

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Бунчака Олександра Мироновича  
**«Екологічне обґрунтування виробництва і застосування органічних добрив  
із вмістом тривалентного хрому в агроценозах Західного Лісостепу»,**

подану до захисту на здобуття наукового ступеня доктора  
сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.16 – екологія  
(сільськогосподарські науки)

**Актуальність теми.** Переробка відходів промислових виробництв, в тому числі і шкіряного, включає утилізацію відходів виробництва та осаду очисних споруд. Під час виробництва натуральних шкір утворюється 30 ... 50% відходів від маси сировини, в яких міститься до 50% білкових і багатьох інших побічних продуктів. За рахунок утворення широкого спектру органічних відходів та хімічних забруднювачів, підприємства шкіряної галузі залишаються одними із найбільш високозабруднюючих та токсичних виробництв. Ця проблема є на сьогодні особливо актуальною у зв'язку з введенням у багатьох країнах обмежень щодо утилізації відходів згідно з високими вимогами екологічних стандартів. Крім того, інтенсивне промислове і сільськогосподарське використання природних ресурсів викликало значні зміни в біогеохімічному кругообігу елементів. Останнім часом значна увага приділяється і аналізу розподілу елементів в різних екосистемах.

Хром також є необхідним елементом метаболізму ссавців, включається в периферичну дію інсуліну, утилізацію глюкози, стимуляцію ферментних систем, є одним із необхідних елементів для оптимального росту й розвитку рослин. Мало дослідженими є питання збагачення продукції хромом за вирощування сільськогосподарських культур на ґрунтах із застосування органічних добрив з умістом  $\text{Cr}^{3+}$ .

Недосконалість екологічного законодавства з утилізації відходів виробництв та тиск щодо зменшення викидів шкідливих речовин у оточуюче середовище сприяють пошуку та розробці альтернативних технологій. Оптимізація та розробка технології отримання екологічно безпечних добрив нового покоління, вивчення їх ефективності за вирощування сільськогосподарських культур, накопичення  $\text{Cr}^{3+}$  у культурах, вплив на агрохімічні показники ґрунту та якість сільськогосподарської продукції є актуальною темою дисертаційної роботи.

Вирішення даного завдання дисертант пропонує шляхом розроблення і впровадження технології отримання органічних добрив (з умістом гумінових речовин, макро- і мікроелементів,  $\text{Cr}^{3+}$ ) методом пришвидшеної аеробної ферментації. Проведені дослідження мають велике значення, оскільки технологія забезпечує утилізацію відходів і зменшує забруднення довкілля, про що свідчать результати експериментів.

**Дисертаційна робота виконана** в Подільському державному аграрно-технічному університеті згідно з планом наукових досліджень впродовж 2011–

2017 рр. за завданнями: «Теоретичне та агроекологічне обґрунтування елементів адаптивної технології вирощування польових культур в умовах Лісостепу Західного» (№ ДР 112U004671, 2011–2015 рр.), «Теоретичне обґрунтування енергозощадних технологій вирощування кормових культур і раціоналізація кормової бази для основних галузей тваринництва Західного Лісостепу України» (№ ДР 0111U010495, 2011–2015 рр.), комплексної науково-технічної програми «Зернові культури» (№ ДР 0111U003077, 2011–2015 рр.), «Наукове обґрунтування та розроблення системи енергоощадного екологічного землеробства в Лісостепу України» (№ ДР 0117U002550, 2017–2019 рр.).

**Мета** роботи полягала у розробці екологічно обґрунтованих підходів розробки та застосування органічних добрив нового покоління із умістом тривалентного хрому для формування біологічно стійких і продуктивних агроecosистем сільськогосподарських культур в Західному Лісостепу.

Для досягнення поставленої мети вирішувались такі **завдання**:

- обґрунтувати доцільність створення біологічних органічних добрив із умістом тривалентного хрому за різних технологічних способів виробництва;
- встановити науково обґрунтовані та екологічно доцільні норми внесення органічних добрив із умістом тривалентного хрому в агроценозах сільськогосподарських культур в умовах Західного Лісостепу;
- дослідити вплив органічного добрива «Біопроферм» з умістом  $\text{Cr}^{3+}$  та рідкого органічного добрива «Біохром» на агрофізичні, агрохімічні властивості ґрунту та його біологічну властивість;
- визначити вплив органічних добрив виготовлених за новітніми технологіями на продуктивність посівів сої, пшениці ярої, кукурудзи, гречки, вівса та якісні показники зерна;
- обґрунтувати агроекологічні аспекти формування продуктивності агроценозів залежно від застосування органічних добрив із умістом тривалентного хрому;
- встановити економічну та енергетичну ефективності застосування органічних добрив із умістом тривалентного хрому у технології вирощування сої, пшениці ярої, кукурудзи, гречки, вівса.

**Об'єкт досліджень** – удосконалення утилізації відходів шкіряного виробництва, осаду стічних вод очисних споруд.

**Предмет досліджень** – екологічно обґрунтовані підходи і технології перероблення зазначених відходів в органічні добрива із умістом тривалентного хрому, їх вплив на родючість ґрунтів, врожайність і якість зерна сої, пшениці ярої, кукурудзи, гречки, вівса за застосування в умовах Західного Лісостепу.

**Методи дослідження**: загальнонаукові – гіпотеза, експеримент, спостереження, аналіз, метод синтезу для формування висновків; польові – візуальний – для визначення фенологічних змін рослин; вимірювально-ваговий – для визначення площі листової поверхні і фотосинтетичних показників, визначення структури врожаю та якості зерна; лабораторні – для визначення агрохімічних, агрофізичних показників ґрунту та добрив; розрахункові – економічний та енергетичний аналіз; математично-статистичний – для отримання достовірності отриманих результатів.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Наукова новизна дисертаційної роботи полягає в теоретичному і практичному обґрунтуванні

екологічних основ виробництва і застосування органічних добрив із збалансованим вмістом тривалентного хрому у екологічно безпечних технологіях вирощування сої, пшениці ярої, кукурудзи, гречки, вівса в умовах Західного Лісостепу України.

**За результатами наукових досліджень вперше:**

- теоретично обґрунтовано, розроблено і запатентовано технологію виробництва органічних добрив з відходів шкіряного виробництва та осаду очисних споруд методом прискореної аеробної ферментації «Біопроферм» з вмістом  $\text{Cr}^{3+}$  (патент № 85187 Спосіб отримання органічних добрив нового покоління із збалансованим вмістом тривалентного хрому) та методом кавітації «Біохром» із збалансованим вмістом тривалентного хрому (патент № 89786 Спосіб отримання рідкого органічного добрива «Біохром»). Експериментально встановлено, що технологія виробництва і застосування розроблених органічних добрив є екологічно безпечною;
- перевагою технології є скорочення часу і енерговитрат на виробництво «Біопроферму» з вмістом  $\text{Cr}^{3+}$  за значного покращання властивостей добрива за рахунок високої біологічної активності і доступності для засвоювання рослинами, відсутності в добриві насіння бур'янів і патогенних організмів, наявності необхідних макро- і мікроелементів;
- створено експериментальну лабораторію для дослідження параметрів вологості, температурного режиму, вмісту кисню, щільності компостної суміші, кислотності середовища органічних добрив із збалансованим вмістом  $\text{Cr}^{3+}$ . В основі переробки органічної сировини є технологія керованої аеробної ферментації з дозуванням мікроелементів;
- за агрохімічними, агрофізичними і санітарно-гігієнічними показниками «Біопроферм» із вмістом  $\text{Cr}^{3+}$  і «Біохром» належать до органічних добрив нового покоління, є комплексними добривами, що містять усі макро- (азот, фосфор, калій, кальцій) і мікроелементи (мідь, цинк, бор, магній) живлення для рослин;
- вивчено застосування розроблених органічних добрив в технологіях вирощування сільськогосподарських культур для формування збалансованих біологізованих агроєкосистем, збереження родючості ґрунтів, збільшення продуктивності агрофітоценозів, одержання продукції високої якості та охорони природного навколишнього середовища;
- досліджено вплив органічних добрив «Біопроферм» з вмістом  $\text{Cr}^{3+}$  і «Біохром» на агрофізичні, агрохімічні та біологічні властивості ґрунту, ріст і розвиток сільськогосподарських культур і якість продукції;
- економічно та екологічно обґрунтовано застосування органічних добрив для формування продуктивності агроценозів, збереження врожаю і одержання чистого прибутку.

*Набули подальшого розвитку:* наукові положення щодо принципів формування екологічно безпечних агроєкосистем за застосування органічних добрив із збалансованим вмістом  $\text{Cr}^{3+}$ .

**Практичне значення одержаних результатів.** Результати теоретичних та експериментальних досліджень використано при проектуванні і будівництві цеху (потужність 2000 т в рік) та налагодженні промислового виробництва

органічних добрив із збалансованим умістом  $\text{Cr}^{3+}$  в ТзОВ «Світ шкіри» (м. Болахів) Івано-Франківська обл., з рентабельністю 1 т добрива – 152 %.

Розроблена і впроваджена у практику новітня технологія виробництва і застосування органічних добрив із збалансованим умістом  $\text{Cr}^{3+}$  методом прискореної аеробної ферментації органічних відходів шкіряної промисловості має велике агрономічне і екологічне значення, оскільки забезпечує повну утилізацію цих відходів і зменшує до мінімуму забруднення довкілля.

Рекомендовано сільськогосподарським товаровиробникам застосовувати органічні добрива «Біпроферм» з умістом  $\text{Cr}^{3+}$  та «Біохром» для поліпшення агрофізичних, агрохімічних, біологічних властивостей ґрунту, збільшення врожайності і якості зерна сої, пшениці ярої, кукурудзи, гречки, вівса.

Результати досліджень впроваджено в Прикарпатській державній сільськогосподарській дослідній станції ІСГ КР НААН, ТзОВ «Вест Агро Груп ТМ» і ФГ «Данута» (Львівська обл.); ФГ «Юкрейн Агро» і ПП «Богдан і К» (Івано-Франківська обл.); корпорація «Колос» (Тернопільська обл.), що підтверджено актами.

Розроблено науково-практичні рекомендації «Продуктивність агроценозів на фоні добрив з умістом тривалентного хрому в умовах Західного Лісостепу» та «Хром у природокористуванні і його біологічна необхідність для людей, тварин та рослин», які використовуються в науково-дослідному процесі та в навчальних програмах підготовки фахівців в Подільському державному аграрно-технічному університеті, Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

**Особистий внесок здобувача.** Автором особисто здійснено інформаційний пошук і оцінку джерел літератури, розроблено програму досліджень, проведено польові досліді та лабораторні аналізи, узагальнено результати досліджень і сформульовано висновки та рекомендації для науки і виробництва. Публікації за темою дисертації виконано самостійно та у співавторстві. Значна частка особистого внеску в опублікованих працях у співавторстві складається з виконання досліджень, узагальнення результатів і підготовки матеріалів до друку.

**Повнота викладу основного змісту дисертації в опублікованих працях у наукових виданнях.** Результати досліджень за темою дисертаційної роботи опубліковано в 75 наукових працях, із них 32 – в фахових виданнях, в т. ч. – в закордонних журналах та у виданнях, що індексуються в Міжнародній науково-метричній базі, 5 патентів на корисну модель, 6 – у наукових монографіях і книгах, 26 тезах і матеріалах науково-практичних конференцій, 4 рекомендації.

**Дисертаційна робота оформлена** відповідно до вимог МОН України і складається зі вступу, 8 розділів, висновків, практичних рекомендацій, списку використаної літератури та додатків. Загальний обсяг 426 сторінок комп'ютерного тексту з них 284 сторінок основного тексту, містить 67 таблиць, 19 рисунків, 87 додатків.

Список використаної літератури містить 673 джерела, з яких 154 латиницею.

### **Аналіз основного змісту дисертаційної роботи.**

У вступі визначено наукову і теоретичну проблеми, обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету і завдання досліджень, наведено відомості про зв'язок роботи з науковими програмами і темами, анотовано методи досліджень, визначено наукову новизну одержаних результатів та їх практичне значення. Задекларовано особистий внесок здобувача, відомості щодо апробації роботи, наведено перелік публікацій, структуру і обсяг дисертації.

У першому розділі «Екологічні основи поводження з відходами шкіряного виробництва та осадом очисних споруд переробної промисловості» проаналізовано вітчизняну та зарубіжну наукову літературу, присвячену проблемі управління відходами шкіряного виробництва, осадом стічних вод очисних споруд в Україні і інших країнах світу та їх застосування в сільському господарстві.

Висвітлено огляд дослідження відомих способів переробки органічних відходів, в тому числі шкіряного виробництва і осаду очисних споруд методом аеробної ферментації. Показано поширення хрому у природі, в ґрунтах, його біологічну необхідність для рослин, тварин і людей та характеристики оптимальних умов вирощування сільськогосподарських культур та ґрунтово-кліматичних факторів. На основі аналізу вітчизняної і зарубіжної літератури визначено необхідність проведення досліджень у напрямку розробки виробництва органічних добрив із умістом  $\text{Cr}^{3+}$  і застосування їх в адаптивній технології вирощування сільськогосподарських культур.

У другому розділі «Умови, матеріали та методика проведення досліджень» викладено умови, матеріали і методики дослідження. Охарактеризовано ґрунти Західного Лісостепу, їх агрохімічні показники, погодні умови 2013–2017 років у Західному Лісостепу України. Описано методики, які використовували для визначення агрохімічних, агрофізичних показників ґрунту та його біологічної активності.

Наведено схему досліджень, методики визначення фенологічних та біометричних спостережень за ростом і розвитком культур, визначення фотосинтетичного потенціалу посівів, чистої продуктивності фотосинтезу, сухих речовин, аналізу якісних показників зерна. Окреслено методики визначення економічної та енергетичної ефективності застосування органічних добрив із збалансованим умістом тривалентного хрому в агроценозах сої, кукурудзи, пшениці ярої, вівса і гречки та методи статистичної обробки експериментальних даних.

У третьому розділі «Науково-технологічне обґрунтування виробництва органічних добрив із збалансованим умістом тривалентного хрому» висвітлено основні параметри та етапи удосконаленої технології очищення стічних вод шкіряних заводів та отримання активного мулу, наведено технологічну схему очищення промислових стічних вод з високими значеннями ХСК та БСК<sub>5</sub>.

Було розроблено екологічно безпечну технологію виробництва органічних добрив із збалансованим умістом хрому тривалентного з відходів шкіряного виробництва та осаду очисних споруд методом аеробної ферментації, охарактеризовано основні її етапи. Встановлено, що із застосуванням різних компонентів та дозуванням хромовмісних відходів в

органічному добриві «Біопроферм» регулюється вміст тривалентного хрому. За застосування різних компонентів та дозування хромовмісних відходів в органічному добриві «Біопроферм» регулюється вміст  $\text{Cr}^{3+}$ . У процесі ферментації зі збільшенням вмісту  $\text{Cr}^{3+}$  перебіг аеробних процесів не зазнавав жодного впливу, одержане добриво містить мікроелемент  $\text{Cr}^{3+}$  (250–540 мг/кг).

Далі наведено технологію перероблення органічних добрив «Біопроферм» із збалансованим умістом тривалентного хрому на комплекс рідких органічних добрив «Біохром» методом кавітації. Зазначено, що на отримані технології отримано патенти на корисні моделі (патент на корисну модель № 85187 «Спосіб отримання органічних добрив нового покоління із збалансованим вмістом тривалентного хрому» та патент на корисну модель № 89786 «Спосіб органічного добрива «Біохром»).

У четвертому розділі «Органічні добрива із збалансованим умістом тривалентного хрому як екологічний фактор динаміки родючості ґрунту в агроценозах» описано результати досліджень із впливу органічних добрив із збалансованим умістом тривалентного хрому на агрофізичні, агрохімічні властивості та біологічну активність ґрунту. Застосування органічних добрив покращувало структурно-агрегатний склад орного шару ґрунту при вирощуванні сої і пшениці ярої. Внесення під основний обробіток ґрунту органічного добрива «Біопроферм» з умістом  $\text{Cr}^{3+}$  зменшувало щільність ґрунту в межах оброблюваного шару ґрунту в посівах сої і пшениці ярої. Встановлено істотний вплив органічних добрив «Біопроферм» з умістом  $\text{Cr}^{3+}$ , «Біохром» на загальну шпаруватість орного шару під посівами сої і пшениці ярої.

За внесення органічного добрива «Біопроферм» з умістом  $\text{Cr}^{3+}$  збільшувалась кількість вологи у ґрунті на початку вегетації сої до 10,0 %.

Виявлено тенденцію до підвищення вмісту загального азоту і його нітратної форми за внесення органічних добрив «Біопроферм» з мікроелементом  $\text{Cr}^{3+}$  (10 т/га). Встановлено, що за внесення органічних добрив «Біопроферм» з умістом  $\text{Cr}^{3+}$  та «Біохром», впродовж усього вегетаційного періоду сої збільшується виділення вуглекислого газу ( $\text{CO}_2$ ) та підвищується активність целюлозоруйнівних бактерій на початку цвітіння сої.

У п'ятому розділі «Екологічне обґрунтування застосування органічних добрив нового покоління в адаптивній технології вирощування сільськогосподарських культур Західного Лісостепу» висвітлено дослідження щодо формування агроценозів сільськогосподарських культур за застосування органічних добрив нового покоління. На основі проведених досліджень встановлено, що за внесення під основний обробіток ґрунту органічного добрива «Біопроферм» із збалансованим умістом тривалентного хрому та обприскування посівів в період вегетації рідким органічним добривом «Біохром» збільшується густина стояння рослин, польова схожість, показник виживання рослин, площа листової поверхні рослин, фотосинтетичний потенціал, чиста продуктивність фотосинтезу, уміст сухих речовин.

У шостому розділі «Агроекологічні аспекти підвищення продуктивності та якості зерна сільськогосподарських культур за застосування органічних добрив із збалансованим умістом тривалентного хрому» наведено результати досліджень впливу добрив на ріст і розвиток пшениці ярої, гречки, сої, вівса та кукурудзи впродовж вегетаційного періоду, встановлено збільшення

врожайності сільськогосподарських культур відносно контролю, позитивний вплив на біохімічний склад зерна сільськогосподарських культур, збільшення вмісту тривалентного хрому.

У сьомому розділі «Екотоксикологічна оцінка технології виробництва органічного добрива «Біопроферм», «Біохром» та вирощеної продукції з мікроелементом хром» наведено токсиколо-гігієнічну оцінку добрива «Біопроферм», охарактеризовано інгалаційний вплив, коефіцієнт кумуляції за показником «загибель тварин» і використаних інтегральних, специфічних показників дії, наявність і вираженість у найближчих нормованих аналогів алергенних, мутагенних, канцерогенних, ембріотоксичних, гонадотоксичних, тератогенних ефектів, наведено висновки і гігієнічні регламенти, заходи безпеки, заходи першої допомоги при гострому отруєнні, екотоксикологічну оцінку біологічних добрив із вмістом Хрому (III) на лабораторних щурах за використання підстилки з вмістом органічного добрив, екотоксикологічну оцінку зернової суміші із вмістом Хрому (III) при згодовуванні на лабораторних щурах, екологічну політику технологій очищення стоків та виробництва органічних добрив з умістом хрому тривалентного.

**Восьмий розділ** «Економічно-енергетичне обґрунтування застосування органічних добрив із збалансованим умістом тривалентного хрому в агроценозах Західного Лісостепу» присвячено розрахункам економічної та енергетичної ефективності застосування органічних добрив із збалансованим умістом тривалентного хрому в технології вирощування агрофітоценозів, економічній та екологічній оцінці виробництва органічних добрив.

**Висновки** щодо дисертаційної роботи сформульовані відповідно до мети та завдань і відображають основні результати досліджень.

**Достовірність і обґрунтованість результатів і наукових положень.** Результати експериментальної роботи, отримані дисертантом, є достовірними та взаємодоповнюючими, базуються на аналізі наукової літератури, висновки логічно випливають з отриманих експериментальних даних, пов'язані з метою і завданнями роботи. Для виконання завдань було обрано оптимальні методики, достовірність результатів досліджень підтверджена статистичною обробкою.

Однак, не зважаючи на загальне позитивне враження від дисертації, виникли наступні **зауваження та побажання до дисертаційної роботи.**

Оцінюючи дисертаційну роботу в цілому позитивно, слід зробити деякі зауваження:

1. У першому розділі «Екологічні основи поводження з відходами шкіряного виробництва та осадом очисних споруд переробної промисловості» проаналізовано не в повному обсязі сучасні закордонні дослідження обраної теми за останні декілька років, у підрозділі 1.2 доцільно було б навести більше матеріалу щодо вивченості застосування методу аеробної ферментації, більш послідовно викладати матеріал щодо вермикомпостування (с. 46-48).
2. В розділі 2 «Умови, матеріали та методика проведення досліджень» бажано було б більш структуровано описати та конкретизувати схему досліджень, занадто детально наведено характеристику ґрунтового покриву в умовах Західного Лісостепу.

3. Отримані експериментальні дані багатофакторних дослідів показали б більш виражені закономірності за застосування кореляційно-регресійного аналізу.
4. У третьому розділі на рис.3.2. доречніше було б вказати посилання на ДСТУ, а не на ГОСТи.
5. У розділі 5 бажано було б навести обґрунтування покращення фізіолого-біохімічних показників рослин у наведеному табличному матеріалі. Як автор може пояснити значне збільшення сухих речовин у фазу дозрівання рослин гречки (с. 205).
6. Розділ 7 доцільно було б більше конкретизувати цифровим матеріалом, об'єднати окремі підрозділи.
7. Не досить коректно вжито терміни «Екологічні вимоги сільськогосподарських культур...» (с.79), «екологічно безпечно .....розв'язувати проблему..» (с.51), «...екологічний фактор динаміки...» (с.146), зустрічаються описові загальні визначення ферментів (с.134-135).
8. Висновки занадто переобтяжені цифровим матеріалом, доречніше було б показати в цілому отримані закономірності, інформацію щодо створення експериментальної лабораторії краще було б навести у практичному значенні одержаних результатів.
9. У роботі зустрічаються граматичні та друкарські помилки стилістичного характеру.

### **Загальна оцінка дисертаційної роботи та її відповідність вимогам щодо дисертацій в Україні.**

Дисертаційна робота Бунчака Олександра Мироновича «Екологічне обґрунтування виробництва і застосування органічних добрив із вмістом тривалентного хрому в агроценозах Західного Лісостепу», подана до захисту на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.16 – екологія (сільськогосподарські науки) є самостійним, цілісним і комплексним науковим дослідженням, яка розв'язує важливу наукову та практичну проблему в галузі прикладної екології. Отримані здобувачем результати і висновки є обґрунтованими, мають наукову новизну, і практичну цінність, добре апробовані. Автореферат та наукові публікації повністю відображають основні положення та результати дисертації.

За змістом і оформленням дисертаційна робота та автореферат Бунчака О.М. відповідають вимогам до докторських дисертацій.

Керуючись критеріями оцінки докторських дисертацій, вважаю, що дисертація цілком відповідає вимогам п. 10 «Порядку присудження наукових ступенів...», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 року, № 567, а її автор Бунчак Олександр Миронович заслуговує

присудження наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.16 – екологія (сільськогосподарські науки).

Офіційний опонент:

Д. с.-г.н., доцент  
кафедри екобіотехнології та  
біорізноманіття НУБіП України,  
доцент

В.В.Бородай



Вх 1/124 16.04.2021 р