

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Дидіва Андрія Ігоровича на тему: «Агроекологічні аспекти нагромадження йонів кадмію і свинцю у *Brassica oleracea* var. *capitata* L. та *Beta vulgaris* L. в умовах Західного Лісостепу», поданої на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.16 – екологія

**Актуальність теми.** Внаслідок антропогенної діяльності спостерігається потрапляння значної кількості хімічних забруднювачів у агроecosистеми, пріоритетними серед них вважаються важкі метали та їх сполуки, які швидко акумулюються у живих організмах, порушують всі процеси метаболізму і володіють токсичними, мутагенними та канцерогенними властивостями. З-поміж важких металів кадмій та свинець належить до елементів I-го класу небезпеки, які підлягають постійному контролю державних служб.

Всі основні цикли міграції важких металів у біосфері (водні, атмосферні, біологічні) починаються у ґрунті в якому відбувається їх мобілізація і утворення різних міграційних форм. Значну загрозу для агрофітоценозів становить збільшення концентрації рухомих форм  $Cd^{2+}$  та  $Pb^{2+}$  у верхніх горизонтах ґрунту, що спричиняє інтенсивному нагромадженню полутантів у сільськогосподарських рослинах, зокрема овочевих. Збільшення рухомості важких металів спостерігається із збільшенням кислотності ґрунту та зменшенням вмісту гумусу.

Найбільш цінними овочевими культурами є капуста білоголова та буряк столовий. Проте за підвищених концентрацій рухомих форм  $Cd^{2+}$  та  $Pb^{2+}$  у ґрунті збільшується і нагромадження цих важких металів у рослинах *Brassica oleracea* var. *capitata* L. та *Beta vulgaris* L., що позначається на пригніченні їх росту і розвитку, а в підсумку до зниження урожайності та якості продукції.

Заходи щодо зниження рухомості важких металів у ґрунті і зменшення їх нагромадження в сільськогосподарських рослинах, повинні базуватися перш за все на обліку рівня забруднення території, фізико-хімічних властивостей ґрунтів, типу використання агроecosистеми, відповідному підбору культур та сівоzmіні. Тому сьогодні актуальним залишається питання вивчення й практичного впровадження у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах безпечної та доступної системи удобрення у поєднанні з кальцієвими меліорантами, завдяки якій можна підвищити родючість ґрунту, знизити рухомість  $Cd^{2+}$  та  $Pb^{2+}$  у ґрунті та одержати екологічно безпечну продукцію капусти білоголової та буряка столового.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційні дослідження Дидіва Андрія Ігоровича є частиною науково-дослідної роботи, що велася упродовж 2009–2011 рр. кафедрою екології Львівського національного аграрного університету за темою «Дослідити стан і динаміку

природних компонентів агроєкосистем Західного регіону України та розробити заходи щодо оптимізації їх ефективного функціонування в умовах антропогенезу» (номер державної реєстрації 0111U001253).

**Мета та завдання роботи.** Мета дисертаційної роботи – з'ясувати агроєкологічні аспекти нагромадження йонів кадмію і свинцю в рослинах капусти білоголової та буряка столового за використання добрив і кальцієвих меліорантів для підвищення урожайності і якості овочевих культур.

Для досягнення поставленої мети були визначені такі завдання:

–дослідити трансформацію та розподіл кадмію і свинцю на темно-сірих опідзолених легкосуглинкових ґрунтах Західного Лісостепу України та визначити фактори, які їх спричиняють в умовах посиленого техногенного впливу на агроєкосистеми;

–встановити вплив добрив і меліорантів на агрохімічні параметри ґрунту та його мікробіологічний стан за різних рівнів змодельованого забруднення ґрунту кадмієм та свинцем;

–з'ясувати особливості процесів транслокації йонів  $Cd^{2+}$  і  $Pb^{2+}$  з ґрунту у рослини капусти білоголової та буряка столового, а також їх розподіл та нагромадження в різних органах рослин у модельних відкритих системах з урахуванням рівнів забруднення ґрунту ВМ за використання добрив та кальцієвих меліорантів;

–дати оцінку фітотоксичності важких металів за показниками коефіцієнтів небезпеки та біологічного поглинання йонів  $Cd^{2+}$  і  $Pb^{2+}$  рослинами *Brassica oleracea var. capitata* L. та *Beta vulgaris* L. за використання різної системи удобрення та вапнування ґрунту;

–визначити токсикодинаміку кадмію і свинцю за активністю пероксидази в листках капусти білоголової та буряка столового за фенофазами розвитку, як індикатора стресових станів рослин до фітотоксичної дії йонів  $Cd^{2+}$  і  $Pb^{2+}$ ;

–встановити вплив йонів  $Cd^{2+}$  і  $Pb^{2+}$  на біометричні параметри *Brassica oleracea var. capitata* L. та *Beta vulgaris* L. за фенофазами росту і розвитку рослин;

–облікувати урожай та визначити біохімічні показники якості продукції капусти білоголової та буряка столового залежно від рівнів змодельованого забруднення ґрунту кадмієм та свинцем за використання добрив та кальцієвих меліорантів;

–дати екологічну оцінку застосування карбонату кальцію, нітроамофоски та Біогумусу в детоксикації темно-сірого опідзоленого ґрунту при змодельованих рівнях забруднення кадмієм та свинцем для одержання екобезпечної продукції буряка столового і капусти білоголової;

–обґрунтувати економічну ефективність та біоенергетичну оцінку

застосування добрив і меліорантів за вирощування капусти білоголової та буряка столового.

**Об'єкт дослідження** – процеси трансформації, акумуляції і транслокації йонів  $Cd^{2+}$  і  $Pb^{2+}$  у системі «грунт-рослина» під впливом природних чинників, добрив, кальцієвих меліорантів, а також рівнів змодельованого забруднення ґрунту цими металами.

**Предмет дослідження** – закономірності впливу екологічного стану темно-сірого ґрунту на урожайність і якість капусти білоголової (*Brassica oleracea var. capitata* L.) та буряка столового (*Beta vulgaris* L.) при різних рівнях змодельованого забруднення ґрунту кадмієм і свинцем за використання добрив та кальцієвих меліорантів.

**Методи дослідження.** У процесі виконання поставлених завдань дисертантом використано такі методи досліджень: польові (проведення польових мікроділянкових дослідів, відбір ґрунтових та рослинних зразків); лабораторні (фізико-хімічні, агрохімічні, біохімічні та мікробіологічні методи кількісних і якісних характеристик ґрунту і рослин); статистичні (встановлення достовірності результатів досліджень); моделювання (змодельовані рівні забруднення ґрунту важкими металами у польових умовах).

**Аналіз основного змісту дисертаційної роботи.** Дисертаційна робота Дидіва А. І. складається зі вступу, семи розділів, висновків, пропозицій виробництву, списку використаних джерел та додатків. Робота викладена на 263 сторінках друкованого тексту, ілюстрована 41 рисунком, містить 15 таблиць та 8 додатків. Основний текст дисертації викладено на 161 сторінці. Список використаних джерел налічує 264 найменування, у тому числі 29 латиницею.

У вступі здобувач обґрунтовано подає актуальність теми, звертає увагу на зв'язок виконаних досліджень з науковими темами. В дисертаційній науковій роботі згідно вимог сформульовано мету і завдання досліджень, об'єкт і предмет дослідження, наукову новизну, практичне значення одержаних результатів, задекларовано особистий авторський внесок, подано апробацію результатів досліджень.

У розділі 1 «Забруднення агробіоценозів важкими металами та заходи з детоксикації ґрунту (огляд літератури)» висвітлено питання щодо масштабів техногенного забруднення навколишнього середовища кадмієм і свинцем, взаємодії йонів кадмію і свинцю з ґрунтом та іншими речовинами, рівень фітотоксичності сполук кадмію та свинцю. Особливу увагу присвячено заходи з детоксикації ґрунту забрудненого важкими металами, зокрема вапнуванню ґрунту, збагачення ґрунту органічною речовиною та відтворення його родючості за використання добрива Біогумус.

У розділі 2 «Умови досліджень та методика вивчення нагромадження

важких металів в агрофітоценозах» представлена комплексна характеристика об'єкту, методології та програма експериментів. У цьому розділі здобувач подав схеми та умови проведення досліджень, методи досліджень, об'єкти досліджень. Проаналізувавши цей розділ можна стверджувати, що Дидів Андрій Ігорович правильно вибрав, освоїв і використав загальноприйняті методики для розв'язання поставлених завдань.

У розділі 3 «Зміни агрохімічних та мікробіологічних показників ґрунту за різних систем удобрення овочевих культур і вапнування» дисертантом наводяться результати агрохімічних та мікробіологічних досліджень ґрунту за змодельованих рівнів забруднення ґрунту кадмієм та свинцем.

Здобувач відзначив, що застосування органічної та органо-мінеральної системи удобрення на фоні вапнування ґрунту дозволило у більшій мірі забезпечити рослини капусти білоголової та буряка столового доступними елементами живлення (N, P, K, Ca, Mg і S), аніж застосування тільки мінеральної системи удобрення. Дисертантом наголошено, що на змодельованих рівнях забруднення ґрунту свинцем, відзначали більш токсичну дію на біологічну та ферментативну активність ґрунту, аніж кадмієм, що відобразилось на меншій інтенсивності виділення діоксиду карбону з ґрунту та зниження ферментативної активності ґрунту.

У розділі 4 «Рухомість кадмію і свинцю у ґрунті залежно від застосування різних систем удобрення й вапнування» дисертант детально описав поведінку важких металів у ґрунті, їх трансформацію та перерозподіл між валовими і рухомими фракціями. Здобувач зробив висновок, що на рухомість кадмію та свинцю у ґрунті за вирощування *Brassica oleracea var. capitata* L. та *Beta vulgaris* L. впливали ґрунтово-кліматичні умови року, норми внесення органічних і мінеральних добрив, вапнування ґрунту та рівні змодельованого забруднення ґрунту кадмієм та свинцем.

Дисертантом наголошено, що на всіх варіантах дослідження, де вносили добрива та меліоранти за вирощування капусти білоголової та буряка столового, концентрація рухомих форм  $Cd^{2+}$  та  $Pb^{2+}$  у ґрунті була меншою на 15 – 67%, порівняно з контрольним варіантом (без добрив). Проте із збільшенням рівнів змодельованого забруднення ґрунту Cd та Pb від 1 до 5 ГДК спостерігали єдину тенденцію до зростання концентрації їх рухомих та валових форм у ґрунті на всіх варіантах за вірогідної різниці до фону  $p < 0,05 - 0,001$ .

У розділі 5 «Транслокація кадмію та свинцю з ґрунту в рослини капусти білоголової та буряка столового» автором детально висвітлено нагромадження та розподілу йонів  $Cd^{2+}$  та  $Pb^{2+}$  в рослинах *Brassica oleracea var. capitata* L. і *Beta vulgaris* L. залежно від рівнів змодельованого забруднення ґрунту кадмієм та свинцем, а також від застосування різних систем удобрення й вапнування. Також

проаналізовано активність пероксидази у листках капусти білоголової та буряка столового за фенофазами розвитку як індикатор стресу в рослинах за дії йонів  $Cd^{2+}$  та  $Pb^{2+}$ .

Дисертантом проаналізовано, що із збільшенням рівнів змодельованого забруднення ґрунту кадмієм та свинцем від 1 до 5 ГДК збільшувалась і концентрація йонів  $Cd^{2+}$  і  $Pb^{2+}$  у рослинах капусти білоголової та буряка столового в усіх варіантах. Однак значний вплив на нагромадження  $Cd^{2+}$  та  $Pb^{2+}$  мали внесені органічні й мінеральні добрива, а також меліоранти.

**У розділі 6** «Вплив кадмію та свинцю на ріст і розвиток рослин капусти білоголової та буряка столового за використання добрив і вапнування ґрунту» дисертантом наводяться результати біометричних спостережень за ростом і розвитком рослин *Brassica oleracea* var. *capitata* L. та *Beta vulgaris* L. за основними фенологічними фазами. Біометричні вимірювання рослин капусти білоголової включали: визначення висоти рослини, кількості листків на рослині, діаметр розетки листків, діаметр головки (у фенофазі зав'язування головки), висоту зовнішнього качана та масу головки (у фенофазі технічної стиглості). Біометричні вимірювання рослин буряка столового включали: визначення площі листків, масу листків, масу коренеплодів.

**У розділі 7** «Вплив добрив та меліорантів на урожайність і якість капусти білоголової та буряка столового за різних рівнів забруднення ґрунту кадмієм і свинцем» здобувач провів детальний аналіз щодо вплив різних систем удобрення й вапнування ґрунту на урожайність та зміну основних якісних біохімічних показників продукції капусти білоголової та буряка столового за змодельованих рівнів забруднення ґрунту кадмієм та свинцем.

Автор наголосив, що із збільшенням рівнів змодельованого забруднення ґрунту Cd та Pb від 1 до 5 ГДК спостерігали зниження урожайності капусти білоголової на 10,7-17,3%, а буряка столового – на 14,2-21,4%.

**Висновки** мають відповідне наукове та практичне значення і спрямовані на вирішення наукового завдання, а саме розроблення й удосконалення екологічно безпечного комплексного підходу щодо детоксикації забрудненого кадмієм та свинцем темно-сірого опідзоленого ґрунту з використанням різних систем удобрення у поєднанні з кальцієвими меліорантами.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Основні наукові положення дисертаційних досліджень, що визначають новизну одержаних наукових результатів, полягають у такому:

*вперше:*

– проаналізовано фенологічну динаміку активності пероксидази у листках *Brassica oleracea* var. *capitata* L. та *Beta vulgaris* L., як індикатора стресу в рослинах за дії йонів  $Cd^{2+}$  та  $Pb^{2+}$ ;

– з'ясовано процеси нагромадження та акумуляції йонів  $Cd^{2+}$  і  $Pb^{2+}$  у різних органах рослин *Brassica oleracea var. capitata* L. та *Beta vulgaris* L. за використання добрив та кальцієвих меліорантів;

– здійснено порівняльну оцінку фітотоксичного впливу йонів  $Cd^{2+}$  та  $Pb^{2+}$  на біометричні та фітопродуктивні параметри рослин *Brassica oleracea var. capitata* L. та *Beta vulgaris* L. за основними фенофазами росту і розвитку;

– доведено позитивний ефект від сумісного застосування органічних добрив та кальцієвих меліорантів у хімічній детоксикації рухомих форм кадмію та свинцю у ґрунті та істотного зменшення нагромадження йонів  $Cd^{2+}$  і  $Pb^{2+}$  у рослинах *Brassica oleracea var. capitata* L. та *Beta vulgaris* L. впродовж вегетаційного періоду.

*удосконалено:*

– систему застосування добрив та вапнування за вирощування капусти білоголової та буряка столового для підвищення урожайності і якості продукції, зменшення рухомості важких металів та покращання родючості ґрунту;

*отримали подальший розвиток:*

– засади хімічної детоксикації, збереження та підвищення родючості забруднених важкими металами темно-сірих опідзолених ґрунтів Західного Лісостепу України та одержання екобезпечної овочевої продукції й встановлення екологічної рівноваги в агроекосистемах.

**Практичне значення отриманих результатів.** За результатами досліджень актором розроблено, обґрунтовано та запропоновано виробництву комплексне застосування органічної та органо-мінеральної системи удобрення на фоні вапнування ґрунту для капусти білоголової в нормі Біогумус 8 т/га +  $CaCO_3$  5 т/га та  $N_{68}P_{68}K_{68}$  + Біогумус 4 т/га +  $CaCO_3$  5 т/га, а для буряка столового в нормі Біогумус 4 т/га +  $CaCO_3$  5 т/га та  $N_{34}P_{34}K_{34}$  + Біогумус 2 т/га +  $CaCO_3$  5 т/га, що дало змогу зменшити на 33–72% концентрацію рухомих форм  $Cd^{2+}$  і  $Pb^{2+}$  у ґрунті, знизити у 2,4–4,5 раза нагромадження йонів важких металів у рослинах та одержати екобезпечну овочеву продукцію високої якості.

Основні результати досліджень пройшли виробничу перевірку та впроваджені у ФГ «Мелешка В. П.» Миколаївського району Львівської області (2012-2013 рр.), у ТзОВ «Зорепад» Жовківського району Львівської області (2014-2015 рр.), у ФГ «ЛІМ» Кам'янка-Бузького району Львівської області (2016-2017 рр.). Результати впровадження засвідчили високу ефективність проведення хімічної меліорації у поєднанні з внесенням органічних і мінеральних добрив та одержання екобезпечної продукції капусти білоголової та буряка столового, що підтверджено довідкою.

Отримані дані дисертаційної роботи були використані при читанні лекцій з таких дисциплін, як «Екологічні основи застосування добрив», «Охорона

грунтів», «Токсикологія», «Овочівництво», «Агроекологія», про що подано відповідну довідку.

**Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, наукова новизна досліджень.** Наукові положення висновки і рекомендації викладені у дисертаційній роботі Дидіва Андрія Ігоровича є обґрунтованими, достовірними і мають наукову новизну. Обліки, спостереження та аналізи в досліджах дисертант проводив за загальноприйнятими методиками і державними стандартами України.

Наукові результати, отримані дисертантом, дали змогу обґрунтувати застосування різних систем удобрення у поєднанні з кальцієвими меліорантами на зниження рухомості  $Cd^{2+}$  та  $Pb^{2+}$  у ґрунті та зменшення нагромадження цих важких металів у рослинах *Brassica oleracea var. capitata* L. та *Beta vulgaris* L., що дало можливість одержати екологічно безпечну продукції капусти білоголової та буряка столового.

**Повнота викладу наукових положень, висновків і рекомендацій в опублікованих працях.** Результати дисертаційного дослідження викладені у 26 наукових працях. З них 10 статей у наукових фахових виданнях, 4 статті у виданні, що цитуються у міжнародних наукометричних базах, 12 публікацій – у матеріалах наукових конференцій міжнародного та всеукраїнського рівня.

**Зауваження та побажання до дисертаційної роботи.** Відзначаючи в цілому достатній рівень наукових здобутків дисертанта, обґрунтованість одержаних результатів і практичне значення дисертаційної роботи, слід відмітити, що деякі положення носять дискусійний характер, що зумовлює висловити з цього приводу наступні зауваження та побажання:

1. У змісті роботи (с. 23) назва підрозділів 7.1 – 7.4 є занадто лаконічними і недостатньо розкривають їх значення.

2. У висновках до розділу 6 (с. 193) у словосполученні «причинно-наслідковий зв'язок» допущена помилка.

3. У розділах 5, 6 та 7 бажано було б експериментальні дані відобразити у таблицях.

4. Бажано лаконічніше описати додаток Б.2 без продовження (с. 222).

5. В додатках таблиці Е.3, Е.4 (с.235, 236), Е.7, Е.8 (с.239, 240) у чисельнику (активність пероксидази) бажано було б заокруглити до одного знаку після коми для кращого сприйняття.

6. У додатку таблиці К.9 та К.10 розрахунки економічної ефективності доцільно було б провести за сьогоднішніми цінами на продукцію капусти білоголової та буряка столового, а також витратами на добрива, меліоранти та паливо-мастильні матеріали.

7. Не вказані роки у рисунках 5.2, 5.3, 5.5, 5.6, 5.10, 5.11, 5.13, 5.14.

Зауваження, висловлені до дисертації носять рекомендаційний характер, стосуються переважно оформлення рукопису, а також деяких дискусійних питань. Вони не знижують наукового рівня дисертації і не можуть суттєво вплинути на оцінку рецензованої роботи.

**Загальний висновок.** Дисертаційна робота Дидів Андрія Ігоровича на тему «Агроекологічні аспекти нагромадження йонів кадмію і свинцю у *Brassica oleracea* var. *capitata* L. та *Beta vulgaris* L. в умовах Західного Лісостепу», виконана на актуальну, є самостійним завершеним дослідженням, в якому основним теоретичним положенням, висновкам та пропозиціям притаманні наукова новизна, вони є достатньо обґрунтованими, достовірними і свідчать про досягнення поставленої мети. Дисертація написана українською мовою із дотриманням наукового стилю викладення матеріалу. Зміст автореферату відображає основні положення дисертаційної роботи.

Рецензована дисертаційна робота є завершеною науковою працею, яка за обсягом, науковим і методичним рівнем, актуальністю проведених досліджень, новизною одержаних результатів та їх практичним значенням відповідає вимогам ДАК України щодо кандидатських дисертацій, а її автор Дидів Андрій Ігорович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.16. – екологія.

**Офіційний опонент:**

доктор сільськогосподарських наук, професор,  
професор кафедри екології, технології захисту  
навколишнього середовища та лісового господарства  
Національного університету  
водного господарства та природокористування



О. М. Клименко

**Підпис Клименка О. М. Засвідчую:**

Начальник відділу кадрів

6.05.2019р.



О. Р. Цаль