи на величину фону азотного живлення.

У досліді А. В. Пасинкова [176] на дерново-підзолистому середньосуглинковому ґрунті врожайність зерна ярої пшениці сорту Іргіна змінювалася залежно від удобрення азотними формами добрив. У відносно сприятливій за зволоженням роки середня врожайність зерна склала 32,7 – 37,1 ц/га, а за інокуляції насіння пшениці Ризоагрином на фоні без внесення азоту і за внесення N_{30} не спостерігалось істотних змін величини врожаю. У роки з нестачею вологи отримано найнижчу врожайність (12,9 ц/га). При цьому від інокуляції насіння біопрепаратом без внесення азотного добрива отриманий істотний приріст врожаю і відзначена тенденція до підвищення вмісту білку в зерні, а на фоні N_{30} не відзначено достовірного приросту врожаю зерна і підвищення його білковості.

У польових дослідях відмічений позитивний вплив біопрепаратів на фоні добрив. За вирощування ячменю на дерново-слабопідзолистому ґрунті у середньому за роки досліджень урожайність без добрив становила 12,2 ц/га, а приріст від внесення $P_{30}K_{60}$ склав 1,1 ц/га і 4,7 ц/га від $N_{30}P_{30}K_{60}$. Крім того, був встановлений і позитивний вплив мікробіологічних препаратів на якість зерна: уміст білку зріс на 0,4 – 0,5. У дослідях за використання біопрепаратів

посівах кукурудзи на чорноземі вилугованому максимальни приріт врожаю сухої маси (138 %) зафіксовано на фоні $N_{30}P_{60}K_{60}$ [85]

Позитивну роль мікробіологічних препаратів на фоні внесення азотного добрива підтверджено дослідженнями у посівах тритикале озимого [114]. Інокуляція насінням забезпечила зростання збору зерна з 23,9 до 27,2 - 27,4 ц/га. Внесення азотного добрива в дозі 30 кг/га з осені забезпечило отримання зерна від 2,8 до 3,3 ц/га. Внесення N_{30} у весняне підживлення сприяло зростання збору зерна на 2,5 ц/га. Додатковий збір зерна озимого тритикале від біопрепаратів на фоні з внесенням азотного добрива в дозі 30 кг/га був еквівалентний варіанту з N_{60} .

Досить неоднозначними є результати досліджень відносно сортових особливостей культури за використання мікробіологічних препаратів.

У дослідженнях А. А. Заваліна [115] виявлено, що ефективність біопрепаратів залежить не лише від погодних умов вегетаційного періоду, добрив, але і від сортових особливостей рослин ячменю. За недостатньої забезпеченості рослин вологою у сортів Ризик і Андрій приріст до фону РК за використання від Ризоагрина отриманий близько 20 %, а у сорту Добрий він досяг 71 %. За оптимального зволоження сорт Ризик забезпечив максимальний приріст 350 г/м² (67 %), а у сортів Добрий і Андрій це збільшення склало 34 і 23 % відповідно.

Шевчук М. Й. у своїх дослідженнях [59] вказує, що використання препарату Філазоніт МС (*Azotobacter crococcum*, *Bacillus megaterium*) має різний вплив на врожайність гібридів кукурудзи. Так, за вирощування гібридів 4297, 4190 (червона), 4250, 4244, 4190, 4291, 4220 спостерігається приріст врожайності маси рослини і качанів від 28,57 до 49,29 ц/га та від 6,0 до 76,7 г, відповідно, а гібридів 4282, 4194, 4230 – навпаки, зниження врожайності на 28,57 – 64,28 ц/га і 5,6 – 10,6 г, відповідно.

Важливим аспектом використання мікробіологічних препаратів є їх позитивний вплив на показники родючості ґрунтів.

У дослідженнях А. М. Бортнік показано, що внесення препаратів Агат-25К (*Pseudomonas aureofaciens*) та Байкал ЕМ-1 (*Lactococcus lactis*, *Lactobacillus casei*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Rhodopseudomonas palustris*) за вирощування картоплі забезпечує підвищення вмісту нітратних форм азоту на 6,4 – 10,8 %, та амонійних – на 8,7 – 16,4 %, – буряка столового – на 1,8 – 7,95 та 2,0 – 7,6 %, відповідно [46].

В. А. Гаврилюк [53] вказує, що за використання мікробіологічних препаратів серії Азотер за вирощування пшениці озимої на чорноземі опідзоленому спостерігається зростання вмісту нітратного азоту на 13,9 – 14,2, амонійного азоту – 8,6 – 8,7, рухомих сполук фосфору – 7,0 – 7,2 та калію – 1,9 – 2,1 мг/кг ґрунту.

Зростання вмісту рухомих форм азоту за внесення біопрепаратів пояснюється збагаченням ґрунту бактеріями-азотфіксаторами. Підтвердження цього є результати досліджень О. В. Абрамович, О. В. Повх, які свідчать, що за використання препарату Азотер спостерігається зростання вмісту нітратних та амонійних форм азоту в дерново-підзолистому ґрунті на 31 – 35 % та 24 – 26 % відповідно [29].

Відносно поліпшення фосфорного режиму, слід відзначити, що консорції *Azotobacter*, *Bacterium megatherium* та інших мікроорганізмів здатні мобілізувати фосфор у ґрунті [121, 181, 23].

Підтвердженням цього є результати досліджень Н. М. Клименка [125], де встановлено, що використання Діазофіту сприяє зростанню вмісту фосфору на 4,6 – 5,3 %, Фосфоентерину – на 8,0 – 15,5%, а КМП – на 4,3 – 26,4 %. У роботах М. Й. Шевчука [235] вказано, що використання препаратів Діазофіт, Філазоніт МС та Агат-25К за обробки насіння підвищує вміст рухомих форм фосфору – на 0,25, 0,23 та 0,04 мг/100г ґрунту, відповідно, а за обробки ґрунту – на 0,43 (Філазоніт МС) та 0,23 мг/100 г ґрунту (Агат-25К).

Отже, ціла низка досліджень свідчить, що ефективність біопрепаратів залежить від погодних умов вегетаційного періоду, внесення азотних добрив і ґрунтових умов вирощування культури. Дослідами доведено, що

інтенсивність і продуктивність симбіотичної та асоціативної азотфіксації залежить не тільки від виду, але й сорту рослини. Тому доцільно підбирати і використовувати сорти злакових культур з високою чутливістю до внесення мікробіологічних препаратів.

Підсумовуючи вище наведений матеріал можна зробити висновок, що сучасні технології вирощування зернових культур в Україні потребують пошук нових підходів у цьому напрямку. Вирішення цього питання можливе шляхом введення у виробництво нових високоврожайних сортів зернових культур, раціонального використання їх у структурі посівів та розробки економічно вигідних і екологічно безпечних технологій їх вирощування, адаптованих до екологічних умов різних регіонів країни. Перспективною культурою у цьому напрямку є тритикале яре, що характеризується високою стійкістю до біотичних і абіотичних факторів навколишнього середовища.

Зі зростаючою потребою екологізації сільськогосподарського виробництва у світовому землеробстві необхідно переходити на альтернативні, енергоощадні технології вирощування сільськогосподарських культур, що ґрунтуються на зменшенні внесення високих доз мінеральних добрив. Обмеження норм мінеральних добрив здійснюється за рахунок застосування органічних відходів рослинництва і тваринництва, компостів, сидератів, соломи.

Порівняно новим підходом у цьому напрямі є використання гумінових органічних добрив та мікробіологічних препаратів. Цілою низкою досліджень доведена екологічна безпечність та висока ефективність їх застосування за вирощування зернових культур у різних ґрунтово-кліматичних зонах. Однак досить мало уваги приділялось щодо вивчення впровадження цих біологічних елементів в агроценозах тритикале, особливо ярих форм.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Методика досліджень

Дослідження впливу гумінового добрива та мікробіологічного препарату Азотер на динаміку змін агрохімічних показників ґрунту, якісні та кількісні показники врожаю тритикале ярого проводили протягом 2012 – 2014 рр. у польовому досліді, який було закладено на території фермерського господарства «Надбаня», с. Конюхи Локачинського району Волинської області, що розташоване в межах ґрунтово-кліматичної зони Західного Лісостепу України. Для досягнення поставленої мети було проведено польові дослідження, лабораторні визначення, статистичну обробку отриманих результатів, застосовано порівняльно-розрахункові методи оцінки екологічної, економічної та біоенергетичної ефективності технологій вирощування тритикале ярого за використання добрив та мікробіологічного препарату Азотер.

Польові дослідження проводили на сірому лісовому легкосуглинковому ґрунті згідно вимог наведених у методиках польового досліді [95, 171] за наступною схемою :

1. Без добрив (контроль);
2. Гній, 15 т/га;
3. $N_{75}P_{50}K_{90}$;
4. Гумінове добриво, 10 т/га;
5. Гумінове добриво, 10 т/га + $N_{50}P_{25}K_{60}$;
6. Мікробіологічний препарат Азотер, 10 л/га + N_{40} ;
7. Гній, 5 т/га + Мікробіологічний препарат Азотер, 10 л/га;
8. Гній, 5 т/га + $N_{75}P_{50}K_{90}$ + Гумінове добриво, 5 т/га

Площа посівної ділянки – 40 м², облікової – 25 м². Повторність в дослідах триразова, розміщення варіантів систематичне. Культура вирощування – тритикале яре сортів Оберіг Харківський, селекції Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України, що внесений до Державного реєстру сортів рослин України в 2009 році, та Лосинівське – селекції Національного університету біоресурсів та природокористування України та внесений до Державного реєстру сортів рослин України у 2007 році. Попередник досліджуваної культури – картопля.

Для визначення екологічно безпечних та доцільних норм добрив під тритикале яре схемою досліджень передбачено окреме внесення традиційних видів органічних (гною, 15 т/га) та мінеральних добрив (N₇₅P₅₀K₉₀), гумінового добрива (10 т/га) та інтегроване його застосування з мінеральними формами (N₅₀P₂₅K₆₀), а також половинна норма його внесення (5 т/га) разом із мінеральними добривами (N₅₀P₂₅K₆₀) та 5 т/га гною. У схемі досліду були включені варіанти із використанням мікробіологічного препарату Азотер на фоні «стартової» дози азоту (N₄₀) та 5 т/га гною. Досліджувані норми добрив дозволяють вивчити вплив нетардиційних удобрюючих засобів (гумату та мікробіологічного препарату) та порівняти їх ефективність із традиційними видами мінеральних та органічних добрив.

Гумінове добриво, що використовували у дослідженнях було розроблено та досліджено працівниками Поліської дослідної станції Національного наукового центру «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського». Вибір даного добрива зумовлено перспективністю його використання як екологічно безпечного продукту, необхідністю детального дослідження його ефективності за вирощування тритикале ярого з метою включення його до Переліку пестицидів та агрохімікатів дозволених для використання в Україні.

Згідно технологічного процесу виробництва пастоподібного гумінового добрива передбачає використання промислового обладнання (диспергатора) та наступних етапів: проморожений сапропель вологістю 70 –

80 % засипають у диспергатор, додають 0,2 н розчин лугу з насиченням речовини сапропелю до 600 %, після декількох хвилин диспергації додають 25 % розчин фосфорної кислоти з доведенням екстракту до нейтральної реакції (рН 7,0 – 7,5) та продовжують диспергування протягом трьох хвилин. Після завершення диспергації отриманий екстракт зливають і закривають в герметично закриту тару [201]. Схема виготовлення добрива наведена на рисунку 2.1.

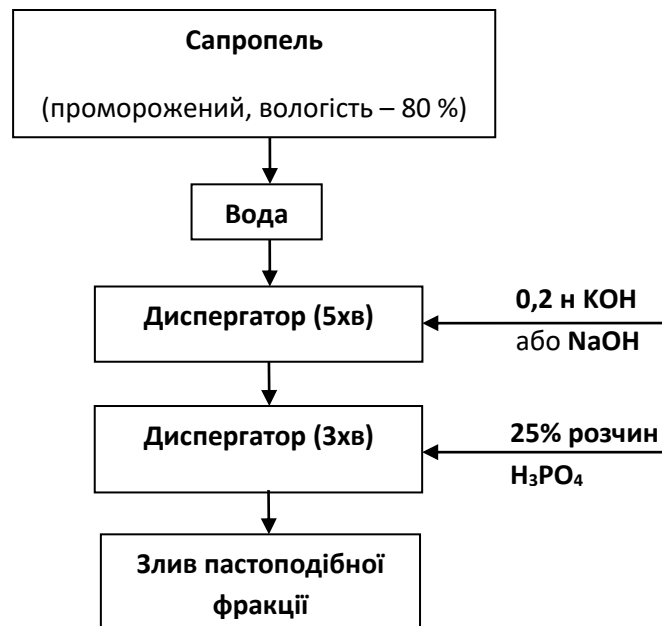


Рис. 2.1 Технологічний процес виготовлення пастоподібних гумінових препаратів із сапропелю.

Агрохімічна характеристика добрива, а також гною підстилкового, що застосовували в дослідженнях наведена в табл. 2.1.

У дослідженнях використовували угорський мікробіологічний препарат Азотер, який був внесений до Переліку пестицидів та агрохімікатів дозволених для використання в Україні у 2012 році. Включення даного препарату у схему досліджень зумовлено його екологічною безпечністю (препарат включений до переліку добрив та препаратів дозволених для

органічного землеробства), широким спектром дії (до складу препарату входять азотфіксуючі та фосформобілізуючі бактерії) та відсутністю на ринку України аналогічних видів препаратів для обробки ґрунту вітчизняного виробництва.

Препарат Азотер виготовлений на основі бактерій *Azotobacter Croococcum* ($1,54 \times 10^{10}$ КУО в см^3), *Azospirillum Braziliense* ($2,08 \times 10^9$ КУО в см^3), *Bacillus Megatherium* ($1,58 \times 10^8$ КУО в см^3). Застосовували його шляхом передпосівної обробки ґрунту з наступним загортанням із нормою витрати 10 л/га. Для активізації діяльності мікроорганізмів і підтримання росту рослин у початкові періоди розвитку, разом з препаратом було внесено «стартову» дозу азоту – N_{40} .

Із мінеральних добрив вносили селітру (34 % N, ГОСТ 2-85 [78]), суперфосфат гранульований (19 % P_2O_5 , ГОСТ 5956-78 [79]) та калімагнезію (29 % K_2O , ТУ У 6-05743160.002-94).

Органічні та мінеральні добрива вносили врозкид під основний обробіток.

Таблиця 2.1

**Порівняльна агрохімічна характеристика органічних добрив
(середнє за 2012 – 2014 рр.)**

Показники	Гумінове добриво	Гній ВРХ
рН	7,2	7,8
Органічна речовина, %	-	70,9
Вуглець гумусових речовин*, %	29,3	-
Азот, %	0,81	0,50
Фосфор, %	0,28	0,11
Калій, %	0,45	0,25
Кальцій (СаО), %	8,3	0,60

* - на абс. сух. реч.

Аналітичні визначення проводили в лабораторії Поліської дослідної станції Національного наукового центру «Інститут ґрунтознавства та

агрохімії імені О. Н. Соколовського» та лабораторії Волинської філії ДУ «Інститут охорони ґрунтів України».

В органічних добривах визначали такі показники: вміст вуглецю гумусових сполук за ДСТУ 7083:2009 [109], вміст загального азоту фотоколориметрично методом К'ельдаля за ДСТУ 7911 [105]; вміст загального фосфору фотоколориметрично за ГОСТ 26717 [74]; вміст загального калію фотометрично за ДСТУ 7949 [106]; вміст органічної речовини за ГОСТ 27980 [77]; рН за ГОСТ 27979 [76].

Відбір зразків ґрунту і підготовку для агрохімічних аналізів здійснювали з шарів 0–20 см та 20–40 см, за ДСТУ 4287 та ДСТУ ISO 11464 [97, 108], до закладки польових дослідів та після збору врожаю. У ґрунті визначали: вміст гумусу за методом І. В. Тюріна за ДСТУ 4289 [98]; вміст амонійного та нітратного азоту за ДСТУ 4729 [100]; реакцію ґрунтового розчину ($\text{pH}_{\text{сол.}}$) за ДСТУ ISO 10390 [107]; вміст рухомих сполук фосфору і калію за методом Чирикова в модифікації ННЦ ІГА за ДСТУ 4115 [96]; вміст рухомих сполук кадмію за ДСТУ 4770.3 [102]; вміст рухомих сполук міді за ДСТУ 4770.6 [103]; вміст рухомих сполук свинцю за ДСТУ 4770.9 [104]; вміст рухомих сполук цинку за ДСТУ 4770.2 [101].

У рослинному матеріалі визначали вміст нітратів за ГОСТ 13496.19 [71], вміст білку згідно ГОСТ 10846 [70], вміст сирової клітковини з використанням проміжної фільтрації за ГОСТ 13496.2 [72], масу 1000 зерен за ГОСТ 10842 [69], натуру зерна за ГОСТ 10840 [68], вміст цинку за ГОСТ 26934 [75], вміст кадмію за ГОСТ 26933 [82], вміст міді за ГОСТ 26931 [80], вміст свинцю за ГОСТ 26932 [81]. Відбір зразків рослинницької продукції проводили після збору врожаю.

Аналіз продуктивності агроценозу проводили суцільним методом з усієї облікової площі.

Математичну обробку результатів досліджень проводили методом дисперсійного аналізу за методикою Б.А. Доспехова [95] та з використанням комп'ютерної програми «Alfa». Розрахунок балансу поживних речовин у

ґрунті проводили за методикою Л. В. 155Дацько [88]. Економічну ефективність визначали за загальноприйнятою методикою [155], враховуючі на фактичні витрати виробництва.

Розрахунки екологічної оцінки технологій вирощування культур виконувались відповідно до методики Н. А. Макаренко [110].

Екологічне нормування проводили за наступним принципом: відхилення від еталону менше ніж на 10 % – малонебезпечний рівень, на 10–25 % – помірнонебезпечний і більше ніж на 25 % – небезпечний. Базуючись на цьому, зміни стану показників під впливом агротехнологій оцінювали наступним чином: зона оптимуму – погіршення менше ніж на 10 %, зона комфорту – на 10 – 25 %, песимуму – погіршення понад 25 %.

З метою врахування всіх показників, що досліджуються проводилась комплексна оцінка рівнів удобрення з метою встановлення ступеня її досконалості. Екологічну оцінку (ЕО) за комплексом показників проводилась за формулою 2.1:

$$EO = \frac{\sum n_1 + n_2 + n_3 + \dots n_n}{n} \quad (2.1)$$

де, n_n – показник, згідно якого проводиться оцінка, бал;

n – кількість показників, за якими проводиться оцінка.

Досконалість технології оцінювалась за кількістю розрахованих балів :

I < 1,5 бали – технологія не досконала і не може бути рекомендована виробництву;

II 1,5–2,4 бали – технологія перед впровадженням у виробництво потребує істотного доопрацювання;

III 2,5–2,9 бали – потребують вдосконалення окремі технологічні операції;

IV 3,0 бали – технологія досконала і може бути рекомендована виробництву.

Енергетичну ефективність застосування добрив та мікробіологічного препарату проводили за загальноприйнятою методикою [189]. Енергетична

доцільність технологій вирощування характеризується коефіцієнтом біоенергетичної ефективності (K_{ee}) виробництва або окремих його ланок. Цей показник визначали як частку від ділення отриманої з урожаєм енергії на витрачену її сумарну кількість (формула 2.2).

$$K_{ee} = \frac{E_{y_1} + E_{y_2} + \dots + E_{y_n}}{E_{a_1} + E_{a_2} + \dots + E_{a_n}} \quad (2.2)$$

де, E_y – енергія, що міститься у вирощеній продукції, ГДж/га;

E_a – всі енергозатрати для виробництва продукції на ГДж/га.

Енергетичні затрати (E_a) визначали за формулою 2.3:

$$E_a = E_{oz} + E_{ob} + E_{tr} + E_{nm} \quad (2.3)$$

де, E_{oz} – витрати енергії на основні засоби виробництва, ГДж/га;

E_{ob} – витрати енергії на оборотні засоби (добрива, пестициди, вода та насінневий матеріал), ГДж/га;

E_{tr} – енерговитрати вкладеної трудовими ресурсами, ГДж/га;

E_{nm} – витрати енергії на паливно-мастильні матеріали, ГДж/га.

Кількість енергії накопиченої в основній сільськогосподарській продукції, визначається за формулою 2.4:

$$E_y = Y \times K_c \times I \quad (2.4)$$

де, E_y – вміст енергії в отриманій продукції, ГДж/га;

Y – врожай основної продукції, т/га;

K_c – коефіцієнт вмісту сухої речовини (для тритикале ярого – 0,86);

I – вміст загальної енергії в 1 кг сухої речовини, ГДж (для тритикале ярого – 0,19 ГДж)

З енергетичної точки зору технологію вважають ефективною, якщо за планового рівня врожайності забезпечується умова $E_y > E_a$, тобто $K_{ee} > 1$. Збільшення значення K_{ee} свідчить про те, що технологія наближається до ресурсо- і енергоощадних.

Агротехнологія вирощування тритикале ярого загальноприйнята для ярих зернових культур у зоні Західного Лісостепу [116, 189, 164]. Основний обробіток полягав у зяблевій оранці на 20 – 22 см (ПЛН - 03 - 35), ранньовесняному боронуванні (БЗСС - 1,0) та передпосівні культивуації на глибину 5 – 6 см (КПСп - 4,0). Розрахунок та внесення добрив і препаратів проводили згідно варіантів схеми досліду. Сівбу здійснювали звичайним рядковим способом (СЗ – 5,4) за норми висіву 5 млн шт./га (200 кг/га), висіваючи насіння на глибину 3 – 4 см. Після сівби проводили коткування (ЗККШ - 6А) [206, 212].

Під час догляду за посівами тритикале ярого основна увага приділяється боротьбі з хворобами, у зв'язку з чим застосовували комплексний фунгіцид Рекрут.

Збір урожаю проводили поділяночно прямим комбайнуванням за допомогою КЗС-9-1 Славутич.

2.2 Метеорологічні умови у роки проведення дослідження

Ріст та розвиток рослин відбуваються в результаті постійної їх взаємодії з навколишнім природним середовищем. Найінтенсивніше ці процеси відбуваються за наявності необхідних факторів у оптимальних співвідношеннях. Як відомо, температура і волога є провідними факторами, оскільки впливають на інтенсивність розвитку рослин та біохімічні процеси в ґрунті.

Тепловий режим приземного шару повітря визначає не тільки темпи розвитку рослин, а й долю врожаю в цілому. Ще однією необхідною умовою одержання високих і сталих урожаїв сільськогосподарських культур є повне

забезпечення їх вологою, що потрібна рослинам від початку проростання насіння до фази досягання [164, 175].

З метою виявлення ступеня впливу вказаних факторів на формування врожайності тритикале ярого, було проаналізовано температурний режим та кількість опадів характерних для умов місця вирощування.

Тритикале яре є чутливим до змін температурного режиму. Температура $+5 - +10^{\circ}\text{C}$ призводить до різкого ослаблення росту рослин, але прискорює перехід їх з вегетативного стану в репродуктивний. Сприятливою температурою для росту рослин є $+15 - +18^{\circ}\text{C}$, що поряд із доброю забезпеченістю елементами живлення сприяє утворенню крупного колосу. Підвищення температури до $+25^{\circ}\text{C}$ різко знижує інтенсивність асиміляції і послаблює ріст культури, збільшується період вегетації і зростає кількість рослин, що не формують високопродуктивний колос. Особливо помітно пригнічується продуктивність рослин ярого тритикале при температурі понад $+30^{\circ}\text{C}$ [212].

Як показують дані Горохівської метеорологічної станції (табл. 2.2), протягом всього періоду вегетації, впродовж трьох років досліджень (2012 – 2014 рр.), температура повітря була сприятливою. Так, у 2012 р. середня температура повітря за місяцями коливалась у межах $+15,3^{\circ}\text{C} - +21,6^{\circ}\text{C}$, у 2013 р. – $+11,8^{\circ}\text{C} - +19,5^{\circ}\text{C}$ та 2014 р. – $+14,3^{\circ}\text{C} - +20,5^{\circ}\text{C}$, тобто практично не відрізнялась від середньобогаторічної ($+13^{\circ}\text{C} - +18,6^{\circ}\text{C}$). Це свідчить, що даний погодний фактор мав позитивний вплив на ріст і розвиток культури.

Тритикале яре характеризується середнім рівнем споживанням води. Воно відрізняється підвищеною вимогливістю до вологості ґрунту і повітря. Зі збільшенням врожайності сумарне водоспоживання тритикале ярого зростає. Найвимогливіша культура до наявності вологи на III етапі органогенезу після початку куціння, коли характерна диференціація нижньої ділянки конуса наростання на окремі сегменти, що є зачатками майбутніх члеників стрижня колоса (I декада червня). Критичним періодом за відношенням до вологи для тритикале ярого також є IV етап органогенезу

(I – III декада липня), коли відбувається закладання кількості колоскових горбиків – первинних утворень майбутніх колосків [123, 212].

Таблиця 2.2

**Температурний режим за період проведення досліджень за даними
Горохівської метеостанції, °С**

Місяць	Декади	Температура повітря, °С			
		2012 р.	2013 р.	2014 р.	Середньобагаторічні
Січень	I-III	-3,34	-3,6	-2,9	-4,9
Лютий	I-III	-9,7	-1,0	+1,0	-3,9
Березень	I-III	+ 4,1	-1,9	+6,3	+0,5
Квітень	I-III	+10,0	+9,4	+10,1	+7,3
Травень	I	+16,7	+17,1	+11,6	+13,7
	II	+13,6	+18,3	+14,2	
	III	+16,6	+14,1	+19,0	
Червень	I	+15,5	+20,3	+17,1	+17,0
	II	+19,7	+20,2	+16,4	
	III	+18,8	+17,9	+16,0	
Липень	I	+25,5	+19,5	+19,4	+18,6
	II	+18,9	+17,9	+20,1	
	III	+20,5	+19,1	+22,1	
Серпень	I	+21,7	+21,1	+22,8	+17,6
	II	+15,5	+18,9	+18,2	
	III	+18,7	+15,9	+15,0	
Вересень	I-III	+16,7	+13,3	+16,4	+13,4
		+14,8	+13,6	+16,1	
		+14,4	+8,5	+10,4	

Дані метеостанції щодо кількості опадів протягом вегетаційного періоду 2012 – 2014 рр. (табл. 2.3) свідчать про нерівномірний характер їх випадання.

Протягом періоду вирощування у 2012 р спостерігали перевищення рівня опадів порівняно зі середньобагаторічними даними на 51,7 – 105,0 мм. Досить нерівномірний розподіл опадів був зафіксований у 2013-2014 роках. Так, у 2013 році у травні-червні спостерігали перевищення середньобагаторічних даних на 1,8 – 30,7 мм, протягом липня-серпня – кількість опадів була нижче на 28,2 – 52,2 мм, а у вересні – перевищення на

34,2 мм. У 2014 році у травні місяці відмічено перевищення середньобогаторічних даних на 113,6 мм, протягом червня-липня – навпаки зменшення на 7,5 – 26,0 мм, у серпні місяці – перевищення на 60,7 мм, а у вересні – зменшення на 28,9 мм.

Таблиця 2.3

**Характеристика умов вологозабезпеченості протягом 2012-2014 рр.
за даними Горохівської метеостанції**

У міліметрах

Місяці	Декади	Опади, мм			
		2012 р.	2013 р.	2014р.	Середньобогаторічні
Січень	I-III	84,3	95,1	69,2	29,0
Лютий	I-III	65,6	43,8	85,9	26,0
Березень	I-III	46,3	144,0	45,9	28,0
Квітень	I-III	71,3	44,9	37,4	43,0
Травень	I	80,8	10,0	57,8	55,0
	II	23,4	6,8	74,2	
	III	26,4	68,9	36,6	
Червень	I	118,1	43,2	50,0	88,0
	II	55,7	25,2	11,5	
	III	19,2	21,4	19,0	
Липень	I	7,0	11,1	27,3	83,0
	II	130,6	19,0	22,3	
	III	23,1	0,7	7,4	
Серпень	I	2,0	8,0	55,4	85,0
	II	133,4	6,5	43,4	
	III	18,6	42,3	46,9	
Вересень	I	5,0	32,9	10,6	54,0
	II	56,0	38,0	8,0	
	III	44,7	17,3	6,5	

Аналіз характеру випадання опадів відносно основних критичних періодів росту і розвитку тритикале ярого показав, що на III етапі органогенезу кількість опадів у 2013 р. та 2014 р. була достатньою для активного перебігу процесів кушіння та диференціації нижньої ділянки конуса наростання на окремі сегменти і відповідно склала 43,2 мм та 50,0 мм. Щодо 2012 року, то в цей період спостерігали випадання значної кількості

опадів (118,1 мм), що призвело до перезволоження та мало негативний вплив на ріст і розвиток тритикале ярого у цей період.

У другий критичний період розвитку рослин (IV етап органогенезу) у 2012 році спостерігали випадання значної кількості опадів, що перевищувало середньобагаторічний показник (83,0 мм) на 77,7 мм. Перезволоження є негативним фактором для росту тритикале так як воно призводить до вимокання рослин та інтенсифікації їх кущіння і росту вегетативної маси. Це зумовлює помітне затінення нижньої частини стебел рослин. Недостатнє освітлення нижніх міжвузлів викликає надлишкове видовження клітин рослин, стінка соломи стає тонкою і як наслідок – стебло недостатньо міцне, що є основною причиною вилягання хлібних злаків.

Протягом 2013 – 2014 рр. в липні місяці (другий критичний період) спостерігали нестачу вологи, так як кількість опадів, що випала в цей період була нижче середньобагаторічного показника на 52,2 мм у 2013 році та 26,0 мм у 2014 році. Нестача вологи в ґрунті в цей період збільшує кількість безплідних колосків.

Таким чином, мінливість погодних умов зумовлювала відмінності у проходженні фенологічних фаз розвитку тритикале ярого у роки досліджень, що позначалось на формуванні врожаю та якості отриманої продукції.

2.3 Ґрунтові умови проведення досліджень

Одним із основних факторів продуктивного росту і розвитку сільськогосподарських культур є ґрунтові умови, до яких адаптована та чи інша культура. Саме тип ґрунту визначає його родючість та продуктивність.

Дослідження проводили на сірому лісовому легкосуглинковому глеюватому ґрунті на лесовидному суглинку, який формується при поєднанні двох процесів ґрунтоутворення: опідзолення («м'яка» форма підзолистого процесу) і дернового із переважанням першого процесу. Ці ґрунти є типовими для території господарства та найбільш поширеними в районі проведення досліджень, а саме Локачинському районі Волинської

області, що знаходиться в межах ґрунтово-кліматичної зони Західного Лісостепу України.

Фізико-хімічні та агрохімічні властивості ґрунту впливають на його поживний режим, біологічну активність, взаємодію добрив з ґрунтом та рослинами і, в результаті, зумовлюють рівень урожайності і якість сільськогосподарської продукції [39].

Перед закладкою дослідів був викопаний шурф, за результатами якого описаний профіль ґрунту (рис. 2.2.), а також проведений агрохімічний аналіз орного та підорного шару ґрунту.

Результати агрохімічного аналізу (табл. 2.4) свідчать, що ґрунт згідно ДСТУ 4362 [99] характеризується нейтральною реакцією ґрунтового розчину (0 – 20 см – 6,12 одиниць; 20 – 40 см – 6,09 одиниць), середнім вмістом гумусу (0 – 20 см – 2,18 %; 20 – 40 см – 2,06 %), високим вмістом мінерального азоту (0 – 20 см – 59,9 мг/кг; 20 – 40 см – 53,3 мг/кг), середнім вмістом рухомих форм фосфору (0 – 20 см – 99,8 мг/кг; 20 – 40 см – 98,6 мг/кг) та підвищеним у орному шарі вмістом калію (0 – 20 см – 88,6 мг/кг; 20 – 40 см – 80,5 мг/кг).

Таблиця 2.4

**Агрохімічні показники сірого лісового легкосуглинкового
глеюватого на лесоподібному суглинку ґрунту дослідної ділянки
(середнє за 2012 – 2014 рр.)**

Шар ґрунту	pH _{сол.}	Вміст, мг/кг				Гумус, %
		N-NH ₄	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	
0-20	6,12	21,1	38,8	99,8	88,6	2,18
20- 40	6,09	19,1	34,2	98,6	80,5	2,06



HE – (0 – 32 см) – гумусово-елювіальний горизонт, сірий, пілувато-грудкуватий, пластинчастий з чітко вираженою кремнієвою присипкою (SiO_2), слабоущільнений, перехід чіткий;

E1 (h) – (32 – 65 см) – елювіально-ілювіальний горизонт, слабо-гумусований, буруватий, плитчасто-горіхуватої структури з добре помітною присипкою SiO_2 по гранях окремоств, щільний, перехід поступовий;

Ip(gl) – (66 – 125 см) – ілювіальний, слабогумусований, у верхній частині темно-бурий, дуже щільний, горіхувато-призматичний, на гранях добре помітно блискучий наліт SiO_2 , перехід поступовий;

Pigl – (126 – 145 см) – слабо-ілювійована порода, буро-палевого забарвлення з бурими натюками, грудкуватий, слабоущільнений, перехід різкий;

Pgl – (> 145 см) ґрунотвірна порода, палевий безкарбонатний лесоподібний суглинок.

Рис. 2.3 Профіль сірого лісового легкосуглинкового глеюватого ґрунту на лесоподібному суглинку (Локачинський район Волинської області)

Загалом досліджуваний ґрунт характеризувався агрохімічними показниками, які є близькими до оптимальних для вирощування тритикале ярого та сприяв формуванню високої продуктивності культури.

Отже, в цілому природно-кліматичні умови Західного Лісостепу України є сприятливими для вирощування тритикале ярого, хоча в роки досліджень відзначались певними особливостями. Так, середня температур повітря протягом 2012 – 2014 рр. характеризувалась оптимальними показниками для вирощування рослин. Щодо кількості опадів, то протягом вегетаційного періоду спостерігали нерівномірний характер їх випадання, тобто було відмічено, у певні періоди, їх нестача, або випадання надмірної кількості.

Дослідження проводили згідно загальноприйнятих стандартизованих методик на сірому лісовому легкосуглинковому глеюватому ґрунті на лесоподібному суглинку. Досліджуваний ґрунт є типовим для зони Західного Лісостепу України, а агрохімічні показники були близькими до оптимальних для вирощування тритикале ярого.

РОЗДІЛ 3

ЗМІНА ПОКАЗНИКІВ РОДЮЧОСТІ СІРОГО ЛІСОВОГО ЛЕГКОСУГЛИНКОВОГО ҐРУНТУ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ГУМІНОВОГО ДОБРИВА ТА МІКРОБІОЛОГІЧНОГО ПРЕПАРАТУ АЗОТЕР

Одним із основних завдань застосування добрив є збереження та підвищення родючості ґрунту, забезпечення умов для отримання екологічно чистої продукції високої якості. У зв'язку цим велике наукове і практичне значення має визначення щодо оптимуму елементів живлення у ґрунті, встановлення дози поживних речовин з урахуванням особливостей вирощуваних культур у сівозміні за комплексного впливу добрив та інших агротехнічних факторів [178].

На підставі численних досліджень, проведених у дослідах з тривалим застосуванням добрив в Україні та за кордоном, встановлено, що систематичне застосування органічних і мінеральних форм, їх поєднання забезпечують підвищення потенційної та ефективної родючості ґрунту. Тим самим створюються умови для послідовного зростання врожаїв. Обидва ці процеси взаємно впливають один на одного. У перші роки добрива, підвищуючи врожайність вирощуваних культур, збільшують кількість поживно-корневих залишків, які разом з невикористаними залишками поживних речовин добрив у результаті посиленої діяльності мікроорганізмів покращують родючість ґрунту. За тривалого систематичного застосування добрив за рахунок їх дії і підвищення потенційної родючості ґрунту, створеної попереднім внесенням добрив, спостерігається тенденція до зростання врожаїв, що викликає також подальше поліпшення властивостей ґрунту [233, 235].

У сучасному землеробстві раціональне використання земельних ресурсів і проблема родючості ґрунтів залишається однією з найактуальніших, адже за останні роки кількість внесених мінеральних і

органічних добрив не відповідає вимогам законів землеробства, що зумовило від'ємний баланс всіх елементів живлення, дефіцит якого в середньому за сумою НРК становить 100–200 кг/га щорічно [240]. Помітне зниження родючості основних типів ґрунтів змушує шукати нові шляхи для раціонального використання їхнього природного потенціалу.

3.1 Реакція ґрунтового розчину

Реакція ґрунтового середовища суттєво впливає на розвиток рослин, діяльність ґрунтових мікроорганізмів, швидкість і спрямованість хімічних та біологічних процесів, що відбуваються в його профілі. Доступність для рослин елементів живлення, трансформація органічних речовин, перетворення ґрунтових мінералів і розчинення важкорозчинних сполук, коагуляція й пептизація колоїдів та інші фізико-хімічні процеси значною мірою залежать від реакції ґрунту [199].

Оптимізація реакції середовища ґрунту – необхідна і незамінна передумова вирощування високих врожаїв, яка орієнтована на довготривалу перспективу створення екологічно і економічно збалансованих агроecosystem. Слабокисла або нейтральна реакція середовища в ґрунті – обов'язковий елемент технології виробництва дієтичної і незабрудненої продукції, так як в цих умовах різко знижується надходження в рослини важких металів, радіонуклідів та інших токсичних сполук [186].

Вплив добрив на зміну кислотно-лужного середовища ґрунтів вивчали багато авторів, результати виявилися багатозначними та суперечливими. Проте загальний напрямок зміни фізико-хімічних показників ґрунту у бік погіршення відмічається більшістю дослідників [87, 130, 150, 167, 217]. У зв'язку з цим актуальним залишається питання щодо дослідження впливу нових видів органічних добрив та мікробіологічних препаратів на реакцію ґрунтового розчину.

Дані, що наведені на рис. 3.1 та додатку Б.1 – Б.2 свідчать про неоднозначні результати відносно досліджуваних рівнів удобрення тритикале ярого. За використання органічних та органо-мінеральних систем удобрення культури, у орному шарі ґрунту спостерігається підвищення показника $pH_{\text{сол}}$ за вирощування сорту Оберіг Харківський на 0,02 – 0,13 одиниці та – сорту Лосинівське на 0,06 – 0,15 одиниць, а в підорному на 0,01 – 0,14 та 0,04 – 0,13 одиниць у порівняно з контролем. У контрольному варіанті показник реакції ґрунтового розчину у шарі ґрунту 0 – 20 см становив 6,11 та 6,15, а у шарі 20 – 40 см – 6,07 та 6,10 одиниць відповідно за вирощування тритикале ярого сорту Оберіг Харківський та Лосинівське.

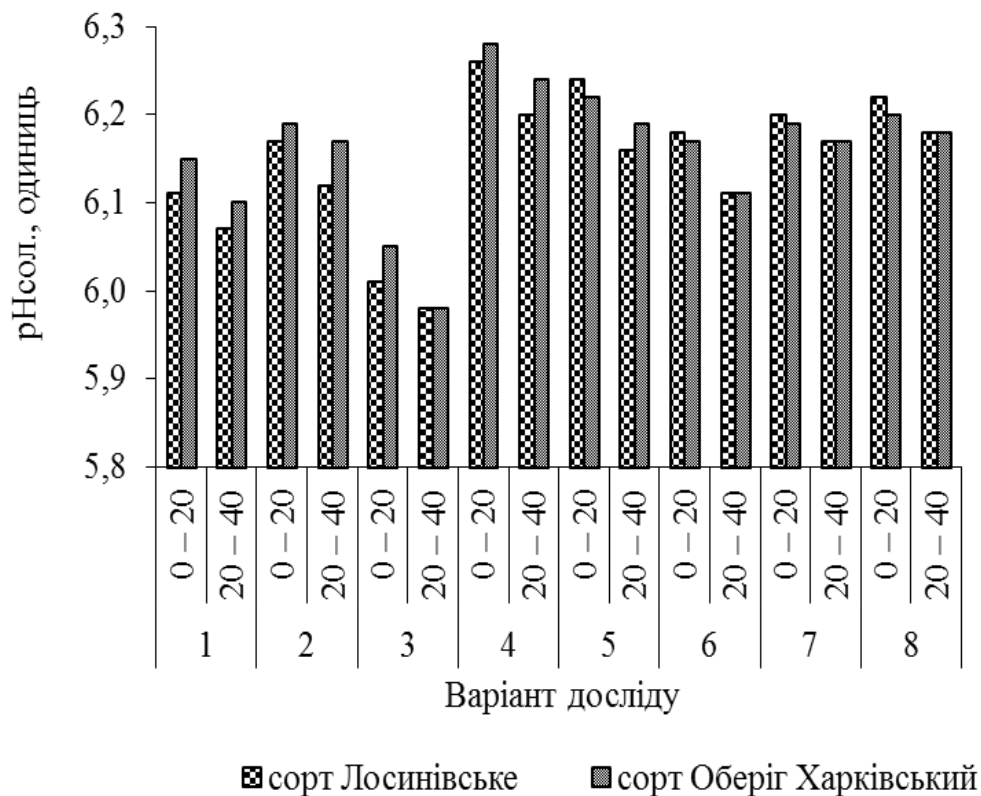


Рис. 3.1 Вплив добрив та МП Азотер на реакцію ґрунтового розчину сірого лісового легкосуглинкового ґрунту за застосування добрив та мікробіологічного препарату (середнє за 2012 – 2014 рр.)

1. Без добрив (контроль); 2. Гній, 15 т/га; 3. $N_{75}P_{50}K_{90}$; 4. Гумінове добриво, 10 т/га; 5. Гумінове добриво, 10 т/га + $N_{50}P_{25}K_{60}$; 6. Азотер + N_{40} ; 7. Азотер + Гній, 5 т/га; 8. Гній, 5 т/га + $N_{75}P_{50}K_{90}$ + Гумінове добриво, 5 т/га.

Внесення лише мінеральних добрив навпаки сприяло підкисленню ґрунтового розчину відносно контролю в орному шарі на 0,10 одиниць (20 – 40 см на 0,09 – 0,12). Слід зазначити, що у варіантах із використанням 15 т/га гною, 10 т/га гумінового добрива з $N_{50}P_{25}K_{60}$, Азотер зі «стартовою» дозою азотних добрив та із 5 т/га гною, по 5 т/га гною та гумату із $N_{75}P_{50}K_{90}$ простежується лише тенденція до зростання $pH_{\text{сол.}}$, тобто за результатами статистичного аналізу зростання показника є не суттєвим. Показник реакції ґрунтового розчину у шарі ґрунту 0 – 20 см у цих варіантах коливався за вирощування тритикале ярого сорту Оберіг Харківський в межах 6,17 – 6,22 одиниць, а сорту Лосинівське – 6,17 – 6,24.

Максимальне підвищення показника $pH_{\text{сол.}}$ зафіксовано у варіанті зі внесенням 10 т/га гумінового добрива, де у орному шарі значення $pH_{\text{сол.}}$ за вирощування сорту Оберіг Харківський становило 6,28 та сорту Лосинівське – 6,26, тобто приріст відносно контролю склав відповідно 0,13 та 0,15 одиниць (у шарі 20 – 40 см показник $pH_{\text{сол.}}$ був на рівні 6,24 та 6,20 одиниць).

Підвищення показника $pH_{\text{сол.}}$ за використання гумінового добрива пов'язане із слаболужними його характеристиками (pH добрива 7,8), а також із тим, що будь-які органічні добрива, сприяють поліпшенню структури ґрунтів, активізації мікробіологічної діяльності і, крім того, містять певну кількість кальцію (уміст CaO у гуміновому добриві – 8,3 %). Механізм дії кальцію полягає в тому, що він виконує коагулюючу роль для ґрунтових колоїдів, сприяючи утворенню агрономічно цінної структури і перешкоджаючи пептизації гумусу. За рахунок підвищення насиченості колоїдного комплексу ґрунту кальцієм змінюється склад обмінних катіонів, що суттєво впливає на їх десорбцію, створюючи умови для взаємодії негативно зарядженими колоїдами. При цьому важливо, що знижується вміст обмінноздатних іонів водню, алюмінію, заліза, марганцю [55].

Отже, за застосування нетрадиційних удобрюючих засобів (гумінового добрива та мікробіологічного препарату) не зафіксовано негативного впливу

на показник рН. Встановлено, що за внесення мікробіологічного препарату практично не спостерігається ніякого впливу на реакцію ґрунтового розчину, а – гумінового добрива простежується підвищення показника рН.

3.2 Зміна показників умісту гумусу в ґрунті за різних норм і видів внесених добрив

Важливим показником рівня родючості ґрунту є вміст і запаси в ньому гумусу, від яких залежать агрофізичні, фізико-хімічні, біологічні та агрохімічні властивості, його водний, температурний та повітряний режим і в кінцевому результаті – продуктивність сільськогосподарських культур [87, 167].

Зниження вмісту гумусу, з яким пов'язані практично всі агрономічно цінні властивості і продуктивність ґрунту, призводить до порушення оптимальних умов водного і повітряного режимів, зниження активності біологічних процесів, зменшення кількості поживних елементів у доступних формах, посилення ерозійних процесів. Одним із завдань розширеного відтворення родючості ґрунтів є оптимізація найбільш цінних в агрономічному відношенні властивостей ґрунту за допомогою різних способів регулювання її родючості, в тому числі обробкою ґрунту, внесенням добрив та ін. [52, 140].

Встановлено, що відтворення та збереження гумусу в ґрунті можливо за умови внесення органічних і мінеральних добрив. Однак існує невідповідність результатів досліджень відносно накопичення його вмісту.

Зокрема, ціла низка дослідників [90, 145] у своїх роботах вказують на збільшення як загальної кількості гумусу, так і вмісту гумінових кислот, а також на зростання співвідношення СГК: СФК, під час застосування мінеральних добрив.

У роботах Н.Я. Казанцева, J. Avdalovic та інших [119, 2] показано позитивний вплив органічних добрив на вміст гумусу в ґрунті. За даними

інших досліджень [127, 158, 225] встановлено, що на вміст гумусу в ґрунті найбільший вплив має внесення органічних добрив спільно з мінеральними. Сумісне внесення органічних і мінеральних форм забезпечує хороший ефект, стосовно нагромадження гумусу, особливо на ґрунтах з його низьким вмістом.

Проведені дослідження ефективності використання гумінового добрива та мікробіологічного препарату Азотер за вирощування тритикале ярого свідчать про покращення гумусового стану темно-сірого опідзоленого легкосуглинкового ґрунту (рис. 3.5, додаток Б.1 – Б.2).

Застосування органічних та органо-мінеральних рівнів удобрення сприяло зростання вмісту гумусу в орному шарі ґрунту за вирощування тритикале ярого сортів Оберіг Харківський на 0,01 – 0,10 % та в підорному на 0,01 – 0,08 %, а – сорту Лосинівське – на 0,01 – 0,13 % та 0,06-0,13 % відповідно. У контрольному варіанті його вміст становив у шарі ґрунту 0 – 20 – 2,18, а у шарі 20 – 40 см – 2,05 % (Оберіг Харківський) та 2,06 % (Лосинівське).

У варіанті за використання 15 т/га гною відмічено зростання його вмісту у шарі ґрунту 0 – 20 см на 0,08 % за вирощування сорту Оберіг Харківський та на 0,10 – сорту Лосинівське (у шарі 20 – 40 см на 0,07 та 0,09%). Високі показник вмісту гумусу спостерігали і у варіантах із внесенням 10 т/га гумінового добрива із $N_{50}P_{25}K_{60}$ та після внесення по 5 т/га гною і гумінового добрива з $N_{75}P_{50}K_{90}$, де приріст склав 0,04 – 0,06 % та 0,06-0,11 % у шарі ґрунту 0 – 20 см, відповідно за вирощування тритикале ярого сорту Оберіг Харківський та Лосинівське.

Найвищий показник вмісту гумусу (0 – 20 см – 2,3 %, 20 – 40 см – 2,16 %) зафіксований у варіанті зі внесенням 10 т/га гумінового добрива, де приріст до контролю за вирощування сорту Оберіг Харківський склав 0,10 %, а сорту Лосинівське – 0,13 відсотка.

Аналіз даних, які були отримані у варіантах, де вносили лише мінеральні добрива свідчить про тенденцію до зниження вмісту гумусу. Так

за їх внесення під тритикале яре сорту Оберіг Харківський показник був на рівні 2,16 % (0 – 20 см) і 2,04 % (20 – 40 см), сорту Лосинівське – 2,15 (0 – 20 см) і 2,01 % (20 – 40 см).

Крім того, необхідно відміти, що у варіантах з додатковим внесенням мінеральних добрив (10 т/га гумінового добрива + $N_{50}P_{25}K_{60}$) спостерігали зменшення його вмісту (0 – 20 см на 0,02 – 0,06 %, 20 – 40 см на 0,06 – 0,13 %) порівняно зі застосуванням лише органічних добрив (10 т/га гумінового добрива). Таке явище, на нашу думку, пов'язане з посиленням процесів мінералізації органічних речовин ґрунту під впливом фізіологічно кислих форм добрив (аміачної селітри, суперфосфату, каліймагнезії).

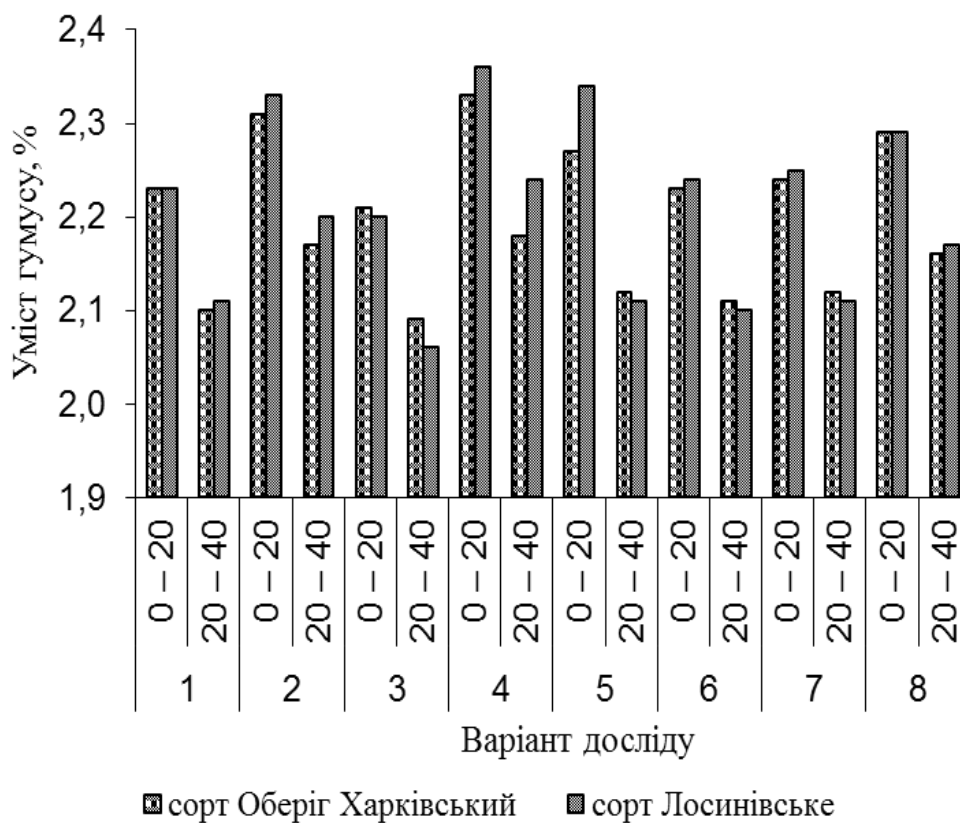


Рис. 3.2 Вплив добрив та МП Азотер на вміст гумусу в сірому лісовому легкосуглинковому ґрунті (середнє за 2012–2014 рр.)

1. Без добрив (контроль); 2. Гній, 15 т/га; 3. $N_{75}P_{50}K_{90}$; 4. Гумінове добриво, 10 т/га; 5. Гумінове добриво, 10 т/га + $N_{50}P_{25}K_{60}$; 6. Азотер + N_{40} ; 7. Азотер + Гній, 5 т/га; 8. Гній, 5 т/га + $N_{75}P_{50}K_{90}$ + Гумінове добриво, 5 т/га.

Відносно варіантів досліду зі застосуванням мікробіологічного препарату, то тут суттєвих змін щодо гумусового стану не було зафіксовано, простежувалась лише позитивна тенденція: вміст гумусу за вирощування сорту Оберіг Харківський коливався у межах 2,18 – 2,19 % у шарі 0 – 20 см та 2,06 – 2,07 – 20 – 40 см, а сорту Лосинівське – 2,19-2,20 % та 2,05-2,06 % відповідно.

Отже, застосування гумінового добрива та мікробіологічного препарату забезпечуючи відповідно зростання та стабілізацію вмісту гумусу у сірому лісовому легкосуглинковому ґрунту від 0,01 до 0,13 %. Підвищення вмісту гумусу за використання гуміновго добрива зумовлене тим, що під впливом фізіологічно активних форм гумусових кислот (гумати та фульвати, що входять до складу добрива – 40 %) відбувається інтенсифікація перебігу процесів, які відповідають за утворення високомолекулярних кислот гумусу [168, 169].

Відносно застосування мікробіологічного препарату Азотер, то такий позитивний вплив на даний показник пов'язаний із життєдіяльністю мікроорганізмів, які сприяють активному розкладу органічних залишків та синтезу гумусових сполук [198].

3.3 Азотний режиму ґрунту

Серед джерел азотного живлення рослин велике значення належить неорганічним сполукам і, в першу чергу, нітратному і амонійному азоту [218, 219]. Перевага аміачного живлення в порівнянні з нітратним пояснюється тим, що аміачний азот знаходиться ближче до продуктів синтезу азотовмісних речовин в рослинах, ніж нітрати, які, перш ніж стати безпосередніми продуктами синтезу амінокислот і білків, повинні бути відновлені до аміаку [217]. Амонійний азот, який надходить у рослини або утворюється в них в результаті відновлення нітратів і нітритів, не накопичується в рослинах, але за участю вуглеводів і продуктів їх окислення

приймає участь в утворенні амінокислот і амідів, накопичення яких у великих кількостях не шкодить рослинам, тоді як накопичення аміаку є небажаним явищем. Амінокислотам та їх амідам належить важливе місце у синтезі білків [54]. Разом з відбувається протікає процес їх розпаду через амінокислоти до аміаку. Таким чином, аміак, поглинений рослиною або утворений у результаті відновлення нітратів, є первинним вихідним матеріалом для синтезу білків, а з іншого, – кінцевим продуктом розпаду білків в ньому [50].

Тому, важливим аспектом у вивченні ефективності будь-якої технології внесення добрив є проведення досліджень відносно впливу засобів удобрення на азотний режим ґрунтів, а саме на вміст нітратних та амонійних форм азоту.

Новими і перспективними засобами покращення азотного режиму ґрунтів є застосування мікробіологічних азотфіксуючих препаратів та гумінових добрив.

Результати проведених досліджень вказують на позитивний вплив досліджуваних добрив та мікробіологічного препарату Азотер на вміст нітратного та амонійного азоту в сірому лісовому легкосуглинковому ґрунті (рис. 3.3 – 3.4, додаток Б.1 – Б.2).

Застосування традиційних видів органічних і мінеральних, а також гумінових добрив та мікробіологічного препарату Азотер сприяло зростанню вмісту амонійного азоту ($N-NH_4$), в орному шарі ґрунту (0 – 20 см), в середньому на 1,3 – 3,9 мг/кг, підорному шарі (20 – 40 см) – 0,8 – 5,1 мг/кг ґрунту за вирощування сорту Оберіг Харківський та відповідно на 0,9 – 5,5 мг/кг, 1,4 – 5,2 мг/кг ґрунту – сорту Лосинівське (див. рис. 3.3). У контрольному варіанті даний показник у шарі 0 – 20 см становив 17,1 та 16,2 мг/кг ґрунту, у шарі 20 – 40 см – 14,4 та 12,2 мг/кг ґрунту відповідно за вирощування сортів Оберіг Харківський та Лосинівське.

Внесення 10 т/га гумінового добрива та 10 л/га препарату Азотер із 5 т/га гною мало практично рівноцінний ефект. Так, за вирощування сорту

Оберіг Харківський їх внесення забезпечило підвищення вмісту амонійних форм азоту у шарі ґрунту 0 – 20 см на 1,4 – 1,8 мг/кг ґрунту, в шарі 20 – 40 см на 1,1 – 1,7 мг/кг ґрунту, а – сорту Лосинівське відповідно на 1,1 – 1,5 мг/кг, 1,8 – 2,6 мг/кг ґрунту порівняно з контролем.

Слід зазначити, що застосування нетрадиційних видів добрив у агроценозах тритикале ярого (варіанти 4 та 6) виявились ефективнішим і відносно традиційних органічних. Зокрема за внесення гумінового добрива та препарату Азотер із N_{40} , порівняно з варіантом за використання гною, простежувалась тенденція до зростання вмісту $N-NH_4$ на 0,5 – 1,1 мг/кг та 0,6 – 1,2 мг/кг ґрунту (0 – 20 см) та 0,6 – 2,2 мг/кг та 1,2 – 1,0 мг/кг ґрунту (20 – 40 см), відповідно за вирощування сорту Оберіг Харківський та Лосинівське. Заміна «стартової» дози аміачної селітри на органічні добрива (5 т/га гною) за внесення мікробіологічного препарату Азотер відносно накопичення амонійного азоту, було менш ефективним заходом, в результаті чого вміст $N-NH_4$ у даному варіанті склав за вирощування тритикале сорту Оберіг Харківський – 18,5 мг/кг ґрунту (0 – 20 см) і 15,5 мг/кг ґрунту (20 – 40 см) та сорту Лосинівське – 17,3 мг/кг ґрунту (0 – 20 см) і 14,0 мг/кг ґрунту (20 – 40 см). Це, в загальному по обом сортам, на 1,1 – 1,4 мг/кг (0 – 20 см) і 1,1 – 1,8 мг/кг ґрунту (20 – 40 см) було вище контролю, та відповідно на 1,0 мг/кг і 0,6 – 1,9 мг/кг ґрунту – нижче за використання Азотеру сумісно із азотним добривом. Найефективнішим було сумісне використання гумінових добрив із мінеральними та гноєм (варіанти 5 та 8). В орному шарі ґрунту у цих варіантах було зафіксовано максимальні показники вмісту амонійних форм азоту на рівні 18,9 та 17,7 мг/кг ґрунту за внесення 10 т/га гумінового добрива із $N_{50}P_{25}K_{60}$ та 21,0 та 21,7 мг/кг ґрунту за використання по 5 т/га гумінового добрива і гною із $N_{75}P_{50}K_{90}$, тобто приріст відносно контролю склав 3,7 – 3,9 мг/кг та 4,5 – 5,5 мг/кг ґрунту відповідно за вирощування тритикале ярого сорту Оберіг Харківський та Лосинівське. Відносно підорного шару ґрунту (20 – 40 см), то тут також відмічене максимальне

зростання вмісту амонійних форм азоту, що забезпечило приріст на рівні 1,4 – 5,1 мг/кг та 5,0 – 5,2 мг/кг ґрунту відповідно.

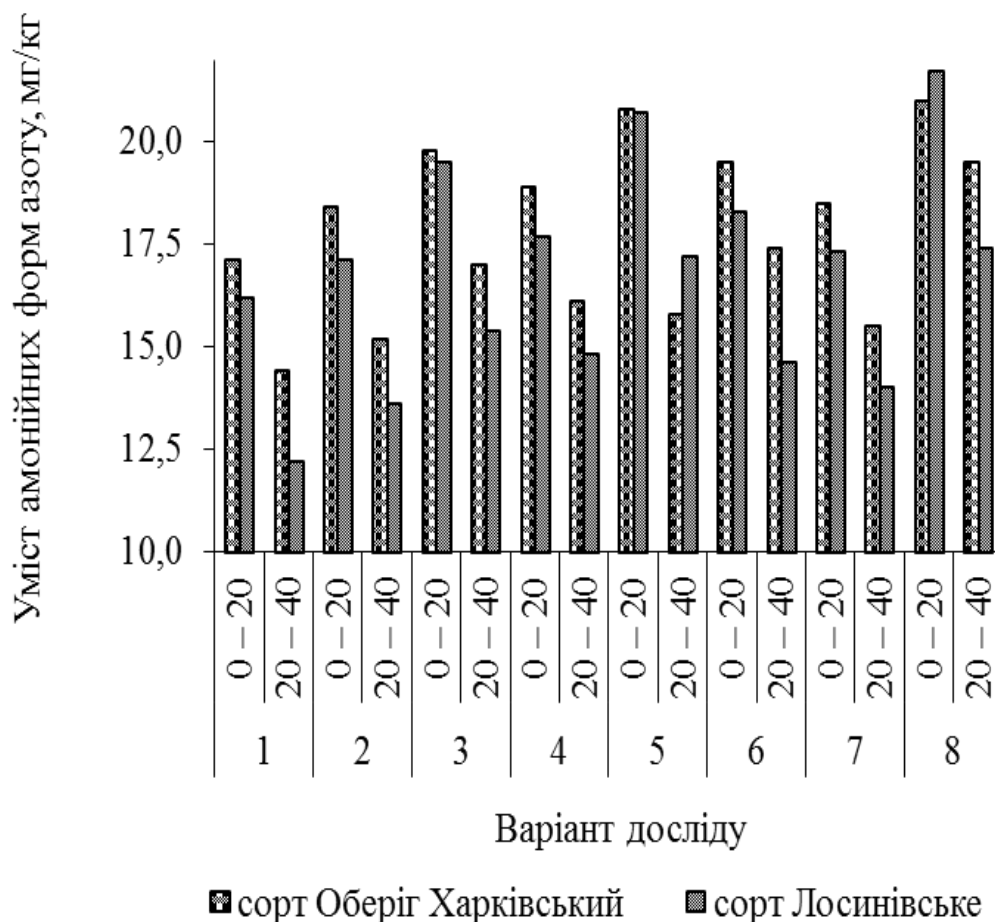


Рис. 3.3 Вплив добрив та МП Азотер на вміст амонійних форм азоту в сірому лісовому легкосуглинковому ґрунті (середнє за 2012 – 2014 рр.)

1. Без добрив (контроль); 2. Гній, 15 т/га; 3. $N_{75}P_{50}K_{90}$; 4. Гумінове добриво, 10 т/га; 5. Гумінове добриво, 10 т/га + $N_{50}P_{25}K_{60}$; 6. Азотер + N_{40} ; 7. Азотер + Гній, 5 т/га; 8. Гній, 5 т/га + $N_{75}P_{50}K_{90}$ + Гумінове добриво, 5 т/га.

Щодо динаміки вмісту нітратних форм азоту в ґрунті, то за використання досліджуваних рівнів удобрення простежували практично аналогічну тенденцію як із вмістом амонійних форм (див. рис. 3.4). Застосування традиційних видів добрив (варіанти 2 та 3) забезпечило зростання його вмісту, в орному шарі ґрунту, на 2,8 мг/кг (сорт Оберіг Харківський) і 3,3 мг/кг ґрунту (сорт Лосинівське) за внесення 15 т/га гною

та на 10,8 мг/кг ґрунту (по обох сортах) – мінеральних добрив ($N_{75}P_{50}K_{90}$) порівняно з контролем, де вміст нітратних форм азоту ($N-NO_3$) становив 36,5 мг/кг (сорт Оберіг Харківський) і 36,7 мг/кг ґрунту (сорт Лосинівське). У підорному шарі також зафіксовано зростання вмісту амонійних форм азоту у цих варіантах відповідно на 3,2 і 3,3 мг/кг та на 10,9 і 11,0 мг/кг ґрунту відносно контролю (сорт Оберіг Харківський – 32,2 мг/кг, сорт Лосинівське – 36,7 мг/кг ґрунту).

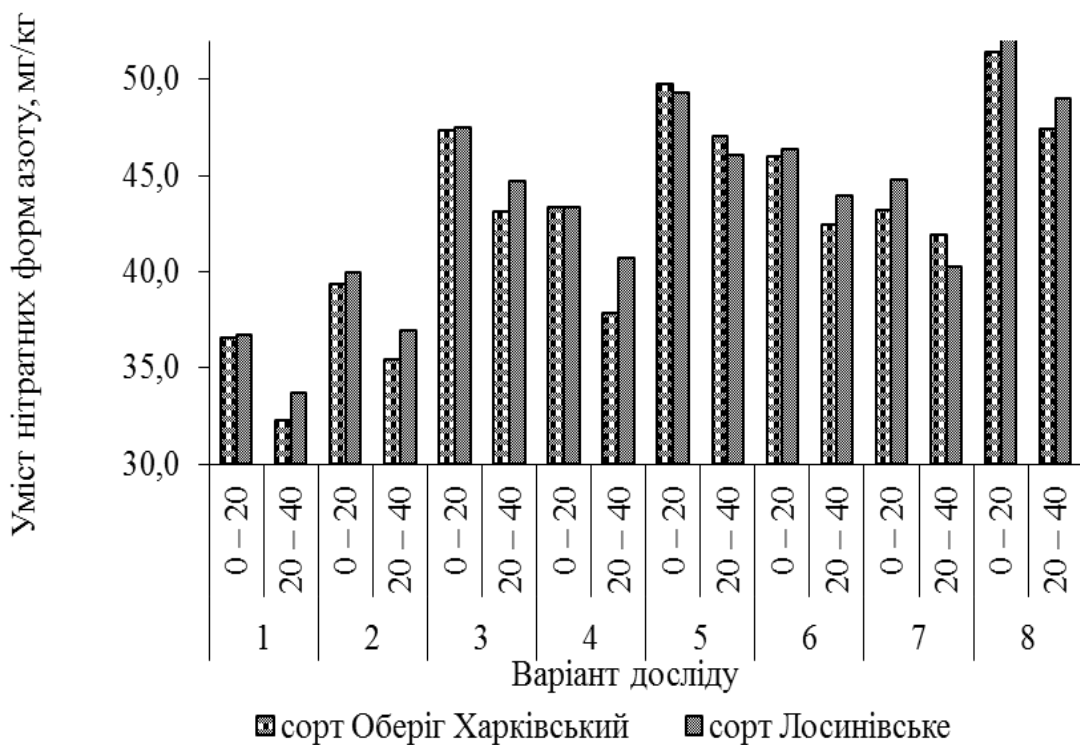


Рис. 3.4 Вплив добрив та МП Азотер на вміст нітратних форм азоту в сірому лісовому легкосуглинковому ґрунті (середнє за 2012 – 2014 рр.)

1. Без добрив (контроль); 2. Гній, 15 т/га; 3. $N_{75}P_{50}K_{90}$; 4. Гумінове добриво, 10 т/га; 5. Гумінове добриво, 10 т/га + $N_{50}P_{25}K_{60}$; 6. Азотер + N_{40} ; 7. Азотер + Гній, 5 т/га; 8. Гній, 5 т/га + $N_{75}P_{50}K_{90}$ + Гумінове добриво, 5 т/га.

Внесення 10 т/га гумінового добрива та мікробіологічного препарату із «стартовою» дозою азоту (N_{40}) також мало позитивний ефект, забезпечивши підвищення вмісту рівня $N-NO_3$. Так, за вирощування тритикале сорту Оберіг Харківський зафіксовано зростання даного показника порівняно з контролем

на 6,8 – 9,5 мг/кг (0 – 20 см) та на 5,6 – 10,2 мг/кг ґрунту (20 – 40 см), а – сорту Лосинівське – 6,7 – 9,7 мг/кг та 7,0 – 10,3 мг/кг ґрунту відповідно. Крім того, у цих варіантах відносно накопичення нітратних форм азоту відмічено вищі показники його вмісту порівняно зі внесенням 15 т/га гною : у орному шарі ґрунту на 4,0 – 6,7 мг/кг та 3,4 – 6,4 мг/кг ґрунту (0 – 20 см) і 2,4 – 7,0 мг/кг та 3,7 – 7,0 мг/кг ґрунту (20 – 40 см), відповідно за вирощування тритикале сорту Оберіг Харківський та Лосинівське.

Менш ефективним було використання мікробіологічного препарату Азотер разом із 5 т/га гною, де вміст нітратного азоту за вирощування сорту Оберіг Харківський в шарі ґрунту 0 – 20 см становив 43,2 мг/кг, а в шарі 20 – 40 см – 41,9 мг/кг ґрунту, а – сорту Лосинівське – 44,8 та 40,3 мг/кг ґрунту відповідно. За сумісного внесення традиційних (гній, мінеральні добрива) і нетрадиційних удобрюючих засобів та мікробіологічного препарату Азотер зафіксовано найвищі показники вмісту нітратних форм азоту. Найефективнішим виявились варіанти за внесення гумінового добрива із традиційними формами, які забезпечили зростання вмісту у орному шарі на 13,2 мг/кг ґрунту (10 т/га гумінового добрива + $N_{50}P_{25}K_{60}$) і 14,9 мг/кг ґрунту (5 т/га гумінового добрива + 5 т/га гною + $N_{75}P_{50}K_{90}$) за удобрення тритикале сорту Оберіг Харківський та на 12,6 і 15,5 мг/кг ґрунту – сорту Лосинівське. Щодо підорного шару, то тут зафіксовано зростання даного показника у варіанті 5 на 14,8 та 12,4 мг/кг ґрунту, а у варіанті 8 – на 15,2 та 15,3 мг/кг ґрунту за вирощування відповідних сортів.

Вище наведені дані свідчать про покращення азотного режиму ґрунту за застосування добрив. Зростання вмісту мінерального азоту ($N-NH_4$ та $N-NO_3$) за використання гумінового добрива пов'язане зі значним його вмістом у складі (0,81 %). Відносно мікробіологічного препарату, то позитивний ефект зумовлений здатністю *Azotobacter Croococum* ($1,54 \cdot 10^{10}$ КУО в cm^3) і *Azospirillum Brasiliense* ($2,08 \cdot 10^9$ КУО в cm^3) фіксувати [40, 153, 215, 22] та відновлювати [156] атмосферний азот. Підвищені показники вмісту рухомих форм азоту за використання препарату Азотер зі мінеральними добривами

порівняно з гноєм, в першу чергу пов'язані з урожайністю тритикале ярого та високою мобільністю азотних сполук. Так, у варіанті з використанням препарату із 5 т/га гною зафіксовано максимальний приріст урожаю зерна (в середньому по двох сортах –3,7 т/га), що спричинило винос азоту на рівні 93,2 кг/га, тоді як у варіанті з мінеральними добривами цей показник склав 52,9 кг/га.

3.4 Фосфорний режим

Важливою ознакою родючості ґрунтів є забезпеченість їх доступними формами фосфору. Достатня кількість засвоюваних форм фосфору у ґрунті не тільки сприяє підвищенню врожайності сільськогосподарських культур, але й підвищує стійкість рослин до дії високих і низьких температур, прискорює їх дозрівання і поліпшує якість продукції [111, 196, 220, 13].

Оптимальна забезпеченість рослин фосфором покращує розвиток кореневої системи рослин, вона сильніше розгалужується і глибше проникає у ґрунт. Встановлено, що доступність рослинам фосфатів ґрунту значною мірою зумовлена реакцією ґрунтового середовища, вмістом органічної речовини, станом ґрунтово-вбирного комплексу, кількістю вологи, активністю мікроорганізмів та іншими факторами [64, 93, 112, 6].

Проведені дослідження щодо вивчення ефективності рівнів удобрення тритикале ярого сортів Оберіг Харківський та Лосинівське свідчать про позитивний вплив на фосфорний режим сірого лісового легкосуглинкового ґрунту (рис. 3.5, додаток Б.1 – Б.2).

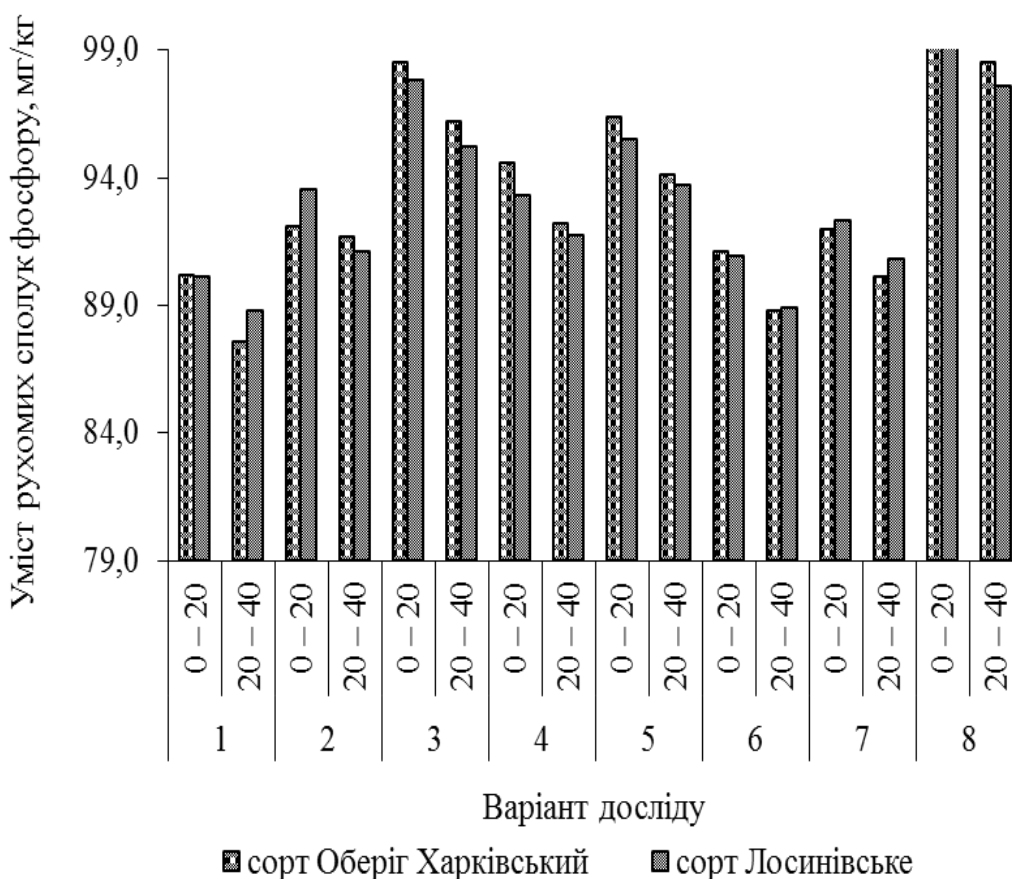


Рис. 3.5 Вплив добрив та МП Азотер на вміст рухомих сполук фосфору в сірому лісовому легкосуглинковому (середнє за 2012 – 2014 рр.)

1. Без добрив (контроль); 2. Гній, 15 т/га; 3. $N_{75}P_{50}K_{90}$; 4. Гумінове добриво, 10 т/га; 5. Гумінове добриво, 10 т/га + $N_{50}P_{25}K_{60}$; 6. Азотер + N_{40} ; 7. Азотер + Гній, 5 т/га; 8. Гній, 5 т/га + $N_{75}P_{50}K_{90}$ + Гумінове добриво, 5 т/га.

Застосування традиційних видів добрив (варіанти 2 та 3) сприяло підвищенню рівня рухомих форм фосфору (P_2O_5) в орному шарі на 1,9 – 8,3 мг/кг (сорт Оберіг Харківський) і на 3,4 – 7,7 мг/кг (сорт Лосинівське) та в підорному на 4,1 – 8,6 мг/кг (сорт Оберіг Харківський) і 2,3 – 6,4 мг/кг ґрунту (сорт Оберіг Харківський) порівняно з контролем, де вміст його становив у шарі 0 – 20 см – 90,2 мг/кг і 90,1 мг/кг та у шарі 20 – 40 см – 87,6 і 88,8 мг/кг ґрунту відповідно.

За використання гумінового добрива та мікробіологічного препарату Азотер зафіксовано зростання відносно контролю вмісту P_2O_5 у шарі ґрунту 0 – 20 см на 0,8,9 – 10,4 мг/кг, а шарі 20 – 40 см – 1,2 – 10,9 мг/кг ґрунту за

удобркння тритикале сорту Оберіг Харківський та відповідно на 0,8 – 9,5 мг/кг, 0,1 – 8,8 мг/кг ґрунту – сорту Лосинівське.

За внесення мікробіологічного препарату Азотер зі «стартовою» дозою азотних добрив відмічено тенденцію до зростання вмісту рухомих сполук фосфору. У цьому варіанті, за вирощування тритикале ярого, сорту Оберіг Харківський, вміст P_2O_5 становив 91,1 мг/кг ґрунту у шарі ґрунту 0 – 20 см та 88,8 мг/кг ґрунту – у шарі 20 – 40 см, а – сорту Лосинівське – 90,9 та 88,9 мг/кг ґрунту. Таке незначне накопичення сполук фосфору зумовлене посиленням використанням лабільних його форм рослинами особливо за використання мікробіологічних препаратів [209].

Заміна азотних добрив (N_{40}) на 5 т/га гною, за вирощування обох сортів, забезпечила зростання в орному шарі ґрунту вмісту P_2O_5 порівняно з контролем на 1,8 – 2,2 мг/кг ґрунту (підорному на 2,0 – 2,5 мг/кг ґрунту), що, в першу чергу, пов'язано із додатковим вмістом у гної сполук фосфору (0,11 %).

Найефективнішим виявилось поєднання нетрадиційних видів добрив із традиційними (варіанти 5 та 8), що забезпечили отримання найвищих показників рухомих форм фосфору, у орному шарі, на рівні 96,4 – 100,6 мг/кг та 93,3 – 99,6 мг/кг ґрунту, тобто приріст порівняно з контролем становив 6,2 – 10,4 мг/кг та 5,4 – 9,5 мг/кг ґрунту, за вирощування тритикале сорту Оберіг Харківський та Лосинівське. У підорному шарі вміст рухомих сполук фосфору у цих варіантах коливався на рівні 93,7 – 98,5 мг/кг ґрунту.

Високий вміст рухомих сполук фосфору у шарі 0 – 20 см (сорт Оберіг Харківський – 94,6 мг/кг, сорт Лосинівський – 93,3 мг/кг ґрунту) зафіксовано у варіанті з внесення 10 т/га гумінового добрива, де приріст становив 3,2 – 4,4 мг/кг ґрунту (у шарі 20 – 40 см вміст P_2O_5 був на рівні 91,7 – 92,2 мг/кг ґрунту).

Отже, застосування досліджуваних рівнів удобрення сприяє покращенню фосфорного режиму сірого лісового легкосуглинкового ґрунту за вирощування тритикале ярого. Зростання вмісту рухомих сполук фосфору

за використання гумінових добрив пов'язане з вмістом фосфору у складі гумінового добрива (0,28 %) та активізацією діяльності мікрофлори, окремі представники [30, 153] якої розкладають важкодоступні фосфорумісні речовини, вивільняють фосфор, переводячи його в розчинні солі фосфорної кислоти. Утворені в подальшому сполуки фосфорної кислоти стають доступні для засвоєння рослинами.

Відносно використання мікробіологічного препарату Азотер, то підвищення вмісту рухомих сполук фосфору зумовлене наявністю у його складі бактерій *Bacillus Megatherium* та консорцій *Azotobacter*, які здатні розчиняти важкодоступні сполуки фосфору у ґрунті [121, 181].

3.5 Калійний режим

Проблема калійного живлення рослин є однією з найголовніших у сучасному землеробстві. Понад 65 % ґрунтів України мають низьке і середнє забезпечення рухомими формами калію, тоді як загальний його вміст у метровому шарі становить 300 – 500 т/га, але він недоступний для рослин [36, 55].

Калійний режим живлення рослин визначається наявністю в ґрунті рухомих форм калію, вміст яких залежить від гранулометричного і мінералогічного складу ґрунту, вмісту гумусу, рН, внесення добрив та інших факторів [55, 67, 133].

Дослідження показали, що в процесі тривалого сільськогосподарського використання ґрунту без внесення калійних добрив відбувається помітне зменшення вмісту у ньому доступних форм калію. Застосування органічних і мінеральних добрив в оптимальних дозах збільшує в орному шарі ґрунту їх уміст. При цьому існують суперечливі думки щодо впливу органічних і мінеральних добрив та їх поєднань на калійний режим ґрунту орного шару: відзначають перевагу органічних, мінеральних, орґано- або мінеральних

рівнів удобрення. Важливе значення мають також дози калійних добрив і співвідношення азоту, фосфору і калію [36].

Результати досліджень щодо впливу добрив та мікробіологічного препарату на вміст рухомих сполук калію свідчать про зростання показників у сірому лісовому легкосуглинковому ґрунті за вирощування тритикале ярого сортів Оберіг Харківський та Лосинівське (рис. 3.6, додаток Б.1 – Б.2).

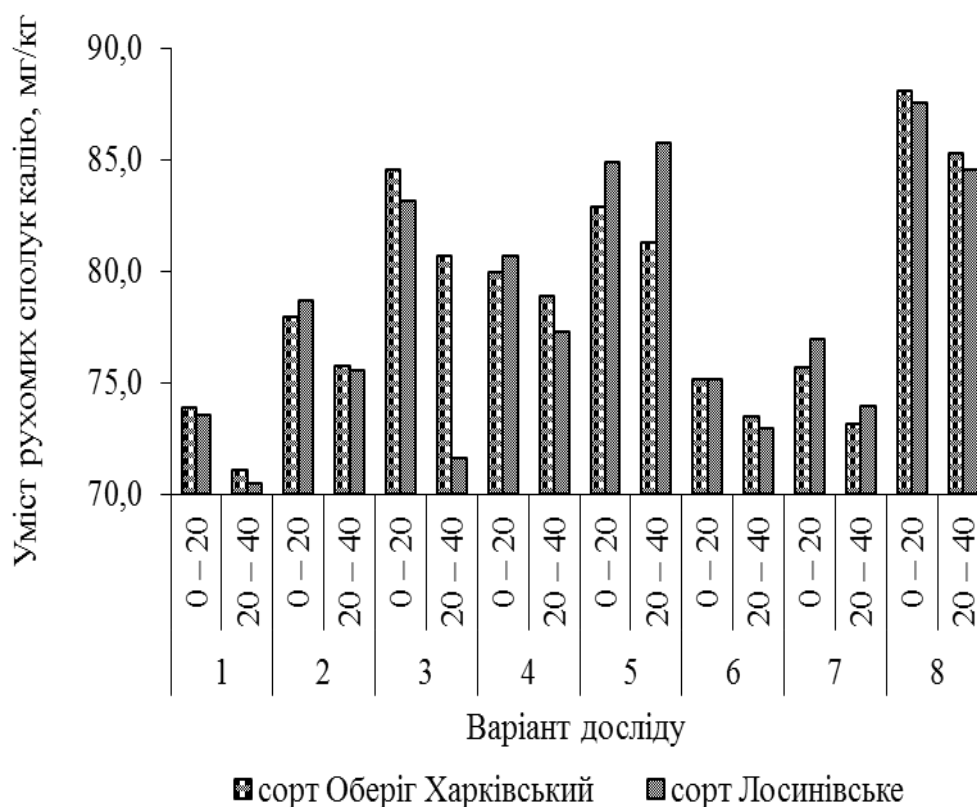


Рис. 3.6 Вплив добрив та МП Азотер на вміст рухомих сполук калію в сірому лісовому легкосуглинковому ґрунті (середнє за 2012–2014 рр.)

1. Без добрив (контроль); 2. Гній, 15 т/га; 3. $N_{75}P_{50}K_{90}$; 4. Гумінове добриво, 10 т/га; 5. Гумінове добриво, 10 т/га + $N_{50}P_{25}K_{60}$; 6. Азотер + N_{40} ; 7. Азотер + Гній, 5 т/га; 8. Гній, 5 т/га + $N_{75}P_{50}K_{90}$ + Гумінове добриво, 5 т/га.

У варіантах за використання мінеральних добрив ($N_{75}P_{50}K_{90}$) та 15 т/га гною вміст рухомих сполук калію (K_2O) в орному шарі ґрунту порівняно з контролем зріс на 4,1 – 10,7 мг/кг (у підорному шарі ґрунту 20 – 40 см на

4,7 – 9,6 мг/кг ґрунту) за вирощування тритикале ярого сорту Оберіг Харківський та на 5,1 – 9,6 мг/кг (у підорному шарі ґрунту на 1,1 – 5,1 мг/кг ґрунту) – сорту Лосинівське. У контрольному варіанті вміст калію за удобрення сорту Оберіг Харківський становив 73,9 мг/кг ґрунту (0 – 20 см) та 71,1 мг/кг ґрунту (20 – 40 см) та сорту Лосинівське – 73,6 мг/кг ґрунту (0 – 20 см) та 70,5 мг/кг ґрунту (20 – 40 см).

За використання 10 т/га гумінового добрива відмічено підвищення вмісту K_2O порівняно з контролем, за вирощування сорту Оберіг Харківський на 6,1 мг/кг ґрунту (0 – 20 см) та 7,8 мг/кг ґрунту (20 – 40 см), а сорту Лосинівське на 7,1 та 6,8 мг/кг ґрунту відповідно. Слід зазначити, що цей варіант за ефективністю накопичення K_2O перевищував внесення 15 т/га гною на 2,5 – 2,6 відсотка.

Найефективнішим було поєднання гумінового добрива із мінеральними формами та гноєм (варіанти 5 та 8). Так, за внесення 10 т/га гумінового добрива із $N_{50}P_{25}K_{60}$ вмісту K_2O зріс у шарі ґрунту 0 – 20 см на 9,0, а – з 5 т/га гною та $N_{75}P_{50}K_{90}$ – 14,2 мг/кг ґрунту за вирощування тритикале ярого сорту Оберіг Харківський та на 11,3 і 14,0 мг/кг ґрунту – сорту Лосинівське. У шарі 20 – 40 см приріст був відповідно на рівні 15,3 мг/кг (варіант 5) та 14,1 мг/кг ґрунту (варіант 8).

Такий позитивний результат зміни калійного режиму ґрунту за застосування удобрення пов'язаний із значним його вмістом у органічних добривах (гній – 0,25 % та гумінове добриво – 0,45 %), а також додатковим внесенням мінеральних форм (K_{60-90}).

Відносно використання препарату Азотер, то у дослідженнях не було зафіксовано таких значних приростів умісту рухомих сполук калію, як у попередніх варіантах. Однак, необхідно зазначити, що за внесення його зі «стартовою» дозою азотних добрив (N_{40}) простежувалась тенденція до зростання вмісту калію і відповідно приріст відносно контролю склав 1,3 мг/кг ґрунту в орному шарі ґрунту (шар 20 – 40 см – 2,4 мг/кг ґрунту) за вирощування сорту Оберіг Харківський та 1,6 мг/кг ґрунту (шар 20 – 40 см –

2,5 мг/кг ґрунту) – сорту Лосинівське. Застосування його сумісно із гноєм (варіант 7) забезпечило дещо вищий приріст вмісту K_2O – 1,8 мг/кг (сорт Оберіг Харківський) та 3,4 мг/кг ґрунту (сорт Лосинівський) у орному шарі. Однак цей варіант поступався всім іншим рівням удобрення.

Отже, застосування нетрадиційних добрив (гумінове добриво, мікробіологічний препарат Азотер) забезпечує оптимізації калійного режиму сірого лісового легкосуглинкового ґрунту. Підвищення вмісту рухомих сполук калію за використання гумінового добрива пов'язане із наявністю його у складі добрива. Щодо варіантів за внесення мікробіологічних препаратів, то зростання вмісту рухомих сполук калію зумовлено тим, що в результаті життєдіяльності мікроорганізмів відбувається розклад важкорозчинних сполук [209]. Щодо підвищеного вмісту калію (K_2O) у варіанті № 7, то це явище пов'язане із додатковим його надходженням із гноєм (вміст калію – 0,25 %).

3.6 Баланс поживних речовин у ґрунті за внесення гумінового добрива та мікробіологічного препарату Азотер

На сьогоднішній день збереження та відновлення родючості ґрунту неможливе без врахування мікробіологічних процесів, що відбуваються в ньому, та добору і вмілого використання заходів, що регулюють їх активність. Тому використання азотфіксуючих та фосформобілізуючих бактерій є ефективним агрозаходом, що сприяє поліпшенню живленню рослин [224].

Однак, не слід забувати, що науковою основою розробки моделей розширеного відтворення родючості ґрунтів, насамперед, є забезпечення позитивного балансу елементів живлення. Крім того, розрахунок балансу поживних речовин у ґрунті слід розглядати як найдієвіший контроль за станом його родючості. Баланс поживних речовин має сприяти не тільки

зростанню врожайності та поліпшенню якості сільськогосподарських культур, але й прогресуючому підвищенню родючості ґрунту [55, 149, 224].

Аналізуючи статті надходження поживних речовин за рахунок мінеральних добрив, слід акцентувати увагу, що основну частку становлять азотні – в середньому 70 відсотків. А відтак співвідношення азоту, фосфору і калію становить 1:0,2:0,2, за науково обґрунтованого – 1:0,8:0,7 [240]. Отже, необхідні для формування врожаю фосфор і калій рослина використовує переважно з ґрунту, в тому числі за рахунок мінералізації гумусу [134].

За розрахунками балансу гумусу і поживних речовин протягом 2011 – 2014 років щороку з ґрунту відчужується в середньому 260 кг/га гумусу і 80 кг/га NPK [240].

Від’ємна динаміка тенденції відносно забезпеченості ґрунтів гумусом та поживними елементами спостерігається і під час аналізу в розрізі областей. Зокрема стан родючості ґрунтів у Волинській області вказує на те, що за останні роки в середньому на гектар орних земель вноситься менше 3 т/га органічних і 100 кг д.р. мінеральних добрив, тоді як у 1980-х роках 14,9 т/га і 220 кг д.р./га, відповідно, або в 5 разів менше. Як наслідок, вміст гумусу в ґрунтах знизився на 0,28 %, рухомих форм фосфору на 29 мг, обмінного калію – на 32,5 мг на 1 кг ґрунту, склався від’ємний баланс поживних речовин [117].

Підвищення врожаїв зернових культур за висновками низки вчених, до 20 – 25 ц/га цілком можливе, навіть якщо азот і калій, винесені з ґрунту врожаєм, повертаються з добривами не повністю, а з дефіцитом, який за вмістом азоту може становити близько 14 кг/га, калію – 21 – 22 кг/га. Дефіцит азоту може компенсуватися за рахунок несимбіотичних азотфіксаторів, а калію – за рахунок запасів ґрунту. Проте фосфор, винесений з врожаєм, слід повністю, і навіть з надлишком (110%), повертати в ґрунт із добривами [34].

Розраховуючи баланс азоту, фосфору і калію за вирощування тритикале ярого до основних статей надходження елементів нами були

включені – внесення мінеральних (аміачна селітра, суперфосфат, калімагnezія), органічних добрив (гній, гумінове добриво); надходження елементів живлення з атмосферними опадами та посівним матеріалом; несимбіотична та біологічна азотфіксація азоту, а до статей витрат – винос поживних речовин врожаєм тритикале ярого, втрати їх з поверхневим та боковим внутрішньогрунтовим стоком води та за рахунок денітрифікації.

Розрахунки проводили за відповідними значеннями і коефіцієнтами, наведеними в довідково-методичній літературі [34, 87, 154, 160, 42]. За результатами проведених розрахунків визначали баланс азоту, фосфору і калію, як різницю між надходженням кількості елементу живлення та його виносом в перерахунку на гектар (табл. 3.1 – 3.2).

Результати проведених розрахунків свідчать, що за вирощування тритикале ярого сорту Оберіг Харківський та Лосинівське спостерігали аналогічну тенденцію щодо балансу основних елементів живлення.

За внесення повної норми мінеральних добрив ($N_{75}P_{50}K_{90}$) відмічено позитивний баланс за всіма трьома елементами живлення. За вирощування тритикале сорту Оберіг Харківський баланс азоту склав +0,6 кг/га, фосфору – +7,4 кг/га, калію – +12,4 кг/га, за інтенсивності балансу відповідно 100,6 %, 115,7 %, 113,0 %. Щодо сорту Лосинівське, то в цих варіантах баланс азоту склав +7,9 кг/га, фосфору – +9,6 кг/га, калію – +16,7 кг/га, а інтенсивність балансу за азотом становила 104,9 %, фосфором – 121,4 %, калієм – 118,3 %.

Додатній баланс за азотом спостерігали у варіантах за внесення 15 т/га гною – +6,1 кг/га (сорт Оберіг Харківський) та +7,9 кг/га (сорт Лосинівське), 10 т/га гумінового добрива та $N_{50}P_{25}K_{60}$ – +6,9 кг/га та + 10,7 кг/га, у варіанті з внесенням 5 т/га гною та гумінового добрива та $N_{75}P_{50}K_{90}$ – +3,1 кг/га та +4,1 кг/га за вирощування відповідного сорту тритикале. Інтенсивність балансу у варіантах коливалась в межах 100,6 – 108,0 відсотка.

Таблиця 3.1

**Баланс поживних речовин у сірому лісовому легкосуглинковому ґрунті за вирощування
тритикале ярого сорту Оберіг Харківський (середнє за 2012–2014 рр.)**

Варіант	Статті балансу, кг/га						Баланс, кг/га			Інтенсивність балансу, %		
	Надходження			Витрати								
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль (без добрив)	23,6	1,8	1,2	85,1	41,1	84,0	-61,5	-39,3	-82,8	27,7	4,3	1,4
Гній, 15 т/га	100,1	18,3	38,7	94,0	42,6	93,1	+6,1	-24,3	-54,4	106,5	43,0	41,6
N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀	104,6	54,2	108,0	104,0	46,9	95,6	+0,6	+7,4	+12,4	100,6	115,7	113,0
Гумінове добриво, 10 т/га	94,4	26,6	54,0	101,8	49,6	101,1	-7,4	-23,0	-47,1	92,7	53,7	53,4
Гумінове добриво, 10 т/га + N ₅₀ P ₂₅ K ₆₀	144,4	51,6	114,0	137,5	65,3	132,5	+6,9	-13,7	-18,5	105,0	79,1	86,0
Азотер, 10 л/га + N ₄₀	189,6	4,2	18,0	142,1	68,2	138,2	+47,5	-64,0	-120,2	133,4	108,9	42,0
Гній, 5 т/га + Азотер, 10 л/га	175,1	9,7	30,5	179,1	89,2	180,2	-4,0	-79,5	-149,7	97,8	89,4	39,1
Гній, 5 т/га + N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀ + Гумінове добриво, 5 т/га	162,5	70,9	138,5	159,4	75,2	152,4	+3,1	-4,3	-13,9	101,9	94,3	90,9

Таблиця 3.2

**Баланс поживних речовин у сірому лісовому легкосуглинковому ґрунті за вирощування
тритикале ярого сорту Лосинівське (середнє за 2012–2014 рр.)**

Варіант	Статті балансу, кг/га						Баланс, кг/га			Інтенсивність балансу, %		
	Надходження			Витрати								
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль (без добрив)	23,6	1,8	1,2	84,1	40,5	83,0	-60,5	-38,7	-81,8	28,1	4,4	1,4
Гній, 15 т/га	100,1	18,3	38,7	92,2	44,7	91,3	+7,9	-26,4	-52,6	108,6	40,9	42,4
N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀	104,6	54,2	108,0	99,7	44,7	91,3	+4,9	+9,6	+16,7	104,9	121,4	118,3
Гумінове добриво, 10 т/га	94,4	26,6	54,0	104,3	50,9	103,6	-9,9	-24,3	-49,6	90,5	52,3	52,1
Гумінове добриво, 10 т/га + N ₅₀ P ₂₅ K ₆₀	144,4	51,6	114,0	133,7	63,4	128,7	+10,7	-11,8	-14,7	108,0	81,5	88,6
Азотер, 10 л/га + N ₄₀	189,6	4,2	18,0	136,5	65,3	132,5	+53,1	-61,1	-114,5	138,9	113,7	43,8
Гній, 5 т/га + Азотер, 10 л/га	175,1	9,7	30,5	176,4	87,8	177,4	-1,3	-78,1	-146,9	99,3	90,8	39,7
Гній, 5 т/га + N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀ + Гумінове добриво, 5 т/га	162,5	70,9	138,5	158,4	74,7	151,4	+4,1	-3,8	-12,9	102,6	95,0	91,5

Найвищий показник додатнього балансу азоту зафіксовано за використання препарату Азотер на фоні 40 кг/га д. реч. азотних добрив : за вирощування сорту Оберіг Харківський – +47,5 кг/га (інтенсивність балансу – 133,4 %) та сорту Лосинівське – +53,1 кг/га (інтенсивність балансу – 138,9 %).

Відносно калію та фосфору, то в усіх варіантах, за виключенням тих, де вносили мінеральні добрива ($N_{75}P_{50}K_{90}$), спостерігали від'ємний його баланс. Найбільш від'ємні значення відмічено на варіанті за внесення мікробіологічного препарату Азотер – за фосфором -64,0 – -79,5 кг/га (Оберіг Харківський) та -61,1 – -78,1 кг/га (Лосинівське), за калієм : -120,2 – -149,7 кг/га (Оберіг Харківський) та -114,5 – -146,9 кг/га (Лосинівське). У всіх інших варіантах перевищення статей втрат, а за калієм над статями надходження склали за вирощування тритикале сорту Оберіг Харківський – 4,3 – 39,3, сорту Лосинівське – 3,8 – 38,7 кг/га, а за калієм відповідно 13,9 – 82,8 та 12,9 – 81,8 кг/га.

Аналізуючи вище наведені дані можна зробити висновок, що внесення повної науково обґрунтованої норми мінеральних добрив забезпечує позитивний баланс за основними елементами живлення (азот, фосфор, калій). Ефективним є також використання мікробіологічного препарату Азотер із N_{40} , що сприяє додатковому інтенсивному накопиченню в ґрунті азоту (до 47,5 – 53,1 кг/га). Це явище можна пояснити тим, що в результаті активізації життєдіяльності мікрофлори відбувається інтенсифікація процесів біологічної фіксації азоту мікроорганізмами.

Від'ємний баланс за фосфором та калієм за внесення гумінових добрив та мікробіологічного препарату Азотер пояснюється декількома причинами : гумінові добрива містять невисокий вміст цих елементів (фосфор – 0,28 %, калій – 0,45 %) та винесенням елементів в результаті формування високих урожаїв зерна (до 6,78 – 6,89 т/га). Тому за використання мікробіологічних препаратів та гумінових добрив слід враховувати ці чинники та передбачити

компенсацію винесених елементів мінерального живлення задля екологічної стабілізації ґрунтової системи.

Узагальнюючи результати досліджень щодо впливу досліджуваних добрив та мікробіологічного препарату Азотер на поживний режим сірого лісового легкосуглинкового ґрунту можна зробити висновок, що їх застосування за вирощування тритикале ярого сортів Оберіг Харківський та Лосинівське має практично аналогічний ефект та відповідно сприяє підвищенню вмісту основних елементів живлення (мінерального азоту та рухомих форм фосфору і калію), гумусу та зниженню кислотності.

Найефективнішим щодо накопичення вмісту поживних елементів у ґрунті виявились рівні удобрення за внесення гумінового добрива з мінеральними (варіант 5) та додатково із гноєм (варіант 8), які забезпечили зростання вмісту амонійних форм азоту (N-NH_4), в орному шарі ґрунту (0 – 20 см), відповідно на 21,6 – 27,8 % та 22,8 – 34,0 %, нітратних форм азоту (N-NO_3) на 36,2 – 40,8 % та 34,3 – 42,2 %, рухомих сполук фосфору (P_2O_5) на 6,9 – 11,5 % та 6,0 – 10,5 %, рухомих сполук калію (K_2O) на 12,2 – 19,2 % та 15,4 – 19,0 відсотка.

Відносно вмісту гумусу та реакції ґрунтового розчину максимально ефективною виявилось використання 10 т/га гумінового добрива, яке забезпечило зростання цих показників в орному шарі ґрунту відповідно на 0,10 – 0,13 % та 0,13 – 0,15 одиниць.

Високу ефективність відмічено у варіантах із використанням препарату Азотер (варіанти 6 та 7), де зафіксовано підвищення вмісту у шарі 0 – 20 см легкодоступних форм азоту (N-NH_4 – 6,8 – 14,0 % та N-NO_3 – 18,4 – 26,4 %) та спостерігається тенденція до зростання вмісту P_2O_5 – 0,9 – 2,4 %, K_2O – 2,2 – 4,6 %, вмісту гумусу (0,01 – 0,02 %) та показника $\text{pH}_{\text{сол.}}$ (0,02 – 0,09 одиниць).

Слід зазначити, що у цих варіантах удобрення отримані максимально високі показники врожаю зерна (5,26 – 6,89 т/га), що спричинило відповідно

високий винос елементів живлення (на 1 т зерна тритикале ярого винос із ґрунту становить : азоту 25,2 кг, фосфору – 12,9 кг, калію – 25,8 кг).

Розрахунок балансу поживних елементів свідчить, що застосування 10 т/га гумінового добрива з $N_{50}P_{25}K_{60}$, 5 т/га гною сумісно із $N_{75}P_{50}K_{90}$ та 5 т/га гумінового добрива, мікробіологічного препарату з N_{40} забезпечують у сірому лісовому легкосуглинковому ґрунті додатній лише баланс азоту : за вирощування сорту Оберіг Харківський – +3,1 – +47,5 кг/га, сорту Лосинівське – +4,1 – +53,1 кг/га. Баланс калію та фосфору за використання досліджуваних добрив та біопрепарату є від’ємним.

Результати досліджень, що викладено у цьому розділі, опубліковано роботах [137, 141, 144].

РОЗДІЛ 4

ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ ЯРОГО ЗА РІЗНИХ РІВНІВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ

Збільшення виробництва зерна і підвищення його якості залишається основною проблемою сільськогосподарського виробництва в Україні, вирішити яку можна лише на основі раціонального використання земельних ресурсів, впроваджуючи в кожному господарстві науково-обґрунтовані системи землеробства, підвищуючи рівень родючості ґрунту і застосовуючи екологічнобезпечні технології вирощування зернових культур [174].

Для реалізації потенційного врожаю тритикале в умовах виробництва важливим чинником є застосування раціональних доз добрив, оскільки внесення добрив є необхідною умовою забезпечення стабільних і високих врожаїв, підвищення якості продукції, відтворення родючості ґрунту [123, 170]. Величина врожаю, як правило, формується за рахунок поліпшення показників його структури, покращання якості зерна, внаслідок удобрення, яка б реалізовувала очікуваний потенціал [191].

Оцінюючи ситуацію, яка сьогодні склалася в аграрній сфері доцільним є впровадження у практику діяльності сільськогосподарських товаровиробників України органічного сільського аграрного виробництва. Важливу роль в цьому питанні може зайняти розширення площ під тритикале, яка є перспективною культурою для отримання екологічно безпечної зернової продукції так як воно менш вибагливе до ґрунтів, має вищу стійкість до шкідників і хвороб, високу здатність конкурування з бур'янами, тобто можна вирощувати переважно без використання пестицидів [212].

Встановлено, що зерно тритикале навіть без внесення азотних добрив відзначається високими хлібопекарськими властивостями, зокрема високою пружністю (ІДК – 68 - 70 од.), гідраційною здатністю та середньою розтяжністю [84, 126].

На даний час для отримання високого, якісного врожаю зерна тритикале ярого доцільним є застосування органічних добрив, зокрема гумінових форм, а також мікробіологічних препаратів.

4.1 Формування структури врожаю тритикале ярого за внесення гумінового добрива та мікробіологічного препарату Азотер

Величина врожай зерна визначається окремими елементами його структури. Рослини тритикале ярого протягом органогенезу проходять низку етапів, на кожному з яких закладається і розвивається один з компонентів урожайності (висота рослин, кількість зерен у колосі, маса зерна з головного колоса тощо) [47].

Формування кінцевої продукції життєдіяльності сільськогосподарських культур являє собою складну сукупність процесів живлення, росту, розвитку, обміну та перетворення речовин і енергії в рослинах. Формування продуктивних органів відбувається не одночасно, а більш-менш послідовно. Висота рослин та структура колосу є важливими показниками, що визначають і формують будову рослинного покриву та мають прямий вплив на фотосинтетичну активність агроценозу зернових культур [43, 184].

Врожайність тритикале також є в тісній залежності від цих показників. Так, у фазу кущення висота рослин, а у фазу виходу у трубку – наповненість колоса проявляють себе інтегральними показниками умов формування урожайності зернових культур, синтезуючим наслідком впливу різних попередників, удобрення, агротехнології тощо [49, 180, 189].

Показники структури врожаю тритикале ярого свідчать про позитивний вплив досліджуваних добрив та препарату Азотер на формування основних його елементів (табл. 4.1, додаток В.4). За використання 15 т/га гною та повної норми мінеральних добрив ($N_{75}P_{50}K_{90}$) відмічено порівняно з контролем, зростання висоти рослин тритикале сорту Оберіг Харківський на 6,9 – 11,1 см, сорту Лосинівське – 5,0 – 9,3 см, довжини колоса на 0,6 – 0,8 см

та 0,6 – 0,9 см, кількості зерен в колосі на 5 та 6 шт., відповідно. У контрольному варіанті, де вирощували тритикале сорту Оберіг Харківський висота рослин становила 96,0 см, довжина колоса – 7,6 см, кількість зерен у колосі – 26 шт., сорту Лосинівське – відповідно 95,9 см, 7,5 см, 25 шт.

За внесення мікробіологічного препарату Азотер з «стартовою» дозою азоту спостерігали суттєве зростання показників висоти рослин сорту Оберіг Харківський на 21,9 см, Лосинівське – 23,7 см, довжини колоса на 1,4 см та 1,6 см, кількості зерен на 7 шт. та 9 шт., відповідно.

Таблиця 4.1

Вплив рівнів мінерального живлення на елементи структури урожаю сортів тритикале ярого (середнє за 2012 - 2014 рр.)

Варіант	Оберіг Харківський			Лосинівське		
	висота рослин, см	показники колоса		висота рослин, см	показники колоса	
		довжина, см	кількість зерен, шт.		довжина, см	кількість зерен, шт.
Контроль (без добрив)	96,0	7,6	26	95,9	7,5	25
Гній, 15 т/га	102,9	8,2	31	100,9	8,1	31
N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀	107,1	8,4	31	105,2	8,4	31
Гумінове добриво, 10 т/га	113,2	8,7	32	111,3	8,6	33
Гумінове добриво, 10 т/га + N ₅₀ P ₂₅ K ₆₀	116,3	8,9	32	113,5	8,9	34
Азотер, 10 л/га + N ₄₀	117,9	9,0	33	119,6	9,1	34
Гній, 5 т/га + Азотер, 10 л/га	121,9	9,4	33	122,2	9,4	34
Гній, 5 т/га + N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀ + Гумінове добриво, 5 т/га	119,2	9,2	31	120,9	9,2	32
НІР ₀₅	2,3 - 2,9	0,2 - 0,3	1,1 - 2,0	2,4 - 2,5	0,2	1,5 - 2,0

За обробки ґрунту мікробіологічним препаратом із внесенням 5 т/га гною спостерігали значно кращий результат ніж у попередньому варіанті (варіант б), відносно висоти рослин та довжини колоса. Це підтверджується додатково і результатами статистичного аналізу – різниця між варіантами

була вище найменшої істотної різниці і становила: для сорту Оберіг Харківський – 4,0 та 0,4 см та для сорту Лосинівське – 2,6 та 0,3 см відповідно. Крім цього, у варіанті 7 зафіксовано найвищі показники висоти рослин (Оберіг Харківський – 121,9 см, Лосинівське – 122,2 см) та довжини колоса (9,4 см) на обох сортах тритикале ярого зафіксовано.

У варіантах із внесенням гумінового добрива (варіанти 4, 5, 8) спостерігали зростання показників структури врожаю відносно контролю: висоти рослин на 17,2 – 23,2 см та 15,4 – 25,0 см, довжини колоса на 1,1 – 1,6 см та 1,1 – 1,7 см, кількості зерен – 5 – 6 шт. та 7 – 9 шт., відповідно за вирощування тритикале сорту Оберіг Харківський та Лосинівське. Слід відмітити, що в цьому випадку максимально високі показники (висота рослин – 119,2 см та 120,9 см, довжина колоса – 9,2 см) зафіксовано у варіантах зі застосуванням по 5 т/га гною і гумінового добрива сумісно з $N_{75}P_{50}K_{90}$.

Отже, на формування основних елементів структури врожаю тритикале ярого максимальний вплив мало внесення мікробіологічного препарату Азотер та 5 т/га гною, що забезпечило зростання показників висоти рослин на 27,0 – 27,4 %, довжини колоса на 23,7 – 25,3 %, кількості зерен на 26,9 – 36,0 відсотка.

4.2 Врожайність тритикале ярого за різних систем удобрення

Основною метою технологій вирощування сільськогосподарських культур є максимальна реалізація потенційної продуктивності рослин. Біокліматичний потенціал та родючість сірих лісових ґрунтів не завжди відповідають біологічним потребам культур-лідерів. Це зумовлює зниження врожаїв, а якість вирощених зернових забезпечує малопродатне для продовольчих потреб зерно [152].

На сьогоднішній день системі удобрення, побудованій на принципах оптимізації живлення рослин основними макро- і мікроелементами,

альтернативи не існує. Тільки за такого підходу можна регулювати живлення рослин протягом вегетації, досягати найвищих коефіцієнтів використання ними елементів живлення з добрив, планових показників продуктивності та якості, одержувати найдешевшу, екологічно безпечну та конкурентоздатну сільськогосподарську продукцію [152, 234].

У зв'язку з цим одним із завдань наших досліджень було встановлення впливу режиму мінерального живлення на формування продуктивності зерна тритикале ярого.

Результати досліджень (табл. 4.2, додаток В.1) вказують на зростання врожаю зерна тритикале ярого за внесення мінеральних, органічних добрив та мікробіологічного препарату Азотер.

Таблиця 4.2

**Врожайність зерна сортів тритикале ярого залежно від
удобрення (середнє за 2012 – 2014 рр.)**

Варіант	Оберіг Харківський			Лосинівське		
	середнє, т/га	приріст до контролю		середнє, т/га	приріст до контролю	
		т/га	%		т/га	%
Контроль (без добрив)	3,16	-	-	3,12	-	-
Гній, 15 т/га	3,51	0,35	11,1	3,44	0,31	10,3
N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀	3,61	0,45	14,2	3,44	0,32	10,3
Гумінове добриво, 10 т/га	3,82	0,66	20,9	3,92	0,80	25,6
Гумінове добриво, 10 т/га + N ₅₀ P ₂₅ K ₆₀	5,04	1,88	59,5	4,89	1,77	56,7
Азотер, 10 л/га + N ₄₀	5,26	2,10	66,5	5,04	2,10	61,5
Гній, 5 т/га + Азотер, 10 л/га	6,89	3,73	118,0	6,78	3,66	117,3
Гній, 5 т/га + N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀ + Гумінове добриво, 5 т/га	5,81	2,65	83,9	5,77	2,65	84,9
НІР ₀₅	0,24 - 0,30	-	-	0,25 - 0,29	-	-

За застосування традиційних добрив (15 т/га гною, N₇₅P₅₀K₉₀) простежується зростання врожаю зерна тритикале сорту Оберіг Харківський

на 0,35 – 0,45 т/га (11,1 – 14,2 %) та – Лосинівське на 0,31 – 0,32 т/га (10,3 %) порівняно з контролем, де він становив відповідно 3,16 та 3,12 т/га.

За внесення гумінового добрива (10 т/га гумінового добрива, 10 т/га гумінового добрива + $N_{50}P_{25}K_{60}$, 5 т/га гною + $N_{75}P_{50}K_{90}$ + 5 т/га гумінового добрива) відмічено значне зростання врожаю зерна тритикале ярого сорту Оберіг Харківський на 0,66 – 2,65 т/га (20,9 – 83,9 %) та Лосинівське на 0,80 – 2,65 т/га (25,6 – 84,9 %) порівняно з контрольними варіантами.

Необхідно зазначити, що удобрення тритикале ярого 10 т/га гумінового добрива забезпечило вищий урожай зерна ніж за внесення 15 т/га гною. Різниця між цими двома варіантами становила для сорту Оберіг Харківський – 0,31 т/га, сорту Лосинівське – 0,48 т/га, що є статистично достовірним результатом.

Високий показник приросту врожаю зафіксовано також за внесення мікробіологічного препарату Азотер + N_{40} , де він становив 2,1 т/га (66,5 %) у сорту Оберіг Харківський та 2,0 т/га (61,5 %) у сорту Лосинівське.

Заміна «стартової» дози азотних добрив на 5 т/га гною за внесення мікробіологічного препарату Азотер забезпечило достовірну прибавку урожаю зерна. У цьому варіанті зафіксовано найбільший даний показник – у сорту Оберіг Харківський він становив 6,89, а Лосинівське – 6,78 т/га, тобто приріст до контролю склав 3,73 та 3,66 т/га відповідно.

Необхідно відмітити, що у всіх варіантах де вносили нетрадиційні види добрив спостерігається значно вищі показники урожаю зерна тритикале ярого (3,82 – 6,89 т/га) ніж за традиційних (3,44 – 3,61 т/га).

Таким чином, із досліджуваних доз добрив на формування врожаю зерна тритикале ярого максимально ефективний вплив здійснює використання мікробіологічного препарату Азотер та 5 т/га гною, що забезпечує приріст відносно контролю на 117,3 – 118,0 відсотка.

4.3 Якість зерна тритикале ярого за використання гумінового добрива та мікробіологічного препарату Азотер

За вирощування зернових культур якість зерна має не менш важливе значення, ніж рівень урожаю. Проте якість не завжди збігається з добрим урожаєм. В окремі роки за високого врожаю зерна якість була посередньою або ж, навпаки, за нижчого врожаю якість зростала [205, 211]. Тому під час розробки систем удобрення необхідною умовою є дослідження їх впливу на формування показників якості продукції.

Якість зерна прийнято характеризувати комплексом показників, які за призначенням і суттю можна розділити на три основні групи : фізичні, біохімічні, технологічні.

До фізичних належать натура, маса 1000 зерен, маса зерна з головного колоса, склоподібності, вирівняність, колір і запах зерна та деякі ін. [182, 211].

Біохімічні показники якості характеризують харчову цінність зерна. До них належать: вміст білку, його фракційний та амінокислотний склад, кількість вітамінів та зольних елементів.

До технологічних належать такі показники якості зерна, що забезпечують отримання високого, пористого і м'якого хліба з однорідною структурою м'якуша, специфічним ароматом, приємним на смак і колір. До них належать: вміст «сирої» клейковини та її якість, хлібопекарські властивості борошна тощо [182].

Виповненість зерна визначає показник натури, який має велике технологічне значення і вказує на його харчову цінність. У комплексі натура характеризує зернину, її виповненість, шорсткість, опушеність. Натура може використовуватись як ознака, що вказує на борошномельні якості зерна. У випадку, коли натура не перевищує 730 г/л, зерно має занижений вихід борошна. Коли вона вища 750 г/л, то ця тенденція відсутня. Одночасно від натури залежать і технологічні властивості. За показника меншому

700 г/л значно погіршуються хлібопекарські властивості, м'якуш хліба є сірим і з гіршим смаком. Зменшення натуре зерна може бути попередженням зниження врожайності зерна пшениці [182, 202].

Значний вплив на борошномельні та хлібопекарські властивості має маса зерен, адже як відомо крупніша зернівка містить достатню кількість поживних елементів і має високі посівні та врожайні властивості [202].

Дані, що наведені в таблиці 4.3. та додатку В.5 свідчать, що у всіх варіантах досліду за використання добрив та препарату Азотер спостерігали зростання фізичних показників зерна тритикале ярого.

Таблиця 4.3

Вплив рівнів удобрення на фізичні властивості зерна сортів тритикале ярого (середнє за 2012 - 2014 рр.)

Г

Варіант	Оберіг Харківський			Лосинівське		
	маса зерна головного колоса	маса 1000 зерен	натура зерна	маса зерна головного колоса	маса 1000 зерен	натура зерна
Контроль (без добрив)	0,8	32,2	722	0,8	31,9	723
Гній, 15 т/га	1,2	38,7	739	1,1	37,3	734
N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀	1,2	40,3	737	1,1	40,2	736
Гумінове добриво, 10 т/га	1,1	33,7	733	1,1	32,0	732
Гумінове добриво, 10 т/га + N ₅₀ P ₂₅ K ₆₀	0,9	32,3	735	0,9	31,4	734
Азотер, 10 л/га + N ₄₀	1,2	35,9	744	1,1	34,4	745
Гній, 5 т/га + Азотер, 10 л/га	1,2	42,6	743	1,1	41,8	742
Гній, 5 т/га + N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀ + Гумінове добриво, 5 т/га	1,1	41,4	742	1,1	39,1	740
НІР ₀₅	0,1 - 0,2	0,7 - 1,6	4,9 - 5,6	0,1	1,0 - 1,3	4,7 - 5,5

У контрольному варіанті за вирощування сорту Оберіг Харківський показник маси зерна головного колоса становив 0,8, маси 1000 зерен – 32,2, натури зерна – 722 г, – сорту Лосинівське відповідно 0,8, 31,9, 723 г.

Внесення 15 т/га гною та мінеральних добрив у дозі $N_{75}P_{50}K_{90}$ забезпечило приріст відносно контролю маси зерна головного колосу на рівні 0,4, маси 100 зерен – 6,5 – 8,1, натури зерна – 15 – 17 г за вирощування тритикале сорту Оберіг Харківський та відповідно 0,3, 5,4 – 8,3, 11 – 13 г сорту Лосинівське.

У варіантах із використанням 10 т/га гумінового добрива, 10 т/га гумінового добрива + $N_{50}P_{25}K_{60}$, 5 т/га гною + $N_{75}P_{50}K_{90}$ + 5 т/га гумінового добрива зафіксовано зростання фізичних показників зерна тритикале порівняно з контролем. Зокрема сорту Оберіг Харківський: маси зерна головного колоса на 0,1 – 0,3 г, маси 1000 зерен на 0,1 – 9,2 г, натури зерна – 11 – 20 г, сорту Лосинівське: маси зерна головного колоса на 0,1 – 0,3, маси 1000 зерен на 0,1 – 7,2, натури зерна – 11 – 17 г.

За використання препарату Азотер із «стартовою» дозою азотних добрив зафіксовано, у тритикале ярого сорту Оберіг Харківський підвищення показників маси зерна головного колоса на 0,4, маси 1000 зерен на 3,7, натури зерна – 22 г, сорту Лосинівське відповідно на 0,3, 2,5, 22 г. За внесення замість 40 кг д. реч. аміачної селітри 5 т/га гною відмічено практично ідентичні, як у попередньому варіанті (варіант 6) результати відносно приросту маси зерна головного колоса – 0,4 та 0,3 г, натури зерна – 21 г та 19 г, відповідно у сортів Оберіг Харківський та Лосинівське. Достовірна різниця між цими варіантами була зафіксована лише відносно маси 1000 зерен, де у сорту Оберіг Харківський додатково було отримано 6,7 г, а у сорту Лосинівське – 7,4 г, тобто приріст до контролю відповідно склав 10,4 г, 9,9 г.

Рослини тритикале характеризуються широким діапазоном використання в народному господарстві як зернофуражна, продовольча і кормова культура [47, 56, 83]. Застосування його як нетрадиційної сировини

є важливим напрямком хлібопекарської промисловості, що дозволяє розширити асортимент хлібобулочних виробів. Тритикале – зимостійка, високоврожайна культура, яка стійка до комплексу біотичних та абіотичних факторів середовища [212].

Тритикале займає проміжне місце між пшеницею та житом за вмістом у зерні незамінних амінокислот, особливо лізину і триптофану. Середній вміст лізину у великій вибірці пшениць з багатьох частин світу складає – 179 мг/г азоту, а для жита – 212 мг/г. З одного боку, це підвищує його харчову цінність порівняно з пшеницею, а з іншого – більш збалансований, ніж у жита, амінокислотний склад не спричинює під час згодовування розладів травної системи у тварин і птиці [126].

Високий вміст білку в зерні та збалансованість амінокислотного складу дає можливість використовувати тритикале на продовольчі, технічні і кормові цілі [237]. Так, вміст білку у ньому становить в середньому 14 – 16%, а клейковини – до 24, що дає можливість порівнювати тритикале з цінними сортами пшениці [47].

Показники якості зерна – це сортові спадкові ознаки, які залежать також від ґрунтово-кліматичних умов. Відомо, що умови живлення зернових культур, у тому числі й тритикале ярого, впливають не лише на кількісні, але і й якісні показники урожаю зерна. Тому вдало підібраний рівень удобрення є одним із визначальних факторів впливу на його якість.

Проведені дослідження щодо впливу досліджуваних норм добрив засвідчили позитивний їх вплив на показники якості зерна тритикале ярого сортів Оберіг Харківський та Лосинівське (табл. 4.4, додаток В.3).

У варіантах за використання традиційних добрив із внесенням 15 т/га гною та $N_{75}P_{50}K_{90}$ спостерігали відносно контролю у зерні сорту Оберіг Харківський зростання умісту білку на 0,6 – 1,8 %, клейковини на 4,3 – 5,3 %, а – сорту Лосинівське на 0,9 – 1,4 % і 4,9 – 5,8 % відповідно. У контрольних варіантах уміст білку та клейковини становив у зерні сорту Оберіг Харківський – 11,4 та 13,1 %, сорту Лосинівське – 10,8 та 12,6 відсотка.

Таблиця 4.4

**Вплив рівнів удобрення на біохімічні показники зерна сортів тритикале
ярого (середнє за 2012 - 2014 рр.)**

% абс. сух. реч

Варіант	Оберіг Харківський		Лосинівське	
	вміст			
	білку	клейковини	білку	клейковини
Контроль (без добрив)	11,4	13,1	10,8	12,6
Гній, 15 т/га	12,0	17,4	11,7	17,5
N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀	12,5	18,4	12,2	18,4
Гумінове добриво, 10 т/га	13,8	19,7	13,6	19,7
Гумінове добриво, 10 т/га + N ₅₀ P ₂₅ K ₆₀	12,8	18,8	12,4	18,6
Азотер, 10 л/га + N ₄₀	14,1	21,7	14,0	21,1
Гній, 5 т/га + Азотер, 10 л/га	13,2	19,2	12,9	19,3
Гній, 5 т/га + N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀ + Гумінове добриво, 5 т/га	11,9	15,5	11,7	15,3
НІР ₀₅	0,4 - 0,5	1,7 - 2,2	0,4 - 0,7	1,4 - 1,5

Застосування гумінового добрива сприяло підвищенню показників білку на 11,9 – 13,8 % та 11,7 – 13,6 %, а також умісту клейковини на 2,4 – 6,6 % та 2,7 – 7,1 % відповідно у сортів Оберіг Харківський та Лосинівське. У цьому випадку найефективнішим було використання 10 т/га гумінового добрива порівняно із варіантами, де його вносили разом із мінеральними добривами та гноєм. Крім цього необхідно зазначати, що даний варіант значно перевищував традиційну систему удобрення за внесення 10 т/га гною, забезпечивши достовірну різницю, яка склала відносно білка у сорту Оберіг Харківський – 1,8 %, у сорту Лосинівське – 1,9 %, а – клейковини – 2,3 та 2,2 % відповідно.

Щодо мікробіологічного препарату Азотер, то його використання забезпечило отримання високих показників умісту білку (Оберіг Харківський – 13,2 – 14,1 %, Лосинівське – 12,9 – 14,0 %) та клейковини (Оберіг Харківський – 19,2 – 21,7 %, Лосинівське – 19,3 – 21,1 %). Найкращим виявився варіант за внесення препарату Азотер разом із «стартовою» дозою

азотних добрив (N_{40}), що забезпечило отримання найвищих приростів відносно контролю: вміст білку зріз на 2,7 та 3,2 %, а клейковини на 8,6 та 8,5 % у зерні відповідно сортів Оберіг Харківський та Лосинівське.

Отже, високоефективними щодо впливу на фізичні та біохімічні показники зерна тритикале ярого виявились норми добрив із використанням мікробіологічного препарату Азотер та гумінового добрива, що забезпечили приріст відносно контролю маси зерен головного колоса (до 50 %), маси 1000 зерен (до 32,3%), натури зерна (до 3,0%) за високого вмісту білку (12,9 – 14,1 %) та клейковини (18,6 – 21,7 %).

Максимальне зростання вмісту білку і клейковини за внесення 10 т/га гумінового добрива та препарату Азотер із N_{40} порівняно з іншими варіантами за їх використання, на нашу думку, пов'язане із нижчою врожайністю зерна у цих варіантах (3,82 – 3,92 та 5,04 – 5,26 т/га), що відповідно призвело до підвищення вмісту органічних сполук.

Важливим на сьогоднішній день є контроль і за вмістом нітратів у сільськогосподарській продукції. Накопичення їх частіше всього спостерігається за внесення підвищених доз азотних добрив, а також за слабкого відновлення нітратних сполук (низькій активності нітратредуктази) [185]. Останнє є важливим процесом, який забезпечує включення NO_3^- у метаболізм рослин [200]. Нітрати в рослинах, за даними Пругар Я. та ін., накопичуються в тому випадку, коли азот в рослині не повністю використовується під час синтезу амінокислот, білків, тобто якщо в рослині в процесі метаболізму не всі сполуки азоту відновлюються до аміаку [183].

Результати досліджень щодо накопичення нітратів свідчить про екологічну безпечність досліджуваних рівнів удобрення тритикале ярого (рис. 4.1, додаток В.3). У всіх варіантах не виявлено перевищення гранично допустимої концентрації нітратів. Необхідно зазначити, що вміст нітратів у зерні був нижче гранично допустимих рівнів (ГДК – 300 мг/кг) у більш як у десятки разів (10,3 – 15,8 разів).

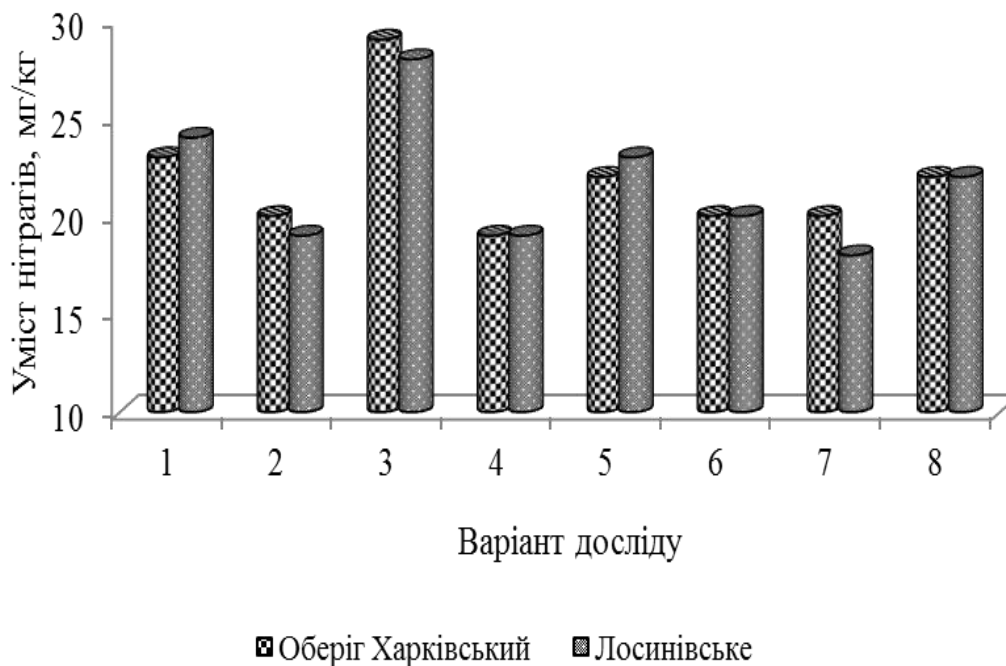


Рис. 4.1 Вплив добрив та мікробіологічного препарату Азотер на накопичення нітратів у зерні тритикале ярого (середнє за 2012–2014 рр.)

1. Без добрив (контроль); 2. Гній, 15 т/га; 3. $N_{75}P_{50}K_{90}$; 4. Гумінове добриво, 10 т/га; 5. Гумінове добриво, 10 т/га + $N_{50}P_{25}K_{60}$; 6. Азотер + N_{40} ; 7. Азотер + Гній, 5 т/га; 8. Гній, 5 т/га + $N_{75}P_{50}K_{90}$ + Гумінове добриво, 5 т/га.

За сумісного застосування органічних і мінеральних добрив (Гумінове добриво, 10 т/га + $N_{50}P_{25}K_{60}$, Гній, 5 т/га + $N_{75}P_{50}K_{90}$ + Гумінове добриво, 5 т/га) удобрення простежувалась тенденція до зниження вмісту нітратів до 22 мг/кг за вирощування тритикале сорту Оберіг Харківський (контроль – 23 мг/кг) та до 22 - 23 мг/кг – сорту Лосинівське (контроль – 24 мг/кг).

У варіанті з використанням препарату Азотер із N_{40} вміст нітратів порівняно з контролем зменшився у зерні сорту Оберіг Харківський на 2 мг/кг, Лосинівське – 4 мг/кг.

Найефективнішими виявились варіанти за використання органічних добрив (15 т/га гною, 10 т/га гумінового добрива, Гній, 5 т/га + Азотер, 10

л/га), де зафіксовано найнижчі рівні нітратів : у зерні сорту Оберіг Харківський – 0,19 – 0,20 мг/кг та сорту Лосинівське – 19 мг/кг.

Найвищі показники умісту нітратних сполук виявлено у варіантах із внесенням лише мінеральних добрив, де їх значення перевищувало контрольні показники на 4 – 6 мг/кг, проте було суттєво меншим гранично допустимих концентрацій.

4.4 Уміст основних елементів живлення у зерні тритикале ярого за внесення гумінового добрива та мікробіологічного препарату Азотер

Важливе значення має мінеральна і вітамінна збалансованість зерна тритикале. Дослідженнями встановлено, що вміст мінеральних речовин (P, K, Mg, Na, Cu, Zn, Fe) у тритикале вищий, ніж у пшениці. Відмічено і значно більший вміст K, P і Mg порівняно з житом. Вітамінний склад тритикале, за виключенням ніацину, перебуває на однаковому з пшеницею рівні, а в цілому кращий, ніж у жита [86].

Різні рівні удобрення здійснюючи позитивний вплив на поживний режим рослин і підвищуючи врожайність сільськогосподарських культур, можуть змінити вміст основних елементів в рослинах.

Відомо, що збільшення продуктивності посівів можливе через ефективне використання ними фотосинтетично активної радіації (ФАР), оптимізацію біохімічних перетворень у рослинних організмах, тощо. Важливою характеристикою ростових процесів за використання сонячної інсоляції є наростання поверхні листків, досягнення оптимальних розмірів рослини та тривале її функціонування [123]. Формування та активність фотосинтетичного апарату залежать від забезпечення посівів елементами мінерального живлення, які мають прямий (азот) або непрямий вплив (фосфор, калій) та інших чинників. Азот визначає вміст хлорофілу в зелених листках, чим впливає на фотосинтез. За його нестачі хлоропласти стають у 1,5-2 рази дрібнішими, спостерігається хлороз. Вплив фосфорного

голодування на фотосинтетичну діяльність рослин неоднозначний : С. С. De Groot стверджує, що за таких умов відбувається інгібування асиміляції вуглецю, а S. J. Graft-Brondner, навпаки, вважає, що це не впливає на інтенсивність фотосинтезу. Одночасна нестача азоту і калію зумовлює переповнення хлоропластів крохмалем, у зв'язку з порушенням нормального відтоку асимілянтів у репродуктивні органи рослин. Це, в свою чергу, негативно позначається на формуванні врожаю [45, 7].

У зв'язку з цим необхідною умовою під час розробки рівнів мінерального живлення є аналіз вмісту основних елементів живлення у рослинах.

Результати аналізу зерна тритикале ярого (табл. 4.5, додаток В.6) вказують на зростання вмісту елементів живлення за використання досліджуваних добрив та мікробіологічного препарату Азотер. В обох сортах простежувалась ідентична тенденція щодо динаміки змін умісту азоту, фосфору та калію під впливом добрив та препарату Азотер.

У контрольному варіанті вміст основних елементів живлення становив для сорту Оберіг Харківський – азот – 2,06 , фосфор – 0,49, калій – 0,44 %, сорту Лосинівське відповідно 2,06, 0,50 та 0,43 відсотка.

Застосування повної норми мінеральних добрив ($N_{75}P_{50}K_{90}$) забезпечило достовірний приріст, відносно контролю, умісту азоту на рівні 0,16, фосфору – 0,05, калію – 0,19 %, у зерні сорту Оберіг Харківський та відповідно – 0,11, 0,05, 0,18 % – сорту Лосинівське.

Відносно варіанту, де вносили 15 т/га гною то тут спостерігали тенденцію до зростання вмісту основних елементів живлення. Так, приріст до контролю умісту азоту становив 0,04 та 0,03 %, фосфору – 0,01 %, калію – 0,05 та 0,04 %, відповідно у зерні сортів Оберіг Харківський та Лосинівське.

Позитивний ефект відносно накопичення елементів живлення простежувався під час застосування гумінового добрива. Зокрема, на варіантах за його внесенням (10 т/га гумінового добрива, Гумінове добриво, 10 т/га + $N_{50}P_{25}K_{60}$, Гній, 5 т/га + $N_{75}P_{50}K_{90}$ + гумінове добриво, 5 т/га) приріст

умісту основних елементів живлення склав : азот – 0,14 – 0,25, фосфор – 0,02 – 0,06, калій – 0,08 – 0,19 % у зерні сорту Оберіг Харківський та відповідно 0,08 – 0,19, 0,03 – 0,06, 0,07 – 0,19 % – сорту Лосинівське.

Таблиця 4.5

Вплив удобрення на накопичення основних елементів живлення у зерні сортів тритикале ярого (середнє за 2013 - 2014 рр.)

% на абс. сух. реч.

Варіант	Оберіг Харківський			Лосинівське		
	N	P	K	N	P	K
Контроль (без добрив)	2,06	0,49	0,44	2,06	0,50	0,43
Гній, 15 т/га	2,10	0,50	0,49	2,09	0,51	0,47
N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀	2,22	0,54	0,63	2,17	0,55	0,61
Гумінове добриво, 10 т/га	2,20	0,51	0,52	2,14	0,53	0,50
Гумінове добриво, 10 т/га + N ₅₀ P ₂₅ K ₆₀	2,23	0,53	0,58	2,17	0,54	0,56
Азотер, 10 л/га + N ₄₀	2,25	0,49	0,45	2,23	0,50	0,43
Гній, 5 т/га + Азотер, 10 л/га	2,35	0,49	0,48	2,26	0,50	0,46
Гній, 5 т/га + N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀ + Гумінове добриво, 5 т/га	2,31	0,55	0,63	2,25	0,56	0,62
НІР ₀₅	0,07 - 0,09	0,03 - 0,04	0,05 - 0,07	0,06 - 0,07	0,04	0,05 - 0,06

У варіантах із використанням препарату Азотер зафіксовано високі показники вмісту азоту в зерні тритикале ярого (Оберіг Харківський – 2,25 – 2,35 %, Лосинівське – 2,23 – 2,26 %), з максимальним показником за сумісного його використання із 5 т/га гною. В цих варіантах простежується лише тенденція до підвищення вмісту калію на 0,01 - 0,04 % відносно контролю. Щодо фосфору, то його вміст був на рівні контрольних показників (Оберіг Харківський – 0,49, Лосинівське – 0,50 %).

Узагальнюючі результати досліджень можна зробити висновок що гумінове добриво та мікробіологічний препарат Азотер є ефективними засобами удобрення тритикале ярого, які сприяють формуванню високопродуктивних та екологічно стійких агроценозів і ґрунтового середовища. Так, використання гумінового добрива забезпечує одержання приросту врожаю зерна тритикале ярого сорту Оберіг Харківський на рівні 0,66 – 2,65, сорту Лосинівське – 0,80 – 2,65 т/га, а – мікробіологічного препарату Азотер – 2,10 – 3,73 та 2,10 – 3,66 т/га відповідно. Крім цього, використання добрив сприяє формуванню високого вмісту білку і клейковини у зерні тритикале ярого сорту Оберіг Харківський – 11,9 – 14,1 і 15,5 – 21,7 % та у сорту Лосинівське – 11,7 – 14,0 і 15,3 – 21,1 %, вмісту азоту – 2,20 – 2,31 %, фосфору – 0,51 – 0,55 (лише із внесенням гумінового добрива), калію – 0,45 – 0,63 % (сорт Оберіг Харківський) та 2,14 – 2,26 %, 0,53 – 0,56 % та 0,43 – 0,62 % (сорт Лосинівське), а також зниженню вмісту нітратів до 19 та 17 мг/кг відповідно.

Результати досліджень, що викладені у цьому розділі опубліковано в роботах [138, 139, 143, 17].

РОЗДІЛ 5

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНОГО ПРЕПАРАТУ АЗОТЕР

5.1. Акумуляція важких металів у ґрунті та зерні тритикале ярого

До чинників, які впливають на забруднення навколишнього природного середовища, окрім промислових викидів, пестицидів тощо. відносять і агрохімікати (добрива, хімічні меліоранти тощо). З одного боку, до складу добрив входять важкі метали, як баласт, які потенційно здатні забруднювати ґрунт, рослини та ґрунтові води, з іншого – добрива, змінюючи, агрохімічні властивості ґрунту, можуть впливати на рухомість важких металів та на їх надходження в рослини [41].

Характер накопичення важких металів сільськогосподарськими культурами під впливом добрив в агроценозі залежить від багатьох факторів : властивостей ґрунту, вмісту в ґрунті важких металів, співвідношення металів і елементів живлення; форм і норм застосованих добрив, погодних умов вегетаційного періоду, а також від біологічних особливостей рослин [118, 122].

Тому під час екологічної оцінки застосування різних видів добрив доцільним є проведення досліджень із вивчення їх впливу на накопичення важких металів у ґрунті та продукції. Об'єктивним критерієм оцінки екологічного стану агросистем є дослідження вмісту важких металів I (Zn, Cd, Pb) та II (Cu) класу небезпечності [45, 122].

Проведений аналіз щодо накопичення токсичних елементів (рухомих форм) у сірому лісовому легкосуглинковому ґрунті свідчить про можливість використання мікробіологічного препарату Азотер та гумінового добрива як елементів біологізації в екологічному землеробстві за вирощування тритикале ярого (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Уміст токсичних елементів у сірому лісовому легкосуглинковому ґрунті за вирощування сортів тритикале ярого (середнє за 2012 - 2014 рр.),

мг·кг⁻¹

Варіант	Шар ґрунту, см	Оберіг Харківський				Лосинівське			
		Pb	Cd	Cu	Zn	Pb	Cd	Cu	Zn
Контроль (без добрив)	0 - 20	0,71	0,11	0,20	0,41	0,78	0,13	0,31	0,49
	20 - 40	0,81	0,12	0,16	0,32	0,88	0,16	0,27	0,41
Гній, 15 т/га	0 - 20	0,66	0,07	0,10	0,26	0,74	0,11	0,20	0,35
	20 - 40	0,76	0,09	0,07	0,35	0,82	0,13	0,18	0,44
N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀	0 - 20	0,75	0,14	0,21	0,46	0,83	0,15	0,34	0,54
	20 - 40	0,88	0,13	0,17	0,39	0,93	0,17	0,28	0,48
Гумінове добриво, 10 т/га	0 - 20	0,65	0,08	0,12	0,30	0,69	0,09	0,19	0,29
	20 - 40	0,73	0,08	0,04	0,42	0,80	0,12	0,13	0,51
Гумінове добриво, 10 т/га + N ₅₀ P ₂₅ K ₆₀	0 - 20	0,66	0,08	0,14	0,35	0,73	0,12	0,25	0,43
	20 - 40	0,79	0,05	0,13	0,43	0,86	0,09	0,23	0,52
Азотер, 10 л/га + N ₄₀	0 - 20	0,62	0,09	0,11	0,20	0,73	0,11	0,22	0,38
	20 - 40	0,80	0,11	0,10	0,54	0,86	0,15	0,20	0,63
Гній, 5 т/га + Азотер, 10 л/га	0 - 20	0,61	0,05	0,14	0,23	0,67	0,07	0,25	0,31
	20 - 40	0,74	0,07	0,13	0,50	0,81	0,11	0,23	0,59
Гній, 5 т/га + N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀ + Гумінове добриво, 5 т/га	0 - 20	0,68	0,09	0,17	0,36	0,75	0,13	0,28	0,45
	20 - 40	0,84	0,11	0,14	0,40	0,90	0,15	0,25	0,49
НІР ₀₅	0 - 20	0,02-0,03	0,01	0,02	0,02-0,03	0,03	0,01	0,01-0,03	0,02
	20 - 40	0,03	0,01	0,01	0,03-0,04	0,01-0,02	0,01	0,01-0,02	0,02
ГДК [92, 124]		6,0	0,7	3,0	23,0	6,0	0,7	3,0	23,0

На жодному варіанті не було зафіксовано перевищень гранично допустимих концентрацій (ГДК для свинцю (Pb) становить 6,0, кадмію (Cd) – 0,7, цинку – (Zn) – 23,0, міді (Cu) – 3,0 мг/кг). Результати досліджень свідчать, що в загальному вміст рухомих форм свинцю у шарі ґрунту 0 – 20 см за вирощування тритикале ярого сорту Оберіг Харківський коливався у межах від 0,61 до 0,75 та сорту Лосинівське – 0,67 – 0,83 мг/кг, кадмію –

0,05 – 0,14 та 0,07 – 0,15 мг/кг, міді – 0,10 – 0,21 та 0,19 – 0,34 мг/кг, цинку – 0,23 – 0,46 мг/кг ґрунту відповідно. У підорному шарі (20 – 40 см) зафіксовано дещо вищі показники вмісту рухомих форм свинцю, кадмію та цинку (сорт Оберіг Харківський – Pb – 0,73 – 0,88, Cd – 0,04 – 0,13 та Zn – 0,40 – 0,54 мг/кг та сорт Лосинівське – Pb – 0,80 – 0,93, Cd – 0,11 - 0,17 та Zn – 0,44 – 0,63 мг/кг ґрунту), в порівнянні з орним шаром. Відносно рухомих форм міді, то у шарі 20 – 40 см зафіксована зворотна тенденція: спостерігається зниження його вмісту, а саме вміст Cu був на рівні 0,11 – 0,17 мг/кг за вирощування тритикале сорту Оберіг Харківський та – 0,3 – 0,27 мг/кг ґрунту – сорту Лосинівське.

Аналіз результатів таблиці 5.1 свідчить, що застосування гумінового добрива та мікробіологічного препарату Азотер сприяє зниженню вмісту у ґрунті рухомих сполук важких металів (Pb, Cd, Cu, Zn). Варіанти, що передбачали застосування 10 т/га гумінового добрива у комплексі з мінеральними (N₅₀P₂₅K₆₀) та гумінового добрива у нормі 5 т/га з мінеральними (N₇₅P₅₀K₉₀) та гною 5 т/га були практично рівнозначними (між варіантами 5 та 8 не було істотної різниці) і забезпечили зниження вмісту Pb у орному шарі ґрунту порівняно з контролем на 0,03 - 0,05, Cd – 0,02 - 0,03, Cu – 0,03 - 0,06 та Zn – 0,05 - 0,06 мг/кг ґрунту за вирощування тритикале ярого сорту Оберіг Харківський та Pb – на 0,03 - 0,05, Cd – 0,01 , Cu – 0,03 - 0,06 та Zn – 0,04 - 0,06 мг/кг ґрунту – сорту Лосинівське. У контрольних варіантах уміст токсичних елементів у шарі 0 – 20 см становив: сорт Оберіг Харківський – Pb – 0,71, Cd – 0,11, Zn – 0,41, Cu – 0,20 мг/кг ґрунту та сорт Лосинівське – Pb – 0,78, Cd – 0,13, Zn – 0,49, Cu – 0,31 мг/кг ґрунту.

Ефективнішим щодо зниження вмісту токсичних елементів у ґрунті виявився варіант 4 (10 т/га гумінового добрива), де у шарі 0 - 20 см відмічено зниження порівняно з контролем вмісту Pb на 0,06 та 0,09, Cd – 0,03 та 0,04, Cu – 0,08 та 0,12 та Zn – 0,11 та 0,20 мг/кг ґрунту відповідно за вирощування тритикале ярого сорту Оберіг Харківський та Лосинівське.

Позитивні результати щодо зниження рівнів забруднення важкими металами було зафіксовано і на варіантах за використання мікробіологічного препарату Азотер. Так, застосування його із «стартовою» дозою азоту забезпечило зменшення рівня накопичення токсичних елементів, у орному шарі ґрунту, за вирощування тритикале сорту Оберіг Харківський: Pb на 0,09, Cd – 0,02, Cu – 0,10 та Zn – 0,21 мг/кг ґрунту; сорту Лосинівське : Pb на 0,05, Cd – 0,02, Cu – 0,09 та Zn – 0,11 мг/кг ґрунту порівняно з контролем.

Найефективнішим виявився варіант за внесення мікробіологічного препарату Азотер сумісно з 5 т/га гною, де були відмічені найнижчі рівні вмісту рухомих форм свинцю, кадмію, міді та цинку. Так, за вирощування тритикале ярого сорту Оберіг Харківський вміст Pb у шарі ґрунту 0 - 20 см становив 0,61, Cd – 0,05, Cu – 0,14 та Zn – 0,23 мг/кг ґрунту та сорту Лосинівське – Pb – 0,67, Cd – 0,06, Cu – 0,25 та Zn – 0,31 мг/кг ґрунту.

Відносно варіантів 2 і 3, де застосовували традиційні удобрюючі засоби (гній та мінеральні добрива), то слід зазначити, що тут спостерігали неоднозначні результати. Внесення 15 т/га гною забезпечило зниження у орному шарі ґрунту порівняно з контролем вмісту Pb на 0,05, Cd – 0,04, Cu – 0,10 та Zn – 0,15 мг/кг ґрунту та Pb на 0,04, Cd – 0,02, Cu – 0,11 та Zn – 0,14 мг/кг ґрунту відповідно за вирощування тритикале сорту Оберіг Харківський та Лосинівське.

Щодо застосування повної норми мінеральних добрив ($N_{75}P_{50}K_{90}$), то у цьому варіанті зафіксовано зростання вмісту важких елементів у ґрунті : за вирощування тритикале сорту Оберіг Харківський уміст Pb та Cd у орному шарі ґрунту порівно з контролем зріс на 0,04, Cu – 0,01 та Zn – 0,05 мг/кг ґрунту та у сорту Лосинівське – Pb на 0,05, Cd – 0,02, Cu – 0,03 та Zn – 0,05 мг/кг ґрунту.

Результати досліджень щодо акумуляції важких металів у зерні тритикале ярого також свідчить про екологічну безпечність досліджуваних форм добрив – їх вміст був не високий і коливався у межах : за вирощування тритикале сорту Оберіг Харківський – Pb – 0,02 - 0,05, Cd – 0,01 - 0,05, Cu –

1,42 – 4,85 та Zn – 1,01 – 8,42 мг/кг, сорту Лосинівське – Pb – 0,02 - 0,06, Cd – 0,01 - 0,05, Cu – 2,17 – 5,00 та Zn – 1,58 – 8,07 мг/кг (табл. 5.2.). У жодному варіанті не виявлено перевищення гранично допустимої концентрації важких металів (ГДК для свинцю (Pb) становить 0,3, кадмію (Cd) – 0,05, міді (Cu) – 5,0, цинку – (Zn) – 25,0 мг/кг).

Таблиця 5.2

Уміст токсичних елементів у зерні тритикале ярого за внесення добрив та мікробіологічного препарату Азотер (середнє за 2012 - 2014 рр.)

У міліграмах на кілограм

Варіант	Оберіг Харківський				Лосинівське			
	Pb	Cd	Cu	Zn	Pb	Cd	Cu	Zn
Контроль (без добрив)	0,04	0,03	4,58	6,97	0,05	0,04	4,56	6,97
Гній, 15 т/га	0,02	0,01	2,09	2,29	0,03	0,02	2,54	2,51
N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀	0,05	0,05	4,95	8,42	0,06	0,05	5,00	8,07
Гумінове добриво, 10 т/га	0,02	0,01	1,42	1,14	0,02	0,01	2,17	1,75
Гумінове добриво, 10 т/га + N ₅₀ P ₂₅ K ₆₀	0,03	0,02	3,43	4,55	0,03	0,03	3,46	4,34
Азотер, 10 л/га + N ₄₀	0,03	0,02	2,72	2,7	0,03	0,03	3,02	3,77
Гній, 5 т/га + Азотер, 10 л/га	0,02	0,01	1,43	1,01	0,02	0,01	2,88	1,58
Гній, 5 т/га + N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀ + Гумінове добриво, 5 т/га	0,03	0,02	4,22	5,83	0,04	0,04	3,95	5,72
НІР ₀₅	0,01	0,02	0,3	0,3	0,02	0,02	0,3	0,2
ГДК [55, 194]	0,3	0,05	5,0	25,0	0,3	0,05	5,0	25,0

Щодо накопичення у зерні свинцю та кадмію, то у обох сортів виявлено, що у варіантах за внесення 10 т/га гумінового добрива + N₅₀P₂₅K₆₀, по 5 т/га гною, гумінового добрива + N₇₅P₅₀K₉₀ та мікробіологічного препарату Азотер + N₄₀ спостерігали лише тенденція (найменшої суттєвої різниці не було виявлено) до зниження їх умісту. Так, уміст Pb та Cd у зерні тритикале ярого сорту Оберіг Харківський порівняно з контролем знизився на 0,01 мг/кг (Pb та Cd) у зерні – сорту Лосинівське – 0,01- 0,02 мг/кг (Pb) та

0,01 мг/кг (Cd). У контрольних варіантах уміст цих елементів становив : у сорту Оберіг Харківський – Pb – 0,04, Cd – 0,03 та сорту Лосинівське – Pb – 0,05, Cd – 0,04 мг/кг.

Протилежна тенденція була відмічена у варіанті з внесенням повної норми мінеральних добрив, де спостерігали тенденцію до зростання вмісту Pb на 0,01 і Cd – 0,02 мг/кг у зерні сорту Оберіг Харківський та Pb і Cd на 0,01 мг/кг – у сорту Лосинівське.

Найнижчий вміст свинцю і кадмію зафіксовано у варіантах із внесенням 10 т/га гумінового добрива та мікробіологічного препарату Азотер сумісно зі 5 т/га гною, де вміст цих елементів знизився порівняно з контролем на 0,02 мг/кг у зерні тритикале ярого сорту Оберіг Харківський та на 0,03 у сорту Лосинівське.

Практично не поступалось цим варіантам внесення 15 т/га гною, де вміст Pb знизився на 0,02 та 0,03 мг/кг і Cd на 0,02 мг/кг відповідно у зерні сорту Оберіг Харківський та Лосинівське.

Щодо накопичення у зерні міді та цинку, то у варіантах із внесенням гумінового добрива та мікробіологічного препарату Азотер спостерігали зменшення їх умісту. Зокрема, у зерні сорту Оберіг Харківський за використання гумінового добрива вміст Cu знизився на 0,36 – 3,16, Zn на 1,14 – 5,83 мг/кг, сорту Лосинівське – Cu на 0,61 – 2,39 та 1,25 – 5,22 мг/кг порівняно з контролем, де їх вміст становив : Оберіг Харківський – Cu – 4,58, Zn – 6,97 мг/кг, у сорту Лосинівське – Cu – 4,56 мг/кг, Zn – 6,97 мг/кг.

Застосування мікробіологічного препарату Азотер також забезпечило значне зниження вмісту цинку та міді в зерні тритикале ярого. Зокрема, у варіантах із його використанням спостерігали зменшення вмісту Cu на 1,86 - 3,15 та 1,54 – 1,68 мг/кг, Zn – 4,27 – 5,96 та 3,20 – 5,39 мг/кг відповідно у зерні сорту Оберіг Харківський та Лосинівське. Необхідно відміти, що максимально низький вміст цих елементів був зафіксований у варіанті з внесенням мікробіологічного препарату Азотер.

Відносно варіантів, де передбачали внесення традиційних добрив – повної норми мінеральних добрив ($N_{75}P_{50}K_{90}$) та 15 т/га гною, то тут

зафіксовано, що під впливом перших відбувається зростання вмісту міді і цинку, а других – зниження. Так, несення 15 т/га гною забезпечило, хоч дещо нижче, ніж за використання гумінового добрива та мікробіологічного препарату Азотер, однак суттєве зниження вмісту цих елементів : у зерні Оберіг Харківський вмісту Cu знизився порівняно з контролем на 2,49 та Zn на 4,68 мг/кг; сорту Лосинівське – на 2,02 і 4,46 мг/кг відповідно.

За використання мінеральних добрив відмічено максимально високі показники вмісту Cu – 4,85 та 5,0 мг/кг та Zn – 8,42 та 8,07 мг/кг відповідно у зерні тритикале сорту Оберіг Харківський та Лосинівське. Однак, необхідно зазначити, що у цих варіантах не було виявлено перевищень гранично допустимих концентрацій.

Для більш детального аналізу ефективності використання досліджуваних добрив та мікробіологічного препарату Азотер відносно транслокації важких металів у системі «грунт - рослина» були проведені розрахунки коефіцієнтів їх переходу.

На основі розрахунку коефіцієнта переходу елементів (співвідношення вмісту в рослині до вмісту рухомих форм у шарі ґрунту 0–20 см) встановлено, що інтенсивність переходу свинцю із ґрунту у зерно тритикале ярого сорту Оберіг Харківський коливалась у межах 0,03 – 0,07 та – у сорту Лосинівське – 0,03 – 0,06, кадмію – 0,14 – 0,36 та 0,11 – 0,33, міді – 10,21 – 23,10 та 11,42 – 14,71 одиниць відповідно (рис. 5.1 – 5.2).

Практично рівноцінними виявились варіанти за внесення 10 т/га гумінового добрива + $N_{50}P_{25}K_{60}$, + 5 т/га гною + 5 т/га гумінового добрива + $N_{75}P_{50}K_{90}$ та мікробіологічного препарату Азотер + N_{40} , де коефіцієнт переходу свинцю становив – 0,04 – 0,05, кадмію – 0,22 – 0,25 та 0,25 – 0,31, міді – 24,50 – 27,20 та 13,73 – 14,11, цинку – 13,0 - 16,19 та 9,92 – 12,71 відповідно за вирощування тритикале сорту Оберіг Харківський та Лосинівське.

Найнижчі коефіцієнти переходу важких металів із ґрунту у зерно були зафіксовані у варіантах за внесення 10 т/га гумінового добрива та мікробіологічного препарату Азотер зі 5 т/га гною, де їх значення становили

у сорту Оберіг Харківський – для свинцю – 0,03, кадмію – 0,13 – 0,14, міді – 10,21 – 11,83, цинку – 3,80 – 4,39, у сорту Лосинівське – 0,03, 0,11– 0,14, 11,42 – 11,52, 5,10 – 6,03 одиниць відповідно.

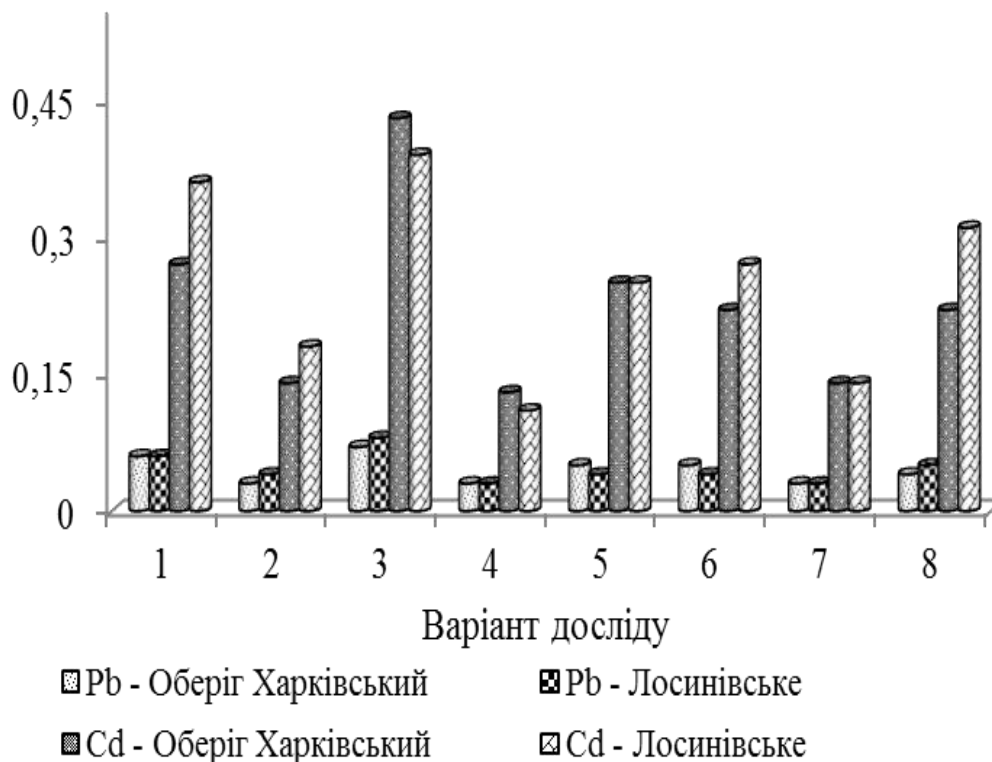


Рис. 5.1 Вплив добрив та мікробіологічного препарату Азотер на коефіцієнти переходу свинцю і кадмію з сірого лісового легкосуглинкового ґрунту в зерно тритикале ярого (середнє за 2012–2014 рр.)

1. Без добрив (контроль); 2. Гній, 15 т/га; 3. $N_{75}P_{50}K_{90}$; 4. Гумінове добриво, 10 т/га; 5. Гумінове добриво, 10 т/га + $N_{50}P_{25}K_{60}$; 6. Азотер + N_{40} ; 7. Азотер + Гній, 5 т/га; 8. Гній, 5 т/га + $N_{75}P_{50}K_{90}$ + Гумінове добриво, 5 т/га.

За використання традиційних добрив спостерігали наступну закономірність: внесення 15 т/га сприяло зниженню інтенсивності переходу токсичних елементів, відповідно коефіцієнт переходу свинцю становив 0,03, кадмію – 0,14 та 0,18, міді – 20,90 та 12,70, цинку – 8,81 та 7,17, а застосування повної норми мінеральних добрив (варіант 3) – навпаки сприяло зростанню коефіцієнтів за вирощування тритикале сорту Оберіг

Харківський : свинцю до 0,07, кадмію – 0,36, міді – 23,10, цинку – 18,30 та – сорту Лосинівське : свинцю до 0,08, кадмію – 0,33, цинку – 14,94 одиниць.

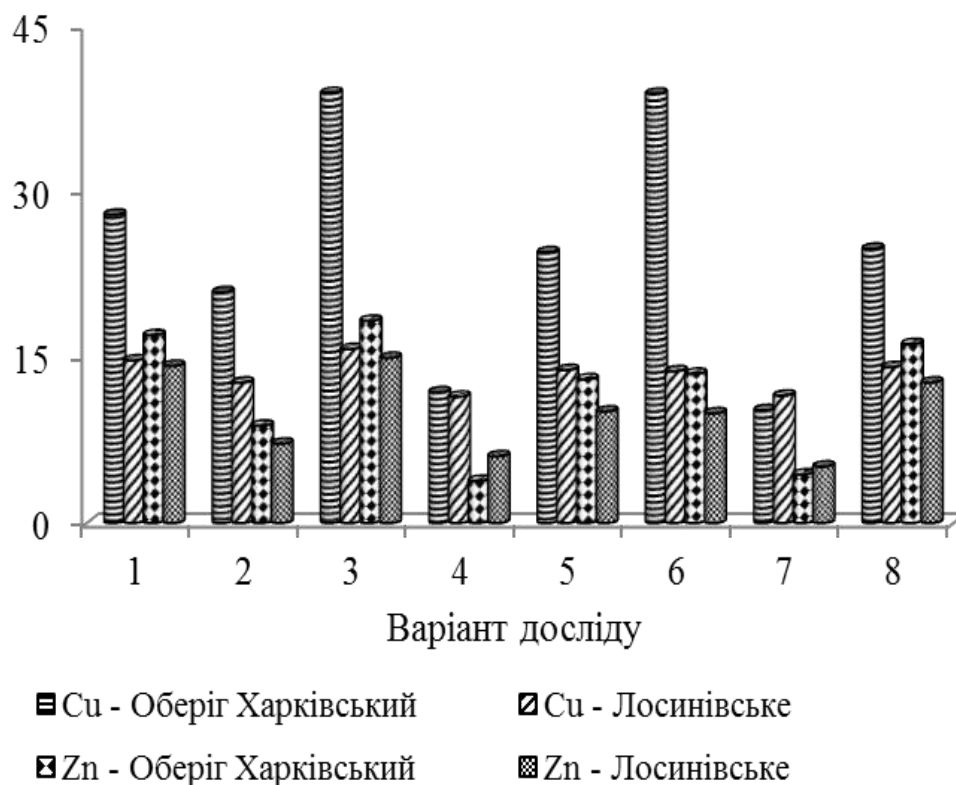


Рис. 5.1 Вплив добрив та мікробіологічного препарату Азотер на коефіцієнти переходу міді і цинку з сірого лісового легкосуглинкового ґрунту в зерно тритикале ярого (середнє за 2012–2014 рр.)

1. Без добрив (контроль); 2. Гній, 15 т/га; 3. $N_{75}P_{50}K_{90}$; 4. Гумінове добриво, 10 т/га; 5. Гумінове добриво, 10 т/га + $N_{50}P_{25}K_{60}$; 6. Азотер + N_{40} ; 7. Азотер + Гній, 5 т/га; 8. Гній, 5 т/га + $N_{75}P_{50}K_{90}$ + Гумінове добриво, 5 т/га.

Підсумовуючи вище наведені дані можна зробити висновок, що досліджувані добрива та мікробіологічний препарат Азотер забезпечують отримання продукції із екологічно безпечними показниками. Найбільш ефективними щодо зниження умісту металів-токсикантів виявились варіанти за використання 10 т/га гумінового добрива та препарату Азотер із 5 т/га гною, де коефіцієнти переходу свинцю становили 0,03, кадмію – 0,11 – 0,14, міді – 10,21 – 11,83, цинку – 3,80 – 6,03 одиниць (середнє по обох сортах тритикале ярого).

5.2. Екологічна оцінка рівнів удобрення тритикале ярого

На сучасному етапі розвитку суспільства основним повинно бути своєчасне уникнення можливих негативних ефектів від певної господарської діяльності, а не спостереження й констатація фактів погіршення стану довкілля. У галузі рослинництва досягти цього можна лише за умови превентивної оцінки вирощування сільськогосподарських культур, застосування яких може бути причиною зниження родючості ґрунтів, погіршення якості продукції, забруднення природних вод, знищення корисних видів флори й фауни. Отже, попередню оцінку систем удобрення сільськогосподарських культур доцільно проводити на стадії розробки та апробації перед широким впровадженням у виробництво. Це дозволить оцінити ступінь екологічної безпеки технологій, які пропонуються сільськогосподарським виробникам, а також уникнути негативного впливу на стан навколишнього природного середовища та здоров'я людей [147, 148].

Попередню оцінку технологій вирощування сільськогосподарських культур, а саме її екологічну експертизу, доцільно проводити на стадії розробки та апробації перед впровадженням у виробництво. Це забезпечить уникнення негативного впливу на стан навколишнього природного середовища та здоров'я людей, дозволить встановити ступінь екологічної небезпеки технологій, які пропонуються сільськогосподарським виробникам [146, 147].

Згідно методики Н. А. Макаренко та існуючими науково обґрунтованими показниками були підібрані оптимальні значення, агрохімічних властивостей сірих опідзолених легкосуглинкових ґрунтів та урожаю зерна тритикале ярого [55, 92, 99, 124, 131] для проведення розрахунків екологічної оцінки технологій удобрення.

Згідно характеристики сортів потенційна урожайність сорту Оберіг Харківський становить 3,52 т/га, а сорту Лосинівське – 4,19 т/га (табл. 5.3). За сприятливих умов дані у зерні цих сортів повинно накопичуватись білку 12,3 та 12,6 %, масою 1000 зерен – 43,0 та 43,6 г та з вмістом клейковини – 20,0 %, відповідно сорт Оберіг Харківський та сорт Лосинівське. зерно

тритикале ярого також відповідати наступним санітарно-гігієнічним показникам : вміст кадмію повинен бути не вище 0,05 мг/кг, свинцю – 0,3 мг/кг, цинку – 25,0 мг/кг, міді – 5,0 мг/кг та нітратів – 300,0 мг/кг.

Таблиця 5.3

Оптимальні показники зерна тритикале ярого

Показник	Сорт Оберіг Харківський	Сорт Лосинівське
врожайність, т/га	3,52	4,19
білок, %	12,3	12,6
маса 1000 зерен, г	43,0	43,6
клейковини, %	20,0	
свинець, мг/кг	0,3	
кадмій, мг/кг	0,05	
мідь, мг/кг	5,0	
цинк, мг/кг	25,0	
вміст нітрати, мг/кг	300,0	

Щодо агроекологічних властивостей ґрунту, то сірий лісовий легкосуглинковий ґрунт повинен відповідати наступним оптимальним показникам : $pH_{\text{сол.}}$ на рівні 6,0 одиниць, вміст рухомих форм азоту ($N-NH_4^+$ $N-NO_3$) – 35 мг/кг, фосфору (P_2O_5) – 150 мг/кг, калію (K_2O) – 170 мг/кг, гумусу – 1,6 мг/кг, а також вміст свинцю не повинен перевищувати 6,0 мг/кг, кадмію – 0,7 мг/кг, міді – 3,0 та цинку – 23,0 мг/кг ґрунту (табл. 5.4).

Таблиця 5.4

Оптимальні показники сірих лісових легкосуглинкових ґрунтів

Показник	Сорт Оберіг Харківський	Сорт Лосинівське
$pH_{\text{сол.}}$	6,0	
$N-NH_4^+$ $N-NO_3$, мг/кг	35	
P_2O_5 , мг/кг	150	
K_2O , мг/кг	170	
гумус, %	1,6	
свинець, мг/кг	6,0	
кадмій, мг/кг	0,7	
мідь, мг/кг	3,0	
цинк, мг/кг	23,0	

Проведені розрахунки екологічної експерти досліджуваних технологій вирощування тритикале ярого наведені в таблицях 5.6 – 5.6.

Аналіз показників екологічної оцінки свідчить, що досліджувані норми внесення добрив за використання мікробіологічного препарату Азотер в цілому є екологічно оптимальними і потребують лише вдосконалення окремі технологічні операції : загальна оцінка рівнів удобрення тритикале ярого сортів Оберіг Харківський та Лосинівське склала 2,6 бали. У контролі загальний показник екологічної оцінки був на рівні 2,1 – 2,2 бали.

З екологічної точки зору, варіанти за використання гумінового добрива були менш доцільними. В цілому ці технології були оцінені у 2,4 бали (за виключенням варіантів за внесення 10 т/га гумінового добрива самотійно та у комплексі із мінеральними формами $N_{50}P_{25}K_{60}$, де ЕО становила 2,5 бали), що свідчить проте, що дані рівні удобрення потребують перед впровадженням у виробництво істотного корегування.

Аналогічні результати були зафіксовані у варіанті, де вносили 15 т/га гною. За вирощування тритикале ярого ця норма органічного добрива також є екологічно мало ефективними, так як згідно розрахунків екологічна оцінка для сорту Оберіг Харківський становила 2,4 бали, а для сорту Лосинівське – 2,4 бали.

Відносно варіантів у яких використовували повну норму мінеральних добрив, то у різних сортів були виявлені неоднозначні результати. За вирощування тритикале ярого сорту Оберіг Харківський загальна екологічна оцінка становила 2,6 бали, тобто показник був на високому рівні. Щодо сорту Лосинівське, то у цьому варіанті ЕО склала 2,4 бали, що свідчить про дещо нижчу екологічну доцільність застосування добрив. Така неоднозначність пов'язана із різним рівнем оптимальних показників урожаю зерна : для сорту Оберіг Харківський становить 3,52 т/га, а сорту Лосинівське – 4,19 т/га.

Таблиця 5.5

Екологічна оцінка систем удобрення тритикале ярого сорту Оберіг Харківський (середнє за 2012 - 2014 рр.)

Ва- ріант	Показники родючості ґрунтів									Уро- жай- ність, т/га	Показники якості зерна							ЕО	
	pH _{сол.}	Гумус, %	NO ₃ +NH ₄ , мг/кг	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг	Pb, мг/кг	Cd, мг/кг	Cu, мг/кг	Zn, мг/кг		Маса 1000 зерен, г	Білок, %	Клейко- вина, %	Нітра-ти, мг/кг	Pb, мг/кг	Cd, мг/кг	Cu, мг/кг		Zn, мг/кг
1	<u>6,15</u> 3	<u>2,18</u> 3	<u>53,6</u> 3	<u>90,2</u> 0	<u>73,9</u> 0	<u>0,71</u> 3	<u>0,11</u> 3	<u>0,20</u> 3	<u>0,41</u> 3	<u>3,16</u> 1	<u>32,2</u> 1	<u>11,4</u> 1	<u>13,1</u> 0	<u>23</u> 3	<u>0,04</u> 3	<u>0,03</u> 3	<u>4,58</u> 3	<u>6,97</u> 3	2,2
2	<u>6,19</u> 3	<u>2,26</u> 3	<u>57,7</u> 3	<u>92,1</u> 0	<u>78,0</u> 0	<u>0,66</u> 3	<u>0,07</u> 3	<u>0,10</u> 3	<u>0,26</u> 3	<u>3,51</u> 2	<u>38,7</u> 2	<u>12</u> 2	<u>17,4</u> 1	<u>20</u> 3	<u>0,02</u> 3	<u>0,01</u> 3	<u>2,09</u> 3	<u>2,29</u> 3	2,4
3	<u>6,05</u> 3	<u>2,16</u> 3	<u>67,1</u> 3	<u>98,5</u> 0	<u>84,6</u> 0	<u>0,75</u> 3	<u>0,14</u> 3	<u>0,21</u> 3	<u>0,46</u> 3	<u>3,61</u> 3	<u>40,3</u> 2	<u>12,5</u> 3	<u>18,4</u> 2	<u>29</u> 3	<u>0,05</u> 3	<u>0,05</u> 3	<u>4,95</u> 3	<u>8,42</u> 3	2,6
4	<u>6,28</u> 3	<u>2,28</u> 3	<u>62,2</u> 3	<u>94,6</u> 0	<u>80,0</u> 0	<u>0,65</u> 3	<u>0,08</u> 3	<u>0,12</u> 3	<u>0,30</u> 3	<u>3,82</u> 3	<u>33,7</u> 1	<u>13,8</u> 3	<u>19,7</u> 2	<u>19</u> 3	<u>0,02</u> 3	<u>0,01</u> 3	<u>1,42</u> 3	<u>1,14</u> 3	2,5
5	<u>6,22</u> 3	<u>2,21</u> 3	<u>70,5</u> 3	<u>96,4</u> 0	<u>82,9</u> 0	<u>0,66</u> 3	<u>0,08</u> 3	<u>0,14</u> 3	<u>0,35</u> 3	<u>5,04</u> 3	<u>32,3</u> 1	<u>12,8</u> 3	<u>18,8</u> 2	<u>22</u> 3	<u>0,03</u> 3	<u>0,02</u> 3	<u>3,43</u> 3	<u>4,55</u> 3	2,5
6	<u>6,12</u> 3	<u>2,18</u> 3	<u>65,5</u> 3	<u>91,1</u> 0	<u>75,2</u> 0	<u>0,62</u> 3	<u>0,09</u> 3	<u>0,11</u> 3	<u>0,20</u> 3	<u>5,26</u> 3	<u>35,9</u> 1	<u>14,1</u> 3	<u>21,7</u> 3	<u>20</u> 3	<u>0,03</u> 3	<u>0,02</u> 3	<u>2,72</u> 3	<u>2,70</u> 3	2,6
7	<u>6,19</u> 3	<u>2,19</u> 3	<u>61,7</u> 3	<u>92,0</u> 0	<u>75,7</u> 0	<u>0,61</u> 3	<u>0,05</u> 3	<u>0,14</u> 3	<u>0,23</u> 3	<u>6,89</u> 3	<u>42,6</u> 2	<u>13,2</u> 3	<u>19,2</u> 2	<u>20</u> 3	<u>0,02</u> 3	<u>0,01</u> 3	<u>1,43</u> 3	<u>1,01</u> 3	2,6
8	<u>6,20</u> 3	<u>2,24</u> 3	<u>61,7</u> 3	<u>92,0</u> 0	<u>75,7</u> 0	<u>0,68</u> 3	<u>0,09</u> 3	<u>0,17</u> 3	<u>0,36</u> 3	<u>5,81</u> 3	<u>41,4</u> 2	<u>11,9</u> 2	<u>15,5</u> 1	<u>22</u> 3	<u>0,03</u> 3	<u>0,02</u> 3	<u>4,22</u> 3	<u>5,83</u> 3	2,4

Примітки: над рискою – значення показника, за яким проводиться оцінка; під рискою – бал, якому відповідає значення; 1. Без добрив (контроль); 2. Гній, 15 т/га; 3. N₇₅P₅₀K₉₀; 4. Гумінове добриво, 10 т/га; 5. Гумінове добриво, 10 т/га + N₅₀P₂₅K₆₀; 6. Азотер + N₄₀; 7. Азотер + Гній, 5 т/га; 8. Гній, 5 т/га + N₇₅P₅₀K₉₀ + Гумінове добриво, 5 т/га.

Таблиця 5.6

Екологічна оцінка систем удобрення тритикале ярого сорту Лосинівське (середнє за 2012 - 2014 рр.)

Ва- ріант	Показники родючості ґрунтів									Уро- жай- ність, т/га	Показники якості зерна							ЕО	
	pH _{сол.}	Гумус, %	NO ₃ +NH ₄ , мг/кг	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг	Pb, мг/кг	Cd, мг/кг	Cu, мг/кг	Zn, мг/кг		Маса 1000 зерен, г	Білок, %	Клейкови- на, %	Нітрати, мг/кг	Pb, мг/кг	Cd, мг/кг	Cu, мг/кг		Zn, мг/кг
1	<u>6,11</u> 3	<u>2,18</u> 3	<u>52,9</u> 3	<u>90,1</u> 0	<u>73,6</u> 0	<u>0,78</u> 3	<u>0,13</u> 3	<u>0,31</u> 3	<u>0,49</u> 3	<u>3,12</u> 0	<u>31,9</u> 1	<u>10,8</u> 1	<u>12,6</u> 0	<u>24</u> 3	<u>0,05</u> 3	<u>0,04</u> 3	<u>4,56</u> 3	<u>6,97</u> 3	2,1
2	<u>6,17</u> 3	<u>2,28</u> 3	<u>57,1</u> 3	<u>93,5</u> 0	<u>78,7</u> 0	<u>0,74</u> 3	<u>0,11</u> 3	<u>0,20</u> 3	<u>0,35</u> 3	<u>3,44</u> 1	<u>37,3</u> 2	<u>11,7</u> 2	<u>17,5</u> 1	<u>19</u> 3	<u>0,03</u> 3	<u>0,02</u> 3	<u>2,54</u> 3	<u>2,51</u> 3	2,3
3	<u>6,01</u> 3	<u>2,15</u> 3	<u>67,0</u> 3	<u>97,8</u> 0	<u>83,2</u> 0	<u>0,83</u> 3	<u>0,15</u> 3	<u>0,34</u> 3	<u>0,54</u> 3	<u>3,44</u> 1	<u>40,2</u> 2	<u>12,2</u> 2	<u>18,4</u> 2	<u>28</u> 3	<u>0,05</u> 3	<u>0,05</u> 3	<u>5,00</u> 3	<u>8,07</u> 3	2,4
4	<u>6,26</u> 3	<u>2,31</u> 3	<u>61,1</u> 3	<u>93,3</u> 0	<u>80,7</u> 0	<u>0,69</u> 3	<u>0,09</u> 3	<u>0,19</u> 3	<u>0,29</u> 3	<u>3,92</u> 2	<u>32,0</u> 0	<u>13,6</u> 3	<u>19,7</u> 2	<u>19</u> 3	<u>0,02</u> 3	<u>0,01</u> 3	<u>2,17</u> 3	<u>1,75</u> 3	2,4
5	<u>6,24</u> 3	<u>2,29</u> 3	<u>70,0</u> 3	<u>95,5</u> 0	<u>84,9</u> 0	<u>0,73</u> 3	<u>0,12</u> 3	<u>0,25</u> 3	<u>0,43</u> 3	<u>4,89</u> 3	<u>31,4</u> 0	<u>12,4</u> 2	<u>18,6</u> 2	<u>23</u> 3	<u>0,03</u> 3	<u>0,03</u> 3	<u>3,46</u> 3	<u>4,34</u> 3	2,4
6	<u>6,18</u> 3	<u>2,19</u> 3	<u>64,7</u> 3	<u>90,9</u> 0	<u>75,2</u> 0	<u>0,073</u> 3	<u>0,113</u> 3	<u>0,22</u> 3	<u>0,38</u> 3	<u>5,04</u> 3	<u>34,4</u> 1	<u>14,0</u> 3	<u>21,1</u> 3	<u>20</u> 3	<u>0,03</u> 3	<u>0,03</u> 3	<u>3,02</u> 3	<u>3,77</u> 3	2,6
7	<u>6,20</u> 3	<u>2,20</u> 3	<u>62,1</u> 3	<u>92,3</u> 0	<u>77,0</u> 0	<u>0,67</u> 3	<u>0,07</u> 3	<u>0,25</u> 3	<u>0,31</u> 3	<u>6,78</u> 3	<u>41,8</u> 2	<u>12,9</u> 3	<u>19,3</u> 2	<u>19</u> 3	<u>0,02</u> 3	<u>0,01</u> 3	<u>2,88</u> 3	<u>1,58</u> 3	2,6
8	<u>6,22</u> 3	<u>2,24</u> 3	<u>73,9</u> 3	<u>99,6</u> 0	<u>87,6</u> 0	<u>0,75</u> 3	<u>0,13</u> 3	<u>0,28</u> 3	<u>0,45</u> 3	<u>5,77</u> 3	<u>39,1</u> 1	<u>11,7</u> 2	<u>15,3</u> 1	<u>24</u> 3	<u>0,04</u> 3	<u>0,04</u> 3	<u>3,95</u> 3	<u>5,72</u> 3	2,4

Примітки: над рискою – значення показника, за яким проводиться оцінка; під рискою – бал, якому відповідає значення; 1. Без добрив (контроль); 2. Гній, 15 т/га; 3. N₇₅P₅₀K₉₀; 4. Гумінове добриво, 10 т/га; 5. Гумінове добриво, 10 т/га + N₅₀P₂₅K₆₀; 6. Азотер + N₄₀; 7. Азотер + Гній, 5 т/га; 8. Гній, 5 т/га + N₇₅P₅₀K₉₀ + Гумінове добриво, 5 т/га.

Для вияснення причин низької екологічної оцінки удобрення тритикале ярого за окремими варіантами був проведений детальний аналіз окремих груп показників. Результати розрахунків засвідчили, що суттєвого удосконалення рівнів удобрення потребує застосування добрив тамікробіологічного препарату Азотер за показниками родючості ґрунту. Так, у всіх варіантах відмічено недостатній вміст рухомих сполук фосфору та калію, що було нижче еталонного зразка більш як на 25 %, тобто небезпечним (0 балів). У зв'язку з цим екологічна оцінка за агрохімічними показниками була на рівні 2,3 бали.

Відносно показників величини та якості врожаю, то досліджуванні рівні удобрення тритикале ярого суттєво відрізнялись між собою. Найнижчий бал зафіксовано у контролі : за вирощування сорту Оберіг Харківський ЕО становила 2,0, сорту Лосинівське – 1,9 бали.

За внесення 15 т/га гною спостерігали зростання показника екологічної оцінки до 2,3 – 2,4 бали, що однак свідчило про недосконалість даної технології та необхідного їй суттєвого доопрацювання.

Досить ефективним у цьому питанні виявилось удобрення тритикале сорту Оберіг Харківський за використання повної норми мінеральних добрив, гумінового добрива та мікробіологічного препарату Азотер, де екологічна оцінка за кількісними і якісними показниками врожаю коливалась у межах 2,6 – 2,8 бали. Необхідно зазначити, що у варіантах із застосуванням мікробіологічного препарату Азотер спостерігали максимальні значення. Щодо сорту Лосинівське, то тільки за внесення мікробіологічного препарату Азотер було отримано екологічну оцінку на рівні 2,8 бали, що відповідно свідчило про максимальну досконалість серед усіх досліджуваних варіантів.

Слід зазначити, що в цілому за використання гумінового добрива та мікробіологічно препарату Азотер за кількісними показниками врожаю спостерігали показники на рівні, або й вище оптимальних. Відносно якісних показників зерна тритикале ярого, то досліджувані системи удобрення

вирощування перебували у групі мало- та помірнонебезпечних рівнів (відхилення від еталону менше ніж 10% та не більше 25 %). На нашу думку, це частково зумовлено недосконалістю оптимізації систем удобрення за фосфорним і калійним режимами та погодними умовами у роки досліджень (спостерігали нерівномірність випадання атмосферних опадів).

Підсумовуючи результати досліджень та розрахунків відносно екологічної доцільності застосування мікробіологічного препарату Азотер та гумінового добрива можна зробити висновок, що ці засоби забезпечують отриманню екологічно безпечної продукції – зерна тритикале ярого, шляхом зниження коефіцієнтів переходу важких металів з ґрунту у вирощену продукцію. Найбільш ефективними щодо зниження умісту металів-токсикантів під час вирощування тритикале обох сортів виявились варіанти за використання 10 т/га гумінового добрива та препарату Азотер із 5 т/га гною, де коефіцієнти переходу свинцю із ґрунту у зерно становили 0,03, кадмію – 0,11 – 0,14, міді – 10,21 – 11,83, цинку – 3,80 – 6,03 одиниць.

Зниження переходу важких металів із ґрунту у вирощену продукцію (зерно) за використання органічних добрив та мікробіологічного препарату Азотер, в першу чергу, пов'язано із переходом їх у недоступні для рослин форми. Зокрема, використання цих видів добрив сприяє зниженню кислотності ґрунту на 0,02 - 0,07 одиниць, а як відомо це призводить до заміни складу поглинутих катіонів у твердій фазі ґрунту, де H^+ значною мірою заміщається кальцієм (уміст CaO у гуміновому добриві – 8,3 %), завдяки чому відбувалися нейтралізація середовища та утворення колоїдів гідрооксидів важких металів [118]. Крім цього, у цих варіантах у результаті безпосереднього внесення добрив та активізації мікробіологічних процесів відбувається активніше засвоєння рослинами тритикале ярого макро- та мікроелементів (Mg, Mn, Zn, Cu, B, P, K, Fe) [63, 157].

Відносно екологічної оцінки, то розрахунки свідчать, що вирощування тритикале ярого за використання гумінового добрива та мікробіологічного

препарату Азотер в загалом є екологічно оптимальними або близьким до даного показника – загальна оцінка даних рівнів удобрення склала 2,4 – 2,6 бали.

Розрахунки засвідчили, що корегування системи удобрення потребують саме за показниками родючості ґрунту. Таке явище зумовлене тим, що ґрунт до закладки досліду характеризувався середнім вмістом за фосфором (уміст рухомих форм фосору в орному шарі ґрунту був на рівні 99,8 мг/кг) і невисоким вмістом фосфору та калію у гуміновому добриві (вміст фосфору – 0,28 %, калію – 0,45 %). У зв'язку з цим за впровадження цих рівнів удобрення необхідно передбачити додаткові заходи щодо поліпшення фосфорного та калійного режимів сірого лісового легкосуглинкового ґрунту, тобто додаткове внесення фосфорних та калійних добрив.

Найбільш доцільним, з екологічної точки зору, є застосування за вирощуванні тритикале ярого, в умовах Західного Лісостепу України, мікробіологічного препарату Азотер як разом із «стартовою» дозою азотних добрив, так з 5 т/га гною, що забезпечує показник ЕО на рівні 2,6 бали для обох сортів.

Результати досліджень, що викладені у цьому розділі опубліковано в роботі [30].

РОЗДІЛ 6

БІОЕНЕРГЕТИЧНА ТА ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕКОЛОГІЗОВАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ТРИТИКАЛЕ ЯРОГО

6.1 Біоенергетична ефективність біологізації систем удобрення тритикале ярого

Відомі методи оцінки ефективності виробництва різних видів продуктів за такими показниками як витрати праці, загальні витрати, та рентабельність недостатні і в низці випадків об'єктивно не відповідають співвідношенню витрат до їх споживчих якостей [48, 148]. Більшою мірою таке положення відноситься до застосування нових видів продуктів. Рентабельність їх у значній мірі визначається кон'юнктурою ринку, а не рівнем розвитку технологій і технічних засобів для їх здійснення. Показники, які використовуються для оцінки ефективності застосування нових видів удобрюючих засобів можуть коливатися в широких межах у залежності від політики ціноутворення і не дозволяють встановити фактичні витрати [34, 161]. У зв'язку з цим для більш детальної оцінки технологій використання добрив доцільним є розрахунок енергетичної їх ефективності.

Біоенергетична оцінка передбачає визначення відношення енергії, яка акумулюється в урожаї сільськогосподарських культур в процесі фотосинтезу і загальних витрат енергії, яка витрачається на виробництво продукції рослинництва. Енергетичний еквівалент усіх видів витрат виражається у калоріях або джоулях. Це дає можливість усі види праці й матеріально-технічних засобів привести до єдиного показника й визначити активну частину кожного виду витрат у технологічному процесі й формуванні врожаю [148].

Враховуючи факт, що обидва сорти тритикале ярого вирощували за ідентичними технологіями, то витрати енергії на основні та оборотні засоби виробництва, трудові ресурси, паливо-мастильні матеріали у них будуть однакові (табл. 6.1 – 6.3).

Таблиця 6.1

Витрати сукупної енергії на основні засоби виробництва (середнє за 2012 - 2014 рр.)

Технологічна операція	Трактор і с.-г. машина		Маса, кг	Загальна маса, кг	Продуктивність агрегату, га, т, кг/год	Час роботи, год/га	Результати розрахунків		
	марка	Кількість					кг/год	Енергетичний еквівалент, МДж	Витрати енергії, МДж
Оранка на зяб на глибину 20-22 см	МТЗ-80	1	3160	3160	0,67	1,49	4708,4	0,0243	114,4
	ПЛН-3-35	1	522	522			777,8	0,036	28,0
Ранньовесняне боронування	Т-150	1	6975	6975	14,19	0,07	488,3	0,0243	11,9
	СГ-21	1	1800	1800			126,0	0,08	10,1
	БЗСС-1,0	21	35	735			51,5	0,08	4,1
Передпосівна культивування (глиб. 5-6 см)	Т-150	1	6975	6975	3,61	0,28	1953,0	0,0243	47,5
	С-11У	1	700	700			196,0	0,08	15,7
	КПСп-4,0	2	969	1938			542,6	0,051	27,7
Сівба звичайним рядковим способом (норма висіву 5 млн. шт./га (200 кг/га).	Т-150	1	6975	6975	5,50	0,18	1255,5	0,0243	30,5
	СП-11	1	915	915			164,7	0,08	13,2
	СЗ-5,4	2	2050	4100			738,0	0,107	79,0
Коткування посівів	ЮМЗ-6Л	1	3147	3147	4,87	0,21	660,9	0,0243	16,1
	С-11У	1	700	700			147,0	0,08	11,8
	ЗККШ-6А	3	1835	5505			1156,1	0,102	117,9
Підвезення води	МТЗ-80	1	3160	3160	2,85	0,35	1106,0	0,0243	26,9
	АПЖ-12	1	3960	3960			1386,0	0,246	341,0
Внесення засобів захисту	МТЗ-80	1	3160	3160	2,71	0,37	1169,2	0,0243	28,4
	ОП-2000	1	1530	1530			566,1	0,246	139,3
Пряме комбайнування	КЗС-9-1	1	9060	9060	1,94	0,51	4620,6	0,151	697,7
Транспортування подрібненої соломи	ЮМЗ-6Л	1	3147	3147	1,77	0,56	1762,3	0,0243	42,8
	ПТС-40	1	1700	1700			952,0	0,0263	25,0
Скиртування подрібненої соломи	ЮМЗ-6Л	1	3147	3147	3,57	0,28	881,2	0,0243	21,4
	ПФ-0,5	1	990	990			277,2	0,046	12,8
Всього									1862,9

Під час розрахунків витрат енергії на основні засоби виробництва враховували наступні технологічні операції: оранка, боронування, культивування, посів, коткування, підвезення води (для обприскування посівів проти хвороб), внесення фунгіцидів, комбайнування, подрібнення та скиртування соломи, що в загальному склало 1862,9 МДж або 1,86 ГДж.

Таблиця 6.2

Витрати сукупної енергії на паливо-мастильні матеріали

(середнє за 2012 - 2014 рр.)

Марка трактора (автомобіля)	Час роботи, год./га	Потужність двигуна, к.с.	Питома витрата палива на 1 к.с., кг/год	Загальна витрата палива, кг/га	Енергетичний еквівалент, МДж	Витрати сукупної енергії, МДж
МТЗ-80	2,21	75	0,185	30,7	54,4	3345,6
Т-150	0,53	150		5,9		
ЮМЗ-6Л	1,05	60		11,7		
КЗС-9-1 Славутич	0,51	140		13,2		
Всього				61,5		

У технологічних операціях за вирощування тритикале ярого використовували наступні марки техніки: МТЗ-80, Т-150, ЮМЗ-6Л, КЗС-9-1 Славутич. Враховуючи їх час роботи, потужність двигуна, питому витрату палива та енергетичний еквівалент (54,4 МДж) було встановлено, що загальні витрати енергії на паливні та мастильні матеріали у середньому за роки досліджень становили 3345,6 МДж або 3,45 ГДж.

Користуючись технологічною картою вирощування тритикале ярого [206], були встановлені категорії робітників, які беруть участь у цьому процесі та підраховані їх витрати праці.

Враховуючи енергетичний еквівалент для кожної категорії були розраховані витрати енергії на трудові ресурси, які в загальному склали 0,1454 ГДж.

Таблиця 6.3

**Витрати сукупної енергії на трудові ресурси
(середнє за 2012 – 2014 рр.)**

Категорії працівників	Витрати праці, люд.год./га	Енергетичний еквівалент, ГДж/люд.год	Витрати сукупної енергії, ГДж
Трактористи	1,26	0,06	0,0756
Ремонтники	0,32	0,04	0,0128
Електрооператори	0,37	0,06	0,0222
Інші робітники	1,16	0,03	0,0348
Всього			0,1454

Витрати сукупної енергії на оборотні засоби виробництва (добрива, мікробіологічний препарат, вода, насіння, фунгіцид) розраховували для кожного варіанту досліду окремо (табл. 6.4).

Підрахунки показали, що ця стаття витрат була найенергоємнішою, яка склала від 41,5 до 74,3 % від загальних енергозатрат для виробництва продукції. Найнижчий рівень затрат (3,8 МДж/га) був зафіксований на варіанті без внесення добрив і препарату (варіант 1), а максимальний (15,46 МДж/га) – за комплексного застосування органічних та мінеральних добрив (5 т/га гною + N₇₅P₅₀K₉₀ + 5 т/га гумінового добрива). Необхідно відміти, що основна частка витрат на оборотні засоби виробництва припадала саме на добрива (31,8 - 75,5 %).

Враховуючи всі витрати енергії для виробництва продукції у кожному варіанті досліду можна зробити висновок, що найенергозатратнішим було внесення по 5 т/га гною із мінеральними добривами, де вони склали 20,82 ГДж/га. У варіантах із внесенням 10 т/га гумінового добрива окремо та у комплексі з мінеральними добривами показник витрат сукупної енергії коливався у межах 12,51 – 17,66 ГДж/га. За використання мікробіологічного препарату Азотер зі «стартовою» дозою азоту (N₄₀) та 5 т/га гною показник був на рівні 16,27 – 19,10 ГДж/га.

Таблиця 6.4

**Витрати сукупної енергії на оборотні засоби виробництва
(середнє за 2012 - 2014 рр.)**

у Мегаджоулях на гектар

Варіант	Добрива		Мікро-біологічний препарат	Вода	Посадковий матеріал	Пестициди	Всього
	органічні	мінеральні					
Контроль (без добрив)	-	-	-	0,00063	3,74	0,05452	3,80
Гній, 15 т/га	6,3	-	-	0,00063	3,74	0,05452	10,10
N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀	-	7,887	-	0,00063	3,74	0,05452	11,68
Гумінове добриво, 10 т/га	3,36	-	-	0,00063	3,74	0,05452	7,16
Гумінове добриво, 10 т/га + N ₅₀ P ₂₅ K ₆₀	3,36	5,153	-	0,00063	3,74	0,05452	12,31
Азотер, 10 л/га + N ₄₀	-	3,472	3,65	0,00126	3,74	0,05452	10,92
Гній, 5 т/га+ Азотер, 10 л/га	6,3	-	3,65	0,00126	3,74	0,05452	13,75
Гній, 5 т/га + N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀ + Гумінове добриво, 5 т/га	3,78	7,887	-	0,00063	3,74	0,05452	15,46

Щодо енергії, накопиченої у зерні тритикале ярого (табл. 6.5), то даний показник значно варіював у сортів, що було пов'язано з різним рівнем урожаю. У сорту Оберіг Харківський вміст енергії в урожаї був у межах 52,48 – 114,42, а у сорту Лосинівське – 51,81 – 112,59 ГДж/га. Найменша кількість енергії була накопичена в продукції у контрольному варіанті, де вміст її в зерні становив 51,81 – 52,48 ГДж/га залежно від сорту.

За використання гумінового добрива вміст енергії, накопиченої в зерні тритикале, коливався у сорту Оберіг Харківський в межах 63,44 – 96,48, а у сорту Лосинівське – 65,10 – 95,82 ГДж/га. Найвищий показник у цьому випадку спостерігали на варіанті з внесенням по 5 т/га гумінового добрива і гною в комплексі з мінеральними добривами.

Відносно мікробіологічного препарату Азотер, то у варіантах із його застосуванням відмічено максимально високі рівні енергії в зерні. Так, за

використання його зі «стартовою» дозою азотних добрив (N_{40}) у сорту Оберіг Харківський вміст енергії становив 87,35, сорту Лосинівське – 83,70 Гдж/га, а на фоні 5 т/га гною – 114,42 та 112,59 Гдж/га відповідно.

Таблиця 6.5

**Біоенергетична ефективність застосування мікробіологічного препарату
Азотер та гумінового добрива за вирощування тритикале ярого
(середнє за 2012 – 2014 рр.)**

Варіант	Вміст енергії в урожаї, ГДж/га		Витрати сукупної енергії на виробництво, ГДж/га	Коефіцієнт біоенергетичної ефективності	
	Оберіг Харківський	Лосинівське		Оберіг Харківський	Лосинівське
Контроль (без добрив)	52,48	51,81	9,15	5,7	5,7
Гній, 15 т/га	58,29	57,13	15,45	3,8	3,7
$N_{75}P_{50}K_{90}$	59,95	57,13	17,04	3,5	3,4
Гумінове добриво, 10 т/га	63,44	65,10	12,51	5,1	5,2
Гумінове добриво, 10 т/га + $N_{50}P_{25}K_{60}$	83,70	81,21	17,66	4,7	4,6
Азотер, 10 л/га + N_{40}	87,35	83,70	16,27	5,4	5,1
Гній, 5 т/га + Азотер, 10 л/га	114,42	112,59	19,10	6,0	5,9
Гній, 5 т/га + $N_{75}P_{50}K_{90}$ + Гумінове добриво, 5 т/га	96,48	95,82	20,82	4,6	4,6

Проведені розрахунки біоенергетичної ефективності вирощування тритикале ярого показали, що всі досліджувані технології ярого є ефективними. Коефіцієнт біоенергетичної ефективності у сорту Оберіг Харківський був на рівні 3,8 – 6,0, а сорту Лосинівське – 3,4 – 5,9. Найефективніший у цьому відношенні виявився варіант за використання мікробіологічного препарату, де коефіцієнт біоенергетичної ефективності у варіанті із азотними добривами становив 5,1 – 5,4, а із 5 т/га гною – 5,9 – 6,0, залежно від сорту.

6.2 Економічна ефективність біологізації систем удобрення тритикале ярого

За ринкових умов ведення господарювання важливого значення набуває отримання високої прибутковості за оптимальних витратах на виробництво сільськогосподарської продукції. У вирішенні цієї проблеми суттєве значення мають технологічні елементи вирощування польових культур [208].

Останнім часом у технологічному процесі вирощування культурних рослин значну увагу зосереджують на використанні мікробіологічних засобів. Так, застосування препаратів покращує живлення рослин, сприяє кращому засвоєнню азоту з повітря, що позначається на врожайності культур та якості продукції. При цьому численні дослідження свідчать, що у вирішенні низки економічних, екологічних і природозахисних проблем, що виникають під час вирощування рослин, вони мають важливе значення, та як дозволяють мінімізувати застосування хімічних засобів захисту рослин, зменшити дозу мінеральних добрив за підвищення коефіцієнтів використання діючої речовини [29, 31, 32].

Під час вивчення дії біологічних препаратів найбільша увага, як правило, приділяється приросту врожаю. За даними багатьох дослідників, найбільший ефект від застосування біопрепаратів спостерігається, в основному, за внесення помірних норм мінеральних добрив і складає в середньому 10 – 15 % і більше приросту врожаю [221]. Однак, не менш важливо знати наскільки окупається застосування мікробіологічних препаратів порівняно наприклад, із використанням мінеральних добрив.

Економічні аспекти обґрунтування доцільності й ефективності застосування мікробіологічних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур досліджує значна кількість учених-економістів В.А. Бардаков, Д.В. Крутила, Л.Ю. Кучер, О.В. Пиріг, V. Nzouveleka, С. Pantzios, N. Chekaev, A. Kuznetsov та інші. Крім того,

враховуючи екологічну чистоту цих продуктів все більшої актуальності набуває їх використання під час ведення екологічного землеробства.

Тому, за розробки ресурсощадних технологій вирощування культур необхідно проводити економічний аналіз.

Розрахунки економічної оцінки біологізації систем удобрення тритикале ярого наведено у таблиці 6.6.

Під час визначення економічної ефективності внесення добрив та мікробіологічного препарату Азотер за вирощування тритикале ярого вартість продукції, добрив та технологічних операцій розраховувались за цінами 2015 року, зокрема реалізаційна ціна зерна тритикале ярого – 2800 грн/т, гною – 350 грн/т, гумінового добрива – 1000 грн/т, препарату Азотер – 150 грн/л, аміачної селітри – 8200 грн/т, суперфосфату – 6000 грн/т, калімагnezії – 7000 грн/т.

Основними статтями витрат, які передбачали у розрахунках були: вартість добрив та мікробіологічного препарату Азотер, витрати на транспортування, змішування внесення добрив та мікробіологічного препарату та витрати пов'язані із доглядом і збором додаткової продукції.

Проведені розрахунки економічної ефективності показали, що за вирощування тритикале ярого основна частка витрат (47,6 – 80,4 %) припадає на вартість удобрюючих засобів. Так, за використання 15 т/га гною витрати на добриво від загальної їх кількості, склали 50,0 – 50,2 %, мінеральних добрив ($N_{75}P_{50}K_{90}$) – 75,7 – 76,5 %, 10 т/га гумінового добрива – 78,7 – 78,9 %, 10 т/га гумінового в комплексі із мінеральними добривами ($N_{50}P_{25}K_{60}$) – 80,1 – 80,4 %, 10 л/га препарату Азотер із азотним добривом (N_{40}) – 50,8 – 51,8 % 10 л/га препарату Азотер із 5 т/га гною – 47,6 – 48,0 %, по 5 т/га гною та гумінового добрива із мінеральними ($N_{75}P_{50}K_{90}$) – 76,8 відсотків.

Таблиця 6.6

Економічна ефективність біологізації систем удобрення тритикале ярого (середнє за 2012 – 2014 рр.)

Варіант	Врожайність, т/га	Вартість врожаю, грн/га	Витрати, грн/га	Умовно чистий дохід, грн/га	Собівартість 1 т, грн.	Окупність, грн.	Рівень рентабельності, %
<i>сорт Оберіг Харківський</i>							
Контроль	3,16	8848	1422,0	7426,0	450,0	-	-
Гній, 15 т/га	3,51	9828	6004,5	3823,5	1710,7	0,64	63,7
N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀	3,61	10108	7312,7	2795,3	2025,7	0,38	38,2
Гумінове добриво, 10 т/га	3,82	10696	12669,0	-	3316,5	-	-
Гумінове добриво, 10 т/га + N ₅₀ P ₂₅ K ₆₀	5,04	14112	16663,0	-	3306,2	-	-
Азотер, 10 л/га + N ₄₀	5,26	14728	4826,7	9901,3	917,6	2,05	205,1
Гній, 5 т/га + Азотер, 10 л/га	6,89	19292	6825,5	12466,5	990,6	1,83	182,6
Гній, 5 т/га + N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀ + Гумінове добриво, 5 т/га	5,81	16268	16002,7	265,3	2754,3	0,02	1,7
<i>сорт Лосинівське</i>							
Контроль	3,12	8736	1404,0	7332,0	450,0	-	-
Гній, 15 т/га	3,44	9632	5973,0	3659,0	1736,3	0,61	61,3
N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀	3,44	9632	7236,2	2395,8	2103,5	0,33	33,1
Гумінове добриво, 10 т/га	3,92	10976	12714,0	-	3243,4	-	-
Гумінове добриво, 10 т/га + N ₅₀ P ₂₅ K ₆₀	4,89	13692	16595,5	-	3393,8	-	-
Азотер, 10 л/га + N ₄₀	5,04	14112	4727,7	9384,3	938,0	1,98	198,5
Гній, 5 т/га + Азотер, 10 л/га	6,78	18984	6776,0	12208,0	999,4	1,80	180,2
Гній, 5 т/га + N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀ + Гумінове добриво, 5 т/га	5,77	16156	15984,7	171,3	2770,3	0,01	1,1

Загальний обрахунок економічної ефективності досліджуваних систем удобрення тритикале ярого показав, що умовно чистий прибуток коливався в межах 265,3 – 12466,5 грн/га за вирощування сорту Оберіг Харківський та 171,3 – 12208,0 грн/га – сорту Лосинівське. Слід зазначити, що у варіантах зі внесенням 10 т/га гумінового добрива та 10 т/га гумінового добрива з мінеральними добривами ($N_{75}P_{50}K_{90}$) прибутку не було отримано.

У цілому собівартість продукції за використання добрив та мікробіологічного препарату Азотер (Азотер, 10 л/га + N_{40} та 5 т/га гною + Азотер, 10 л/га) коливалась у межах 990,6 – 3316,5 та 938,0 – 3393,8 грн. за тонну зерна відповідно за вирощування тритикале ярого сорту Оберіг Харківський та Лосинівське. На контролі собівартість склала 450 грн/т для обох сортів

Розрахунки окупності витрат на застосування досліджуваних добрив та мікробіологічного препарату Азотер показали, що найвищу окупність (однієї гривні додаткових витрат) зафіксовано за використанням мікробіологічного препарату Азотер. Так, у варіанті з «стартовою» дозою азоту окупність становила 2,05 та 1,98, а на фоні 5 т/га гною – 1,83 та 1,80 грн/грн відповідно за вирощування тритикале ярого сорту Оберіг Харківський та Лосинівське. Рентабельність відповідно у цих варіантах коливалась в межах 180,2 – 205,1 відсотка.

Не високий показник окупності був відмічений за використання 15 т/га гною та повної норми мінеральних добрив ($N_{75}P_{50}K_{90}$), який за вирощування сорту Оберіг Харківський становив 0,38 – 0,64 грн/грн та сорту Лосинівське 0,33 – 0,61 грн/грн.

Відносно варіантів, де вносили гумінове добриво, то лише за застосування його у нормі 5 т/га сумісно з 5 т/га гною та $N_{75}P_{50}K_{90}$ зафіксовано показник окупності, однак його значення було досить низьким – 0,01 – 0,02 грн/грн.

Необхідно зазначити, що така низька окупність, а у деяких варіантах і відсутність її за використання добрив зумовлена значним підвищенням цін на

них у 2015 році (вартість мінеральних добрив зросла у порівнянні із 2013 роком у приблизно на 200 %) та незначним – на зерно тритикале ярого (на 35 – 45 %).

Підсумовуючи результати економічної та енергетичної оцінок досліджуваних систем удобрення тритикале ярого можна зробити висновок, що у відносно першої, то ефективним є використання як гумінового добрива, так і мікробіологічного препарату Азотер, що забезпечили за вирощування сорту Оберіг Харківський показник біоенергетичної ефективності на рівні 4,6 – 6,0, а сорту Лосинівське – 4,6 – 5,9 одиниць.

Щодо економічної оцінки, то ефективними виявились варіанти лише за внесення мікробіологічно препарату Азотер із «стартовою» дозою азотних добрив та 5 т/га гною. Так, залежно від сорту рівень рентабельності коливався в межах 180,2 – 205,1 %, що вказує також на те, що дані технології вирощування є ресурсо -і енергоощадними.

Результати досліджень, що викладені у цьому розділі опубліковано в роботі [136].

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення спеціальної літератури і нові підходи до вирішення актуальної наукової проблеми покращення екологічного стану агроєкосистем за допомогою біологізації систем удобрення в агроценозі тритикале ярого завдяки застосуванню екологічно безпечних гумінових добрив та мікробіологічного препарату Азотер на сірому лісовому легкосуглинковому ґрунті в умовах Західного Лісостепу України, що забезпечує зростання біопродуктивності та покращення якості продукції.

1. Розроблено еколого безпечні рівні удобрення тритикале ярого, які забезпечують отримання високоякісної та екологічної продукції за внесення: гумінового добрива у нормі 10 т/га в комплексі з мінеральними добривами ($N_{50}P_{25}K_{60}$), або 5 т/га разом із мінеральними добривами ($N_{75}P_{50}K_{90}$) та 5 т/га гною; мікробіологічного препарату Азотер у нормі 10 л/га разом зі «стартовою» дозою азоту (N_{40}), або на фоні 15 т/га гною.

2. Встановлено, що використання гумінового добрива та мікробіологічного препарату є екологічно безпечним заходом – у жодному варіанті не зафіксовано перевищень гранично допустимих концентрацій вмісту важких металів. Зокрема у орному шарі ґрунту вміст переходу свинцю коливався в межах 0,61 – 0,75, кадмію – 0,05 – 0,13, міді – 0,11 – 0,28 та 11,42 – 11,52 та цинку – 0,20 – 0,45 мг/кг ґрунту, а у зерні – 0,02 – 0,04, 0,01 – 0,04, 1,42 – 4,22 та 1,01 – 5,83 мг/кг відповідно.

3. Розраховано, що найефективнішим щодо зниження вмісту металів-токсикантів виявились варіанти за внесення 10 т/га гумінового добрива та препарату Азотер із 5 т/га гною. За їх унесення коефіцієнти переходу свинцю становили 0,03, кадмію – 0,13 – 0,14 та 0,11 – 0,14, міді – 10,21 – 11,83 та 11,42 – 11,52, цинку – 3,80 – 4,39 та 5,10 – 6,03 одиниць відповідно за вирощування тритикале ярого сорту Оберіг Харківський та Лосинівське.

4. Встановлено, що застосування 5 – 10 т/га гумінового добрива окремо, в комплексі з мінеральними добривами та додатково із гноєм у нормі 5 т/га забезпечує підвищення в орному шарі (0 – 20 см) вмісту амонійних форм азоту (N-NH₄), в середньому у ґрунті за вирощування обох сортів, на 9,6 – 28,1 %, нітратних форм азоту (N-NO₃) на 18,6 – 41,5 %, рухомих сполук фосфору (P₂O₅) на 4,2 – 11,0 %, рухомих сполук калію (K₂O) на 9,4–19,1%, вмісту гумусу на 0,06 – 0,12 % та зниженню кислотності на 0,08 – 0,14 одиниці. Застосування мікробіологічного препарату на фоні N₄₀ та 5 т/га гною сприяє підвищенню вмісту амонійних та нітратних сполук азоту на 20,2 – 26,2 % та 7,2 – 13,2%, а також відмічено тенденцію до зростання вмісту рухомих сполук фосфору, калію, вмісту гумусу та зниження кислотності ґрунтового середовища.

5. Розраховано, що застосування 10 т/га гумінового добрива з N₅₀P₂₅K₆₀, 5 т/га гною сумісно із N₇₅P₅₀K₉₀ та 5 т/га гумінового добрива, мікробіологічного препарату Азотер з N₄₀ забезпечують у сірому лісовому легкосуглинковому ґрунті додатній баланс азоту : за вирощування сорту Оберіг Харківський – +3,1 – +47,5 кг/га, сорту Лосинівське – +4,1 – +53,1 кг/га. Водночас слід зазначити, що баланс калію та фосфору за використання досліджуваних добрив та біопрепарату є від’ємним.

6. Встановлено, що внесення гумінового добрива (10 т/га Гумінове добриво, 10 т/га Гумінове добриво + N₅₀P₂₅K₆₀, 5 т/га гною + N₇₅P₅₀K₉₀ + 5 т/га Гумінове добриво) забезпечує зростання продуктивності зерна тритикале ярого сорту Оберіг Харківський на 20,9 – 83,9 %, сорту Лосинівське на 25,6 – 84,9 %. Застосування мікробіологічного препарату Азотер у нормі 10 л/га забезпечує приріст на рівні 66,5 – 118,0 % та 61,5 – 117,3 % відповідно.

7. З’ясовано, що застосування гумінового добрива та мікробіологічного препарату Азотер забезпечує покращення якості вирощеної продукції : вміст білку і клейковини у зерні тритикале ярого сорту Оберіг Харківський зріс на

4,4 – 23,7 і 47,0 – 66,2 % та у сорту Лосинівське на 8, 3 – 29,6 і 47,6 – 67,5 %, а вміст нітратів знизився на 3 – 4 та 4 – 5 мг/кг відповідно.

8. Встановлено, що використання у системах удобрення тритикале ярого гумінового добрива та мікробіологічного препарату Азотер позитивно впливає на біохімічні показники зерна: зафіксовано порівняно з контролем, високі показники вмісту азоту – 2,20 – 2,31 %, фосфору – 0,51 – 0,55 (лише із внесенням гумінового добрива), калію – 0,45 – 0,63 % у сорту Оберіг Харківський та відповідно 2,14 – 2,26 %, 0,53 – 0,56 % та 0,43 – 0,62 % у сорту Лосинівське.

9. За результатами екологічної оцінки встановлено, що системи удобрення за внесення мікробіологічного препарату Азотер у нормі 10 л/га, в цілому є екологічно оптимальними (2,6 бала) і потребують лише вдосконалення окремі технологічні операції: внесення фосфорних та калійних добрив у підвищених нормах.

10. Застосування гумінового добрива та мікробіологічного препарату Азотер є ефективним із біоенергетичної точки зору, зокрема, коефіцієнти біоенергетичної ефективності за використання 5 – 10 т/га гумінового добрива самостійно та у комплексі з мінеральними добривами і гною становили 4,6 – 5,2 (залежно від сорту), за внесення мікробіологічного препарату Азотер у нормі 10 л/га із 5 т/га гною або N_{40} – 5,1 – 6,0 одиниць.

11. Умовно чистий прибуток забезпечується за використання мікробіологічного препарату Азотер, що сприяє окупності однієї гривні 1,80 – 2,05 грн за вирощування тритикале ярого сорту Оберіг Харківський та Лосинівське.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для запобігання можливої негативної дії мінеральних добрив на агроєкосистеми і здоров'я людини рекомендуємо в умовах Західного Лісостепу України за вирощування тритикале ярого на сірому лісовому легкосуглинковому ґрунті застосовувати :

– гумінове добриво у нормі 10 т/га в комплексі з мінеральними добривами ($N_{50}P_{25}K_{60}$), або 5 т/га разом із мінеральними добривами ($N_{75}P_{50}K_{90}$) та 5 т/га гною;

– мікробіологічний препарат Азотер вносити у нормі 10 л/га разом зі «стартовою» дозою азоту (N_{40}), або на фоні 15 т/га гною.

Дотримання технології застосування запропонованих екологічно безпечних добрив та мікробіологічного препарату Азотер забезпечує формування високопродуктивних ценозів тритикале ярого (за участю гумінового добрива на рівні 4,89 – 5,81 т/га, мікробіологічного препарату Азотер – 5,04 – 6,89 т/га) за високих показників якості та покращує едафічні умови росту культури.

Враховуючи екологічну безпечність та високу агрохімічну ефективність гумінового добрива рекомендовано внести його до Переліку пестицидів і агрохімікатів дозволених для використання в Україні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ansorde H., Jauert R. Untersuchungen über den Einfluss einer langjährigen differenzierten organischen Düngung auf die Wirkung der mineralischen Stickstoffdüngung // Acker-Pflanzenbau Bodenh. 1980. № 11. P. 727 – 736.
2. Avdalovic J., Beskoski V., Gojic-Cvijovic Gordana Microbial solubilization of phosphorus from phosphate rock by iron-oxidizing *Acidithiobacillus* sp. B2 // Minerals Engineering. 2015. Vol. 72. P. 17 – 22.
3. Bakry A. B., El-Shabrawi Hattem M., Ahmed M. A., Abou-El-Lail Mohamed Humic and Oxalic Acid Stimulates Grain Yield and Induces Accumulation of Plastidial Carbohydrate Metabolism Enzymes in Wheat Grown under Sandy Soil Conditions / A. B. Bakry, // Agricultural Sciences, 2015. Vol. 6. P. 175 – 185.
4. Bassu S., Asseng S., Richards R. Yield benefits of triticale traits for wheat under current and future climates // Field Crops Research. 2014. Vol. 124, Issue 1. P. 14 – 24.
5. Boros D., Rek-Cieply B. Zmienność wartości żywieniowej pszenicy dla zwierząt monogastycznych // Zesz. Nauk AR. 1997. № 157. P. 124 – 130.
6. Crafts-Brandner S. J. Phosphorus Nutrition influence on Leaf Senescence in Soybean // Plant Physiol. 1992. Vol. 98. P. 1128 – 1132.
7. De Groot C. C., Van den boogaard R., Marcelis F. M. et al. Contrasting Effects of N and P Deprivation on the Regulation of Photosynthesis in Plants in Relation to Feedback Limitation // J. Exp. Bot. 2003. Vol. 54. № 389. P. 1957 – 1967.
8. De la Rosa J. M., Santos M., Araujo M. F. Metal binding by humic acids in recent sediments from the SW Iberian coastal area // Estuarine, Coastal and Shelf Science, 2011. Vol. 93, Issue 4. P. 478 – 485.

9. Delfine S., Tognetti R., Desiderio E., Alvino A. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat // *Agron. Sustain. Dev.*, April-June 2005. V. 25. №. 2. . 183 – 191.

10. Dhevendaran K. Preetha G., Vedha Bodethala N. HariStudies on nitrogen fixing bacteria and their application on the growth of seedling of *Ocimum sanctum* // *Pharmacognosy Journal*. 2013. Vol. 5, Issue 2. P. 60 – 65.

11. Dinesh R., Srinivasan V., Hamza S., Manjusha A. Short-term incorporation of organic manures and biofertilizers influences biochemical and microbial characteristics of soils under an annual crop [Turmeric (*Curcuma longa* L.)] // *Bioresource Technology*. 2010. V. 101, Issue 12. P. 4697 – 4702.

12. Gupta P. K., Priyadarshan P. M. Triticale – present status and future prospects // *Advanced Genetics*. 1982. № 21. P. 255 – 345.

13. Halsted M., Lynch J. Phosphorus responses of C3 and C4 Species // *J. Exp. Bot.* 1996. Vol. 47. P. 497 – 505.

14. Khan M. Z., Akhtar M. E., Ahmad S., Khan A., Khan R. U. Chemical Composition of Lignitic Humic Acid and Evaluating its Positive impacts on Nutrient Uptake, Growth and Yield of Maize // *Pak. J. Chem.*, 2014. Vol. 4 (1). P. 19 – 25.

15. Kunakova A. M., Gruzdeva E. V., Sokova S M. et al. Survival of bacteria applied as biofertilizers in soil and rhizoplane of inoculated // *Biotechnology St. Petersburg'94 : int. conf.*, Sept. 21-23, 1994. P. 128 – 129.

16. Li Tao, Cheng Hongyan, Oh Kokyo, Hosono Shigeo Effect of Humic Acid and Bacterial Manure on Distribution of Heavy Metals in Different Organs of Maize // *International Journal of environmental Science and Development*, 2014. Vol. 5. №. 4. P. 393 – 397.

17. Lopushniak V., Avhustynovych M. Effect of microbiological Azoter agent on protein content in grain and productivity of spring triticale in the Western Forest-steppe of Ukraine // *Acta Carpathica*. 2015. Vol. 23. P. 22-32.

18. Maltas A., Charles R., Jeangros B., Sinaj S. Effect of organic fertilizers and reduced-tillage on soil properties, crop nitrogen response and crop

yield: Results of a 12-year experiment in Changins, Switzerland // Soil and Tillage Research. 2013. Vol. 126. P. 11 – 18.

19. Martyniuk H., Więckowska J. Adsorption of metal ions on humic acids extracted from brown coals // Fuel Processing Technology, 2013 Vol. 84, Issues 1–3. P. 23 – 36.

20. Meena V. S., Maurya B. R., Prakash J Vermaay et al. Does a rhizospheric microorganism enhance K⁺ availability in agricultural soils? // Microbiological Research. 2014. V. 169, Issues 5 – 6. P. 337 – 347.

21. Olk Dan C., Dinnes Dana L., Callaway Chad, Raske Mike. On-Farm Evaluation of a Humic Product in Iowa (US) Maize Production // USDA Agricultural Research Service, 2013. № 1. P. 1047 – 1050.

22. Rascio N., Rocca N. La Biological Nitrogen Fixation // Encyclopedia of Ecology. 2008. P. 412 – 419.

23. Rodriguez H., Fraga R. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion // Biotechnology Advances. 1999. Vol. 17, Issues 4–5. P. 319 – 339.

24. Serenella N., Pizzeghello D., Muscolo A., Vianello A. Physiological effects of humic substances on higher plants /S. Nardi, // Soil Biology and Biochemistry, 2002. Vol. 34, Issue 11. P. 1527 – 1536.

25. Singh J. S., Pandey V C., Singh D. P. Efficient soil microorganisms: A new dimension for sustainable agriculture and environmental development // Agriculture, Ecosystems & Environment. 2011. Vol. 140, Issues 3-4. P. 339 – 353.

26. Tahir M. M., Khurshid M., Khan M. Z., et al. Humic Acid Effect on Growth of Wheat Plants in Different Soils // Pedosphere, 2011. V. 21, Issue 1. P. 124 - 131.

27. Watanabe I, Lee K., Alimagno B. Biological nitrogen fixation in paddy field studied by in situ acetylene reduction assays // Ecol. Bull. 1980. № 26. P. 304 – 310.

28. Wood S. A. The role of humic substances in the transport and fixation of metals of economic interest (Au, Pt, Pd, U, V) // *Ore Geology Reviews*, 1996. Vol. 11, Issues 1–3. P. 1 – 31.

29. Абрамович О. В., Повх О. В. Вплив органічних ферментованих добрив та біопрепаратів на азотний режим дерново–підзолистих // *Агрохімія і ґрунтознавство : спец. вип. до ІХ з'їзду Українського товариства ґрунтознавців та агрохіміків*, 30 червня – 4 липня 2014 р. Харків, 2014. Кн. 3. С. 128 – 129.

30. Августинович М. Б. Екологічна оцінка технологій вирощування тритикале ярого в умовах Західного Лісостепу України // *Збалансоване природокористування : науково-практичний журнал*. К. : Інститут агроекології та природокористування НААН, 2016. № 1. С. 80 – 86.

31. Авраменко С, Цехместрук М., Шелякін В., Глибокий О. Тритикале // *Агробізнес сьогодні: електронна версія*. 2011. № 3 (202). URL: [http:// www. agro-business. com. ua](http://www.agro-business.com.ua).

32. Агроэкологическая роль азотфиксирующих микроорганизмов. В аллелопатии высших растений: монографія / В. Ф. Патики и др. Київ, 2004. С. 22 – 180.

33. Андрейченко О. Г. Продуктивність рослин голозерного та півчастого ячменю ярого залежно від застосування біопрепаратів та біологічно активних речовин в умовах Північного Степу України // *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони*. 2012. Вип. 102. С. 156 – 161.

34. Афондулов К. П. Основи системи удобрення сільсько-господарських культур у сівозміні. Київ: Урожай, 1971. С. 4 - 46.

35. Базилинская М. В. Биодобрения. М. : Агропромиздат, 1989. С.12 – 118.

36. Бакенова Ж. Б. Влияние систем удобрений на агрохимические свойства орошаемой лугово–каштановой почвы и продуктивность льна

масличного в плодосменном севообороті : автореф. дис. на получение науч. степени. канд. с.-х. наук. Алмата, 2012. 16 с.

37. Безуглий М. Д., Присяжнюк М. В. Сучасний стан реформування аграрно-промислового комплексу України. К. : Аграр. наука, 2012. С. 5 – 7.

38. Белимов А. А. А. П. Кожемяков, С. М. Поставская и др. Приживаемость и эффективность корневых диазотрофов при инокуляции ячменя в зависимости от температуры и влажности почвы // Микробиология. 1994. № 5. С. 900 – 908.

39. Берестецкий О. А., Возняковская Ю. М., Доросинский Л. М. и др. Биологические основы плодородия почв. М. : Колос, 1984. С. 2 – 87.

40. Биологическая фиксация азота: монография / С. Я. Коць, В. В. Моргун, И. А. Тихонович и др.; Ин-т физиологии растений и генетики НАНУ; Всерос. науч. - исследоват. ин-т с. - х. микробиологи Рос. акад. с. - х. наук. Киев : Логос, 2011. 404 с.

41. Білявський Ю. А., Кривіч Н. Я., Берегова Г. А. Вміст важких металів у темно-сірому опідзоленому ґрунті під озимою пшеницею залежно від систем удобрення та способів основного обробітку в сівозмінні // Вісник ДАУ. 2001. № 2. С. 44 – 51.

42. Біологічний азот : монографія / за ред. В.П. Патики. Київ, 2003. С. 6 – 57.

43. Блажевич Л. Ю. Вплив агрометеорологічних факторів та тривалість етапів органогенезу та продуктивність тритикале ярого // Наук. Вісн. НАУ. 2008. Вип. 123. С. 87 – 94.

44. Бободжанов В. А, Н. Б. Курбанова, М. Боротова Продукционный процесс гексаплоидных тритикале // Весник с.-х. науки. 1990. №9. С. 101 – 103.

45. Борисонік З. Б. Ярі колосові культури. К.: Урожай, 1975. С. 3 – 76.

46. Бортнік А. М. Агрохімічна цінність продуктів ферментації, водорозчинних мікродобрив при вирощуванні картоплі та моркви столової //

Вісник центру наукового забезпечення АПВ Харківської області. 2010. Вип. 9. С. 196 – 202.

47. Булавина Т. М. Оптимизация приемов возделывания тритикале в Беларуси / науч. ред. С. И. Гриб; Нац. Акад. Наук Беларуси; Ин-т земледелия и селекции НАН Беларуси. Минск: ИВЦ Минфина, 2005. С. 12 – 194 с.

48. Булаткин Г. А. Энергетические проблемы сохранения плодородия пахотных почв // Вестник сельскохозяйственной науки. 1991. № 5. С.24 – 29.

49. Бурденюк-Тарасевич Л. А., Лозінський М. В. Формування довжини головного колосу в ліній пшениці озимої різного еколого-географічного походження // Агробіологія. 2013. № 11 (104). С. 30 – 33.

50. Бышов Н. В., Бачурин А. Н., Богданчиков И. Ю. К вопросу об использовании растительных остатков для повышения плодородия почвы // Инновационные технологии и средства механизации в растениеводстве и животноводстве: Международная научно-практическая конференция, посвященная 75-летию В. Ф. Некрашевича. Рязань, 2011. С. 88 – 90.

51. Васильев В. А., Филиппова Н. В. Подстилочный навоз // Справочник по органическим удобрениям. М.: Росагропромиздат, 1988. С. 8 – 74.

52. Веселова Л. С. Влияние различных систем обработки почвы, органо-минеральных удобрений, гербицидов, сидератов и соломы на урожайность льна масличного // Сб. науч. тр. Симферополь : ЮФ НАУ, 2007. С. 3 - 5

53. Використання нетрадиційних добрив і біопрепаратів на радіоактивно забруднених територіях: методичні рекомендації / уклад. В. А. Гаврилюк та ін. Луцьк : ПП Іванюк В.П., 2010. 54 с.

54. Виноградов Д. В. Экологическое использование культуры // Международный технико-экономический журнал. 2008. № 4. С. 78 – 79.

55. Вирощування екологічно чистої продукції рослинництва / під ред. Е. Г. Дегодюк, В. Ф. Сайко, М. С. Корнійчук та ін. К.: Урожай, 1992. С. 45 – 100.

56. Возделывание ярового тритикале: отраслевой регламент / под ред. С. И. Гриб, Т. М. Булавина, В. Н. Буштевич и др. Минск. : Минсельхозпрод РБ, 1997. С. 1 – 8.

57. Волков Е. Г. Действие ризоагрина и флавобактерина на урожайность и качество зерна озимой ржи // Бюлл. ВИУА. 2000. № 113. С. 87 - 88.

58. Волкогон В. В., Токмакова Л. М., Трепач А. О. Рухомість фосфатів у кореневій зоні пшениці озимої за дії бактерій *Rhizobium radiobacter* // Вісник аграрної науки. 2012. №3. С.13 – 16.

59. Вплив мікробіологічних азотфіксуючих препаратів на біопродуктивність сільськогосподарських культур та родючість ґрунту: звіт про виконання науково-дослідної роботи / авт. тексту М. Й. Шевчук. Луцьк : ПДС ННЦ ІГА, 2006. – 29 с.

60. Гаврилова О. М., Мишкина В. А. Анатомические особенности строения стебля у линий тритикале в связи с устойчивостью к полеганию // Сельскохозяйственная биология. 1985. № 4. С. 59 – 61.

61. Гаврилюк В. А., Дідковська Т. П., Бортнік А. М. Сапропель як ефективна та екологічно безпечна сировина для виготовлення добрив та препаратів // Агроєкологічний журнал. 2009. Червень (Спец. випуск). С. 90 – 92.

62. Гармашов В. Н., Калус Ю. А., Селиванов А. Н. и др. Влияние минеральных удобрений и предшественников на урожайность и качество зерна тритикале Амфидиплоид 206 на черноземах Южной Степи Украины // Агрохимия. 1983. № 8. С. 78 – 85.

63. Головатый С. Е. Тяжелые металлы в агроэкосистемах. Минск : Институт почвоведения и агрохимии, 2002. С. 23 – 249.

64. Голубченко В. Ф., Куліджанов Е. В., Капустіна Г. А. та ін. Динаміка вмісту рухомих фосфатів у ґрунтах Одеської області // Наукові праці. Екологія. 2012. Вип. 167. Том 169. С. 28 – 31.

65. Горовая А. И., Орлов Д. С., Щербенко О. В. Гуминовые вещества. К. : Наукова думка, 1995. С. 3 – 85.

66. Городній М. М., Мазуревич Л. І., Шквир Т. М. Вплив застосування добрив і передпосівної бактеризації мікробіологічним препаратом на врожайність та якісні показники пшениці ярої // Науковий вісн. Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України. 2010. № 149. С. 80 – 86.

67. Господаренко Г. Н., Никитина О. В., Кривда Ю. И. Баланс калия в черноземе оподзоленном тяжелосуглинистом при длительном применении удобрений // Почвоведения и агрохимия. 2015. №1(54). С. 134–139.

68. ГОСТ 10840-64. Зерно. Методы определения природы (Зерно. Методи визначення природи). М.: Изд-во стандартов, 1988. 3 с.

69. ГОСТ 10842-89. Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен или 1000 семян. М.: Изд-во стандартов, 1989. 3 с.

70. ГОСТ 10846-91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка (Зерно і продукти його переробляння. Метод визначання білка). М. : Изд-во стандартов, 1992. 8 с.

71. ГОСТ 13496.19-93. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. методы определение содержания нитратов. М.: Изд-во стандартов, 1993. 18 с.

72. ГОСТ 13496.2-91. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения сырой клетчатки. М.: Изд-во стандартов, 1991. 6 с.

73. ГОСТ 17.4.1.02-83 Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения: электронный ресурс. М.: Стандартиформ, 2008. URL: <http://vsegost.com/Catalog/21/21047.shtml>

74. ГОСТ 26717-85. Удобрения органические. Метод определения общего фосфора. М. : Изд-во стандартов, 1986. 6 с. (Государственный стандарт СССР).

75. ГОСТ 26934-86. Сырье и продукты пищевые. Метод определения цинка. М. : Изд-во стандартов, 1986.10 с. (Государственный стандарт СССР).

76. ГОСТ 27979–88. Удобрения органические. Метод определения рН. М. : Изд-во стандартов, 1989. 7 с. (Государственный стандарт СССР).

77. ГОСТ 27980-88. Удобрения органические. Методы определения органического вещества. М.: Изд-во стандартов, 1989. 11 с. (Государственный стандарт СССР).

78. ГОСТ 2-85.Селитра аммиачная. Технические условия. М.: Изд-во стандартов, 1986. 14 с. (Государственный стандарт СССР).

79. ГОСТ 5956-78. Суперфосфат гранулированный из апатитового концентрата без добавок и с добавками микроэлементов. Технические условия. М. : Изд-во стандартов, 1978. 12 с. (Государственный стандарт СССР).

80. ГОСТ 26931-86. Сырье и продукты пищевые. Методы определения меди. М. : Изд-во стандартов, 1986. 14 с. (Государственный стандарт СССР).

81. ГОСТ 26932-86. Сырье и продукты пищевые. Методы определения свинца. М. : Изд-во стандартов, 1986. 12 с. (Государственный стандарт СССР).

82. ГОСТ 26933-86. Сырье и продукты пищевые. Методы определения кадмия. М. : Изд-во стандартов, 1986. 11 с. (Государственный стандарт СССР).

83. Гриб С. И., Булавина Т. М., Буштевич В. Н. Яровое тритикале: преимущества и особенности возделывания // Белорусское сельское хозяйство. 2003. № 4. С. 24 – 25.

84. Гриб С. И., Кукрин Н. П, Булавина Т. М. и др. Особенности азотного питания озимого тритикале // Земледелие. 1999. № 1. С. 29.

85. Григор'єва О. М., Григор'єва Т. М., Ліман П. Б. та ін. Вплив мікробних препаратів на продуктивність зернових культур у Північному Степу України // Сільськогосподарська мікробіологія: Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Чернігів, 2012 : ЦНП. Вип. 1. С. 49 – 57.

86. Гризо В. А. Содержание важнейших макро- и микроэлементов в зерне кормовой культуры тритикале // Хранение и переработка зерна. 1980. № 4. С. 1 – 4.

87. Гуревич С. М., Скороход В. И. Влияние длительного применения минеральных удобрений на агрохимические свойства и плодородие мощного чернозема // Агрохимия. 1975. № 9. С.77 – 82.

88. Дацько Л. В. Розрахунок балансу поживних речовин у землеробстві України // Посібник українського хлібороба. 2009. С. 65 – 68.

89. Дегодюк С. Е., Дегодюк Е. Г., Вітвіцька О. І. та ін. Органо-мінеральні біоактивні добрива – перспектива для відтворення родючості ґрунтів // Агрохімія і ґрунтознавство : міжвід. темат. наук. зб. 2010. Кн. 1. С. 39 – 45.

90. Державин Л. М. Применение минеральных удобрений в интенсивном земледелии / Л. М. Державин. – М. : Колос, 1992. – С. 202 – 212.

91. Дидковская Т. П., Мерленко И. М., Гаврилюк В. А. и др. Технология изготовления пастообразного гуминового удобрения из сапропеля // Агрохимический вестник. 2010. №1. С. 25 – 26.

92. Діагностика стану хімічних елементів системи ґрунт-рослина / за редакцією А. І. Фатєєва, В. Л. Самохвалової. Харків: Міськдрук, 2012. 146 с.

93. Дмитренко П. А. Фосфатный режим почв Украинской ССР и приемы его улучшения // Труды Почвенного ин-та им В. В. Докучаева, 1957. Т. 50. С. 152 – 174.

94. Дмитришак М. Я., Гончар Л. М., Свиденюк І. М. та ін. Урожайність тритикале залежно від застосування ретардантів // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія : Агрономія. 2013. Вип. 183 (2). С. 99 – 103.

95. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М. : Агропромиздат, 1985. С. 102 – 188.

96. ДСТУ 4115:2002. Якість ґрунту. Визначання рухомих сполук фосфору і калію за методом Чирікова в модифікації ННЦ ІГА. К.: Держспоживстандарт України, 2002. 6 с. (Національний стандарт України).

97. ДСТУ 4287:2004. Якість ґрунту. Відбирання проб. К.: Держспоживстандарт України, 2005. 9 с. (Національний стандарт України).

98. ДСТУ 4289:2004. Якість ґрунту. Методи визначання органічної речовини. К. : Держспоживстандарт України, 2005. 14 с. (Національний стандарт України).

99. ДСТУ 4362:2004. Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів. К.: Держспоживстандарт України, 2006. 23 с. (Національний стандарт України).

100. ДСТУ 4729:2007. Якість ґрунту. Визначання нітратного і амонійного азоту в модифікації ННЦ ІГА ім. О. Н. Соколовського. К.: Держспоживстандарт України, 2008. 14 с. (Національний стандарт України).

101. ДСТУ 4770.2:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук цинку в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4.8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. К.: Держспоживстандарт України, 2009. 14 с. (Національний стандарт України).

102. ДСТУ 4770.3:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук кадмію в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. К.: Держспоживстандарт України, 2009. 14 с. (Національний стандарт України).

103. ДСТУ 4770.6:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук міді в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4.8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. К.: Держспоживстандарт України, 2008. 14 с. (Національний стандарт України).

104. ДСТУ 4770.9:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук свинцю в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. К.: Держспоживстандарт України, 2009. 14 с. (Національний стандарт України).

105. ДСТУ 7911:2015. Добрива органічні та органо–мінеральні. Методи визначання сумарної частки азоту та масової частки амонійного азоту. К.: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 12 с. (Національний стандарт України).

106. ДСТУ 7949:2015. Добрива органічні та органо–мінеральні. Методи визначання масової частки калію. К.: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 12 с. (Національний стандарт України).

107. ДСТУ ISO 10390:2007. Якість ґрунту. Визначення рН (ISO 10390:2005, IDT). К.: Держспоживстандарт України, 2012. 8 с. (Національний стандарт України).

108. ДСТУ ISO 11464:2001. Якість ґрунту. Попереднє оброблення зразків для фізико-хімічного аналізу (ISO 11464:1994, IDT). К.: Держспоживстандарт України, 2003. 19 с. (Національний стандарт України).

109. ДСТУ 7083:2009. Добрива органічні та органо–мінеральні. Методи визначання гумінових кислот. К.: Держспоживстандарт України, 2009. 38 с. (Національний стандарт України).

110. Екологічна експертиза технологій вирощування сільськогосподарських культур: методичні рекомендації / за ред. Н. А. Макаренко, В. В. Макаренка. К., 2008. 84 с.

111. Елешев Р. Е. Фосфатные уровни почв и урожайность сельскохозяйственных культур // Вестник с.-х. науки Казахстана. 1983. № 9. С.40 – 47.

112. Елешев Р. Е., Иванов А. Л. Параметры плодородия основных типов почв. М., 1987. С. 159 – 166.

113. Єгупова Т. В, Дибко М. І. Вплив елементів технології вирощування на формування врожайності та якості зерна тритикале озимого на дерново– підзолистих супіщаних ґрунтах Західного Полісся // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2014. Вип. 21. С. 80 – 84.

114. Завалин А. А. Биопрепараты, удобрения и урожай. М. : Издательство ВНИИА, 2005. С. 3 –102.

115. Завалин А. А., Гарба Контагора Хасан, Духанина Т. М. и др. Продуктивность кукурузы на силос при использовании биопрепаратов и азотного удобрения // *Агрохимия*. 2002. № 11. С. 27 – 36.

116. Запевалов М. В. Технологии и средства превентивных процессов по уходу за сельськохозяйсвенными культурами // *Fundamental research*. 2011. № 12. С. 326 – 331.

117. Засекін Н. П., Мороз К. М., Штань С. С. Стан кислотності ґрунтів Волинської області за результатами х туру обстеження // *Охорона ґрунтів та підвищення їх родючості: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції*. Одеса, 2015. С. 40 – 41.

118. Ильин В. Б., Гармаш Г. А., Гармаш Н. Ю. Влияние тяжелых металлов на рост, развитие и урожайность сельскохозяйственных культур // *Агрохимия*. 1983. № 6. С. 91 – 99.

119. Казанцев Н. Я. Влияние минеральных и органических удобрений на урожай и качество зерна твердой яровой пшеницы // *Интенсификация почвозащитного земледелия в Северном Казахстане*. Целиноград, 1989. С.40 – 41.

120. Канащук І. О. Вплив мінеральних добрив на урожай зерна титикале озимого та ярого // *Бюл. ін-ту зернового господарства*. Дніпропетровськ, 2008 . № 33-34. С. 87 – 91.

121. Канівець В. І., Токмакова Л. М., Пищур І. М. Шляхи мікробіологічної мобілізації фосфатів у ґрунтах // *Ґрунтознавство*. 2006. Т.7. № 3 4. С. 118 – 122.

122. Карпова Е. А., Потутаева Ю. А. Накопление тяжелых металлов растениями озимой ржи и овса при применении азотных, калийных и длительном последствии фосфорных удобрений на дерново–подзолистой почве // *Агрохимия*. 2005. № 4. С. 59 – 66.

123. Качмарський В. С., Волощук С. І. Тритикале – культура, яка гарантує продовольчу безпеку // *Сучасні аграрні технології*. 2012. № 12. С. 12 – 17.

124. Кисель В. И. Агроэкологическая оценка земель Украины и размещение сельскохозяйственных культур / за ред. В. В. Медведева. К. : Изд-во Аграрная наука, 1997. С. 114 – 125.

125. Клименко Н. М. Динаміка вмісту основних елементів живлення та органічної речовини в ґрунті винограднику під впливом бактеризації та задерніння міжрядь багаторічними травами // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2014. Вип. 86 (1). С. 141 – 146.

126. Комаров Н. М., Поспелова Л. С., Соколенко Н. И. и др. Тритикале – важный резерв кормового поля // Комопроизводство. 2002. № 4. С. 16 –18.

127. Кондырко В. Д. Эффективность длительного применения удобрений в севообороте // Почвенные исследования применения удобрений Минск, 1981. Вып. 12. С. 24 – 30.

128. Кореньков Д. А. Минеральные удобрения при интенсивных технологиях. М. : Росагропромиздат, 1990. С. 99 – 120.

129. Котлюби В. Г. Влияние гуминовых удобрений на качество сельскохозяйственной продукции в разных почвенно–климатических зонах Украины // Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения. Днепропетровск, 1968. Ч. III. С. 321 – 328.

130. Кудзин Ю. К. Влияние длительного применения удобрений на некоторые свойства черноземов и продуктивность растений // Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы и продуктивность севооборотов. М. : Колос, 1960. С. 322 – 335.

131. Курилов А . Сорта триикале ярового // Все о сельском хозяйстве. Растениеводство: електронна версія URL: <http://hitagro.ru/sorta-tritikale-yarovogo/>

132. Курсакова В. С. Чернецова Н. В., Гаенко М. А. Формирование продуктивности посевов кукурузы в зависимости от препаратов азотфиксирующих бактерий, микоризы и уровня азотного питания в

умовиях степной зоны Алтайского приобья // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. № 4 (126). С.10 – 16.

133. Кучер Л. І. Динаміка водорозчинного калію в лучно-чорноземному ґрунті при застосуванні ґрунтозахисних технологій вирощування сільськогосподарських культур // Наукові доповіді НУБіП: електронна версія. 2012. № 2 (31). URL: http://nd.nubip.edu.ua/2012_2/12kli.pdf.

134. Лавренко С. О., Лавренко Н. М. Ефективність використання мінеральних добрив та поливної води посівами нуту залежно від технологічних прийомів його вирощування в умовах Південного Степу України // Молодий вчений, 2015. № 2 (17). С. 72 – 75.

135. Ларина В. А., . Соколова Н. Ф., Покуль Т. В. и др. Углегуминовые удобрения в почвенно–климатических условиях Восточной Сибири // Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения. Днепропетровск, 1968. Ч. III. С. 339 – 347.

136. Лопушняк В. І. Біоенергетична оцінка екологізованих систем удобрення тритикале ярого в Західному Лісостепу України / В. І. Лопушняк, М. Б. Августинович, Т. П. Бортнік // ECONTESCHMOD

137. Лопушняк В. І., Августинович М. Б. Зміна реакції ґрунтового розчину сірого опідзоленого легкосуглинкового ґрунту за внесення гумінового добрива та біопрепарату // Сучасні проблеми агроекології : Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф. Миколаїв, 2015. С. 29.

138. Лопушняк В. І., Августинович М. Б. Динаміка вмісту клейковини в зерні тритикале ярого за використання гумінових добрив та мікробіологічних препаратів на темно-сірих опідзолених ґрунтах Західного Лісостепу України // Біологічні дослідження – 2015 : матеріали Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф. Житомир, 2015. С. 279 – 282.

139. Лопушняк В. І., Августинович М. Б. Зміна продуктивності колоса тритикале ярого залежно від мінерального живлення на темно-сірих опідзолених ґрунтах Західного Лісостепу України // Актуальні проблеми

грунтознавства, землеробства та агрохімії : матеріали Міжнар. наук. практ. Інтернет- конф. Львів, 2014. С. 236 – 245.

140. Лопушняк В. І., Бортник Т. П., Августинович М. Б. Изменение азотного режима серой оподзоленной почвы при внесении гуминовых удобрений и микробиологического препарата Azoter под. яровое тритикале // Вестник Белорусской государственной сельськохозяйственной академии. Горки : Беларусь, 2016. № 1. С. 50 – 54.

141. Лопушняк В. І., Бортник А. М., Августинович М. Б. Агроекологічні особливості впливу гумінових добрив та мікробіологічного препарату Азотер на фосфорно-калійний режим сірого опідзоленого ґрунту під тритикале яре // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Умань : УНУС, 2016. Вип. 88. Ч. 1 : Сільськогосподарські науки. С. 172 – 181.

142. Лопушняк В. Система удобрення як чинник оптимізації гумусного стану темно-сірого опідзоленого ґрунту // Вапнування та відтворення родючості ґрунтів в сучасних господарсько-економічних умовах: матеріали Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конф. Рівне: Свинарчук Р.В., 2012. – С. 82-84.

143. Лопушняк В. І., Августинович М. Б. Вплив різних рівнів мінерального живлення на формування біометричних показників колоса і продуктивності тритикале ярого в Західному Лісостепу України // Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН : Передгірне та гірське землеробство і тваринництво : міжвід. темат. наук. зб. Львів; Оброшине, 2015. Вип. 57. Ч. 2. С. 144 – 151.

144. Лопушняк В., Бортник Т., Августинович М. Вплив екологічно безпечних технологій на баланс поживних речовин у сірому лісовому ґрунті західного Лісостепу України // Вісник Львівського НАУ : агрономія. Львів. 2016. № 20. С. 149 – 155.

145. Лыков А. М., Коротков А. А., Громакова Т. Г. Земледелие с почвоведением. М. : Агропромиздат, 1985. С. 32 – 196.

146. Макаренко Н. А. Екологічна експертиза технологій вирощування сільськогосподарських культур // Агроекологічний журнал. 2008. Червень (спец. вип.). С. 14 – 18.

147. Макаренко Н. А., Бондарь В. І., Нікітюк Ю. А. та ін. Екологічна експертиза технологій вирощування зернових культур (на прикладі технологій вирощування пшениці ярої в зоні північного Лісостепу) // Агроекологічний журнал. 2009. № 1. С. 24 – 30.

148. Мамонтова Е. Г., Дьяченко В. В. Энергетическая оценка эффективности некоторых агрономелиоративных приёмов // Тезисы докл. III съезда почв. и агрохим. УССР. Харьков, 1990. С. 114 – 116.

149. Манько Ю. П., Литвиненко І. В. Вплив екологізації землеробства на баланс поживних речовин ґрунту в полі кукурудзи на зерно // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2011. Вип. 162. Ч. 1. С. 50 – 56.

150. Мартынович Л. И., Мартынович Н. Н. Влияние 50-летнего применения органических и минеральных удобрений на плодородие чернозема оподзоленного центральной Лесостепи Правобережья Украины // Агрохимия. 1992. № 9. С. 53 – 62.

151. Маслиёв С. В. Влияние биопрепаратов на рост, развитие и урожайность сахарной кукурузы // Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2015. №4. С. 10 – 13.

152. Медведёв В. В., Линдіна Г. Є. Обґрунтування збільшення площ жита озимого в Україні // Вісник аграрної науки. 2000. № 4. С. 23 – 11.

153. Мерленко І. М., Повх О. В. Системи удобрення капусти білоголової за використання екологічно безпечних препаратів в умовах органічного землеробства // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків : зб. наук. праць. К., 2013. Вип. 17. Т. II. С. 72– 74.

154. Методические указания по определению баланса питательных веществ : азота, фосфора, калия, гумуса, кальция. М. : Изд-во ЦИНАО, 2000. 40 с.

155. Методичні вказівки з економічної оцінки застосування добрив у сільському господарстві / під редак. А. С. Гордійчук, О. А. Стахів. Рівне: НУВГП, 2005. 12 с.

156. Микроорганизмы для обработки почвы и способ их получения: изобретение к евразийскому патенту. Росия № 009126 ; заявл. 08.12.2002.; опубл. 26.10.2007, Бюл. № 5. 42 с.

157. Микроэлементы в почвах и растениях: пер. с англ. / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. М. : Мир, 1989. С. 14 – 339.

158. Минеев В. Г. Шевцова Л. К. Влияние длительного применения удобрений на гумус почвы и урожай культур // Агрехимия. 1978. № 7. С. 134 – 141.

159. Мирошниченко Л. А. Микробиологические основы применения углегуминовых удобрений // Гуминовые удобрения, теория и практика их применения. К., 1962. С. 215 – 231.

160. Моисеенко В. И., Дмитришак М. Я., Куцый В. И. Возделывание тритикале на зерно и зеленый корм в условиях северной Лесостепи Украины : методические рекомендации // УСХА. К., 1987. 24 с.

161. Мороз О. В. Еколого-енергетичний аналіз технологій вирощування кукурудзи // Тези доп. IV з'їзду ґрунтознавців і агрохіміків України. Харків, 1994. С. 48 – 49.

162. Назранов Х. М. Перфильева Н. И., Шхацева С. Х. и др. Морфофизиологические особенности формирования озимого тритикале в условия различных систем удобрений // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2011. № 8 (82). С. 134 – 137.

163. Найдин П. Г. Удобрение зерновых и зернобобовых культур. М. : Сельхозиздат, 1963. С. 263.

164. Наукове забезпечення сталого розвитку сільського господарства в Лісостепу України : монографія / відп. ред. Д.О. Мельничук. К. : Алефа, 2003. Т 1. С. 18 – 106.

165. Нице Л. К., Хлыстовский А. Д., Захарова С. Н. Биологическая фиксация азота в дерново–подзолистой почве при длительном применении удобрений и извести // *Агрохимия*. 1994. № 2. С. 3 – 8.

166. Носко Б. С., Дуда Г. Г., Непочатов О. П. Вплив добрив на зміну основних показників родючості чорноземних ґрунтів Лівобережного Лісостепу в умовах локального агроекологічного моніторингу // *Агрохімія і ґрунтознавство*. 1996. Вид. 58. С. 91 –95.

167. Носко Б. С., Прістер Б. С., Лобода М. В. та ін. Довідник з агрохімічного та агроекологічного стану ґрунтів України. К. : Урожай, 1994. С. 95 – 120.

168. Орлов Д. С. Свойства и функции гуминовых веществ // *Гуминовые вещества в биосфере*. М. : Наука, 1993. С. 16– 27.

169. Орлов Д. С. *Химия почв : учебн.* М. : МГУ, 1992. С. 185 – 260.

170. Основи ведення сільського господарства та охорона земель : навчальний посібник для вузів / під ред. Н. Х. Грабак та ін. К.: Професіонал, 2006. С. 125 – 134.

171. Основи наукових досліджень / уклад. В. О. Єщенко, П. Г. Копитко, В. П. Опришко та ін. К.: Дія, 2005. С. 50 – 100.

172. Остапчук М. О., Поліщук І. С., Мазур О. В., Максимов А. М. Використання біопрепаратів – перспективний напрямок вдосконалення агротехнологій // *Сільське господарство та лісівництво: електронна версія*. 2015. № 2. С. 5-17. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agf_2015_2_3

173. Оценка эффективности применения биопрепаратов в Среднем Поволжье : монография / С. Н. Никитин. Ульяновск: ФГБНУ Ульяновский науч.-исслед. ин-т сельского хоз-ва, 2014. С. 22 – 48.

174. Павлюк С. Д. Оптимізація мінерального живлення та удобрення тритикале ярого на лучно-чорноземному карбонатному ґрунті північної частини Лісостепу // *Наукові доповіді НАУ: електронна версія*. 2007. URL: <http://nd.nubip.edu.ua/2007-1/07psdfs.pdf>

175. Панников В. Д., Минеев В. Г. Почва, климат, удобрение и урожай.

М. : Колос, 1977. С. 14 – 322.

176. Пасынков А. В. Влияние инокуляции семян зерновых культур азотфиксирующими препаратами на величину урожая и качества зерна // Агрехимия. 2002. № 10. С. 41 – 47.

177. Періодична доповідь про стан ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення України / підготов. І. С. Брошак, М. О. Венгільський, В. Б. Гаврилюк та ін. К.: Інститут охорони ґрунтів України, 2015. С. 19 – 81.

178. Петрова Л. И. Влияние длительного применения минеральных удобрений на урожай льна // Лен и конопля. 1964 .№ 4. С. 24 – 26.

179. Плакса В. М., С. М. Каленська, П. П. Король Поширення тритикале у світі // Сучасні аграрні технології. 2013. № 1. С. 34 – 37.

180. Плищенко В. М., Голубь А. С. Структура урожая ярового ячменя в зависимости от условий вегетации в период прохождения этапов органогенеза // АгроXXI. 2009. № 1. С. 29 – 31.

181. Повх О. В., Мерленко І. М. Стан мікробіоценозу дерново–підзолистого супіщаного ґрунту під впливом органічних добрив та мікробіологічних препаратів // Вісник Сумського національного аграрного університету. 2013. Вип. 3 (25). С. 61 – 64.

182. Подпрятков Г. І., Скалецька Л. Ф., Сеньков А. М. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва: практикум. К. : Вища освіта, 2004. С. 27 – 222.

183. Поліщук С. Ф., Міхаліна І. Г., Хареба В. В. Динаміка нітратів у коренеплодах моркви і буряків за тривалого зберігання // Вісник аграрної науки. 1994. № 8. С. 98 – 101.

184. Приплавко С. О., Гой В. І. Залежність площі листкової поверхні, сумарного вмісту хлорофілу та продуктивності зерна озимої пшениці від впливу синтетичних метакомплексних регуляторів росту рослин // Основи формування продуктивності сільськогосподарських культур за інтенсивних

технологій вирощування: зб. наук. праць. Уманського державного університету. 2008. С. 120 – 127.

185. Пругар Я., Пругарова А. Избыточный азот в овощах / пер. со слов. И.Ф. Бугаенко. М.: Агропромиздат, 1991. С. 12 – 32.

186. Прянишников Д. Н. Свойства почвы в связи с питанием растений и применением удобрений // Избрание сочинений. М., 1963. Т. 1. С. 154 – 157.

187. Ронсаль Г. А. Физиологически активные формы гуминовых кислот перегноя и эффективность органо–минеральных удобрений // Гуминовые удобрения, теория и практика их применения. Харьков, 1957. С. 42 – 47.

188. Ронсаль Г. А., Раевская С. С. Эффективность органо–минеральных гуминовых удобрений при локальном внесении на юге Украины // Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения. Днепропетровск, 1968. Ч. III. С. 349 – 355.

189. Рослинництво: підручник / під ред. О. І. Зінченко, В. Н. Салатенко, М. А. Білоножко. К. : Аграрна освіта, 2001. С. 169 - 338.

190. Рубін С. С. Добрива і системи удобрення в землеробстві // Загальне землеробство. К. : Вища школа, 1971. С. 414 – 492.

191. Савчук Н. Т., Подпратов Г. І., Скалецька Л. Ф. та ін. Технохімічний контроль продукції рослинництва : навчальний посібник. К. : Арістей, 2005. С. 12 – 56.

192. Садыков Б. Ф., Умаров М. М. Обнаружение азотфиксирующей активности в филосфере растений // Микробиология. 1980. Т. 49. № 1. С. 147 – 150.

193. Сальников В. К. Внесение минеральных удобрений в целях получения запланированных урожаев // Обзор информации. М.: ВНИИТЭСХН ВАСХНИЛ. 1970. С. 51.

194. СанПиН 42-123-4089-86. Предельно допустимые концентрации тяжелых металлов и мышьяка в продовольственном сырье и пищевых продуктах. М., 1986. С. 2 – 38.

195. Сарычева А. А. Виноградова Л. В., Бирюкова О. В. Сортовая специфика отзывчивости яровой пшеницы на инокуляцию ассоциативными диазотрофами // Бюлл. ВИУА. 997. № 110. С. 8 – 9.

196. Сдобников О. В. Фосфорные удобрения, плодородие почв и урожай // Вестник сельскохозяйственных наук. 1981. № 5. С. 33 – 39.

197. Смирнов А. В. Озерные сапропели, их добыча и использование в сельском хозяйстве. М. : Колос, 1964. С. 52 – 61.

198. Смирнов А. Н., Криштаб С. Г., Бадзак Л. В. и др. Эффективность гуминовых удобрений в основных почвено-климатических зонах УССР // Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения. Днепропетровск, 1968. Ч. III. С. 307 – 320.

199. Смирнов П. М. Методы химической мелиорации почв. Известкование и гипсование // Агрехимия. М.: Агропромиздат, 1989. С. 148 – 182.

200. Соколов О. А., Семенов В. М., Агаев В. А. Нитраты в окружающей среде. Пушкино: ОНТИ НИБИ АН СССР, 1990. С. 14 – 85.

201. Спосіб виготовлення пастоподібного гумінового добрива із сапропелю методом диспергації: патент на корисну модель Україна. № 59139; заявл. 30.03.2010 ; опубл. 14.04.2011, Бюл. № 7. 12 с.

202. Стрижкова Ф. М., Беленинова Л. В. Роль сортовых особенностей яровой мягкой пшеницы в формировании признака «маса 1000 зерен» // Весник Алтайского государственного аграрного университета. 2012. № 4 (90). С. 19 – 20.

203. Сухомуд О. Г., Любич В. В. Вміст клейковини в зерні тритикале ярого залежно від рівня азотного живлення // Наукові доповіді НУБіП: електронна версія. 2013. № 2 (38). URL: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2013_2/13sog.pdf

204. Сучасна концепція хімізації землеробської галузі в Україні на період до 2015 року / за ред. С. А. Балюка та М. В. Лісового; ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського». Харків, 2009. 29 с.

205. Ген А. Г. Кормопроизводство. М. : Колос, 1982. С. 46 - 231.

206. Технології вирощування зернових і технічних культур в умовах Лісостепу України / за ред. Д. І. Мазоренко та ін.; Укр. акад. аграр. наук, Харк. нац. техн. ун-т сіл. госп-ва ім. П. Василенка та ін. 2-е вид., допов. К. : Нац. наук. центр «Ін-т аграр. Економіки», 2008. С. 493 – 500.

207. Тимофеева С. В., Лагутина Т. М., Кожемяков А. П. Моделирование воздействия агроэкологических факторов на приживаемость интродуцируемых бактерий в почве и зоне корней растений // Доклады Россельхозакадемии. 1999. № 6. С. 19 – 21.

208. Тіней В. А. Вплив сидератів та ефективних мікроорганізмів на родючість ґрунту в польовій сівозміні при вирощуванні гречки на зерно // Зб. наук. пр. Подільського держ. Аграрно-техніч. Ун-ту. 2005. № 13. С. 129 – 133.

209. Токмакова Л. Мікробні препарати на основі фосфатмобілізуючих мікроорганізмів у землеробстві // Пропозиція. 2006. № 9. С. 68 – 70.

210. Токмакова, Л. М. Мікробний препарат поліміксобактерин - біостимулятор росту і розвитку рослин // Эксклюзивные технологии. 2014. № 2. С. 20 – 21.

211. Толстоусов В. П. Удобрения и качество урожая. М.: Агропромиздат, 1987. С. 8 – 49.

212. Тритикале в Україні: монографія / А. П. Білітюк та ін. Київ : Колоб'іг, 2004. С. 8 – 76.

213. Тугаринов Л. В., Алексеева С. В., Скренжевский С. С. Сферы применения Лигногумата в растениеводстве // Гуминовые кислоты и фитогормоны в растениеводстве : материалы междунаро. конф. Киев. 2007. С. 40 – 41.

214. Ульяненко Л. Н., Круглов С. В., Филипас А. С. и др. Влияние гумата натрия на развитие растений салата и накопление тяжелых металлов в урожае // Агрохимия. 2004. № 4. С. 58 – 64.

215. Умаров М. М. Ассоциативная азотфиксация. М.: МГУ, 1986. С. 13 – 106.

216. Усанова З. И., Третьякова Ю. Ю. Продуктивность сортов озимой тритикале на разных фонах минерального питания в условиях Верхневолжья // Достижение науки и техники АПК. 2009. № 11 С. 11 – 13.

217. Фадькин Г. Н. Длительное применение различных форм азотных удобрений на серой лесной тяжелосуглинистой почве // Проблемы механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства. 2012. С. 64 – 66.

218. Фадькин Г. Н., Костин Я. В. Влияние длительного бессменного применения разных форм азотных удобрений на содержание азота в серой лесной почве и продуктивность сельскохозяйственных культур в Южной части Нечерноземья // Юбилейный сборник научных трудов студентов, аспирантов и преподавателей агроэкологического факультета, посвященный 110-летию со дня рождения профессора Е. А. Жорикова : материалы научно-практической конференции. Рязань, 2011. С. 121 – 124.

219. Фадькин Г. Н. Возможность длительного бессменного использования форм азотных удобрений на серой лесной тяжелосуглинистой почве с агроэкологической точки зрения // Агротехнологии в мировом земледелии. Глобальные тенденции и региональные особенности : сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с Международным участием. Уссурийск : Приморская ГСХА, 2014. С. 89 – 94.

220. Хабиров М. А. Влияние фосфорных удобрений на урожай яровой пшеницы в зернопаровом севообороте на темно-каштановых почвах Тургайской области // Труды Тургайской сельскохозяйственной опытной станции. Алма-Ата : Кайнар, 1976. С. 24 – 26.

221. Хоменко Г. В., Бердніков О. М., Потапенко Л. В. та ін. Ефективність застосування діазофіту в різних системах удобрення при вирощуванні пшениці ярої // Сільськогосподарська мікробіологія : міжвід. темат. наук. зб. 2009. Вип. 10. С. 116 122.

222. Хоменко Л. Г., Болдуєв В. І., Козлов С. Г. та ін. Вплив інокуляції насіння соняшнику поліміксобактерином на його урожайність // Вісник аграрної науки Причорномор'я. Вип. 1. 2006. С. 205 – 209.

223. Хузина Э. Я., Габдрахманов И. Х. Оптимизация применения бактериальных удобрений на яровой пшенице // Агрехимический весник. 2008. № 5. С. 16 – 17.

224. Цюк О. А. Баланс поживних речовин у сівозміні // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України : агрономія. 2010. Вип.149. С. 139 – 145.

225. Черненко В. Г. Влияние систематического внесения удобрений в севообороте на плодородие почв и продуктивность зерновых культур при интенсивных технологиях их возделывания // Применение удобрений и расширенное воспроизводство плодородия почв. М., 1989. С. 119 – 122.

226. Шаболкина Е. Н. Разработка методов оценки зерна тритикале по хлебопекарным свойствам // Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2010. № 28. Том 4. С. 33 – 34.

227. Шевчук М. Й. Сапропелі України: запаси, якість та перспективи використання : монографія. Луцьк : Надстир'я, 1996. – С. 199 – 230.

228. Шевчук М. Й. Агрохімічні та агроекологічні основи добування і використання озерних родовищ сапропелів в сільському господарстві: : автореф. дис. д-ра с.-г. наук: 06.00.04. Національний аграрний ун-т. К., 1997. 45 с.

229. Шевчук М. Й., Бортнік Т. П., Бортнік А. М. Технологічні підходи до виготовлення гумінових препаратів // Актуальні проблеми ґрунтознавства, землеробства та агрохімії: матеріали міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції. 2014. С. 336 – 341.

230. Шевчук М. Й., Дідковська Т. П. Сапропель – вискоєфективне екологічно чисте органічне добриво // Зб. наук. пр. Луцьк: ВНУ, 2007. № 4. С. 134 – 137.

231. Шевчук М. Й., Дідковська Т. П. Сировинна база матеріалів Волинської області для виробництва екологічно безпечних добрив та гумінових препаратів // Агроекологічний журнал. 2008. Червень (Спец. випуск). С. 268 – 270.

232. Шевчук М. Й., Дідковська Т. П. Вплив препаратів із сапропелю на лабораторні показники насіння та врожайність помідорів // Зб. наук. пр. Рівне: НУВГП, 2007. Вип. 3 (39). С. 428 – 435.

233. Шевчук М. Й., Веремеєнко С. І. Агрохімія : навчальний посібник. Луцьк: ПП Іванюк В.П., 2009. Ч. II. С. 506 – 530.

234. Шевчук М. Й., Веремеєнко С. І. Агрохімія : навчальний посібник. Рівне: НУВГП, 2008. Ч. I. С. 62 – 75.

235. Шевчук М. Й., Дідковська Т. П. Ефективність застосування бактеріальних препаратів // Зб. наук. пр. Чернігів: ЦНТЕІ, 2007. Вип. 5. С. 129 – 135.

236. Шмук А. А. Динамика режима питательных веществ в почвах // Исследования по биологической и агрономической химии. М., 1950. Т. 1. С. 34 – 38.

237. Шулындин А. Ф. Тритикале – новая зерновая и кормовая культура. К. : Урожай, 1981. С. 4 – 37.

238. Щипак Г. В., Иванченко Г. В. Итоги и перспективы селекции озимых гексапloidных тритикале // Наукові основи стабілізації виробництва продукції рослинництва : тези доп. Міжнар. конф., присв. 90-річчю Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. Харків, 1990. С. 124 – 126.

239. Якість ґрунтів та сучасні стратегії удобрення : підручник / за ред. Дж. Хофмана, Д. Мельничука, М. Городнього. К. : Арістей, 2004. С. 4 – 367.

240. Яцук І. П., Панасенко В. М., Жилкін В. А. Охорона ґрунтів як передумова розвитку і збереження аграрного сектору України // Охорона ґрунтів та підвищення їх родючості: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції. Одеса, 2015. С. 17 – 18.

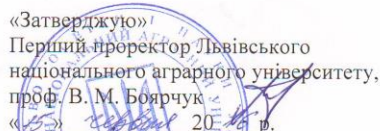
ДОДАТКИ

Акти виробничої перевірки про впровадження результатів наукових досліджень

«Затверджую»
Голова ФГ «Надбання»
Ф. В. Торченко
«14» серпня 2016 р.



«Затверджую»
Перший проректор Львівського
національного аграрного університету,
проф. В. М. Боярчук
«14» серпня 2016 р.



Акт впровадження результатів наукових досліджень

Замовник: ФГ «Надбання» с. Конюхи Локачинського району Волинської області в особі голови Ф. В. Торченюка.

Даним актом стверджується, що результати наукових досліджень за темою: «Агроекологічна оцінка впливу мікробіологічного препарату та гумінового добрива під тритикале яре в умовах Західного Лісостепу України», які виконані в Львівському національному аграрному університеті, запроваджені у ФГ «Надбання» с. Конюхи Локачинського району Волинської області.

1. Вид запровадження – у вирощуванні тритикале ярого господарства запроваджені оптимальні рівні удобрення шляхом використання мікробіологічного препарату Азотер та гумінового добрива.

2. Характеристика масштабів впровадження – у польових дослідженнях на площі 23 га.

3. Новизна результатів науково-дослідної роботи. На основі даних агрохімічного аналізу ґрунту, рівня запланованої продуктивності, а також екологічної оцінки розроблені норми внесення мікробіологічного препарату Азотер та гумінового добрива під тритикале яре. Дотримання технології застосування запропонованих екологічно безпечних добрив та препарату Азотер забезпечує формуванню високих врожаїв тритикале ярого (за використання гумінового добрива на рівні 4,89 – 5,81 т/га, мікробіологічного препарату Азотер – 5,04 – 6,89 т/га) за високих показників якості та покращує едафічні умови зростання наступних культур.

4. Щорічний економічний ефект – 12466,5 грн/га (за використання мікробіологічного препарату Азотер).

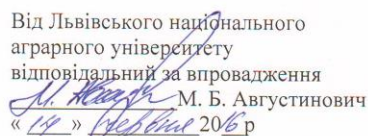
5. Соціальний і науково-технічний ефект – зростання продуктивності праці і окупності витрат на виробництво, сповільнення агрохімічної і агрофізичної деградації ґрунтового покриву, покращення екологічного стану агроценозів та агроєкосистем.

Від ФГ «Надбання»
Головний агроном



«14» серпня 2016 р

Від Львівського національного
аграрного університету
відповідальний за впровадження
М. Б. Августинович



«14» серпня 2016 р



«Затверджую»
Перший проректор Львівського
національного аграрного університету,
проф. В. М. Бояриук
« 15 » грудня 2016 р.

**Акт
впровадження результатів наукових досліджень**

Замовник: ФГ «Наталія І.П.» с. Старий Загорів Локачинського району Волинської області в особі голови Н.І. Політило.

Даним актом стверджується, що результати наукових досліджень за темою: «Агроекологічна оцінка застосування мікробіологічного препарату Азотер та гумінових добрив під тритикале яре в умовах Західного Лісостепу України», які виконані в Львівському національному аграрному університеті, запроваджені у ФГ «Наталія І.П.» с. Старий Загорів Локачинського району Волинської області.

1. Вид запровадження – у технології вирощування тритикале ярого господарства впроваджено оптимізовані рівні мінерального живлення культури та покращено стан мікробіологічного ценозу сірого лісового ґрунту шляхом застосування гумінового добрива та мікробіологічного препарату Азотер, що забезпечило підвищення продуктивності агроценозу та сприяло зниженню негативного впливу внесення добрив на польову агроєкосистему.

2. Характеристика масштабів впровадження – у польових дослідженнях на площі 36 га.

3. Новизна результатів науково-дослідної роботи. На основі даних агрохімічного аналізу ґрунту, рівня запланованої продуктивності, а також екологічної оцінки стану агроєкосистеми розроблені норми внесення мікробіологічного препарату Азотер та гумінового добрива під тритикале яре в умовах господарства. Дотримання рекомендованої технології застосування запропонованих екологічно безпечних добрив та препарату Азотер забезпечує формування високих врожаїв тритикале ярого. Гумінове добриво у нормі 10 т/га в комплексі з мінеральними добривами (N₅₀P₂₅K₆₀), або його внесення у нормі 5 т/га разом із мінеральними добривами (N₇₅P₃₀K₉₀) та 5 т/га гною забезпечували врожайність тритикале ярого на рівні 5,0 – 5,6 т/га. Застосування мікробіологічного препарату Азотер у нормі 10 л/га разом зі «стартовою» дозою азоту (N₄₀), або на фоні 15 т/га гною сприяло підвищенню продуктивності агроценозу на рівні 6,1 – 6,5 т/га.

4. Щорічний економічний ефект – 12466,5 грн/га по сорту Оберіг Харківський і 12208,0 грн/га (за використання мікробіологічного препарату Азотер).

5. Соціальний і науково-технічний ефект – зростання продуктивності праці і окупності витрат на виробництво, сповільнення агрохімічної і агрофізичної деградації ґрунтового покриву, покращення екологічного стану агроценозів та агроєкосистем.



Від Львівського національного
аграрного університету
відповідальний за впровадження
М. Б. Августинович
« 14 » грудня 2016 р.



Львівський національний
аграрний університет

01-35-01/2-862
24.09.16

ДОВІДКА

Видана Августинович Марії Богданівні про те, що результати дисертаційного дослідження на тему «Агроекологічна оцінка застосування препарату Азотер та гумінових добрив під тритикале яре в Західному Лісостепу України», підготовленого на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.16 – екологія, були використані в освітньому процесі під час викладання навчальних дисциплін «Ґрунтознавство з основами геології», «Агрохімія», «Сучасні агротехнології» для студентів напряму підготовки 6.090101 «Агрономія» освітнього ступеня «бакалавр» і «магістр».

Довідка видана для представлення до спеціалізованої вченої ради із захисту дисертацій.

Проректор з наукової роботи
д.е.н., в.о. професора



І.Б. Яців

**Вплив застосування гумінового добрива та мікробіологічного препарату
Азотер на динаміку агроекологічних показників ґрунтів**

Таблиця Б.1

**Вплив добрив та МП Азотер на агрохімічні показники сірого лісового
легкосуглинкового ґрунту за вирощування тритікале ярого
сорту Оберіг Харківський (середнє за 2012–2014 рр.)**

Варіант	Шар ґрунту, см	рН _{сол.}	Гумус, %	Вміст елементів живлення, мг/кг			
				N-NH ₄	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль (без добрив)	0 - 20	6,15	2,18	17,1	36,5	90,2	73,9
	20 - 40	6,10	2,05	14,4	32,2	87,6	71,1
Гній, 15 т/га	0 - 20	6,19	2,26	18,4	39,3	92,1	78,0
	20 - 40	6,17	2,12	15,2	35,4	91,7	75,8
N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀	0 - 20	6,05	2,16	19,8	47,3	98,5	84,6
	20 - 40	5,98	2,04	17,0	43,1	96,2	80,7
Гумінове добриво, 10 т/га	0 - 20	6,28	2,28	18,9	43,3	94,6	80,0
	20 - 40	6,24	2,13	16,1	37,8	92,2	78,9
Гумінове добриво, 10 т/га + N ₅₀ P ₂₅ K ₆₀	0 - 20	6,24	2,21	20,8	49,7	96,4	82,9
	20 - 40	6,19	2,07	15,8	47,0	94,1	81,3
Азотер, 10л/га + N ₄₀	0 - 20	6,17	2,18	19,5	46,0	91,1	75,2
	20 - 40	6,11	2,06	17,4	42,4	88,8	73,5
Гній, 5 т/га + Азотер, 10л/га	0 - 20	6,19	2,19	18,5	43,2	92,0	75,7
	20 - 40	6,17	2,07	15,5	41,9	90,1	73,2
Гній, 5 т/га + N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀ + Гумінове добриво, 5 т/га	0 - 20	6,20	2,24	21,0	51,4	100,6	88,1
	20 - 40	6,18	2,11	19,5	47,4	98,5	85,3
НІР ₀₅	0 - 20	0,10-0,15	0,01-0,03	0,6-1,0	1,0-1,5	1,4-2,1	1,4-1,9
	20 - 40	0,08-0,10	0,01-0,02	0,6-0,9	0,9-1,4	1,0-1,6	1,1-1,8

**Вплив добрив та МП Азотер на агрохімічні показники сірого лісового
легкосуглинкового ґрунту за вирощування тритікале ярого
сорту Лосинівське (середнє за 2012–2014 рр.)**

Варіант	Шар ґрунту, см	рН _{сол.}	Гумус, %	Вміст елементів живлення, мг/кг			
				N- NH ₄	N- NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль (без добрив)	0 - 20	6,11	2,18	16,2	36,7	90,1	73,6
	20 - 40	6,07	2,06	12,2	33,7	88,8	70,5
Гній, 15 т/га	0 - 20	6,17	2,28	17,1	40,0	93,5	78,7
	20 - 40	6,12	2,15	13,6	37,0	91,1	75,6
N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀	0 - 20	6,01	2,15	19,5	47,5	97,8	83,2
	20 - 40	5,98	2,01	15,4	44,7	95,2	71,6
Гумінове добриво, 10 т/га	0 - 20	6,26	2,31	17,7	43,4	93,3	80,7
	20 - 40	6,20	2,19	14,8	40,7	91,7	77,3
Гумінове добриво, 10 т/га + N ₅₀ P ₂₅ K ₆₀	0 - 20	6,24	2,29	20,7	49,3	95,5	84,9
	20 - 40	6,16	2,06	17,2	46,1	93,7	85,8
Азотер г, 10л/га + N ₄₀	0 - 20	6,18	2,19	18,3	46,4	90,9	75,2
	20 - 40	6,11	2,05	14,6	44,0	88,9	73,0
Гній, 5 т/га + Азотер, 10л/га	0 - 20	6,20	2,20	17,3	44,8	92,3	77,0
	20 - 40	6,17	2,06	14,0	40,3	90,8	74,0
Гній, 5 т/га + N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀ + Гумінове добриво, 5 т/га	0 - 20	6,22	2,24	21,7	52,2	99,6	87,6
	20 - 40	6,18	2,12	17,4	49,0	97,6	84,6
НІР ₀₅	0 - 20	0,11- 0,14	0,02- 0,04	0,6- 0,8	1,3- 1,5	1,5- 1,8	1,8- 1,9
	20 - 40	0,09- 0,12	0,01- 0,02	0,6- 0,7	0,8- 0,9	1,4- 1,7	1,5- 1,7

**Вплив застосування гумінового добрива та мікробіологічного препарату
Азотер на величину та якість урожай тритикале ярого**

Таблиця В.1

**Урожайність зерна сортів тритикале ярого сорту Оберіг Харківський ЗА
внесення добрив та мікробіологічного препарату Азотер**

У тонах на гектар

Варіант	Оберіг харківський				Лосинівське			
	2012	2013	2014	Середнє	2012	2013	2014	Середнє
Контроль (без добрив)	2,97	3,4	3,11	3,16	2,77	3,34	3,25	3,12
Гній, 15 т/га	3,48	3,56	3,5	3,51	3,37	3,49	3,45	3,44
N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀	3,51	3,58	3,75	3,61	3,48	3,41	3,44	3,44
Гумінове добриво, 10 т/га	3,79	3,88	3,8	3,82	3,81	4,01	3,95	3,92
Гумінове і добриво, 10 т/га + N ₅₀ P ₂₅ K ₆₀	4,98	5,12	5,02	5,04	4,86	4,89	4,92	4,89
Азотер, 10 л/га + N ₄₀	5,13	5,32	5,34	5,26	4,85	5,12	5,15	5,04
Гній 5 т/га + Азотер, 10 л/га	6,95	6,84	6,87	6,89	6,82	6,74	6,79	6,78
Гній, 5 т/га + N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀ + Гумінове добриво, 5 т/га	5,17	6,24	6,01	5,81	5,1	6,12	6,08	5,77
НІР ₀₅	0,33	0,26	0,24		0,25	0,29	0,25	

**Вміст клейковини в зерні тритикале ярого сорту Оберіг
Харківський залежно від внесення добрив та мікробіологічного
препарату Азотер**

У відсотках

Варіант	Оберіг харківський				Лосинівське			
	2012	2013	2014	Середнє	2012	2013	2014	Середнє
Контроль (без добрив)	12,9	13,2	13,1	13,1	11,5	13,2	13,1	12,6
Гній, 15 т/га	17,2	17,6	17,4	17,4	17,6	17,6	17,3	17,5
N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀	18,2	18,5	18,7	18,4	18,5	18,5	18,4	18,4
Гумінове добриво, 10 т/га	19,2	19,8	20,1	19,7	19,6	19,8	19,9	19,7
Гумінове і добриво, 10 т/га + N ₅₀ P ₂₅ K ₆₀	18,8	18,6	19	18,8	18,5	18,6	18,9	18,6
Азотер, 10 л/га + N ₄₀	21,4	22,2	21,6	21,7	20,9	21,2	21,2	21,1
Гній 5 т/га + Азотер, 10 л/га	19,3	19,2	19,2	19,2	19,6	19,2	19,2	19,3
Гній, 5 т/га + N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀ + Гумінове добриво, 5 т/га	16,2	15,1	15,4	15,5	15,7	15,1	15,2	15,3
НІР ₀₅	2,3	2,5	1,7		1,4	1,5	1,4	

Таблиця В.3

Вміст білку в зерні тритикале ярого сорту Лосинівське за внесення добрив та мікробіологічного препарату Азотер

У відсотках

Варіант дослідю	Оберіг Харківський				Лосинівське			
	2012	2013	2014	Середнє	2012	2013	2014	Середнє
Контроль (без добрив)	10,5	11,7	11,9	11,4	10,1	11,2	11,0	10,8
Гній, 15 т/га	11,1	12,4	12,6	12,0	10,8	12,3	12,1	11,7
N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀	11,4	12,9	13,2	12,5	11,1	12,7	12,8	12,2
Гумінове добриво, 10 т/га	12,8	14,2	14,4	13,8	12,6	14,1	14,0	13,6
Гумінове добриво, 10 т/га + N ₅₀ P ₂₅ K ₆₀	11,7	13	13,6	12,8	11,3	12,8	13,1	12,4
Азотер , 10 л/га + N ₄₀	13,2	14,4	14,8	14,1	13,0	14,5	14,6	14,0
Гній 5 т/га + Азотер, 10 л/га	12,3	13,5	13,8	13,2	12,1	13,4	13,3	12,9
Гній, 5 т/га + N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀ + Гумінове добриво, 5 т/га	11,1	12,1	12,4	11,9	10,8	12,2	12,2	11,7
НІР ₀₅	0,4	0,4	0,5		0,4	0,5	0,7	

Таблиця В.3

**Вміст нітратів у зерні тритикале ярого сорту Лосинівське за
внесення добрив та мікробіологічного препарату Азотер**

У відсотках

Варіант досліджу	Оберіг Харківський				Лосинівське			
	2012	2013	2014	Середнє	2012	2013	2014	Середнє
Контроль (без добрив)	23	22	23	23	25	24	23	25
Гній, 15 т/га	20	20	21	20	18	18	21	18
N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀	29	29	30	29	27	29	27	27
Гумінове добриво, 10 т/га	19	19	18	19	19	19	19	19
Гумінове і добриво, 10 т/га + N ₅₀ P ₂₅ K ₆₀	23	21	23	23	24	22	23	24
Азотер , 10 л/га + N ₄₀	22	18	21	22	22	19	20	22
Гній 5 т/га + Азотер, 10 л/га	21	21	19	21	17	20	18	17
Гній, 5 т/га + N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀ + Гумінове добриво, 5 т/га	21	22	23	21	22	21	22	22
НІР ₀₅	1,9	1,7	1,9		2,2	2,0	2,1	

Таблиця В.4

Вплив добрив та мікробіологічного препарату Азотер на елементи структури урожаю тритикале ярого сорту

Варіант	Висота рослин, см				Показники колоса							
					довжина, см				кількість зерен, шт.			
	2012	2013	2014	Середнє	2012	2013	2014	Середнє	2012	2013	2014	Середнє
<i>Оберіг Харківський</i>												
Контроль (без добрив)	93,8	96,8	97,5	96,0	7,2	7,8	7,9	7,6	26	25	27	26
Гній, 15 т/га	104,6	101,5	102,7	102,9	8,1	8,3	8,3	8,2	33	28	33	31
N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀	108,6	106,4	106,3	107,1	8,3	8,5	8,5	8,4	30	29	34	31
Гумінове добриво, 10 т/га	111,6	113,5	114,5	113,2	8,6	8,7	8,8	8,7	33	29	35	32
Гумінове добриво, 10 т/га + N ₅₀ P ₂₅ K ₆₀	117,0	115,0	116,8	116,3	8,9	8,9	9,0	8,9	32	31	32	32
Азотер, 10 л/га + N ₄₀	119,0	116,5	118,3	117,9	9,0	9,1	9,0	9,0	34	33	33	33
Гній, 5 т/га + Азотер, 10 л/га	123,0	121,3	121,3	121,9	9,3	9,5	9,5	9,4	33	32	33	33
Гній, 5 т/га + N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀ + Гумінове добриво, 5 т/га	120,0	118,5	119,2	119,2	9,1	9,2	9,3	9,2	31	31	30	31
НІР ₀₅	2,7	2,3	2,9		0,3	0,3	0,2		1,0	2,0	1,1	
<i>Лосинівське</i>												
Контроль (без добрив)	92,5	97,5	97,8	95,9	7,3	7,5	7,6	7,5	23	25	28	25
Гній, 15 т/га	101,2	100,5	101,1	100,9	7,8	8,2	8,4	8,1	29	31	33	31
N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀	104,3	105,5	105,9	105,2	8,1	8,5	8,5	8,4	30	31	31	31
Гумінове добриво, 10 т/га	110,5	111,2	112,3	111,3	8,4	8,8	8,7	8,6	34	32	34	33
Гумінове добриво, 10 т/га + N ₅₀ P ₂₅ K ₆₀	112,0	113,5	115,1	113,5	8,7	9,0	9,0	8,9	33	34	34	34
Азотер, 10 л/га + N ₄₀	120,0	119,0	119,7	119,6	8,9	9,2	9,1	9,1	36	34	32	34
Гній, 5 т/га + Азотер, 10 л/га	122,3	121,9	122,3	122,2	9,1	9,6	9,5	9,4	34	34	33	34
Гній, 5 т/га + N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀ + Гумінове добриво, 5 т/га	121,3	120,5	120,8	120,9	9,0	9,4	9,3	9,2	32	32	31	32
НІР ₀₅	2,5	2,8	2,6		0,3	0,2	0,2		2,5	1,5	1,2	

Таблиця В.5

Вплив добрив та мікробіологічного препарату Азотер на фізичні властивості зерна тритикале ярого

Варіант	Маса зерна головного колоса, г				Маса 1000 зерен, г				Натура зерна, г			
	2012	2013	2014	Середнє	2012	2013	2014	Середнє	2012	2013	2014	Середнє
<i>Оберіг Харківський</i>												
Контроль (без добрив)	0,8	0,8	0,9	0,8	31,3	32,6	32,8	32,2	725	720	721	722
Гній, 15 т/га	1,2	1,1	1,3	1,2	36,8	39,8	39,5	38,7	748	732	738	739
N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀	1,2	1,2	1,3	1,2	40,1	40,7	40,1	40,3	737	738	736	737
Гумінове добриво, 10 т/га	1,1	1,0	1,2	1,1	32,9	34,0	34,3	33,7	739	727	732	733
Гумінове добриво, 10 т/га + N ₅₀ P ₂₅ K ₆₀	0,9	0,9	1,0	0,9	31,6	33,0	32,3	32,3	740	732	734	735
Азотер, 10 л/га + N ₄₀	1,2	1,2	1,2	1,2	34,9	36,8	35,9	35,9	750	742	740	744
Гній, 5 т/га + Азотер, 10 л/га	1,2	1,3	1,2	1,2	42,5	42,9	42,4	42,6	745	744	740	743
Гній, 5 т/га + N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀ + Гумінове добриво, 5 т/га	1,2	1,1	1,1	1,1	41,2	41,5	41,0	41,4	744	741	741	742
НІР ₀₅	0,1	0,2	0,1		0,7	1,1	1,6		5,6	5,2	4,9	
<i>Лосинівське</i>												
Контроль (без добрив)	0,7	0,8	0,9	0,8	30,8	32,4	32,6	31,9	723	723	724	723
Гній, 15 т/га	1,1	1,1	1,2	1,1	38,4	36,8	36,8	37,3	734	729	738	734
N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀	1,1	1,2	1,1	1,1	39,2	40,8	40,7	40,2	737	736	735	736
Гумінове добриво, 10 т/га	1,1	1,2	1,1	1,1	32,0	32,0	32,1	32,0	734	729	733	732
Гумінове добриво, 10 т/га + N ₅₀ P ₂₅ K ₆₀	0,9	0,9	1,0	0,9	31,1	31,4	31,6	31,4	733	737	732	734
Азотер, 10 л/га + N ₄₀	1,2	1,1	1,1	1,1	33,5	34,8	34,9	34,4	748	742	744	745
Гній, 5 т/га + Азотер, 10 л/га	1,1	1,2	1,1	1,1	40,9	42,2	42,3	41,8	742	740	743	742
Гній, 5 т/га + N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀ + Гумінове добриво, 5 т/га	1,2	1,0	1,1	1,1	38,0	39,5	39,8	39,1	742	739	740	740
НІР ₀₅	0,1	0,1	0,1		1,3	1,2	1,0		5,5	4,8	4,7	

Таблиця В.6

Вплив добрив та МП Азотер на біохімічні показники зерна тритикале ярого

У відсотках

Варіант	Вміст :											
	азоту				фосфору				калію			
	2012	2013	2014	Середнє	2012	2013	2014	Середнє	2012	2013	2014	Середнє
<i>Оберіг Харківський</i>												
Контроль (без добрив)	1,97	2,08	2,12	2,06	0,51	0,47	0,48	0,49	0,42	0,44	0,46	0,44
Гній, 15 т/га	2,03	2,11	2,15	2,10	0,53	0,48	0,5	0,50	0,49	0,48	0,49	0,49
N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀	2,14	2,26	2,27	2,22	0,56	0,53	0,54	0,54	0,61	0,63	0,64	0,63
Гумінове добриво, 10 т/га	2,15	2,22	2,23	2,20	0,53	0,49	0,50	0,51	0,51	0,51	0,53	0,52
Гумінове добриво, 10 т/га + N ₅₀ P ₂₅ K ₆₀	2,17	2,25	2,26	2,23	0,55	0,51	0,52	0,53	0,56	0,58	0,60	0,58
Азотер, 10 л/га + N ₄₀	2,18	2,28	2,28	2,25	0,52	0,47	0,48	0,49	0,45	0,45	0,46	0,45
Гній, 5 т/га + Азотер, 10 л/га	2,29	2,38	2,37	2,35	0,52	0,48	0,48	0,49	0,46	0,50	0,49	0,48
Гній, 5 т/га + N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀ + Гумінове добриво, 5 т/га	2,26	2,33	2,33	2,31	0,57	0,53	0,55	0,55	0,61	0,65	0,62	0,63
НІР ₀₅	0,09	0,08	0,07	0,08	0,05	0,06	0,05		0,05	0,07	0,05	
<i>Лосинівське</i>												
Контроль (без добрив)	2,01	2,06	2,10	2,06	0,51	0,49	0,49	0,50	0,42	0,42	0,44	0,43
Гній, 15 т/га	2,05	2,08	2,13	2,09	0,52	0,50	0,52	0,51	0,46	0,47	0,47	0,47
N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀	2,12	2,15	2,23	2,17	0,58	0,53	0,54	0,55	0,61	0,60	0,62	0,61
Гумінове добриво, 10 т/га	2,08	2,12	2,21	2,14	0,54	0,51	0,53	0,53	0,49	0,51	0,51	0,50
Гумінове добриво, 10 т/га + N ₅₀ P ₂₅ K ₆₀	2,11	2,14	2,25	2,17	0,56	0,52	0,54	0,54	0,54	0,56	0,58	0,56
Азотер, 10 л/га + N ₄₀	2,19	2,22	2,27	2,23	0,52	0,49	0,50	0,50	0,42	0,43	0,44	0,43
Гній, 5 т/га + Азотер, 10 л/га	2,21	2,26	2,30	2,26	0,51	0,49	0,50	0,50	0,44	0,44	0,50	0,46
Гній, 5 т/га + N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀ + Гумінове добриво, 5 т/га	2,22	2,24	2,28	2,25	0,57	0,55	0,55	0,56	0,61	0,62	0,64	0,62
НІР ₀₅	0,07	0,06	0,06	0,1	0,06	0,04	0,05		0,05	0,05	0,06	

