

**ЛЬВІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ ІМЕНІ
С.З.ГЖИЦЬКОГО**

На правах рукопису

БУЦЯК ВАСИЛЬ ІВАНОВИЧ

УДК 615.9:636.084:619:612.015

**ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНИЙ СТАТУС КОРІВ ПРИ ЗАБРУДНЕННІ ДОВКІЛЛЯ
ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ ТА СПОСОБИ ЗНИЖЕННЯ ЇХ
НАДЛИШКУ В ОРГАНІЗМІ**

03.00.13 – фізіологія людини і тварин

03.00.16 – екологія

АВТОРЕФЕРАТ

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

ЛЬВІВ - 2004

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Львівській національній академії ветеринарної медицини імені С.З.Гжицького Міністерства аграрної політики України.

Науковий консультант: доктор біологічних наук, професор, академік УААН, заслужений діяч науки і техніки України

Кравців Роман Йосипович,

Львівська національна академія ветеринарної медицини імені С.З.Гжицького, завідувач кафедри ветеринарно-санітарної і радіологічної експертизи, ректор.

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук, професор

Параняк Роман Петрович,

Львівська національна академія ветеринарної медицини імені С.З.Гжицького, професор кафедри органічної та неорганічної хімії;

доктор сільськогосподарських наук, професор, академік УААН

Богданов Григорій Олександрович,

заступник академіка-секретаря відділення зотехнії Української академії аграрних наук;

доктор біологічних наук, професор

Сологуб Леонід Ілліч,

Інститут біології тварин УААН, завідувач лабораторії обміну речовин

Провідна установа: Білоцерківський державний аграрний університет

Захист дисертації відбудеться “9” червня 2004 р. о 14 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 35.826.01 у Львівській національній академії ветеринарної медицини імені С.З.Гжицького за адресою: 79010, м. Львів -10, вул. Пекарська, 50, аудиторія № 1.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Львівської національної академії ветеринарної медицини імені С.З.Гжицького за адресою: 79010, м. Львів-10, вул. Пекарська, 50.

Автореферат розісланий “ 7 ” травня 2004 р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради,
кандидат біологічних наук, доцент

П.І.Головач

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА

Актуальність теми. Сучасний стан сільськогосподарського виробництва перебуває в умовах зростання техногенного навантаження. Антропогенна діяльність супроводжується розсіюванням значної кількості хімічних елементів, залучених до міграційного процесу. Особлива роль серед них належить важким металам, які є високотоксичні і можуть впливати на живі організми навіть у малих концентраціях. Досить гостро ця проблема постає у промислово розвинутих регіонах, де розташовані великі індустріальні підприємства, зосереджені чисельні автотранспортні засоби. У таких районах формуються біогеохімічні провінції з підвищеним вмістом важких металів у ґрунті, воді та рослинах. Наявність важких металів у воді, ґрунті та рослинах не тільки знижує біологічну цінність кормів, а й призводить до поступового нагромадження токсичних сполук у тканинах організму тварин, що є причиною гострих і хронічних інтоксикацій.

В умовах посиленого техногенного навантаження на довкілля одним з пріоритетних напрямків є моніторинг важких металів у трофічному ланцюгу: ґрунт – рослина - корм – тварина - продукція – людина. Вивченню наукових і практичних проблем, пов'язаних із моніторингом важких металів у трофічних ланцюгах присвячені роботи ряду провідних вчених і практиків: Мазуркевич А.Й. (1997); Криштофорова Б.В. та ін. (1997); Добровольський В.В. (1999); Кравців Р.Й. (2000, 2001, 2002); Трахтенберг І.М. (2000, 2002); Глазко Т.Т. (2001); Гудков І.М. (2001); Розпутній О.І. (2001); Герасименко Г.В. (2002); Засекін Д.А. (2002); Пелехатий М.С. (2002); Сердюк А.М. (2002); Савченко Ю.І. та ін. (2002); Царик Й.В. (2002); Тарасюк С.І. (2002); Сологуб Л.І та ін. (2002).

Розробка науково-практичних основ ведення молочного скотарства у зонах техногенного забруднення відноситься до актуальних проблем сучасної екології і тваринництва. Це зумовлено, насамперед, високим вмістом важких металів у кормах, вирощуваних у зонах техногенного забруднення, згодовування яких призводить до порушення обміну речовин у організмі тварин. Зумовлена важкими металами складна, а в ряді регіонів і катастрофічна екологічна ситуація вимагає профілактичних заходів, спрямованих на попередження надходження важких металів до організму тварин та людей. З огляду на це, сьогодні значна увага приділяється природним адсорбентам. До таких речовин належать цеоліти, які володіють адсорбуючими, йонообмінними, каталітичними та іншими властивостями (Калачнюк Г.І. та ін., 1997, 2000; Кравців Р.Й. та ін., 1997, 2001, 2002, 2003; Високос М.П., 1998; Калінін О.О., 1999; Мельничук Д.О., 2000; Богданов Г.О. та ін., 2001, 2002). Однак для адекватного використання цих адсорбентів у тваринництві потрібне детальне вивчення їх адсорбційної селективності у відношенні до конкретних умов та токсикантів.

У зв'язку з цим, наукову та практичну актуальність становить дослідження вмісту важких металів у ґрунті, рослинах, вирощених в окремих біогеоценозах, та вивчення їх впливу на обмін речовин в організмі дійних корів. Доцільність таких досліджень обумовлена необхідністю корекції кругообігу важких металів в довкіллі та зменшенні екологічного напруження в окремих ланках трофічного ланцюга, з метою посилення інтенсивності процесів трансформації компонентів корму у тваринницьку продукцію.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота є частиною наукових досліджень теми “Вивчення механізмів регуляції обміну речовин у великої рогатої худоби при різних функціональних станах організму” (№ державної реєстрації 0102V001329), що виконувалась співробітниками кафедри біохімії і біотехнології та розділу “Вивчення впливу БАР на обмін речовин, продуктивність, якість і біологічну цінність продукції ВРХ” (№ 0101110219) теми “Екологічний моніторинг біологічно активних речовин в природі і продуктах тваринництва та розробка методів корекції з метою підвищення продуктивності тварин і поліпшення якості їх продукції” (№ державної реєстрації 0102V001331), яка виконувалась співробітниками кафедри ветеринарно-санітарної і радіологічної експертизи Львівської національної академії ветеринарної медицини імені С.З.Гжицького протягом 1998-2003 років.

Мета і задачі дослідження. Дослідити деякі окремі та прикладні аспекти моніторингу

важких металів (Cd^{2+} ; Pb^{2+} ; Hg^{2+} ; Zn^{2+}) у системі трофічного ланцюга: ґрунт – рослина – корм – тварина – продукція за умов локального техногенного навантаження. Вивчити особливості нагромадження важких металів у ґрунті, надходження їх у вегетативну частину рослин, нагромадження токсичних елементів органами і тканинами корів, а також їх вплив на фізіологічні показники та продуктивність тварин. Вивчити і розробити оптимальні дози використання природних сорбентів у раціоні годівлі з метою зниження рівня важких металів у органах і тканинах корів та одержання екологічно чистої продукції.

Для досягнення мети було визначено такі завдання:

- дослідити рівень рухомих йонів важких металів (Cd^{2+} ; Pb^{2+} ; Hg^{2+} ; Zn^{2+}) в орному шарі ґрунту локальної зони техногенного навантаження та закономірності нагромадження токсикантів різними кормовими культурами;
- провести моніторинг важких металів у системі ґрунт – рослина та дослідити ефективність використання різних меліорантів органічної та неорганічної природи на процеси кумуляції важких металів рослинами;
- вивчити вплив цеоліту на динаміку кумуляції важких металів рослинами в локальній зоні антропогенного забруднення та в експериментальних умовах;
- дослідити сумісну дію йонів важких металів (Cd^{2+} ; Pb^{2+} ; Zn^{2+}) в дозах, які віддзеркалюють діапазон реальних техногенних навантажень;
- з'ясувати вплив важких металів на показники продуктивності та репродуктивні функції корів, які утримувались в умовах антропогенного забруднення;
- вивчити активність ферментів та коливання рівня метаболітів вуглеводного обміну у еритроцитах та тканинах корів за умов техногенного навантаження;
- дослідити вплив природних цеолітів на метаболізм вуглеводів, білків та мінеральний обмін в органах і тканинах корів, яких утримували в локальній зоні антропогенного забруднення;
- розробити науково-практичні рекомендації щодо попередження нагромадження солей важких металів зеленою масою кормових культур і способів підвищення продуктивності тварин та одержання екологічно чистої продукції тваринництва в умовах техногенного забруднення довкілля.

Об'єкт дослідження: вивчення закономірностей міграції важких металів у біологічному ланцюзі живлення, їх впливу на метаболічні процеси і продуктивність корів, дослідження ефективності природних силікатів у годівлі дійних корів та корів на відгодівлі, що утримувались в локальній зоні антропогенного навантаження з метою попередження надходження важких металів в організм корів.

Предмет дослідження: ґрунт, вода, корми, кормові добавки, кров, сеча, калові маси, молоко, органи та тканини корів, меліоранти органічної та неорганічної природи.

Методи дослідження: клінічні, ветеринарно-санітарні, зоотехнічні, біохімічні, аналітичні, спектрофотометричні, колориметричні, атомно-адсорбційні, біометричні та інші сучасні методи.

Наукова новизна одержаних результатів. Досліджено, що в результаті виробничої діяльності Миколаївського гірничо-цементного комбінату формується біогеохімічна провінція з підвищеним вмістом важких металів (Cd^{2+} ; Pb^{2+} ; Hg^{2+} ; Zn^{2+}) у ґрунті, воді та рослинах. Вперше теоретично обґрунтовано та експериментально доведено, що використання меліорантів попереджує нагромадження рухомих форм важких металів (Cd^{2+} ; Pb^{2+} ; Hg^{2+} ; Zn^{2+}) зеленою масою кормових культур. Встановлено взаємовплив окремих важких металів на процеси акумуляції їх рослинами. Сумісний вплив йонів Cd^{2+} і Pb^{2+} підвищує концентрацію кадмію вегетативною частиною кукурудзи, а йони Zn^{2+} , навпаки, знижують її. Надлишковий рівень важких металів у кормовому раціоні негативно впливає на фізіолого-біохімічні та метаболічні процеси в організмі тварин, а також на молочну продуктивність та якість одержаної продукції. Вперше проведені системні дослідження динаміки активності окремих ферментів вуглеводного обміну у еритроцитах та тканинах корів в умовах антропогенного забруднення довкілля. Встановлено, що за даних умов інгібується активність досліджуваних ферментів як гліколізу,

так і пентозофосфатного шляху (ПФШ) перетворення вуглеводів.

Теоретично обґрунтовано та експериментально встановлено оптимальні дози цеоліту, який максимально забезпечує адсорбцію та зв'язування важких металів у шлунково-кишковому тракті, що позитивно впливає на метаболічні процеси в рубці і дозволяє в повній мірі та цілеспрямовано впливати на обмін речовин в організмі. Використання цеоліту відновлює активність окремих ферментних систем білкового, ліпідного та вуглеводного обмінів, що забезпечує підвищення молочної та м'ясної продуктивності.

Наукова новизна захищена двома Деклараційними патентами України.

Практичне значення одержаних результатів. У результаті проведених досліджень, у зоні дії Миколаївського гірничо-цементного комбінату, нами встановлено підвищені рівні важких металів (Cd^{2+} ; Pb^{2+} ; Hg^{2+} ; Zn^{2+}) у ґрунтах, воді та кормах, концентрація яких перевищує максимально допустимі рівні (МДР), що вказує на необхідність проведення постійного ветеринарно-санітарного та гігієнічного контролю за їх вмістом у продукції тваринництва і розробці профілактичних заходів щодо зменшення надходження йонів важких металів у трофічний ланцюг. Дослідження ґрунтів показали необхідність запровадження меліоративних заходів, які не спричинюють докорінних змін у традиційних технологіях вирощування сільськогосподарських культур, забезпечують підвищення їхньої родючості та зменшують забруднення кормів важкими металами. До таких меліорантів відноситься білий цеоліт, внесення якого в ґрунт під зяблеву оранку в дозі 20 т/га, обмежує міграцію токсичних йонів, переводячи їх у зв'язані та менш доступні для рослин форми.

Використання цеолітового борошна дрібного помелу в дозі 30 г на 1 к.од. у раціоні годівлі корів протягом лактації дозволяє зменшити рівень кадмію, свинцю та ртуті до концентрацій, що не перевищують МДР при стабілізації показників фізіолого-біохімічного статусу організму. Для корів на відгодівлі слід використовувати цеолітове борошно в дозі 20 г на 1 к.од., що позитивно впливає на зниження вмісту важких металів у органах та тканинах, в результаті чого рівень їх у м'язовій тканині та субпродуктах не перевищував межі МДР. На основі вивчення особливостей окремих ферментних систем гліколізу та ПФШ перетворення вуглеводів у еритроцитах та тканинах корів виявлено механізми підтримки гомеостазу і розроблено обґрунтування необхідності його корекції екзогенними сорбентами у вигляді кормової добавки.

Особистий внесок здобувача. Лабораторні та виробничі дослідження виконані дисертантом особисто або за його безпосередньої участі. Аналіз одержаних результатів, формування висновків і пропозицій проведено автором спільно з науковим консультантом. Із спільних з іншими співавторами експериментальних досліджень і публікацій дисертант використав, за згодою із співавторами, лише свою частину результатів досліджень.

Апробація результатів дисертації. Матеріали дисертації доповідались на міжнародній науковій конференції "С.З.Гжицький і сучасна аграрна наука" присвяченій 100-річчю від народження Степана Гжицького (Львів, 2000); Міжнародній науково-практичній конференції "Актуальні проблеми розвитку сучасної зооветеринарної науки", присвяченій 120-річчю від часу заснування ветеринарної школи у Львові (Львів, 2002); Міжнародній науково-практичній конференції "Тваринництво України: селекція, технологія, ветеринарна безпека, економіка, виробництво екологічно чистих продуктів" (Суми, 2002); Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених та спеціалістів "Молоді вчені у вирішенні проблем аграрної науки і практики" (Львів, 2002, 2003); Міжнародних науково-практичних семінарах "Перспективність екологічних (органічних) технологій виробництва продукції землеробства і тваринництва для аграрних підприємств західного регіону України" (Львів, 2002, 2003); Міжнародній науковій конференції "Актуальні проблеми розвитку тваринництва" (Львів, 2003).

Публікації: за темою дисертаційної роботи опубліковано 30 друкованих робіт, які представлені 26 науковими статтями, 1 посібником, 2 патентами і 1 методичними рекомендаціями.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається із вступу, огляду літератури, загальної методики та основних методів досліджень, результатів дослідження та їх обговорення, висновків та пропозицій виробництву, списку використаної літератури. Робота викладена на 344

сторінках комп'ютерного тексту, містить 61 таблицю та 29 рисунків. Список літератури складає 693 найменування, з них зарубіжних авторів - 184.

ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ДОСЛІДЖЕНЬ, ЗАГАЛЬНА МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Дослідження за темою дисертаційної роботи проведено впродовж 1998-2003 років у ТзОВ “Зубра” Миколаївського району Львівської області, де утримувалась велика рогата худоба та вирощувались кормові культури для годівлі тварин. Сільськогосподарські угіддя безпосередньо прилягають до території Миколаївського гірничо-цементного комбінату, який є потужним джерелом викидів у атмосферу токсикантів (цементний і клінкерний пил коливається в межах 1,68-3,10 мг/м³). Радіус забруднення, що перевищує ГДК становить понад 15 км. Контролем служили земельні угіддя та тварини, які експлуатувалися в ТзОВ “Зоря” К-Бузького району Львівської області. Дане господарство відноситься до умовно чистої зони, воно розташоване на віддалі 45 км від основних джерел забруднення.

У науково-господарських дослідженнях нами проводився моніторинг важких металів у системі ґрунт – рослина - корм – тварина – продукція. У зв'язку з цим, на першому етапі дисертаційної роботи об'єктом досліджень були середні зразки води, ґрунтів, кормових культур, калових мас, сечі, молока, тканин та органів (печінки, нирок, серця, легенів, селезінки, м'язів, крові, кісток) корів, у яких визначали вміст важких металів: Cd²⁺, Pb²⁺, Hg²⁺ та Zn²⁺ методом атомно-адсорбційної спектрофотометрії. Середні зразки ґрунту відбирали відповідно до вимог, викладених у ГОСТах 17.4.3.01.83 і 17.4.4.12.84. Зразки кормів відбирали згідно з методичними розробками. Для визначення кількості важких металів у молоці, сечі, калі, тканинах та органах користувались методом Болотика. Водневий показник (рН) ґрунту визначали методом Аринушкіна. На другому етапі досліджень були змодельовані забруднення ґрунтів солями важких металів, що віддзеркалювали діапазон реальних навантажень. Забруднення рослин імітували шляхом систематичного обприскування розчином суміші солей Cd²⁺, Pb²⁺ та Zn²⁺ у розрахунку, що відповідало забрудненню ґрунту 2 і 3 ГДК. Вплив іонів важких металів на ростові функції рослин досліджували за загальноприйнятим тестом схожості, проростання та росту насіння.

Метою окремого дослідження було вивчити вплив меліорантів на акумулювання важких металів рослинами. На площі, де вирощувалась кукурудза на силос, було виділено 5 дослідних ділянок по 0,1 га кожна, одна – контрольна, чотири – дослідних. У ґрунт дослідних ділянок відповідно вносили цеоліт, біогумус, вапняк та сидерати (відповідно по 20 т/га кожного). З метою дослідження оптимальної дози цеоліту, проводили аналогічний попередньому експеримент, де у дослідні ділянки ґрунту вносили цеоліт у кількості 10; 15; 20; 25 і 30 т/га.

Одночасно виконували дослід на 3-ох групах клінічно здорових щодо інфекційних та інвазійних хвороб корів-аналогів чорно-рябої породи 3-8-річного віку. Залежно від напрямку досліджень формували групи по 3-86 голів (молочної та м'ясної продуктивності – 25, репродуктивних функцій корів – 86, фізіолого-біохімічні показники – 5 та якісні показники продуктів забою - 3 голови). Дослідні тварини утримувались у стандартних приміщеннях і одержували типові раціони, які забезпечували їх потребу в основних елементах живлення. Годували корів тричі на день протягом усього періоду дослідження. У структурі згодовуваних кормів, за умов стійлового утримання, концентровані корми займали 23,4%; грубі 22,2% (у тому числі сіно – 18,5%) та соковиті – 54,4% від загального об'єму раціону. Дослідним групам корів додатково до основного раціону згодовували цеолітове борошно (дійним коровам - першої, другої і третьої груп відповідно 20, 30 і 40 г на 1 к.од., корови на відгодівлі першої і другої дослідних груп - 20 і 30 г на 1 к.од). Застосування цеолітового борошна для тваринництва (ТУУ 20432977 001-95) затверджено Мінсільгоспом України від 15 березня 1995 за № 15-14/4. Зрівнювальний період тривав 60 днів, а дослідний, залежно від напрямку досліджень – 120, 180, 305 і 365 днів.

Зоотехнічний аналіз основних показників продуктивності корів проводили за загально визначеними методами. Щоб попередити аліментарні зміни концентрації метаболітів

крові, проби для біохімічних досліджень забирали зранку до годівлі тварин. Кров для аналізів забирали із яремної вени у скляні пробірки з насиченим розчином оксалату калію як антикоагулянту. Сироватку крові, еритроцити та гомогенати тканин одержували загальновідомими методами. Вміст рубця брали ротостравохідним зондом через три години після ранкової годівлі. У рідині рубця визначали рН, целюлозолітичну активність, кількість інфузорій. Кислотно-основні показники крові досліджували на мікроаналізаторі газів фірми “Rodelkis”.

Гематологічні дослідження проводили за наступними показниками: кількість еритроцитів та лейкоцитів за загальноприйнятою методикою підрахунку в камері Горяєва; вміст гемоглобіну визначали методом Меньшикова. У сироватці крові вміст загального білка визначали з використанням набору Simko Ltd – біуретовим методом, залишковий азот методом К’ельдаля, вміст жиру в м’язовій тканині за Соклетом. Кількість вільних амінокислот досліджували на амінокислотному аналізаторі НД – 1200 Е, рівень оксипроліну в біологічних рідинах за методом М.Ф.Запорожця та В.О.Солдатенка, сечовину та ЛЖК (летких жирних кислот) загальноприйнятими методами за допомогою наборів фірми Lachema. Активність АсАТ та АлАТ визначали методом Райтмана-Френкеля, активність церулоплазміну методом Houskin, лужну фосфатазу за методом Боданського та кальцій комплексометричним методом.

У нейтралізованих екстрактах досліджували: глікоген, суму цукрів, глюкозу, фруктозу, пентози, седогептулозу та їх фосфорильовані сполуки за Головацьким, лактат, піруват за Бергмеером, неорганічний фосфат за Фіске і Суббароу. Частину екстрактів використовували для дослідження ферментів вуглеводного обміну: глюкозофосфатізомеразу (ГФІ) за Хохорстом, фосфофруктокіназу (ФФК) за Лаузером в модифікації Косаки Юеда, лактатдегідрогенази (ЛДГ) за Гавчом, глюко-6-фосфатдегідрогенази (Г-6-ФДГ) Корнбергом і Хоррекером, альдолази за Брунсом, 6-фосфоглюконатдегідрогенази (6-ФГДГ) за Хоррекером і Смірніотісом, трансальдолази та транскетолази за Діше і Деві. АТФ-азну активність досліджували за приростом неорганічного фосфору. У крові, молоці та сечі досліджували концентрацію кетонових тіл методом К’ельдаля. Білок визначали за Лоурі.

У наступних дослідах з метою вивчення закономірностей міграції важких металів у органах і тканинах було проведено контрольний забій тварин. Ветеринарно-санітарну експертизу туш і внутрішніх органів та фізико-хімічні показники м’язової тканини проводили згідно затверджених Правил ветеринарного огляду забійних тварин і ветеринарно-санітарної експертизи м’яса і м’ясопродуктів.

Метою заключного етапу дисертаційної роботи було вивчення корекції цеолітом вмісту важких металів в органах та тканинах і вплив його на метаболічні процеси у крові та тканинах корів, які експлуатувалися за умов підвищеного антропогенного навантаження. Одержані результати обробляли статистично.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ

Вплив важких металів на функціонування біоценозів ґрунту

Високий рівень важких металів зареєстрований в обстежених нами ґрунтах ТзОВ “Зубра” та присадибних ділянках населених пунктів с. Розвадів, Устя та Дроговиж Миколаївського району. Рухомі форми важких металів (цинку, свинцю, кадмію та ртуті) значно перевищували гранично допустиму концентрацію (ГДК). Слід зауважити, що вміст важких металів у досліджуваних зразках ґрунтів зменшується із збільшенням віддалі від джерела техногенного забруднення, тобто проходить міграція важких металів відповідно до закономірностей розповсюдження їх в горизонтальному напрямку. Дослідження кислотно-основних умов (рН) ґрунтів вказує на порушення кислотно-лужної рівноваги. Із підвищенням кислотності ґрунтів зростає кількість йонів важких металів, доступних для рослин.

Таблиця 1. Вміст важких металів в ґрунтах залежно від віддалі джерела забруднення (мг/кг сухого ґрунту, $M \pm m$, $n = 6$)

Віддаль	Zn	Pb	Cd	Hg
До 2 км	45,67±1,76*	17,18±1,99*	0,66±0,08*	5,91±0,62*
До 4 км	31,22±2,04*	15,70±1,31*	0,66±0,11*	6,23±0,40*
До 6 км	35,34±2,55*	13,40±0,94*	0,58±0,02*	5,77±0,58*
До 8 км	29,84±1,54*	13,6±1,35*	0,42±0,02*	4,55±0,36*
До 10 км	25,04±1,22	8,75±1,23	0,31±0,05*	3,31±0,38*
ГДК	23,0	6,0	0,1	2,1

*- $p \leq 0,05$ порівняно з даними ГДК (Бердій Я.І. та ін., 1999).

Найвищі концентрації металів-токсикантів у дослідних зразках ґрунту були зимою, а найнижчі влітку. Якщо концентрацію важких металів взимку взяти за 100%, то їх вміст восени, влітку та весною відповідно складає за цинком: 82,0; 75,9; 43,4%; за свинцем: 84,8; 73,5; 82,3%; за кадмієм: 90,0; 67,1; 88,5% та за ртуттю: 86,4; 73,9; 88,3%. Дослідженнями токсичного впливу важких металів у системі ґрунт – рослина встановлено, що забруднені ґрунти важкими металами (Cd^{2+} , Pb^{2+} , Hg^{2+} та Zn^{2+}) в концентраціях вище ГДК, спричинюють значну кумуляцію останніх у біомасу рослин. Рослини кормових культур відносяться до різних видів та родин і тому характеризуються різною толерантністю до підвищеного рівня йонів важких металів у ґрунті. Аналіз проб кормів на вміст важких металів свідчить, що вищі рослини володіють здатністю селективного поглинання або високою природною резистентністю до нагромадження окремих важких металів. Зелена маса конюшини та гичка цукрових буряків, на фоні досліджуваного типу ґрунту значно інтенсивніше, ніж інші важкі метали акумулюють кадмій, кукурудза – свинець. За концентрації свинцю в ґрунті 13 мг/кг менше всього металу нагромаджується зеленою масою бобових та злакових культур, а найбільше, що значно перевищує МДР, гичкою цукрових буряків (14,06 мг/кг), листками та стеблами кукурудзи (12,62 мг/кг).

Середній вміст свинцю у більшості досліджуваних зразків зеленої маси кормових культур коливався від 3,28 до 6,12 мг/кг. Злакові культури в період вегетації здатні максимально нагромаджувати цинк (76,42 мг/кг). Концентрація ртуті у дослідних зразках кормів, крім зеленої маси злакових та люцерни, перевищує МДР. Рухомі форми кадмію у кормових культурах коливаються у межах 0,29 - 0,82 мг/кг. Із усіх досліджуваних зразків кормів в умовах даного господарства зелена маса люцерни була найбільш стійкою культурою до нагромадження важких металів. За таких умов, техногенне забруднення зумовлює тиск на агроєкосистему, проявляє прямий вплив на організм тварин і людей.

Техногенне забруднення довкілля призводить до негативних змін у біогеоценозах, що зумовлює утворення локальних біогеохімічних провінцій антропогенного походження. За таких умов актуальним є вивчення особливостей та механізмів сумісної дії поширених поліютантів. У мікропольових дослідах, в яких змодельовані забруднення ґрунту йонами Cd^{2+} , Pb^{2+} та Zn^{2+} , встановлено, що акумулювання важких металів у вегетативну частину рослин значною мірою визначається антагоністичними і синергічними взаємодіями токсикантів. Вони можуть незалежно один від одного діяти на живі організми, а також вступати у різну взаємодію, яка визначає ступінь токсичного ефекту окремого елемента (табл. 2).

Таблиця 2. Акумуляція кадмію зеленою масою кукурудзи залежно від сумісної дії металів (мг/кг сухого корму, $M \pm m$, $n = 5$)

Елементи	2ГДК	Коефіцієнт акумуляції	3ГДК	Коефіцієнт акумуляції
Cd	0,47 ± 0,03	0,78	0,73 ± 0,04	0,81
Cd+Pb	0,54 ± 0,01*	0,90	0,83 ± 0,06	0,92
Cd+Zn	0,37 ± 0,02*	0,61	0,59 ± 0,02*	0,66
Cd+Pb+Zn	0,48 ± 0,04	0,80	0,74 ± 0,04	0,82

*- $p \leq 0,05$ порівняно з ґрунтами, які забруднені лише йонами кадмію.

Дослідження фоновому вмісту кадмію в експериментально забрудненому ґрунті показали, що найбільша кількість цього токсиканту виявилась у дослідних зразках зеленої маси кукурудзи, вирощеної на забруднених йонами Cd^{2+} та Pb^{2+} ґрунтах. Під впливом йонів свинцю концентрація кадмію у вегетативній частині рослин зросла на 14,8% (2 ГДК) та 13,6% (3 ГДК). Так, сумісна дія цинку та кадмію призводить до зниження синергічного та підвищення антагоністичного впливу. Концентрація йонів Cd^{2+} була вірогідно нижчою на 21,3% (2 ГДК) та 19,2% (3 ГДК) порівняно з контролем. Комплексна дія трьох важких металів (Pb^{2+} , Cd^{2+} та Zn^{2+}) проявляється у зниженні трансформації йонів Cd^{2+} зеленою масою кукурудзи на 11,2% (2 ГДК) та 10,9% (3 ГДК) порівняно з дослідним полем, яке було забруднено йонами Cd^{2+} та Pb^{2+} .

Використання меліорантів на забруднених важкими металами ґрунтах

З метою максимального зменшення контамінації рослин важкими металами у забруднені ґрунти вносили різні меліоранти неорганічної та органічної природи. Використання меліорантів обмежує рухомість йонів важких металів, переводячи їх у зв'язані та менш доступні для рослин форми. За фоновому рівня техногенного забруднення ґрунтів рухомими формами йонів Cd^{2+} (0,68 мг/кг); Pb^{2+} (9,08 мг/кг) та Zn^{2+} (50,12 мг/кг), що в 1,5-2,0 рази перевищували ГДК, всі застосовані меліоранти – цеоліт, біогумус, вапняк та сидерати сприяли зниженню концентрації Cd^{2+} (на 25,0 – 44,1%), Pb^{2+} (на 11,7 – 40,8%) та Zn^{2+} (на 12,5 – 41,0%) порівняно із зеленою масою кукурудзи, вирощеної на ґрунтах без внесення меліорантів.

Комплексна оцінка ефективності застосування меліорантів показала, що найбільш перспективним є цеоліт, використання якого зменшує концентрацію рухомих форм металів порівняно з контролем: Cd^{2+} - на 44,1%; Pb^{2+} - на 40,8%; Zn^{2+} - на 34,1%. Найменш ефективними в наших умовах були сидерати, використання яких зменшило концентрацію рухомих форм йонів Cd^{2+} , Pb^{2+} та Zn^{2+} відповідно на 25,0; 19,6 та 12,5%. Поряд з цим, слід відмітити, що сидерати на 7,9% попереджують нагромадження йонів свинцю вегетативною частиною кукурудзи порівняно з рослинами, що виростили на ґрунтах, де як меліорант був використаний вапняк. Біогумус і вапняк займали проміжне місце між цеолітом і сидератами, використання яких зменшило нагромадження у стеблах кукурудзи йонів Cd^{2+} , Pb^{2+} та Zn^{2+} відповідно на 39,7 і 30,0%; 21,0 і 11,7% та 41,0 і 22,9%.

Використання меліорантів попереджує надходження важких металів до продовольчої та фуражної сировини. Одні з них забезпечують оптимальне живлення рослин (біогумус, сидерати), покращуючи структуру ґрунту, що підвищує буферну здатність зв'язувати токсиканти, інші, завдяки своїм унікальним адсорбуючим та йонообмінним (цеоліти) і металопротекторним (вапняк) властивостям, не тільки розкислюють ґрунти, але також попереджують надходження важких металів до рослин за рахунок зниження конкурентної здатності важких металів у йонообмінній адсорбції на поверхні кореневої системи рослин. Під впливом цеоліту, концентрація йонів Pb^{2+} та Zn^{2+} у зеленій масі кукурудзи була в межах МДР. Однак, концентрація йонів Cd^{2+} перевищувала МДР відповідно на 26%.

Внесений білий цеоліт, в умовах імітованого забруднення 1 ГДК, сприяв зменшенню кількості йонів важких металів: Cd^{2+} - на 5%, Pb^{2+} - на 19% та Zn^{2+} - на 7,9%. Підвищення забруднення ґрунту до концентрації 2 ГДК і 3 ГДК суттєво не впливало на адсорбційні властивості білого цеоліту. Отже, білий цеоліт як меліорант сприяє зниженню концентрації йонів важких металів та підвищує здатність ґрунтів до природного самовідновлення. Слід відмітити, що у всіх експериментально забруднених ґрунтах, адсорбція йонів Pb^{2+} була найвищою.

В експериментально забруднених ґрунтах солями кадмію, свинцю і цинку (ГДК) відбувається пригнічення росту кореня та стебла в паростків у межах 38,42 – 42,56% відповідно до контролю. Суміш солей (2 та 3 ГДК) проявляла подальше посилення токсичного впливу,

діапазон пригнічення росту рослин коливався в межах 43,48 – 44,20 та 46,80 – 52,40%. Внесений білий цеоліт як меліорант, підвищував активність росту кореня і стебла у всіх забруднених зразках ґрунту відповідно на: 18,16 – 21,30% (1 ГДК); 24,60 – 28,10% (2 ГДК) та 25,15 – 29,40% (3 ГДК). З підвищенням рівня забруднення ґрунту (3 ГДК), відновлення активності росту кореня та стебла під дією цеоліту, була на рівні 2 ГДК.

Використання білого цеоліту призводить до значного зниження кумуляції рухомих форм важких металів рослинами. Найбільш істотно кумуляція всіх токсичних інгредієнтів знижується при використанні білого цеоліту в кількості 20 т/га. Збільшення внесення у ґрунт білого цеоліту до 25 і 30 т/га суттєво не впливало на акумуляцію поллютантів. Кількість кадмію, ртуті та цинку у вегетативній частині кукурудзи зменшились до рівня використання білого цеоліту в кількості 20 т/га, а вміст свинцю в стеблах кукурудзи, яку зібрали з ділянки, де вносили 30 т/га цеоліту, підвищився на 3,0%. Врожайність зеленої маси кукурудзи дослідних ділянок в середньому на 12,4-26,8% була вищою за врожайність контрольної ділянки.

Нагромадження важких металів організмом корів, що експлуатуються в локальній зоні техногенного забруднення

З наведених результатів досліджень видно, що корми є основним джерелом надходження важких металів у організм дійних корів (табл.3). За нашими даними з кормами надходить 99,03% від загальної кількості свинцю; 99,70% кадмію; 99,86% ртуті та 93,83% цинку. Відсоток надходження металів до організму тварин з питною водою був незначним.

Таблиця 3. Надходження важких металів до організму корів за дослідний період, мг на 1 тварину

Показники	Pb	Cd	Hg	Zn
Надійшло в організм всього, мг	8239,8	551,5	229,9	76755,4
в т.ч. з водою	79,9	1,6	0,4	130,3
з кормами	8159,9	549,9	229,5	76625,1

Порівнюючи сумарні кількості важких металів, що надходять із кормами і питною водою до тих, що виводяться з організму тварин з молоком, сечею та каловими масами, можна відзначити певні закономірності акумуляції цих елементів (табл. 4).

Таблиця 4. Виведення важких металів із організму корів за дослідний період 120 днів на фоні дії цеоліту (мг на 1 тварину, $M \pm m$, n = 5)

Показники	Контрольна група				Дослідна група			
	Pb	Cd	Hg	Zn	Pb	Cd	Hg	Zn
Виведено	7836,2± 86,2	482,6 ±18,3	221,3 ±9,4	66163,2± 248,3	8001,0± 40,2*	512,3 ± 10,3*	225,3 ±4,4	65549,1± 180,7*
в т.ч. з молоком	490,8 ±16,3	28,4 ±1,1	6,9 ±0,3	2315,5 ±23,6	216,0 ±12,3*	22,7 ±1,2*	3,7 ±0,2*	2649,1 ±24,8*
%	6,3	5,9	3,1	3,5	2,7	4,4	1,6	4,0
з сечею	971,7 ±40,2	54,6 ±2,8	62,8 3,2±	3837,5 ±49,8	576,1 ±35,8*	35,2 ±3,6*	34,2 ±3,1*	2753,1 ±52,6*
%	12,4	11,3	28,4	5,8	7,2	6,9	15,2	4,2
з каловими масами	6373,7± 92,3	399,6 ±16,8	151,6 ±9,7	60010,2± 212,7	7208,9± 81,7*	454,4 ±9,6*	187,4 ±8,1*	60146,9± 79,9*
%	81,3	82,8	68,5	90,7	90,1	88,7	83,2	91,8
Залишилось	403,7 ±21,4	68,9 ±4,2	8,3 ±0,5	10592,2± 76,4	238,9 ±18,8*	39,2 ±6,5*	4,6 ±0,6	11206,3± 120,6*
% акумуляції	4,9	12,5	3,6	13,8	2,9	7,1	2,0	14,6

*- $p \leq 0,05$ порівняно з показниками контрольної групи.

Так, за таких умов експерименту, найбільше затримуються в організмі йони Zn^{2+} та Cd^{2+} з коефіцієнтом акумуляції відповідно 13,8% та 12,5%, а йони Pb^{2+} та Hg^{2+} з коефіцієнтом трансформації 4,9% та 3,6%. Це дає підставу стверджувати, що в організмі корів акумуляція важких металів має певні закономірності. Найвищою міграційною і депонуючою активністю відзначається метал-біотик – цинк. Щодо кумуляції металів-токсикантів, то слід відзначити значну міграційну активність йонів Cd^{2+} , коефіцієнт акумуляції якого перевищував у 2,6 рази йони Pb^{2+} та у 3,5 рази йони Hg^{2+} і був близьким до кумуляції йонів Zn^{2+} .

Вплив важких металів на фізіолого-біохімічні показники крові корів

Високий вміст в кормовому раціоні дослідних корів рухомих форм кадмію, свинцю, ртуті та цинку, негативно впливає на гематологічні показники крові та метаболічні процеси в організмі корів, зокрема на білковий, вуглеводний і мінеральний обмін. Встановлено, що концентрація еритроцитів у першій дослідній групі корів була на 21,7% нижча від контрольних показників. Закономірно, що кількість гемоглобіну також знизилась на 25,0% і дорівнювала 76,8 г/л (обидва показники були нижчі за фізіологічні норми), рівень лейкоцитів, навпаки, у 1,76 рази перевищував контрольні показники і дорівнював $11,98 \times 10^9$ /л, що відповідає верхній границі фізіологічної норми, проявляючи незначний лейкоцитоз (табл.5). Активність АТФ-ази в еритроцитах першої дослідної групи корів, які споживали корми з підвищеним вмістом важких металів, знизилась на 34,9%, що, очевидно, пов'язано із змінами концентрацій йонів Mg^{2+} та Ca^{2+} , які є активаторами даного ферменту.

Таблиця 5. Фізіолого-біохімічні показники крові корів ($M \pm m$, $n = 5$)

Показники та одиниці виміру	Контроль	I дослідна	II дослідна
Кількість еритроцитів, 10^{12} /л	$6,20 \pm 0,24$	$4,86 \pm 0,22^*$	$5,68 \pm 0,14^*$
Кількість гемоглобіну, г/л	$102,4 \pm 4,82$	$76,8 \pm 3,86^*$	$90,6 \pm 3,12^*$
Кількість лейкоцитів, 10^9 /л	$6,80 \pm 0,22$	$11,98 \pm 0,54^*$	$9,68 \pm 0,44^*$
Активність АТФ-ази, мкМ/мл/хв	$0,063 \pm 0,005$	$0,041 \pm 0,003^*$	$0,056 \pm 0,003$
Церулоплазмін, мкмоль/л	$0,810 \pm 0,07$	$0,680 \pm 0,03^*$	$0,770 \pm 0,01^*$
Лужна фосфатаза, од. Боданського	$3,14 \pm 0,19$	$1,98 \pm 0,11^*$	$2,64 \pm 0,15^*$
Са, ммоль/л	$2,76 \pm 0,14$	$2,14 \pm 0,12^*$	$2,52 \pm 0,14$
Р, ммоль/л	$1,48 \pm 0,05$	$1,78 \pm 0,10^*$	$1,56 \pm 0,08$
Відношення Са/Р	1,86	1,20	1,61

*- $p \leq 0,05$ порівняно з контрольними показниками.

Зниження активності лужної фосфатази під впливом важких металів на 47,0% вказує на порушення процесів енергетичного забезпечення (розщеплення АТФ). Однак, за таких умов підвищення рівня неорганічного фосфату на 20,2% може відбуватися за рахунок інгібування процесів фосфоролізу, а також здатності окремих важких металів (свинцю) активувати кислу фосфатазу. Вміст загального кальцію у сироватці крові тварин першої дослідної групи на 22,5% був нижчим ніж у сироватці крові тварин контрольної групи, а його кількість (2,14 ммоль/л) була нижчою за показники фізіологічної норми. Водночас, слід зазначити, що у першій дослідній групі спостерігається зниження кальцій-фосфорного співвідношення.

Згодовування коровам другої дослідної групи цеолітового борошна у дозі 30 г на 1 к.од. попереджувало розвиток хронічної інтоксикації організму тварин важкими металами. Так, кількість еритроцитів і гемоглобіну збільшились відповідно на 16,9 та 17,9%, що було в межах фізіологічної норми, з одночасним зменшенням кількості лейкоцитів на 23,7%. Показники активності АТФ-ази, церулоплазмину та лужної фосфатази у тварин другої дослідної групи були вищими відповідно на 36,6; 13,2 та 33,3%, ніж у тварин першої дослідної групи. Вміст кальцію складав 2,52 ммоль/л і був вищим на 17,7%. Кальцій-фосфорне співвідношення (1,61) відповідало фізіологічній нормі.

У сироватці крові першої дослідної групи тварин, які завезені для експерименту з умовно екологічно чистої зони в зону антропогенного навантаження (табл.6), вміст загального білка знизився на 21,3% порівняно з контролем, з одночасним підвищенням на 19,4% рівня

залишкового азоту, що вказує на порушення білоксинтезуючої функції печінки в результаті зниження активності відповідних ферментних систем.

Рівень вільних амінокислот у сироватці крові корів першої дослідної групи перевищує на 35,8% аналогічні показники контрольної групи тварин, що свідчить про посилений катаболізм білків, а підвищений рівень аргініну, аспарагінової та глютамінової амінокислот (відповідно на 61,6; 61,5 та 75,1%) вказує на стимуляцію уреогенезу. Амінокислоти здатні адсорбувати та зв'язувати важкі метали (особливо ті амінокислоти, які містять $-SH$; $-SCH_3$ групи), попереджуючи надходження токсичних елементів до органів і тканин організму. Функціональні групи сірковмісних амінокислот захищають білкові молекули від ушкоджуючої окиснювальної модифікації.

Концентрація глікогенних амінокислот (аланін, гліцин, серин, треонін), які в процесі трансамінування можуть перетворюватися до пірувату, крім аланіну (рівень якого зменшився на 16,4%), відповідно зросла на 6,7; 79,5 та 24,6%, що сприяло збільшенню пірвіноградної кислоти на 28,5%. Рівень інших вільних амінокислот у сироватці крові корів першої дослідної групи збільшувався неоднаково (від 6,7 до 32,1%). Найбільш суттєві зміни припадали на незамінні амінокислоти гістидин і триптофан, рівень яких зріс відповідно у 2,1 та 1,6 рази. Вільний гістидин і його похідні, завдяки наявності імідазольного ядра, є добрими комплексоутворювачами. Зв'язуючи йони важких металів, імідазольні похідні захищають функціональні групи ряду ферментів, які беруть участь у метаболічних процесах.

Поряд з цим, вміст молочної кислоти у першій дослідній групі зменшився на 39,8%, яке вказує на інгібування активності ЛДГ, що узгоджується з нашими попередніми даними. Високий рівень глюкози в крові першої дослідної групи, який перевищує на 63,2% відповідні показники контрольної групи корів, очевидно зріс за рахунок процесів глікоконнеогенезу – реакцій, зворотних гліколізу, а також за рахунок порушення процесів Na^+ -залежної транспортної системи, що зумовлює транспорт D-глюкози та інших метаболітів до клітин.

Активність АсАТ і АлАТ сироватки крові першої дослідної групи знизилась відповідно на 23,7 та 7,3%. Коефіцієнт де-Ретіса має тенденцію до зниження і дорівнює 1,71, що на 14,5% нижчий за показник контрольної групи.

Таблиця 6. Деякі біохімічні показники сироватки крові корів ($M \pm m$, $n=5$)

Показники	Контрольна	I дослідна	II дослідна
Загальний білок, г/л	78,6 ± 2,71	61,9 ± 1,73*	71,3 ± 1,64*
Залишковий азот, мг/л	524,6 ± 3,11	626,4 ± 9,81	546,2 ± 6,06*
Сечовина, ммоль/л	5,31 ± 2,08	11,1 ± 0,89*	7,48 ± 0,62*
Активність АсАТ, нкат	282,2 ± 9,64	228,1 ± 6,60*	268,6 ± 5,90*
Активність АлАТ, нкат	144,1 ± 5,51	133,4 ± 5,98	139,4 ± 5,18
Глюкоза, ммоль/л	1,28 ± 0,04	2,09 ± 0,10*	1,58 ± 0,06*
Піруват, ммоль/л	0,21 ± 0,02	0,27 ± 0,03	0,23 ± 0,02
Вільні амінокислоти, ммоль/л	3,12 ± 0,05	4,24 ± 0,11*	3,53 ± 0,06*
Леткі жирні кислоти, мг/л	148,8 ± 3,23	106,4 ± 4,61*	127,9 ± 3,08*
Лактат, ммоль/л	1,86 ± 0,07	1,33 ± 0,08*	1,67 ± 0,04*

* - $p \leq 0,05$ порівняно з контрольними показниками; глюкозу, лактат і піруват визначали в цільній крові.

Згодовування другій дослідній групі корів (тварини завезені із умовно екологічно чистої зони) цеолітового борошна у дозі 30 г на 1 к.од. позитивно впливає на білковий і вуглеводний обмін в організмі. Так, у сироватці крові тварин другої дослідної групи вміст загального білка зріс на 15,2%, рівень вільних амінокислот та сечовини зменшились відповідно на 16,8 та 48,3% до показників першої дослідної групи. Вміст незамінних амінокислот знизився на 13,1%, але був

вищим за контроль на 10,8%. Вміст аланіну збільшився на 18,1% і був близьким до відповідних показників контрольної групи. Рівень глюкози і пірувату у крові корів другої дослідної групи знизився відповідно на 32,2 та 17,3%, а молочна кислота зросла на 25,5% порівняно з першою дослідною групою, що, напевно, свідчить про стимуляцію процесів гліколізу. Коефіцієнт де-Рітса у другій дослідній групі зріс на 12,2%, однак був на 1,9% нижчим за контроль. Беручи до уваги дані про вміст білка, залишкового азоту, сечовини, вільних амінокислот, метаболітів вуглеводного обміну і про активності амінотрансфераз, а також враховуючи, що зміни даних параметрів вирівнювались у напрямку до меж фізіологічної норми, можна рахувати, що цеоліти виконують роль позитивного регулятора метаболізму азотистих сполук та вуглеводів, що узгоджується з даними подібних досліджень (Калачнюк Г.І, 1997).

Вміст альбумінів у сироватці крові корів першої і другої дослідної груп, яким додатково згодовували цеолітове борошно у кількості 20 та 30 г на 1 к.од., зріс відповідно до контролю на 7,88 та 6,76%, що вказує на підвищення білоксинтезуючої функції печінки. Рівень β - і γ - глобулінів у сироватці крові тварин, яким згодовували цеолітове борошно, знизився, що вказує на відсутність гострих запальних процесів та хронічних захворювань у організмі.

У рідині рубця корів, які завезені з екологічно чистої зони у зону антропогенного навантаження підвищується рН на 33,3% порівняно із рідиною рубця корів з екологічно чистої зони. Підвищення рН інгібує функціональну активність симбіотичної мікрофлори, негативно впливає на їх проліферацію, морфологію та кінетику росту, що призводить до зменшення корисних та розвитку патогенних мікроорганізмів, пригнічується целюлозолітична активність мікроорганізмів на 36% та знижується на 31,8 тис/мм³ кількість інфузорій порівняно до контролю. В результаті чого зменшується на 43,5% утворення летких жирних кислот.

Підвищений вміст пірувату (на 19,0%) вказує на інгібування процесів метаболізму вуглеводів на стадії окиснення пірувату, що супроводжується порушенням окиснювальних процесів у тканинах, а підвищена концентрація кетонових тіл - на дефіцит ЩОК (щавелевооцтової кислоти), яка утворюється з піровиноградної кислоти у піруваткарбоксілазній реакції. Загальна кількість кетонових тіл (ацетон + ацетооцтова + β - оксимасляна кислоти) у крові, молоці та сечі зросла відповідно на 31,8; 37,8 та 66,3%. Виявлена нами підвищена концентрація кетонових тіл, очевидно, зв'язана з пригніченням реакцій циклу трикарбонних кислот, що призвело до зменшення використання ацетил - КоА у синтезі цитринової кислоти в тканинах.

Інтотоксикація корів важкими металами характеризується гіперглікемією та зниженою толерантністю до глюкози. Подібні зміни були виявлені на дослідних тваринах, їх пов'язують із змінами рівня кортикостероїдів, зменшенням вмісту інсуліну в плазмі крові та збільшенням кількості вільних жирних кислот, які конкурують з глюкозою за енергію АТФ.

Метаболізм вуглеводів у корів за умов підвищеного рівня важких металів у кормовому раціоні

Важкі метали пригнічують активність ферментних систем, у тому числі, метаболізму вуглеводів, що супроводжується збільшенням інтермедіатів гліколізу та пентозофосфатного шляху обміну вуглеводів. Тварини дослідних груп, а особливо першої дослідної групи, яких завезли в локальну зону антропогенного навантаження, характеризуються загальним пригніченням, поганим поїданням корму, зниженням продуктивності. Результати досліджень активності окремих ферментів гліколізу в еритроцитах та сироватці крові приведені у табл.7. Аналіз виявлених змін активності ферментів гліколізу в еритроцитах та сироватці крові свідчить про те, що йони важких металів викликають доволі стійке, достовірне інгібування активності досліджуваних ферментів як у адаптованих, так і завезених тварин. У дослідних групах тварин, під впливом важких металів, найбільше пригнічується активність ЛДГ та альдолази еритроцитів, відповідно на 34,5 та 30,6; 35,4 та 26,8% до контролю. Найменше (на 14,5 та 12,3% і 16,8 та 13,6% порівняно з контролем) пригнічуються активності альдолази сироватки крові та ФФК еритроцитів крові. Інгібування активності ГФІ займає проміжне положення (на 24,8 та 19,6%).

Таблиця 7. Вплив важких металів на активність окремих ферментів

гліколізу в еритроцитах ⁽¹⁾ та сироватці крові ⁽²⁾ ($M \pm m$, $n = 5$)

Показники	Контрольна група	1 дослідна	2 дослідна
ГФІ ¹	3,64±0,275	2,741±0,240*	2,927±0,265*
ФФК ¹	0,272±0,007	0,227±0,006*	0,235±0,005*
Альдолаза ¹	0,131±0,003	0,084±0,002*	0,095±0,002*
Альдолаза ²	0,032±0,0006	0,027±0,0006*	0,028±0,0005*
ЛДГ ² , нкат	257,2±16,80	168,6±15,35*	178,5±14,28*

*- $p \leq 0,05$ порівняно з контрольними показниками, (ГФІ – в мкМ фруктози/мг білка/хв, ФФК – в мкМ/мл еритроцитів/хв, альдолаза мкМ фосфору фосфотріоз/100 мг білка/хв, ЛДГ – мкМ NAD(H)/г білка/хв).

Поряд з цим, слід відмітити, що пригнічення активності досліджуваних ферментів у адаптованих тварин було в середньому на 4-12% меншим порівняно з тваринами першої дослідної групи, яких завезено у локальну зону антропогенного забруднення. Особливістю дії важких металів на організм тварин є сумування метаболічних змін і порушень, що розвиваються безпосередньо під впливом токсичних елементів, та певні зрушення, внаслідок включення систем регуляції гомеостазу як на нейрогуморальному, так і клітинному рівнях регуляції.

Вплив цеолітів на активність ферментів обміну вуглеводів в організмі корів

Враховуючи те, що в еритроцитах інтенсивність ПФШ обміну вуглеводів є значною, нами досліджувався вплив важких металів на активність окремих ферментів ПФШ обміну вуглеводів. В еритроцитах корів, які знаходились у локальній зоні антропогенного навантаження, знижується швидкість окиснення глюкозо-6-фосфату у ПФШ шляху. Зменшення активності Г-6-ФДГ та 6-ФГДГ найбільш чітко виражені у корів першої дослідної групи (відповідно на 41,6 та 40,9% активності досліджуваних ферментів у еритроцитах корів контрольної групи). У корів другої дослідної групи, які від народження знаходяться у даній локальній зоні, активність окиснювальних дегідрогеназ порівняно з контролем також були нижчими відповідно на 15,9 та 10,5%. Слід відмітити, що активність окиснювальних ферментів другої дослідної групи була достовірно вищою на 30,7 і 34,1% порівняно з тваринами першої дослідної групи, завезеної для експерименту із умовно екологічно чистої зони (табл.8).

Таблиця 8. Активність дегідрогеназ пентозофосфатного шляху в еритроцитах крові корів ($M \pm m$, $n = 5$, мкмоль NADP(H)/100 мг білка за хв.)

Варіант досліді	Г-6-ФДГ	6-ФГДГ
Контрольна група	0,846 ± 0,015	0,538 ± 0,056
I дослідна група	0,494 ± 0,013*	0,318 ± 0,015*
II дослідна група	0,712 ± 0,018*	0,482 ± 0,018*

*- $p \leq 0,05$ порівняно з контрольними показниками.

Через два місяці експерименту (кінець зрівнювального періоду) зниження активності неокиснювальних ферментів ПФШ трансальдолази і транскетолази було найбільш суттєвим і дорівнювало відповідно 30,3% та 28,0%. За дослідний період активність досліджуваних ферментів частково відновлювалась. Так, на 60-ту, а особливо на 120-ту добу дослідного періоду, активність трансальдолази і транскетолази була нижчою відповідно на 17,8 та 9,4%; 16,3 та 13,1% за показники активності ферментів тварин контрольної групи, однак

перевищували активність даних ферментів кінця зрівнювального періоду відповідно на 15,2 і 23,0% та 14,0 і 17,1%. На 120-ту добу активність неокиснювальних ферментів ПФШ у корів першої дослідної групи була в межах ферментної активності тварин другої дослідної групи. Відновлення активності досліджуваних ферментів першої дослідної групи до рівня активності ферментів другої дослідної групи корів, очевидно, пов'язано із процесом адаптації тварин.

Встановлено, що концентрація відповідних метаболітів вуглеводного обміну у крові корів дослідних груп, порівняно з тваринами контрольної групи, концентрація відповідних метаболітів вуглеводного обміну була вищою за вмістом: суми цукрів на 11,1 і 2,4%; глюкози – 66,3 і 23,4%; фруктози – 27,2 і 15,1% та пірувату – 28,5 і 9,5%, а вміст пентоз та лактату був нижчим відповідно на 26,4 і 16,1% та 28,5 і 10,2%. Вміст глюкози в крові корів, що експлуатувалися в умовах антропогенного навантаження, був вищим у 1,6 рази, порівняно з контролем.

Корекцію впливу важких металів на метаболізм вуглеводів здійснювали за допомогою природного сорбенту – цеоліту. Під впливом останнього концентрація метаболітів вуглеводного обміну другої, порівняно з першою дослідною групою, зазнала певних змін. Рівень глюкози, фруктози та пірувату зменшився відповідно на: 73,0; 35,3 та 45,0%, а пентоз та лактату – зріс відповідно на 69,9 та 66,7%. Однак концентрація досліджуваних метаболітів: глюкози, пентоз, фруктози, лактату та пірувату була відповідно вищою (на 19,9; 16,1; 13,3; 10,3; 8,7%) до показників контрольної групи корів.

Дослідження впливу природних цеолітів на інтенсивність гліколітичного перетворення фруктозо-1,6-дифосфату еритроцитами крові корів на фоні дії ацетату свинцю показало, що ацетат свинцю в концентрації 400 і 600 мкг/л викликає інгібування процесів гліколізу в еритроцитах крові корів. Воно проявляється у зменшенні використання фруктозо-1,6-дифосфату, приросту лактату відповідно на 25,5 та 43,2% і 38,0 та 50,0%, глюкози (24,6 та 66,6%) і неорганічного фосфату (31,5 і 61,2%) до контрольних показників. Таке зниження приросту даних метаболітів вказує на можливе інгібування ферментних систем глюконеогенезу. Слід зауважити, що на фоні значного інгібування ацетатом свинцю процесів гліколізу і глюконеогенезу, внесений цеоліт запобігає гальмуванню використання фруктозо-1,6-дифосфату на 36,2%, приросту лактату на 27,5%, неорганічного фосфату і глюкози відповідно на 66,6% та 81,2%.

Органно-тканинна специфіка активності окремих ферментів обміну вуглеводів за дії важких металів

Експериментальні дослідження показують, що активність ферментів обміну вуглеводів в організмі корів характеризується органно-тканинною специфікою. Найвища активність Г-6-ФДГ виявлена у тканинах печінки. У тканинах серцевого та особливо скелетного м'язів активність ферменту значно нижча. Активність ензимів анаеробного перетворення вуглеводів: альдолази; ГФІ та ЛДГ у м'язовій тканині значно вища (у 8,5; 2,1 та 4,2 рази відповідно), ніж у печінці. У скелетних м'язах висока активність Г-6-ФДГ проявляється тільки на ранніх стадіях розвитку організму і знижується в процесі розвитку м'язової тканини. Низька активність Г-6-ФДГ в скелетних м'язах свідчить про незначну роль окиснювального ПФШ обміну вуглеводів у пластичних та енергетичних процесах даної тканини.

Активність ферментів гліколізу (ГФІ, альдолази та ЛДГ) серцевого м'яза у 2,7; 1,9 і 4,0 рази нижча порівняно з активністю ферментів скелетного м'яза, та на 68,3; 9,4 та 6,3% вища за активність відповідних ферментів печінки. Дослідження активності ферментів у тканинах корів, яких було завезено до біогеохімічної провінції з підвищеним вмістом важких металів, у питній воді та кормовому раціоні показали, що техногенний фактор суттєво впливає на активність вищезгаданих ферментів.

Найбільше інгібується активність ферментів печінки (ЛДГ на 33,4%; ГФІ на 6,9%; Г-6-ФДГ на 21,3% та альдолаза на 13,3%) і серцевого м'яза (ЛДГ на 23,5%; ГФІ на 21,0%; Г-6-ФДГ на 17,7% та альдолаза на 4,0%), найменше – скелетного м'яза (ЛДГ на 19,6%;

альдолаза на 9,6%; Г-6-ФДГ на 6,7% та ГФІ на 5,8%). В умовах наших досліджень, найбільше знижується активність ЛДГ з умовно сумарним відсотком 76,5%; ГФІ – 53,7%; Г-6-ФДГ – 45,7% та альдолаза – 26,9%. Таким чином, важкі метали не однаково впливають на активність ферментів вуглеводного обміну у різних органах і тканинах досліджуваних тварин, що пояснюється певними функціональними особливостями останніх.

Згодовування цеолітового борошна як кормової мінеральної добавки коровам другої дослідної групи протягом 180 днів сприятливо впливало на метаболізм вуглеводів в органах корів, що проявлялося в підвищеній активності досліджуваних ферментів (рис.1).

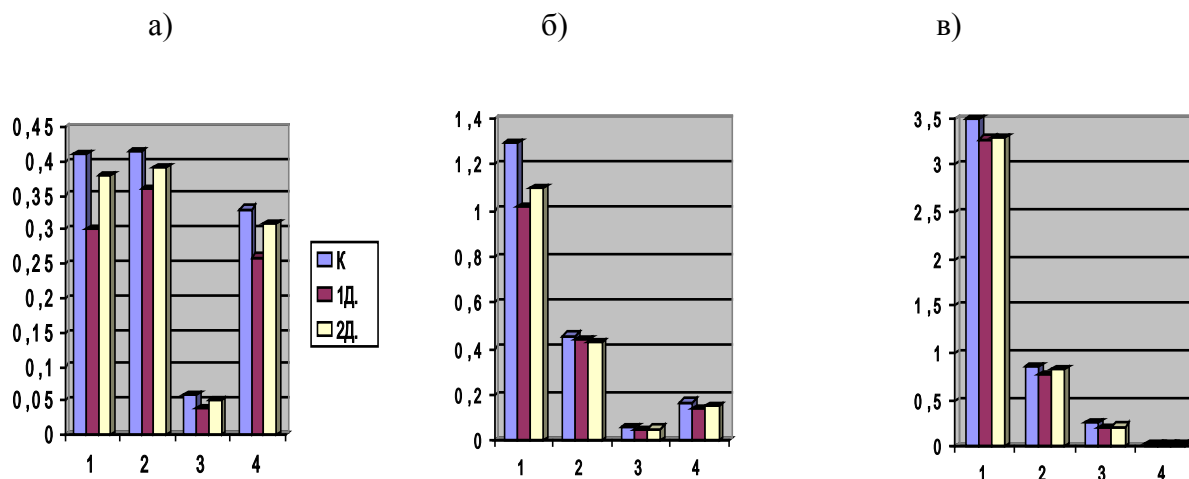


Рис.1. Вплив важких металів на активність окремих ферментів обміну вуглеводів (1 – ГФІ, мкМ фруктози/мг білка/хв; 2 – альдолази, мкМ фосфору фосфотріоз/100 мг білка/хв; 3 – ЛДГ, мкМ NAD(H)/г білка/хв; 4 - Г-6-ФДГ, мкМ NADP(H)/100 мг білка/хв) у тканинах корів (а – печінка; б – серцевий м'яз; в – скелетний м'яз).

Так, найбільше відновлювалась активність ЛДГ із сумарним відсотком 50,0% (печінка – 28,6%; серцевий м'яз – 12,5% та скелетний м'яз – 8,9%). Сумарне відновлення активності ГФІ та Г-6-ФДГ дорівнює відповідно 29,1 та 26,4% (печінка – 21,1 та 16,2%; серцевий м'яз – 7,3 та 6,7% і скелетний м'яз – 0,7 та 3,5%). Найменше відновлюється активність альдолази (12,6%) (в печінці та скелетних м'язах відповідно на 7,7 та 7,2%, а у серцевому м'язі активність альдолази пригнічується на 2,3%). Отже, згодовування коровам цеолітового борошна в дозі 30 г на 1 к.од. більше як у три рази підвищує активність досліджуваних ферментів у печінці порівняно із серцевою та м'язовою тканинами. Однак, слід зауважити, що активність досліджуваних ферментів органів і тканин корів другої дослідної групи (тваринам, яким згодовували цеолітове борошно) були нижчими за відповідні показники активності ферментів тварин контрольної групи: для печінки (ГФІ – 7,4%; альдолаза – 6,1%; ЛДГ – 13,4%; Г-6-ФДГ – 6,1%); для серцевого м'язу (ГФІ – 14,8%; альдолаза – 6,2%; ЛДГ – 13,5%; Г-6-ФДГ – 11,8%); для скелетного м'язу (ГФІ – 5,2%; альдолаза – 2,8%; ЛДГ – 11,8%; Г-6-ФДГ – 3,4%).

При проведенні візуального огляду досліджуваних органів у корів першої дослідної групи в печінці виявлені ознаки розвитку жирової дистрофії, гіперемії, у серцевому та, особливо, у скелетному м'язі подібних змін не виявлено. Отже, в печінці корів, яким згодовували раціони з підвищеним вмістом важких металів, розвивались різні за ступенем враженості та поширеності процеси білкової та жирової дистрофії.

Ефективність використання цеолітового борошна як кормової добавки до раціону корів

Дослідження вмісту важких металів у кормовому раціоні свідчить про надходження різної кількості важких металів в організм тварин. Середньодобове надходження рухомих форм металів значно перевищує МДР (свинцю на 22,4%; кадмію на 36,6%; ртуті на 70,0% та цинку на 15,0%). Значна кількість токсикантів, які поступили в організм, виводяться з нього, в тому

числі і молочною залозою. З молоком контрольної групи корів виводиться велика кількість свинцю (0,71 мг/кг), що перевищує МДР у 7 разів, ртуті (0,01 мг/кг) – у 2 рази, та кадмію (0,041 мг/кг) – у 1,36 раза. Рухомі форми цинку у досліджуваному молоці були в межах норми (в 1,49 рази нижчі за МДР). Коефіцієнт переходу важких металів у молоко контрольної групи був найвищим для йонів Pb^{2+} (5,82) та йонів Cd^{2+} (5,12), найнижчий для йонів Zn^{2+} (2,92) та йонів Hg^{2+} (3,16). В дослідній групі, де додатково згодовували білий цеоліт, виділення з молоком важких металів, порівняно з контрольною групою, значно зменшилося (табл.9).

Кількість виділеного свинцю зменшилась на 56,8%, кадмію – на 22,0% та ртуті – на 50,0%. Поряд з цим концентрація цинку в молоці дослідної групи збільшилась на 9,8%. Відсоток переходу токсикантів у молоко дослідної групи корів для йонів Pb^{2+} , Cd^{2+} та Hg^{2+} був нижчим порівняно з контрольною групою корів. Для Pb^{2+} він складав 2,52, Cd^{2+} – 4,02 та Hg^{2+} – 1,69, а для йонів цинку був дещо вищим – 3,21. Згодований білий цеоліт як кормова добавка, яка володіє адсорбційною здатністю, значно покращила якість молока. Концентрація рухомих форм кадмію, ртуті та цинку була в межах МДР, хоча вміст йонів свинцю дещо перевищував його. З метою вивчення продуктивної і метаболічної дії природних силікатів проводили згодовування, разом з комбікормом, цеолітового борошна дрібного помелу (від 250 до 1000 мкм) Сокирницького родовища в розрахунку 20, 30 і 40 г на 1к.од.

Результати досліджень показали, що цеоліти позитивно впливають на фізіологічний стан та продуктивність корів. Так, у корів дослідних груп підвищилась продуктивність на 11,3-15,3%. Під впливом цеоліту збільшується молочна продуктивність, а також зростає рівень білка (на 0,02-0,03%) та вміст жиру (на 0,07-0,11%). Особливо відчутні зміни щодо підвищення молочної продуктивності (валового надою, вмісту жиру та білка) спостерігаються у корів другої дослідної групи, тваринам якої згодовували 30 г цеолітового борошна на 1 к.од.

Таблиця 9. Вміст важких металів у середньодобовому надої молока, $M \pm m$, $n = 5$

Метали	Контрольна група			Дослідна група		
	Виділено з молоком					
	мг/л молока	Всього, мг	% від спожитого	мг/л молока	Всього, мг	% від спожитого
Pb^{2+}	0,71±0,06	5,27±0,47	5,82	0,29±0,07*	2,28±0,54*	2,52
Cd^{2+}	0,041±0,01	0,31±0,08	5,12	0,03±0,01*	0,24±0,07*	4,02
Hg^{2+}	0,01±0,002	0,08±0,01	3,16	0,005±0,001*	0,04±0,008*	1,62
Zn^{2+}	3,35±0,13	24,86±1,1	2,92	3,50±0,12	27,32±1,2	3,21

*- $p \leq 0,05$ порівняно з контрольними показниками.

Кількість жиру була найвищою також у молоці тварин другої дослідної групи, що на 16,2% перевищувала даний показник контрольної групи корів та на 4,8 і 1,7% - показники першої та третьої дослідних груп корів. Загальні витрати на корову між усіма досліджуваними групами корів були близькими, хоча у дослідних групах вони перевищували на 50,5-81,0 грн. За рахунок більш високої продуктивності дослідних груп корів, а також жирності молока, чистий дохід був найвищим у другій дослідній групі, тваринам яких згодовували цеолітове борошно у дозі 30 г на 1 к.од. Рентабельність виробництва молока була також найвища у другій дослідній групі і складала 18,6% проти 4,7% контрольної групи корів, та відповідно 14,4 та 16,4% першої і третьої дослідних груп корів.

Ефективність годівлі тварин залежить як від фізіологічного стану, так і від збалансованості раціону за поживними та біологічно активними речовинами, в тому числі за мінеральними елементами живлення. Оптимізація мінерального обміну є лімітуючим фактором збільшення виробництва тваринницької продукції. Тому особливо актуальним є збагачення раціонів життєво необхідними елементами живлення. Результати досліджень показали, що

практично за однакової живої маси корів на відгодівлі середньодобові прирости живої маси були різними (табл.10). Приріст тварин дослідних груп, яким додатково до основного раціону згодовували цеолітове борошно у дозі 20 і 30 г на 1 к.од., в середньому на 16,8-18,0% перевищував показники контрольної групи корів.

Введення до основного раціону цеолітового борошна дрібного помелу в дозі 20 і 30 г на 1 к.од. супроводжується зниженням витрат кормів на одиницю приросту на 17,1 та 18,1%, з одночасним збільшенням чистого доходу. Найвища рентабельність була у першій дослідній групі (на 0,7% перевищувала показники другої дослідної групи), тваринам якої згодовували цеолітове борошно у дозі 20 г на 1 к.од. Тому економічно доцільно в умовах даного господарства коровам на відгодівлі згодовувати цеолітове борошно у дозі 20 г на 1 к.од.

Таблиця 10. Продуктивні показники корів на відгодівлі ($M \pm m$, $n = 25$)

Показники	Контроль	Дослідні групи	
		I	II
Жива маса на початку дослідження, кг	422,1±6,18	420,8±5,20	422,2±7,12
Жива маса на кінець дослідження, кг	457,4±7,14	463,2±6,18	465,2±6,48
Загальний приріст живої маси, кг	35,3±0,68	42,4±0,71*	43,0±0,59*
Середньодобовий приріст, г	392±10,18	471±10,02*	478±9,98*

*- $p \leq 0,05$ порівняно з контрольними показниками.

Вплив цеоліту на якісні показники продуктів забою

Аналізом хімічного складу найдовшого м'язу спини дослідних корів встановлено, що згодовані цеоліти сприятливо впливають на якісні показники продуктів забою. Так, у дослідній групі корів вихід сухої речовини збільшився на 0,4% за рахунок зростання на 0,4% білка та на 0,1% жиру з одночасним зменшенням на 0,15% мінеральних речовин. У м'язовій тканині дослідної групи корів вміст глікогену також зріс на 72,1мг%. Важливим показником харчової цінності м'яса є вміст в оптимальних співвідношеннях незамінних амінокислот у м'язовій тканині. Вільні амінокислоти, що містяться у м'ясі, визначають його смакові якості і аромат. У найдовшому м'язі спини контрольної групи корів, рівень вільних амінокислот є неоднаковий і коливається від 0,68 до 22,4%. Найвища концентрація глютамінової (22,4%) та аспарагінової (7,62%) амінокислот, лізину (6,84%), лейцину (5,96%), а найменша цистину (0,68%) та метіоніну (0,62%). У м'язовій тканині корів дослідної групи, яким додатково згодовували цеолітове борошно, вміст вільних амінокислот зріс на 3,08%, хоча концентрація окремих амінокислот дещо знизилась.

Якість продукції забою оцінювали за білковим якісним показником (табл. 11). За умов нашого експерименту, корекція цеолітом суттєво не впливає на концентрацію оксипроліну, однак рівень триптофану дослідної групи зріс на 21,7% відносно контролю, що дало можливість значно покращити білковий якісний показник. Аналізуючи показник білкової цінності м'яса, виявлено, що у тварин дослідної групи білковий якісний показник був на 20,6% вищим за відповідний показник контрольної групи.

Таблиця 11. Білковий якісний показник найдовшого м'язу спини дослідних корів ($M \pm m$, $n = 3$)

Показники	Контрольна	Дослідна
Триптофан, мг%	347,2 ± 9,32	422,8 ± 6,26*
Оксипролін, мг%	74,5 ± 2,16	75,2 ± 1,86
Білковий якісний показник	4,66	5,62

*- $p \leq 0,05$ порівняно з контрольними показниками.

З метою дослідження вмісту важких металів у тканинах та органах корів було проведено дослідний забій тварин (по 5 тварин з кожної групи). Концентрація важких металів у окремих

органах і тканинах значно коливається (кадмій від 0,10 до 1,05 мг/кг; свинець – 0,41-9,62 мг/кг; ртуть – 0,03-0,42 мг/кг та цинк – 12,2-98,60 мг/кг). У нирках виявлено найвищий вміст кадмію та ртуті, в кістках – свинцю, а в печінці – цинку. Слід відмітити нерівномірний розподіл мінеральних елементів у тканинах та органах, значний діапазон коливань та органно-тканинну специфіку кумуляції різних елементів, що вказує на функціонування специфічних механізмів адаптації та включення даних токсикантів у метаболічні процеси на тканинному та органному рівнях (табл.12).

Позитивний вплив на зниження вмісту важких металів в органах та тканинах корів одержано при згодовуванні тваринам дослідної групи природного сорбенту – цеоліту (20 г на 1 к.од.). Ветеринарно-санітарна експертиза туш і внутрішніх органів корів дослідної групи видимих відхилень не виявила. Фізіолого-біохімічні показники м'яса знаходилися в межах норми для даного виду тварин, а використання цеоліту не викликало негативного впливу на якість продуктів забою.

Застосування кормової добавки сприяло зниженню концентрації важких металів у органах і тканинах. Різко зменшилась кількість сполук кадмію. Концентрація його в крові, у відношенні до вихідних величин, достовірно знизилась на 43,8%, хоча вона перевищувала МДР на 44,5%. У печінці, селезінці та кістках вміст кадмію також перевищував МДР на 23,1; 49,1 та 53,9% відповідно. Під впливом природного сорбенту концентрація йонів кадмію в м'язовій тканині знизилась на 50% (була в межах МДР), а у легенях – на 5%. Високі адсорбційні властивості цеоліту проявляються у відношенні до свинцю. Так, його концентрація у органах і тканинах корів дослідної групи зменшилась на 26,8-72,7%. Концентрація свинцю у м'язовій тканині та субпродуктах знаходилась в межах МДР, однак вміст його в селезінці, а особливо в кістках, перевищує МДР.

Результати досліджень показали, що застосування кормової добавки сприяло зменшенню концентрації сполук ртуті в органах і тканинах. Залишкова кількість рухомих форм ртуті у дослідної групи тварин зменшилась на 16,7-60% і у печінці, серці, легенях, м'язах та кістках знаходилась у межах МДР, а у нирках, селезінці та крові перевищувала її відповідно на 4,8-37,5 та 62,5%.

Таблиця 12. Вміст важких металів у тканинах та органах корів ($M \pm m$, $n = 3$, мг/кг)

Тканина	Cd	Pb	Hg	Zn
До згодовування цеоліту (контроль)				
Печінка	0,59 ± 0,17	1,76 ± 0,05	0,21 ± 0,01	98,60 ± 5,99
Нирки	1,05 ± 0,06	2,94 ± 0,06	0,42 ± 0,03	24,38 ± 0,88
Серце	0,42 ± 0,03	0,74 ± 0,04	0,18 ± 0,01	20,18 ± 1,42
Легені	0,20 ± 0,02	0,58 ± 0,02	0,14 ± 0,008	28,60 ± 0,86
Селезінка	0,87 ± 0,03	1,81 ± 0,05	0,29 ± 0,01	86,10 ± 3,29
М'язи	0,10 ± 0,01	1,44 ± 0,04	0,07 ± 0,005	56,2 ± 1,55
Кров	0,16 ± 0,01	0,41 ± 0,01	0,10 ± 0,005	12,2 ± 0,33
Кістки	0,85 ± 0,06	0,62 ± 0,73	0,03 ± 0,002	62,4 ± 2,42
Після завершення згодовування цеоліту				
Печінка	0,39 ± 0,02*	0,58 ± 0,02*	0,09 ± 0,01*	96,40 ± 3,46
Нирки	0,81 ± 0,05*	1,21 ± 0,05*	0,21 ± 0,01*	31,60 ± 1,62*
Серце	0,29 ± 0,01*	0,32 ± 0,02*	0,10 ± 0,005*	26,20 ± 1,15
Легені	0,19 ± 0,01	0,28 ± 0,04*	0,08 ± 0,005*	30,9 ± 1,03
Селезінка	0,59 ± 0,03*	0,71 ± 0,05*	0,16 ± 0,01*	76,2 ± 3,69
М'язи	0,05 ± 0,005*	0,48 ± 0,03*	0,03 ± 0,005*	78,2 ± 3,23*
Кров	0,09 ± 0,01*	0,19 ± 0,01*	0,04 ± 0,005*	8,10 ± 0,52*
Кістки	0,65 ± 0,03*	1,22 ± 0,18*	0,025 ± 0,002	91,6 ± 4,45*

* - $p \leq 0,05$ порівняно з контрольними показниками.

Концентрація цинку дослідної групи корів у нирках, серці, легенях, м'язовій тканині та кістках зроста відповідно на 29,6; 29,8; 8,0; 39,1 та 46,8%, а в печінці, селезінці та крові знизилась відповідно на 2,3; 11,5 та 43,7%. У всіх органах і тканинах концентрація цинку знаходилась у МДР, лише у м'язовій тканині вона перевищувала його на 11,7%. Порівнюючи отримані дані з МДР кадмію, свинцю, ртуті та цинку, що регламентуються діючими нині "Медико-біологічними вимогами і санітарними нормами якості продовольчої сировини та харчових продуктів" (1990), слід зазначити, що досліджувані тканини та органи корів екологічно чисті за вмістом перелічених вище металів.

Додаткове введення цеолітового борошна до основного раціону корів дослідних груп супроводжувалося перерозподілом рівнів важких металів у тканинах та органах, а також збільшувалась в середньому на 14,7-18,8% їх кількість в екскрементах, з одночасним зменшенням на 4,8% їх кількості у сечі. Залишкова кількість йонів кадмію, свинцю та ртуті у м'язовій тканині та субпродуктах дослідних груп тварин була в межах максимально допустимих рівнів і відповідно на 50,0; 66,0; 57,2% у м'язовій тканині та на 21,1; 61,0; 45,9% у субпродуктах нижче відповідних рівнів контрольної групи корів.

Відомо, що оксипроліновий тест дає можливість судити про функціональний стан обміну білків сполучної тканини, в тому числі колагену, до складу якого входить 12-14% оксипроліну. Одночасно оксипролін є складовою частиною органічної матриці кісткової тканини і безпосередньо бере участь у процесах мінералізації. Дослідження оксипроліну у сироватці крові, сечі та синовіальній рідині скакових суглобів показали, що у дослідній групі його рівень нижчий за досліджувані показники контрольної групи відповідно на 6,6; 14,7 та 12,3%. Це вказує на сприятливий вплив цеоліту на обмін білків сполучної тканини та процеси мінералізації.

ВИСНОВКИ

Досліджено міграцію важких металів в окремих ланках біологічного ланцюга живлення в локальній зоні техногенного навантаження. Доведено ефективність використання цеолітового борошна в корекції кругообігу важких металів в довкіллі, їх позитивний вплив на метаболічні процеси та продуктивність корів, а також якість отриманої від них продукції.

1. Рівень йонів важких металів (Cd; Pb; Hg; Zn) в ґрунтах у радіусі понад 15 км від Миколаївського гірничо-цементного комбінату перевищує МДР. Найвища концентрація досліджуваних токсичних речовин у ґрунті зареєстрована в умовах низької швидкості повітря, підвищеної вологості. З посиленням вітру та зниженням вологості вміст важких металів значно зменшується. У холодну пору року ступінь забруднення вищий, ніж у теплу пору. Із підвищенням кислотності ґрунтів збільшується рівень доступних для рослин йонів металів, що сприяє значному нагромадженню їх рослинами.

2. Акумулятивна здатність рослин залежить від їх видових особливостей. Зелена маса конюшини та гичка цукрових буряків найбільше акумулюють кадмій; кукурудза – свинець; злакові кормові культури – цинк; солома пшенична та гичка цукрових буряків – ртуть.

3. За експериментально змодельованого сумісного забруднення ґрунту солями кадмію, свинцю та цинку (2 і 3 ГДК), надходження важких металів у вегетативну частину рослин значною мірою визначаються антагоністичними і синергічними взаємодіями токсичних елементів. Сумісний вплив йонів Pb^{2+} і Cd^{2+} підвищує акумуляцію останнього вегетативною частиною кукурудзи на 14,8%, а йони Zn^{2+} , навпаки, пригнічують її на 21,3%.

4. Внесення різних меліорантів органічної та неорганічної природи попереджує надходження важких металів до рослин, яких вирощують на забруднених ґрунтах в умовах локального антропогенного навантаження. Найбільш перспективними в цьому напрямку є меліоранти неорганічної природи – цеоліти, що володіють унікальними адсорбуючими властивостями.

5. Посилення антропогенного впливу на довкілля вимагає постійний моніторинг важких металів з метою запобігання отруєнь і підтримання резистентності та високої продуктивності

тварин. Дослідження вмісту важких металів, а особливо ртуті в крові корів у перші місяці тільності дозволить виявити і попередити можливість токсикозу та запропонувати необхідні профілактичні і лікувальні заходи.

6. Антропогенне забруднення кормів та питної води солями важких металів негативно впливає на фізіологічний стан корів, що проявляється у поганому поїданні корму, загальному пригніченні, зниженні резистентності.

7. Під впливом важких металів пригнічується функціональна активність симбіотичної мікрофлори рубця, порушується їх проліферація, морфологія і кінетика росту, що призводить до зменшення їх кількості та збільшення патогенної мікрофлори. Целюлозолітична активність мікроорганізмів пригнічується на 36,0%, зменшується на 31,8 тис/мм³ кількість інфузорій, яке супроводжується зменшенням утворення на 43,5% легких жирних кислот.

8. В локальній зоні антропогенного навантаження знижується рівень загального білка на 21,3%, зростає кількість залишкового азоту, вільних амінокислот і сечовини відповідно на 19,4; 35,8 та 108,6%. Концентрація кетонів у крові, молоці та сечі зросла на 31,8; 37,8 та 66,3% відповідно.

9. Концентрація метаболітів вуглеводного обміну в крові корів ТзОВ “Зубра”: суми цукрів, глюкози, фруктози, пірувату та неорганічного фосфору була вищою від концентрації метаболітів вуглеводного обміну в крові корів ТзОВ “Зоря” відповідно на 11,1; 66,3; 27,2; 28,5 та 37,8%, а рівень пентоз та лактату були нижчими на 26,4 і 28,5%.

10. Проведені дослідження вказують на наявність певних особливостей активності, механізмів дії та регуляції окремих ферментних систем гліколізу і ПФШ у еритроцитах, сироватці крові, органах та тканинах корів. Встановлено, що за умов нашого експерименту, активність ЛДГ, альдолази сироватки крові пригнічується на 34,5 і 24,8%, а Г-6-ФДГ, 6-ФГДГ, трансальдолази, транскетолази, альдолази, ГФІ та ФФК еритроцитів крові гальмується відповідно на 41,6; 40,9; 30,3; 28,0; 35,4; 24,8 та 16,8%. Щодо гальмування активності ферментів у органах (печінці, скелетному та серцевому м'язях), то найбільше інгібується ЛДГ з умовно сумарним відсотком 76,5%, ГФІ – 53,7%, Г-6-ФДГ – 45,7% та альдолаза – 26,9%. Ацетат свинцю в концентрації 600 мкг/л викликає значне гальмування окремих ферментних процесів гліколізу в еритроцитах крові корів.

11. В організмі лактуючих корів, які утримувались в умовах локального антропогенного забруднення, інтенсивно нагромаджуються йони Zn^{2+} ; Cd^{2+} ; Pb^{2+} ; Hg^{2+} з коефіцієнтом акумуляції відповідно 13,8; 12,5; 4,9 та 3,6%.

Акумуляція важких металів органами і тканинами має значний діапазон коливань та органно-тканинну специфіку, що вказує на функціонування спеціальних механізмів адаптації та включення токсичних елементів у метаболічні процеси на органному і тканинному рівнях.

12. Використання цеоліту як адсорбенту сприяло підвищенню зв'язування важких металів у шлунково-кишковому тракті та виведенню їх з організму тварин. Під впливом цеоліту коефіцієнт акумуляції йонів свинцю, кадмію та ртуті знизився на 40,9; 33,2 і 44,5%.

В органах і тканинах концентрація йонів Cd^{2+} знизилась на 5,0 – 43,5% ; йонів Pb^{2+} - на 26,8 – 67,1; йонів Hg^{2+} – 16,7 – 60,0%, рівень йонів Zn^{2+} знизився у печінці, селезінці і крові на 2,3; 11,5 та 43,7%, а у нирках, серці, легенях, м'язовій і кістковій тканинах, навпаки, зріс на 29,6; 29,8; 8,0; 39,1 та 46,8%. Природні цеоліти сприяли збільшенню на 13,7; 13,1; 23,6 та 2,4% рівнів важких металів (Cd^{2+} ; Pb^{2+} ; Hg^{2+} ; Zn^{2+}) у калових масах дослідних корів, з одночасним зменшенням їх на 5,2; 4,4; 13,2; 1,6% у сечі.

13. Використання цеолітового борошна дрібного помелу в кількості 30 г на 1 к.од. як кормової добавки за умов локального техногенного забруднення є найбільш оптимальною та економічно ефективною дозою, яка забезпечує підвищення молочної продуктивності корів на 15,3%, рівня білка на 0,03% та вмісту жиру на 0,11% у молоці.

Концентрація йонів кадмію, свинцю та ртуті в молоці знаходились у межах МДР, що відповідає санітарно-гігієнічним вимогам державного стандарту України (ДСТУ 3662-97”Молоко коров'яче незбиране”).

14. Згодовування цеолітового борошна у дозі 20 г на 1 к.од. протягом відгодівлі корів, дозволяє одержати екологічно чисту продукцію забою корів за умов підвищеної кількості важких металів у кормовому раціоні. Використання цеоліту позитивно впливає на процеси обміну білків, перерозподіл фракцій глобулінів, що позитивно відбивається на фізіологічному стані тварин, показниках приросту (середньодобовий приріст зростає на 16,8-18,0%) та білкового якісного показника продуктів забою, який зріс на 20,6%.

15. Дія природних цеолітів проявляється у здатності регулювати ферментні системи рубцевого метаболізму, що супроводжується активацією анаболічних процесів у організмі жуйних тварин, які позитивно впливають на формування їх продуктивних якостей.

Згодовані цеоліти частково відновлюють активності окремих ферментних систем гліколізу та ПФШ перетворення вуглеводів як в еритроцитах, так і в органах корів. Так, при згодовуванні коровам дослідної групи цеолітового борошна в дозі 30 г на 1 к.од в еритроцитах активності Г-6-ФДГ та 6-ФГДГ відновлюються відповідно на 34,2 і 36,8%, трансальдолази та транскетозази – на 10,0 і 7,9%, а ЛДГ – 50,0% (печінка –28,6, серцевий м'яз – 12,5, скелетний м'яз – 8,9%), ГФІ, Г-6-ФДГ, альдолаза відповідно 29,1, 26,4 та 12,6% (печінка – 21,1, 16,2 та 7,7%, серцевий м'яз – 7,3, 6,7 та 2,3%, , скелетний м'яз – 0,7, 3,5 та 7,2%). В експериментальних умовах внесений цеоліт запобігає гальмуванню ацетатом свинцю використання фруктозо-1, 6-дифосфату на 36,2%, приросту лактату на 27,5%, неорганічного фосфору та глюкози відповідно на 66,6 та 81,2%.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. З метою попередження захворювань сільськогосподарських тварин та одержання екологічно чистої продукції тваринництва, потрібно проводити систематичний контроль за міграцією важких металів у трофічному ланцюгу: ґрунт – рослина – корм – тварина – продукція.

У структурі посівних площ більшу увагу слід приділяти посівам люцерни та злаків на зелений корм, які в умовах антропогенного навантаження більш стійкі до нагромадження важких металів.

2. Для попередження надходження важких металів у вегетативну частину кормових культур доцільно використовувати природний сорбент цеоліт у дозі 20 т на гектар шляхом рівномірного розсіювання під зяблеву оранку, який не призводить до змін у традиційних технологіях вирощування кормових культур, підвищує якість рослинної продукції та забезпечує збереження родючості ґрунтів.

3. При виробництві екологічно чистого молока та яловичини, які відповідали б ветеринарно-санітарним та гігієнічним вимогам і були придатними для виробництва продуктів харчування, рекомендовано згодовувати природний адсорбент – цеоліт у дозі 30 г на 1 к.од. протягом лактації та 20 г на 1 к.од. впродовж відгодівлі, що дасть змогу знизити рівні важких металів у молоці та тканинах тварин до МДР.

Використання дешевої мінеральної сировини та проста технологія виготовлення забезпечує низьку собівартість кормової добавки, широкий рівень застосування і доступність як для фермерських, так і для колективних сільськогосподарських господарств.

СПИСОК РОБІТ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. **Буцяк В.І.** Вуглеводи та їх метаболізм у тварин: Навчальний посібник, рекомендований до друку навчально-методичною комісією Міністерства аграрної політики України, протокол №3 від 15.02.2002.-Львів. 2002.-115с.

2. Кравців Р.Й., **Буцяк В.І.** Трансформація важких металів ґрунтами за умов техногенного навантаження //Сільський господар.-2002.-№1-2.-С.5-8. *(Здобувач провів дослідження вмісту важких металів у локальній зоні антропогенного забруднення, а також вивчив закономірності їх міграції залежно від джерела забруднення)*

3. Кравців Р.Й., **Буцяк В.І.** Вплив антропогенного фактору на вміст важких металів у кормових культурах //Біологія тварин.-2002.-Т.4, №1-2.-С.189-192. *(Здобувач забезпечив*

організацію дослідю, провів дослідження про коефіцієнт трансформації важких металів кормовими рослинами)

4. **Буцяк В.І.** Дослідження комбінованого впливу важких металів на процеси трансформації іонів кадмію // Науковий вісник Львівської державної академії ветеринарної медицини імені С.З.Гжицького.-2002.-Т.4(№2), ч.4.-С.3-5.

5. **Буцяк В.І.** Міграція рухомих форм важких металів у вегетативну масу рослин на фоні дії цеоліту // Вісник Полтавської державної аграрної академії.-2002.-№2-3.-С.29-30.

6. Кравців Р.Й., **Буцяк В.І.** Вплив цеолітів на процеси гліколізу в еритроцитах крові корів за умов дії ацетату свинцю // Науковий вісник Львівської державної академії ветеринарної медицини імені С.З.Гжицького.-2002.-Т.4, №1.-С.68-70. *(В умовах in vitro здобувачем досліджено вплив цеоліту на інгібування ацетатом свинцю процесів гліколізу в еритроцитах корів)*

7. Кравців Р.Й., **Буцяк В.І.** Вплив цеолітів на рухомі форми важких металів у ґрунті та кумуляція їх рослинами // Сільський господар.-2002.-№7-8.-С.6-7. *(Здобувач забезпечив проведення дослідю, дослідив адсорбуючі властивості цеоліту, використання якого обмежує кумуляцію важких металів рослинами, підготував статтю до друку)*

8. **Буцяк В.І.** Трансформація важких металів із корму в молоко на тлі дії цеоліту // Вісник Сумського національного аграрного університету.-2002.-Випуск 6.-С.585-588.

9. **Буцяк В.І.** Кумуляція важких металів кормовими культурами у локальних зонах антропогенного забруднення // Науковий вісник Львівської державної академії ветеринарної медицини імені С.З.Гжицького.-2002.-Т.4(№2), ч.5.-С.21-26.

10. **Буцяк В.І.** Сорбційна активність і профілактична ефективність цеолітів у живленні корів // Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. – Львів-Оброшино, 2002.-Випуск 44.-С.119-124.

11. **Буцяк В.І.** Вплив меліорантів органічної та неорганічної природи на трансформацію важких металів рослинами // Збірник наукових праць Уманської державної аграрної академії.-2002.-№55.-С.19-25.

12. Макух Є.М., **Буцяк В.І.** Тканинні особливості активності окремих НАДФ- і НАД-залежних дегідрогеназ у корів // Науковий вісник Львівської державної академії ветеринарної медицини імені С.З.Гжицького.-2002.-Т.4, №1.-С.12-14. *(Здобувач брав участь в узагальненні даних літератури про метаболізм вуглеводів у різних тканинах корів і підготував статтю до друку)*

13. Кравців Р.Й., **Буцяк В.І.** Вплив важких металів на метаболізм вуглеводів та активність ферментів у крові корів // Вісник аграрної науки.-2003.-№2.-С.43-46. *(Здобувачем проведено узагальнення результатів досліджень метаболізму вуглеводів та ферментних систем переамінування в організмі корів і підготував статтю до друку)*

14. **Буцяк В.І.** Вплив цеолітів на активність ферментів пентозо-фосфатного шляху перетворення вуглеводів в еритроцитах крові корів за умов техногенного навантаження // Науковий вісник Львівської державної академії ветеринарної медицини імені С.З.Гжицького.-2003.-Т.5(№2), ч.2.-С.15-19.

15. **Буцяк В.І.** Активність деяких ферментів гліколізу у крові корів за умов антропогенного навантаження солями важких металів // Науковий вісник Львівської державної академії ветеринарної медицини імені С.З.Гжицького.-2003.-Т.5(№2), ч.3.-С.15-19.

16. **Буцяк В.І.** Негативна дія солей свинцю та ртуті на репродуктивні функції корів // Тваринництво України.-2003.-№8.-С.11-12.

17. Кравців Р.Й., **Буцяк В.І.** Вплив важких металів на активність ферментів перетворення вуглеводів у еритроцитах корів // Сільський господар.-2003.-№5-6.-С.9-10. *(Здобувач забезпечив проведення дослідю і відбір матеріалів для біохімічних досліджень, дослідив вплив важких металів на інтенсивність метаболічних процесів перетворення вуглеводів у еритроцитах корів, підготував статтю до друку)*

18. **Буцяк В.І.**, Буцяк Г.А. Вплив цеоліту на якісні показники продуктів забою та обмін білків сполучної тканини // Сільський господар.-2003.-№7-8.-С.10-12. *(Здобувач дослідив вплив*

цеолітового борошна на метаболічні процеси обміну білків сполучної тканини та якісні показники продуктів забою і підготував статтю до друку)

19.Кравців Р.Й., **Буцяк В.І.** Вплив кормової добавки на амінокислотний склад крові корів за умов техногенного навантаження//Науковий вісник Львівської національної академії ветеринарної медицини імені С.З.Гжицького.-2003.-Т.5(№3), ч.2.-С.48-54. *(Здобувачем проведено узагальнення результатів дослідження впливу мінеральної кормової добавки на амінокислотний склад крові корів)*

20.**Буцяк В.І.**, Кравців Р.Й. Вплив цеолітів на трансформацію важких металів органами і тканинами корів за умов антропогенного навантаження// Біологія тварин.-2003.-Т.5, №1-2.-С.306-310. *(Здобувач дослідив корекцію кормової мінеральної добавки на трансформацію важких металів органами та тканинами корів)*

21.Кравців Р.Й., **Буцяк В.І.** Використання цеолітів за хронічної інтоксикації жуйних//Сільський господар.-2003.-№9-10.-С.4-6. *(Здобувач забезпечив організацію дослідів, провів узагальнення результатів дослідження і підготував статтю до друку)*

22.**Буцяк В.І.** Вплив доквілля на активність ферментів обміну вуглеводів у тканинах корів//Науковий вісник Львівської національної академії ветеринарної медицини імені С.З.Гжицького.-2003.-Т.5(№3), ч.4.-С.80-85.

23.**Буцяк В.І.** Вплив важких металів на активність трансальдолази та транскетолази в еритроцитах крові корів//Збірник наукових праць Харківської державної зооветеринарної академії “Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини”. - 2003.-В. 11(35), ч.2.-С.327-331.

24.**Буцяк В.І.** Вплив важких металів на метаболізм вуглеводів у корів //Науковий вісник Дніпропетровського державного аграрного університету.-2003.- № 2.-С.124-126.

25.**Буцяк В.І.** Використання цеолітів у раціонах корів за умов антропогенного забруднення//Науковий вісник Львівської національної академії ветеринарної медицини імені С.З.Гжицького.-2003.-Т.5, (№4).-С.12-16.

26.**Буцяк В.І.** Морфо-біохімічні показники крові корів за умов антропогенного навантаження//Сільський господар.-2003.-№ 11-12.-С.12-14.

27.Кравців Р.Й., **Буцяк В.І.** Вплив важких металів на продуктивність та обмін речовин у лактуючих корів//Вісник аграрної науки. - 2004.-№1.-С. 29-31. *(Здобувач забезпечив проведення дослідів і відбір матеріалу для біохімічних досліджень, дослідив вплив важких металів на симбіотичну мікрофлору рубця та анаеробні та аеробні процеси перетворення вуглеводів, підготував статтю до друку)*

28.Деклараційний патент України UA 61795 7 A01G29/00 Спосіб запобігання нагромадженню солей важких металів зеленою масою кормових культур в умовах техногенного забруднення/Кравців Р.Й., **Буцяк В.І.**, Буцяк Г.А.- Заявлено 30.04.2003, Опубл. 17.11.2003, Бюл.№11.-2 с. *(Дисертант вивчив оптимальні дози використання адсорбенту та дослідив ефективність їх використання)*

29.Деклараційний патент України UA 63334 А 7 А01К67/02, А23К1/00 Спосіб підвищення продуктивності і одержання високоякісної продукції великої рогатої худоби в умовах техногенного навантаження солями важких металів/Кравців Р.Й., **Буцяк В.І.**- Заявлено 04.04.2003, Опубл. 15.01.2004, Бюл.№ 1.-2 с. *(Пошукувач провів експериментальні дослідження щодо визначення оптимальної дози природних адсорбентів для корів різного напрямку продуктивності)*

30.**Буцяк В.І.**, Кравців Р.Й. Використання цеолітів як адсорбентів важких металів у локальній зоні антропогенного навантаження/Методичні рекомендації схвалені та рекомендовані до видання на засіданні секції виробництва та переробки продукції тваринництва і птахівництва науково технічної ради Міністерства аграрної політики України, протокол № 6 від 9 грудня 2003, Київ, 2003.-25с. *(Здобувачем розроблено методику використання адсорбентів з метою попередження надмірного надходження важких металів до організму корів)*

Буцяк В.І. Фізіолого-біохімічний статус корів при забрудненні доквілля важкими металами та способи зниження їх надлишку в організмі. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальностями 03.00.13 – фізіологія людини і тварин та 03.00.16 – екологія.- Львівська національна академія ветеринарної медицини імені С.З.Гжицького, Львів, 2004.

Дисертація присвячена вивченню моніторингу важких металів у трофічному ланцюгу живлення та особливостей нагромадження важких металів у ґрунті, надходження їх у вегетативну частину рослин, трансформацію токсикантів органами і тканинами корів, а також їх вплив на фізіологічні показники та продуктивність тварин. Це зумовлено, насамперед, високим вмістом важких металів у кормах, вирощуваних у зонах техногенного забруднення, що призводить до порушення обміну речовин. Продуктивність тварин знаходиться у прямій залежності від інтенсивності обміну речовин, який у значній мірі визначається генетичним потенціалом, що проявляється фенотипово і залежить від ефективного використання поживних речовин раціону, умов утримання та факторів зовнішнього середовища.

Встановлено, що рослини володіють селективною здатністю нагромаджувати важкі метали. Комбінована дія йонів свинцю та кадмію підсилює трансформацію рослинами кадмію, а йони цинку, навпаки, пригнічують її. Використання цеолітового борошна дрібного помелу, як кормової добавки у дозі 20 і 30 г на 1 к.од. у раціоні корів на відгодівлі та лактуючих корів дозволило зменшити рівень свинцю, кадмію та ртуті в органах і тканинах до концентрацій, що не перевищували МДР, а також підвищити молочну (на 15,3%) та м'ясну (на 18,8%) продуктивність тварин з одночасною нормалізацією фізіолого-біохімічних та метаболічних процесів в організмі тварин.

Ключові слова: велика рогата худоба, важкі метали, моніторинг, трофічні ланцюги живлення, адсорбенти, метаболічні процеси.

Буцяк В.И. Физиолого-биохимический статус коров при загрязнении окружающей среды тяжёлыми металлами и способы снижения их излишка в организме. - Рукопись.

Диссертація на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук по специальностям 03.00.13 – физиология человека и животных; экология – 03.0016. - Львовская национальная академия ветеринарной медицины имени С.З.Гжицкого, Львов, 2004.

Диссертація посвящена моніторингу тяжёлых металлов в трофической цепи питания и особенностей накопление металлов в почве, поступление их в вегетативную часть растений, трансформацию токсикантов органами и тканями коров, а также их влияние на физиологические показатели и производительность животных. Это обусловлено, прежде всего, высоким содержанием тяжёлых металлов в кормах, выращиваемых в зонах техногенного загрязнения, которое приводит к нарушению обмена веществ. Производительность животных находится в прямой зависимости от интенсивности обмена веществ, которое в значительной степени определяются генетическим потенциалом и зависит от эффективного использования питательных веществ рациона, условий содержания и факторов внешней среды.

Установлено, что растения владеют селективной способностью накапливать тяжёлые металлы. Комбинированное действие ионов свинца и кадмия усиливает трансформацию растениями кадмия, а ионы цинка, наоборот, угнетают ее. Использование цеолитовой муки, как кормовой добавки в дозе 20 и 30 г на 1 к.ед. в рационе коров на откорме и лактирующих коров способствует уменьшению уровня свинца, кадмия и ртути в органах и тканях к концентрациям, которые не превышали МДУ, а также повысить молочную (на 15,3%) и мясную (на 18,8%) продуктивность животных с одновременной нормализацией физиолого-биохимических и метаболіческих процессов в организме животных.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, тяжёлые металлы, мониторинг, трофические цепи питания, адсорбенты, метаболіческие процессы.

Butsyak V.I. Physiological and biochemical status of cows under the contamination environment by heavy metals and means of decline of their surplus in the organism.- Manuscript.

The dissertation for a scientific degree of doctor of agricultural sciences from speciality 03.00.13 – physiology of human and animal and 03.00.16 - ecology. - Lviv S.Z.Gzhytskyj National Academy of Veterinary Medicine, Lviv, 2004.

Dissertation is devoted to the monitoring of heavy metals in the system of the trophic chain of feed, and the development and use of optimal doses of zeolite with the purpose of decline of level of heavy metals in vegetative part of plants, in organs and tissues of animals. It is determined, that the plants own selective power to accumulate heavy metals. From all experimental forages green mass of alfalfa in the most firm culture to piling up of heavy metals. Among used meliorantes of organic and inorganic nature the zeolite is the most effective which does not cause the native changes in traditional technologies of growing of green crops, provides saving and rise of fertility of soils and improves quality of forages, lowering the level of heavy metals in them. The combined action of ions Pb^{2+} and Cd^{2+} strengthens transformation by the plants Cd^{2+} , and ions Zn^{2+} , in contrary, repress this process.

The results of investigations show, that feeds are the main source of heavy metals for the organism of cows. However, in the organism of cows the transformation of heavy metals has definite regularities (coefficient of transformation Zn^{2+} - 13,8%; Cd^{2+} - 12,5%; Pb^{2+} - 4,9%; Hg^{2+} - 3,6%). In rumen liquid pH is increased on 33,3 per cent in experimental group of cows. The rise of pH to 8,24 inhibits functional activity of symbiotic microflora, negatively affects their proliferation, morphology and kinetics of growth, that leads to reduction of useful and development of pathogenic microorganisms. And, as a result, cellulolytic activity of microorganisms is oppressed on 36% that decreased to 31800 cells/mm² quantity of protozoa comparatively with the control. The given disorders are accompanied by reduction on 43,5% the production of volatile fatty acids (VFA). Heavy metals from the digestion tract are transformed by the organism of cows and their concentration in blood predominate over MDC by cadmium – on 42,1; by lead – 36,4; mercury – 29,8 and by zinc – 14,8%.

The use of zeolyte flour of small grade, as mineral addition to the ration positively affects on the physiology state and productivity of cows. Under the influence of zeolite the period of intensity of milk production (milk production grows on 15,3%), level of albumin (to 0,03%) and content of fat (to 0,11%) is increased. Quantity of excreted lead with milk diminished to 56,8%, cadmium – to 22,5% and mercury – to 50,0%. It is established, that a fed zeolite provides the rise on 18,0% average daily increase of weight in cows on fattening, favours the redistribution of levels of heavy metals in organs and tissues, and increase their amount in excrements (on 14,7 – 18,8%). The remaining quantity of ions Cd^{2+} , Pb^{2+} and Hg^{2+} in muscular tissues and subproduct was within the limits of maximally possible levels and on 50,0; 60,0; 57,2% correspondingly in muscular tissues and on 21,1; 61,0; 45,9% in subproduct below levels in control group of cows. Fed zeolites favourably affect on productive qualities of fattened cows: the output of dry matter of the longest muscle of back was increased on 1,7%; the level of glycogen grew on 17,2%; albumin-high-quality index on 21,7%.

Correction of forage ration by zeolite prevented the development of chronic intoxication by the heavy metals of animals organism. So, level of erythrocytes and haemoglobin were increased on 16,9 and 17,9% and was within the limits of physiological norm, with simultaneous decrease of level of leucocytes on 23,7%. Activities ATP-are, ceruloplasmin and alkaline phosphatase were higher on 36,6; 13,2 and 33,3% for the indexes of the first experimental group. The contents of calcium made 2,52 mmol/l and was higher on 17,7%, level of inorganic phosphorus (1,56 mmol/l), that accordingly was below on 14,1% from the indexes of the first experimental group.

Feeding of zeolite flour favourably affects on protein and carbohydrate metabolism. So, in the whey of blood of the second experimental group of animals, the contents of total proteins grew on 15,2%, the level of free amino acid and urea diminished accordingly on 16,8 and 48,3%. The contents of essential amino acid decrease on 13,1%, but was higher than in control on 10,8%. The contents of alanine was increase on 18,1% and was near to these indexes in control group. The level of glucose and pyruvate in the blood of the II experimental group decrease accordingly on 32,2 and 17,3%, and the contents of lactic acid grew on 25,5% comparatively with this index in the first experimental group, that testifies about the stimulation of processes of glycolysis. The de-Ritis coefficient in the second experimental group grew on 12,2%, however was on 1,9% below than in control. Taking into account the data about contents of proteins, remaining nitrogen, urea, free amino acids, metabolites of

carbohydrate metabolism and **about** the activity of aminotransferases, and also taking into account, that the changes of the given parameters equalized to the physiological **norm**. It is possible to consider that zeolites **perform** the role of **positive** regulator of metabolism of nitrogen compounds and carbohydrates.

The peculiarity of heavy metals action on the organism of animals in the **sum** of metabolic changes and disturbance develop **directly** under their action, **as a result of** inclusion of the systems of **regulation** of homeostasis both on neurohumoral, and cellular levels. Feeding to the dairy cows of zeolite as sorbent **favourably** affects on the metabolic **profile** of glycolysis and pentosophosphate way of **transformation** of carbohydrates, both in erythrocytes, and in liver, skeletal and **cardiac** muscles. However, the influence of **heavy** metals on activity of enzymes is not the same in **different** organs and erythrocytes, that it is conditioned by their definite functional features. The restoration of enzymes activity is **linked** both with sorbic, ionoechangable, and by other useful to the metabolic processes **properties** for zeolites.

Key words: cattle, heavy metals, monitoring, trophic chains of feed, adsorbents, metabolic processes.