

Пахалюк Дмитро Віталійович  
Екотоксичний вплив кадмію на органи жуйних тварин та заходи його  
корекції  
Ecotoxicological impact of cadmium on the organs of ruminant animals and corrective  
measures.

2024

Львівський національний університет природокористування

Пахалюк Д.В.

Кваліфікаційна робота.

Львів, 2024, 78 с.

жуйні тварини, екотоксикологія, важкі метали  
ruminants, ecotoxicology, heavy metals

Екологічні аспекти поведінки важких металів в ґрунті, перехід вказаних поллютантів в продукцію рослинництва та тваринництва – важливе питання при виробництві екологічно чистої продукції рослинництва та тваринництва.

Основним завданням дипломної роботи було дослідження умов переходу кадмію в продукцію тваринництва, а зокрема органи і тканини жуйних.

Встановлено, що при тривалому надходженні невисоких доз кадмію в організмі тварин відбувається взаємодія елемента з іншими двовалентними металами, як у процесі всмоктування так і на тканинному рівні, змінюється метаболізм мікроелементів, знижується інтенсивність використання поживних речовин, синтез енергетичних запасів та підвищуються процеси катаболізму.

## ВСТУП

**Актуальність роботи.** Серед пріоритетних забруднювачів біосфери, що потребують постійного контролю у довкіллі, програмою глобального моніторингу ООН визнаний кадмій (2).

Розміщення на території західного регіону України в Яворові, Роздолі, Стебнику гірничо-хімічних підприємств, у Добротворі, Бурштині ТЕС, у Сокалі заводу хімволокна і зосередження на даній території відходів видобутку та збагачення вугілля, у Жидачеві целюлозно-паперового заводу та інших підприємств зумовлюють утворення локальних техногенних провінцій індустриального походження (1). Забрудненню довкілля сприяє інтенсивна хімізація сільськогосподарського виробництва (3). Щорічно у ґрунти України вноситься 170 тисяч тон пестицидів, 150 тисяч тон мінеральних добрив, а разом з ними надходить 400 тон кадмію. При порушенні екологічного стану угідь дослідженнями встановлено формування якісно нових біогеохімічних провінцій із підвищеним у кормах МДР важких металів та зниженням вмісту окремих біотичних мікроелементів.

Таким чином, через погіршення екологічної ситуації все актуальнішим стає питання вивчення можливості безпечного ведення тваринництва у біогеохімічних зонах та на територіях, що зазнали техногенного впливу [4, 8,]. Однією з центральних ланок у біологічному кругообігу кадмію є тварини – джерело продуктів харчування, з якими елемент потрапляє в організм людини. Висока лабільність металу в обмінних процесах потребує врахування багатьох факторів: вміст кадмію у кормах та воді, інтенсивність всмоктування у шлунково-кишковому тракті, надходження в організм і перерозподіл між органами та тканинами, антагоністичні, синергістичні впливи інших елементів (20).

**Наукова новизна.** На сучасному етапі наукових досліджень токсичність кадмію не можна розглядати без врахування збалансованості раціону щодо мінеральних речовин. Завданням нашої роботи полягало у визначенні залежності накопичення та токсичної дії кадмію в організмі жуйних від вмісту мінеральних речовин у кормах.

Основні результати. Встановлено підвищення токсичності кадмію і більш високу кумуляцію в організмі на фоні споживання тваринами раціонів, дефіцитних за кальцієм, міддю, залізом, кобальтом та цинком. Одночасно отримано підтвердження зміни ступеня токсичності кадмію при надходженні інших металів. Дані дозволяють передбачити, що в процесі всмоктування кадмію мають місце певні конкурентні взаємовідношення між двовалентними металами за ендogenous фактори.

Нестача біотичних мікроелементів у раціоні і відносно невисока біологічна доступність (1–25%), антагоністичні властивості між ними, утворення нерозчинних комплексних сполук, а також неадекватність стандартних преміксів до господарських та біогеохімічних особливостей індустриальних зон є однією з важливих причин низької продуктивності тварин та невисокої якості їх продукції

**Практичне значення.** Хелатні сполуки мікроелементів з амінокислотами легко проникають крізь клітинні мембрани та, конкуруючи з важкими металами, витісняють їх з метаболізму. Використання мікроелементів хелатного комплексу дозволяє проводити цілеспрямований вплив на обмін речовин і енергії, корегувати дефіцит тих чи інших біологічно активних речовин, підвищувати резистентність, продуктивність, відтворювальні функції тварин та отримувати високоякісну в екологічному відношенні продукцію.

# 1. КОЛООБІГ КАДМІЮ В ПРИРОДНИХ ТА ШТУЧНИХ ЕКОСИСТЕМАХ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

## 1.1. Кадмій – екологічні аспекти

Кадмій – другий елемент тріади II-б групи періодичної системи елементів. Вперше виявлений у карбонаті цинку 1817 року Штромаером. Атомна маса 112,40. Метал існує у вигляді 8-ми стабільних ізотопів з масовими числами 106 (1,215%), 108 (0,875%), 110 (12,39%), 111 (12,78%), 112 (24,07%), 113 (12,26%), 114 (28,86%), 116 (7,58%) [12].

Елемент широко розповсюджений у земній корі, його кларк становить  $2 \cdot 10\%$ . Вважають, що середній вміст кадмію становить 0,18 мг/кг [13, 14]. Найчастіше елемент акумулюється у поліметалічних рудах. Дуже рідко зустрічається самостійний мінерал - гринокіт (CdS), ще рідше виявляють карбонат кадмію – отавит (Cd [CO<sub>3</sub>]). Середній вміст металу у невулканічному ґрунті коливається від 0,01 до 1 мг/кг, у вулканічному – досягає до 4,5 мг/кг. Проте, фонові концентрації елементу не перевищують 0,5 мг/кг, більш високий вміст є показником антропогенного впливу [16].

У ґрунтах України, на територіях, де відсутні джерела забруднення, вміст кадмію в межах 0,01-2,5 мг/кг і, в основному, не перевищує 1 мг/кг.

Внаслідок вивітрювання та ерозії великі кількості елементу переносяться річками у Світовий океан, що є основним джерелом надходження металу у глобальний кругообіг. Щорічне надходження цим шляхом складає 15 000 т. Середня концентрація розчинних форм Cd у воді Світового океану становить 0,11 мкг/л, у річкових водах – 0,2 мкг/л. Фоновий вміст елементу у воді прісноводних об'єктів не піднімається вище 1 мкг/л, а у забруднених районах коливається в межах 1,0-10 мкг/м<sup>3</sup> [20]. Питна вода у промислово-розвинених країнах містить в середньому 1 мкг/л Cd. Гранично допустима концентрація встановлена ВОЗ – 10 мкг/л, для води водойм, що використовуються рибогосподарствами – 5 мкг/л. [8].

Згідно даних ВОЗ у незабрудненому атмосферному повітрі над океаном середня концентрація кадмію складає 0,0005 мкг/м<sup>3</sup>, у сільських місцевостях до

0,05 мкг/м<sup>3</sup>, у районах розміщення підприємств і промислових містах – до 0,3- 0,6 мкг/м<sup>3</sup>. Для міст без сільськогосподарського використання територій і промислових центрів рекомендуються, як безпечні рівні 0,01 – 0,02 мкг/м<sup>3</sup>, для сільських районів – 0,01- 0,005 мкг/м<sup>3</sup> [8]. В країнах членах ЄЕС вміст металу у атмосфері сільських місцевостей складає 0,001 – 0,005 мкг/м<sup>3</sup>; міст – 0,005-0,015 мкг/м<sup>3</sup>. Гранично допустима середньодобова концентрація елементу у повітрі населених пунктів встановлена у США – 0,001 мг/м<sup>3</sup> [14]. Кадмій видаляється з атмосфери шляхом осадження з опадами. Вважають, що типовий рівень осадження на сільськогосподарські землі в країнах ЄЕС складає 3 г/га на рік і визначається в межах від 2 г (Швеція) до 19 г (Бельгія); у США – 21 г на 1 га. Основним природнім джерелом надходження кадмію в атмосферу вважають вулканічну діяльність. Глобальний річний потік оцінюють величиною 100 – 500 т [18]. Проте, у світовому масштабі на долю викидів кадмію, внаслідок природних процесів, припадає лише 10 – 15 % від загальної кількості [13].

Вагоме потенційне значення належить антропогенним процесам: інтенсивному розвитку промисловості, нераціональному використанню природних ресурсів та урбанізації життя суспільства [1, 17].

Джерелами забруднення довкілля елементом є підприємства кольорової металургії, машинобудівної, електротехнічної, хімічної, хіміко-фармацевтичної і легкої промисловості, а також процеси спалювання палива [20]. Передбачають, що в майбутньому більше 50 відсотків кадмію буде припадати на виробництво колекторів сонячних батарей [20]. Сьогодні метал широко використовується, як гальванічне покриття для надання блиску та корозійної стійкості деталям, що знайшли застосування у автомобільній та авіаційній промисловості, радіо - та телевізійній техніці, побутових приладах, пакувальних матеріалах . Сульфід кадмію та сульфоселенід кадмію використовуються, як барвники при виробництві пластмас, кераміки, фарб, облицювальних матеріалів; стеарати – як стабілізатори при виробництві поліхлорвінілових пластмас; кадмієві пігменти – при фарбуванні транспортних засобів, обробці високоякісних промислових виробів. Метал використовується при виробництві електричних акумуляторів, для покриття

кінескопів, флуоресцентних ламп, рентгенівських екранів, катодно-променевих трубок . Кадмій отримують, як побічний продукт при рафінуванні міді, свинцю та цинку, тому людство добуваючи ці метали протягом кількох століть, забруднювало довкілля кадмієм [5].

Промислова діяльність людини не лише створює новий напрямок міграції металів, але й суттєво змінює її форму. Так, у природі, в основному, відбувається водна та біологічна міграція металів, а внаслідок процесів техногенезу особливого значення набуває повітряна міграція [16]. Наростаючий антропогенний вплив на довкілля порушує природні механізми самовідновлення екосистеми, як наслідок – систематичне розсіювання важких металів через атмосферу, у вигляді аерозолів, обумовлює глобальну комплексну поліелементну хімізацію ґрунтового покриву та вод Світового океану [15, 16]. Поряд із загальним техногенним фоном, що охоплює великі площі, поблизу більшості промислових об'єктів формуються якісно нові локальні біогеохімічні провінції, різні за площею та інтенсивністю забруднення важкими металами. Їх характерною особливістю є висока динамічність та нестабільність параметрів, що обумовлено атмосферою міграцією. Проте, встановлено чітку залежність між вмістом металів і розмірами техногенних аномалій, які, в свою чергу, визначаються інтенсивністю та тривалістю дії джерела забруднення .

Вагоме значення у забрудненні атмосфери належить металургійному виробництву, на долю якого припадає приблизно 7,9 тис. т/рік. Загальна частка кадмію, що надходить у атмосферне повітря з викидами підприємств, оцінюється 8-11 тис. т/рік [16]. Внаслідок спалювання 1 кг вугілля в атмосферу надходить 1-2 мг Cd, 1 кг нафти – від 0,07 до 0,5 мг елементу . Щорічно у всьому світі з димовими газами електростанцій та промислових котелень викидається в повітря до 1000 т Cd, при спалюванні міських відходів та деревини – 0,3 тис.т/рік [8, 16].

В Україні промисловість щорічно викидає в атмосферу понад 10 млн тон токсичних сполук. У 1991 році в повітряний простір України з різних джерел надійшло 14,3 млн тон забруднюючих речовин, серед яких і важкі метали .

Інтенсивна хімізація сільського господарства, при низькій культурі

застосування пестицидів та мінеральних добрив, є додатковим джерелом надходження кадмію у ґрунти та включення у глобальний кругообіг [15]. Дослідженнями встановлено кореляційну залежність між вмістом металу у ґрунтах та внесенням мінеральних добрив [14,19]. Розрахункова величина щорічного внесення елементу у ріллю з фосфатними добривами для країн ЄЕС складає 5 г/га . У ґрунти України щорічно вноситься 17 000 т пестицидів і 15 000 т мінеральних добрив, а разом з ними 400 т Cd [19]. Застосування осадів міських стоків, як добрива, є значним джерелом забруднення металом ґрунтів. Для Великобританії розрахункова величина складає 80 г/га. Однак, на національному та регіональному рівнях, це надходження є значно меншим, порівняно з внесенням фосфатних добрив або осадженням з атмосфери.

Ґрунтовий покрив має здатність до акумуляції важких металів, при цьому найбільші концентрації і особливо сильна фіксація характерні для верхнього гумусного горизонту, тобто найбільш родючого шару. Білалов А. і співавтори оцінюють вміст кадмію в ґрунті наступним чином: до 1,5 мг/кг – слабкий рівень забруднення; 1,5 мг/кг – помірний; концентрація 3 мг/кг ґрунту згубна для рослин. В ґрунтах кадмій присутній у різних формах: у ґрунтовому розчині в формі вільних катіонів і асоціатів з компонентами розчину, в твердій частині ґрунтової маси – в формі обмінних катіонів і їх заряджених комплексних сполук адсорбованих на поверхні ґрунтових часточок ізоморфних сумішей в структурах глинистих мінералів, гелів Fe, Al та Mn, а також у формі власних мінералів і стійких осадів малорозчинних солей [8].

В ґрунтах з низькою катіонною ємністю (через невеликий вміст мулу та гумусу) адсорбція токсиканта невелика . Рухомість металу в такому ґрунті висока [7]. Кислі ґрунти мають нижчу здатність утримувати важкі метали, ніж нейтральні. Українські чорноземи з високим вмістом органічної речовини та насиченістю основами є найбільш буферними до деградуючого впливу промислових викидів. Проте, в умовах техногенного забруднення, з чорноземів вимивається у 2-3 рази більше мінерального Na, K, Fe, фосфатів Ca та легко окислювальних речовин [20]. Зміни, що відбуваються у ґрунтах за дії важких металів характеризуються

порушенням діяльності ґрунтової мікрофлори, сповільненням гуміфікації рослинних решток, погіршенням структури ґрунту тощо . У зонах техногенного забруднення формуються нові “антропогенні ґрунти” зі зміненими властивостями, що ускладнює або робить неможливим їх використання для сільськогосподарського виробництва [17].

В рослинному покриві континентів вміст кадмію коливається в межах 0,03-0,3 мкг/г сухої речовини [18]. В умовах забруднення атмосферного повітря виявлено підвищення концентрації елемента у рослинах на 0,02-0,4 мг/кг, що становить 20-60 % від загального вмісту [9]. Коефіцієнт переходу з ґрунту в рослини становить 0,04 мг/кг [6]. Позитивна роль кадмію у біохімічних і фізіологічних процесах рослин дослідженнями багатьох авторів не виявлена. Токсична дія металу викликає порушення ферментативної активності, що пояснюють високою спорідненістю іонів кадмію із сульфгідрильними, фосфатними групами та боковими ланцюжками протеїнів [21]. Виявлено, що даний метал порушує симбіоз мікроорганізмів і рослин та інгібує відновлення  $\text{NO}_2$  до  $\text{NO}$  .

На надходження кадмію у рослини впливає ряд факторів, серед яких розчинність сполук елемента, рН ґрунту, вміст органічних речовин та інших металів у ґрунті. Експериментально підтверджено, що вміст кадмію у рослинах при концентрації елемента 10 мкг/кг у ґрунті з нейтральним рН зростає в 2 рази з кислим – в 44 рази. Між дозою внесеного в ґрунт елемента і вмістом в зеленій масі та зерні спостерігається пряма, але не пропорційна залежність, що пояснюють процесами насичення елементом тканин рослини і регуляцією корінням надходження токсиканту в їх наземну частину.

Нагромадження кадмію у сільськогосподарських рослинах змінюється в присутності інших макро- та мікроелементів [14]. Встановлено антагоністичну дію Са, Р, Fe. Синергізм між макро- та мікроелементами звичайно не спостерігається, проте, як артефакт виявлено посилення надходження окремих елементів до рослин при поліелементному складі забруднення, внаслідок руйнування фізіологічних бар'єрів під дією важких металів. Встановлено і обернену залежність - при підвищених концентраціях кадмію мінеральний склад кормів змінюється в



напрямку зниження вмісту P, Ca, Mg, Fe та Zn .

Рослини відрізняються за стійкістю до дії кадмію, типом його засвоєння та кумуляції. Дослідженнями виявлено, що рівень металу у культурах вирощених на одному і тому самому ґрунті із концентрацією елементу 10 мкг/кг відрізнявся більше ніж у 100 разів [16]. При рівних умовах кадмій нагромаджується в мінімальній кількості у злаках та бобових, в максимальній – у салаті, кабачках, шпинаті, мангольдї, латуці (концентрація може сягати 7-11 мкг/кг). У зерні злаків, вирощених на ґрунтах з фоновим вмістом елементу, концентрації досить низькі . Проте, пшениця, що росте на забруднених землях, володіє підвищеною здатністю до нагромадження кадмію [19]. Концентрація металу зростає у овочах, коренеплодах, зелена маса акумулює кадмій під час повільного розвитку – весною та восени. У листі кукурудзи та травах, що використовувались під випасання худоби встановлено перевищення рекомендованого рівня у 2-3 рази [19].

Природний вміст Cd в продуктах харчування незначний, порівняно з іншими елементами, і складає (мг/кг) : м'ясо – 0,02; хліб – 0,01; овочі – 0,02; фрукти, ягоди – 0,005 [17]. Для окремих видів зернопродуктів: пшениця – 0,01; жито – 0,011; овес – 0,014; рис – 0,017 мг/кг [8 ]. В Україні прийняті наступні гігієнічні нормативи вмісту кадмію в продуктах харчування (в мг/кг сирової речовини): м'ясо – 0,05; внутрішні органи великої рогатої худоби та птиці – 0,3; нирки – 1,0; зерно – 0,05; овочі – 0,03; молоко – 0,03; сир – 0,2; сметана – 0,03. В кормових культурах за кордоном МДР для кадмію становить 3 мг/кг сухої речовини [20]. В Україні максимально допустимий рівень кадмію в зерні, зернофуражі, грубих та соковитих кормах, коренебульбоплодах для сільськогосподарських тварин становить 0,3 мг/кг корму [14, 19].

Експерти ФАО вважають, що у Європі в організм людини кадмій надходить в кількості 30 – 60, рідше 100 – 200 мкг/добу, з них 80 % з їжею та 30 % респіраторно [21, 20]. Продукти харчування тваринного походження – значне джерело надходження елементу до організму людини .

Розміщення на території Західного регіону України активно діючих промислових об'єктів може бути причиною утворення локальних техногенних

провінцій забруднених важкими металами, що зумовлює необхідність проведення постійного контролю у ланках харчового ланцюга з метою вивчення розповсюдження кадмію у довкіллі та шляхів надходження і нагромадження в продукції тваринництва.

## **1.2. Метаболізм кадмію в організмі тварин**

Обмін кадмію характеризується наступними головними особливостями:

- 1) відсутністю ефективного механізму гомеостатичного контролю;
- 2) тривалим затриманням в організмі з надзвичайно довгим періодом напіввиведення;
- 3) переважною кумуляцією в нирках та печінці;
- 4) інтенсивною взаємодією з іншими двовалентними металами як в процесі всмоктування, так і на тканинному рівні [3].

Токсичність металу для організму залежить від багатьох факторів: шляху проникнення, тропності до певних органів, тканини чи системи, загальної дози металу та від того, чи одноразовим або хронічним було отруєння. Крім цього, відповідь на дію токсиканта залежить від виду, віку, статі тварини та загального стану організму у цей момент. Забезпечити ідентичність всіх факторів практично не можливо, тому незважаючи на систематичне проведення досліджень у даному напрямку, існують певні відхилення у висновках про механізм дії, небезпечність нагромадження у органах і тканинах тварин, вплив на якість тваринницької продукції, а отже і допустимі концентрації у довкіллі [21].

### ***1.2.1 Шляхи надходження в організм***

Кадмій у організм тварин потрапляє в основному трьома шляхами – через корми (аліментарний), повітря (інгаляційний) та поверхню тіла (транскутанний) [19]. Основними шляхами надходження елемента в організм великої рогатої худоби (ВРХ) вважають аліментарний та інгаляційний .

Встановлено, що в умовах промислових технологій, коефіцієнт

біотрансформації Cd з кормів та води в організм молодняка ВРХ високий і становить 14,1 %, тоді як для Pb –3,1, Mn – 0,2, Cu – 0,9 %.

Процес переходу металу із кормів у тваринний організм та розподіл в окремих органах і тканинах недостатньо вивчені. Вважають, що величина абсорбції складає від 3-4 до 8-10 % загальної кількості елемента [21].

За узагальненими даними джерел літератури, при фоновому вмісті у кормах всмоктується в середньому 5%. Всмоктування металу з біологічного матеріалу при малих дозах (біля 1 мг/кг) проходить швидко і перевищує 50 % [3].

Встановлено пряму залежність величини резорбції кадмію від вмісту білка в раціоні та збільшення відносного вмісту тауринових кон'югатів жовчних кислот. Існує думка, що вони забезпечують всмоктування двовалентного металу кадмію [21]. При надходженні елемента в організм людини із суспензією печінки теляти (80 % металу зв'язано з білком) величина всмоктування коливається в діапазоні 6-25 %, тоді як для всіх неорганічних сполук не перевищує 5 % [15].

Вік має суттєвий вплив на коефіцієнт резорбції у кишечнику та затримку кадмію в організмі, що експериментально підтверджено. Новонародженим щурятам у віці 2 і 24 год та 6 тижнів вводили в шлунок 1 мкКи  $^{115}\text{Cd}$ . У 2-годинних щурят виявлена вища інтенсивність кишечного всмоктування –12 %; у 24-годинних – 5,0; та у 6-ти тижневих – 0,5 % від введеної дози. Методом ауторадіографії встановлено, що кадмій достатньо довго утримувався в їх кишечнику і був виявлений в епітелії слизової оболонки, ворсинках, криптах, сполучнотканинній пластинці та м'язовому шарі. Автори повідомляють, що протягом 15 діб утримувалося 60% введеної дози [16].

Кадмій інтенсивно засвоюється у тонкому відділі кишечника. Процес проходить у два етапи: відносно швидке надходження через посмуговану облямівку і більш повільний перехід із слизової оболонки в кров. Після перорального введення елемент інтенсивно поглинається, пізніше процес досягає рівноваги. За швидкістю проникнення крізь кишечну стінку Cd поступається лише Mn.

У мишей протягом 45 хвилин всмоктується 0,5 – 8,0% введеного кадмію. У

курчат при пероральному введенні нагромадження в печінці та стегновій кістці досягало максимуму після 8 годин. Через 96 годин після введення в рубець 4 мг кадмію в організмі кіз знайдено 40 % введеної дози [21].

Всмоктування кадмію в респіраторному тракті залежить від хімічної сполуки елементу, розчинності та дисперсності пилу і коливається відповідно в межах від 10 до 40 % . Кадмій, що адсорбується легеньми минає легенево-кров'яний бар'єр через 30 хвилин [21]. Однак, вміст металу у незабрудненому атмосферному повітрі незначний, тому аліментарне надходження в організм людини та тварин є пріоритетним.

Після парентерального введення близько 95% Cd, що міститься в крові, виявляється в плазмі у складі альфа-глобулінів, альбуміну та інших білків з молекулярною масою 48000-77000 Дальтон. Надалі плазма швидко втрачає більшу частину елементу, а залишкова кількість включається в склад низькомолекулярного білка близького за фізико-хімічними властивостями до металотіонеїну [3]. Метал також міститься у еритроцитах, встановлено, що Cd<sup>2+</sup> володіє високою спорідненістю до гемоглобіну.

Білки, які зв'язують кадмій, сприяють проникненню в тканини, де він утворює хелатні комплекси з міцними зв'язками .

### ***1.2.2. Шляхи екскреції з організму***

Напіввиведення кадмію з організму відбувається повільно. Для організму людини в цілому та нирок зокрема термін становить 16-30, для легень – 9,4 роки. Р.Раакко et al. (1988) вважають, що він поступово нагромаджується у тканинах від народження. Експериментальними дослідженнями проведеними на щурах, встановлено, що термін виведення кадмію з організму коливається від 4 годин до 700 днів [20].

Виділення металу з організму відбувається, в основному, екскрецією з калом. При експериментальному додаванні кадмію з кормом худобі протягом 14 днів 80-90% введеного мікроелементу виділялося з калом [3].

Рівень кадмію у сечі в нормі складає у людей 1-2 мкг в день, з віком показник

зростає. Вміст у сечі не може бути тест-показником рівня елементу в організмі та нирках, зокрема. Проте, в дослідях на тваринах та епідеміологічними дослідженнями популяцій людей, встановлено значну кореляцію між рівнем металу в корковому шарі нирок та вмістом у сечі. Кадмій може виводитись з жовчю, в яку надходить з плазми крові проти градієнта концентрації в складі низькомолекулярної сполуки, яка ймовірно є комплексом металу з глутатіоном. Дослідженнями на щурах встановлено, що в жовчі може міститися до  $22 \pm 3$  мкг металу на 1 кг маси, а при кадмієвій інтоксикації (100 мг/кг) з жовчю виділяється до  $50 \pm 6$  мкг/кг Cd [4]. Слина може містити до 0,1 мкг/кг Cd [3].

З молоком виділяється незначна кількість мікроелементу. При додаванні кадмію протягом 2 тижнів у молоці виявлено лише 0,02% від загальної кількості елементу [21]. Дані підтверджені і при більш тривалій експозиції. Додавання Cd у дозі  $2,4 - 11,3$  мг/кг<sup>-1</sup> корму не зумовлювало вірогідного підвищення концентрації металу в молоці (дослід тривав 3 місяці). Механізм надходження мікроелементу у молоко не з'ясований, відсутні прямі докази його активного транспорту. Проте, кадмій у молоко надходить у зв'язаній формі та на його концентрацію не впливають інтервали між доїннями. На основі цих даних вважають що, елемент потрапляє у молоко зв'язуючись з органічними сполуками перед альвеолярною секрецією. Досліди на тваринах показали, що елемент володіє спорідненістю до білкової фракції молока і зв'язується приблизно в рівних співвідношеннях з казеїном та альбуміном.

Шерсть – додатковий шлях екскреції металу. Доведено, що у шурів,овець і свиней його вміст в шерсті є якісним показником запасів в печінці і нирках [7]. Проте, встановлений взаємозв'язок не може використовуватись, як кількісний показник.

### ***1.2.3. Характер розподілу та нагромадження в органах і тканинах***

Характер розподілу та ступінь нагромадження кадмію залежать від спорідненості до різних структур, біохімічних компонентів тканин та органів, міцності утворених комплексів і швидкості їх елімінації. У зв'язку з високою

проникністю кишкової стінки для кадмію введення елементу спричиняє систематичне підвищення його вмісту в організмі. Так, концентрація в нирках клінічно здорових тварин, при підвищеному вмісті токсиканту в довкіллі, може зростати у багато разів і досягати у ВРХ 74-116 мг/кг сухої маси [13].

Дослідженнями встановлено, що органами-мішенями при інтоксикації кадмієм є нирки, кістковий мозок, печінка, трубчаті кістки, сім'яники, селезінка. Відносно постійний і нижчий вміст встановлено у підшлунковій залозі, ймовірно, функція органу у регуляції обміну кадмію не значна і зводиться до синтезу тіонеїнів (рецепторів металів) для захисту ендокринних клітин. Концентрація кадмію в стінках харчотравного тракту невисока і знижується від шлунка до товстого кишечника, що не характерно для інших металів [3]. В м'язах, кістках, волоссі метал нагромаджується у незначних кількостях, у молоці і яйцях не перевищує 0,5 мг/кг.

У тварин переважно концентрація металу у печінці нижча, ніж у нирках. При експериментальному додаванні Cd у раціони тварин його вміст зростав у нирках і печінці та залишався практично незмінним у м'язах та крові. Однак, у подібному досліді не встановили такої залежності.

Вважають, що розподіл між органами і тканинами залежить від шляху введення елементу [19]. При пероральному надходженні в нирках міститься приблизно у 2 рази більше кадмію, ніж у печінці, а при внутривенному введенні спостерігалось зворотне співвідношення. Переважне нагромадження кадмію в печінці при в/в введенні зумовлене підвищеною здатністю тканини печінки синтезувати металотіонеїн – білок, який зв'язує елемент [14]. Підвищений вміст металу в нирках при пероральному введенні пов'язаний вірогідно, з тим, що кадмій з шлунково-кишкового тракту поступає в кров і циркулює з кадмійзв'язуючим білком, надалі комплекс розпадається в нирках, іони металу вивільнюються і реадсорбуються в проксимальних каналцях [15]. Вважають, що кадмій у нирках акумулюється у формі мінеральної солі внаслідок особливостей процесу секреції органу, за іншими даними [13] елемент зв'язаний у нирковій тканині з металотіонеїном. Введений підшкірно кадмій відкладається спочатку в печінці,

нирках (особливо в корковому шарі), селезінці, підшлунковій, щитовидній залозах, наднирниках і сім'яниках, тоді як у мозку, легенях, серці, кістках і м'язах – нагромадження обмежене [16].

З метою встановлення динаміки кумуляції кадмію за первинним ефектом розподіл в організмі тварин вивчали в умовах гострого досліду. Через 3 год після однократного внутрічеревного введення мишам 10-12-тижневого віку максимальну концентрацію металу виявляли в печінці (40%), помірну – в кишечнику (17%) і нирках (12%), низьку – у серці (4%), селезінці (4%) і легенях (3%), сліди металу - в кістках (1%), крові (0,7%) і головному мозку (0,2%) [148]. В умовах тривалого хронічного експерименту (2 роки) встановлено збільшення вмісту елемента в нирках на 326%, печінці, селезінці – 28%, сім'яниках – 1,6% [20].

#### ***1.2.4. Гострі та хронічні кадмієві токсикози. Вплив на морфо-функціональні характеристики тканин, органів і систем.***

Дія кадмію на організм людей і тварин проявляється хронічними та гострими токсикозами, що супроводжуються порушенням обміну речовин, фізіологічних функцій, зниженням резистентності, продуктивності та відтворної здатності [15]. Вперше у 50-60 роках, світову медичну спільноту схвилювала епідемія інтоксикації кадмієм, зафіксована у мешканців префектури Тояма у Японії. Ендемічне захворювання ітай-ітай викликане тривалим надходженням металу в організм аліментарним шляхом. Після проведення досліджень виявили забруднення рису (1 мкг/г Cd) [3]. Хвороба ітай-ітай характеризується вираженою остеомаліцією, пов'язаною з інтенсивною декальцифікацією кісток, виникненням частих переломів. Визначено, що при захворюванні ітай-ітай у кістковій тканині знижується вміст мінеральних речовин. Подальшими дослідженнями було встановлено, що кадмії зумовлює зменшення міцності кісток, особливо у молодих тварин. Поглинання металу кістками, які ростуть, значно інтенсивніше. In vitro доведена здатність іонів кадмію адсорбуватись кристалами гідроксиапатиту та переводити його у нерозчинну форму. Вважають, що елемент таким чином активно включається у фізіологічний процес перебудови кістки та викликає небажану

резорбцію кісткової тканини [21]. Проте, дана думка поки що не підтверджена *in vivo*. Крім порушень мінералізації кісткової тканини при хронічній кадмієвій інтоксикації на процес ураження кісток можуть мати вплив і ряд інших факторів. Існує непряме підтвердження впливу кадмію на деградацію колагену у кістках. При отруєннях кадмієм відбувається порушення структури протеїнів судин. Пояснення цього явища наразі відсутнє. Проте відомо, що нормальний обмін колагену та еластину залежить від ряду мікроелементів: Fe, Cu, Mn, без яких не можлива діяльність ензимів, що беруть участь у біосинтезі та полімеризації білків міжклітинної речовини. Не виключено, що кадмій, який володіє високою спорідненістю до сульфгідрильних та інших груп молекул ензимів, заміщує біотичні елементи. Дезактивація ферментів може зумовлювати зниження фосфорилізації протеїнів міжклітинної речовини [11]. Встановлено негативний вплив солей кадмію на активність пірофосфатази у немінералізованій тканині зубів, що ростуть. Підтверджено ультраструктурними методами, що метал пошкоджує фібробласти .

Існує багато можливих причин зменшення міцності кісток, але з'ясування, які з них *in vivo* є пріоритетними потребує проведення подальших досліджень. Деякі автори стверджують, що зміни в кістковій тканині зумовлені недостатньою активацією вітаміну Д у нирках. Іншої думки дотримуються, спираючись на описані в літературі випадки отруєння тварин кадмієм, при яких ураження кісткової тканини передували ушкодженню нирок.

Ураження нирок за дії кадмію характеризується синдромом Фарконі. У хворих реєструють протеїнурію тубулярного типу, глюкозурію та підвищене виділення фосфору і амінокислот. При кадмієвій нефропатії протеїнурія відрізняється від класичної, характерної для гломерулонефриту. Білок має електрофоретичну активність, як при вроджених або набутих порушеннях каналцевої функції. За даними [13] протеїнурія при кадмієвій інтоксикації характеризується відсутністю  $\gamma$ -глобулінів. До інших ознак порушення ниркової функції відносять гіпокальціємію, гіпофосфатемію, гіперфосфатурію, нефрокальциноз (ниркові камені) та гіперкальциурію . Імунологічним методом у поєднанні з



електрофоретичними методами встановлено підвищення екскреції низькомолекулярних сироваткових білків: лізоциму, ретинолзв'язуючого білка та мікроглобуліну. Мінімальний період перед проявом протейнурії становить близько 1 року після початку навантаження організму токсикантом [14]. Порушення ниркової функції зумовлює збільшення виділення кадмію з сечею. В досліджах [15] на собаках через 30 хвилин після внутрішнього введення кадмію хлориду зменшувалось виведення  $\text{Na}^+$  нирками, ймовірно внаслідок стимулювання реабсорбції натрію в проксимальному сегменті нефрона. Вважають, що метал, як агент плейотропної дії, за певних умов може активувати енергозалежний транспорт натрію через епітеліальні шари. При гістометричному дослідженні структури нирок встановлено достовірне зростання діаметру клубочків та об'єму ниркових тілець; розвиток вогнищового мембранно-проліферативного гломерулонефриту, а в епітелії звивистих каналців – зернисту дистрофію. В юкстамедулярній зоні виявлено поодинокі “лапчасті” клубочки з потовщенням зовнішнього листка капсули Шумлянського-Боумена [2]. Авторадіографічними дослідженнями встановлено, що кадмій нагромаджується переважно у проксимальних каналцях, тобто у місці, де проходить реабсорбція білка. Надалі зміни розвиваються у збірних каналцях, де після початкової вакуолізації цитоплазми втрачаються апікальні частини клітин і можлива дегенерація епітелію.

Введений у експерименті внутрішньо чи інтраперитонеально метал ушкоджує перш за все печінку, а вже надалі інші органи [12]. Існують припущення, що токсичність кадмію пов'язана із здатністю елемента спричиняти пероксидазну реакцію ліпідів мембран гепатоцитів. У дослідженнях встановлено зниження активності деяких ензимів у тканині органа, зокрема глутатіонредуктази, глутатіонпероксидази, глюкозо-6-фосфатази, що може бути тестом на ушкодження тканини печінки. У щурів, яким з водою додавали 0,5 мг/кг кадмію протягом 12 місяців встановлено зростання кількості деструктивно змінених клітин у печінці, підвищення мітотичної активності гепатоцитів, ендотеліоцитів і купферовських клітин, посилення ліпофанерозу гепатоцитів у централобулярних зонах. Виявлено характерні зміни судин: набряк судинної стінки, розширення

судин, стази, порушується згортання крові [15]. Л. М. Міхалєва та співавт. (1989) досліджували гістопатологію печінки при хронічній кадмієвій інтоксикації щурів (вводили внутрішлунково розчин кадмію хлориду в дозі 2,5мг/кг маси тварин), встановили жирову дистрофію гепатоцитів та нерівномірне кровонаповнення синусоїдів. При отруєнні тварин виявляли підвищення рівня білірубіну у сироватці крові. Кадмій пригнічує синтез білка в печінці щурів на стадії ініціації трансляції, порушуючи утворення полірибосом, тоді як процес елонгації, навпаки, активується. Хронічна інтоксикація малими дозами кадмію морфологічно проявляється набряком печінки, фокальними некрозами та фокальною гіперемією [3].

При аліментарному надходженні металу описали випадки гострого отруєння. Основні зміни локалізувалися у шлунково-кишковому тракті. Завдяки швидкому оновленню клітин слизової оболонки кишечника, основна кількість металу втрачається разом з клітинами верхівок ворсинок, які злущуються. При певному критичному рівні токсиканту в клітинах слизової оболонки проходять структурні зміни: порушується всмоктування кадмію та інших речовин. Симптомами кадмієвого токсикозу є блювота, слинотеча, спазми кишечника та діарея. Летальний вислід для людини ймовірний при дозі елемента від 350 до 8900 мг і зумовлений розвитком шоку через втрату рідини або гостре ураження нирок та серцево-судинну недостатність [2]. Смертність при гострій кадмієвій інтоксикації досягає 15-20%. Авторами встановлено летальну концентрацію аерозолі металу – 2900 мг/м<sup>3</sup>, за іншими даними – 2589 мг/м<sup>3</sup> за хв. [3].

Віддаленими наслідками короткочасного контакту організму з високими концентраціями аерозольного кадмію є легеневий фіброз, перманентне порушення легеневої та печінкової функції.

При інгаляційному або інтратрахеальному введенні металу щурам встановлено, що елемент, в основному, швидко виводиться, проте 1– 20% утримується в легенях. У експериментальних тварин після інгаляції сполук кадмію гостра пневмонія супроводжувалася розвитком периваскулярного та перибронхіального фіброзу. Після ін'єкції CdCl<sub>2</sub> мишам (0,12 ммоль/кг) виявлено

емфізематозоподібні зміни легень [3]. Хронічна інгаляція кадмієм у кроликів супроводжувалася збільшенням легень та інтерстиціальною інфільтрацією нейтрофілами і лімфоцитами. В альвеолах нагромаджувались великі вакуолізовані макрофаги. У легеневій тканині зростає вміст фосфоліпідів на 40%, за рахунок фосфатидилхолінів. Проте, легеневі зміни при кадмієвій інтоксикації зустрічаються не часто і ймовірно проявляються значно пізніше, ніж ниркова дисфункція.

Кадмій відносять до елементів, що відіграють важливу роль в етіології серцево-судинних захворювань. У дослідах, проведених на щурах, встановлено за його впливу підвищення систолічного та діастолічного тиску, що пояснюють затриманням натрію в організмі та підвищенням вмісту реніну в крові. На думку [256] метал викликає спастичний стан артеріол, дрібних і середніх артерій нирок, в результаті відбувається викид реніну та активація альдостерону, як наслідок зростає артеріальний тиск. Дослідженнями при хронічній кадмієвій інтоксикації після 2 тижнів встановлено гіпертензію великого кола кровообігу, що підтверджувалося зростанням судинного опору, гіпертрофією кардіоміоцитів лівого шлуночка, стінок артеріол і артерій, зменшенням шлуночкового індексу, а також різким зростанням концентрації міоглобіну в плазмі крові в період стабільного підвищення артеріального тиску. Вважають, що в патогенезі розвитку кадмієвої артеріальної гіпертензії ініціюючим моментом може бути виділення ендотеліну. Механізм дії ендогенного судинозвужуючого пептиду пов'язаний з активацією проникнення  $Ca^{2+}$  в клітини через потенціалзалежні кальцієві канали. Для встановлення прямої залежності між токсичним впливом кадмію та розвитком кардіоміопатії, гіпертонії, емфіземи легень і гепатопатії необхідне проведення додаткових досліджень.

Новонароджені тварини більш чутливі до нейротоксичної дії кадмію, ніж дорослі. При введенні мікроелементу у новонароджених тварин спостерігаються крововиливи у підкіркові ганглії, патологічні зміни у головному мозку та мозочку. У плодів тварин зафіксовано зміни у судинній системі головного мозку. Кадмій блокує адренергічні та холінергічні синапси. На основі отриманих результатів [264,

269, 375, 385, 389] вважають, що у новонароджених повністю не сформований гематоенцефалічний бар'єр до кадмію.

Тератогенна та ембріотоксична дія кадмію вивчалася на багатьох видах тварин. Зроблено висновок, що метал може викликати внутріклітинні порушення у васкулярному ендотелії плоду, послаблювати кровопостачання плаценти. Загибель плоду, може бути результатом аноксії або нестачі основних поживних речовин. При одноразовому введенні  $\text{CdSO}_4$  (2мг/кг) самкам хом'яків на восьмий день вагітності встановлено у ембріонів наступні аномалії: резорбція, енцефалія, розщеплення губи, зрощення ребра, водянка головного мозку та відсутність пальців [15].

При вивченні токсичного впливу металу на ендокринну систему аденогіпофіз – щитовидна залоза – наднирники – гонади встановлено, що найбільш чутливі ланки – сім'яники та щитовидна залоза. Гіпофункцію щитовидної залози встановлено при гострій інтоксикації кадмієм та у хронічному експерименті, при підгострій, навпаки, виявлено зміни в напрямку активації її функції [19]. Метал впливає на зовнішню секреторну діяльність підшлункової залози. Ймовірно, інгібує нейропептиди, що беруть участь в центральній регуляції підшлункової залози. Кадмій викликає гіперплазію ендокринних залоз та аденому гіпофізу. Зміни у гонадах самців характеризуються зниженням відносної маси сім'яників та пригніченням сперматогенезу. Зменшується кількість сперматогоній, сперматоцитів, різко зростає кількість сперматид і сповільнюється їх дозрівання у зрілі сперматозоїди. В інтерстиції сім'яників відповідно знижується кількість сперматозоїдів [15]. У самок встановлено порушення циклу та зниження відносної маси яєчників.

Дія кадмію на імунну систему вивчена недостатньо. За даними іони кадмію пригнічують активність лейкоцитів, а отже знижують фагоцитарний компонент імунної відповіді. При хронічній кадмієвій інтоксикації у робітників виявлено утворення специфічних ауто антитіл (антиламінові антитіла), значення яких не встановлено. Дослідженнями встановлено, що кадмій на імунну систему діє не однозначно. З одного боку чутливість до дії елемента висока, що підтверджується

проявом токсичних ефектів навіть при незначних кількостях металу, з іншого – виявлено імуномодулюючу дію кадмію на окремі ланки імунної системи *in vitro* та *in vivo*. В експерименті [14] на мишах лінії ВДФ, які 3 тижні отримували  $CdCl_2$  в дозі 5-50 мкг/мл, встановлено, супресію гуморальної імунної відповіді на еритроцити барана та слабке збільшення бластогенезу лімфоцитів селезінки. Хлористий кадмій виявився токсичним для всіх типів клітин імунної системи. Солі кадмію різко знижували активність ЕКК, також кількість циркулюючих в крові великих грануловмісних лімфоцитів. Кадмій у концентрації 0,1-1 мкмоль/л, на відміну від Pb, Zn, значно пригнічує цитолітичну активність імунних макрофагів .

Гостре отруєння кадмієм іноді зі смертельним вислідом має місце на сьогоднішній день, проте синдром хронічної інтоксикації спостерігається значно частіше. Клінічні ознаки хронічного отруєння тварин не чітко виражені, супроводжуються різким зниженням поїдання кормів, сповільненням росту, зниженням маси тіла, порушенням функції нирок, протеїнурії, дисфункцією печінки, анемією, некрозом сім'яників, збільшенням неонатальної смертності і появою молодняку з вродженими вадами [7]. Найбільш чутливі до надлишку кадмію є кури, вівці дещо стійкіші качки і свині . Встановленор у свиней депресію росту при додаванні до раціону  $3,0 \text{ мг/кг}^{-1}$  Cd. Подібний ефект зафіксовано при введенні  $10,1 \text{ мг/кг}^{-1}$ . Проте, основна небезпека металу обумовлена його кумулятивною здатністю .

## 2. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Комплексна робота включає:

1. Вивчення за допомогою атомно-абсорбційного спектрофотометра типу

AAS-30 (Бріцке М.Є., 1980) мінерального складу раціону тварин (коренебульбоплодів, соковитих, зернових, концентрованих, грубих кормів і води) у господарствах розміщених поблизу активно-промислових зон: агрофірми "Бовшів" Рогатинського району Івано-Франківської області, ССП "Нове життя" і ССП "Волсвинське" Сокальського району, ССП імені Івана Франка Миколаївського району Львівської області, а також ТзОВ "Літинське" Дрогобицького району Львівської області, що знаходиться в екологічно безпечній зоні.

Після закінчення експерименту у господарствах провели забій (по п'ять тварин з кожної групи). Ветеринарно-санітарну експертизу та якісні показники туш і внутрішніх органів проводили відповідно до "Правил ветеринарного огляду забійних тварин і ветеринарно-санітарної експертизи м'яса і м'ясних продуктів" (1988).

Визначали:

- вгодованість туш відповідно до ГОСТу 779-87 "М'ясо – яловичина в півтушах і четвертинах";
- бактеріологічне дослідження м'яса відповідно до ГОСТу;
- органолептичні показники м'яса на різних стадіях зберігання відповідно до ГОСТу 7169-79 "М'ясо. Методи відбору зразків і органолептичні методи визначення свіжості";
- фізико-хімічні властивості м'яса відповідно до ГОСТу 23392-78 "Методи хімічного і мікроскопічного аналізу";
- калорійність м'яса ;
- вміст оксипроліну та триптофану за методом Спайза і Чемберлена в модифікації Геллера ;
- вміст мікроелементів та кальцію у м'язовій (найдовший м'яз спини), кістковій (стегнова кістка) тканинах, нирках та печінці за допомогою атомно-абсорбційного спектрофотометра ААС-30 .

### **3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА**

#### **3.1. Санітарно-гігієнічна оцінка мінерального складу кормів та води дослідних господарств**

Дослідження мінерального складу кормів, як фактора що впливає на якість і безпечність м'ясної продукції, проводили у господарствах: ТзОВ “Літинське” Дрогобицького р-ну, ССП “Нове життя” Сокальського р-ну, ССП ім. Івана Франка Миколаївського р-ну, агрофірма “Бовшів” Рогатинського р-ну (табл. 3.1– 3.4).

Таблиця 3.1- Вміст макро- та мікроелементів у коренебульбоплодах,  
мг/кг натурального корму, n=5

Назва корму	Господарство	Mg	Ca	Fe	Zn	Mn	Cu	Co	Cd
Буряк кормовий	1	178,20	84,78	34,30	1,853	5,89	0,632	0,0107	0,4880
	2	172,58	292,96	36,97	5,631	4,87	1,639	0,0011	0,0390
	3	191,57	207,49	61,77	2,143	4,21	1,146	0,0084	0,1181
	4	165,94	164,55	10,51	3,021	5,43	1,541	0,0019	0,1463
	5	165,64	97,84	8,39	4,308	0,37	0,965	0,0034	0,0648
Буряк цукровий	1	250,93	328,72	136,61	3,594	10,43	0,765	0,0106	0,1460
	2	251,88	490,99	157,01	3,025	19,72	1,292	0,0125	0,2133
	3	270,27	253,72	34,66	4,408	18,54	0,965	0,0076	0,1399
	4	316,73	173,15	47,64	5,746	10,51	2,146	0,0964	0,1278
	5	245,77	171,05	64,74	3,772	9,02	3,236	0,0011	0,4450
Картопля	1	242,09	96,19	13,54	2,211	1,60	0,306	0,0094	0,2350
	2	234,21	167,08	21,36	4,074	3,05	0,344	0,0031	0,1734
	3	221,13	93,30	60,05	1,955	3,46	0,317	0,0090	0,0533
	4	236,82	182,24	24,82	5,566	3,00	0,454	0,0067	0,1517
	5	202,58	32,80	27,64	3,914	1,94	1,090	0,0083	0,1240
Морква	1	223,84	339,76	37,83	2,898	1,50	0,704	0,0142	0,3290
	2	171,74	545,81	11,25	3,275	1,14	0,551	0,0085	0,1787
	3	296,19	310,57	9,63	2,163	1,63	1,002	0,0186	0,0451
	4	256,44	254,71	9,26	1,975	2,16	0,984	0,0158	0,1284
	5	226,27	536,60	154,52	3,438	6,80	1,345	0,0006	0,0500

Примітка до таблиць 3.1 – 3.4: 1 – агрофірма “Бовшів”; 2 – ТзОВ “Літинське”;

3 – ССП “Нове життя”; 4 – ССП “Волсвинське”; 5 – ССП імені Івана Франка

Встановлено дефіцит кальцію у всіх видах кормів дослідних господарств. Найнижчий рівень макроелементу виявили у коренебульбоплодах та грубих кормах ССП “Волсвинське” відповідно 36,89 та 31,79% , соковитих – ССП “Нове



життя” – 38,25% від потреби.

Таблиця 3.2.-Вміст макро- та мікроелементів у соковитих кормах,  
мг/кг натурального корму, n=5

Назва корму	Господарство	Mg	Ca	Fe	Zn	Mn	Cu	Co	Cd
Гичка кормового буряка	1	346,12	965,94	67,32	4,900	8,10	1,632	0,0190	0,3360
	2	275,68	915,69	15,21	3,040	4,88	0,798	0,0112	0,1647
	3	254,19	964,17	7,13	4,723	6,46	0,436	0,0064	0,0832
	4	169,58	351,61	6,33	2,299	1,27	0,563	0,0138	0,1486
	5	286,38	1259,27	19,78	8,643	14,72	2,276	0,0028	0,0860
Капуста	1	456,17	470,63	75,16	2,732	3,24	0,163	0,0013	0,1260
	2	217,15	1435,56	5,13	2,943	2,01	0,415	0,0116	0,0817
	3	364,18	947,94	50,61	3,142	4,86	0,138	0,0064	0,0431
	4	695,50	1247,52	45,12	3,027	3,29	0,152	0,0273	0,0573
	5	247,47	1273,50	11,23	3,603	3,96	0,796	0,0074	0,1430
Конюшина	1	317,20	1412,29	100,01	11,890	16,01	2,035	0,0136	0,4732
	2	361,17	1045,83	100,02	10,160	17,34	1,963	0,0731	0,1120
	3	264,18	1037,14	86,23	9,933	14,13	2,010	0,0183	0,1261
	4	257,20	1107,23	112,11	13,267	14,25	2,391	0,0361	0,1173
	5	287,41	4624,02	13,57	6,732	10,57	2,518	0,0007	0,1750
Люцерна	1	296,16	1236,17	36,20	6,110	7,20	3,173	0,0122	0,6563
	2	273,24	1232,78	36,51	7,413	7,19	3,002	0,0096	0,1320
	3	253,13	1468,02	14,53	4,776	5,39	1,050	0,0114	0,1397
	4	389,72	1271,08	33,19	5,178	9,199	2,576	0,0130	0,1311
	5	280,71	994,22	25,48	7,665	7,75	3,269	0,0047	0,2070
Трава природних пасовищ	1	253,18	966,54	70,20	6,120	9,84	2,932	0,0124	0,9440
	2	284,20	396,85	34,56	17,962	38,87	3,272	0,0151	0,1946
	3	208,76	106,65	12,55	3,787	5,26	0,848	0,0076	0,0058
	4	265,94	1053,11	149,45	5,456	20,16	2,985	0,0151	0,1369
	5	215,35	1903,80	87,56	6,283	9,40	2,359	0,0057	0,0960

Вміст кальцію у кормах агрофірми “Бовшів” коливався в межах 40,45-46,09% (лише грубі корми були забезпечені макроелементом на 93,69% від норми); ТзОВ “Літинське” – в межах 41,54-71,28%; ССП “Волсвинське” – 31,79-41,57%, а у концентрованих кормах даних дослідних господарств рівень забезпечення

кальцієм був ще нижчим – 25,30 та 19,88% відповідно; у ССП “Нове життя” 28,88-41,19%, ССП імені Івана Франка –39,92-54,22% від потреби, забезпечення соковитих кормів – 83,09%.

Таблиця 3.3 .-Вміст макро- та мікроелементів у зернових та концентрованих кормах, мг/кг натурального корму, n=5

Назва корму	Господарство	Mg	Ca	Fe	Zn	Mn	Cu	Co	Cd
Дерть пшенична	1	360,29	2230,69	63,17	35,156	50,16	6,180	0,0099	0,4140
	2	308,18	1169,71	171,77	37,474	38,58	5,785	0,0102	0,1667
	3	450,12	854,18	90,52	79,200	8,41	0,014	0,0139	0,2110
	4	226,53	533,48	27,61	3,566	11,12	1,234	0,0051	0,1457
	5	361,17	1302,36	50,63	30,613	62,13	6,423	0,0079	0,1326
Жито	1	287,89	394,22	18,26	29,505	13,13	3,014	0,0081	0,6532
	2	270,13	120,53	25,47	41,564	30,51	4,138	0,0076	0,2650
	3	301,99	335,05	90,57	27,789	30,92	5,038	0,0067	0,1745
	4	236,17	536,13	70,13	20,641	6,14	1,832	0,0135	0,1326
	5	254,51	517,55	46,01	28,102	29,98	4,326	0,0320	0,0832
Комбікорм	1	323,69	2440,07	196,43	42,485	51,12	6,266	0,0094	0,2440
	2	301,53	103,46	166,06	38,509	21,41	5,516	0,0151	0,1682
	3	366,89	984,43	184,01	86,676	101,02	18,100	0,0145	0,3676
	4	272,37	45,14	31,97	30,219	35,63	3,019	0,0140	0,1885
	5	319,11	2796,43	150,76	52,135	51,37	10,080	0,0810	0,1532
Кукурудза	1	369,19	567,18	105,36	3,963	10,09	0,465	0,0145	0,1673
	2	261,05	643,65	19,40	13,739	3,17	0,925	0,0095	0,0918
	3	376,93	1342,63	59,19	3,963	1,16	0,362	0,0079	0,0529
	4	480,23	594,02	253,32	32,000	8,00	2,041	0,0127	0,0610
	5	276,13	23,65	3,08	13,030	2,85	2,029	0,0131	0,0400

Продовження табл. 3.3

Назва корму	Господарство	Mg	Ca	Fe	Zn	Mn	Cu	Co	Cd
-------------	--------------	----	----	----	----	----	----	----	----

Ячмінь	1	302,13	428,41	54,02	33,828	15,37	3,835	0,0108	0,3283
	2	308,10	530,92	66,25	37,698	23,77	3,065	0,0087	0,1936
	3	298,48	232,61	43,67	22,718	12,94	2,441	0,0125	0,2502
	4	296,13	629,17	57,29	30,172	12,00	2,109	0,0197	0,1098
	5	296,75	593,50	51,11	40,111	12,16	4,327	0,0083	0,1023
Овес	1	282,48	576,74	38,64	19,025	30,86	1,906	0,0094	0,2411
	2	313,45	631,56	26,13	28,543	43,47	2,966	0,0160	0,1723
	3	287,14	392,49	37,57	14,930	30,49	1,716	0,0077	0,0648
	4	652,90	652,90	52,45	7,089	4,32	1,314	0,0010	0,1802
	5	256,54	850,75	45,27	27,017	47,16	5,016	0,0100	0,1370
Пшениця	1	305,88	414,38	42,60	33,748	39,17	3,619	0,0127	0,4504
	2	245,04	68,78	42,20	40,130	34,49	6,515	0,0097	0,2280
	3	303,85	277,79	29,44	24,440	44,74	0,793	0,0094	0,2814
	4	276,24	51,28	31,43	17,261	9,26	2,726	0,0188	0,0714
	5	316,05	765,32	43,18	30,189	46,24	7,132	0,0091	0,0936

Встановлено у кормах дослідних господарств нестачу магнію. Рівень вмісту макроелементу, в середньому по господарствах, у коренебульбоплодах коливався в межах 69,20-81,60%, у зернових та концентрованих кормах 17,61-21,41%, у грубих – 18,58-26,63% та у соковитих кормах – 26,35-35,56% від норми.

У всіх кормах дослідних господарств виявлено низький вміст мікроелементів кобальту і марганцю. Рівень кобальту у коренебульбоплодах ССП імені Івана Франка становить 5,83; ТзОВ “Літинське” – 10,96; ССП “Нове життя”- 18,96; агрофірми “Бовшів”- 19,52; ССП “Волсвинське” – 52,53% від потреби; вміст марганцю, в середньому по господарствах, коливався в межах 47,71–75,74% від норми. Зернові та концентровані корми були забезпечені кобальтом на 9,91–11,46% (дещо вищий рівень у ССП імені Івана Франка – 21,81%), а марганцем на 30,28–88,07% (незначний надлишок 7,86% встановлено у кормах ССП “Нове життя”); соковиті відповідно на 4,85–27,41 та 48,93–63,38 % (рівень забезпечення у ТзОВ “Літинське” 92,49% від потреби). Найнижчим вмістом кобальту характеризувалися корми ССП “Нове життя” – 13,34%, а марганцем ССП “Волсвинське” – 48,70%, від потреби.

Таблиця 3.4.-Вміст макро- та мікроелементів у грубих кормах,  
мг/кг натурального корму, n=5

Назва корму	Господарство	Mg	Ca	Fe	Zn	Mn	Cu	Co	Cd
Силос кукурудзяний	1	336,91	5292,32	29,21	17,440	55,94	5,694	0,0132	0,4930
	2	263,48	1617,62	116,53	9,271	23,31	1,192	0,0116	0,1581
	3	214,35	173,44	52,37	1,561	5,19	0,697	0,0075	0,1427
	4	248,58	559,58	59,24	8,122	6,15	0,700	0,0086	0,0926
	5	250,47	1203,51	72,01	7,826	4,37	1,106	0,0101	0,1345
Силос різно-трав'я	1	231,28	1802,58	203,97	2,140	8,35	1,516	0,0098	0,4730
	2	281,51	2735,17	45,21	10,560	43,76	2,977	0,0182	0,1261
	3	439,11	2572,11	59,70	30,190	12,03	3,220	0,0137	0,1392
	4	936,85	2335,12	100,39	30,272	54,12	4,201	0,0129	0,1154
	5	419,51	1953,17	170,59	39,600	49,60	4,977	0,0119	0,0119
Сіно	1	300,95	2963,11	113,96	13,989	61,63	4,337	0,0147	0,4880
	2	282,69	806,48	42,43	20,098	73,37	4,257	0,0127	0,1079
	3	309,98	2360,92	47,17	15,395	34,12	4,967	0,0161	0,4177
	4	314,42	1844,92	94,60	25,876	29,58	5,319	0,0120	0,3164
	5	316,78	1678,90	136,77	14,405	41,15	4,321	0,0131	0,1908
Солома житня	1	361,20	1961,16	216,17	12,138	30,17	4,356	0,0231	0,6690
	2	360,76	2470,50	160,73	10,472	15,84	3,128	0,0156	0,1021
	3	274,40	1011,80	46,91	17,008	18,02	1,611	0,0110	0,2454
	4	273,61	1269,10	109,36	9,119	21,31	1,319	0,0056	0,1418
	5	379,18	1816,6	130,11	17,231	2,13	2,653	0,0151	0,1517
Солома пшенична	1	326,35	5031,42	186,78	11,477	35,33	4,961	0,0218	0,5580
	2	223,82	3370,43	21,44	6,713	8,18	2,087	0,0164	0,1280
	3	255,85	1251,91	154,85	4,007	33,32	1,037	0,0096	0,1585
	4	250,11	794,82	36,00	6,944	11,33	1,260	0,0055	0,1055
	5	352,15	1951,42	341,16	36,173	20,16	4,613	0,0937	0,1836

Визначення вмісту заліза, міді, цинку у кормах показало значне коливання їх величин – від нестачі до надлишку, залежно від досліджуваного господарства та виду корму (табл. 3.1–3.4). Так, у коренебульбоплодах та соковитих кормах

агрофірми “Бовшів” рівень заліза перевищував потребу на 71,9 та 37,7%, тоді як зернові та концентровані корми забезпечені мікроелементом лише на 40,19, а грубі корми – на 81,62%, від норми. У ТзОВ “Літинське” та ССП “Нове життя” вміст заліза у коренебульбоплодах перевищував потребу відповідно у 3,2 та 2,4 рази, поряд з тим, у всіх інших кормах встановлено його дефіцит (41,47–58,7% від норми). У ССП “Волсвинське” коренебульбоплоди забезпечені залізом на 131,76%; концентровані та зернові – на 40,64; грубі корми – на 43,48%. Рівень мікроелементу у соковитих кормах був у межах норми. У ССП “Волсвинське” рівень цинку у коренебульбоплодах перевищував потребу і становив 125,45%; тоді як зернові, концентровані, грубі та соковиті корми були забезпечені в середньому на 54,00–91,34% від норми. У ТзОВ “Літинське” дефіцитні за цинком зернові, концентровані та грубі корми (60,12 – 91,06% від норми), а коренебульбоплоди і соковиті – надмірно забезпечені елементом відповідно на 122,88 та 129,74%. У агрофірмі “Бовшів” дефіцит цинку виявлено у зернових, концентрованих та грубих кормах, у соковитих рівень забезпечення в межах потреби. У ССП “Нове життя” надлишок цинку (10,24%) виявлено у зернових та концентрованих кормах, поряд з тим у інших кормах вміст мікроелементу недостатній (71,75 – 98,01% від потреби). У ССП “Івана Франка” вміст цинку у коренебульбоплодах перевищує норму на 18,71%, у соковитих в межах норми, нестача (15,25%) виявлена у зернових та концентрованих кормах. Незначний надлишок міді (1,64 – 13,27%) виявлено у всіх кормах ССП “Івана Франка”. У агрофірмі “Бовшів” корми містили недостатню кількість міді (39,45 – 65,34 від норми), перевищення потреби на 13,74% виявлено лише у грубих кормах. Корми ТзОВ “Літинське”, ССП “Волсвинське”, ССП “Нове життя” дефіцитні за міддю, вміст мікроелементу становив відповідно 62,72–88,32%; 36,87–84,01% та 47,10–97,83% від потреби.

Встановлено тенденцію до нагромадження кадмію у окремих кормах дослідних господарств. Вміст металу перевищує МДР на 48% у цукровому буряку ССП ім. Івана Франка; на 39,2% у сіні та на 22,5% у комбікормі ССП “Нове життя”.

Найвищі показники вмісту кадмію виявлені у кормах агрофірми “Бовшів”, яка розміщена в межах 5 км від Бурштинської ТЕС. Так, у коренебульбоплодах

обстежуваного господарства вміст металу перевищував МДР на 33%; у соковитих – на 69,03%; грубих – на 78,7%; зернових і концентрованих – 19,1%. Найвищі значення показників зареєстровано у буряці кормовому – 0,4880; траві природних пасовищ – 0,9440; житі – 0,4504 та житній соломі – 0,6690 мг/кг.

Вміст кадмію у воді агрофірми “Бовшів” складав 0,0287 мг/кг, що вище у 2,9 раз встановленого МДР. У воді, яка використовується іншими господарствами, вміст елементу був в межах від 0,0086 до 0,0144 мг/кг (МДР 0,01 мг/кг).

Отже, для вивчення впливу кадмію на фізіологічний стан тварин та ветеринарно-санітарну якість яловичини, виробленої в умовах підвищеного вмісту токсиканту у кормах, обрано агрофірму “Бовшів”.

### 3.2. Вплив кадмію і БАР на мінеральний склад крові бугайців.

Вміст кадмію у крові бугайців агрофірми “Бовшів” на початок проведення експерименту становив  $0,479 \pm 0,04$  –  $0,491 \pm 0,04$  мкМ/л і був на 54,8 % вищим, ніж у ТзОВ “Літинське” ( $0,257 \pm 0,03$  –  $0,272 \pm 0,02$  мкМ/л ) (табл. 3.20).

Таблиця 3.5 .-Вміст кадмію у крові бугайців при застосуванні БАР (мкМ/л),  $M \pm m$ , n=5

Тривалість досліджу	ГРУПИ ТВАРИН				
	Контрольна	I	II	III	IV
агрофірма “Бовшів”					
0	$0,491 \pm 0,04$	$0,487 \pm 0,02$	$0,480 \pm 0,03$	$0,479 \pm 0,04$	$0,486 \pm 0,04$
3 міс	$0,598 \pm 0,04$	$0,597 \pm 0,05$	$0,599 \pm 0,04$	$0,463 \pm 0,03^*$	$0,456 \pm 0,02^*$
6 міс	$0,546 \pm 0,03$	$0,522 \pm 0,04$	$0,549 \pm 0,05$	$0,440 \pm 0,05^*$	$0,434 \pm 0,03^{**}$
9 міс	$0,613 \pm 0,03$	$0,569 \pm 0,03$	$0,618 \pm 0,02$	$0,453 \pm 0,04^{**}$	$0,450 \pm 0,03^{**}$
ТзОВ “Літинське”					
0	$0,272 \pm 0,02$	$0,257 \pm 0,03$	$0,261 \pm 0,05$	$0,273 \pm 0,02$	$0,266 \pm 0,03$
3 міс	$0,298 \pm 0,02$	$0,258 \pm 0,04$	$0,308 \pm 0,02$	$0,267 \pm 0,01$	$0,254 \pm 0,02$
6 міс	$0,253 \pm 0,01$	$0,243 \pm 0,03$	$0,265 \pm 0,02$	$0,244 \pm 0,04$	$0,240 \pm 0,03$
9 міс	$0,266 \pm 0,03$	$0,253 \pm 0,02$	$0,280 \pm 0,04$	$0,257 \pm 0,03$	$0,245 \pm 0,01$

У контрольних групах концентрація елементу протягом досліджу змінювалася. Так, у бугайців агрофірми “Бовшів” через 3 місяці підвищилася на 21,8%, через 6

місяців знизилася, проте була вищою від вихідної величини на 11,2 %, а через 9 місяців встановлено найвищий вміст кадмію у крові  $0,613 \pm 0,03$  мкМ/л, що на 24,8% вище значення показника зимового періоду. У тварин ТзОВ “Літинське” концентрація елемента протягом дослідів не коливалася у таких широких межах, через 3 місяці зростала на 9,6 %, а через 6 та 9 місяців знижувалася на 7,0 та 2,2% відповідно до вихідної величини. Проте, різниця між господарствами зберігалася і становила в середньому 51,6 %.

Ін’єкції тривітаміну не вплинули на вміст елемента у крові бугайців агрофірми “Бовшів”. Величина показника, порівняно до контролю, у 3 місяці не змінилася, а у 6 та 9 знижувалася на 4,4 та 7,2% відповідно. У тварин ТзОВ “Літинське” показник знижувався за відповідні періоди досліджень на 13,4; 4,0 та 4,9 %.

Додавання до раціону бугайців метіоніну (II група) у агрофірмі “Бовшів” не впливало на величину показника, різниця з контролем не перевищувала 1%. У ТзОВ “Літинське” додавання до раціону метіоніну зумовлювало протягом дослідів незначне підвищення вмісту кадмію відносно контролю від 3,4 до 5,3%.

При підгодівлі металоорганічним преміксом (III група) та комплексному застосуванні метіонатів мікроелементів з ін’єкціями тривітаміну (IV група) у крові бугайців агрофірми “Бовшів” вміст кадмію знижувався на 19,4 – 26,6%. Так, через 3 місяці у III групі – на 22,6% ( $P < 0,05$ ), у IV групі – на 23,7% ( $P < 0,05$ ); через 6 місяців – на 19,4 ( $P < 0,05$ ) та 20,5% ( $P < 0,01$ ) і через 9 місяців на 26,1 ( $P < 0,01$ ) та 26,6% ( $P < 0,05$ ) відповідно. У III та IV дослідних групах тварин ТзОВ “Літинське” вміст кадмію у крові був нижчим, ніж у контролі відповідно через 3 місяці експерименту на 10,4 та 14,8%, через 6 – на 3,6 та 5,1% і через 9 місяців – на 3,4 та 8,0%.

Таким чином, вміст кадмію у крові тварин господарства, розміщеного поблизу активної діючої промислового об’єкту був на 51,6 % вищим порівняно до величини показника у бугайців, вирощених на екологічно чистих територіях. Застосування тривітаміну та метіоніну суттєво не впливало на вміст металу у крові. Абсорбція кадмію у кров відгодівельного молодняка знижувалася при корекції раціону

металоорганічним преміксом, до складу якого входили метіонати міді, цинку, заліза, марганцю та кобальту особливо сукупно з ін'єкціями вітамінного препарату. Вміст кадмію у тварин III і IV дослідних груп агрофірми “Бовшів” був нижчим, ніж у контролі на 22,7 і 23,6 % ( $P < 0,05$ –  $P < 0,01$ ); ТзОВ “Літинське” – на 5,8 і 9,3 % відповідно.

Дослідженнями вмісту заліза у крові тварин агрофірми “Бовшів” на початку досліду встановлено на 6,1% нижчий вміст мікроелементу, ніж у бугайців ТзОВ “Літинське”. Значення становили відповідно  $4,43 \pm 0,31$ –  $4,56 \pm 0,29$  мкМ/л та  $4,68 \pm 0,31$ –  $4,91 \pm 0,23$  мкМ/л (табл. 3.21).

У контрольній групі тварин агрофірми “Бовшів” найнижчий вміст мікроелементу в крові встановлено через 3 місяці проведення досліду ( $4,11 \pm 0,19$  мМ/л), що на 8,3% нижче вихідної величини. Через 6 місяців показник становив  $4,43 \pm 0,21$  мМ/л, а через 9 місяців знову знижувався –  $4,28 \pm 0,16$  мМ/л. У тварин ТзОВ “Літинське” величина показника знижувалася на 4,1% лише через 3 місяці експерименту, через 6 місяців вміст заліза у крові зріс порівняно до вихідної величини на 4,5% та утримувалася на цьому рівні через 9 місяців.

Таким чином протягом досліду вміст заліза у крові тварин агрофірми “Бовшів” протягом досліду був нижчим в середньому на 12,2 %, порівняно з величиною показника бугайців ТзОВ “Літинське”.

Таблиця 3.6-Вміст заліза у крові бугайців при застосуванні БАР (мМ/л),  $M \pm m$ ,  $n=5$

Тривалість досліду	ГРУПИ ТВАРИН				
	Контрольна	I	II	III	IV
агрофірма “Бовшів”					
0	$4,48 \pm 0,17$	$4,46 \pm 0,21$	$4,53 \pm 0,18$	$4,56 \pm 0,29$	$4,43 \pm 0,31$
3 міс	$4,11 \pm 0,19$	$4,21 \pm 0,25$	$4,10 \pm 0,27$	$4,46 \pm 0,18$	$4,41 \pm 0,20$
6 міс	$4,43 \pm 0,21$	$4,38 \pm 0,15$	$4,61 \pm 0,24$	$4,94 \pm 0,29$	$4,85 \pm 0,19$
9 міс	$4,28 \pm 0,16$	$4,39 \pm 0,32$	$4,36 \pm 0,19$	$5,42 \pm 0,32^{**}$	$5,36 \pm 0,27^{**}$
ТзОВ “Літинське”					
0	$4,86 \pm 0,20$	$4,85 \pm 0,17$	$4,91 \pm 0,23$	$4,83 \pm 0,15$	$4,48 \pm 0,31$
3 міс	$4,66 \pm 0,18$	$4,72 \pm 0,33$	$4,89 \pm 0,19$	$4,97 \pm 0,32$	$5,09 \pm 0,27$
6 міс	$5,08 \pm 0,15$	$5,11 \pm 0,29$	$5,18 \pm 0,25$	$5,63 \pm 0,16^*$	$5,76 \pm 0,22^*$



9міс	5,08±0,23	5,14±0,19	5,16±0,26	6,19±0,20**	6,23±0,18**
------	-----------	-----------	-----------	-------------	-------------

Ін'єкції тривітаміну протягом 9 місяців не впливали на значення показника у тварин обох господарств. Так, у бугайців агрофірми “Бовшів” через 3 місяці досліду, порівняно до контролю, показник зріс на 2,4%, через 6 місяців незначно знизився на 1,1% та через 9 місяців зріс на 2,6%. У ТзОВ “Літинське” приріст показника був в межах 0,6 – 1,3%.

Додавання до раціону бугайцям агрофірми “Бовшів” амінокислоти метіоніну (II дослідна група) зумовило підвищення вмісту заліза у крові на 4,1% лише через 6 місяців. При дослідженні крові у 3 та 9 місяців показник залишався на рівні контролю. У ТзОВ “Літинське” при підгодівлі метіоніном найкращий результат отримано після 3 місяців досліду – вміст мікроелемента у крові тварин зріс на 4,9%. При подальших дослідженнях ефективність кормової добавки знижується та у 9 місяців показник був вищим, ніж у контролі лише на 1,6%.

Найбільший вплив на вміст заліза у крові відгодівельного молодняка виявлено при додаванні до основного раціону преміксу хелатів мікроелементів (III група) та при комплексному застосуванні металоорганічного преміксу з ін'єкціями тривітаміну (IV група). Встановлено поступове підвищення вмісту мікроелементу в крові бугайців. У тварин агрофірми “Бовшів” через 3 місяці показник був вищим контролю у III групі на 8,5%, у IV – на 7,3%; через 6 місяців на 11,5 (P<0,05) та 9,5% (P<0,05); через 9 місяців – на 26,6 (P<0,05) та 25,2% (P<0,01).

Вміст заліза у крові бугайців III дослідної групи ТзОВ “Літинське” був вищим, ніж у контролі через 3 місяці експерименту на 6,7% (P>0,05); через 6 – на 10,8% (P<0,05) та через 9 місяців на 21,9% (P<0,01). У IV дослідній групі відповідно на 9,2 (P>0,05); 13,4 (P<0,05) та 22,6% (P<0,01). Приріст показника до вихідної величини у III групі складав 28,2; у IV – 33,1%.

Отже, застосування комплексної корекції раціону забезпечує вищий вміст заліза у крові відгодівельного молодняка, ймовірно хелатні комплекси металів з метіоніном краще засвоюються організмом.

Вміст міді на початок досліду у крові тварин агрофірми “Бовшів” становив

13,17±1,29–14,12±1,39мкМ/л; у ТзОВ “Літинське” – 14,06±1,02–17,83±1,20 мкМ/л. Різниця складала – 2,23мкМ/л (16,3%) (табл. 3.7).

Таблиця 3.7.-Вміст міді у крові бугайців при застосуванні БАР (мкМ/л),  
M±m, n=5

Тривалість досліджу	ГРУПИ ТВАРИН				
	Контрольна	I	II	III	IV
агрофірма “Бовшів”					
0	13,96±1,14	13,49±0,96	14,12±1,39	13,17 ±1,29	13,80±1,65
3 міс	8,29±1,17	11,60±1,24	8,22±1,23	12,70±1,20*	13,96±1,31**
6 міс	14,43±1,42	14,39±1,42	14,28±1,04	14,89±1,07	16,32±1,56
9міс	12,02±0,98	11,24±1,07	11,34±0,92	15,22±0,95*	17,74±1,01**
ТзОВ “Літинське”					
0	16,89±1,19	15,31±0,93	15,63±1,24	17,83±1,20	14,06±1,02
3 міс	13,58±0,94	16,73±1,15	14,43±1,17	16,89±0,96*	18,15±1,05**
6 міс	15,78±0,97	17,46±1,02	17,29±0,95	19,40±1,09*	19,88±1,16*
9міс	16,73±1,03	17,34±0,95	17,06±1,02	20,20±1,11*	20,04±0,97*

У контрольних тварин агрофірми “Бовшів” протягом 9 місяців величина вмісту міді у крові зазнавала значних змін. Так, через 3 місяці значення показника знизилося на 40,6% відносно вихідної величини і складало 8,29±1,17мкМ/л, через 6 місяців зросло на 3,4%, а через 9 місяців знову виявлено зниження – на 13,9%. Отже, низький рівень міді зафіксовано у 3 та 9 місяців. У крові тварин ТзОВ “Літинське” вміст міді протягом дослідного періоду також коливався. На початку експерименту рівень міді складав 16,89±1,1 мкМ/л, через 3 місяці знизився на 19,6%, через 6 – на 6,6%, а через 9 місяців повернувся до вихідної величини – 16,73±1,03мкМ/л. Різниця між величиною показників контрольних груп тварин дослідних господарств протягом досліджу зберігалася і в середньому становила 22,8%. Застосування вітамінного препарату було найбільш ефективним через 3 місяці досліджу, приріст величини показника становив 3,31мкМ/л, через 6 та 9 місяців концентрація міді утримувалась на рівні контролю. У бугайців ТзОВ “Літинське” внаслідок ін’єкцій тривітаміну вміст міді у сироватці крові зріс через

3 місяці на 23,2%, через 6 – на 10,6%, а через 9 місяців експерименту кількість міді була вищою, ніж у контролі лише на 3,6%.

При введенні до раціону тварин агрофірми “Бовшів” амінокислоти метіоніну (II група) встановлено тенденцію до зниження концентрації міді у крові дослідних тварин. Так, через 9 місяців показник був нижчим від контролю на 5,7%. У ТзОВ “Літинське” внаслідок підгодівлі метіоніном, навпаки, відмічено зростання вмісту міді через 3 місяці на 6,2%, через 6 – на 9,6% та через 9 місяців на 2,0%.

Найбільший приріст величини показника встановлено у III та IV дослідних групах обох господарств. Так, у агрофірмі “Бовшів” при введенні до раціону металоорганічного преміксу (III група) через 3 місяці рівень міді був вищим порівняно до контролю на 53,2% ( $P < 0,05$ ), через 6 – на 3,2% і через 9 місяців на 26,6% ( $P < 0,05$ ). У IV групі протягом дослідного періоду вміст мікроелементу поступово зростав і був вищим, ніж у контролі відповідно на 68,4 ( $P < 0,01$ ); 13,1 та 47,6% ( $P < 0,01$ ). У III та IV групах тварин ТзОВ “Літинське” також встановлено зростання вмісту міді у крові, проте менш інтенсивне, ніж у агрофірмі “Бовшів”. Так, через 3 місяці у крові бугайців III групи він зріс на 24,4 ( $P < 0,05$ ), у IV – на 33,7% ( $P < 0,01$ ), через 6 місяців – на 22,9 ( $P < 0,05$ ) та 26,0% ( $P < 0,05$ ) і через 9 місяців – на 20,7 ( $P < 0,05$ ) та 19,8% ( $P < 0,05$ ) відповідно.

Отже, підгодівля метіонатами мікроелементів сприяла підвищенню рівня міді у крові дослідних тварин. При чому, поєднання металоорганічного преміксу з ін’єкціями вітамінного препарату дало кращий ефект у агрофірмі “Бовшів”. Застосування тривітаміну було найбільш ефективним протягом 3 місяців у зимовий період експерименту.

Концентрація цинку у крові бугайців агрофірми “Бовшів” на початок експерименту становила  $16,24 \pm 0,19$  –  $17,52 \pm 0,21$  мкМ/л, у ТзОВ “Літинське” –  $22,62 \pm 0,08$  –  $22,97 \pm 0,99$  мкМ/л (табл. 3.8).

Таблиця 3.8.--Вміст цинку у крові бугайців при застосуванні БАР (мкМ/л),  
 $M \pm m$ ,  $n=5$

Тривалість	ГРУПИ ТВАРИН
------------	--------------

дослід	Контрольна	I	II	III	IV
агрофірма “Бовшів”					
0	17,31±0,27	16,24±0,19	17,52±0,21	17,02±0,17	17,43±0,19
3 міс	18,83±0,23	18,50±0,18	18,50±0,19	19,09±0,20	19,54±0,21*
6 міс	18,39±0,30	19,21±0,26	19,48±0,17*	19,42±0,16*	20,06±0,32**
9міс	19,11±1,89	19,44±1,80	19,18±0,19	19,87±0,19*	20,37±0,24**
ТзОВ “Літинське”					
0	22,97±0,99	22,95±0,19	22,70±0,15	22,62±0,08	22,71±0,17
3 міс	23,82±0,15	23,06±0,20	23,45±0,12	23,84±0,09	24,01±0,12
6 міс	23,48±0,08	23,75±1,51	23,88±0,13*	23,72±0,17*	24,29±0,18**
9міс	23,50±0,16	23,65±2,01	23,71±0,15	23,92±0,08*	24,06±0,19*

Таким чином, вміст цинку у крові тварин господарства з підвищеним рівнем кадмію у кормах нижчий на 5,7 мкМ/л (24,9%). У обох господарствах протягом експерименту у контрольних групах встановлено зростання величини показника. При цьому, у агрофірмі “Бовшів” через 3 місяці приріст значення складав порівняно до вихідної величини 1,52 мкМ/л (8,8%), через 6 – 1,08 мкМ/л (6,1%) та через 9 місяців – 1,80 мкМ/л (10,4%). У ТзОВ “Літинське”, відповідно, – 0,85 мкМ/л (3,7%); 0,51 мкМ/л (2,2%) та 0,53 мкМ/л (2,3%). Отже, найвищий вміст цинку у крові бугайців агрофірми “Бовшів” встановлено у 9 місяців проведення дослідів (19,11±1,89 мкМ/л), ТзОВ “Літинське” – у 3 місяці (23,82±0,15 мкМ/л). Проте, різниця між величиною показників у контрольних групах дослідних господарств зберігається і складає в середньому 21,5%.

Ін’єкції тривітаміну не впливали на концентрацію мікроелементу у крові, коливання величини показника, відносно контролю, не перевищувало 2%. Проте, при дослідженні через 6 місяців від початку дослідів, вміст цинку у крові бугайців агрофірми “Бовшів” був вищим, ніж у контролі на 0,82 мкМ/л (4,5%), а у ТзОВ “Літинське” у 3 місяці навпаки нижчий на 0,78 мкМ/л (3,2%). При додаванні у раціон відгодівельного молодняка амінокислоти метіоніну (II дослідна група) виявлено через 6 місяців від початку дослідів статистично вірогідне ( $P < 0,05$ )

зростання величини показника у тварин агрофірми “Бовшів” на 1,09 мкМ/л (5,9%), ТзОВ “Літинське” на 0,40 мкМ/л (1,7%). При дослідженні крові у 3 та 9 місяців показник був на рівні контролю. При підгодівлі хелатними сполуками міді, заліза, цинку, марганцю та кобальту (III дослідна група) після 3 місяців досліду вміст цинку у крові бугайців не змінився. Проте, на початку експерименту концентрація мікроелементу у даній дослідній групі була найнижчою і складала у тварин агрофірми “Бовшів”  $17,02 \pm 0,17$ , а ТзОВ “Літинське” –  $22,62 \pm 0,08$  мкМ/л. Приріст показника відносно вихідної величини вищий, ніж у контролі відповідно на 3,3 та 1,7%. У 6 та 9 місяців проведення досліду вміст цинку зріс відносно контролю у тварин агрофірми “Бовшів” на 1,03 мкМ/л (5,6%;  $P < 0,05$ ) та 0,76 мкМ/л (4,0%;  $P < 0,05$ ), а у ТзОВ “Літинське” на 0,24 мкМ/л (1,0%) та 0,42 мкМ/л (1,9%;  $P < 0,05$ ), відповідно. У IV дослідній групі, де підгодівля п’ятикомпонентним металоорганічним преміксом поєднувалася з ін’єкціями вітамінного препарату, через 3 місяці експерименту встановлено у крові бугайців агрофірми “Бовшів” приріст вмісту цинку на 0,71 мкМ/л (3,8%;  $P < 0,05$ ), через 6 місяців – на 1,67 мкМ/л (9,1%;  $P < 0,01$ ) та через 9 місяців – на 1,26 мкМ/л (6,6%;  $P < 0,01$ ) порівняно до контролю. У тварин ТзОВ “Літинське” за аналогічні періоди досліджень концентрація мікроелементу у крові зроста на 0,19 мкМ/л (0,8%); 0,81 мкМ/л (3,4%;  $P < 0,01$ ) та 0,56 мкМ/л (2,4%;  $P < 0,05$ ).

Проведеними дослідженнями встановлено у крові відгодівельного молодняка агрофірми “Бовшів” нижчий на 21,5% вміст цинку, порівняно з ТзОВ ”Літинське”. Концентрація цинку під час проведення експерименту змінювалася у контрольних групах обох господарств. При застосуванні БАР у дослідних групах приріст величини показника був вищим у тварин агрофірми “Бовшів”, ніж ТзОВ ”Літинське”. При підгодівлі бугайців металоорганічним преміксом (III, IV дослідні групи) концентрація цинку у крові бугайців зростала у агрофірмі “Бовшів” в межах 3,8-9,1 %, а у ТзОВ ”Літинське” – 0,8-3,4 %.

Вміст марганцю у крові відгодівельного молодняка агрофірми “Бовшів” на початок досліду становив  $2,18 \pm 0,14$ – $2,31 \pm 0,31$  мкМ/л, ТзОВ “Літинське” –  $2,38 \pm 0,15$  –  $2,50 \pm 0,18$  мкМ/л. Різниця між показниками складала – 0,21 мкМ/л

(8,5%) (табл. 3.9)

Таблиця 3.9.-Вміст марганцю у крові бугайців при застосуванні БАР(мкМ/л),  
M±m, n=5

Тривалість дослідду	ГРУПИ ТВАРИН				
	Контрольна	I	II	III	IV
агрофірма “Бовшів”					
0	2,24±0,19	2,19±0,15	2,31±0,13	2,23±0,20	2,18±0,14
3 міс	2,43±0,13	2,50±0,12	2,53±0,15	2,74±0,18	2,72±0,13
6 міс	2,37±0,16	2,52±0,19	2,65±0,12	2,86±0,15*	2,90±0,18*
9міс	2,29±0,14	2,47±0,13	2,54±0,17	2,89±0,20*	2,86±0,19*
ТзОВ “Літинське”					
0	2,42±0,16	2,38±0,15	2,41±0,15	2,50±0,18	2,48±0,17
3 міс	2,31±0,15	2,32±0,20	2,53±0,17	2,92±0,14*	3,09±0,15**
6 міс	2,58±0,13	2,61±0,19	2,59±0,18	2,96±0,13*	3,12±0,17*
9міс	2,62±0,18	2,63±0,13	2,72±0,15	2,89±0,17	3,15±0,14*

У контрольній групі тварин агрофірми “Бовшів” при дослідженні крові через 3, 6 та 9 місяців вміст мікроелементу підвищувався на 8,5; 5,8 та 2,2% відповідно. У ТзОВ “Літинське” показник через 3 місяці знижувався на 4,5%, а у 6 та 9 місяців зростав на 6,6 та 8,3% . Протягом дослідду різниця між величиною показників контрольних груп дослідних господарств в середньому складала 6%.

При застосуванні ін’єкцій тривітаміну (I дослідна група) у крові бугайців агрофірми “Бовшів” встановлено зростання вмісту марганцю. Так, через 3 місяці приріст величини показника становив 2,9%, через 6 – 6,3% та через 9 місяців – 7,9%, порівняно до контролю. Подібного ефекту у ТзОВ “Літинське” не виявлено, вміст мікроелементу був на рівні контролю.

При додаванні до раціону метіоніну (II дослідна група) протягом 3 місяців концентрація марганцю у крові тварин ТзОВ “Літинське” зростала інтенсивніше, ніж у агрофірмі “Бовшів”, відповідно на 9,5 та 4,1%. Після 6 та 9 місяців проведення експерименту у бугайців агрофірми “Бовшів” величина показника була вищою, ніж у контролі, відповідно на 11,8 та 10,9%. У ТзОВ “Літинське” при дослідженні крові

через 6 місяців вміст марганцю був на рівні показника контрольної групи, а у 9 місяців зростав на 3,8%.

У III та IV дослідних групах агрофірми “Бовшів” концентрація мікроелементу зростала практично однаково. Так, приріст величини показника через 3 місяці експерименту у III групі складав 0,31 мкМ/л (12,8%), у IV – 0,29 мкМ/л (11,9%); через 6 місяців – 0,49 мкМ/л (20,7%;  $P < 0,05$ ) та 0,53 мкМ/л (22,4%;  $P < 0,05$ ); через 9 місяців – 0,60 мкМ/л (26,2%;  $P < 0,05$ ) та 0,57 мкМ/л (24,9%;  $P < 0,05$ ) відповідно. У ТзОВ “Літинське” ефективність одночасного згодовування металоорганічного преміксу та застосування вітамінних ін’єкцій (IV група) була вищою, порівняно з підгодівлею лише метіонатами мікроелементів (III група). Так, через 3 місяці вміст мікроелементу був вищим, ніж у контролі у III групі на 0,61 мкМ/л (26,4%;  $P < 0,05$ ), IV – на 0,78 мкМ/л (33,8%;  $P < 0,01$ ); через 6 місяців на 0,38 мкМ/л (14,7%;  $P < 0,05$ ) та 0,54 мкМ/л (20,9%;  $P < 0,05$ ) і через 9 місяців на 0,27 мкМ/л (10,3%) та 0,53 мкМ/л (20,2%;  $P < 0,05$ ).

Таким чином, вміст марганцю був на 6,0% вищий у крові відгодівельного молодняка господарства благополучного щодо вмісту кадмію у кормах та воді. При застосуванні вітамінного препарату (I група) та додаванні до раціону амінокислоти метіоніну (II група) статистично вірогідної зміни концентрації мікроелементу, відносно контролю, не встановлено. При введенні до раціону бугайців п’ятикомпонентного металоорганічного преміксу, складовою якого є метіонат марганцю (III група) та за мікроелементно-вітамінної корекції раціону (IV група) встановлено статистично вірогідний ( $P < 0,05$ – $P < 0,01$ ) приріст величини показника 10,3-33,8%. Встановлена різна реакція організму тварин на застосування біологічно активних речовин у господарствах. Приріст показника, відносно контролю, через 3 місяці у II, III, IV дослідних групах бугайців ТзОВ “Літинське” був вищим. Через 6 та 9 місяців ефективність застосування добавок у даному господарстві знижується, тоді як у агрофірми “Бовшів”, навпаки, зростає.

Вміст кобальту у крові відгодівельного молодняка агрофірми “Бовшів” на початок проведення експерименту становив  $0,31 \pm 0,049$  –  $0,34 \pm 0,054$  мкМ/л; ТзОВ “Літинське” –  $0,42 \pm 0,028$  –  $0,46 \pm 0,036$  мкМ/л. Різниця між господарствами –

0,11мкМ/л (26,2 %) (табл.3.10).

Таблиця 3. 10.-Вміст кобальту у крові бугайців при застосуванні БАР (мкМ/л),  $M \pm m$ ,  $n=5$

Тривалість досліджу	ГРУПИ ТВАРИН				
	Контрольна	I	II	III	IV
агрофірма “Бовшів”					
0	0,31±0,049	0,32±0,047	0,32±0,062	0,34±0,032	0,34±0,054
3 міс	0,24±0,029	0,28±0,038	0,26±0,050	0,33±0,047	0,40±0,051*
6 міс	0,30±0,040	0,29±0,052	0,28±0,038	0,42±0,035*	0,45±0,049*
9міс	0,27±0,046	0,29±0,049	0,26±0,043	0,44±0,045*	0,44±0,052*
ТзОВ “Літинське”					
0	0,42±0,028	0,46±0,036	0,44±0,042	0,46±0,015	0,43±0,029
3 міс	0,34±0,031	0,43±0,020*	0,35±0,037	0,44±0,019*	0,48±0,027**
6 міс	0,44±0,015	0,50±0,032	0,41±0,028	0,49±0,014*	0,55±0,031**
9міс	0,44±0,022	0,49±0,039	0,42±0,019	0,48±0,017	0,52±0,025*

У контрольній групі тварин агрофірми “Бовшів” через 3 місяці вміст мікроелементу знизився на 22,6%, через 6 – на 3,2% та через 9 місяців – на 12,9%. У бугайців ТзОВ “Літинське” величина показника також була нижчою вихідної у 3 місяці на 19,0%, а у 6 і 9 місяців на 4,8% вищою.

Застосування ін’єкцій тривітаміну (I дослідна група) протягом 3 місяців спричинило приріст вмісту кобальту у крові бугайців агрофірми “Бовшів”, порівняно до контролю, на 16,7%, через 6 місяців величина показника становила  $0,29 \pm 0,052$  мкМ/л, у 9 місяців залишилася на рівні  $0,29 \pm 0,049$  мкМ/л, приріст складає – 7,4%. У крові відгодівельного молодняка ТзОВ “Літинське”, внаслідок ін’єкцій тривітаміну, вміст кобальту був вищим контролю через 3 місяці на 26,5% ( $P < 0,05$ ), через 6 – на 13,6 та через 9 місяців – на 11,4 %. Внаслідок підгодівлі тварин амінокислотою метіоніном (II дослідна група) у агрофірмі “Бовшів” вміст кобальту був вищим контролю на 8,3 %, лише після 3 місяців проведення досліджу, а через 6 та 9 місяців нижчим на 6,7 та 3,7 %, відповідно. У ТзОВ “Літинське” значення показника через 3 місяці було вищим, відповідно на 2,9 %, а у 6 та 9 місяців



знижувалося на 6,8 та 4,5 %.

При введенні до раціону відгодівельного молодняку агрофірми “Бовшів” металоорганічного преміксу (III група) вміст кобальту зростав після 3 місяців проведення експерименту на 37,5%, 6 місяців – на 40,0 ( $P < 0,05$ ) та після 9 місяців на 63,0% ( $P < 0,05$ ). У IV дослідній групі тварин, при поєднанні підгодовлі метіонатами мікроелементів з ін’єкціями тривітаміну, через 3 місяці досліду вміст кобальту зростав відносно контролю на 66,7% ( $P < 0,05$ ), через 6 - на 50,0 ( $P < 0,05$ ) та через 9 місяців – на 63,0% ( $P < 0,05$ ). Кращий результат, порівняно з III групою, встановлено у 3 місяці проведення експерименту, приріст величини показника був вищим на 0,07 мкМ/л. Слід зауважити, що застосування тривітаміну (I група) у даному господарстві протягом 3 місяців було також ефективним.

У крові бугайців ТзОВ “Літинське” вміст кобальту був найвищим при комплексній корекції раціону (IV дослідна група). Так, приріст величини показника відносно контролю через 3 місяці проведення експерименту становив у III групі 29,4% ( $P < 0,05$ ), а у IV – 41,2% ( $P < 0,01$ ); через 6 місяців – 11,4 ( $P < 0,05$ ) та 25,0% ( $P < 0,01$ ) і через 9 місяців 9,1 та 18,2% ( $P < 0,05$ ) відповідно.

Вміст кальцію у крові бугайців агрофірми “Бовшів” на початок досліджень становив  $2,40 \pm 0,03$  –  $2,46 \pm 0,04$  мМ/л, у ТзОВ “Літинське” величина показника була в межах  $2,60 \pm 0,06$  –  $2,64 \pm 0,04$  мМ/л (табл. 3.11). Різниця між господарствами становила 7,1%.

Таблиця 3.11.-Вміст кальцію у крові бугайців при застосуванні БАР (мМ/л),  
 $M \pm m$ ,  $n=5$

Тривалість досліду	ГРУПИ ТВАРИН				
	Контрольна	I	II	III	IV
агрофірма “Бовшів”					
0	$2,41 \pm 0,04$	$2,46 \pm 0,04$	$2,40 \pm 0,03$	$2,45 \pm 0,05$	$2,43 \pm 0,07$
3 міс	$2,22 \pm 0,06$	$2,30 \pm 0,03$	$2,23 \pm 0,06$	$2,40 \pm 0,05^*$	$2,41 \pm 0,04^*$
6 міс	$2,43 \pm 0,03$	$2,51 \pm 0,05$	$2,49 \pm 0,06$	$2,58 \pm 0,07$	$2,60 \pm 0,06^*$
9 міс	$2,49 \pm 0,04$	$2,52 \pm 0,03$	$2,48 \pm 0,04$	$2,62 \pm 0,06$	$2,58 \pm 0,08$
ТзОВ “Літинське”					

0	2,61±0,04	2,63±0,02	2,60±0,02	2,64±0,04	2,60±0,06
3 міс	2,49±0,02	2,56±0,02*	2,54±0,03	2,59±0,03*	2,58±0,02**
6 міс	2,65±0,04	2,69±0,03	2,67±0,04	2,68±0,04	2,71±0,05
9 міс	2,63±0,03	2,69±0,02	2,71±0,02*	2,69±0,05	2,79±0,04**

У контрольній групі тварин через 3 місяці від початку експерименту вміст кальцію у крові бугайців агрофірми “Бовшів” знизився на 0,19 мМ/л (7,9%), ТзОВ “Літинське” - на 0,12 мМ/л (4,6 %). При наступних дослідженнях крові у 6 та 9 місяців проведення експерименту показник у обох господарствах повернувся до вихідної величини. При цьому, різниця між господарствами зберігалася та складала в середньому 8,0 %.

Застосування ін’єкцій тривітаміну протягом 3 та 6 місяців зумовило приріст величини показника у крові тварин агрофірми “Бовшів” відповідно на 3,6 та 3,3%, а у ТзОВ “Літинське” – на 2,8 та 1,5%. У 9 місяців проведення експерименту вміст макроелементу, відносно контролю, більше зріс у бугайців ТзОВ “Літинське” – 2,3%, проти 1,2% у агрофірмі “Бовшів”. Вміст кальцію у крові тварин агрофірми “Бовшів” не змінювався при додаванні до раціону амінокислоти метіоніну (II дослідна група), лише у 6 місяців встановлено незначний приріст показника (2,5%). У ТзОВ “Літинське” концентрація макроелементу у крові бугайців при підгодівлі метіоніном зростала через 3 місяці на 2,0% ( $P<0,05$ ), через 6 – на 0,8% та через 9 місяців – на 3,0%. При додаванні до раціону відгодівельного молодняка метіонатів мікроелементів: міді, цинку, заліза, марганцю та кобальту (III дослідна група) протягом досліду кращий ефект встановлено у агрофірмі “Бовшів”. Через 3 місяці величина показника зросла, порівняно до контролю, на 0,18 мМ/л (8,1%;  $P<0,05$ ), у 6 – на 0,15 мМ/л (6,2%) та у 9 місяців – на 0,13 мМ/л (5,2%). У ТзОВ “Літинське” за відповідні періоди досліджень приріст, відносно контролю, становив 0,1 мМ/л (4,0%;  $P<0,05$ ); 0,03 мМ/л (1,1%) та 0,06 мМ/л (2,3%). При поєднанні підгодівлі металоорганічним преміксом з ін’єкціями тривітаміну (IV дослідна група) у тварин агрофірми “Бовшів” через 3 місяці концентрація кальцію у крові бугайців зростала на 0,19 мМ/л (8,6%;  $P<0,05$ ), через 6 місяців на 0,17 мМ/л (7,0%;  $P<0,05$ ) порівняно

до контролю. За відповідні періоди досліджень у тварин ТзОВ “Літинське” приріст показника, відносно контролю, становив 0,09 мМ/л (3,6%;  $P < 0,01$ ) та 0,06 мМ/л (2,3%). Через 9 місяців кращий результат отримано у ТзОВ “Літинське”. Вміст кальцію у крові тварин зростав на 0,16 мМ/л (6,1%;  $P < 0,01$ ), а у агрофірмі “Бовшів” на 0,09 мМ/л (3,6%).

Отже, проведеними дослідженнями встановлено у господарстві з підвищеним рівнем кадмію (агрофірма “Бовшів”) нижчий на 8,0% вміст кальцію у крові бугайців, ніж у ТзОВ “Літинське”. При застосуванні вітамінних ін’єкцій (І група) приріст показника, відносно контролю, був межах 1,2-3,6%. При додаванні амінокислоти метіоніну (ІІ група) величина показника майже не змінювалася, статистично вірогідну різницю з контролем 2,0% ( $P < 0,05$ ) отримано лише у ТзОВ “Літинське” через 3 місяці експерименту. Підгодівля тварин агрофірми “Бовшів” п’ятикомпонентним хелатним преміксом (ІІІ група) зумовила приріст вмісту кальцію у крові в межах 5,2-8,1%, ТзОВ “Літинське” – 1,1-4,0 %. За мікроелементно-вітамінної корекції раціону (ІV група) вміст кальцію зростав протягом досліду у бугайців агрофірми “Бовшів” на 3,6-8,6 %, а у ТзОВ “Літинське” на 2,3-3,6%.

### **3.3. Вплив кадмію та біологічно активних речовин на фізичні властивості яловичини**

Дослідженнями фізичних властивостей встановлено, що величина рН м’яса,

одержаного від тварин контрольної групи агрофірми “Бовшів”, через 48 годин після забою склала  $5,84 \pm 0,02$  (рис. 1).

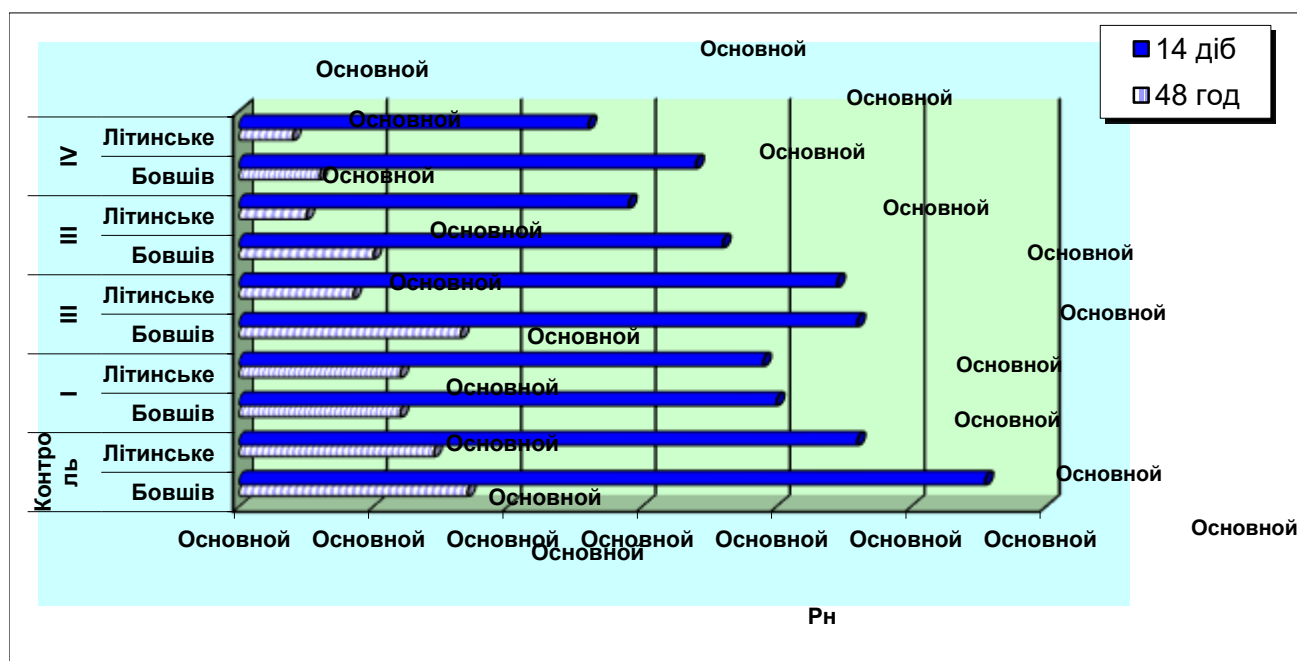


Рис. 1. Величина рН м'яса через 48год та 14 діб.

У II групі показник був на рівні контролю, а у I, III та IV дослідних групах нижчим відповідно на 1,7 ( $P < 0,05$ ); 2,4 ( $P < 0,001$ ) та 3,8 % ( $P < 0,001$ ).

Через 14 діб зберігання м'яса величина рН підвищувалася. У контролі показник становив  $6,46 \pm 0,03$ , а у III та IV дослідних групах було вірогідно ( $P < 0,001$ ) нижче значення рН – на 2,4 та 3,8 %, відповідно.

Величина рН екстракту із м'яса, одержаного від контрольної групи бугайців ТЗОВ “Літинське”, через 48 год після забою становила  $5,79 \pm 0,03$ . У III та IV дослідних групах значення показника вірогідно ( $P < 0,01$ –  $P < 0,001$ ) нижчим на 3,3 та 3,6% відповідно.

Через 14 діб після забою у контрольній групі величина рН склала  $6,42 \pm 0,04$ . У III дослідній групі показник становив  $6,08 \pm 0,03$ , у IV –  $6,02 \pm 0,02$ , що нижче, ніж у контролі, відповідно, на 5,3% ( $p < 0,001$ ) та 6,2% ( $P < 0,05$ ).

Таким чином, зміни величини рН були подібними у м'ясі тварин обох господарств. При цьому, значення показника нижче у III та IV дослідних групах.

Показник вологості м'яса тварин контрольної групи агрофірми “Бовшів” становив  $63,9 \pm 1,17$ , у ТЗОВ “Літинське” –  $63,2 \pm 1,2$  (Рис. 2).

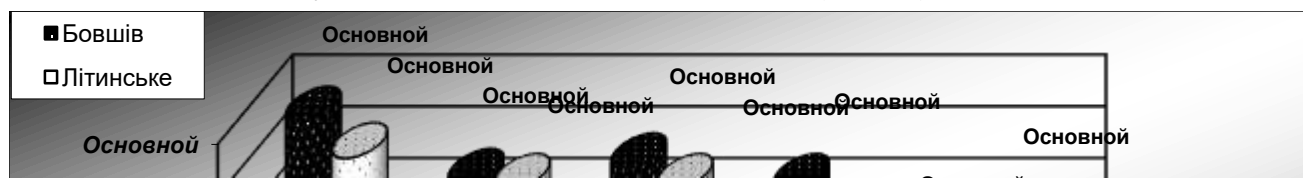


Рис. 2. Вологоємкість яловичини.

У яловичині, отриманій від тварин I дослідної групи вологоємкість була нижчою, ніж у контролі відповідно на 1,2 (1,9 %) та 0,6 (0,9 %); II – на 0,9 (1,4%) та 0,6 (0,9%); III – на 1,3 (3,0 %) та 1,9 (3,0 %); IV – на 1,9 (3,0%) та 2,7 (4,3%).

Кольоровий показник м'яса тварин агрофірми “Бовшів”, яким не згодовували біологічно активні речовини (контроль), нижчий на 10,3% ( $P < 0,001$ ), ніж у ТзОВ “Літинське” (Рис. 3).

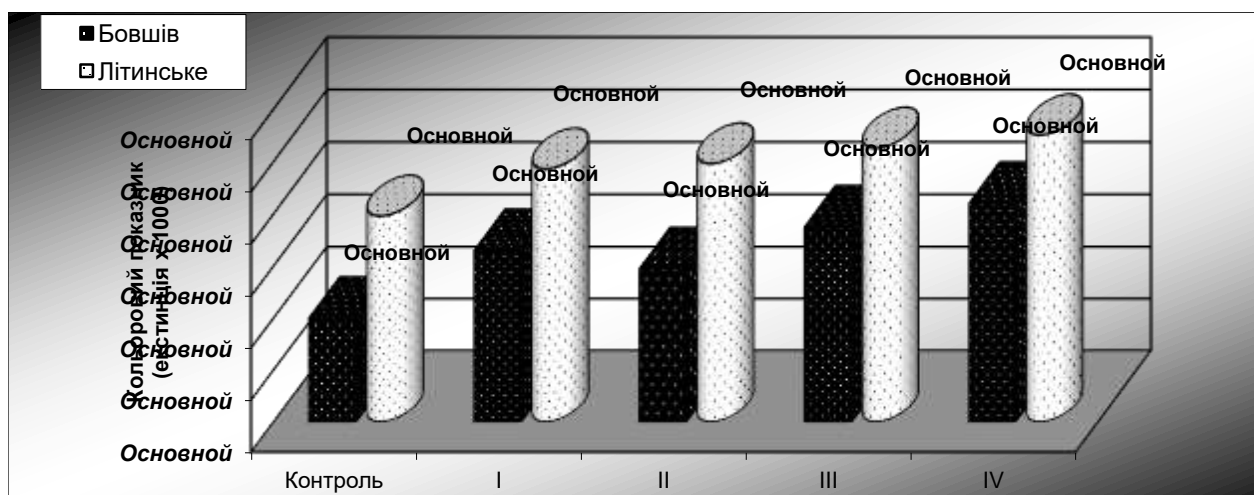


Рис. 3. Кольоровий показник яловичини дослідних тварин.

У дослідних групах агрофірми “Бовшів” величина показника вірогідно зростала, порівняно до контролю, внаслідок застосування ін’єкцій тривітаміну (I група) – на 6,8% ( $P < 0,05$ ); додавання до раціону метіонатів мікроелементів (III група) – на 9,2% ( $P < 0,01$ ) та при поєднанні підгодівлі метіонатним преміксом з вітамінними ін’єкціями (IV дослідна) – на 11,6% ( $P < 0,001$ ).

У ТзОВ “Літинське” статистично вірогідне ( $P < 0,05$ ) підвищення величини

кольорового показника, порівняно до контролю, встановлено у II дослідній групі – на 4,8 %; III – на 6,2 % та IV – на 7,4 %.

Таким чином, м'ясо отримане від тварин III та IV дослідних груп обох господарств характеризувалося вірогідно ( $P < 0,001$ ) нижчим на 2,4-6,2 % значенням рН, що створювало несприятливі умови для розвитку гнильних мікроорганізмів, внаслідок чого збільшувався термін зберігання яловичини. Крім цього, кольоровий показник у м'ясі дослідних груп був вищим ніж у контролі на 6,2-11,6% ( $P < 0,05-0,001$ ), що забезпечувало приємний товарний вигляд яловичини.

### 3.4. Вплив кадмію і біологічно активних речовин на хімічний склад та харчову цінність яловичини.

При вивченні м'ясної продуктивності тварин і якості м'яса аналіз хімічного складу окремих м'язів дозволяє зробити висновки про енергетичну та біологічну цінність м'яса, особливості конверсії поживних речовин кормів у ті чи інші компоненти м'яса. З цією метою відібрано тканину найдовшого м'яза спини.

Вміст сухої речовини у найдовшому м'язі спини, отриманому від тварин контрольної групи агрофірми “Бовшів”, становив  $22,71 \pm 0,28$  %, приріст величини показника у I та II дослідних групах  $0,32-0,74\%$  ( $P > 0,05$ ), а у III та IV отримано статистично вірогідне ( $P < 0,01$ ;  $P < 0,001$ ) зростання вмісту сухої речовини, відносно контролю, на 1,16 та 1,73 %, відповідно (табл. 3.12).

Таблиця 3.12.-Хімічний склад найдовшого м'яза спини бугайців,  $M \pm m$ ,  $n=5$

Показники, %	ГРУПИ ТВАРИН				
	Контрольна	I	II	III	IV
агрофірма “Бовшів”					
Суха речовина	$22,71 \pm 0,28$	$23,03 \pm 0,19$	$23,45 \pm 0,26$	$23,87 \pm 0,20$ **	$24,44 \pm 0,24$ ***
Протеїн	$20,70 \pm 0,29$	$20,78 \pm 0,15$	$20,84 \pm 0,37$	$21,14 \pm 0,18$ *	$21,54 \pm 0,22$ *
Жир	$2,01 \pm 0,23$	$2,25 \pm 0,30$	$2,61 \pm 0,19$	$2,73 \pm 0,21$ *	$2,90 \pm 0,29$ *
Зола	$1,01 \pm 0,02$	$0,95 \pm 0,03$	$1,04 \pm 0,03$	$1,10 \pm 0,02$ *	$1,05 \pm 0,03$
ТЗОВ “Літинське”					
Суха речовина	$23,52 \pm 0,18$	$23,91 \pm 0,20$	$24,29 \pm 0,15$ **	$24,73 \pm 0,17$ ***	$24,96 \pm 0,26$ ***

Протеїн	21,21±0,13	21,37±0,15	21,49±0,20	21,74±0,17*	21,94±0,19**
Жир	2,31±0,17	2,54±0,24	2,80±0,18	2,99±0,14*	3,02±0,13**
Зола	0,97±0,03	0,93±0,04	0,94±0,01	0,99±0,03	0,98±0,02

У м'язовій тканині контрольних тварин ТзОВ “Літинське” вміст сухої речовини становив  $23,52 \pm 0,18\%$ , при застосуванні ін'єкцій тривітаміну значення показника вище, ніж у контролі на  $0,39\%$  ( $P > 0,5$ ), при підгодівлі метіоніном – на  $0,77\%$  ( $P < 0,01$ ). За мікроелементної та мікроелементно-вітамінної корекції раціону приріст величини показника складав, відповідно,  $1,21$  та  $1,44\%$  ( $P < 0,001$ ).

Вміст протеїну у контролі агрофірми “Бовшів” становив  $20,70 \pm 0,29\%$ , ТзОВ “Літинське” –  $21,21 \pm 0,13\%$ . Величина показника у господарстві з підвищеним рівнем кадмію у раціоні була нижчою на  $0,51\%$ . Приріст вмісту протеїну в найдовшому м'язі спини, порівняно до контролю, становив у I дослідній групі  $0,08$  та  $0,16\%$ , у II –  $0,14$  та  $0,28\%$ , у III –  $0,44$  ( $P < 0,05$ ) та  $0,53\%$  ( $P < 0,05$ ), у IV –  $0,84$  та  $0,73\%$  ( $P < 0,05$ ) відповідно.

Вміст жиру у найдовшому м'язі спини контрольних тварин агрофірми “Бовшів” складав  $2,01 \pm 0,23\%$ . Показник був вищим на  $0,24\%$  – у I групі; на  $0,60\%$  – у II; на  $0,72\%$  ( $P < 0,05$ ) – у III та на  $0,89\%$  ( $P < 0,05$ ) – у IV групі. У ТзОВ “Літинське” вміст жиру у контролі становив  $2,31 \pm 0,17\%$ , що на  $0,3\%$  вище, ніж у м'язовій тканині тварин агрофірми “Бовшів”. У дослідних групах I, II, III та IV встановлено приріст величини показника, відносно контролю, на  $0,23$ ;  $0,49$ ;  $0,68$  ( $P < 0,05$ ) та  $0,71\%$ , відповідно.

Вміст золи у найдовшому м'язі спини бугайців контрольних груп обох господарств в середньому  $1,01 - 0,97\%$ , значення показника вірогідно ( $P < 0,05$ ) зросло на  $0,09\%$  лише у III дослідній групі агрофірми “Бовшів” при додаванні до раціону тварин п'ятикомпонентного мікроелементного преміксу. У інших дослідних групах вміст золи у м'язовій тканині був в межах  $0,95 \pm 0,03 - 1,04 \pm 0,03$ .

Калорійність м'яса тварин ТзОВ “Літинське” була вищою на  $5,06$  ккал ( $5,1\%$ ), порівняно з м'ясом тварин агрофірми “Бовшів” (Рис. 4)

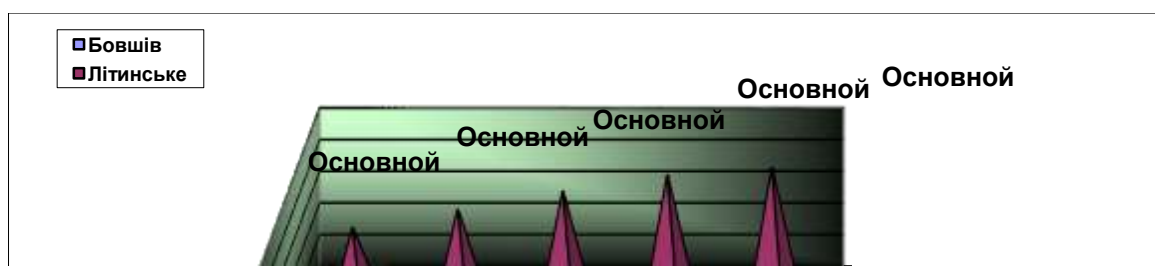


Рис. 4. Калорійність найдовшого м'яза спини бугайців.

У дослідних групах обох господарств величина показника зростала порівняно до контролю. Так, калорійність м'яса у I групі була вищою на 2,8%; II – на 5,9 та 5,6% ( $P < 0,05$ ); III – на 8,2 та 8,0 % та у IV – на 11,6 ( $P < 0,05$ ) та 9,2 % ( $P < 0,01$ ) відповідно.

Таким чином, білковий якісний показник у м'ясі тварин III дослідної групи агрофірми “Бовшів” складав  $5,31 \pm 0,20$ ; IV – 5,39, що на 14,9 та 16,6% вище, ніж у контролі. У тканині найдовшого м'яза спини тварин II дослідної групи ТЗОВ “Літинське” встановлено значення –  $5,64 \pm 0,11$ ; III –  $5,71 \pm 0,14$  та IV групи –  $5,82 \pm 0,18$ . Приріст відносно контролю відповідно 12,8 ( $P < 0,05$ ); 14,2 ( $P < 0,01$ ) та 16,4 % ( $P < 0,01$ ).

### **3.5. Мінеральний склад тканин бугайців після застосування біологічно активних речовин**

#### **3.5.1. Вміст мікроелементів та кальцію у м'язовій тканині.**

При визначенні мікроелементного складу найдовшого м'яза спини отриманого від тварин контрольних груп господарств, встановлено відмінності. Вміст кадмію у м'язовій тканині агрофірми “Бовшів” становив  $37,7 \pm 2,51$  мкг/кг, у ТЗОВ “Літинське” –  $21,3 \pm 1,24$  (табл. 3.13). Отже, у господарстві з підвищеним рівнем кадмію у кормах та воді вміст елемента в найдовшому м'язі спини вищий на 16,4 мкг/кг (43,5%;  $P < 0,001$ ). Застосування ін'єкцій тривітаміну протягом 9 місяців (I дослідна група) та підгодівля амінокислотою метіоніном (II група) не



впливали на вміст кадмію. При додаванні до раціону метонатів мікроелементів (заліза, міді, цинку, кобальту, марганцю) вміст кадмію у найдовшому м'язі спини тварин агрофірми "Бовшів" становив  $29,4 \pm 2,82$ , а ТзОВ "Літинське" –  $16,5 \pm 1,42$  мкг/кг, що нижче, ніж у контролі відповідно на  $8,3$  мкг/кг (22,0%;  $P < 0,05$ ) та  $4,8$  мкг/кг (22,5%). Внаслідок застосування комплексної корекції раціону (IV дослідна група) вміст кадмію у м'язовій тканині бугайців агрофірми "Бовшів" становив  $23,5 \pm 3,18$  мкг/кг, що нижче від контролю на  $14,2$  мкг/кг (37,7%;  $P < 0,01$ ) та на  $5,9$  мкг/кг від показника III дослідної групи. У тварин ТзОВ "Літинське" величина показника становила  $16,2 \pm 2,51$ , різниця з контролем –  $5,1$  мкг/кг (23,9%).

Таблиця. 3.13.-Вміст мікроелементів та кальцію у тканині найдовшого м'яза спини бугайців після застосування біологічно активних речовин,  $M \pm m$ ,  $n=5$

Елемент	ГРУПИ ТВАРИН				
	Контрольна	I	II	III	IV
агрофірма "Бовшів"					
Кадмій, мкг/кг	$37,7 \pm 2,51$	$35,1 \pm 1,95$	$40,8 \pm 4,02$	$29,4 \pm 2,82$ *	$23,5 \pm 3,18$ **
Залізо, мг/кг	$18,4 \pm 1,41$	$19,1 \pm 1,30$	$18,9 \pm 1,36$	$22,3 \pm 1,12$ *	$23,5 \pm 1,34$ *
Мідь, мг/кг	$1,43 \pm 0,027$	$1,48 \pm 0,051$	$1,44 \pm 0,025$	$1,59 \pm 0,041$ **	$1,63 \pm 0,039$ **
Цинк, мг/кг	$26,2 \pm 1,20$	$25,9 \pm 1,46$	$27,5 \pm 1,22$	$30,9 \pm 0,95$	$31,1 \pm 1,29$
Марганець мг/кг	$0,18 \pm 0,032$	$0,20 \pm 0,021$	$0,20 \pm 0,017$	$0,23 \pm 0,042$	$0,25 \pm 0,025$
Кобальт, мкг/кг	$14,0 \pm 0,95$	$15,2 \pm 0,82$	$14,9 \pm 1,18$	$19,8 \pm 0,99$ **	$19,6 \pm 1,16$ **
Кальцій мг/кг	$150,8 \pm 5,61$	$157,2 \pm 5,96$	$158,4 \pm 4,78$	$159,5 \pm 6,14$	$162,3 \pm 4,20$
ТзОВ "Літинське"					
Кадмій, мкг/кг	$21,3 \pm 1,24$	$19,7 \pm 2,10$	$24,2 \pm 3,24$	$16,5 \pm 1,42$	$16,2 \pm 2,51$
Залізо, мг/кг	$23,7 \pm 1,18$	$24,0 \pm 1,75$	$25,1 \pm 1,13$	$28,4 \pm 1,25$ *	$29,0 \pm 1,97$ *
Мідь, мг/кг	$2,70 \pm 0,041$	$2,77 \pm 0,033$	$2,79 \pm 0,040$	$2,86 \pm 0,049$ *	$3,02 \pm 0,056$ ***
Цинк, мг/кг	$32,2 \pm 2,04$	$32,7 \pm 3,29$	$35,8 \pm 2,57$	$38,9 \pm 2,18$	$39,1 \pm 2,41$

Марганець мг/кг	0,25±0,018	0,27±0,041	0,26±0,020	0,32±0,012	0,33±0,038
Кобальт, мкг/кг	27,6±1,43	28,0±1,37	27,4±0,99	32,1±1,25 *	34,3±1,07 **
Кальцій мг/кг	210,3±4,51	223,9±5,04	225,2±5,71	224,4±4,15 *	236,7±6,15 **

Таким чином, додавання до раціону метіонатів мікроелементів та їх використання у комплексі з ін'єкціями тривітаміну забезпечили зниження вмісту кадмію у тканині найдовшого м'яза спини тварин агрофірми "Бовшів" на 22,0 – 37,7% ( $P < 0,05$  –  $P < 0,01$ ); ТзОВ "Літинське" – на 22,5-23,9 %, відповідно. При цьому, результат отриманий у III та IV дослідних групах ТзОВ "Літинське", був однаковим, а у господарстві з підвищеним кадмієвим навантаженням більш ефективною була мікроелементно-вітамінна корекція раціону.

Аналізом мікроелементного складу тканини найдовшого м'яза спини, отриманого від тварин дослідних господарств, найбільша різниця виявлена відносно міді та кобальту. Так, вміст міді у бугайців агрофірми "Бовшів" складав  $1,43 \pm 0,027$  мг/кг, ТзОВ "Літинське" –  $2,70 \pm 0,041$  мг/кг. Отже, у тварин, які отримували раціон з підвищеним рівнем кадмію вміст мікроелементу у м'язовій тканині нижчий на 1,27 мкг/кг (88,8%;  $P < 0,001$ ). Застосування ін'єкцій тривітаміну (I дослідна група) протягом 9 місяців та додавання до раціону метіоніну (II дослідна група) не впливали на величину показника у обох господарствах. Після 9 місячної підгодівлі бугайців металоорганічним преміксом вміст міді статистично вірогідно ( $P < 0,05$  –  $0,01$ ) зріс у тканині найдовшого м'яза спини тварин обох господарств. Приріст, відносно контролю, у бугайців агрофірми "Бовшів" складав 0,16 мг/кг (11,2%), ТзОВ "Літинське" 0,16 мг/кг (5,9%). Вміст міді був найвищим у м'язовій тканині тварин, яким проводили комплексну корекцію живлення. Так, показник у бугайців агрофірми "Бовшів" становив  $1,63 \pm 0,039$ , ТзОВ "Літинське" –  $3,02 \pm 0,56$  мг/кг. Приріст величини показника, відносно контролю – 0,20 мг/кг (14,0%;  $P < 0,01$ ) та 0,32 мг/кг (11,9%;  $P < 0,001$ ) відповідно.

Концентрація кобальту у тканині найдовшого м'яза спини тварин агрофірми "Бовшів" –  $14,0 \pm 0,95$  мкг/кг, ТзОВ "Літинське" –  $27,6 \pm 1,43$  мкг/кг. Різниця складала – 13,6 мкг/кг (50,7%;  $P < 0,001$ ). Коливання показника порівняно з контролем у I та

II дослідних групах агрофірми “Бовшів” не перевищували 1,4%, а у ТзОВ “Літинське” вміст кобальту зростав відповідно на 9,0 та 6,4%. Вміст мікроелементу в тканині найдовшого м’яза спини тварин агрофірми “Бовшів” III дослідної групи становив  $19,8 \pm 0,99$ ; IV –  $34,3 \pm 1,07$  мкг/кг, приріст до контролю – 5,8 мкг/кг (41,4%;  $P < 0,01$ ) та 5,6 мкг/кг (40,0%;  $P < 0,01$ ).

У тварин III дослідної групи ТзОВ “Літинське” вміст кобальту становив  $32,1 \pm 1,25$ ; IV –  $34,3 \pm 1,07$  мкг/кг. Приріст величини показника відносно контролю – 4,5 мкг/кг (16,3%;  $P < 0,05$ ) та 6,7 мкг/кг (24,3%;  $P < 0,01$ ).

Отже, вміст кобальту найбільше зростав при додаванні до раціону металоорганічного преміксу (III, IV дослідні групи). Приріст значення показника, у тварин агрофірми “Бовшів” становив 40,0 – 41,4 %; ТзОВ “Літинське” 16,3 – 24,3 ( $P < 0,05$ – 0,01).

Вміст марганцю у тканині найдовшого м’яза спини, отриманого від тварин агрофірми “Бовшів”, становив  $0,18 \pm 0,032$  мг/кг, ТзОВ “Літинське” –  $0,25 \pm 0,018$  мг/кг. Різниця складала 0,07 мг/кг (38,9%;  $P > 0,05$ ). Внаслідок застосування ін’єкцій тривітаміну (I дослідна група) та підгодівлі метіоніном (II дослідна група) протягом 9 місяців величина показника у тварин агрофірми “Бовшів” зросла, порівняно з контролем, на 0,02 мг/кг (11,1%); при додаванні до раціону металоорганічного преміксу – на 0,05 мг/кг (27,8%); при комплексній корекції раціону – на 0,07 мг/кг (38,9%). У ТзОВ “Літинське” вміст марганцю збільшився в I групі на 0,02 мг/кг (8,0%); II – 0,01 мг/кг (4,0%); III – 0,07 мг/кг (28,0%) та в IV – 0,08 мг/кг (32,0%).

Таким чином, вміст марганцю у м’язовій тканині тварин, які отримували у складі раціону метіонати мікроелементів (III, IV дослідні групи) збільшився на 27,8 – 38,9 % ( $P > 0,05$ ).

Вміст заліза у тканині найдовшого м’яза спини, отриманого від бугайців контрольної групи тварин агрофірми “Бовшів”, становив  $18,4 \pm 1,41$ ; ТзОВ “Літинське” –  $23,7 \pm 1,18$  мг/кг. Різниця складала 5,3 мг/кг (28,8%;  $P < 0,05$ ). У м’язовій тканині бугайців агрофірми “Бовшів” I та II дослідних груп вміст мікроелемента був вищим, ніж у контролі на 3,8 та 2,7 %, відповідно, а ТзОВ “Літинське” – на 1,3 та 5,9%. Внаслідок підгодівлі металоорганічним преміксом (III

дослідна група) вміст заліза у бугайців агрофірми “Бовшів” становив  $22,3 \pm 1,12$ ; ТзОВ “Літинське” –  $28,4 \pm 1,25$ . Приріст відносно контролю складав 3,9 мг/кг (21,2%;  $P < 0,05$ ) та 4,7 мг/кг (19,8%;  $P < 0,05$ ) відповідно. Найбільше вміст заліза зріс у м’язовій тканині тварин IV дослідної групи: у тварин агрофірми “Бовшів” на 5,1 мг/кг (27,7%;  $P < 0,05$ ); ТзОВ “Літинське” на 5,3 мг/кг (22,4%;  $P < 0,05$ ). Отже, при додаванні до раціону протягом 9 місяців п’ятикомпонентного металоорганічного преміксу встановлено приріст вмісту заліза в межах 19,8-27,7% ( $P < 0,05$ ).

Вміст цинку в тканині найдовшого м’яза спини, отриманого від тварин контрольних груп агрофірми “Бовшів” та ТзОВ “Літинське”, відповідно, становив  $26,2 \pm 1,20$  та  $32,2 \pm 2,04$ . Різниця складала 6,0 мг/кг (22,9 %;  $P < 0,05$ ). Застосування ін’єкцій вітамінного препарату не вплинуло на величину показника у обох господарствах (відносно контролю коливання показника не перевищували 1,6 %). Незначно змінився вміст цинку і у II дослідній групі, при підгодівлі бугайців метіоніном. Так, приріст величини показника у тварин агрофірми “Бовшів” становив 4,9 %, а ТзОВ “Літинське” – 3,3 %. Внаслідок додавання до раціону преміксу метіонатів мікроелементів (III дослідна група) вміст цинку у тканині найдовшого м’яза спини бугайців агрофірми “Бовшів” зріс, порівняно до контролю, на 4,7 мг/кг (17,9%); ТзОВ “Літинське”- на 6,7 мг/кг (20,8%). У IV дослідній групі приріст величини показника, відносно контролю, становив 4,9 мг/кг (18,7%) та 6,9 мг/кг (21,4%) відповідно.

Таким чином додавання до раціону бугайців хелатних сполук мікроелементів з метіоніном окремо та в поєднанні з ін’єкціям тривітаміну сприяли підвищенню вмісту цинку на 17,9 – 18,7 % у агрофірмі “Бовшів”, на 20,8 – 21,4% у ТзОВ “Літинське”. Ін’єкції тривітаміну та підгодівля метіоніном не впливали на вміст мікроелементу – різниця з контролем не перевищує 5%.

Вміст кальцію у м’язовій тканині тварин агрофірми “Бовшів” становив  $150,8 \pm 5,61$  мг/кг, ТзОВ “Літинське”–  $210,3 \pm 4,51$ . Різниця складала 59,5 мг/кг (39,5 %;  $P < 0,001$ ). Ін’єкції вітамінного препарату (I дослідна група) бугайцям агрофірми “Бовшів” та ТзОВ “Літинське” протягом 9 місяців сприяли зростанню вмісту кальцію, порівняно до контролю, у м’язовій тканині відповідно на 4,2 % та

6,5 %. Внаслідок підгодівлі амінокислотою метіоніном (II дослідна група) показник зріс на 5,0 та 7,2 %. Додавання до раціону металоорганічного преміксу (III дослідна група) зумовило приріст величини показника, відповідно на 5,8 та 6,7 % ( $P < 0,05$ ). Після застосування поєднаної підгодівлі метіонатами мікроелементів з ін'єкціями тривітаміну (IV дослідна група) вміст кальцію становив  $162,3 \pm 4,20$  та  $236,7 \pm 6,15$  мг/кг. Приріст величини показника відносно контролю складав відповідно 11,5 мг/кг (7,6 %) та 26,4 мг/кг (12,6 %;  $P < 0,01$ ).

Проведеними дослідженнями встановлено:

- у тканині найдовшого м'яза спини бугайців агрофірми “Бовшів” на 43,5% ( $P < 0,001$ ) вищий вміст кадмію, ніж у ТзОВ “Літинське”;
- зниження вмісту біотичних мікроелементів і кальцію у м'язовій тканині тварин агрофірми “Бовшів”;
- найбільші відмінності виявлено відносно вмісту міді – 88,8 % ( $P < 0,001$ ) та кобальту – 97,1% ( $P < 0,001$ );
- показник концентрації марганцю, заліза, цинку та кальцію у м'язовій тканині бугайців ТзОВ “Літинське” вищий, ніж агрофірми “Бовшів” відповідно на 38,9; 28,8 ( $P < 0,05$ ); 22,9 ( $P < 0,05$ ) та 39,5 % ( $P < 0,001$ );
- застосування ін'єкцій вітамінного препарату (I дослідна група) та підгодівля метіоніном (II дослідна група) суттєво не впливали на вміст мікроелементів у м'язовій тканині (статистично вірогідної різниці, порівняно до контролю, не встановлено);
- мінеральний склад найдовшого м'яза спини змінився за підгодівлі метіонатами мікроелементів (III дослідна група) та комплексної мікроелементно-вітамінної корекції раціону бугайців (IV дослідна група) – знижувався вміст кадмію при одночасному підвищенні біотичних мікроелементів.

### **3.5.2. Вміст мікроелементів та кальцію у печінці**

Вміст кадмію у печінці тварин агрофірми “Бовшів” становив  $74,2 \pm 4,73$  мкг/кг, ТзОВ “Літинське” –  $32,9 \pm 2,27$  мкг/кг. Різниця між показниками –

41,3 мкг/кг (55,7%;  $P < 0,001$ ) (табл. 3.14).

Застосування вітамінних ін'єкцій та згодовування метіоніну протягом дев'яти місяців експерименту не вплинуло на величину показника (коливання значень були в межах похибки середнього арифметичного). Підгодівля тварин п'ятикомпонентним металоорганічним преміксом (III дослідна група) та комплексна корекція раціону за мікроелементами та вітамінами (IV дослідна група) були ефективними. Так, вміст кадмію відносно контрольного показника, знижувався у печінці тварин агрофірми "Бовшів" на 40,6 ( $P < 0,01$ ) та 42,9 % ( $P < 0,01$ ), а ТзОВ "Літинське" – на 28,0 та 35,0 % ( $P < 0,001$ ), відповідно.

Таблиця 3.14.--Вміст мікроелементів та кальцію у печінці бугайців після застосування біологічно активних речовин,  $M \pm m$ ,  $n=5$

Елемент	ГРУПИ ТВАРИН				
	Контрольна	I	II	III	IV
агрофірма "Бовшів"					
Кадмій, мкг/кг	74,2±4,73	70,7±3,52	79,4±4,91	44,1±4,60**	42,4±5,42**
Залізо, мг/кг	18,2±1,24	19,1±0,95	17,0±1,15	22,4±1,19*	24,7±1,21**
Мідь, мг/кг	4,1±0,78	4,4±0,70	4,2±0,63	6,9±0,72*	6,8±0,69*
Цинк, мг/кг	21,0±1,11	21,4±1,02	23,5±1,45	26,7±1,24**	26,6±1,08**
Марганець мг/кг	0,84±0,05	0,83±0,03	0,82±0,06	0,87±0,07	0,88±0,06
Кобальт, мкг/кг	0,75±0,03	0,75±0,04	0,73±0,02	0,78±0,01	0,78±0,05
Кальцій мг/кг	298,4±3,69	307,1±4,02	301,9±3,15	306,5±4,25	312,3±5,17
ТзОВ "Літинське"					
Кадмій, мкг/кг	32,9±2,27	29,3±1,92	32,8±2,01	23,7±1,82	21,4±1,42*
Залізо, мг/кг	20,1±1,22	21,4±1,16	24,2±1,08	27,2±1,45*	27,4±1,34*
Мідь, мг/кг	10,9±0,29	11,1±0,47	11,3±0,38	11,8±0,42	11,9±0,30*
Цинк, мг/кг	15,2±1,17	15,8±1,41	17,1±1,23	18,6±0,94	18,9±1,08

Марганець мг/кг	1,07±0,04	1,10±0,06	1,20±0,09	1,28±0,07*	1,29±0,05**
Кобальт, мкг/кг	0,79±0,01	0,80±0,02	0,83±0,01	0,86±0,03	0,85±0,02
Кальцій мг/кг	330,4±3,72	342,7±3,40	345,2±3,91	349,4±3,64	349,4±3,17

Вміст заліза у печінці контрольної групи тварин агрофірми “Бовшів” становив 18,2±1,24, ТЗОВ “Літинське” – 20,1±1,22 мг/кг. Різниця між показниками складала 1,9 мг/кг (10,4%).

Після введення у раціон біологічно активних добавок у бугайців агрофірми “Бовшів” та ТЗОВ “Літинське” зміни були неоднаковими. Так, ін’єкції тривітаміну протягом експерименту зумовили приріст показника на 4,9 та 6,5 %, відповідно. При додаванні до раціону амінокислоти метіоніну у печінці бугайців агрофірми “Бовшів” вміст заліза був нижчим, ніж у контролі, на 6,6%, а у бугайців ТЗОВ “Літинське”, навпаки, вищим на 20,4% ( $P>0,05$ ). В результаті підгодовлі тварин ТЗОВ “Літинське” металоорганічним преміксом та поєднання додавання до раціону метіонатів мікроелементів з ін’єкціями вітамінного препарату приріст величини показника відносно контролю становив відповідно 7,1 мг/кг (35,3%;  $P<0,05$ ) та 7,3 мг/кг (36,3%;  $P<0,05$ ). У III дослідній групі агрофірми “Бовшів” вміст заліза у печінці вищий, ніж у контролі на 4,2 мг/кг (23,1%;  $P<0,05$ ), а у IV на 6,5 мг/кг (35,7%;  $P<0,01$ ). Приріст значення показника у IV дослідній групі був вищим, ніж у III на 2,3 мг/кг.

Отже, застосування комплексної корекції раціону за мікроелементами та вітамінами у агрофірмі “Бовшів” мало більший вплив на вміст заліза у печінці тварин, порівняно з додаванням лише металоорганічного преміксу.

Концентрація міді у печінці контрольної групи бугайців агрофірми “Бовшів” становила 4,1±0,78; ТЗОВ “Літинське” – 10,9±0,29 мг/кг. Різниця між показниками складала 6,8 мг/кг (2,7 раз;  $P<0,001$ ). Внаслідок застосування біологічно активних речовин у печінці дослідних тварин встановлено зростання вмісту мікроелементу в тварин I дослідної групи агрофірми “Бовшів” на 0,3 мг/кг (7,3%) ТЗОВ “Літинське” – 0,2 мг/кг (1,8%); у II – на 0,1 (2,4%) та 0,4 мг/кг (3,7%); у III – 2,8 (68,3%;  $P<0,05$ ) та 0,9 мг/кг (8,3%); у IV – 2,7 мкг/кг (65,9%;  $P<0,05$ ) та 1,0 мг/кг (9,2%;  $P<0,05$ )

відповідно.

Таким чином, після підгодівлі протягом 9 місяців металоорганічним преміксом, одним із компонентів якого був метіонат міді (III дослідна група) та при поєднанні з ін'єкціями вітамінного препарату (IV дослідна група) встановлені зміни показника були статистично вірогідними ( $P < 0,05$ ). При цьому, приріст величини значення був більшим у тварин агрофірми "Бовшів". Проте, у даному господарстві вміст міді так і не досягнув величини показника контрольної групи тварин ТзОВ "Літинське". При застосуванні протягом 9 місяців ін'єкцій тривітаміну (I дослідна група) та додаванні до раціону метіоніну (II дослідна група) статистично вірогідної різниці з контролем не виявлено.

Концентрація цинку у печінці контрольної групи тварин агрофірми "Бовшів" становила  $21,0 \pm 1,11$ ; ТзОВ "Літинське" –  $15,2 \pm 1,17$  мг/кг. Різниця між показниками складала 5,8 мг/кг (27,6%;  $P < 0,01$ ). Внаслідок ін'єкцій тривітаміну (I дослідна група) вміст цинку в печінці дослідних тварин не змінювався (коливання величини показника у контрольній та дослідних групах в межах середньоарифметичної похибки). При додаванні до раціону метіоніну (II дослідна група) бугайцям агрофірми "Бовшів" показник зріс на 2,5 мг/кг (11,9 %); у ТзОВ "Літинське" – на 1,9 мг/кг (12,5 %). Результат, отриманий внаслідок підгодівлі металоорганічним преміксом, однією зі складових якого був метіонат цинку (III дослідна група), та при комплексній корекції раціону за мікроелементами та вітамінами (IV дослідна група) був практично однаковим у обох господарствах. Так, у печінці тварин III дослідної групи агрофірми "Бовшів" вміст цинку становив  $26,7 \pm 1,24$ ; ТзОВ "Літинське" –  $18,6 \pm 0,94$ . Приріст величини показника до контролю склав 5,7 мг/кг (27,1%;  $P < 0,01$ ) та 3,4 мг/кг (22,4%), відповідно. У IV дослідній групі, порівняно до контролю, вміст мікроелементу у тварин агрофірми "Бовшів" зростав на 5,6 (26,7 %;  $P < 0,01$ ), ТзОВ "Літинське" – на 3,7 мг/кг (24,3 %).

Таким чином, у печінці тварин контрольної групи агрофірми "Бовшів" вміст цинку був на 27,6 % ( $P < 0,01$ ) вищим, ніж у ТзОВ "Літинське". Приріст величини показника встановлено у II, III та IV дослідних групах. Зміни були статистично вірогідними ( $P < 0,01$ ) у III та IV групах тварин агрофірми "Бовшів".



Вміст кобальту у печінці відгодівельного молодняка контрольної групи агрофірми “Бовшів” становив  $0,75 \pm 0,03$ ; ТзОВ “Літинське” –  $0,79 \pm 0,01$  мкг/кг. Різниця між показниками складала  $0,04$  мкг/кг (5,3%). Застосування ін’єкцій тривітаміну не вплинуло на величину показника у обох господарствах. При підгодівлі метіоніном вміст кобальту в печінці бугайців агрофірми “Бовшів” незначно знизився на  $0,02$  мкг/кг (2,7%), а у ТзОВ “Літинське” зростав на  $0,04$  мкг/кг (5,1%). Підгодівля протягом 9 місяців п’ятикомпонентним преміксом, складовою якого був метіонат кобальту та поєднання мікроелементної підгодівлі з ін’єкціями вітамінного препарату забезпечили однаковий приріст величини показника, відносно контролю у тварин агрофірми “Бовшів” – на  $0,03$  мкг/кг (4,0%); а ТзОВ “Літинське” –  $0,07$  мкг/кг (8,9 %) та  $0,06$  мкг/кг (7,6%).

Отже, вміст кобальту вищий на 5,3% у печінці тварин ТзОВ “Літинське”. При додаванні до раціону хелатних сполук мікроелементів приріст величини показника був у межах 4,0 – 8,9 % ( $P > 0,05$ ). Ін’єкції тривітаміну не впливали на вміст кобальту у печінці. При підгодівлі метіоніном вміст мікроелементу знижувався на 2,7% ( $P > 0,05$ ) у бугайців агрофірми “Бовшів” та зростав на 5,1% ( $P > 0,05$ ) у ТзОВ “Літинське”.

Концентрація марганцю у печінці бугайців контрольної групи агрофірми “Бовшів” становила  $0,84 \pm 0,05$  мг/кг і була нижчою, ніж у ТзОВ “Літинське” на  $0,23$  мг/кг (27,4 %;  $P < 0,01$ ). Застосування тривітаміну не вплинуло на вміст мікроелементу у печінці тварин обох господарств. Підгодівля бугайців ТзОВ “Літинське” метіоніном забезпечила приріст величини показника, відносно контролю, на  $0,31$  мг/кг (12,1%); у печінці тварин агрофірми “Бовшів” вміст марганцю зменшувався на  $0,02$  мг/кг (2,4%). У III дослідній групі тварин агрофірми “Бовшів” концентрація мікроелементу в печінці зростала, порівняно до контролю, на  $0,03$  мг/кг (3,6%); та у IV – на  $0,04$  (4,8%); ТзОВ “Літинське” відповідно на  $0,21$  мг/кг (19,6%) та  $0,22$  мг/кг (20,6%).

Таким чином, вміст марганцю у печінці відгодівельного молодняка був вищим на 27,4% у ТзОВ “Літинське”. При застосуванні біологічно активних речовин тваринам агрофірми “Бовшів” приріст величини показника порівняно до контролю

не перевищував 4,8% ( $P>0,5$ ). У печінці бугайців II, III, IV дослідних груп ТзОВ “Літинське” вміст мікроелемента зростав. Приріст величини показника був статистично вірогідним ( $P<0,05$ ;  $P<0,01$ ).

Вміст кальцію у печінці бугайців агрофірми “Бовшів” становив  $298,4\pm 3,69$  мг/кг; ТзОВ “Літинське”  $330,4\pm 3,72$  мг/кг. Різниця складала 32,0 мг/кг (10,7%;  $P<0,001$ ). Приріст величини показника у тварин агрофірми “Бовшів”, внаслідок застосування біологічно-активних речовин, становив у I групі – 8,7 мг/кг (2,9%), II – 3,5 (1,2%), III – 8,1 (2,7%) та IV – 13,9 мг/кг (4,7%). У ТзОВ “Літинське” вміст макроелементу в I дослідній групі відносно контролю зростав на 12,3 мг/кг (3,7%), II – 14,8 (4,5%), III та IV – на 19,0 мг/кг (5,8%).

Отже, вміст кальцію у печінці тварин агрофірми “Бовшів” був нижчим на 10,7% ( $P<0,001$ ). У дослідних групах при застосуванні біологічно активних речовин приріст величини показника був в межах 1,2– 5,8% ( $P>0,05$ ). Найбільш ефективною була підгодівля металоорганічним преміксом у поєднанні з застосуванням ін’єкцій тривітаміну.

Проведеними дослідженнями встановлено:

- вміст кадмію вищий на 41,3 мкг/кг (55,7%;  $P<0,001$ ) у печінці бугайців, які отримували більшу кількість мікроелементу разом з кормами раціону;
- у печінці тварин агрофірми “Бовшів” нижчі значення показників вмісту заліза на 1,9 мг/кг (10,4%); міді – на 6,8 мг/кг (2,7 раз;  $P<0,001$ ); кобальту – на 0,04 мкг/кг (5,3%); марганцю – на 0,23 мг/кг (27,4%;  $P<0,01$ ) та кальцію – на 32,0 мг/кг (10,7%;  $P<0,001$ ). Вміст цинку, навпаки, вищий – на 5,8 мг/кг (27,6%;  $P<0,01$ );
- найбільше зниження вмісту кадмію та підвищення рівня біотичних мікроелементів і кальцію при додаванні до раціону тварин металоорганічного преміксу, окремо та в комплексі з ін’єкціями тривітаміну

### **3.5.3. Вміст мікроелементів та кальцію у нирковій тканині**

Вміст кадмію у нирковій тканині тварин агрофірми “Бовшів” становив  $99,2\pm 5,02$ , ТзОВ “Літинське” –  $63,3\pm 4,27$  мкг/кг. Різниця складала 35,9 мкг/кг (36,2%;

$P < 0,001$ ) (табл. 3.15).

При застосуванні ін'єкцій тривітаміну (I дослідна група) у нирках відгодівельного молодняка агрофірми "Бовшів" вміст кадмію знижувався на 8,8мкг/кг (8,9%), ТЗОВ "Літинське" – на 4,2мкг/кг (6,6%) порівняно до контролю. Підгодівля метіоніном (II дослідна група) спричинила приріст величини показника, відносно контролю, у тварин агрофірми "Бовшів" на 2,9мкг/кг (2,9%); у бугайців ТЗОВ "Літинське" значення показника залишилося на рівні контролю –  $63,7 \pm 3,95$  мкг/кг.

. Таблиця 3.15.-Вміст мікроелементів та кальцію у тканині нирок бугайців після застосування біологічно активних речовин,  $M \pm m$ ,  $n=5$

Елемент	ГРУПИ ТВАРИН				
	Контрольна	I	II	III	IV
агрофірма "Бовшів"					
Кадмій, мкг/кг	99,2±5,02	90,4±3,47	102,1±3,47	65,2±5,17 ****	57,8±4,69 ****
Залізо, мг/кг	30,3±1,17	29,7±0,95	32,0±1,19	35,2±0,93 **	35,4±1,02 **
Мідь, мг/кг	2,4±0,18	2,4±0,12	2,5±0,06	2,8±0,19	2,7±0,08
Цинк, мг/кг	26,3±1,20	25,9±1,02	26,7±1,18	27,3±1,31	26,9±1,14
Марганець мг/кг	0,58±0,14	0,58±0,13	0,59±0,12	0,60±0,09	0,60±0,17
Кобальт, мкг/кг	55,1±2,96	52,8±1,24	56,7±2,90	57,4±1,84	56,9±1,18
Кальцій мг/кг	350,2±6,17	348,4±2,79	351,1±4,64	346,1±3,14	345,2±5,07
ТЗОВ "Літинське"					
Кадмій, мкг/кг	63,3±4,27	59,1±4,018	63,7±3,95	42,3±4,87 **	37,6±5,21 **
Залізо, мг/кг	24,2±0,72	23,1±0,87	25,4±0,64	26,3±0,99	26,8±0,95 *
Мідь, мг/кг	2,0±0,06	2,1±0,04	1,8±0,09	2,3±0,05 *	2,2±0,04 *
Цинк, мг/кг	21,0±1,04	20,9±0,97	22,0±1,20	24,6±1,32	25,5±1,18
Марганець мг/кг	1,61±0,32	1,62±0,12	1,63±0,09	1,67±0,25	1,67±0,23
Кобальт, мг/кг	46,2±1,62	45,3±2,04	46,7±1,15	47,1±3,27	47,0±1,95

МКГ/КГ					
Кальцій МГ/КГ	385,3±4,20	371,5±3,96	377,4±7,40	376,1±6,18	370,2±7,15

При додаванні до раціону тварин протягом 9 місяців метіонатів мікроелементів (III дослідна група) у нирках тварин агрофірми “Бовшів” вміст кадмію знижувався, відносно контролю на 34,0мкг/кг (34,3%;  $P<0,001$ ); ТзОВ “Літинське” – на 21,0мкг/кг (33,2%;  $P<0,01$ ).

Найбільш ефективним було застосування комплексної корекції раціону за мікроелементами та вітамінами (IV дослідна група) Так, у нирках дослідних тварин агрофірми “Бовшів” вміст кадмію знизився на 41,1мкг/кг (41,7%;  $P<0,001$ ), ТзОВ “Літинське” – на 25,7 (40,6%;  $P<0,01$ ). Вміст заліза, міді, цинку, кобальту та марганцю був вищим у нирковій тканині тварин агрофірми “Бовшів”, ніж ТзОВ “Літинське” відповідно на 6,1мг/кг (20,1%;  $P<0,001$ ); 0,4мг/кг (16,7%;  $P<0,01$ ); 5,3мг/кг (20,2%;  $P<0,01$ ); 8,9мкг/кг (16,2%;  $P<0,5$ ) та 1,03мг/кг (64,0%;  $P<0,5$ ). Статистично вірогідні зміни ( $P<0,01$ ), порівняно до контролю, встановлено відносно вмісту заліза у III та IV дослідних групах агрофірми “Бовшів” – приріст величини показника становив 16,2 та 16,8 %, а у тварин ТзОВ “Літинське” – 8,7 та 10,7 % ( $P<0,05$ ) відповідно. У нирковій тканині бугайців III та IV дослідних груп ТзОВ “Літинське” збільшувався вміст міді на 0,3 (15,0%;  $P<0,05$ ) та 0,2мг/кг (10,0%;  $P<0,05$ ). Внаслідок застосування біологічно активних речовин протягом дев’яти місяців статистично вірогідної різниці з контролем щодо цинку кобальту, марганцю та кальцію не встановлено. Вміст цинку у нирковій тканині бугайців агрофірми “Бовшів” був в межах 25,9±1,01– 27,3±1,31мг/кг; ТзОВ ”Літинське” – 20,9±0,97 – 25,5±1,18мг/кг; кобальту – 52,8±1,24 – 57,4±1,84 та 45,3±2,04 – 47,1±3,27мкг/кг; марганцю – 0,58±0,14 – 0,60±1,17 та 1,61±0,32 – 1,67±0,23 мг/кг; кальцію – 345,2±5,07 – 351,1±4,64 та 370,2±7,15 – 385,3±4,20 мг/кг.

Проведеними дослідженнями встановлено:

- вміст кадмію у нирках бугайців агрофірми “Бовшів” був вищим на 35,9мкг/кг (36,2%;  $P<0,001$ );
- при додаванні до раціону металоорганічного преміксу вміст кадмію знижувався на 33,2 – 41,1% ( $P<0,01 – 0,001$ ), застосування вітамінних ін’єкцій

- та підгодівля метіоніном не впливали на величину показника;
- вміст заліза, міді, кобальту був вищим у нирковій тканині тварин агрофірми “Бовшів”;
  - статистично вірогідний ( $P < 0,05 - 0,01$ ) приріст величини показника, порівняно до контролю, виявлено у бугайців агрофірми “Бовшів” відносно вмісту заліза ( III та IV дослідні групи), а у ТзОВ “Літинське” – заліза (IV група) та міді ( III, IV група).

### 3.5.4. Вміст мікроелементів та кальцію у кістковій тканині

При визначенні мінерального складу кісткової тканини у тварин агрофірми “Бовшів” порівняно з ТзОВ “Літинське” встановлено підвищення вмісту кадмію при одночасному зниженні біотичних мікроелементів (заліза, міді, цинку, кобальту, марганцю) та макроелементу кальцію (табл. 3.16).

Вміст кадмію у стегновій кістці тварин агрофірми “Бовшів” становив  $264,2 \pm 5,63$ , а ТзОВ “Літинське” –  $242,8 \pm 7,19$  мкг/кг. Різниця між показниками  $21,4$  мкг/кг (8,1%;  $P < 0,05$ ). Найбільше кісткова тканина відрізнялася за вмістом цинку, марганцю та міді. Так, у бугайців агрофірми “Бовшів” виявлено цинку  $109,5 \pm 3,4$ , марганцю  $2,51 \pm 0,07$  та міді  $18,9 \pm 0,32$  мг/кг; ТзОВ “Літинське” – відповідно  $138,4 \pm 2,16$ ;  $2,83 \pm 0,08$  та  $21,2 \pm 0,29$  мг/кг. Різниця між величиною значень вище перелічених мікроелементів становить  $28,9$  мг/кг (26,4%;  $P < 0,01$ );  $0,32$  мг/кг (12,4%;  $P < 0,05$ ) та  $2,3$  мг/кг (12,2%;  $P < 0,001$ ) відповідно. Вміст кобальту вищий у бугайців ТзОВ “Літинське” на  $19,5$  мкг/кг (7,7%), заліза – на  $0,1$  мг/кг (2,6%;  $P < 0,05$ ), макроелементу кальцію – на  $9,9$  г/кг (8,9%;  $P < 0,05$ ).

Внаслідок застосування ін’єкцій тривітаміну мінеральний склад кісткової тканини не змінився. Встановлені коливання показника в межах 0,4-3,1%, порівняно до контролю, статистично не вірогідні. Незначно змінився вміст мінеральних речовин і після підгодівлі метіоніном. Найбільший приріст величини показника встановлено у кістковій тканині тварин агрофірми “Бовшів” відносно марганцю –  $0,23$  мг/кг (9,2%), а у ТзОВ “Літинське” – міді -  $1,1$  мг/кг (5,2%) та цинку -  $8,5$  мг/кг (5,5%). Концентрація інших досліджуваних елементів даної дослідної

групи була на рівні контролю. Після підгодівлі тварин мікроелементами у формі хелатних сполук з метіоніном (III дослідна група) і при додаванні до раціону метіонатного преміксу та ін'єкцій тривітаміну (IV дослідна група) у агрофірми “Бовшів” отримано подібний результат. Так, вміст кадмію у III групі становив  $248,1 \pm 3,78$ , у IV –  $247,1 \pm 5,18$ , що нижче, ніж у контролі на  $16,1 \text{ мкг/кг}$  (6,1%) та  $17,1 \text{ мкг/кг}$  (6,5%). Вміст цинку зростав, відносно контролю, в III дослідній групі – на  $17,4 \text{ мкг/кг}$  (15,9%;  $P < 0,01$ ), IV –  $17,2 \text{ мкг/кг}$  (15,7%;  $P < 0,01$ ); міді –  $2,4 \text{ мкг/кг}$  (12,7%;  $P < 0,01$ ) та  $2,5$  (13,2%;  $P < 0,01$ ); марганцю –  $0,27$  (10,8%;  $P < 0,05$ ) та  $0,32$  (12,7%;  $P < 0,01$ ); кобальту  $7,6 \text{ мкг/кг}$  (3,0%) та  $7,3 \text{ мкг/кг}$  (2,9%); заліза на  $0,07 \text{ мкг/кг}$  (1,8%;  $P < 0,05$ ) та  $0,09 \text{ мкг/кг}$  (2,3%;  $P < 0,05$ ) відповідно.

Таблиця 3.16.-Вміст мікроелементів та кальцію у кістковій тканині (стегнова кістка) - бугайців після застосування біологічно активних речовин,  $M \pm m$ ,  $n=5$

Елемент	ГРУПИ ТВАРИН				
	Контрольна	I	II	III	IV
агрофірма “Бовшів”					
Кадмій, мкг/кг	$264,2 \pm 5,63$	$260,2 \pm 4,82$	$266,5 \pm 6,13$	$248,1 \pm 3,78$	$247,1 \pm 5,18$
Залізо, мг/кг	$3,84 \pm 0,02$	$3,84 \pm 0,03$	$3,85 \pm 0,03$	$3,91 \pm 0,01$ *	$3,93 \pm 0,02$ *
Мідь, мг/кг	$18,9 \pm 0,32$	$19,1 \pm 0,44$	$19,0 \pm 0,38$	$21,3 \pm 0,42$ **	$21,4 \pm 0,41$ **
Цинк, мг/кг	$109,5 \pm 3,46$	$109,9 \pm 4,28$	$112,1 \pm 5,19$	$126,9 \pm 3,05$ **	$126,7 \pm 2,74$ **
Кобальт, мкг/кг	$253,4 \pm 8,41$	$257,2 \pm 6,10$	$249,7 \pm 7,16$	$261,0 \pm 9,41$ *	$260,7 \pm 7,24$ **
Марганець мг/кг	$2,51 \pm 0,07$	$2,57 \pm 0,05$	$2,74 \pm 0,09$	$2,78 \pm 0,08$ *	$2,83,06$ **
Кальцій г/кг	$110,8 \pm 2,62$	$112,1 \pm 3,04$	$114,6 \pm 3,17$	$115,0 \pm 4,42$	$115,8 \pm 2,30$
ТзОВ “Літинське”					
Кадмій, мкг/кг	$242,8 \pm 7,19$	$240,9 \pm 4,40$	$244,2 \pm 6,12$	$231,5 \pm 4,36$	$231,0 \pm 4,20$
Залізо, мг/кг	$3,94 \pm 0,04$	$3,96 \pm 0,07$	$3,98 \pm 0,06$	$4,02 \pm 0,04$	$4,09 \pm 0,03$ *
Мідь, мг/кг	$21,2 \pm 0,29$	$21,8 \pm 0,34$	$22,3 \pm 0,40$ *	$22,8 \pm 0,49$ *	$22,9 \pm 0,37$ **

Цинк, мг/кг	138,4±2,16	140,9±2,91	146,9±4,28	149,4±3,52	149,6±3,96
Кобальт, мкг/кг	272,9±5,14	280,3±7,83	280,7±3,95	293,1±4,61	297,8±4,18
Марганець мг/кг	2,83±0,08	2,91±0,12	2,95±0,06	3,09±0,11	3,10±0,09
Кальцій г/кг	120,7±3,02	124,4±4,15	125,3±2,96	124,9±3,55	126,6±4,17

У кістковій тканині бугайців III та IV дослідних груп ТзОВ “Літинське” встановлено вищий вміст мікроелементів, які входили до складу преміксу, проте приріст величини показника був нижчим, ніж у агрофірмі “Бовшів”. Так, вміст марганцю зріс, порівняно до контролю, на 0,26 (9,2%) та 0,27 (9,5%;  $P < 0,05$ ); цинку – 11,0 (7,9%) та 11,2 (8,1%); міді – 1,6 (7,5%;  $P < 0,05$ ) та 1,7 (8,0%;  $P < 0,01$ ); кобальту 20,2 (7,4%;  $P < 0,05$ ) та 24,9 (9,1%;  $P < 0,01$ ); заліза 0,08 (2,0%) та 0,15 (3,8%;  $P < 0,05$ ) відповідно.

Вміст кальцію у кістковій тканині бугайців III дослідної групи агрофірми “Бовшів” становив 115,0±4,42 та IV – 115,8±2,30г/кг; ТзОВ “Літинське” – 124,9±3,55 та 126,6±4,17г/кг відповідно. Приріст величини показника відносно контролю становив у кістках тварин агрофірми “Бовшів” – 4,2г/кг (3,8%) та 5,0г/кг (4,5%); ТзОВ “Літинське” – 4,1г/кг (3,5 %) та 5,9г/кг (4,9%) відповідно.

Таким чином, в результаті проведених досліджень мінерального складу кісткової тканини (стегнова кістка) встановлено у тварин агрофірми “Бовшів” вищий на 8,1% ( $P < 0,05$ ) вміст кадмію, ніж у ТзОВ “Літинське”. Вміст біотичних мікроелементів та кальцію, навпаки, нижчий. Найбільша різниця щодо вмісту елементів виявлена відносно цинку, марганцю та міді. Після застосування ін’єкцій тривітаміну та підгодівлі метіоніном протягом дослідження не встановлено статистично вірогідних змін мінерального складу кісткової тканини порівняно до контролю, за виключенням вірогідного ( $P < 0,05$ ) приросту величини показника вмісту міді у ТзОВ “Літинське”. У результаті введення до раціону тварин п’ятикомпонентного металоорганічного преміксу, до складу якого входили метіонати заліза, міді, цинку, кобальту та марганцю, встановлено приріст цих мікроелементів та кальцію у кістковій тканині при одночасному зниженні рівня кадмію. Вміст кальцію у IV

дослідній групі тварин ТзОВ “Літинське” був вищим порівняно з III групою. У бугайців агрофірми “Бовшів” приріст величини показника був однаковим у III та IV дослідних групах. Застосування корекції раціону бугайців агрофірми “Бовшів” металоорганічним преміксом забезпечило найбільший приріст вмісту цинку в III групі на 15,9 та IV – на 15,7%; міді – 12,7 та 13,2%; марганцю 10,8 та 12,7 % відповідно. У ТзОВ “Літинське” вміст мікроелементів у кістковій тканині зростав менш інтенсивно, ніж у агрофірмі “Бовшів”. Найвищий приріст виявлено відносно марганцю – 9,2 і 9,5 %; кобальту – 7,4 і 9,1 % та міді – 7,5 і 8,0 % відповідно.

## **4. ОХОРОНА ПРАЦІ**

### **4.1. Правила роботи в лабораторії**

#### **4.1.1. Попередження травматизму**

При проведенні досліджень в лабораторії слід дотримуватись правил техніки безпеки.

Приміщення лабораторій повинні обладнуватись витяжними шафами з верхніми та нижніми відсмоктувачами та бортиками, щоб попередити стікання рідин на підлогу, повинні бути пристрої для природного провітрювання



(кватирки). Лабораторні столи та витяжні шафи для виконання робіт, пов'язаних із застосуванням відкритого полум'я, повинні бути повністю облицьовані негорючими матеріалами. При роботі з лугами та кислотами столи та шафи повинні мати антикорозійне покриття.

Легкозаймисті та горючі рідини повинні зберігатись у лабораторії у товстостінному скляному посуді з притертими корками. Всі види термічної та механічної обробки скла необхідно проводити в захисних окулярах. При насаджуванні на скляні трубки гумових шлангів слід правильно підібрати діаметр останніх і кінці змочити водою.

При роботі з хімічними реактивами потрібно дотримуватись таких правил користування:

1. Всі хімічні реактиви повинні зберігатися у відповідній упаковці і мати ярлики з написом вмісту.

2. Концентровані кислоти повинні зберігатись у скляному посуді, поміщеному в міцні дерев'яні кошики, заповнені стружкою.

3. При переливанні кислот, що димлять, розчинів аміаку, а також приготуванні розчинів хлорного вапна слід захищати органи дихання, надягаючи протигаз. Переливання слід проводити у витяжній шафі.

4. Розчинення гідроксидів натрію і калію потрібно проводити у фарфорових склянках при постійному перемішуванні.

5. Змішування і розчинення речовин, що супроводжується виділенням тепла, слід виконувати в термостійкому посуді.

6. Не дозволяється виливати легкозаймисті горючі речовини до каналізації. Відпрацьовані органічні розчинники необхідно збирати окремо до спеціальної герметично закритої тари, в якій їх у кінці робочого дня виносять за межі лабораторії для регенерації або знищення.

7. Речовини, які легко віддають свій кисень, не можна нагрівати, розтирати, змішувати з горючими речовинами, оскільки це може призвести до самозаймання та вибуху.

8. Отруйні речовини повинні зберігатись у спеціальному приміщенні у витяжних шафах.

9. Нагрівання легкозаймистих рідин у лабораторіях повинно виконуватися тільки на водяній бані, встановленій на електроплитці з закритою спіраллю.

10. Для хімічних лабораторій повинні бути встановлені граничнодопустимі норми наявності хімреактивів і не повинні перевищувати добової потреби.

В лабораторіях не дозволяється встановлювати балони наповнені інертними газами. При роботі з іншими газами повинна бути включена вентиляція. А при виявленні витікання газу до приміщення лабораторії необхідно негайно перекрити запірний вентиль, а приміщення провітрити. До повного провітріння приміщення в лабораторії вмикати нагрівальні та освітлювальні прилади не дозволяється.

При роботі з електроприладами не дозволяється:

- працювати з несправним електрообладнанням;
- відкривати електричні щитки і магнітні пускачі;
- зберігати горючі леткі рідини близько біля нагрівальних приладів;
- користуватися для підключення провідниками з пошкодженою ізоляцією, без штепселів, а також з саморобними запобіжниками;
- працювати з незаземленим обладнанням.

#### **4.1.2. Санітарія та гігієна праці**

Лабораторне устаткування повинно бути забезпечене підведенням газу, води, електроенергії та пари у відповідності з діючими правилами, нормами, інструкціями. Працівникам, робота яких пов'язана з хімічними реактивами, повинні видаватись безкоштовно за встановленими нормами спеціальний одяг, спеціальне взуття та інші засоби індивідуального захисту, а також змивні та знешкоджувальні засоби. При використанні засобів індивідуального захисту необхідно знати їх технічну характеристику та правила експлуатації.

Всі працюючі з кислотами та лугами повинні користуватися запобіжними окулярами (з шкіряною або гумовою оправою) та гумовими рукавичками, а в окремих випадках - гумовим фартухом та гумовими чоботами. Перед роботою з розфасування хімічних речовин шкіра рук повинна бути змащена спеціальними захисними мазями або пастами. У разі контакту з перекисом водню слід використовувати засоби захисту рук. Для індивідуального захисту органів дихання від шкідливих парів та газів потрібно застосовувати протигази. Не дозволяється зберігати спецодяг та спецвзуття з кислотами, лугами та горючими матеріалами. Вони повинні зберігатись в окремих сухих опалювальних та обладнаних припливно-витяжною вентиляцією приміщеннях. Для знешкодження спецодягу, забрудненого нелеткими речовинами, допускається використання окремої технологічної лінії в пральнях.

У хімічних лабораторіях не допускається миття підлог та столів гасом, бензином та іншими органічними розчинниками. З цією метою повинні використовуватись пожежобезпечні синтетичні миючі засоби. Також забороняється прийняття їжі у приміщенні з хімічними реактивами і споживання води із крану. В лабораторії повинні бути аптечки з медикаментами у випадку поранення. [18]

#### **4.1.3. Протипожежна безпека**

Приміщення лабораторії повинні бути забезпечені засобами пожежогасіння згідно з нормами. До первинних засобів пожежогасіння відносяться: вогнегасники, пожежний інвентар (покривала з негорючого теплоізоляційного полотна, грубововняної тканини, ящики з піском, бочки з водою, пожежні відра, совкові лопати); пожежний інструмент (гаки, ломи, сокири тощо). Для визначення видів та кількості первинних засобів пожежогасіння слід враховувати фізико-хімічні та пожежонебезпечні властивості горючих речовин, їх взаємодію з вогнегасними речовинами, а також розміри площ лабораторії. Всі види пожежної техніки та протипожежного устаткування, що застосовуються для запобігання пожеж і їх гасіння, повинні мати державний сертифікат якості.

Використання пожежної техніки для потреб, що не пов'язані з навчанням пожежних формувань та пожежегасінням, не дозволяється. При аваріях та стихійних лихах застосовувати пожежну техніку дозволяється за наявності дозволу органів пожежного нагляду.

Для розміщення первинних засобів пожежегасіння у приміщеннях повинні встановлюватись спеціальні пожежні щити. Пожежні крани внутрішнього протипожежного водопроводу, всіх лабораторних приміщень необхідно обладнати рукавами та стволами, які повинні знаходитись в опломбованих шафах. Пожежні рукави повинні бути сухими, зкоченими і підключеними до кранів і стволів.

Технологічне устаткування за нормальних режимів роботи повинно бути пожежобезпечним. На випадок небезпечних несправностей і аварій необхідно передбачити заходи, що обмежують масштаб наслідків пожежі. Апарати та арматура, в яких циркулюють речовини, що виділяють вибухопожежонебезпечні пари, гази та пил, повинні бути герметичними. Не дозволяється виконувати будь-які операції на установках з несправностями, які можуть викликати загоряння та пожежу. [31]

#### **4.1.4. Рекомендації щодо вживання продуктів, забруднених пестицидами**

При наявності хлорорганічних сполук у продуктах харчування понад встановлену норму їх вживати не можна. Плоди і ягоди дозволяється переробляти на соки та вино з обов'язковою фільтрацією груші - на повидло, варення, джем, сухофрукти (без шкіри), з картоплі - виробляти крохмаль або використовувати як посівний матеріал. Овочеву зелень, яка містить хлорорганічні сполуки, утилізують.

Для споживача дуже важливо знати, в яких частинах овочів і плодів пестицидів накопичується більше, а в яких - менше. Ці знання дадуть змогу зменшити кількість пестицидів при підготовці продуктів до вживання (миття, очищення, видалення окремих частин). При обробці рослин, пестициди концентруються в місцях стікання їх з листя та в основі стебла, на плодах - біля плодоніжки, в чашечці та шкірці. У зовнішніх листках капусти пестицидів

накопичується більше, ніж у внутрішніх, а у качані їх у 2.5-10 разів більше, ніж у листках. У огірків пестициди концентруються в основному у шкірці. У верхній лусці цибулі пестицидів у 3.5-4 рази більше, ніж у внутрішніх.

В яблуках, персиках, абрикосах і сливах пестициди концентруються в основному в шкірці. У шкірці плодів цитрусових може бути 50-60% пестицидів, а в м'якоті 40-50% загальної кількості їх.

Вміст пестицидів можна частково зменшити при митті плодів і овочів.

При митті яблук незалежно від строку, який минув після обробки їх (5, 10, 20, 30 діб), можна змити одних пестицидів на 32-64%, других - на 25-40, третіх - на 80-100%; винограду - від 25 до 63%. Кількість полікарбацину, в митих яблуках зменшується у 18 разів, у смородині - 4.5, у цибулі ріпчастої - у 4 рази, порівняно з немитими. Незважаючи на це, значна кількість пестицидів залишається в шкірці яблук і винограду. Це пов'язано з тим, що вони проникають у кутикулу (прошарок шкірки) і розчиняються в жировосковому нальоті, де міцно утримуються.

Кількість пестицидів у харчових продуктах з часом зменшується у зв'язку з розпадом їх, що залежить від періоду напіврозпаду, який у фосфорорганічних сполуках становить від 2 діб до 2 міс, у хлорорганічних - від 2 міс. до 2 років.

Плоди та овочі, забруднені фосфорорганічними сполуками вище від максимально допустимих рівнів, вживати в свіжому вигляді не можна їх споживають тільки після переробки. Якщо у плодах виявлено фосфорорганічних сполук у 2-4 рази більше від допустимих рівнів, їх перед переробкою очищають від шкірки.

Овочі використовують для виробництва консервів. Капусту, моркву, буряки столові, та інші овочі із залишками деяких пестицидів (метафос, хлорофос, тіофос) не дозволяється квасити, маринувати у зв'язку з тим, що ці речовини довго зберігаються у продуктах переробки.

Зерно і борошно з надлишковим вмістом фосфорорганічних речовин використовують для випікання хлібобулочних виробів. М'ясо, забруднене пестицидами понад норму, використовують при виготовленні ковбас або консервів.

[28.1]

#### **4.1.5. Нормативно-правова основа, яка гарантує споживання доброякісної харчової продукції**

Право людини на споживання доброякісної харчової продукції захищене Конституцією України . [11]

- Людина, її життя і здоров'я, честь і гідність, недоторканість і безпека визначаються в Україні найвищою соціальною цінністю. Права і свободи людини та їх гарантії визначають зміст і спрямованість діяльності держави. Держава відповідає перед людиною за свою діяльність. Утвердження і збереження прав і свобод людини є головним обов'язком держави, (стаття 3).

- Кожен має право на безпечне для життя і здоров'я довкілля та на відшкодування завданої порушенням цього права шкоди. Кожному гарантується право вільного доступу до інформації про стан довкілля, про якість харчових продуктів і предметів побуту, а також право на її поширення. Така інформація ніким не може бути засекречена, (стаття 50).

### **ВИСНОВКИ**

1. Встановлено, що при тривалому надходженні невисоких доз кадмію в організмі тварин відбувається взаємодія елемента з іншими двовалентними металами, як у процесі всмоктування так і на тканинному рівні, змінюється метаболізм мікроелементів, знижується інтенсивність використання поживних речовин, синтез енергетичних запасів та підвищуються процеси катаболізму. Корекцію обміну речовин у тварин, підвищення продуктивності та покращення якості яловичини, виробленої в умовах підвищеного вмісту кадмію, проведено шляхом включення до раціону метіонатів мікроелементів у поєднанні з ін'єкціями тривітаміну.

2. Виявлено тенденцію до нагромадження кадмію в окремих видах кормів дослідних господарств: найвищі значення показників у агрофірмі “Бовшів” (у коренебульбоплодах вміст металу перевищує МДР на 33 %; у соковитих – 69,03%; у грубих – 78,7%; у зернових і концентрованих – на 19,1%, у воді – у 2,9 рази.

3. Встановлено нижче на 2,4-6,5% значення рН та вищий на 6,2-11,6% кольоровий показник яловичини одержаної від тварин III та IV дослідних груп.

4. Встановлено вищі на 5,1% калорійність і на 8,2% білковий якісний показник найдовшого м'язу спини контрольних тварин ТзОВ “Літинське”. Додавання до раціону бугайців агрофірми “Бовшів” і ТзОВ “Літинське” металоорганічного преміксу забезпечило приріст вмісту жиру в яловичині тварин III дослідної групи на 0,72 і 0,68%; IV – на 0,89 і 0,71%; протеїну – на 0,44 і 0,53%; 0,84 і 0,73%; підвищення калорійності – на 8,2 і 8,0%; 11,6 і 9,2%; білкового якісного показника – на 14,9 і 14,2; 16,7 і 16,4% відповідно.

5. Виявлено неоднозначний вплив кадмію на обмін мікроелементів на тканинному рівні. Встановлено вищий вміст кадмію у м'язовій та кістковій тканинах бугайців агрофірми “Бовшів”, ніж у ТзОВ “Літинське” відповідно на 43,5% та 8,1%, проте нижчий Cu, Co, Mn, Fe, Zn та Ca; у печінці – вищий на 55,7% вміст Cd і на 27,6% Zn та нижчий Fe, Cu, Co, Mn і Ca; у нирках вищий вміст Cd, Fe, Cu, Zn та Co відповідно на 36,2; 20,1; 16,7; 20,2 та 16,2%.

### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Алімасова А.С., Сафронов А.І., Сюмка А.А., Хижняк Н.А. Накопичення кадмію і морфо-анатомічні ознаки рослин як індикатор забруднення середовища // Питання біоіндикації та екології.– 1998.– Вип. 3.– С. 34-40.
2. Бездрабко О.М., Макаренко Н.А., Кавецький В.М. Вплив сульфат гумат амонійних добрив на міграцію важких металів за ґрунтовим профілем в умовах полісся України // Вісник ДААУ. – №2.– 2000.– С. 276-280.
3. Бердій Я.І., Джигерей В.С., Кадисюк А.І. Основи екології та навколишнього природного середовища.– Львів.– 1999.– 234с.
4. Білецька Е.М. Гігієнічні аспекти важких металів у навколишньому



- середовищі // Буковинський медичний вісник.– 1999.– Т. 3. – № 2.
5. Бортник Л.Н. Вплив антропогенного навантаження на вміст важких металів у системі ґрунт – рослина // Вісник аграрної науки.– № 10.– 1999.– С. 34-37.
  6. Буцяк В.І. Дослідження комбінативного впливу важких металів на процеси трансформації іонів кадмію // Науковий вісник Львівської державної академії ветеринарної медицини імені С.З. Гжицького.– Львів, – 2002.–Т. 3. (№ 2).– С. 3-5.
  7. Васерук Н.Я. Вплив кадмію і біологічно активних речовин на хімічний склад та харчову цінність яловичини // Науковий вісник Львівської державної академії ветеринарної медицини імені С.З. Гжицького.– Львів, – 2002.– Т. 4.– № 2.– Ч. 4.– С. 6-11.
  8. Васерук Н.Я. Вплив кадмію на інтенсивність та особливості споживання кисню культурою клітин гранульози // Передгірне та гірське землеробство і тваринництво.– Львів,– Оброшино, – 2001.– Вип. 43.– Ч. II.– С. 17-22.
  9. Ветеринарно-санітарна експертиза харчових продуктів в Україні: Нормативні документи. Довідник в 3т. За заг. ред. Б.М.Куртяка, Р.П.Сімонова. – Львів: НІЦ “Леонорм”, т.1. 284 с., т.2. 294 с., т.3 290с.
  10. Власенко В.В., Кравців Р.Й., Хоменко В.І. Ветеринарно-санітарна експертиза сировини та продуктів тваринного походження, – 1999.– 514 с.
  11. Засєкін Д.А. До питання надходження важких металів в організм тварин // Вісник аграрної науки. – 1999. – № 12. – С. 59-61.
  12. Іутинська Г.О., Петриша З.В., Іваниця В.А. Токсичність і мутагенна активність важких металів – забруднювачів ґрунту // Современные проблемы токсикологии. – 2000. – № 2. – С. 53-56.
  13. Калінін І.В., Засєкін Д.А., Мельничук Д.О. Вплив важких металів на метаболічні процеси у тварин // Вісник аграрної науки.– 1998. – № 4. – С. 34-36.
  14. Козьянова Н.О., Макаренко Н.А., Кавецький В.М. Ферментативна активність ґрунту, екотехнологічний критерій небезпечності важких металів. // Вісник ДААУ.– 2000.– № 2.– С. 286-292.

15. Кравців Р.Й., Васерук Н.Я. Вплив кадмію і біологічно активних речовин на продуктивність тварин та забійні показники туш // Сільський господар. – 2002. – № 5-6. – С. 13-15.
16. Кравців Р.Й., Салата В.З. Порівняльний вміст свинцю і кадмію в кормах господарств західного регіону як потенційно небезпечних забруднювачів тваринної продукції // Зб. наук. праць до 100-річчя кафедри фізіології Львівського медичного інституту. – Львів.– 1995.– С. 193-144.
17. Надточій П.П., Вольваг Ф.В., Гермашенко В.Г. Екологія ґрунту та його забруднення. – К.: Аграрна наука, 1997.– 288 с.
18. Павлюк І.М., Калинка А.К., Кучер А.М. Рівень важких металів у м'язах бичків чорно-рябої породи // Вісник аграрної науки.– 1994.– № 6.– С. 64-66.
19. Паламарчук Т.М. Заходи щодо підвищення ефективності виробництва екологічно чистого м'яса великої рогатої худоби // Вісник ДААУ.– 2000.– № 2.– С. 281-284.
20. Пономарьов П.Х., Сирохман І.В. Безпека харчових продуктів та продовольчої сировини. Навч. Посібник. – К.: Лібра, 1999. – 272 с.
21. Самохвалова В.Л., Мірошниченко М.М., Фатєєв А.І. Порогові рівні токсичності важких металів для сільськогосподарських культур // Вісник аграрної науки.– 2001.– № 11.– С. 61-65.
22. Слободян с.о. фармакокорекція системи антиоксидантного захисту організму тварин за свинцево-кадмієвого навантаження. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата ветеринарних наук. Львів 2021. 22с.
23. Слободян С. О., Гутий Б. В. Стан антиоксидантної системи організму щурів в умовах тривалого кадмієвого і свинцевого навантаження. Вісник Полтавської державної аграрної академії. Полтава, 2020. № 1. С. 196–201.
24. Федоренко В.І. Токсикометричний аналіз комбінованої дії ксенобіотиків (важкі метали, пестициди, нітрати) // Акт. проблеми екогігієни і токсикології. – 1998.– С. 282-286.
25. Федоренко В.І. Методичні основи токсикометрії та гігієнічної оцінки суміші

ксенобіотиків (на прикладі регламентації сумішей у воді водойм

26. Lopotych N., Panas N., Datsko T., Slobodian S. Influence of heavy metals on hematologic parameters, body weight gain and organ weight in rats. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2020. Vol. 10 (1). P. 175–179.