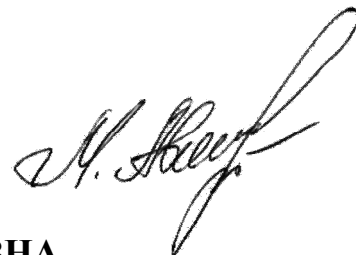


**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ АГРОЕКОЛОГІЇ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**



АВГУСТИНОВИЧ МАРІЯ БОГДАНІВНА

УДК 631.95:631.8:631.86:631.87

**АГРОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРЕПАРАТУ АЗОТЕР
ТА ГУМІНОВОГО ДОБРИВА В АГРОЦЕНОЗАХ ТРИТИКАЛЕ ЯРОГО
ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

03.00.16 – екологія

АВТОРЕФЕРАТ

**дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата
сільськогосподарських наук**

Київ – 2017

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано у Львівському національному аграрному університеті Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор
Лопушняк Василь Іванович,
Львівський національний аграрний університет,
завідувач кафедри агрохімії та ґрунтознавства.

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук, професор
Шерстобєва Олена Володимирівна,
Інститут агроєкології і природокористування НААН,
головний науковий співробітник;

доктор сільськогосподарських наук, професор
член-кореспондент НААН
Волкогон Віталій Васильович,
Інститут сільськогосподарської мікробіології та
агропромислового виробництва НААН, директор.

Захист відбудеться **«29» березня 2017 року** о 11-й годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.371.01 в Інституті агроєкології та природокористування НААН за адресою: 03143, вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Інституту агроєкології і природокористування НААН.

Автореферат розіслано «28» лютого 2017 року.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради
кандидат біологічних наук



Ю.О. Зацарінна

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Для збалансованого розвитку агросфери важливим є пошук екологічно безпечних технологій вирощування зернових культур як ключової ланки у виробництві продовольчої продукції. У різних країнах світу та в Україні зокрема відзначається зростання зацікавленості до культури тритикале, особливо його ярих форм, що обумовлено високими потенційними можливостями продуктивності культури та біологічною цінністю врожаю, екологічною стійкістю до несприятливих чинників росту й розвитку в агроценозах. Максимальне розкриття генетичного потенціалу сортів тритикале ярого можливе за оптимальних умов мінерального живлення, застосування науково обґрунтованих норм і способів унесення добрив.

Перспективним напрямом удосконалення систем удобрення тритикале ярого є застосування елементів їх біологізації, а саме – гумінових добрив та біопрепаратів, що забезпечують підвищення ефективної родючості ґрунту, зростання продуктивності агроценозів, отримання екологічно безпечної продукції високої якості.

Оцінювання ефективності та екологічної безпечності різних засобів вирощування ярих зернових культур здійснювали А.Д. Білітюк, С.М. Каленська, В.І. Оничко та ін., що дало змогу на основі їх досліджень розробляти агротехнології вирощування різних сільськогосподарських культур. Вчені В.П. Патики, В.В. Волкогон, О.В. Шерстобоева (та ін.) розробили низку вітчизняних мікробних препаратів для бобових, злакових та овочевих культур і довели високу ефективність їх застосування в агротехнологіях. Науковці А.І. Горова, Г.В. Пироговська, Є.В. Скрильник, М.Й. Шевчук (та ін.) дослідили всебічні аспекти використання гумінових добрив у агротехнологіях та виявили їх позитивний вплив на продуктивність агрокультур.

Поряд із тим, водночас не висвітленими залишаються питання наукового обґрунтування доцільності та екологічної безпечності використання біопрепарату Азотер та гумінового добрива в агротехнологіях вирощування тритикале ярого, а також наслідків практичного їх застосування для підвищення врожайності культури та отримання якісної продукції.

З огляду на вищевикладене, обрана тема дисертації є актуальним завданням сучасної агроекології.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження за темою дисертаційної роботи виконано згідно з тематичними планами Львівського національного аграрного університету впродовж 2011–2015 рр. за комплексною науково-дослідною темою факультету агротехнологій та екології: «Розробка науковообґрунтованих систем управління продуктивним потенціалом виробництва продукції рослинництва, ведення землеробства на основі екологостабілізуючих заходів з охорони ґрунтів у агрокліматичних зонах Західного регіону України» (ДР № 0111U001253). Дослідження за темою дисертаційної роботи також виконували в рамках ПНД НААН «Ґрунтові ресурси: прогноз розвитку,

збалансоване використання та управління» на 2016–2020 рр., завдання II-го рівня «Встановити напрями еволюції мікроелементного складу ґрунтів України та розробити прогноз забезпеченості їх доступними формами мікроелементів» (ДР № 01.02.02.02 Ф).

Мета і завдання дослідження. *Мета дослідження* – агроекологічне обґрунтування доцільності застосування біопрепарату Азотер та гумінового добрива як елементів технології вирощування тритикале ярого.

Для досягнення поставленої мети виконували такі *завдання*:

- розробити екологічно безпечні рівні удобрення тритикале;
- дослідити перехід важких металів у системі «ґрунт – рослина» за використання досліджених засобів удобрення тритикале ярого;
- встановити зміни агрохімічних показників ґрунту за внесення гумінового добрива та біопрепарату Азотер;
- вивчити вплив добрив та біопрепарату на продуктивність агроценозу тритикале ярого та якість отриманого зерна;
- провести екологічну, економічну і біоенергетичну оцінки досліджуваних видів та рівнів удобрення.

Об'єкт дослідження – наукове обґрунтування ефективності та екологічної безпечності застосування біопрепарату Азотер та гумінового добрива в агроценозах тритикале ярого на сірому лісовому легкосуглинковому ґрунті.

Предмет дослідження – екологічні та агрохімічні показники сірого лісового легкосуглинкового ґрунту, продуктивність агроценозу тритикале ярого, якість врожаю, екологічні, економічні та біоенергетичні параметри застосування добрив та біопрепарату Азотер.

Методи дослідження. Польові – для вивчення ефективності застосування біопрепарату Азотер і гумінового добрива та їх впливу на властивості ґрунту; лабораторні – для визначення кількісних та якісних характеристик агроценозу тритикале ярого; математично-розрахункові – для розрахунку коефіцієнтів переходу важких металів та екологічної, економічної і енергетичної ефективності застосування біопрепарату Азотер та гумінового добрива; статистичні – для доведення достовірності результатів експериментів.

Наукова новизна одержаних результатів.

Вперше:

- науково обґрунтовано 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 гумінового добрива та біопрепарату Азотер на елементи ефективної родючості ґрунту, зокрема, на вміст основних елементів живлення, гумусу, показник реакції ґрунтового розчину та вміст важких металів (мідь, цинк, свинець, кадмій);
- визначено екологічно безпечні, економічно доцільні та енергоощадні рівні удобрення тритикале ярого в умовах Західного Лісостепу України, що передбачають

застосування гумінового добрива у нормі 10 т/га комплексно 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, а також біопрепарату Азотер у нормі 10 л/га разом із «стартовою» дозою азоту (N_{40}) або на фоні 15 т/га гною;

- з'ясовано вплив біопрепарату Азотер та гумінового добрива на екологічний стан сірого лісового легкосуглинкового ґрунту.

Удосконалено ресурсощадну технологію вирощування сортів тритикале ярого в умовах Західного Лісостепу України шляхом уведення в технологічну схему гумінового добрива та біопрепарату Азотер.

Набуло подальшого розвитку твердження про особливості росту й розвитку рослин тритикале ярого, формування структури врожаю, продуктивності та якості агроценозу залежно від сортового складу та рівнів мінерального живлення.

Практичне значення одержаних результатів. За одержаними результатами розроблено рекомендації для аграрного виробництва щодо ефективного застосування гумінового добрива та біопрепарату Азотер для екологічно безпечного функціонування агроценозів тритикале ярого та одержання стабільно високих врожаїв з високими показниками якості зерна.

Розроблені елементи екологізації технологій вирощування тритикале ярого впроваджено в практику ФГ «Надбання» с. Конюхи (на площі 23 га) та ФГ «Наталія І.П.» с. Старий Загорів (на площі 36 га) Локачинського р-ну Волинської обл., що підтверджено відповідними актами.

Результати досліджень впроваджено в освітній процес Львівського національного аграрного університету для підготовки фахівців освітнього ступеня «бакалавр» за напрямом «Агрономія»; кафедри екології Луцького біотехнічного інституту ПВНЗ «Міжнародний науково-технічний університет імені академіка Юрія Бугая» для підготовки фахівців за напрямом «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування», а також Луцького національного технічного університету – за напрямом підготовки «Охорона праці».

Особистий внесок здобувача. Дисертантом опрацьовано й узагальнено дані джерел літератури за темою дисертації, підібрано методики, проведено польові та лабораторні дослідження, узагальнено й систематизовано одержані результати, статистично їх проаналізовано, сформульовано висновки та запропоновано рекомендації виробництву. Керівником розроблено програму дослідження та сформульовано його основні завдання.

Публікації за темою дисертації підготовлено самостійно та у співавторстві. Зі спільних наукових праць у дисертаційній роботі використано результати власних досліджень.

Апробація результатів дисертації. Основні положення та результати дисертаційної роботи були представлені на Міжнародній науково-практичній Інтернет-конференції «Наука на службі сільського господарства» (Миколаїв, 2013 р.), Науково-практичній конференції «Організація наукової діяльності у навчальному закладі» (Луцьк, 2013 р.), Міжнародній науково-практичній Інтернет-

конференції «Актуальні проблеми ґрунтознавства, землеробства та агрохімії» (Львів, 2014 р.), XVI Міжнародному форумі «Теорія і практика розвитку агропромислового комплексу та сільських територій» (Львів, 2015 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Енергетична безпека навколишнього середовища» (Луцьк, 2015 р.), Міжнародній науково-практичній Інтернет-конференції «Сучасні проблеми агроекології» (Миколаїв, 2015 р.), Міжнародній науково-практичній Інтернет-конференції «Біологічні дослідження» (Житомир, 2015 р.), Міжнародній науково-практичній Інтернет-конференції «Актуальні проблеми ґрунтознавства та агрохімії» (Львів, 2016 р.).

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 20 наукових праць, з них 6 – у наукових фахових виданнях України та 2 – у закордонних виданнях. Матеріали досліджень включено до науково-практичних рекомендацій з раціонального використання природних ресурсів.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається із вступу, 6 розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаної літератури, який налічує 241 першоджерела (із них 28 латиницею). Загальний обсяг роботи становить 165 сторінок, з них 112 сторінок основного тексту. Робота містить 23 таблиці, 11 рисунків та 3 додатки.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

ЕКОЛОГІЧНІ ТА ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ БІОЛОГІЗАЦІЇ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

У розділі наведено огляд результатів досліджень вітчизняних і зарубіжних учених з питань мінерального живлення ярих зернових культур у контексті отримання органічної продукції. Проведено аналіз ефективності застосування гумінових добрив та біопрепаратів як складових технологій екологічно безпечного вирощування зернових культур.

На основі аналізу та узагальнення літературних джерел встановлено напрями та доцільність проведення досліджень за темою дисертації, виявлено низку питань, що потребують подальшого вивчення.

МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження впливу гумінового добрива та біопрепарату Азотер на динаміку змін агрохімічних показників сірого лісового легкосуглинкового ґрунту, якісні та кількісні показники врожаю тритикале ярого проводили впродовж 2012–2014 рр. у польовому досліді, закладеному на території ФГ «Надбання», с. Конюхи Локачинського р-ну Волинської обл., що розташоване у межах ґрунтово-кліматичної зони Західного Лісостепу України. Схема досліду: 1. Без добрив (контроль); 2. Гній, 15 т/га; 3. N₇₅P₅₀K₉₀; 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.

Площа посівної ділянки – 40 м², облікової – 25 м². Повторність у дослідах – триразова, розміщення варіантів – систематичне. Культура вирощування – тритикале яре сортів Оберіг Харківський та Лосинівське. Попередник досліджуваної культури – картопля. Агротехніка вирощування тритикале ярого – загальноприйнята для Західного Лісостепу України.

Дослідження проводили на сірому лісовому легкосуглинковому глеюватому ґрунті, що до закладання досліду характеризувався такими агрохімічними показниками (шар 0–20 см): вміст гумусу – 2,18%, вміст нітратних форм азоту ($N-NO_3$) – 38,8 мг/кг ґрунту, амонійних форм азоту ($N-NH_4$) – 21,1, рухомих форм фосфору (P_2O_5) – 99,8, рухомих сполук калію (K_2O) – 88,6 мг/кг ґрунту, реакція ґрунтового середовища ($pH_{сол}$) – 6,12.

Гумінове добриво виготовлено методом диспергації з органічного сапропелю. В середньому за роки досліджень загальний уміст (на суху речовину) азоту в добриві та гної ВРХ становив 0,81 та 0,50%, фосфору – 0,28 та 0,11, калію – 0,45 та 0,25%, показник pH – 7,2 та 7,8 од. відповідно. Із мінеральних добрив застосовували аміачну селітру (34 % N, ГОСТ 2-85), суперфосфат гранульований (19 % P_2O_5 , ГОСТ 5956-78) та калімагнезію (29 % K_2O , ТУ У 6-05743160.002-94). Органічні та мінеральні добрива вносили врозкид під час основного обробітку ґрунту.

У дослідженнях використовували біопрепарат Азотер (Серія А № 3192 від 27.04.2012 р., запис у державному реєстрі – 6498; виробник – ТОВ «Азотер», Словаччина), виготовлений на основі бактерій *Azotobacter chroococcum* ($1,54 \times 10^{10}$ КУО в см³), *Azospirillum brasilense* ($2,08 \times 10^9$ КУО в см³), *Bacillus megaterium* ($1,58 \times 10^8$ КУО в см³). Вносили шляхом передпосівної обробки ґрунту з наступним загортанням у нормі 10 л/га. Для активізації діяльності мікроорганізмів і підтримання росту рослин у початкові періоди розвитку разом із препаратом вносили «стартову» дозу азоту – N_{40} згідно з рекомендаціями виробника.

Аналітичні визначення проводили в лабораторії Поліської дослідної станції ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського» НААН та лабораторії Волинської філії ДУ «Інститут охорони ґрунтів України».

Відбір зразків ґрунту для агрохімічних визначень здійснювали за ДСТУ 4287 та ДСТУ ISO 11464, до закладки польових дослідів та після збору врожаю. У пробах ґрунту визначали: вміст гумусу – за методом Тюріна, ДСТУ 4289; амонійних та нітратних форм азоту – за ДСТУ 4729; реакцію ґрунтового розчину ($pH_{сол}$) – за ДСТУ ISO 10390; рухомих сполук фосфору і калію – за методом Чирікова в модифікації ННЦ ІГА, ДСТУ 4115; рухомих сполук кадмію – за ДСТУ 4770.3; рухомих сполук міді – за ДСТУ 4770.6; рухомих сполук свинцю – за ДСТУ 4770.9; рухомих сполук цинку – за ДСТУ 4770.2.

У зразках рослинного матеріалу визначали вміст нітратів – за ГОСТ 13496.19, білка – згідно із ГОСТ 10846, сирієї клітковини з використанням проміжної фільтрації – за ГОСТ 13496.2, масу 1000 зерен – за ГОСТ 10842, натуру зерна – за

ГОСТ 10840, цинку – за ГОСТ 26934, кадмію – за ГОСТ 26933, міді – за ГОСТ 26931, свинцю – за ГОСТ 26932.

Відбір зразків продукції рослинництва здійснювали після збору врожаю.

Аналіз продуктивності агроценозу проводили суцільним методом з усієї облікової площі.

Математичну обробку результатів досліджень здійснювали методом дисперсійного аналізу за методикою Б.А. Доспехова з використанням комп'ютерної програми Alfa. Розрахунок балансу поживних речовин у ґрунті проводили за методикою Л.В. Дацько (2009 р.). Економічну ефективність визначали за загальноприйнятою методикою, зважаючи на фактичні витрати виробництва. Розрахунки екологічної оцінки технологій вирощування культури здійснювали згідно з методикою Н.А. Макаренко (2008 р.).

ОЦІНКА СТАНУ СІРОГО ЛІСОВОГО ЛЕГКОСУГЛИНКОВОГО ҐРУНТУ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ГУМІНОВОГО ДОБРИВА ТА БІОПРЕПАРАТУ АЗОТЕР

За використання органічних та комплексно органічних і мінеральних добрив (варіанти з внесенням гною, гумінового добрива, біопрепарату Азотер) в орному (0–20 см) шарі ґрунту спостерігалось підвищення показника $pH_{\text{сол.}}$ на 0,02–0,14 од. порівняно з контролем, де цей показник становив 6,13 (рис. 1-а).

У варіантах з використанням: 15 т/га гною; 10 т/га гумінового добрива + $N_{50}P_{25}K_{60}$; біопрепарату Азотер – із «стартовою» дозою азотних добрив (N_{40}), з 5 т/га гною та у варіанті з такою самою нормою гною + гумінове добриво + $N_{75}P_{50}K_{90}$ спостерігалась тенденція лише до зростання $pH_{\text{сол.}}$. Показник реакції ґрунтового розчину у шарі ґрунту 0–20 см у цих варіантах варіював у межах 6,15–6,23 од.

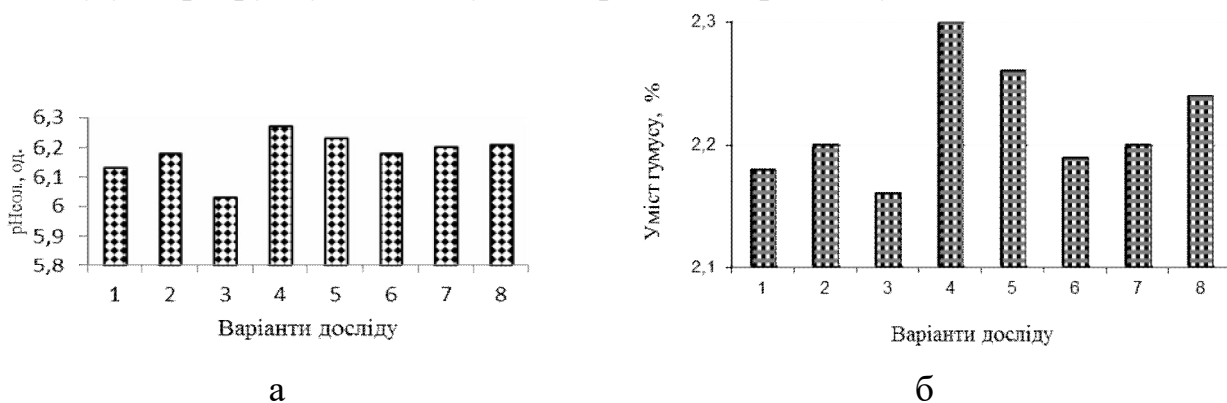


Рис. 1 – Вплив добрив та біопрепарату Азотер на реакцію ґрунтового розчину та вміст гумусу у сірому лісовому легкосуглинковому ґрунті (середнє за 2012–2014 рр.):

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.

Максимальне підвищення показника $pH_{\text{сол.}}$ зафіксовано у варіанті з внесенням 10 т/га гумінового добрива, за якого значення $pH_{\text{сол.}}$ в орному шарі становило 6,27, або приріст порівняно з контролем 0,14 од.

У варіантах із внесенням органічних добрив відзначено зростання вмісту гумусу в орному шарі ґрунту на 0,02–0,12%, тоді як на контролі ця частка становила 2,18% (рис. 1-б). Найвищий показник вмісту гумусу (2,3%) зафіксовано у варіанті з внесенням 10 т/га гумінового добрива.

Застосування традиційних видів органічних і мінеральних добрив, а також гумінового добрива та біопрепарату Азотер сприяло зростанню вмісту амонійного ($N-NH_4$) та нітратного азоту ($N-NO_3$) в орному шарі ґрунту (0–20 см), в середньому на 1,1–4,7 та 3,1–15,2 мг/кг ґрунту, тоді як у контрольному варіанті ці показники становили 16,7 та 36,6 мг/кг ґрунту відповідно (рис. 2).

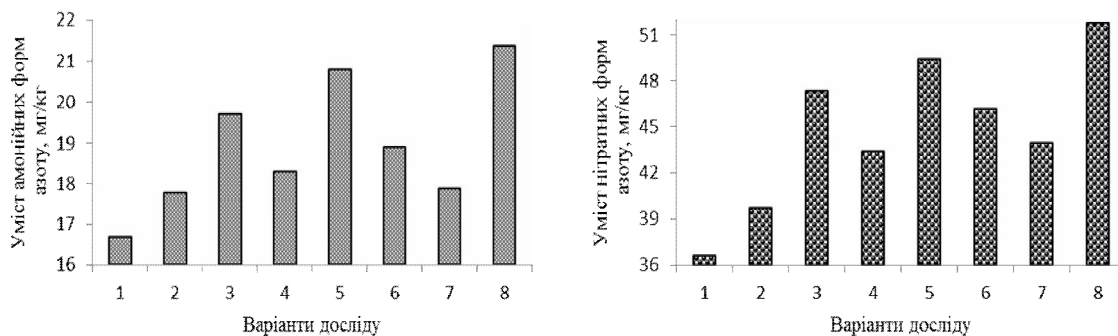


Рис. 2 – Вплив добрив та біопрепарату Азотер на вміст амонійних та нітратних форм азоту в сірому лісовому легкосуглинковому ґрунті (середнє за 2012–2014 рр.):

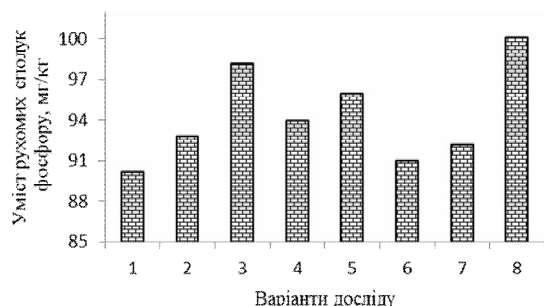
1. Без добрив (контроль); 2. Гній, 15 т/га; 3. $N_{75}P_{50}K_{90}$; 4. Гумінове добриво, 10 т/га; 5. Гумінове добриво, 10 т/га + $N_{50}P_{25}K_{60}$; 6. Азотер + N_{40} ; 7. Азотер + гній, 5 т/га; 8. Гній, 5 т/га + $N_{75}P_{50}K_{90}$ + гумінове добриво, 5 т/га.

Внесення 10 т/га гумінового добрива та 10 л/га біопрепарату Азотер із «стартовою» дозою азотних добрив (N_{40}) забезпечило підвищення вмісту амонійних і нітратних форм азоту на 1,6 і 6,8 та 2,2 і 9,6 мг/кг ґрунту порівняно з контролем відповідно.

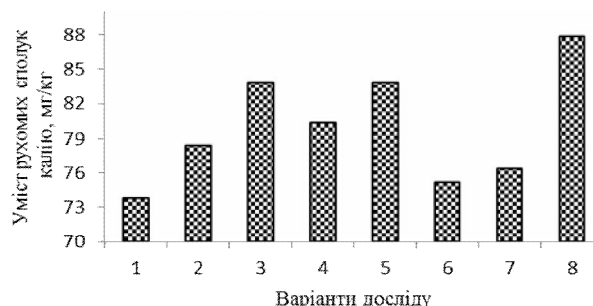
Заміна «стартової» дози азотного добрива (N_{40}) на органічні добрива (5 т/га гною) за використання біопрепарату Азотер було менш ефективним заходом щодо накопичення легкодоступних форм азоту, тому вміст $N-NH_4$ у цьому варіанті становив 17,9, $N-NO_3$ – 44,0 мг/кг ґрунту.

Найефективнішим було комплексне застосування гумінового добрива із мінеральними та гноєм (варіанти 5 та 8). В орному шарі ґрунту (0–20 см) у цих варіантах було зафіксовано максимальні показники вмісту амонійних та нітратних форм азоту: на рівні 20,8 та 49,5 мг/кг ґрунту – за внесення 10 т/га гумінового добрива із $N_{50}P_{25}K_{60}$, 21,4 та 51,8 мг/кг ґрунту – за використання по 5 т/га гумінового добрива і гною із $N_{75}P_{50}K_{90}$.

Застосування традиційних видів органічних і мінеральних добрив (варіанти 2 та 3) сприяло підвищенню рівня рухомих форм фосфору (P_2O_5) в орному шарі (0–20 см) на 2,6–8,0 мг/кг ґрунту порівняно з контролем, де його вміст становив 90,2 мг/кг ґрунту (рис. 3-а).



а



б

Рис. 3 – Вплив добрив та біопрепарату Азотер на вміст рухомих сполук фосфору та 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.

За внесення біопрепарату Азотер із «стартовою» дозою азотних добрив (N_{40}) відзначено тенденцію до зростання вмісту рухомих сполук фосфору до 91,0 мг/кг ґрунту. Заміна N_{40} на 5 т/га гною забезпечила зростання вмісту P_2O_5 в орному шарі (0–20 см) ґрунту на 2,0 мг/кг ґрунту порівняно з контролем.

Найвищі показники вмісту рухомих форм фосфору (96,0–100,1 мг/кг ґрунту) відмічено за комплексного внесення нетрадиційних видів добрив та мінеральних і органічних (варіанти 5 та 8). Слід зазначити, що високий уміст рухомих сполук фосфору зафіксовано у варіанті з внесенням 10 т/га гумінового добрива (варіант 4), де приріст становив 3,8 мг/кг ґрунту.

Стосовно рухомих сполук калію (K_2O), слід відзначити, що у варіантах із застосуванням мінеральних добрив ($N_{75}P_{50}K_{90}$) та 15 т/га гною їх уміст в орному шарі ґрунту (0–20 см) порівняно з контролем підвищився на 4,9–9,9 мг/кг ґрунту (рис. 3-б). У контрольному варіанті вміст K_2O становив 73,7 мг/кг ґрунту.

За внесення 10 т/га гумінового добрива спостерігалось підвищення вмісту K_2O на 6,9 мг/кг ґрунту порівняно з контролем. Найефективнішим було поєднання гумінового добрива з мінеральними добривами та гноєм. Так, за комплексного внесення 10 т/га гумінового добрива із $N_{50}P_{25}K_{60}$ у шарі ґрунту 0–20 см уміст K_2O підвищився на 10,9, а у поєднанні з 5 т/га гною та $N_{75}P_{50}K_{90}$ – на 14,1 мг/кг ґрунту порівняно з контролем.

Щодо застосування біопрепарату Азотер, то за внесення його із «стартовою» дозою азотних добрив (N_{40}), спостерігалася тенденція до збільшення вмісту K_2O – приріст порівняно з контролем становив 1,5 мг/кг ґрунту. Його комплексне застосування з гноєм (варіант 7) забезпечило дещо вищий приріст рухомих форм

калію – на 1,9 мг/кг ґрунту (0–20 см). Однак у цьому варіанті вказаний показник був найнижчим порівняно із іншими варіантами удобрення.

Розрахунок балансу основних елементів живлення свідчить, що у варіантах із застосуванням: 10 т/га гумінового добрива з $N_{50}P_{25}K_{60}$, 5 т/га гною + $N_{75}P_{50}K_{90}$ + 5 т/га гумінового добрива, біопрепарату Азотер з N_{40} – у сірому лісовому легкосуглинковому ґрунті було зафіксовано додатній баланс азоту, зокрема, за вирощування сорту Оберіг Харківський – +3,1...+47,5 кг/га, сорту Лосинівське – +4,1...+53,1 кг/га. Щодо балансу калію та фосфору, то за використання досліджуваних добрив та біопрепарату Азотер він є від'ємним.

ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ ЯРОГО ЗА РІЗНИХ УМОВ УДОБРЕННЯ

Результати досліджень свідчать, що ефективними засобами удобрення тритикале ярого є гумінові добрива і біопрепарат Азотер, які сприяють формуванню високопродуктивних агрофітоценозів та отриманню якісної продукції шляхом поліпшення показників структури врожаю. За використання біопрепарату Азотер із «стартовою» дозою азоту (N_{40}) спостерігалось зростання показників висоти рослин сорту Оберіг Харківський та Лосинівське – на 21,9 та 23,7 см, довжини колоса – на 1,4 та 1,6 см, кількості зерен – на 7 та 9 шт. відповідно.

Найвищі показники висоти рослин в обох сортів тритикале ярого (Оберіг Харківський – 121,9 см, Лосинівське – 122,2 см) та довжини колоса (9,4 см) зафіксовано за комплексного використання біопрепарату Азотер і 5 т/га гною.

У варіантах із внесенням гумінового добрива спостерігалось зростання показників структури врожаю порівняно з контролем: висоти рослин – на 17,2–23,2 та 15,4–25,0 см, довжини колоса – на 1,1–1,6 та 1,1–1,7 см, кількості зерен – на 5–6 та 7–9 шт. за вирощування тритикале сортів Оберіг Харківський та Лосинівське відповідно.

Результати досліджень свідчать про підвищення врожаю зерна тритикале ярого за внесення мінеральних, органічних добрив та біопрепарату Азотер (табл. 1). За використання традиційних видів добрив (15 т/га гною, $N_{75}P_{50}K_{90}$) спостерігалось підвищення врожаю зерна тритикале сорту Оберіг Харківський на 11,1–14,2% та – Лосинівське на 10,3% порівняно з контролем, де цей показник становив 3,16 та 3,12 т/га відповідно.

Таблиця 1

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

Варіанти дослідів	Оберіг Харківський			Лосинівське		
	середнє, т/га	приріст до контролю		середнє, т/га	приріст до контролю	
		т/га	%		т/га	%
1	2	3	4	5	6	7
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

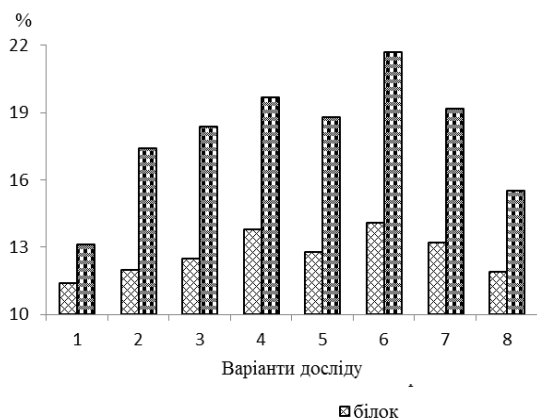
Продовження табл. 1						
1	2	3	4	5	6	7
Гумінове добриво, 10 т/га	3,82	0,66	20,9	3,92	0,80	25,6
Гумінове добриво, 10 т/га + N ₅₀ P ₂₅ K ₆₀	5,04	1,88	59,5	4,89	1,77	56,7
Азотер, 10 л/га + N ₄₀	5,26	2,10	66,5	5,04	2,10	61,5
Гній, 5 т/га + Азотер, 10 л/га	6,89	3,73	118,0	6,78	3,66	117,3
Гній, 5 т/га + N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀ + гумінове добриво, 5 т/га	5,81	2,65	83,9	5,77	2,65	84,9
НІР ₀₅	0,24–0,33	–	–	0,25–0,29	–	–

За внесення гумінового добрива (10 т/га гумінового добрива, 10 т/га гумінового добрива + N₅₀P₂₅K₆₀, 5 т/га гною + N₇₅P₅₀K₉₀ + 5 т/га гумінового добрива) зафіксовано значне підвищення врожаю зерна тритикале ярого сорту Оберіг Харківський (на 0,66–2,65 т/га, або 20,9–83,9%) та Лосинівське (на 0,80–2,65 т/га, або 25,6–84,9%) порівняно з відповідним контрольним варіантом.

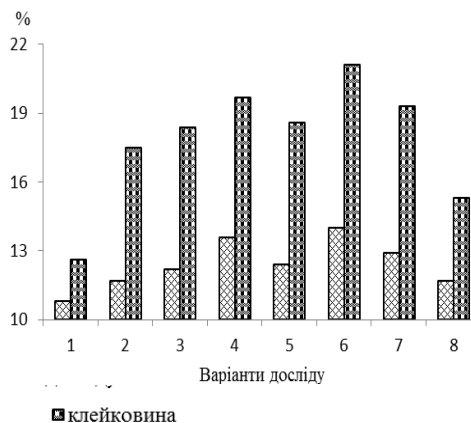
Найбільші прирости врожаю зерна тритикале ярого забезпечило внесення біопрепарату Азотер та 5 т/га гною. У цьому варіанті удобрення врожай сорту Оберіг Харківський становив 6,89, Лосинівське – 6,78 т/га, тобто приріст до контролю склав 3,73 та 3,66 т/га відповідно. Високий показник приросту врожаю зерна зафіксовано також у варіанті з внесенням біопрепарату Азотер + N₄₀ – 2,1 т/га (66,5%) щодо сорту Оберіг Харківський та 2,0 т/га (61,5%) – сорту Лосинівське. У всіх варіантах досліду за застосування добрив та біопрепарату Азотер спостерігалось зростання фізичних показників зерна тритикале ярого. У варіантах із внесенням 10 т/га гумінового добрива, 10 т/га гумінового добрива + N₅₀P₂₅K₆₀, 5 т/га гною + N₇₅P₅₀K₉₀ + 5 т/га гумінового добрива зафіксовано зростання фізичних показників зерна тритикале порівняно з контролем, зокрема, для сорту Оберіг Харківський: маси зерна колоса – на 0,1–0,3 г, маси 1000 зерен – на 0,1–9,2, натури зерна – на 11–20 г; сорту Лосинівське: маси зерна колоса – на 0,1–0,3 г, маси 1000 зерен – на 0,1–7,2, натури зерна – на 11–17 г.

За використання препарату Азотер із «стартовою» дозою азотного добрива (N₄₀) зафіксовано підвищення показників: маси зерна колоса – на 0,4 та 0,3 г, маси 1000 зерен – на 3,7 та 2,5, натури зерна – на 22 г у тритикале ярого сортів Оберіг Харківський сорту та Лосинівське відповідно. За внесення 5 т/га гною замість 40 кг у д. реч. азотного добрива відзначено вищі прирости маси зерна колоса – на 0,4 та 0,3 г, натури зерна – на 21 та 19, а також максимальні: – маси 1000 зерен – на 10,4 та 9,9 г відповідно.

Результати досліджень свідчать, що застосування гумінового добрива сприяло підвищенню показників білка на 11,9–13,8 та 11,7–13,6%, а також умісту клейковини – на 2,4–6,6 та 2,7–7,1% у сортів Оберіг Харківський та Лосинівське відповідно (рис. 4). Найефективнішим у цьому аспекті було внесення 10 т/га гумінового добрива порівняно з варіантами, де його вносили комплексно із мінеральними добривами та гноєм.



Сорт Оберіг Харківський



Сорт Лосинівське

Рис. 4 – Вплив рівнів удобрення на біохімічні показники зерна сортів 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.

Щодо біопрепарату Азотер, то його використання забезпечило отримання високих показників умісту білка (Оберіг Харківський – 13,2–14,1%, Лосинівське – 12,9–14,0%) та клейковини (Оберіг Харківський – 19,2–21,7%, Лосинівське – 19,3–21,1%). Найефективнішим виявився варіант із комплексним внесенням біопрепарату Азотер і «стартової» дози азотних добрив (N_{40}), що забезпечило отримання найвищих приростів порівняно з контролем: вмісту білка – на 2,7 та 3,2%, клейковини – на 8,6 та 8,5% у зерні сортів тритикале ярого Оберіг Харківський та Лосинівське відповідно.

Отримані дані свідчать про екологічну безпечність внесених добрив під тритикале яре стосовно нагромадження нітратів у зерні. У жодному з варіантів дослідів не виявлено перевищення їх гранично допустимої концентрації.

За внесення добрив та біопрепарату Азотер відзначено зростання вмісту основних елементів живлення у зерні (табл. 2).

Таблиця 2

Вплив удобрення на вміст основних елементів живлення у зерні тритикале ярого (середнє за 2013–2014 рр.), % на абс. сух. реч.

Варіанти дослідів	Оберіг Харківський			Лосинівське		
	Елементи живлення					
	N	P	K	N	P	K
1	2	3	4	5	6	7
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

Продовження табл. 2						
1	2	3	4	5	6	7
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 + ГД, 5 т/га	2,31	0,55	0,63	2,25	0,56	0,62
НІР ₀₅	0,07– 0,09	0,05– 0,06	0,05– 0,07	0,06– 0,07	0,04– 0,06	0,05– 0,06

Так, у варіантах із внесенням гумінового добрива (10 т/га гумінового добрива; гумінове добриво, 10 т/га + N₅₀P₂₅K₆₀; гній, 5 т/га + N₇₅P₅₀K₉₀ + гумінове добриво, 5 т/га) приріст вмісту основних елементів живлення становив (у %): щодо азоту – 0,14–0,25 та 0,08–0,19, фосфору – 0,02–0,06 та 0,03–0,06, калію – 0,08–0,19 та 0,07–0,19 у зерні сортів тритикале ярого Оберіг Харківський та Лосинівське відповідно.

У варіантах із застосуванням біопрепарату 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 його комплексного внесення із 5 т/га гною. У цих варіантах спостерігалася тенденція лише до підвищення вмісту калію на 0,01–0,04% порівняно з контролем. Щодо фосфору, то його вміст був на рівні контрольних показників (Оберіг Харківський – 0,49, Лосинівське – 0,50%).

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЗАСТОСУВАННЯ ГУМІНОВОГО ДОБРИВА ТА БІОПРЕПАРАТУ АЗОТЕР

Проведений аналіз транслокації важких металів у системі «грунт – рослина» свідчить, що застосування гумінового добрива та біопрепарату Азотер сприяє зниженню вмісту металів-токсикантів (Pb, Cd, Cu, Zn) у ґрунті. Варіанти, що передбачали застосування 10 т/га гумінового добрива у комплексі з мінеральними добривами (N₅₀P₂₅K₆₀) і 5 т/га гумінового добрива з мінеральними (N₇₅P₅₀K₉₀) та 5 т/га гною були майже рівнозначними, що забезпечило зниження порівняно з контролем вмісту (мг/кг ґрунту): Pb – на 0,03–0,05; Cd – 0,02–0,03; Cu – 0,03–0,06 та Zn – на 0,05–0,06 мг/кг ґрунту за вирощування тритикале ярого сорту Оберіг Харківський і на 0,03–0,05; 0,01; 0,03–0,06 та 0,04–0,06 – сорту Лосинівське відповідно.

Ефективнішим щодо зниження вмісту токсичних елементів у ґрунті виявився варіант 4 (10 т/га гумінового добрива), за якого відзначено зниження вмісту (мг/кг ґрунту): Pb – на 0,06 та 0,09, Cd – 0,03 та 0,04, Cu – 0,08 та 0,12 та Zn – на 0,11 та 0,20 порівняно з контролем за вирощування тритикале ярого сортів Оберіг Харківський та Лосинівське відповідно. Таку тенденцію обумовлено властивістю гумінових сполук зв'язувати рухомі форми важких металів.

Позитивні результати щодо зниження рівнів забруднення важкими металами було зафіксовано і у варіантах з використанням біопрепарату Азотер. Так, застосування Азотеру зі «стартовою» дозою азоту (N₄₀) забезпечило зменшення рівня накопичення токсичних елементів в орному шарі ґрунту 0–20 см за вирощування тритикале ярого сортів Оберіг Харківський та Лосинівське (мг/кг

грунту): Pb – на 0,09 та 0,05, Cd – 0,02, Cu – 0,10 та 0,09, Zn – 0,21 та 0,11 порівняно з контролем відповідно.

Найефективнішим виявився варіант із комплексним внесенням біопрепарату Азотер та 5 т/га гною, за якого зафіксовано найнижчі рівні вмісту рухомих форм свинцю, кадмію, міді та цинку. Так, за вирощування тритикале ярого сорту Оберіг Харківський уміст Pb у шарі ґрунту 0–20 см становив 0,61 мг/кг, Cd – 0,05, Cu – 0,14 та Zn – 0,23 мг/кг ґрунту; сорту Лосинівське – Pb – 0,67, Cd – 0,06, Cu – 0,25 та Zn – 0,31 мг/кг ґрунту.

Результати досліджень щодо акумуляції важких металів у зерні тритикале ярого також свідчать про екологічну безпечність досліджуваних добрив. Щодо обох сортів виявлено таку закономірність: у варіантах із внесенням 10 т/га гумінового добрива + $N_{50}P_{25}K_{60}$; по 5 т/га гною, гумінового добрива + $N_{75}P_{50}K_{90}$; біопрепарату Азотер + N_{40} спостерігалася тенденція лише до зниження вмісту важких металів, а різниця між їх показниками була неістотною. Так, уміст Pb та Cd у зерні тритикале ярого сорту Оберіг Харківський порівняно з контролем знизився на 0,01 мг/кг, а у зерні сорту Лосинівське – на 0,01–0,02 (Pb) та 0,01 мг/кг (Cd). Протилежна тенденція була зафіксована у варіанті з внесенням всієї норми мінеральних добрив, за якого спостерігалось зростання вмісту (мг/кг): Pb – на 0,01 і Cd – на 0,02 у зерні сорту Оберіг Харківський та на 0,01 – сорту Лосинівське.

Найнижчий уміст свинцю і кадмію, зафіксовано у варіантах із внесенням 10 т/га гумінового добрива та біопрепарату Азотер комплексно з 5 т/га гною, за яких уміст цих елементів знизився порівняно з контролем на 0,02 мг/кг у зерні тритикале сорту Оберіг Харківський та на 0,03 мг/кг – сорту Лосинівське. Щодо накопичення у зерні міді та цинку, то у варіантах із внесенням гумінового добрива та біопрепарату Азотер спостерігалось зниження їх вмісту. Так, у зерні сорту Оберіг Харківський та Лосинівське уміст Cu знизився на 0,36–3,16 та 0,61–2,39, Zn – на 1,14–5,96 та 1,25–5,39 порівняно з контролем, де їх уміст становив: Cu – 4,58 та 4,56, Zn – 6,97 та 6,97 мг/кг відповідно.

На основі розрахунку коефіцієнта переходу елементів (співвідношення вмісту в рослині до вмісту рухомих форм у шарі ґрунту 0–20 см) встановлено, що фактично рівноцінними виявились варіанти із внесенням 10 т/га гумінового добрива + $N_{50}P_{25}K_{60}$; по 5 т/га гною, гумінового добрива + $N_{75}P_{50}K_{90}$ та біопрепарату 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 (рис. 5).

Найнижчі коефіцієнти переходу важких металів із ґрунту у зерно були зафіксовані у варіантах із внесенням 10 т/га гумінового добрива та біопрепарату Азотер із 5 т/га гною, де їх значення становили для сорту Оберіг Харківський та Лосинівське щодо свинцю – 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.

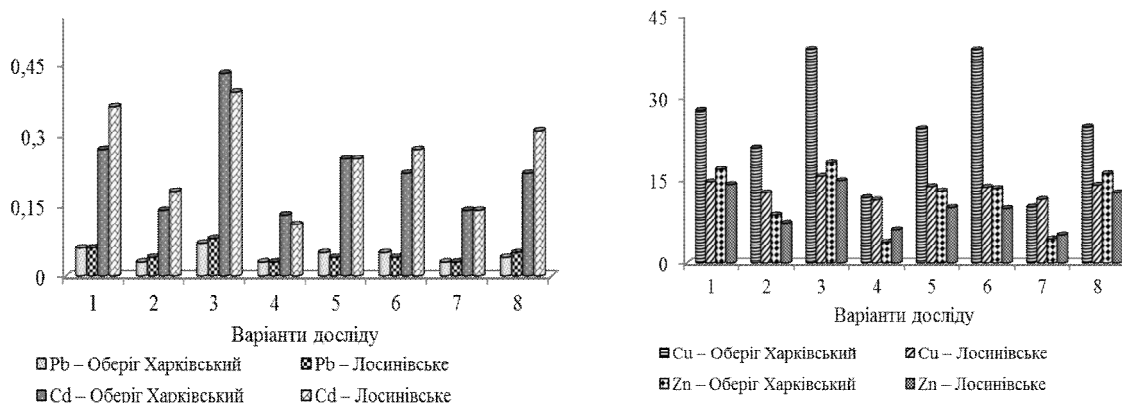


Рис. 5 – Вплив добрив та біопрепарату Азотер на коефіцієнти переходу важких металів із сірого лісового легкосуглинкового ґрунту в зерно сортів тритикале ярого (середнє за 2012–2014 рр.):

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. Біопрепарат Азотер + N_{40} ; 7. Біопрепарат Азотер + гній, 5 т/га; 8. Гній, 5 т/га + $N_{75}P_{50}K_{90}$ + гумінове добриво, 5 т/га.

Проведений аналіз значень показників екологічної оцінки свідчить, що за вирощування тритикале ярого застосування біопрепарату Азотер, загалом, є екологічно безпечним. Потребують вдосконалення лише деякі технологічні операції, загальна оцінка досліджуваних технологій становить 2,6 бала щодо обох сортів. Стосовно варіантів із внесення гумінового добрива, то показник екологічної оцінки був на рівні 2,4–2,5 бала.

БІОЕНЕРГЕТИЧНА ТА ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНОЇ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ ТРИТИКАЛЕ ЯРОГО

Проведені розрахунки біоенергетичної ефективності вирощування тритикале ярого засвідчили, що всі досліджувані технології є ефективними. Коефіцієнт біоенергетичної ефективності сорту Оberyг Харківський був на рівні 3,8–6,0, а сорту Лосинівське – 3,4–5,9. Найвищим він був у варіантах із внесення біопрепарату Азотер: з азотними добривами – 5,1–5,4, а із 5 т/га гною – 5,9–6,0 залежно від сорту тритикале.

Загальний розрахунок економічної ефективності досліджуваних технологій вирощування тритикале ярого показав, що умовно чистий прибуток був у межах 2,4–12,5 тис. грн/га за вирощування сорту Оberyг Харківський та 2,1–12,2 тис. грн/га – сорту Лосинівське.

Загалом, собівартість продукції за використання біопрепарату Азотер та гумінового добрива варіював у межах 917,6–2324,0 та 938,0–2371,0 грн/т зерна за вирощування тритикале ярого сортів Оberyг Харківський та Лосинівське відповідно. На контролі собівартість становила 450 грн/т для обох сортів.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі здійснено наукове обґрунтування екологічної, економічної та енергетичної доцільності застосування гумінового добрива та біопрепарату Азотер на сірому лісовому легкосуглинковому ґрунті в умовах Західного Лісостепу України за вирощування тритикале ярого, що забезпечує зростання біопродуктивності агроценозів та покращення якості продукції.

1. Визначено фізіологічно обґрунтовані рівні удобрення, що за їх уведення в традиційну агротехнологію вирощування тритикале ярого забезпечує отримання високих рівнів врожаю та якості продукції, а саме: за внесення гумінового добрива у нормі 10 т/га комплексно з мінеральними добривами ($N_{50}P_{25}K_{60}$) або 5 т/га разом з мінеральними добривами ($N_{75}P_{50}K_{90}$) та 5 т/га гною; біопрепарату Азотер у нормі 10 л/га разом із «стартовою» дозою азоту (N_{40}) або на фоні 5 т/га гною.

2. Внесення гумінового добрива та біопрепарату Азотер не спричиняє перевищень гранично допустимих концентрацій умісту важких металів. Зокрема, в орному (0–20 см) шарі ґрунту вміст свинцю варіював у допустимих межах –0,61–0,75, кадмію – 0,05–0,13, міді – 0,11–0,28 т та цинку – 0,20–0,45 мг/кг, а в зерні – 0,02–0,04, 0,01–0,04, 1,42–4,22 та 1,01–5,83 мг/кг відповідно.

3. Найефективнішим щодо зниження умісту металів-токсикантів у зерні виявились варіанти із внесенням 10 т/га гумінового добрива та біопрепарату Азотер + 5 т/га гною. Коефіцієнти переходу свинцю у цьому разі становили (для обох варіантів) 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 за вирощування тритикале ярого сорту Оберіг Харківський та Лосинівське відповідно.

4. Застосування 5–10 т/га гумінового добрива як окремо, так і комплексно з мінеральними добривами та гноєм у нормі 5 т/га забезпечує підвищення вмісту амонійних форм азоту ($N-NH_4$) в орному шарі ґрунту (0–20 см) на 9,6–28,1%, нітратних форм азоту ($N-NO_3$) – на 18,6–41,5, рухомих форм фосфору – на 4,2–11,0, рухомих форм калію – на 9,4–19,1, вмісту гумусу – на 0,06–0,12% та сприяє зниженню кислотності на 0,08–0,14 од. Застосування біопрепарату Азотер на фоні N_{40} та 5 т/га гною сприяє підвищенню в шарі ґрунту 0–20 см умісту амонійних та нітратних сполук азоту на 20,2–26,2% і забезпечує стійку тенденцію до зростання вмісту рухомих форм фосфору, обмінних форм калію, вмісту гумусу та зниження кислотності ґрунтового середовища.

5. Застосування 10 т/га гумінового добрива комплексно з $N_{50}P_{25}K_{60}$, а також біопрепарату Азотер з N_{40} у сірому лісовому легкосуглинковому ґрунті забезпечує додатній баланс азоту: за вирощування тритикале ярого сорту Оберіг Харківський на рівні +6,9...+47,5 кг/га, сорту Лосинівське – +10,7...+53,1 кг/га. Поряд із тим слід зауважити, що баланс калію та фосфору за внесення гумінового добрива і біопрепарату Азотер є від'ємним.

6. Внесення гумінового добрива (гумінове добриво, 10 т/га; 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), забезпечує підвищення продуктивності тритикале ярого сорту Оберіг Харківський на 20,9–83,9%, сорту Лосинівське – на 25,6–84,9%. Застосування біопрепарату Азотер у

нормі 10 л/га забезпечує приріст врожаю зерна на рівні 66,5–118,0 та 61,5–117,3% відповідно.

7. Застосування гумінового добрива та біопрепарату Азотер забезпечує покращення якості зерна тритикале ярого, зокрема: вміст білка і клейковини в зерні сорту Оберіг Харківський зростає на 4,4–23,7 і 47,0–66,2%, сорту Лосинівське – на 8,3–29,6 і 47,6–67,5%; натомість за таких умов мінерального живлення вміст нітратів знижується на 3–4 та 4–5 мг/кг зерна відповідно.

8. Застосування в агроценозах тритикале ярого сортів Оберіг Харківський та Лосинівське гумінового добрива та біопрепарату Азотер позитивно впливає на біохімічні показники якості зерна, а саме: сприяє підвищенню порівняно з контролем вмісту азоту – на 2,20–2,31 та 2,14–2,26%, фосфору – 0,51–0,55 та 0,53–0,56 (лише із внесенням гумінового добрива), калію – на 0,45–0,63 та 0,43–0,62% відповідно.

9. За результатами екологічної оцінки встановлено, що застосування в агроценозах тритикале ярого біопрепарату Азотер у нормі 10 л/га є екологічно оптимальним (2,6 бала), потребують вдосконалення лише деякі технологічні операції, а саме внесення фосфорних та калійних добрив у нормах понад 70–80 та 120–150 кг/га у д. реч. відповідно залежно від системи удобрення.

10. Застосування гумінового добрива та біопрепарату Азотер є ефективним з біоенергетичного погляду, зокрема, коефіцієнти біоенергетичної ефективності за внесення 5–10 т/га гумінового добрива окремо та комплексно з мінеральними добривами і гноєм становили 4,6–5,2 (залежно від сорту), а за внесення біопрепарату Азотер у нормі 10 л/га із 5 т/га гною або N_{40} – 5,1–6,0 одиниць.

11. Найвищий умовно чистий прибуток забезпечив варіант із внесенням біопрепарату Азотер, що сприяє окупності однієї гривні на рівні 1,80–2,05 грн за вирощування тритикале ярого обох сортів – Оберіг Харківський та Лосинівське. За використання гумінового добрива максимально високі показники окупності (0,39–0,40 грн/грн) забезпечує його внесення у нормі 10 т/га.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для отримання високих показників продуктивності тритикале ярого та якості зерна без негативного впливу на ґрунти агроєкосистем в умовах Західного Лісостепу України рекомендовано застосовувати на сірому лісовому легкосуглинковому ґрунті такі варіанти удобрення:

– гумінове добриво в нормі 10 т/га комплексно 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;

– біопрепарат Азотер у нормі 10 л/га комплексно із «стартовою» дозою азоту (N_{40}) або на фоні 5 т/га гною.

Дотримання технології застосування запропонованих екологічно безпечних видів і норм добрив та біопрепарату Азотер забезпечує формування високопродуктивних ценозів тритикале ярого (за внесення гумінового добрива – на рівні 4,89–5,81 т/га, біопрепарату Азотер – 5,04–6,89 т/га) та високих показників якості зерна і покращує едафічні умови росту й розвитку культури.

Рекомендувати гумінове добриво до державної реєстрації з метою включення до Переліку пестицидів та агрохімікатів дозволених для використання в Україні.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у фахових виданнях:

1. Лопушняк В.І., **Августинович М.Б.** Формування структури врожаю тритикале ярого за різних систем удобрення // Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія: Агрономія. Львів, 2013. №17 (1). С. 170–174 *(проведення експериментів, аналіз даних, оформлення рукопису статті)*.

2. 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, 2015. Вип. 57. Ч. 2. С. 144–151 *(аналіз та узагальнення джерел літератури, проведення експериментів, підготовка рукопису статті)*.

3. Лопушняк В.І., Бортнік 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 *(огляд джерел літератури, експериментальні дослідження та їх аналіз, написання та оформлення рукопису статті)*.

4. **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.

5. **Августинович М.Б.** Вплив екологічно безпечних біопрепаратів та добрив на вміст основних елементів живлення в зерні тритикале ярого // Вісник аграрної науки Причорномор'я // Миколаївський національний аграрний університет. 2016. Вип. 1 (88). С. 110–118.

6. Лопушняк В., Бортнік Т., **Августинович М.** Вплив екологічно безпечних технологій на баланс поживних речовин у сірому лісовому ґрунті Західного Лісостепу України // Вісник Львівського НАУ. Серія: Агрономія. Львів, 2016. № 20. С. 149–155 *(опрацювання експериментальних даних, підготовка рукопису та формулювання висновків)*.

Статті в міжнародних наукових виданнях:

7. 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 *(проведення експерименту, опрацювання даних, формулювання висновків, підготовка рукопису статті)*.

8. Лопушняк В.І., Бортнік 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 сельскохозяйственной академии. Горки : Беларусь, 2016. №1. С. 50–54 (*розроблення ідеї, аналіз проблеми і джерел літератури, підготовка статті*).

Статті в інших наукових виданнях:

9. Мезенцева І.В., Кух І.О., Король П.П., Мельник О.В., **Августинович М.Б.** Біологічні рівні продуктивності агроценозів Західного регіону України // Науковий вісник Волинського національного університету імені Лесі Українки : географічні науки. 2010. № 3. С. 32–39 (*опрацювання експериментальних даних та формулювання висновків*).

10. Лопушняк В.І., **Августинович М.Б.** Тритикале яре // The Ukrainian Farmer. К.: Медіа, 2015. № 4. С. 84–87. (*аналіз джерел літератури і експериментальних даних, підготовка публікації*).

11. Лопушняк В.І., **Августинович М.Б.** Спосіб підвищення продуктивності тритикале ярого на сірих лісових ґрунтах Західного Лісостепу України // Вчені Львівського національного аграрного університету – виробництву: каталог інноваційних розробок. Львів, 2015. Вип. XV. С. 5 (*розроблення ідеї та підготовка рукопису статті*).

12. Лопушняк В.І., **Августинович М.Б.** Агроекологічні аспекти впливу мікробіологічних препаратів та гумінових добрив при вирощуванні тритикале ярого // Екологічна безпека навколишнього середовища: оцінки, перспективи, управління: колективна монографія. Луцьк: РВВ ЛНТУ, 2015. С. 176 – 181 (*аналіз стану проблеми і результатів досліджень, підготовка публікації*).

Науково-практичні рекомендації:

13. Шляхи раціонального використання природних ресурсів (торф, сапропель) та ведення агропромислового виробництва на радіоактивно забруднених ландшафтах Західного Полісся для отримання радіологічно безпечної продукції: науково-практичні рекомендації / В.А. Гаврилюк, А.М. Бортнік, В.П. Ландін, **М.Б. Августинович**, Т.П. Бортнік. Луцьк, 2015. 29 с (*аналіз стану проблеми, підготовка рукопису*).

Матеріали наукових форумів, конференцій:

14. Лопушняк В.І., **Августинович М.Б.** Загальна характеристика ґрунтів Локачинського району Волинської області // Організація наукової діяльності у навчальному закладі: наук.-практ. конф. Луцьк, 2013. С. 15–21 (*опрацювання експериментальних даних та формулювання висновків*).

15. **Августинович М.Б.** Ефективність застосування гумінових добрив та мікробіологічних препаратів під тритикале яре в умовах Західного Полісся України // Наука на службі сільського господарства: матеріали Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф. Миколаїв, 2013. С. 128–130.

16. Лопушняк В.І., **Августинович М.Б.** Зміна продуктивності колоса тритикале ярого залежно від мінерального живлення на темно-сірих опідзолених ґрунтах Західного Лісостепу України [Електронний ресурс] // Актуальні проблеми ґрунтознавства, землеробства та агрохімії: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф.

Львів, 2014. С. 236 – 245. URL: <http://lnau.lviv.ua/lnau/index.php/uk/konf.html> (виконання та аналіз експериментальних досліджень, оформлення публікації).

17. 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 // Біологічні дослідження – 2015: матеріали Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф. Житомир, 2015. С. 279–282 (опрацювання даних експерименту, підготовка рукопису та оформлення статті).

18. Лопушняк В.І., **Августинович М.Б.** Агроекологічні аспекти впливу мікробіологічних препаратів та гумінових добрив при вирощуванні тритикале ярого // Енергетична безпека навколишнього середовища: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. Луцьк, 2015. С. 7 – 9 (отримання та аналіз результатів досліджень, підготовка публікації).

19. 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 (проведення експерименту, опрацювання даних).

20. **Августинович М.Б.** Екологічно безпечні біопрепарати – важлива складова технологій вирощування зернових культур [Електронний ресурс] // Актуальні проблеми агрохімії та ґрунтознавства: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. Львів, 2016. С. 184 – 194. URL: <http://lnau.lviv.ua/lnau/index.php/uk/f-s/agro/kgza/news.html>.

АНОТАЦІЯ

Августинович М.Б. Агроекологічна оцінка застосування біопрепарату Азотер та гумінового добрива в агроценозах тритикале ярого Західного Лісостепу України. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.16 – екологія. – Інститут агроекології і природокористування Національної академії аграрних наук України, Київ, 2017.

Дисертаційну роботу присвячено обґрунтуванню екологічної і господарської доцільності застосування гумінових добрив і біопрепарату Азотер в агроценозах тритикале ярого.

Встановлено покращання агрохімічних показників сірого лісового легкосуглинкового ґрунту за внесення гумінового добрива та біопрепарату Азотер. Доведено, що їх застосування сприяє формуванню високопродуктивних агрофітоценозів та отриманню якісної продукції завдяки поліпшенню показників структури врожаю (висота рослин, довжина колосу та кількість зерен), а також підвищенню врожайності зерна культури. У зерні підвищується вміст білка, клейковини та основних біогенних елементів (азот, фосфор, калій), а також знижується вміст нітратів.

Аналізуючи особливості транслокації важких металів у системі «ґрунт – рослина» виявлено, що використання гумінового добрива та біопрепарату сприяє зниженню вмісту металів-токсикантів у ґрунті.

На основі отриманих експериментальних даних розраховано і обґрунтовано екологічну доцільність застосування біопрепарату Азотер і гумінових добрив в агроценозах тритикале ярого.

Доведено, що застосування досліджуваних добрив за вирощування тритикале ярого в економічному і біоенергетичному аспектах є ефективним заходом, а умовно чистий прибуток забезпечує використання біопрепарату, що має окупність однієї витраченої гривні на рівні 1,80–2,05 грн.

Ключові слова: тритикале яре, гумінові добрива, біопрепарати, важкі метали, нітрати, забруднення, екологічно безпечна продукція.

АННОТАЦИЯ

Августиневич М.Б. Агроэкологическая оценка применения биопрепарата Азотер и гуминового удобрения в агроценозах ярового тритикале Западной Лесостепи Украины. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 03.00.16 – экология. – Институт агроэкологии и природопользования Национальной академии аграрных наук Украины, Киев, 2017.

Диссертационная работа посвящена обоснованию экологической и хозяйственной целесообразности применения гуминового удобрения и биопрепарата Азотер в агроценозах ярового тритикале.

Установлено, что отдельное применение 5–10 т/га гуминового удобрения, а также в комплексе с минеральными удобрениями и навозом обеспечивает повышение в пахотном слое почвы (0–20 см) содержание аммонийного азота ($N-NH_4$) на 9,6–28,1%, нитратного азота ($N-NO_3$) – на 18,6–41,5, подвижных соединений фосфора (P_2O_5) – на 4,2–11,0, подвижных соединений калия (K_2O) – на 9,4–19,1, содержания гумуса – на 0,06–0,12% и снижение кислотности – на 0,08–0,14 единицы.

Установлено, что применение биопрепарата Азотер на фоне N_{40} совместно с 5 т/га навоза способствует повышению содержания аммонийных и нитратных соединений азота в почве на 20,2–26,2 и 7,2–13,2% соответственно. Также отмечена тенденция к росту содержания подвижных соединений фосфора, калия, содержания гумуса и снижение кислотности почвенной среды.

Анализируя особенности транслокации тяжелых металлов в системе «почва – растение» выявлено, что наиболее эффективными относительно снижения содержания металлов-токсикантов в почве являются варианты с использованием 10 т/га гуминового удобрения и биопрепарата Азотер с 5 т/га навоза. Таким образом, коэффициенты перехода свинца, в среднем, по двум сортам тритикале ярового составляли – 0,03, кадмия – 0,11–0,14, меди – 10,21–11,83, цинка – 3,80–6,03 единиц.

Доказано, что эффективными средствами удобрения ярового тритикале являются гуминовое удобрение и биопрепарат Азотер, которые способствуют формированию высокопродуктивных агрофитоценозов и получению качественной продукции путем улучшения показателей структуры урожая (высота растений, длина колоса и количество зерен), а также росту урожайности зерна культуры.

В зерне повышается содержание белка, клейковины и основных биогенных элементов (азот, фосфор, калий), а также снижается содержание нитратов.

На основании полученных экспериментальных данных по бальной системе рассчитана и обоснована экологическая целесообразность применения биопрепарата Азотер и гуминового удобрения в агроценозах тритикале ярового.

Доказано, что применение исследуемых удобрений при выращивании ярового тритикале и с экономической и биоэнергетической точки зрения является эффективной мерой, а условно чистую прибыль обеспечивает использование биопрепарата, так как окупает одну потраченную гривну на уровне 1,80–2,05 грн.

Ключевые слова: тритикале яровое, гуминовое удобрение, биопрепарат, тяжелые металлы, нитраты, загрязнение, экологически безопасная продукция.

ANNOTATION

Avhustynovych Mariia. Agroecological assessment of the impact of microbiological preparations and humic fertilizers for spring triticales in Western Forest Steppe of Ukraine. – Manuscript.

Thesis for candidate degree in agriculture science on specialty 03.00.16 – Ecology. – Institute of Agroecology and Environmental Management of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kyiv, 2017.

The work aims to justify economic and environmental expediency of application of humic fertilizers and Azoter bioagent in agroecosystems of spring triticales.

The research argues that agrochemical indicators of gray forest light loamy soils are improved under the influence of humic fertilizer and the microbiological agent. It is proved that their application contributes to highly productive agrophytocenosis and obtaining of high-quality products, improving indicators of the yield structure (plant height, length of spike and number of grains) and increasing grain yield. It also forces rise of the share of grain protein, gluten and major nutrients (nitrogen, phosphorus, potassium), as well as reduces level of nitrates.

Analyzing translocation of heavy metals in “soil – plant” system, it is found out that application of humic fertilizers and the bioagent helps reduction of the level of toxic metals in the soil.

Basing on the experimental data, we have calculated and argued environmental feasibility as to application of Azoter bioagent and humic fertilizer in agroecosystems of spring triticales.

It is proved that from biological and bioenergetics viewpoint, application of the studied fertilizers in cultivation of spring triticales is an effective measure, and conditionally net profit supports application of the bioagent with payback at the level of 1.80 – 2.05 UAH per one spent hryvnia.

Keywords: spring triticales, humic fertilizers, biological agents, heavy metals, nitrates, pollution, environmentally safe products.

Підписано до друку 27.02.2017. Формат 60×84 ¹/₁₆
Ум. друк. арк. 0,9. Замовлення № 273. Тираж 100.
Папір офсетний Гарнітура Times. Друк офсетний.

Друк ПП Іванюк В. П.
43021, м. Луцьк, вул. Винниченка, 65.
Свідоцтво Держкомінформу України
ВЛн № 31 від 04.02.2004 р.