

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

КІТ ЛІЛІА ПЕТРІВНА



УДК 574.23:577.118:631.95:636.598

**ТЕХНОГЕННЕ ЗАБРУДНЕННЯ АГРОЕКОСИСТЕМ
ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ, ЇХ ВПЛИВ НА АНТИОКСИДАНТНУ
ТА ІМУННУ СИСТЕМУ ГУСЕЙ**

03.00.16 – екологія

Автореферат дисертації
на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук

Львів – 2019

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Львівському національному університеті ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник – доктор сільськогосподарських, професор
Параняк Роман Петрович,
Львівський національний університет ветеринарної
медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького,
завідувач кафедри екології.

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук, професор,
Разанов Сергій Федорович,
Вінницький національний аграрний університет,
завідувач кафедри екології та охорони навколишнього
середовища;

доктор сільськогосподарських наук, професор,
Стапай Петро Васильович,
Львівський національний аграрний університет,
професор кафедри тваринництва і кормовиробництва.

Захист відбудеться "5" червня 2019 р. о 11 год на засіданні спеціалізованої вченої ради К 36.814.04 у Львівському національному аграрному університеті за адресою: 80381, Львівська обл., Жовківський р-н, м. Дубляни, вул. Володимира Великого, 1, головний корпус, зал вченої ради.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Львівського національного аграрного університету за адресою: 80381, Львівська обл., Жовківський р-н, м. Дубляни, вул. Володимира Великого, 1.

Автореферат розісланий "3" травня 2019 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради
кандидат сільськогосподарських наук



Н. В. Качмар

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Виробнича діяльність людини супроводжується накопиченням у навколишньому середовищі шкідливих речовин. В антропогенному забрудненні довкілля суттєву роль відіграють цементні заводи, для яких властиві два види викидів: пил і продукти горіння (Wang C. et al, 2018; Raffetti E. et al. 2019). Одним із таких підприємств є ВАТ “Миколаївцемент”, який, згідно з екологічним паспортом Львівщини, є другим (після Добровірської ТЕС) забруднювачем атмосфери в області.

Продукти горіння пром підприємств містять значну кількість важких металів та інших шкідливих сполук (Al-Khashman O. A., 2006, Lu H. et al., 2016). Цементний пил шкідливий, у першу чергу, як фактор захворювання на силікоз, хоча важкі метали у ньому також наявні (Пузенко Д. М., 2005).

Сполуки, у викидах цементних заводів потрапляють у ґрунт, рослини й організм тварин. Екоситуація потребує вивчення ступеня забруднення території, прилеглої до цементних заводів, компонентами нелокалізованих викидів, а також встановлення наслідків для екосистем міграції цих елементів трофічними ланцюгами (Meena R. et al., 2018).

Важливим аспектом в оцінці харчової цінності і товарної якості продукції тваринництва у цілому й птахівництва зокрема є особливості накопичення важких металів в органах і тканинах (Вахуткевич І. Ю., Снітинський В. В., 2014; Разанов С. Ф., Кабаченко О. С., 2018). За високої концентрації Кадмію і Плюмбуму знижується інтенсивність росту, виникають патологічні зміни в організмі (Douglas-Stroebel E. K. et al., 2004; Džugan M., 2016). Особливо важливо враховувати дію цих факторів щодо гусей, які з раннього віку перебувають на пасовищах. Тому дослідження міграційних процесів важких металів в окремих ланках трофічного ланцюга, а також їх кумуляції в органах і тканинах гусей є актуальною проблемою сьогодення в теоретичному та практичному аспектах.

Відомо, що Селен послаблює токсичну дію важких металів (Newairy A. et al., 2007; Karabulut-Bulan O., 2008; Jihen H. et al., 2008; Tabelin C. B., 2018), оскільки він входить до складу активного центру антиоксидантного ензиму глутатіонпероксидази. У присутності Селену посилюється зв'язування важких металів з металотіонеїнами, у складі яких вони не виявляють токсичної дії (Ismael M. A. et al., 2019). Крім того, Селен знижує токсичну дію важких металів, утворюючи з Кадмієм та Плюмбумом неактивні комплексні сполуки, які виводяться з організму (Patrick L., 2003). Оскільки Селен при цьому блокується, потреба у ньому, за високого вмісту важких металів у довкіллі, зростає. Дія Селену на гусей, вирощених в умовах ризику техногенного забруднення екосистем, – друга актуальна проблема, яку слід розв'язати для отримання безпечної продукції гусівництва.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота є розділом наукових досліджень, які проводились у 2006-2008 рр. на кафедрі екології Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького за темою „Вивчити вплив антропогенного забруднення агроекосистем та розробити систему заходів зни-

ження його дії на фізіолого-біохімічні процеси в організмі тварин” (номер державної реєстрації 01080U001933).

Мета і завдання досліджень. Мета роботи – з’ясувати закономірності комплексної дії техногенних факторів цементного заводу, в тому числі забруднення Кадмієм і Плюмбумом, на організм гусей, та розробити спосіб зменшення негативного впливу важких металів на якість м’ясної продукції введенням до їх раціону сполук Селену.

Завдання дисертаційної роботи передбачали:

✓ дослідження накопичення важких металів у ґрунті й траві пасовища, розміщеного в промисловій зоні ВАТ "Миколаївцемент" у секторі панівного напрямку вітрів;

✓ дослідження вмісту важких металів в окремих ланках трофічного ланцюга у системі "ґрунт–рослина–організм" гусей у зоні техногенного навантаження викидами цементного заводу;

✓ дослідження накопичення важких металів в окремих органах і тканинах гусей та їх вплив на перебіг біохімічних процесів, імунний та антиоксидантний статус;

✓ вивчення впливу експериментального забруднення організму Кадмієм і Плюмбумом на інтенсивність процесів пероксидного окиснення, антиоксидантний та імунний статус та біохімічний профіль крові гусей;

✓ обґрунтування ефективності використання аскорбату селену як детоксиканта за введення його в раціон гусей, яких випасали у зоні техногенного навантаження Миколаївського цементного заводу та за штучного введення в лабораторії Кадмію і Плюмбуму у корм.

Об'єкт дослідження – біохімічні процеси в організмі гусей за умов техногенного забруднення агроєкосистем важкими металами в зоні діяльності підприємства з виробництва цементу.

Предмет дослідження – закономірності та вплив забруднення навколишнього середовища Плюмбумом і Кадмієм на акумуляцію їх в органах і тканинах гусей, їх антиоксидантний та імунний статус.

Методи дослідження: екологічні, колориметричні, спектрометричні, аналітичні, біохімічні, статистичні.

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

Вперше:

✓ досліджений вплив аеротехногенних емісій цементного заводу на базові компоненти пасовищної агроєкосистеми (ґрунт і рослинність), нагромадження важких металів в органах і тканинах гусей та, зокрема, з’ясовано, що Кадмію у печінці цих тварин у 5 разів, а Плюмбуму в кістках у 3,4 раза більше від ГДК.

✓ встановлено, що накопичення Кадмію і Плюмбуму в окремих органах і тканинах гусей спричинює: зменшення кількості загального білка, альбуміну, глюкози у плазмі крові; зростання концентрації продуктів пероксидного окиснення: гідроперекисів, малонового діальдегіду, дієнових кон’югатів та

зниження активності глутатіонпероксидази; зменшення у крові кількості еритроцитів, лейкоцитів і тромбоцитів; зменшення як абсолютної, так і відносної кількості γ -глобулінів.

✓ доведена ефективність використання сполук Селену для виведення з організму гусей Кадмію і Плюмбуму, а також показано здатність аліментарного аскорбату селену знижувати інтенсивність накопичення цих токсикантів в органах і тканинах. Перевагу щодо детоксикаційної активності має аскорбат селену над селенітом натрію.

✓ розроблені технічні умови, синтезований препарат аскорбату селену, проведено лабораторне моделювання навантаження важкими металами та детоксикацію Селеном, при цьому з'ясований клінічний стан організму гусей. Наукова новизна отриманих результатів підтверджена двома деклараційними патентами України на корисну модель.

Практичне значення одержаних результатів. Розробки щодо ведення гусівництва в зоні техногенного навантаження розглянуті й схвалені Департаментом екології та природних ресурсів Львівської обласної державної адміністрації і використовуються виробництвом, що підтверджено відповідною довідкою.

Застосування неорганічної та органічної сполук Селену при вирощуванні гусей зменшує негативну дію важких металів, що пов'язано із стимулюванням процесів пероксидного окиснення або заміщенням Кадмієм і Плюмбумом необхідних організму макро- і мікроелементів у життєво важливих сполуках і комплексах, це дозволило збільшити середньодобові прирости гусей та знизити собівартість продукції на підприємствах АПК, що засвідчено довідкою.

Результати дисертаційного дослідження використовуються у освітньому процесі Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького при викладанні таких дисциплін: «Моніторинг навколишнього середовища», «Екобезпека», «Технологія виробництва продукції птахівництва».

Особистий внесок здобувача. Аналіз літератури за темою дисертаційної роботи, організація і ведення дослідів, відбір зразків, лабораторні дослідження і статистичне опрацювання отриманих результатів виконані автором самостійно. Разом з науковим керівником розроблено схему і програму досліджень, визначено мету і завдання, узгоджено методику й об'єкти досліджень. В опублікованих у співавторстві наукових працях задекларована частка здобувача.

Апробація роботи. Результати роботи доповідались на Міжнародному науково-практичному семінарі "Проблеми загальної ветеринарної профілактики" (м. Львів 24-25 травня 2007 р.); міжнародній науково-практичній конференції "Інноваційність розвитку сучасного аграрного виробництва" (м. Львів, 18–19 жовтня 2007 р.); Міжнародній науково-практичній конференції "Наукове забезпечення інноваційного розвитку аграрного виробництва в Карпатському регіоні" (м. Львів, 4–5 червня 2008 р.); VII Науково-практичній конференції молодих науковців і спеціалістів "Актуальні проблеми біології, тваринництва та ветеринарної медицини" (м. Львів, 12 грудня 2008 р.); II Міжнародній науково-

практичній конференції "Екологічна безпека сільськогосподарського виробництва" (м. Київ, 2–4 червня 2009 р.); Міжнародній науково-практичній конференції "Молоді вчені у вирішенні проблем аграрної науки і практики" (м. Львів, 18–19 червня 2009 р.); IV Міжнародній науково-практичній конференції "Екологічна безпека сільськогосподарського виробництва" (м. Київ, 1–4 червня 2010 р.).

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 14 наукових робіт, у т. ч. 9 статей у фахових виданнях України, 1 стаття у виданні, що належить до міжнародних наукометричних баз, 2 – у матеріалах і тезах конференцій, отримано 2 патенти України на корисну модель.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота сформована з анотації, списку наукових публікацій, вступу, огляду літератури, матеріалів і методів досліджень, результатів власних досліджень, їх аналізу й обговорення, висновків, додатків та списку використаних джерел, який містить 386 праць, у тому числі 271 – латиницею. Дисертація викладена на 134 сторінках основного тексту, містить 38 таблиць, 4 рисунки в основній частині та 8 таблиць у додатках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У першому розділі поданий огляд джерел наукової літератури. Він складається з десяти підрозділів, у яких здійснений аналіз загального впливу важких металів на навколишнє середовище, агроєкосистеми і тварин. Крім того, наведені джерела надходження важких металів у довкілля. Висвітлено метаболічні процеси в організмі птиці за дії важких металів та роль Селену й аскорбінової кислоти у попередженні токсичної дії цих полютантів. Обґрунтована актуальність проблеми отримання екологічно чистої продукції гусівництва в умовах техногенного ризику.

У другому розділі наведено схему й методику досліджень забруднення довкілля викидами цементного заводу ВАТ "Миколаївцемент" та його впливу на організм гусей сірої оброшинської породи (*Anser anser domesticus* L). Експериментальні дослідження проведені впродовж 2006–2008 рр. Всього проведено дві серії дослідів.

Мета *першої серії* дослідів – встановити рівень забруднення ґрунту пасовища ТзОВ „Зубра” викидами цементного заводу, накопичення важких металів у траві пасовища, органах і тканинах гусей, впливу техногенного навантаження цементного заводу на клінічний стан та продуктивність гусей. Для цього було проведено два досліді. Зокрема перший дослід проведено в ПП „Агро-прогрес” (контрольне господарство) та ТзОВ „Зубра” (дослідне господарство) з метою моніторингу вмісту важких металів у ґрунті й траві пасовищ. Зразки ґрунту брали з глибини 5–20 см. Для відбору зразків трави на пасовищі вибрали 10 ділянок площею 1 м².

Другий дослід проведено на 40 гусенятах (двотижневого віку), з яких 20 голів утримували в ПП „Агро-прогрес” (чиста зона) і 20 голів – у ТзОВ „Зубра” (зона забруднення цементного заводу). Гуси обох господарств утримувалися на

пасовищі й отримували однаковий стандартний комбікорм згідно з нормами. У кожному з господарств гусей розділили на дві групи по 10 голів. Одна з цих груп отримувала добавку до раціону аскорбат селену (1,5 мг на 1 кг сухої речовини раціону) а друга слугувала контролем. Дослід тривав до 75-добового віку. Наприкінці досліду проведено забій по 5 голів із кожної групи. Після забою відбирали зразки крові, скелетного м'яза, печінки, нирок, кісткової тканини та пір'я.

Другу серію дослідів виконано з метою експериментального вивчення впливу Кадмію та Плюмбуму на гусей, а саме – на обмін речовин і продуктивність, та встановлення детоксикаційної дії сполук Селену за штучного навантаження цими металами. Виконано два досліди.

Перший дослід здійснено на шести групах гусенят (2-тижневого віку) сірої оброшинської породи (по п'ять голів у кожній групі). Дослід тривав до 75-добового віку. Гуси 1-ої (контрольної) групи отримували стандартний комбікорм згідно з нормами. До корму гусей 2-ої групи додавали 5 мг сульфату кадмію на 1 кг сухої речовини корму (5 ГДК Кадмію), 3-ої – 1 мг селеніту натрію, 4-ої – 1,5 мг аскорбату селену (в обох групах по 0,5 гранично допустимої концентрації Селену), 5-ої – 5 мг сульфату кадмію + 1 мг селеніту натрію, 6-ої – сульфат кадмію + аскорбат селену у вказаних вище дозах.

Аналогічно до першого досліду проведений і другий з тією різницею, що дослідним групам гусей до стандартного комбікорму додавали нітрат плюмбуму з розрахунку 25 мг на 1 кг сухої речовини корму (5 ГДК Плюмбуму).

Наприкінці кожного з дослідів проведено забій по 5 гусей із кожної групи, в яких відбирали зразки крові, скелетного м'яза, печінки, нирок, кісткової тканини та пір'я для біохімічних досліджень.

Вміст мінеральних елементів у ґрунті, траві, тканинах гусей визначали за допомогою атомно-адсорбційного спектрофотометра ААС-30.

Вміст загального білка визначали за методом Лоурі (Lowry O. H. et al., 1951); глюкози – глюкозооксидазним методом за допомогою аналітичного набору, загальних ліпідів – методом Блура в модифікації Брагдона (1951); триацилгліцеролів (Копитов Ю. П., 1983), холестеролу – за допомогою аналітичних наборів фірми «Lachema» (Чехія), активність аспартатамінотрансферази та аланінамінотрансферази – методом Райтмана-Френкеля (Reitman S. & Frankel S., 1957); креатинкінази, лактатдегідрогенази, лужної фосфатази визначали за допомогою набору реактивів фірми «Фліст» (Україна) (Методи лабораторної клінічної діагностики..., 2010).

Показники антиоксидатного статусу визначали такими методами: гідроперекиси ліпідів – за В. В. Мирончик (1998), ТБК-активні продукти – за Е. М. Коробейніковою (1989), дієнові кон'югати – за І. Д. Стальною (1977), активність глутатіонпероксидази – за В. М. Моїном (1986), супероксиддисмутази – за Є. Є. Дубініною і співавт. (1983), каталази – за М. А. Королюком і співавт. (1988). Кількість клітин крові підраховували в лічильній камері Горяєва. Співвідношення протеїнових фракцій – за допомогою фракціонування у поліакриламідному гелі (Влізло В. В. зі співавт., 2004).

Отримані цифрові результати опрацьовували статистично за загальноприйнятою методикою з використанням t -критерію Стьюдента. Результати середніх значень вважали статистично вірогідними за: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

У **третьому** розділі дисертаційної роботи подані результати досліджень впливу техногенного навантаження цементного заводу на забруднення ґрунту і трави важкими металами.

У результаті проведених досліджень встановили, що pH ґрунтів обох господарств є близьким до нейтрального (6,7–7,0). У ґрунті пасовища, розташованого поряд із Миколаївським цементним заводом виявлено значно більший, ніж у Буському районі, вміст рухомих форм Плюмбуму та Кадмію. Кількість Плюмбуму в ґрунті пасовища Буського району – в 2 рази менша за гранично допустиму концентрацію, що (для рухомих форм) становить 6 мг/кг сухої речовини. Кількість рухомих форм Плюмбуму в ґрунті пасовища поблизу цементного заводу удвічі більша за відповідний показник Буського району ($p < 0,001$), вона перевищує гранично допустиму концентрацію лише на 19 %. Вміст рухомих форм Кадмію в ґрунті пасовища Буського району становив 0,155 мг/кг, що у 6,5 рази менше за гранично допустиму концентрацію. У ґрунті пасовища Миколаївського району кількість розчинного Кадмію в 52 рази більша ($p < 0,001$), ніж у Буському районі, і перевищує гранично допустиму для рухомих форм концентрацію у 8 разів (рис. 1).

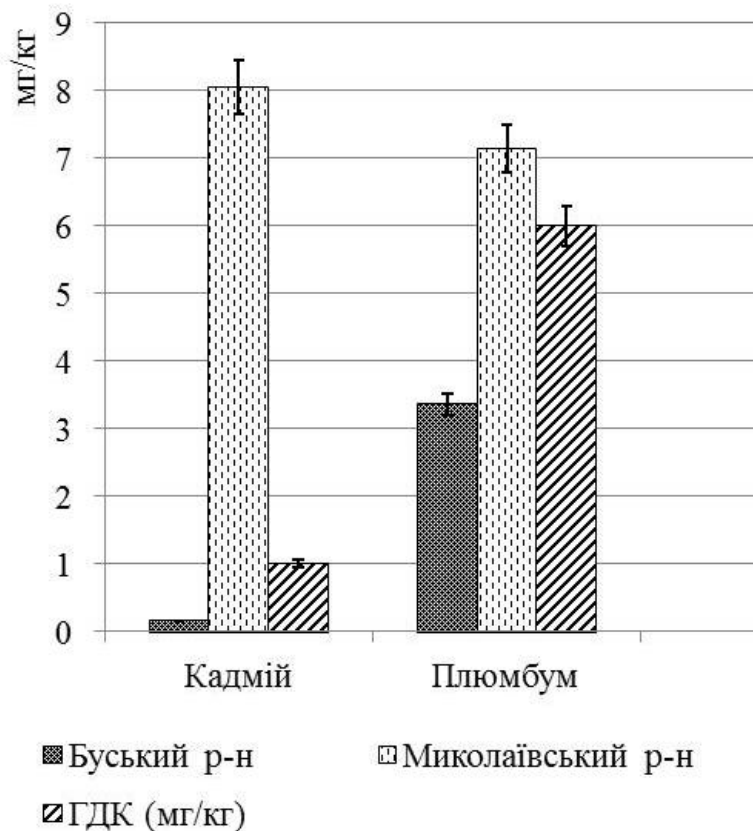


Рис. 1. Вміст рухомих форм важких металів у ґрунті, мг/кг ($n = 10$; $p < 0,05$).

Вміст Кадмію і Плюмбуму в траві техногенно забрудненого (Миколаївський район) та екобезпечного (Буський район) пасовищ позитивно корелював з їх вмістом у ґрунті. У траві пасовища, розташованого поблизу цементного заводу, порівняно із травою пасовища фонові території, вміст Кадмію більший у 65 разів ($p < 0,001$), Плюмбуму – у 8 разів ($p < 0,01$). Гранично допустима концентрація Кадмію і Плюмбуму в рослинах становить, відповідно, 0,3 і 3,0 мг/кг. Вміст Кадмію в траві пасовища ТзОВ «Зубра», як і в ґрунті, значно перевищував ГДК, а вміст Плюмбуму перебував на рівні ГДК (рис. 2).

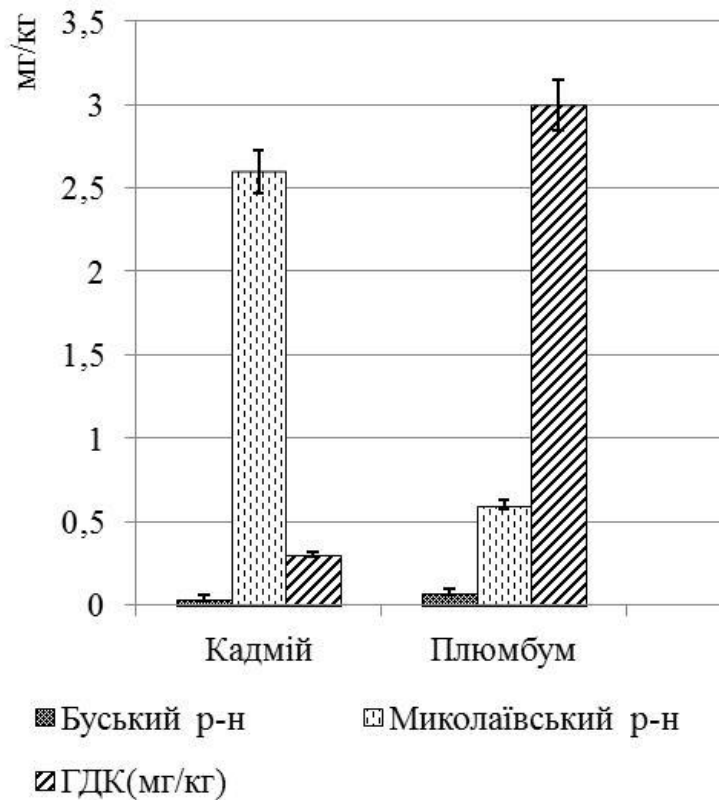


Рис. 2. Вміст важких металів у траві пасовища, мг/кг сухої речовини ($n = 10$; $p < 0,05$).

У четвертому розділі висвітлений техногенний вплив цементного заводу на кумуляцію важких металів в організмі гусей упродовж онтогенезу та на рівень і напрямок біохімічних процесів.

Встановлено, що випасання гусей на території, прилеглій до цементного заводу суттєво підвищило вміст Кадмію в їх органах і тканинах (рис. 3). У гусей, що утримувались на пасовищі поблизу цементного заводу, найвищу концентрацію Кадмію виявлено в печінці (1,416 мг/кг) та нирках (1,218 мг/кг), що, відповідно, у 32 і 35 разів більше, ніж у гусей екобезпечної зони ($p < 0,001$). У 4,7 раза більше Кадмію містилось в пір'ї птиці, його концентрація становила 0,057 мг/кг ($p < 0,001$), а в кістковій тканині – у 2,6 раза більше, ніж у гусей екобезпечної зони ($p < 0,001$). В м'язовій тканині виявлено 0,035 мг/кг цього важкого металу, що в 6,2 раза більше, ніж у птиці Буського району ($p < 0,001$). Додавання до корму аскорбату селену зменшувало кількість депонованого в

організмі Кадмію, однак така дія була неоднакова для окремих тканин і залежала від рівня екзогенного надходження цього важкого металу.

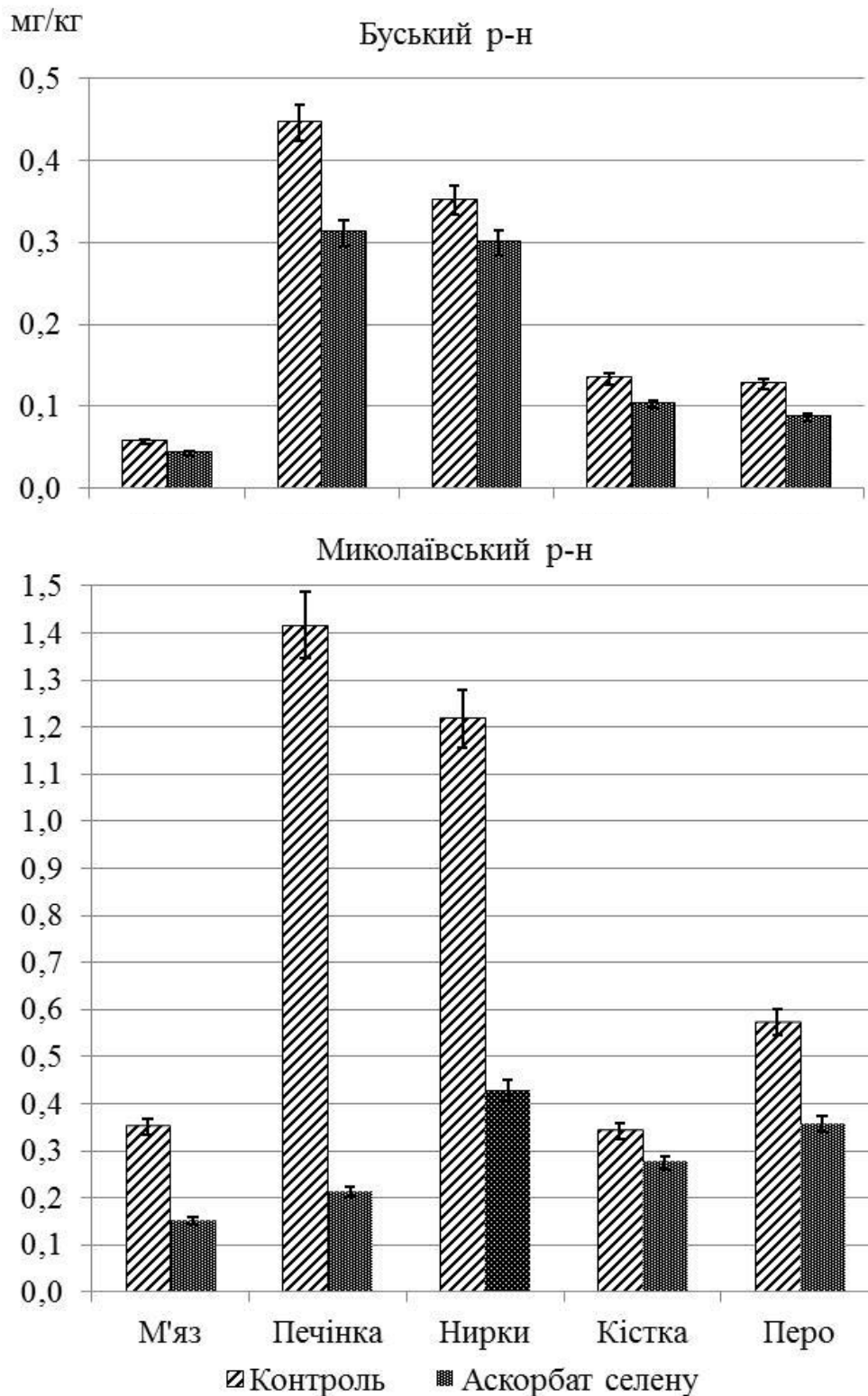


Рис. 3. Вміст Кадмію в органах і тканинах гусей, мг/кг ($n = 5$; $p < 0,05$)

У гусей екобезпечного регіону вірогідне зниження кількості Кадмію під впливом Селену виявлене лише для скелетного м'яза, де вона зменшилася в 1,3 раза ($p < 0,05$), та для пір'я, у якому зниження становило 1,5 раза ($p < 0,05$).

У печінці, хоча і виявлено суттєву різницю, проте, через великий розкид даних, вона не була вірогідною. Значно більший ефект аскорбату селену наявний у гусей із промислової зони цементного заводу, тобто дія Селену інтенсивніше виражена за більшого надходження Кадмію у організм. В утримуваних у цій зоні гусей під впливом аскорбату селену вміст Кадмію зменшувався: в м'язі – у 2,3 раза; печінці – у 6,7; нирках – у 2,8; пір'ї – в 1,6; кістковій тканині – в 1,2 раза ($p < 0,01$).

На рис. 4 наведені дані розподілу Плюмбуму в органах і тканинах гусей.

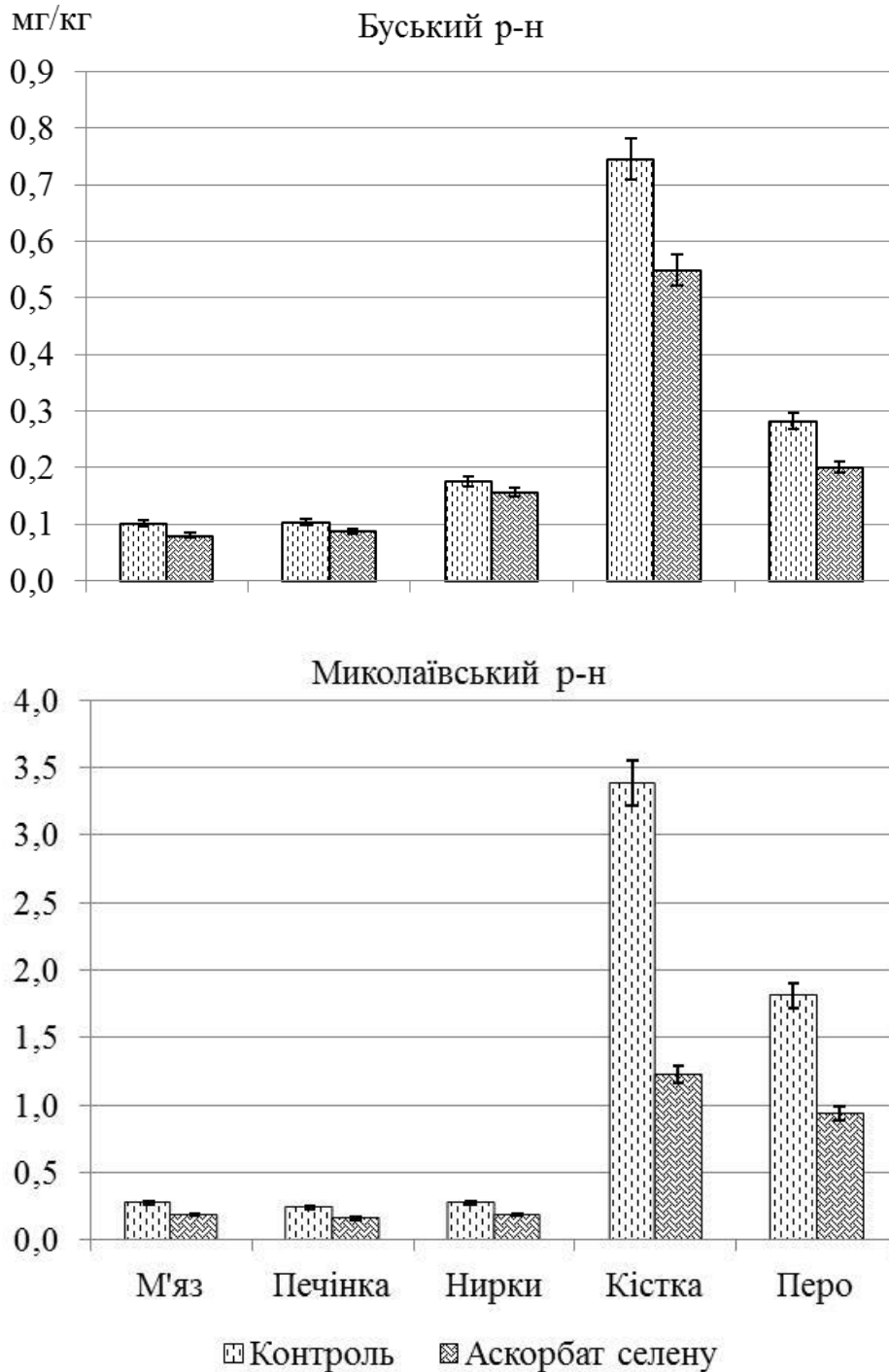


Рис. 4. Вміст Плюмбуму в органах і тканинах гусей, мг/кг ($n = 5$; $p < 0,05$)

У кістковій тканині гусей із забрудненої викидами цементного заводу вміст Плюмбуму становив 3,38 мг/кг, що в 4,5 раза більше, ніж у гусей умовно чистої зони ($p < 0,01$). Вміст Плюмбуму в пір'ї змінювався за цією ж динамікою: 1,81 мг/кг – у гусей із забрудненої зони, що в 6,5 раза більше, ніж у птиці з чистої зони ($p < 0,01$).

Достатньо високий вміст Плюмбуму виявлено у м'язовій тканині гусей – 0,27 мг/кг, що у 2,7 раза більше порівняно з екобезпечною групою ($p < 0,01$), та у нирках – до 0,275 мг/кг ($p < 0,05$), що у 1,5 раза перевищувало контрольну групу.

Концентрація Плюмбуму в печінці гусей забрудненої зони становила 0,24 мг/кг, що перевищило показник контролю в 2,4 раза ($p < 0,05$). У 2,6 раза зросла концентрація Плюмбуму в крові ($p < 0,05$).

Загальні тенденції впливу додавання до раціону гусей аскорбату селену на вміст Плюмбуму в організмі подібні до закономірностей, виявлених для Кадмію. В гусей, яких утримували в екобезпечних умовах господарства Буського району аскорбат селену помірно зменшував вміст Плюмбуму в усіх досліджуваних органах і тканинах, проте вказані зміни статистично не вірогідні. Значно ефективніше аскорбат селену впливав на вміст Плюмбуму в гусей техногенно забрудненої зони Миколаївського цементного заводу, тобто з підвищенням кількості Плюмбуму в організмі детоксикаційна дія аскорбату селену зростала. Так, під впливом аскорбату селену вміст Плюмбуму зменшувався: у м'язі – в 1,5 раза; печінці – в 1,5; нирках – в 1,5; пір'ї – в 1,9; кістковій тканині – в 2,7 раза ($p < 0,01$). Отже, якщо для Кадмію дія аскорбату селену була найбільш ефективною у скелетному м'язі та печінці, то концентрацію Плюмбуму аскорбат селену зменшував лише у кістках та пір'ї.

Дослідженням вмісту в крові продуктів пероксидного окиснення встановлено, що концентрація гідропероксидів ліпідів, малонового діальдегіду і дієнових кон'югатів у плазмі крові гусей, утримуваних у зоні техногенного навантаження (промислова зона Миколаївського цементного заводу) значно вища, ніж у плазмі крові гусей із фонові місцевості (табл. 1).

Таблиця 1

**Вміст продуктів пероксидного окиснення ліпідів
у плазмі крові гусей ($M \pm m, n = 5$)**

Показник	ПП "Агро-прогрес"		ТзОВ "Зубра"	
	Контроль	Аскорбат селену	Контроль	Аскорбат селену
ГПЛ, од. E ₄₈₀ /мл	0,32±0,03	0,25±0,01	0,70±0,03**	0,38±0,02***
МДА, мкмоль/мл	1,68±0,09	1,21±0,07**	2,81±0,09***	1,42±0,14***
ДК, мкмоль/л	12,54±1,05	10,49±0,41	18,38±1,02**	12,31±0,73**

Примітка: у цій і наступній таблиці статистично вірогідні різниці порівняно із першою групою:

*- $p < 0,05$; **- $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$

Зокрема, у плазмі крові гусей Миколаївського району містилося у 2,18 раза більше гідропероксидів ліпідів ($p < 0,01$), в 1,67 раза більше малонового діальдегіду ($p < 0,001$) і в 1,47 раза більше дієнових кон'югатів жирних кислот ($p < 0,01$).

Аскорбат селену зменшував вміст продуктів пероксидного окиснення ліпідів у плазмі крові гусей з обох досліджуваних територій, причому їх концентрація у плазмі крові гусей Миколаївського району зменшувалася значно більше порівняно з їх умістом у плазмі крові гусей, утримуваних на території Буського району. Зокрема, в крові гусей екологічно чистої зони вірогідно зменшилася концентрація лише малонового діальдегіду ($p < 0,01$). Зміни кількості гідропероксидів ліпідів та дієнових кон'югатів під впливом аскорбату селену у гусей фонові зони, хоча й мали тенденцію до зниження, проте були статистично не вірогідними. Це свідчить про стабілізуючу дію Селену на процеси пероксидного окиснення, тобто Селен проявляв функцію антиоксиданта лише за умов посилення пероксидних процесів.

Досліджувані показники у крові гусей з Миколаївського району навіть за дії аскорбату селену залишилися вищими, ніж у плазмі крові гусей із Буського району, хоча ці різниці були статистично не вірогідними. Таким чином, аскорбат селену, доданий до раціону гусей забрудненої зони, майже повністю вирівнював вміст продуктів пероксидного окиснення у крові гусей до рівня показників гусей, утримуваних в екобезпечній зоні.

У крові гусей, утримуваних на пасовищі біля цементного заводу без добавки до раціону аскорбату селену, на 30 % знизився сумарний вміст глобулінів, що відбулося за рахунок зменшення в 1,5 раза частки γ -глобулінів ($p < 0,01$). Концентрація α - і β -глобулінів у крові гусей обох груп не відрізнялася, тобто зміни стосувалися лише показників імунного статусу організму. Внаслідок меншої загальної концентрації протеїну й альбуміну в крові гусей контрольної групи умовно чистої зони, відношення альбуміну до глобулінів в обох контрольних групах було однаковим.

Додавання до раціону аскорбату селену сприяло збільшенню концентрації γ -глобулінів у крові гусей з техногенно забрудненої території, що узгоджується зі змінами кількості лімфоцитів у крові гусей цієї групи.

У **п'ятому і шостому** розділах в умовах експерименту досліджений вплив забруднення Кадмієм і Плюмбумом на організм гусей та нейтралізація їх негативної дії сполуками Селену (табл. 2).

Встановлено, що додавання до раціону гусей сульфату кадмію (група 2) призводило до значного збільшення його кількості в органах і тканинах. Зокрема у м'язовій тканині його вміст підвищився, порівняно з контролем (група 1), у 12,2 раза, у печінці – в 44,1 раза, у нирках – в 38,4 раза, у кістковій тканині – у 8 разів, у пір'ї – в 11,5 раза ($p < 0,001$).

За введення до раціону гусей сульфату кадмію в кількості 5 ГДК перевищення спостерігали лише у м'язовій тканині (ГДК 0,05 мг/кг для дорослого та 0,03 мг/кг для дитячого харчування) та печінці (ГДК 0,3 мг/кг). Вміст Кадмію в інших досліджуваних об'єктах (нирки, кістка, пір'я) гусей другої групи, хоча й

був значно більшим, ніж у контрольній групі, проте не перевищував установленної для цієї продукції гранично допустимої концентрації, що становить для нирок 1,0 мг/кг, а для кісток – 0,3 мг/кг.

У м'язовій тканині й печінці гусей четвертої групи (основний раціон + аскорбат селену) встановлено лише тенденцію до зменшення кількості Кадмію. У той же час, за навантаження організму Кадмієм, дія сполук Селену виражена значно більше, причому для неї виявлено органо-тканинну специфічність.

Таблиця 2

Вміст Кадмію та Плюмбуму в органах і тканинах гусей, мг/кг ($M \pm m$, $n = 5$)

Орган і тканина	Група гусей					
	1	2	3	4	5	6
Кадмій						
М'яз	0,006± 0,001	0,073± 0,007	0,006± 0,001	0,005± 0,001	0,040± 0,004**	0,026± 0,002***
Печінка	0,033± 0,002	1,455± 0,18	0,031± 0,003	0,025± 0,003	0,255± 0,016***	0,193± 0,011***
Нирки	0,042± 0,002	1,611± 0,30	0,049± 0,003	0,050± 0,003	0,561± 0,027	0,557± 0,019
Кістка	0,015± 0,001	0,120± 0,020	0,015± 0,002	0,014± 0,001	0,073± 0,005*	0,056± 0,003*
Перо	0,014± 0,002	0,161± 0,014	0,014± 0,002	0,015± 0,001	0,087± 0,004***	0,075± 0,004***
Плюмбум						
М'яз	0,11± 0,01	1,24± 0,06	0,09± 0,01	0,07± 0,01*	0,68± 0,05***	0,29± 0,02***
Печінка	0,12± 0,01	1,45± 0,11	0,08± 0,01*	0,09± 0,01	0,78± 0,05***	0,35± 0,03***
Нирка	0,16± 0,02	0,68± 0,07	0,15± 0,02	0,18± 0,04	0,60± 0,05	0,54± 0,05
Кістка	0,71± 0,10	5,66± 0,67	0,63± 0,06	0,56± 0,07	3,86± 0,30*	2,55± 0,24*
Перо	0,30± 0,04	0,87± 0,14	0,29± 0,02	0,27± 0,05	0,75± 0,06	0,59± 0,08

Так, у м'язах гусей, які отримували добавку сульфату кадмію і селеніту натрію, порівняно з тими, яким додавали лише сульфат кадмію, виявлено в 1,8 раза менше Кадмію ($p < 0,01$). За додавання до раціону зі сульфатом кадмію аскорбату селену така дія є ще суттєвішою. У цьому випадку вміст Кадмію в м'язовій тканині зменшувався майже утричі ($p < 0,001$). Подібний вплив встановлено і для печінки ($p < 0,001$), кісток ($p < 0,05$) та пір'я ($p < 0,001$).

Сполуки Селену мало впливали на вміст Кадмію у нирках гусей за їх навантаження сульфатом кадмію. Як селеніт натрію, так і аскорбат селену майже не

зменшували його кількості у нирках гусей п'ятої та шостої груп. Додавання сполук Селену зменшувало кількість Кадмію у більшості з досліджуваних тканин гусей, однак його вміст все одно був значно вищий, ніж у гусей контрольної групи, хоч не перевищував ГДК.

Під впливом сульфату кадмію у плазмі крові гусей на 24 % знижувалася концентрація загального протеїну ($p < 0,05$). За відсутності навантаження організму Кадмієм, селеніт натрію і аскорбат селену не впливали на вміст білка у плазмі крові, тоді як за наявності в раціоні Кадмію у кількості, що в 5 разів перевершує ГДК, обидва препарати підвищували його вміст, причому дія аскорбату селену була ефективнішою.

При додаванні до корму сульфату кадмію в плазмі крові гусей у півтора раза зросла концентрація гідропероксидів ліпідів ($p < 0,001$), дієнових кон'югатів ($p < 0,05$) та малонового діальдегіду ($p < 0,001$). Додавання до комбікорму селеніт натрію, не впливало на вміст гідропероксидів ліпідів та малонового діальдегіду у плазмі крові гусей, лише концентрація дієнових кон'югатів при цьому вірогідно зменшилася ($p < 0,05$). Дія аскорбату селену на вміст продуктів пероксидного окиснення була інтенсивнішою: у плазмі крові гусей значно зменшувалась кількість малонового діальдегіду ($p < 0,01$) і дієнових кон'югатів ($p < 0,05$), тобто добавка аскорбату селену до корму гусей при інтоксикації Кадмієм знижувала концентрацію продуктів пероксидного окиснення у плазмі крові до рівня контрольної групи.

Кадмій по-різному впливав на активність окремих ензимів антиоксидантного захисту. Зокрема під впливом сульфату кадмію значно знижувалася активність глутатіонпероксидази у плазмі крові та еритроцитах ($p < 0,01$). Активність супероксиддисмутази і каталази у плазмі крові гусей під впливом Кадмію знижувалася ($p < 0,05$), а в еритроцитах суттєво не змінювалась.

Активність глутатіонпероксидази під впливом селеніту натрію більш виражена, ніж під впливом аскорбату селену. За одночасного додавання до корму сульфату кадмію і селеніту натрію активність глутатіонпероксидази у плазмі крові зростала до рівня контрольної групи, тоді як в еритроцитах селеніт натрію збільшував її активність незначно. За навантаження організму гусей Кадмієм з додаванням до корму аскорбату селену активність глутатіонпероксидази у плазмі крові гусей була вищою, ніж у гусей контрольної групи ($p < 0,05$). Менший вплив аскорбату селену при навантаженні Кадмієм виявлено для глутатіонпероксидази еритроцитів, проте і в цьому випадку її активність зростала до рівня гусей контрольної групи.

При аналізі відносного вмісту глобулінів у крові встановлене зниження частки γ -глобулінів під впливом згодовування Кадмію. Як у складі загальних глобулінів, так і в складі загального протеїну частка γ -глобулінів в крові гусей 2-ої групи була у півтора раза меншою від показника гусей контрольної групи.

Інші особливості встановлено для α - і β -глобулінів. Хоча абсолютна концентрація α -глобулінів у крові гусей 1-ої і 2-ої груп була приблизно однаковою, їх відносний вміст у гусей 2-ої групи в 1,4 раза більший щодо загального протеїну та в 1,5 раза – щодо загальних глобулінів. Абсолютна

концентрація β -глобулінів у гусей 2-ої групи була дещо меншою, тоді як відносна помірно збільшилася.

За додавання селеніту натрію до раціону з високим вмістом Кадмію (група 5) різко знижувалася абсолютна концентрація γ -глобулінів, проте відносна їх частка, хоча й була меншою, але незначно відрізнялася від гусей контрольної групи. Введення сполук Селену до раціону з низьким вмістом Кадмію (групи 3 та 4) помірно збільшувало відносний вміст α -глобулінів, зменшувало відносний вміст β -глобулінів і не впливало на відносний вміст γ -глобулінів.

За навантаження раціону гусей Плюмбумом його вміст у м'язовій тканині підвищився в 11 разів, у печінці – у 12 разів, у нирках – в 4 рази, в кістках – у 8 разів, у пір'ї – в 3 рази. Найбільшу кількість Плюмбуму виявлено в кістковій тканині. В інших тканинах його кількість зменшувалася у ряді: печінка, скелетний м'яз, перо, нирка. Враховуючи, що ГДК вмісту Плюмбуму в м'ясі та субпродуктах становить відповідно 0,5 та 0,6 мг/кг для дорослих і 0,2 та 0,5 мг/кг для дітей, його вміст у м'язовій тканині і печінці гусей другої групи, які отримували з кормом 5 ГДК нітрату плюмбуму, значно перевищував норму. Лише у нирках, ГДК для яких становить 1 мг Плюмбуму на кілограм тканини, його концентрація була меншою від гранично допустимої.

Сполуки Селену зменшували вміст Плюмбуму в органах і тканинах, причому ця дія залежала від кількості Плюмбуму в раціоні та мала органо-тканинні особливості.

При додаванні селеніту натрію до контрольного раціону вміст Плюмбуму вірогідно зменшувався у печінці в 1,5 раза ($p < 0,05$), а при додаванні аскорбату селену – у скелетному м'язі в 1,2 раза ($p < 0,05$). В інших тканинах зміни були незначними.

За навантаження організму нітратом плюмбуму вплив Селену проявлявся інтенсивніше, причому аскорбат селену діяв ефективніше за селеніт натрію. Зокрема за додавання селеніту натрію й аскорбату селену до раціонів із високим вмістом нітрату плюмбуму, кількість Плюмбуму в м'язовій тканині зменшилася в 1,8 і 4,3 ($p < 0,001$), у печінці – в 1,9 і 4,1 ($p < 0,001$), у нирках – в 1,1 і 1,3, у кістках – в 1,5 і 2,2 ($p < 0,05$) та у пір'ї – в 1,2 і 1,5 раза, щодо гусей, утримуваних на такому ж раціоні без добавки Селену.

Незважаючи на позитивну дію Селену при навантаженні гусей Плюмбумом, його кількість в організмі залишалася більшою, ніж у групі, що отримувала контрольний раціон. У гусей, що отримували з кормом нітрат плюмбуму і селеніт натрію вміст Плюмбуму у м'язах, печінці, нирці, кістках та пір'ї перевищував відповідний показник контрольної групи у 6,2; 6,5; 3,8; 5,4 і 2,5 раза відповідно. У гусей, що отримували з кормом нітрат плюмбуму й аскорбат селену, різниця щодо контрольної групи становила відповідно 2,6; 2,9; 3,4; 3,6 та 2,0 раза.

Отже, сполуки Селену суттєво знижували вміст Плюмбуму в організмі гусей, дія аскорбату селену була ефективнішою, але навіть при цьому вміст Плюмбуму в організмі залишався вищим від показників контрольної групи. Хоча обидві досліджувані сполуки Селену діяли позитивно, лише аскорбат

селену знижував вміст Плюмбуму в організмі гусей до кількості, що не перевищує гранично допустимої концентрації для продуктів харчування.

Надходження до організму гусей субтоксичних кількостей Плюмбуму підвищувало концентрацію гідропероксидів ліпідів у крові в 1,9 раза ($p < 0,01$), а малонового діальдегіду ($p < 0,001$) та дієнових кон'югатів жирних кислот ($p < 0,05$) в 1,6 раза. Це свідчить про вірогідне посилення пероксидного окиснення на усіх його стадіях.

Уведення селеніту натрію до раціону гусей, які не отримували нітрат плюмбуму (група 3), не впливало на вміст продуктів пероксидного окиснення у крові, натомість додавання аскорбату селену змінювало ці показники. Причому, на стадії утворення гідропероксидів ліпідів впливу не виявлено, тоді як на наступних етапах аскорбат селену суттєво пригнічував процеси пероксидного окиснення, що видно з меншої концентрації у крові малонового діальдегіду та дієнових кон'югатів.

Концентрація гідропероксидів і малонового діальдегіду в крові гусей, що отримували селеніт натрію та аскорбат селену на тлі навантаження Плюмбумом була меншою, порівняно із гусьми, що отримували нітрат плюмбуму без антиоксидантів, але залишалася вищою, ніж у крові гусей контрольної групи. Концентрація дієнових кон'югатів у крові гусей цих груп знижувалася до рівня контрольної групи. Аскорбат селену виразніше нормалізував уміст продуктів пероксидного окиснення. За його додавання всі різниці вказаних показників були статистично не вірогідні, тоді як за додавання селеніту натрію концентрація малонового діальдегіду, хоча й була меншою порівняно із гусьми інтоксикованими Плюмбумом, проте залишалася вищою, ніж у гусей контрольної групи.

Результати дослідження активності Селен-залежного ензиму глутатіонпероксидази в цілому узгоджуються із даними, отриманими при дослідженні вмісту продуктів пероксидного окиснення. Її активність за додавання гусям нітрату плюмбуму вірогідно знижувалась як в еритроцитах ($p < 0,001$), так і в плазмі крові ($p < 0,05$). Сполуки Селену підвищували активність глутатіонпероксидази плазми крові та еритроцитів, причому аскорбат селену – до рівня контрольної групи.

У крові гусей, що отримували нітрат плюмбуму із селенітом Натрію (5-а група), зростала частка α -глобулінів ($p < 0,05$), тоді як їх абсолютна кількість у гусей цієї групи була нижчою від показника контрольної групи ($p < 0,05$). Щодо γ -глобулінів, то в крові гусей 5-ої групи їх частка знижувалася менше ніж абсолютний показник, хоча щодо загального білка залишалася статистично вірогідною ($p < 0,05$). Додавання аскорбату селену до раціону гусей із високим вмістом Плюмбуму (6-а група) вирівнювало абсолютний та відносний вміст альбумінів і глобулінів до показників контрольної групи. Селеніт натрію та аскорбат селену, додані до раціону з низьким вмістом Плюмбуму, сприяли зростанню абсолютної та відносної кількості γ -глобулінів, проте ці зміни статистично не вірогідні.

Сьомий розділ містить аналіз економічної ефективності додавання до раціону гусей аскорбату селену. З метою з'ясування детоксикаційної ефективності аскорбату селену проведено виробничий дослід на 40 гусенятах сірої оброшинської породи, з яких 20 голів утримували в ПП „Агро-прогрес” (умовно чиста зона) і 20 голів – у ТзОВ „Зубра” (зона забруднення цементного заводу). Гуси обох господарств утримувалися на пасовищі й отримували однаковий стандартний комбікорм згідно з нормами. У кожному з господарств гусей розділили на дві групи по 10 голів. Одна з цих груп отримувала добавку аскорбату селену до раціону, а друга була контрольною. Дослід тривав 65 діб.

Економічну ефективність використання аскорбату селену визначили за чистим прибутком на одну гуску і на 1 кг та рентабельністю порівняно із контрольною групою птиці, що отримувала лише основний раціон. У ПП "Агро-прогрес" чистий прибуток на одну голову контрольної групи становив 26,78 грн., а дослідної 29,46 грн., або на 2,68 % був вищим порівняно з контрольною групою. У ТзОВ "Зубра" чистий прибуток на одну гуску контрольної групи становив 18,1 грн., дослідної – 20,73 грн. Рентабельність дослідної групи зросла на 3,4 % і була вищою, ніж у контрольній.

Отже, екоситуація на території вирощування гусей впливає на економічну ефективність виробництва продукції гусівництва: рентабельність підприємства, розташованого в умовно чистій екобезпечній зоні на 17,9–18,7 % вища порівняно із рентабельністю аналогічного виробництва, розташованого в зоні шкідливого впливу промислового підприємства. Аскорбат селену як добавка до комбікорму дозволяє дещо збільшити прирости маси тіла гусей та підвищити рентабельність виробництва (на 2,6–3,4 %), проте не цілком компенсує різницю, обумовлену різним станом безпеки довкілля.

У восьмому розділі подане узагальнене розуміння проблеми накопичення важких металів у м'ясній продукції гусівництва в умовах технохімічного забруднення лучних екосистем. Обговорені результати власних польових досліджень, експериментів з одночасною підкормкою гусей солями важких металів, селеніту і лабораторних біохімічних аналізів їхнього впливу порівняно з науковими даними інших авторів. Показано, що добавка до раціону гусей солей Селену є новим способом зменшення негативного впливу важких металів на їхній організм та біохімічні процеси життєдіяльності. Рекомендації щодо норми згодовування аскорбату селену разом із кормом гусям в умовах технохімічного забруднення є повністю науково обґрунтованими.

ВИСНОВКИ

У дисертації, відповідно до поставлених мети і завдань, проведено оцінку забруднення важкими металами пасовища біля ВАТ "Миколаївцемент", їх накопичення в організмі утримуваних тут гусей і впливу Кадмію й Плюмбуму на антиоксидантний та імунний статус птиці. Досліджена антиоксидантна дія аскорбату селену в гусей і встановлена ефективність його використання для виведення сполук Кадмію і Плюмбуму з їх організму.

1. Встановлено, що ґрунт пасовища, яке прилягає до промислової зони Миколаївського цементного заводу, сильно забруднений Кадмієм і менше Плюмбумом. Так, вміст рухомих форм Кадмію у 8 разів, а Плюмбуму – в 1,2 раза перевищує гранично допустиму концентрацію. Порівняно з фоною, тобто умовно чистою зоною, перевищення становило відповідно 52,0 ($p < 0,001$) і 2,0 ($p < 0,001$) рази.

2. Трава лучної екосистеми, розташованої у зоні техногенного навантаження цементного заводу, значно забруднена Кадмієм, вміст якого у 26 разів перевищує гранично допустиму концентрацію. Вміст Плюмбуму в траві не перевищував ГДК. Проте вміст Кадмію та Плюмбуму в ній поблизу заводу був у 65,0 ($p < 0,001$) і 7,7 ($p < 0,001$) раза більшим порівняно з умовно чистою територією.

3. У гусей сірої оброшинської породи (*Anser anser domesticus* L.), утримуваних поблизу цементного заводу, вміст Кадмію в печінці у 5 разів перевищував гранично допустиму концентрацію, що в 32 рази більше ($p < 0,001$), ніж у гусей з умовно чистої зони. У м'язовій тканині його вміст не перевищував гранично допустимої концентрації. Вміст Плюмбуму в скелетному м'язі, печінці і нирках був меншим за гранично допустиму концентрацію, а в кістках і пір'ї перевищував її в 3,38 і 1,81 раза відповідно.

4. Утримування гусей поблизу цементного заводу, а також штучне введення у корм солей Кадмію та Плюмбуму в кількості 5 ГДК зменшує у плазмі крові концентрацію загального протеїну ($p < 0,01$), глюкози ($p < 0,05$), Кальцію ($p < 0,01$). Водночас у плазмі крові зростає активність аспартатамінотрансферази ($p < 0,05$), лактатдегідрогенази ($p < 0,05$), лужної фосфатази ($p < 0,05$), що свідчить про деструктивні зміни у печінці та інших органах.

5. У крові гусей, які утримувалися в зоні впливу цементного заводу або за штучного введення солей Кадмію і Плюмбуму в кількості 5 ГДК істотно зростає концентрація продуктів пероксидного окиснення: гідроперекисів ліпідів ($p < 0,01$), ТБК-активних продуктів ($p < 0,001$), дієнових кон'югатів ($p < 0,01$) і знижується активність глутатіонпероксидази еритроцитів ($p < 0,01$) та загальна концентрація глобулінів ($p < 0,01$) унаслідок зменшення як абсолютної, так і відносної кількості γ -глобулінів.

6. Додавання до раціону сполук Селену значно зменшувало вміст Кадмію в скелетному м'язі, печінці, нирках та кістках за високої його концентрації у вказаних органах і тканинах. Найвища ефективність виявлена щодо печінки гусей, де Селен знижував концентрацію Кадмію в 7 разів ($p < 0,001$), а в нирках – у 3 рази ($p < 0,001$). У скелетному м'язі та кістках дія сполук Селену зменшувалася, проте аскорбат селену знижував уміст Кадмію у вказаних тканинах інтенсивніше, ніж селеніт натрію. Так, у скелетному м'язі за дії селеніту натрію вміст Кадмію зменшився в 1,8 раза ($p < 0,05$), а за дії аскорбату селену – у 2,8 раза ($p < 0,001$).

7. За навантаження організму нітратом плюмбуму вплив Селену проявлявся інтенсивніше, причому аскорбат селену діяв ефективніше за селеніт натрію. Зокрема за додавання селеніту натрію й аскорбату селену до раціонів із висо-

ким вмістом нітрату плюмбуму, кількість Плюмбуму в м'язовій тканині зменшилася в 1,8 і 4,3 раза ($p < 0,001$), у печінці – в 1,9 і 4,1 раза ($p < 0,01$), у нирках – в 1,1 і 1,3 раза, у кістках – в 1,5 і 2,2 раза ($p < 0,01$), порівняно із гусьми, утримуваними на такому ж раціоні без добавки Селену.

8. Середньодобові прирости гусей, що утримувалися біля цементного заводу були на 13 % менші, порівняно із приростами гусей із умовно чистої зони. Згодовування гусям 5 ГДК Кадмію і Плюмбуму знижувало їх прирости на 14 та 12 % відповідно. За додавання до раціону селеніту натрію прирости зростали, проте залишалися меншими, ніж у гусей контрольної групи. Введення до раціону аскорбату селену підвищувало прирости гусей, що отримували Плюмбум чи Кадмій, до рівня контрольної групи.

9. Ступінь чистоти лучних агроєкосистем (за вмістом Кадмію і Плюмбуму в ґрунті та в рослинах) впливає на економічну ефективність виробництва продукції гусівництва: рентабельність підприємства, розташованого в умовно чистій зоні, на 17,9–18,7 % вища порівняно із рентабельністю аналогічного виробництва, розташованого у зоні технохімічного впливу промислового підприємства. Аскорбат селену як добавка до комбікорму сприяє збільшенню приростів живої маси гусей і підвищенню рентабельності виробництва (на 2,6–3,4 %), проте не усуває різниці в якості м'ясної продукції, що зумовлена різним станом чистоти навколишнього середовища.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

З метою отримання екобезпечної продукції гусівництва, покращення антиоксидантного стану організму гусей, попередження токсичної дії важких металів та підвищення рентабельності виробництва м'яса пропонується:

- 1) проводити моніторинг забруднення агроєкосистем при утриманні тварин у зоні впливу аеротехногенних емісій промислових підприємств;
- 2) у зонах ризику забруднення довкілля важкими металами додавати аскорбат селену до стандартного раціону гусей у кількості 1,5 мг на 1 кг сухої речовини.

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях

1. **Васильцева Л. П., Параняк Р. П.** Комплексний вплив антропогенних факторів промислової зони Миколаївського цементного заводу на метаболічний профіль плазми крові у гусей. *Науковий вісник Львівської національної академії ветеринарної медицини імені С. З. Гжицького*. 2007. Т. 9, № 1(32). С.260–263. (Дисертант визначила біохімічні показники плазми крові, узагальнила результати досліджень, брала участь у написанні статті).

2. **Васильцева Л. П., Параняк Р. П.** Антропогенне забруднення довкілля важкими металами в зоні функціонування Миколаївського цементного заводу та їх вміст у окремих органах і тканинах гусей. *Науковий вісник Львівського*

національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. 2007. Т. 9, № 4 (35). Ч. 1. С. 20–25. (Дисертант визначила вміст важких металів, узагальнила результати досліджень, брала участь у написанні статті).

3. Параняк Р. П., **Васильцева Л. П.**, Макух Х. І. Шляхи надходження важких металів в довкілля та їх вплив на живі організми. *Біологія тварин*. 2007. Т. 9, №1–2. С. 83–89. (Дисертант вибрала наукові джерела та оформила текст до друку).

4. **Васильцева Л. П.**, Параняк Р. П. Вплив селеніту натрію та аскорбату селену на активність антиоксидантної системи в організмі гусей при навантаженні Кадмієм. *Біологія тварин*. 2008. Т. 10, № 1–2. С. 221–225. (Дисертант визначила показники антиоксидантного статусу, узагальнила результати досліджень, брала участь у написанні статті).

5. **Васильцева Л. П.**, Параняк Р. П. Вплив селеніту натрію та аскорбату селену на біохімічні показники плазми крові гусей за навантаження їх організму Кадмієм. *Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин і Державного науково-дослідного контрольного інституту ветпрепаратів та кормових добавок*. 2008. Вип. 9, № 4. С.18–21. (Дисертант визначила біохімічні показники плазми крові, узагальнила результати досліджень, брала участь у написанні статті).

6. **Васильцева Л. П.**, Параняк Р. П. Вплив забруднення важкими металами агроєкосистем на активність ензимів антиоксидантного захисту у крові гусей та його корекція аскорбатом Селену. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*. 2009. Т 11, № 2 (41). Ч. 4. С. 26–30. (Дисертант виконала експериментальну частину, провела аналіз отриманих результатів).

7. **Васильцева Л. П.**, Параняк Р. П. Вміст цинку та міді у ґрунті і траві пасовища та організмі гусей у зоні техногенного навантаження цементного заводу. *Агроєкологічний журнал*. 2009. Спец. вип. (червень). С. 66–68. (Дисертант провела аналіз отриманих результатів).

8. **Васильцева Л. П.**, Параняк Р. П. Вплив штучного навантаження свинцем на біохімічні та імунологічні показники плазми крові гусей та їх корекція сполуками Селену. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*. 2010. Т 12, № 2 (44). Ч. 4. С. 166–172. (Дисертант визначила біохімічні та імунологічні показники, брала участь у написанні та оформленні статті до друку).

9. **Васильцева Л. П.**, Параняк Р. П. Вплив навантаження організму гусей свинцем на показники пероксидного окиснення ліпідів крові та протекторна дія аскорбату селену. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. 2010. № 677: Хімія, технологія речовин та їх застосування. С.250–252. (Дисертантом виконано експериментальну частину, проведено аналіз та опис отриманих результатів).

Статті у виданні, включеному до міжнародних наукометричних баз

10. **Васильцева Л. П.**, Параняк Р. П. Особливості накопичення важких металів в організмі гусей різного віку. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*. 2017. Т19, № 79, С. 150-153. (Дисертант виконала експериментальну частину, статистичне опрацювання результатів та їх аналіз).

Інші публікації

11. **Васильцева Л. П.**, Параняк Р. П. Корекція вмісту свинцю в організмі гусей сполуками Селену. Матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених "Екологічні проблеми сільськогосподарського виробництва" 1–4 червня 2010 року. Сколе-2010. С. 198-200. (Дисертант проаналізувала результати досліджень та брала участь у написанні та оформленні статті до друку).

12. **Васильцева Л. П.** Перспективи розвитку гусівництва в агроєко-системах, забруднених важкими металами. *Біологія тварин*. 2017. Т. 19, № 4. С. 96

Патенти

13. Патент на корисну модель № 42267 Україна, МПК А01К 67/02 UA. Спосіб корекції обміну речовин та активності ензимів антиоксидантного захисту у гусей за умов навантаження Кадмієм / Параняк Р. П., **Васильцева Л. П.**; заявник і патентовласник Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. № U20901251; заявл. 16.02.2009; опубл. 25.06.2009, Бюл. № 12. (Здобувач провела дослідження, отримала нові дані та оформила документи на патент).

14. Патент на корисну модель № 47227 Україна, МПК А01К 67/00 UA. Спосіб корекції обміну речовин та активності ензимів антиоксидантного захисту у гусей за умов навантаження свинцем / **Васильцева Л. П.**, Параняк Р. П.; заявник і патентовласник Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. № U20907068; заявл. 06.07.2009; опубл. 25.01.2010, Бюл. № 2. (Здобувач провела дослідження, отримала нові дані та оформила документи на патент).

АНОТАЦІЯ

Кім Л. П. Техногенне забруднення агроєко-систем важкими металами, їх вплив на антиоксидантну та імунну систему гусей. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.16 «Екологія». – Львівський національний аграрний університет Міністерства освіти і науки України, Львів, 2019.

У дисертаційній роботі проведено дослідження комплексної дії техногенних факторів цементного заводу та дії Кадмію і Плюмбуму на кумуляцію важких металів у організмі гусей, антиоксидантний та імунний статус, метаболічний

профіль крові; розроблений спосіб попередження негативного впливу важких металів на організм гусей шляхом введення до їх раціону Селену.

Новизною в роботі є проведений аналіз інтенсивності накопичення Кадмію та Плюмбуму в органах і тканинах та вплив цих важких металів на антиоксидантний та імунний статус гусей, що утримуються на пасовищі, розміщеному в промисловій зоні ВАТ "Миколаївцемент". Вперше досліджено антиоксидантну дію сполук селену в гусей та встановлено ефективність аскорбату селену використання для виведення сполук Кадмію і Плюмбуму з організму птиці.

Практичне значення одержаних результатів пов'язане із проведеною оцінкою забруднення пасовища біля ВАТ "Миколаївцемент" важкими металами та їх накопичення в організмі утримуваних на ньому гусей. Запропоноване використання аскорбату селену для виведення Кадмію і Плюмбуму з організму гусей.

Ключові слова: гуси, важкі метали, Кадмій, Плюмбум, Селен, антиоксидантний та імунний статус.

ABSTRACT

Kit L. P. Technogenic pollution of agroecosystems with heavy metals, their influence on the antioxidant and immune system of geese. – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

The dissertation for the scientific degree of Candidate of Agriculture on the specialty 03.00.16 "Ecology". – Lviv National Agrarian University of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Lviv, 2019.

Production activity of man is accompanied by accumulation of harmful substances in the environment. In anthropogenic pollution of the environment, cement plants, which are characterized by two types of emissions: dust and products of combustion, play an important role. One such enterprise is OJSC "Mykolaivtsement", which according to the environmental certificate of Lviv region is the second, after Dobrotvirskia TPP, polluter of the atmosphere in the region. The combustion products contain a significant amount of heavy metals and other harmful compounds. Cement dust is harmful, first of all, as a disease factor for silicosis, although heavy metals are also present in it.

The compounds contained in the emissions of cement plants fall into the soil, plants and the organism of animals. The ecological situation requires the study of the degree of pollution of the territory adjacent to the cement plant, the components of non-localized emissions, as well as the environmental effects of the migration of these elements with trophic chains. In particular, an important aspect of assessing the nutritional value of livestock products in general and of the geese (*Anser anser domesticus* L.) is the peculiarities of the accumulation of heavy metals in certain organs and tissues. Due to the high concentration of Cadmium and Plymouth, the intensity of the bird decreases, pathological changes occur in organs and tissues. It is especially important to take into account the effect of these factors on geese, which are from the early age on the pasture. Therefore, the study of the migration processes

of heavy metals in separate parts of the trophic chain, as well as their accumulation in organs and tissues of geese, is an actual problem of the present in the theoretical and practical aspects.

Selenium reduces the toxicity of heavy, as it is part of the active center of the antioxidant enzyme glutathione peroxidase. In the presence of selenium, the binding of heavy metals with metal-ionones, in which they do not exhibit toxic effects, intensifies. In addition, selenium reduces the toxic effect of heavy metals forming with Cadmium inactive complex compounds that are excreted from the body with urine. Since selenium is blocked in this case, the need for it in the high content of heavy metals in the environment increases.

The dissertation work the study of the complex effect of the technological factors of the cement plant and the effect of Cadmium and Plumbum on the accumulation of heavy metals in the geese, antioxidant and immune status, metabolic profile of blood; the method has been developed to prevent the negative influence of heavy metals on the body of geese by introducing Selenium into their diet.

The novelty in the work is an analysis of the intensity of the accumulation of Cadmium and Plumbum in organs and tissues and the effect of these heavy metals on the antioxidant and immune status of geese contained in the pasture located in the industrial zone of OJSC "Mykolayivtsement". For the first time, the antioxidant effect of ascorbate selenium and sodium selenite in geese has been investigated and the effectiveness of its use has been determined to eliminate the compounds of Cadmium and Plumbum from their organism.

The practical significance of the results obtained is related to the assessment of grazing pollution near the OJSC "Mykolaivcement" with heavy metals and their accumulation in the body of geese kept on it. The use of ascorbate selenium for the removal of cadmium and Plumubum from the body of geese is proposed.

Key words: geese, heavy metals, Cadmium, Plumbum, antioxidant and immune status.

АННОТАЦИЯ

Кум Л. П. Техногенное загрязнение агроэкосистем тяжелыми металлами, их влияние на антиоксидантную и иммунную систему гусей. – Квалификационная научная работа на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 03.00.16 «Экология». – Львовский национальный аграрный университет Министерства образования и науки Украины, Львов, 2019.

В диссертационной работе проведено исследование комплексного влияния техногенных факторов цементного завода и действия Кадмия и Плюмбума на кумуляцию тяжелых металлов в организме гусей, антиоксидантный и иммунный статус, метаболический профиль крови, разработан способ предупреждения токсического воздействия тяжелых металлов на организм гусей путём введением в их рацион Селена.

Новизной в работе является анализ интенсивности накопления Кадмия и Плюмбума в органах и тканях, влияние этих тяжелых металлов на антиоксидантный и иммунный статус гусей, содержащихся на пастбище, расположенном в промышленной зоне ОАО "Николаевцемент". Впервые исследовано антиоксидантное действие соединений селена в гусей и установлена эффективность использования аскорбата селена с целью вывода соединений Кадмия и Плюмбума из организма птиц.

Практическое значение полученных результатов связано с проведенной оценкой загрязнения пастбища у ОАО "Николаевцемент" тяжелыми металлами и их накопление в организме содержащихся на нем гусей. Предложено использования аскорбата селена для вывода Кадмия и Плюмбума с организма гусей.

Ключевые слова: гуси, тяжелые металлы, Кадмий, Плюмбум, Селен, антиоксидантный и иммунный статус.