

УДК 636.084/085:636.2/4:546.4

Вплив різнотипових раціонів і сорбентів на накопичення Cd у м'язовій тканині молодняка великої рогатої худоби та свиней

Савчук І. М.¹ , Ковальова С. П.¹ , Ящук І. В.² 

¹ Інститут сільського господарства Полісся НААН України

² Поліський національний університет



E-mail: Савчук І. М. isavchuk.zt@ukr.net; Ковальова С. П. svtlanakovalova2@gmail.com;

Кореспондентний автор – Ящук І. В. inna.yashchuk.9224@gmail.com.



Савчук І. М., Ковальова С. П., Ящук І. В. Вплив різнотипових раціонів і сорбентів на накопичення Cd у м'язовій тканині молодняка великої рогатої худоби та свиней. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2023. № 2. С. 40–50.

Savchuk I., Kovalova S., Yashchuk I. Influence of different diets and sorbents on the accumulation of Cd in the muscle tissue of young cattle and pigs. «Animal Husbandry Products Production and Processing», 2023. № 2. PP. 40–50.

Рукопис отримано: 15.09.2023 р.

Прийнято: 29.09.2023 р.

Затверджено до друку: 23.11.2023 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2023-182-2-40-50

Розглянуто питання щодо якості і безпеки яловичини та свинини за їх виробництва у зоні Полісся України, постраждалій внаслідок аварії на ЧАЕС. Метою досліджень було оцінити вплив різнотипових раціонів і сорбенту сапоніту на рівень накопичення Кадмію у м'язовій тканині бугайців і свиней за їх утримання на території, яка належить до III зони радіоактивного забруднення.

Проведено два науково-господарські досліді. При вирощуванні бугайців української чорно-рябої молочної породи вивчали вплив різних силосів (4-х компонентна злаково-бобова суміш і силос із пайзи) на вміст Cd у найдовшому м'язі спини (дослід 1), а також проводили оптимізацію протеїнового живлення тварин за рахунок різноманітних кормів з високим вмістом білків (люпин вузьколистий і кормові боби) (дослід 2). У досліді 3 молодняка свиней у складі раціону згодовували різну кількість природного мінералу сапоніту і вивчали його вплив на екологічну якість продукції.

Оскільки за годівлі тварин використовували різні види та кількість кормових компонентів, обов'язково здійснювали балансування раціонів за вмістом поживних речовин для кожної із представлених груп. Регулювання та перевірка поживної цінності нормованої годівлі проводилися щомісяця. При зміні раціонів для тварин враховували їх прирости, живу масу, зоотехнічний аналіз кормів, поживну цінність та норми годівлі.

Пробопідготовку кормів та м'язів проводили згідно із ДСТУ 7670:2014 за допомогою сухої мінералізації, концентрацію токсиканта визначали атомно-абсорбційним методом. Коефіцієнти переходу Cd у ланцюгу «раціон – м'язова тканина» у цьому дослідженні перебувають у межах встановлених нормативів. Водночас згодовування силосу із пайзи, порівняно із злаково-бобовим силосом, сприяло зниженню коефіцієнта переходу Cd у м'язову тканину бугайців на 0,68 % (абсолютних). Введення до складу зерносуміші 30 % (за масою) кормових бобів замість аналогічної кількості люпину для молодняка великої рогатої худоби (ВРХ) за його відгодівлі на території радіоактивного забруднення (III зона) сприяло значно меншому нагромадженню і переходу Cd у м'язову тканину тварин — на 25,0 % і 0,71 % (абсолютних), відповідно. Включення свиням на вирощуванні й відгодівлі природного мінералу сапоніту у кількості 3–7 % за масою концентрованих кормів у раціоні дало змогу зменшити вміст Cd у найдовшому м'язі спини на 21,8–37,9 %, тимчасом кращою за показником сорбційної ефективності для виведення Cd виявилася доза сапоніту 7 %.

Ключові слова: бугайці, свині, живлення, різнотипові раціони, сапоніт, накопичення, Cd.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Значні темпи розвитку та вдосконалення галузі сільського господарства негативно впливають на навколишнє природне середовище, оскільки існує використання значної кількості різних забруднювачів. Внаслідок вибуху на Чорнобильській атомній електростанції було забруднено штучними радіоактивними ізотопами значні площі північної частини України, у тому числі Житомирської області. За останні роки майже не здійснювалися заходи для зменшення переходу ізотопів ^{137}Cs і ^{90}Sr до сільськогосподарських продуктів та сировини. Проте, незважаючи на давність зазначеної техногенної катастрофи, проведення контролю накопичення токсичних речовин у продукції тваринництва та рослинництва, прогнозування процесів їх міграції у природних екосистемах мають стояти на провідному місці [1, 2].

Також важливим питанням є перевищення допустимих рівнів важких металів у ґрунтах та сільськогосподарській продукції. Солі важких металів дуже шкідливі та токсичні для живих організмів. Ці сполуки мають здатність мігрувати ланцюгами живлення та негативно впливати на здоров'я людей, тварин, птиці [3, 4, 5]. Проте при наявності невеликої кількості сполук важких металів у водних об'єктах, ґрунтах та кормових культурах, вони виступають у якості необхідних мікроелементів та є вкрай необхідними для нормального функціонування організмів [6, 7, 8].

Ступені небезпечності впливу важких металів на організм людини чи тварини значно різняться. Найбільшу небезпеку несуть такі токсичні елементи, як Hg, F, Zn, As, Pb, Cd, Se [5].

Кадмій – один із найбільш токсичних важких металів, його відносять до другого класу небезпеки – високонебезпечних речовин [9, 10]. Як і більшість інших важких металів, Cd має здатність накопичуватися в організмі, його середні показники періоду напіввиведення сягають позначки 22,5 років [11]. У разі нагромадження значної кількості кадмію в організмі як людини, так і тварини, відбуваються патологічні перетворення окремих тканин та збій роботи систем життєзабезпечення живого організму. Найбільшої шкоди зазнають кісткові тканини, органи видільної та дихальної систем, залози внутрішньої секреції та репродуктивні органи, відбувається зниження процесу еритропоезу [12]. Кадмієвмісні сполуки варто вважати суттєвою загрозою для імунної системи, оскільки вони здатні пригнічувати резистентність організму до різних патологій (алергічних, аутоімунних, онкологічних тощо) [13, 14].

Особливістю біологічної дії Cd є здатність негативно впливати на здоров'я тварин при тривалому впливі низьких рівнів забруднення через високий коефіцієнт біологічної кумуляції (до 40 років) [15].

Надходження великих концентрацій важких металів у ґрунтові зразки призводить до накопичення забруднювачів у орних землях і ставить під загрозу отримання продуктів високої якості [16]. Деякі сільськогосподарські культури здатні накопичити значну кількість важких металів у своїй структурі [17]. Вченими встановлено, що за використання для годівлі тварин кормів, вирощених на територіях з високим рівнем промислового виробництва, концентрація Pb і Cd у продуктах забою таких тварин значно зростає. За результатами досліджень багатьох вчених відомо, що годівля тварин забрудненими кормами є основним шляхом потрапляння важких металів до їх організму. Експериментальні дані доводять можливість переходу майже 99 % усіх шкідливих сполук саме з кормами [18, 19].

Токсична дія важких металів характеризується широким спектром впливу, оскільки негативні зміни відбуваються у всьому організмі [20, 21, 22]. Необхідно звертати значну увагу на системи ведення галузей тваринництва та птахівництва на територіях із високим умістом забруднювачів. Формування виробничих процесів з дотриманням усіх санітарно-гігієнічних норм дає можливість у подальшому отримати безпечну високоякісну продукцію.

Тому доволі актуальним є дослідження застосування різних типів годівлі для визначення оптимальної системи вирощування тварин у зонах з високим рівнем забруднення важкими металами.

Мета дослідження – визначити показники концентрації та переходу Cd у найдовший м'яз спини бугайців і свиней за включення у їх раціони різних силосів, високобілкових кормів та використання природного мінералу-сорбенту сапоніту.

Матеріал і методи дослідження. Для проведення досліджень використали бугайців української чорно-рябої молочної породи, які утримувалися в умовах фізіологічного двору Інституту сільського господарства Полісся НААН. Для точності експериментів сформували дві окремі групи, які утримувалися на прив'язі. Формували групи здійсню згідно з методичними положеннями І. І. Ібатулліна і О. М. Жуковського за методом збалансованих груп [23]. Відбір та порівняння тварин для постановки на дослід тривав 45 діб. Після завершення порівняльного періоду до кожної групи

піддослідних тварин відібрали по 8 бугайців з аналогічними показниками. Дослід 1 і 2 проведено в с. Грозине Коростенського району Житомирської області, яке належить до території зі щільністю радіоактивного забруднення до 185 кБк/м² (III зона). Тривалість дослідного періоду – 187 діб.

Годівля піддослідних бугайців проводилася дворазово (вранці та ввечері). У тварин упродовж доби був вільний доступ до автоматичних поїлок з водою.

Згідно з основною схемою дослідження, під час проведення 1 досліді, бугайцям великої рогатої худоби контрольної групи згодовували господарський раціон, до складу якого входили 4-компонентний злаково-бобовий силос (овес + пелюшка + люпин вузьколистий + вика яра), сіно конюшини, солома вівсяна, зерноsumіш та сіль кухонна. Дослідній групі – силос зі злаково-бобової суміші замінили на силос із пайзи.

Згідно із запланованими етапами 2 досліді, бугайці I групи споживали господарський раціон, основними компонентами якого виступали силос кукурудзяний, сіно злакове, сіль кухонна та зерноsumіш № 1. Своєю чергою, для тварин II групи, підготували зерноsumіш № 2, яка використовувалася як досліджуваний компонент раціону цієї групи. Основними компонентами зерноsumіші № 1 для годівлі піддослідних тварин виступають концентрати (зернові) власного виробництва, які вирощували на радіоактивно забруднених територіях (% за масою): пшениця – 50, люпин – 30, овес – 20. До складу зерноsumіші № 2 входили аналогічна кількість пшениці і вівса, однак, замість люпину вузьколистого використовували «умовно чисті» кормові боби, вирощені на полях ДПДГ «Нова Перемога» Інституту сільського господарства Полісся Національної академії аграрних наук України.

Перед початком 3 досліді відібрали 28 голів молодняку свиней великої білої породи. Всі маніпуляції для формування груп-аналогів тривали 18 діб. Після завершення порівняльного періоду для проведення 3 науково-виробничого досліді сформували 4 групи тварин. У складі кожної з цих груп було по 7 тварин-аналогів.

Дерть ячмінна, пшенична та горохова, буряки кормові, крейда та кухонна сіль – це корми основного раціону для свиней контрольної групи. Молодняку дослідних груп (II, III, IV) до основного раціону додавали природний мінерал сапоніт у кількості 3 %, 5 % та 7 % за масою концентрованих кормів, відповідно. Тваринам протягом 185 діб згодовували корми досліджуваних раціонів. Добову норму корму

для молодняку свиней розподіляли на 2 годівлі. У клітках для утримання піддослідних свиней використовували окремі металеві корита з водою для їх напування.

Раціони, сформовані згідно з сучасними деталізованими нормами годівлі та урахуванням фактичного хімічного складу і поживної цінності кормів, цілком забезпечують організм тварин енергією та дають можливість повністю розкрити генетичний потенціал щодо їх продуктивності [24].

Після завершення досліді провели контрольний забій тварин (по 3 голови з кожної групи) та відібрали зразки продукції для визначення вмісту важких металів.

Лабораторні дослідження з визначення вмісту кадмію у кормах та продуктах забою піддослідних тварин проводили у лабораторії екологічної безпеки земель, довкілля та якості продукції Житомирської філії державної установи «Інститут охорони ґрунтів України». Усі дослідження були виконані згідно з чинними нормативними документами.

Підготовку зразків рослинного та тваринного походження для визначення у їх складі Cd здійснювали методом сухої мінералізації, згідно з ДСТУ 7670:2014 [25]. Визначення концентрації токсиканта проводили атомно-абсорбційним методом на атомно-абсорбційному спектрометрі «Квант 2А» [26].

Коефіцієнти переходу (КП) Cd в ланцюгу «раціон – м'язова тканина» визначали за формулою: $KП = \frac{Ввмп}{Ввмр} \cdot X \cdot 100$, де КП – коефіцієнт переходу; Ввмп – вміст Cd у продукції тварин, мг/кг; Ввмр – вміст Cd у добовому раціоні, мг [16]. Цей коефіцієнт є відносним інтегрованим показником, котрий у % відображає міграцію важких металів із раціону у продукцію, що унеможливорює порівняльну оцінку переходу політантів за використання різних кормів і доз сапоніту для годівлі тварин.

Усі експериментальні маніпуляції з тваринами проводилися згідно з прийнятими положеннями Європейської конвенції про захист хребетних тварин [27].

Результати дослідження та обговорення. За потрапляння небезпечних важких металів разом із їжею (кормом) до організму людини чи тварини, його накопичення відбувається у певних органах та тканинах, що утруднює виведення шкідливих речовин з організму. Тому навіть за використання кормових засобів, вирощених на відносно чистих територіях, не гарантує 100 % відсутності негативних впливів шкідливих сполук на сільськогосподарських тварин [28].

Проаналізувавши дані проведеного дослідження, визначили, що корми, які застосували при відгодівлі бугайців упродовж проведення експериментів 1 і 2, відповідали нормативній документації за вмістом Cd (рис. 1). Так, найвищий показник концентрації Cd визначили у силосі із пайзи, який коливався в межах 0,041 мг/кг, тоді як у кукурудзяному та 4-компонентному силосі зі злаково-бобових культур цей показник дещо менший – 0,038 мг/кг та 0,032 мг/кг, відповідно, що значно нижче гранично допустимої концентрації (0,3 мг/кг). Найменшим же вмістом Cd із досліджених кормів вирізняються зерносуміші № 1 і № 2 (0,022–0,024 мг/кг).

За значного забруднення сільськогосподарських земель важкими металами, визначення їх вмісту у м'ясі тварин, котрі вирощуються на такій території, є одним із найважливіших показників якості та безпечності цього продукту. Користуючись чинною нормативною документацією щодо якості продовольчої сировини і харчових продуктів, концентрація Cd у м'ясі повинна перебувати у межах 0,05 мг/кг (ГДК) [29].

Додавання до основного раціону годівлі піддослідних бугайців різних силосів і високобілкових кормів супроводжувалось перерозподілом рівня Cd у найдовшому м'язі спини тварин (табл. 1).

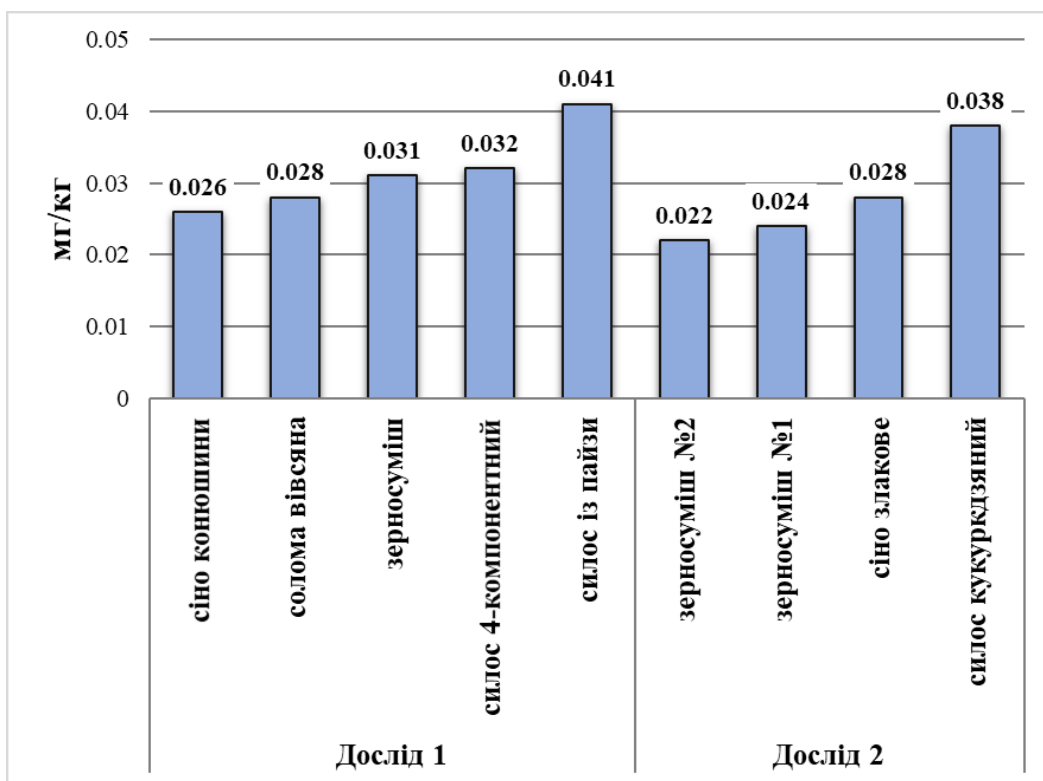


Рис. 1. Уміст Cd у кормах, мг/кг натурального корму (досліди 1 і 2).

Таблиця 1 – Концентрація Cd у раціонах і найдовшому м'язі спини бугайців

№ досліду	Групи	Уміст Cd			
		середньо-добовий раціон, мг	продукція, мг/кг	± до контрольної	
				мг/кг	%
1	Контрольна (I)	0,773	0,037±0,002	-	-
	Дослідна (II)	0,949	0,039±0,002	+0,002	+5,4
2	Контрольна (I)	0,837	0,024±0,005	-	-
	Дослідна (II)	0,832	0,018±0,003	-0,006	-25,0
Гранично допустима концентрація		-	0,05	-	-

За результатами дослідів 1 можна констатувати, що концентрація Cd у м'язовій тканині задіяних у досліді тварин була меншою за ГДК і становила 0,037–0,039 мг/кг. Водночас за результатами годівлі бугайців обох піддослідних груп встановили, що за включення до основного раціону силосу із пайзи, показники накопичення Cd у найдовшому м'язі спини зросли на 0,002 мг/кг за неістотної міжгрупової різниці ($P > 0,05$).

Кількість Cd, що надходила до організму піддослідних тварин за використання при їх відгодівлі різних зерноsumішей (дослід 2), становила 0,832–0,837 мг/добу. Рівень забруднення найдовшого м'язу спини бугайців Cd не перевищував гранично допустимої концентрації. Так, цей показник у м'язовій тканині бугайців I та II груп перебував у межах 0,018–0,024 мг/кг, який нижче відповідних нормативних вимог на 52,0–64,0 %. Важливо звернути увагу, що концентрації Cd у м'язовій тканині тварин II (дослідної) групи найменша і становить лише 0,018 мг/кг.

Коефіцієнти переходу Cd із раціонів у найдовший м'яз спини бугайців при проведенні 1 та 2 експериментів коливалися в межах 4,11–4,79 % та 2,16–2,87 %, відповідно (рис. 2).

За використання різних силосів (дослід 1) перехід Cd в м'язову тканину виявився меншим на 0,68 % (абсолютних) у тварин дослідної групи, порівняно з контролем. За оптимізації протеїнового живлення молодняку ВРХ (дослід 2), коефіцієнти переходу Cd в яловичину (найдовший м'яз) були незначними –

2,16–2,87 %. Для бугайців дослідної групи за включення до рецептури зерноsumіші кормових бобів, зниження переходу Cd у м'язову тканину склало 0,71 % (абсолютних), порівняно з контролем.

При проведенні спектрометричних досліджень кормів на вміст Cd у досліді 3 встановлено, що найбільша кількість елемента міститься у природному мінералі сапоніті – 0,280 мг/кг, що становить 93,3 % від ГДК (рис. 3). В інших досліджених кормах концентрація Cd коливалася у межах від 0,028 мг/кг (бурак кормовий) до 0,139 мг/кг (дерб'я пшенична).

За результатами досліджень з використання різних доз сапоніту в раціонах молодняку свиней можна констатувати, що концентрація Cd у м'язовій тканині тварин варіювала у широкому діапазоні значень: 0,077–0,124 мг/кг (табл. 2). Встановлена тенденція щодо зниження вмісту Cd у найдовшому м'язі спини, залежно від дози природного мінералу-сорбенту в складі раціонів відгодівельних свиней – у м'язовій тканині тварин II, III та IV (дослідних) груп, відносно I (контрольної) групи концентрація елемента була меншою на 0,037 мг/кг (29,8 %), 0,027 (21,8) та на 0,047 мг/кг (37,9 %), відповідно.

Коефіцієнти переходу Cd у свинину (найдовший м'яз) були доволі високими – 25,2–47,0 % (рис. 4). За введення до складу кормових раціонів молодняку свиней різних доз сапоніту перехід Cd у найдовший м'яз спини зменшується в середньому на 14,0–21,8 % (абсолютних), порівняно з контролем.

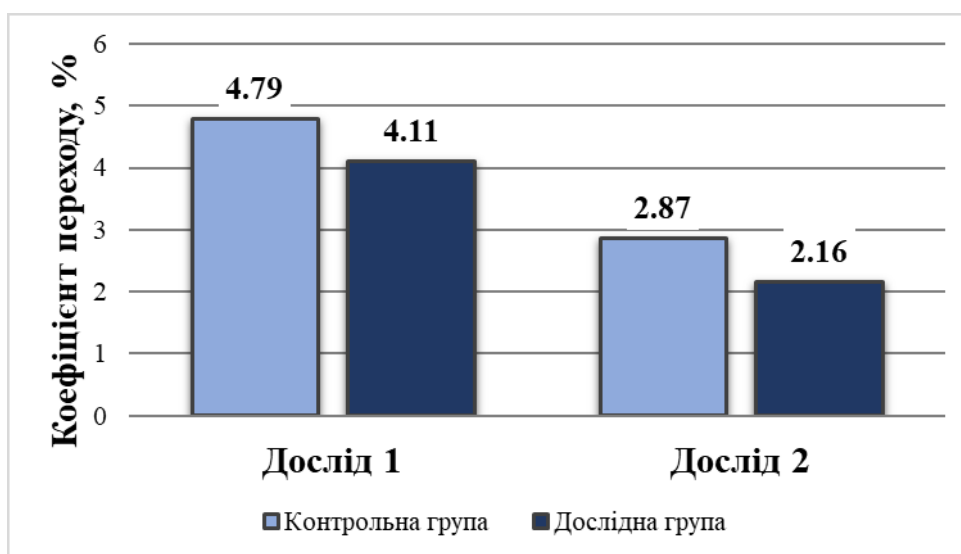


Рис. 2. Коефіцієнти переходу Cd у найдовший м'яз спини бугайців (досліди 1 і 2).

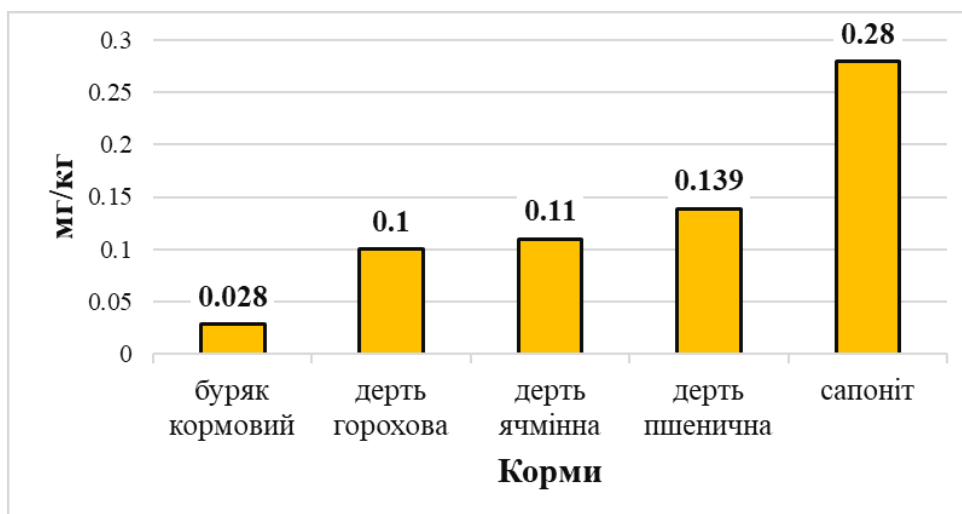


Рис. 3. Концентрація Cd у кормах, мг/кг натурального корму (дослід 3).

Таблиця 2 – Концентрація Cd у кормових раціонах і м’язовій тканині свиней (дослід 3)

Групи свиней	Концентрація Cd			
	середньодобовий раціон, мг	продукція, мг/кг	± до контролю	
			мг/кг	%
Контрольна (I)	0,264	0,124±0,037	-	-
Дослідна (II)	0,282	0,087±0,020	-0,037	-29,8
Дослідна (III)	0,294	0,097±0,024	-0,027	-21,8
Дослідна (IV)	0,306	0,077±0,013	-0,047	-37,9
Гранично допустима концентрація	-	0,05	-	-

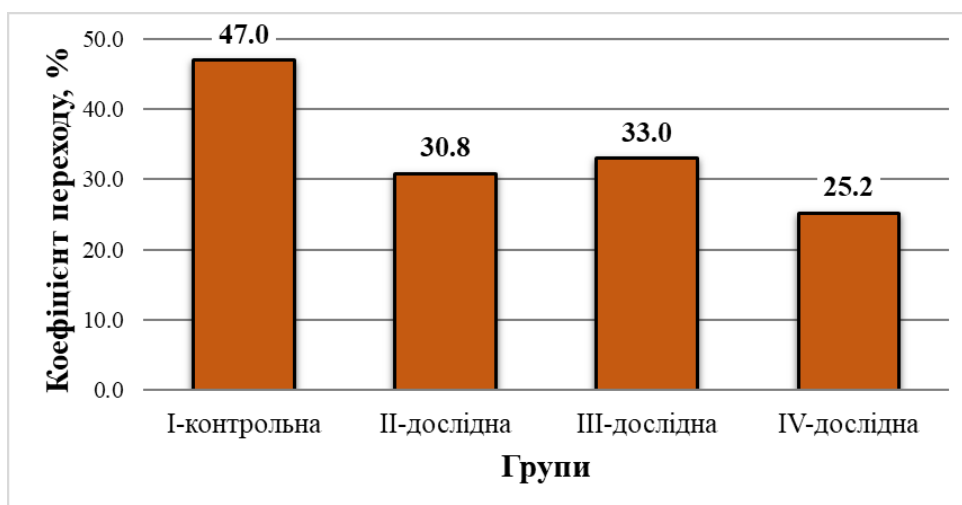


Рис. 4. Коефіцієнти переходу Cd у м’язову тканину свиней (дослід 3).

Підсумовуючи викладене, можна зробити висновок, що для зниження накопичення Cd у м'язовій тканині молодняка свиней слід включати до їх раціону певну кількість природних сорбентів, в окремому випадку – мінерал сапоніт. Так, застосувавши у годівлі тварин IV групи цього абсорбенту в кількості 7 % (за масою концентратів у раціоні), спромоглися знизити рівень Cd у найдовшому м'язі спини на понад 37 %.

На території Полісся України організація повноцінної годівлі є важливим аспектом створення прибуткового господарства, оскільки дефіцит поживних речовин у раціонах сільськогосподарських тварин стимулює накопичення ксенобіотиків у молоці та м'ясі. Нормована і повноцінна годівля тварин дає змогу мінімізувати токсичну дію таких шкідливих речовин, як важкі метали, знижуючи їх коефіцієнти переходу через збільшення виведення з організму [30]. Одна з найважливіших проблем галузі тваринництва господарств III зони радіаційного забруднення – це забезпечення тварин необхідною кількістю повноцінного перетравного протеїну.

За даними попередніх досліджень [31], застосування для бугайців силосно-концентратно-коренеплідного та силосно-концентратно-сінного типів раціонів дало можливість знизити рівень накопичення Cd у м'язовій тканині на 34,1–66,7 %, порівняно з силосно-концентратною годівлею, у печінці – на 15,3–46,6 %, що підтверджує результати наших досліджень про вплив різних типів годівлі і кормів для молодняка ВРХ щодо зниження вмісту Cd у їх продукції.

Застосування сорбентів природного походження у годівлі тварин збільшує їх продуктивність. За результатами досліджень вітчизняних і зарубіжних вчених та практиків встановлено, що використання різних адсорбентів дає змогу зменшити кормові затрати та збільшити ефективність виробництва продукції тваринництва. Фізико-хімічна здатність глиноземів зв'язувати токсичні речовини завдяки їх високій сорбційній здатності є важливим фактором підвищення біологічної повноцінності кормів за згодовування їх тваринам [18, 32, 33]. Природні мінерали зменшують трансформацію радіонуклідів і важких металів з кормів до організму тварини за рахунок дії двох механізмів. Перший механізм – транзитне проходження токсичних речовин через організм, при цьому мінерали не задіюються в процесі обміну речовин, бо мають високі іонообмінні та сорбційні властивості. Другий механізм – це здатність мінералів нормалізувати мінеральний обмін [34].

Висновки. Застосування експериментального силосу із пайзи за відгодівлі бугайців справило негативний вплив на продукцію – погіршилася екологічна якість м'язової тканини бугайців дослідної групи, оскільки концентрація Cd на 5,4 % перевищувала показники контрольної групи. Водночас коефіцієнт переходу Cd в найдовший м'яз спини тварин II групи, відносно аналогів I групи, виявився нижчим 0,68 % (абсолютних).

Оптимізація протеїнового живлення тварин за рахунок «умовно чистих» кормових бобів, порівняно з люпином вузьколистим («забрудненим»), сприяла зниженню концентрації та переходу Cd у м'язову тканину бугайців – на 25,0 % та 0,71 % (абсолютних), відповідно.

Використання сапоніту як адсорбента за відгодівлі молодняка свиней на території III зони радіоактивного забруднення в кількості 3–7 % (за масою) концентрованих кормів у раціоні справило позитивний вплив на екологічну якість продукції – нагромадження Cd у м'язовій тканині тварин дослідних груп відносно контролю було меншим на 21,8–37,9 %, водночас кращою за показником сорбційної ефективності для виведення Cd виявилася доза сорбенту 7 %.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ландін В. П., Чоботько Г. М., Кучма М. Д., Райчук Л. А. Подолання наслідків чорнобильської катастрофи в агросфері України. Агроекологічний журнал. 2017. № 2. С. 67–75. DOI:10.33730/2077-4893.2.2017. 220155.
2. Quality of life of the population resident at the radioactively contaminated area in Zhytomyr Region / L. D. Romanchuk et al. Ukrainian Journal of Ecology. 2019. Vol. 9. No 4. P. 478–485. DOI:10.15421/2019_778•Corpus ID:210900064.
3. Малюк Л. П., Селютіна Г. А., Летута Т. М., Щербаківа Т. В. Токсичні речовини в харчових продуктах і методи їх визначення: навч. посібник у структурно-логічних схемах / А. А. Дубініна та ін. Харків: ХДУХТ, 2016. 106 с.
4. Cadmium exposure and the risk of breast cancer in Chaoshan population of southeast China / L. Peng et al. Environmental Science and Pollution Research. 2015. Vol. 22. No 24. P. 19870–19878. DOI:10.1007/s11356-015-5212-1.
5. Духницький В. Б., Хмельницький Г. О., Бойко Г. В., Іщенко В. Д. (2022). Ветеринарна мікотоксикологія. К.: Видавничий центр Національного університету біоресурсів і природокористування України, 413 с.
6. Blood cadmium burden and the risk of nasopharyngeal carcinoma: a case-control study in Chinese Chaoshan population / L. Peng et al. Environmental Science and Pollution Research. 2015. Vol. 22. No 16. P. 12323–12331. DOI: 10.1007/s11356-015-4533-4.

7. Martyshuk T. V., Gutyj B. V., Vishchur O. I., Todoruk V. B. Biochemical indices of piglets blood under the action of feed additive «Butaselmavit-plus». *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*. 2019. Vol. 2. No 2. P. 27–30. DOI:10.32718/ujvas2-2.06.
8. Zinko H. Immune status of calves sick with gastroenteritis. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Veterinary Sciences*. 2017. Vol. 19. No 82. P. 61–65. DOI:10.15421/nvlvet8213.
9. Лавришин Ю. Ю., Гутий Б. В. Рівень вітамінів у крові бугайців за експериментального хронічного кадмієвого токсикозу. *Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин*. 2019. Вип. 20. № 2. С. 317–323. DOI:10.36359/scivp.2019-20-2.41.
10. Lavryshyn Y., Gutyj B., Palyadichuk O., Vishchur V. Morphological blood indices of bulls in experimental chronic cadmium toxicosis. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Veterinary Sciences*. 2018. Vol. 20. No 88. P. 108–114. DOI:10.32718/nvlvet8820.
11. The effect of cadmium loading on the activity of the enzyme link of the glutathione system of bull organism / Y. Lavryshyn et al. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Veterinary Sciences*. 2019. Vol. 21. No. 95. P. 107–111. DOI:10.32718/nvlvet9520.
12. Prooxidant-antioxidant balance in the organism of bulls (young cattle) after using cadmium load / B. Gutyj et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2017. Vol. 7. No. 4. P. 589–596. DOI:10.15421/2017_165.
13. Ostapjuk A. Y., Gutyj B. V. Influence of milk thistle, methifene and sylimevit on the morphological parameters of laying hens in experimental chronic cadmium toxicosis. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Science*. 2020. Vol. 3. No 1. P. 42–46. DOI:10.32718/ujvas3-1.08.
14. Лавришин Ю. Ю., Гутий Б. В. Імунний статус організму бугайців за умови експериментального хронічного кадмієвого токсикозу. *Scientific Progress & Innovations*. 2020. № 2. С. 244–251. DOI:10.31210/visnyk2020.02.31.
15. Лавришин Ю. Ю., Гутий Б. В. Протеїн-синтезувальна функція печінки бугайців за експериментального хронічного кадмієвого токсикозу. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького. Ветеринарні науки*. 2019. Т. 21. № 94. С. 92–96. DOI:10.32718/nvlvet9417.
16. Маменко О. М., Портяник С. В. Вплив типів годівлі корів на вміст важких металів у молоці. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького. Сільськогосподарські науки*. 2019. Т. 21. № 90. С. 38–48. DOI:10.32718/nvlvet-a9007.
17. Буцяк В. І., Буцяк А. А. Міграція важких металів у системі «грунт-рослина-корм» у локальній зоні техногенного навантаження. *Агробіологія та екологія*. 2014. Т. 4. № 1. С. 74–79.
18. Burlaka V., Lavrenyuk, O. Accumulative heavy metals in internal organs of pigs with inclusion of sorbents in conditions of the long duration of their receipt. *Biodiversity after the Chernobyl accident*. Nitra: Slovak University of Agriculture in Nitra. 2016. Part II. P. 34–40.
19. Evaluation of concentration of heavy metals in animal rearing system / M. Heina et al. *Italian Journal of Animal Science*. 2019. Vol. 18. No 1. P. 1372–1384. DOI:10.1080/1828051X.2019.1642806.
20. Жукорський О. М., Семенов С. О., Семенов С. С. Вплив важких металів у раціонах на рівень їх накопичення в органах і тканинах забійних свиней, продуктивність та екскрецію аміачного азоту. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 12. С. 40–45. DOI:10.31073/agrovisnyk201812-06.
21. Accumulation and detoxification of metals and arsenic in tissues of cattle (*Bos Taurus*), and the risks for human consumption / S. Roggeman et al. *Science of The Total Environment*. 2014. Vol. 466–467. No 1. P. 175–184. DOI:10.1016/j.scitotenv.2013.07/007.
22. Hashemi S. Heavy metal concentrations in bovine tissues (muscle, liver and kidney) and their relationship with heavy metal contents in consumed feed. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2018. Vol. 154. No. 15. P. 263–267. DOI:10.1016/j.ecoenv.2018.02.058.
23. Ібатуллін І. І., Жукорський О. М. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві: посібник. Київ: Аграрна наука, 2017. 328 с.
24. Довідник з повноцінної годівлі сільськогосподарських тварин / за наук. ред. І. І. Ібатулліна і О. М. Жукорського. Київ: Аграрна наука, 2016. 336 с.
25. ДСТУ 7670:2014. Сировина і продукти харчові. Готування проб. Мінералізація для визначення вмісту токсичних елементів. [Чинний від 2015-07-01]. Вид. офіц. Київ: Мінекономрозвитку України, 2015. 18 с.
26. ГОСТ 30178-96. Сировина і продукти харчові. Атомно-абсорбційний метод визначення токсичних елементів. [Чинний від 2002-01-01]. 19 с. URL:http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=76401.
27. Європейська конвенція про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей: конвенція. Міжнародний документ від 18.03.1986. База даних «Законодавство України». Рада Європи. URL:http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/994_137.
28. Toxic metal implications on agricultural soils, plants, animals, aquatic life and human health / U. Okereafor et al. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020 Vol. 17. No 7. 2204 p. DOI:10.3390/ijerph 17072204.
29. Про затвердження Державних гігієнічних правил і норм «Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах»: наказ Міністерства охорони здоров'я України № 368 від 13.05.2013 р. База даних «Законодавство України». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0774-13#Text> (дата звернення: 24.07.2023).
30. Савченко Ю. І., Савчук І. М., Савченко М. Г., Карпюк Н. А. Радіоекологічна оцінка раціонів при виробництві яловичини: монографія. Житомир: ПП «Рута», 2017. 160 с.

31. Safety of livestock products of bulls on various diets during fattening in the conditions of radioactive contamination / I. Savchuk et al. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2021. Vol. 12. No 1. P. 86–91. DOI:10.15421/022113.

32. Subramaniam M. D., Kim I. H. Clays as dietary supplements for swine: a review. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2015. Vol. 6. No. 1. 38 p. DOI:10.1186/s40104-015-0037-9.

33. Батуревич О. О. Ефективність використання мінералів природного походження в раціоні самиць коропи. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 3. С. 132–138. DOI:10.31210/visnyk2019.03.17.

34. Calorimetric determination of the enthalpy of formation of natural saponite / L. Ogorodova et al. *Geochemistry International*. 2015. Vol. 53. P. 617–623. DOI:10.1134/S0016702915070071.

REFERENCES

1. Landin, V., Chobotko, G., Kuchma, M., Raychuk, L., (2017). Podolannia naslidkiv chornobylskoi katastrofy v ahrosferi Ukrainy [Overcoming the consequences of the Chernobyl disaster in the agricultural sector of Ukraine]. *Ahroekologichnyi zhurnal [Agroecological journal]*, no. 2, pp. 67–75. DOI:10.33730/2077-4893.2.2017. (in Ukrainian).

2. Romanchuk, L. D., Herasymchuk, L. O., Kovalyova, S. P., Kovalchuk, Yu. V., Lopatyuk, O. V., (2019). Quality of life of the population resident at the radioactively contaminated area in Zhytomyr Region. *Ukrainian Journal of Ecology*, Vol. 9, no. 4, pp. 478–485. DOI:10.15421/2019_778+Corpus ID:210900064.

3. Dubinina, A. A., Maliuk, L. P., Seliutina, H. A., Letuta, T. M., Shcherbakova, T. V. (2016). Toksychni rehovyny v harchovyh produktah i metody ih vyznachennja: navch. posibnyk u strukturno-logichnyh shemah [Toxic substances in food products and methods of their determination: education. a guide to structural and logical schemes]. Kharkiv: Kharkiv State University of Food Technology and Trade, 106 p. (in Ukrainian).

4. Peng, L., Huang, Y., Zhang, J., Peng, Y., Lin, X., Wu, K., Hu, X., (2015). Cadmium exposure and the risk of breast cancer in Chaoshan population of southeast China. *Environmental Science and Pollution Research*, Vol. 22, no. 24, pp. 19870–19878. DOI:10.1007/s11356-015-5212-1.

5. Dukhnytskyi, V. B., Khmelnytskyi, H. O., Boiko, H. V., Ishchenko, V. D. (2022). *Veterynarna mikotoksykologhiia [Veterinary Mycotoxicology]*. K.: Publishing Center of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 413 p. (in Ukrainian).

6. Peng, L., Wang, X., Huo, X., Xu, X., Lin, K., Zhang, J., Huang, Y., Wu, K. (2015). Blood cadmium burden and the risk of nasopharyngeal carcinoma: a case-control study in Chinese Chaoshan population. *Environmental Science and Pollution Research*. Vol. 22, no. 16, pp. 12323–12331. DOI:10.1007/s11356-015-4533-4.

7. Martyschuk, T. V., Gutyj, B. V., Vishchur, O. I., Todoriuk, V. B., (2019). Biochemical indices of piglets blood under the action of feed additive

«Butaselmavit-plus». *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, Vol. 2, no. 2, pp. 27–30. DOI:10.32718/ujvas2-2.06.

8. Zinko, H. (2017). Immune status of calves sick with gastroenteritis. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Veterinary Sciences*, Vol. 19, no. 82, pp. 61–65. DOI:10.15421/nvlvet8213.

9. Lavryshyn, Y. Y., Gutyj, B. V. (2019). Levels of vitamins in blood of young bulls by experimental chronic cardium toxicosis. *Scientific and Technical Bulletin of State Scientific Research Control Institute of Veterinary Medical Products and Fodder Additives and Institute of Animal Biology*, Issue 20, no. 2, pp. 317–323. DOI:10.36359/scivp.2019-20-2.41.

10. Lavryshyn, Y., Gutyj, B., Palyadichuk, O., Vishchur, V., (2018). Morphological blood indices of bulls in experimental chronic cadmium toxicosis. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Veterinary Sciences*, Vol. 20, no. 88, pp. 108–114. DOI:10.32718/nvlvet8820.

11. Lavryshyn, Y., Gutyj, B., Paziuk, I., Levkivska, N., Romanovych, M., Drach, M., Lisnyak, O., (2019). The effect of cadmium loading on the activity of the enzyme link of the glutathione system of bull organism. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Veterinary Sciences*, Vol. 21, no. 95, pp. 107–111. DOI:10.32718/nvlvet9520.

12. Gutyj, B., Stybel, V., Darmohray, L., Lavryshyn, Y., Turko, I., Hachak, Y., Shcherbatyy, A., Bushueva, I., Parchenko, V., Kaplaushenko, A., Krushelnytska, O. (2017). Prooxidant-antioxidant balance in the organism of bulls (young cattle) after using cadmium load. *Ukrainian Journal of Ecology*, Vol. 7, no. 4, pp. 589–596. DOI:10.15421/2017_165.

13. Ostapyuk, A. Y., Gutyj, B. V., (2020). Influence of milk thistle, methifene and sylimevit on the morphological parameters of laying hens in experimental chronic cadmium toxicosis. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Science*, Vol. 3, no. 1, pp. 42–46. DOI:10.32718/ujvas3-1.08.

14. Lavryshyn, Y. Y., Gutyj, B. V. (2020). Imunnyj status organizmu bugajciv za umovy eksperymental'nogo hronichnogo kadmijevogo toksykozu [Immune status of bull calves' organism in case of experimental chronic cadmium toxicosis]. *Scientific Progress & Innovations*, no. 2, pp. 244–251. DOI:10.31210/visnyk2020.02.31 (in Ukrainian).

15. Lavryshyn, Y., Gutyj, B., (2019). Protei'nsyn-tezuval'na funkciya pechinky bugajciv za eksperymental'nogo hronichnogo kadmijevogo toksykozu [Protein synthesise function of bulls liver at experimental chronic cadmium toxicity]. *Naukovyj visnyk LNU-VMB imeni S.Z. Gzhyc'kogo [Scientific Bulletin of the LNUVMB named after S.Z. Gzytsky]*. *Veterynarni nauky [Veterinary Sciences]*, Vol. 21, no. 94, pp. 92–96. DOI:10.32718/nvlvet9417. (in Ukrainian).

16. Mamenko, O., Portiannik, S., (2019). Vplyv typiv godivli koriv na vmist vazhkyh metaliv u molo-ci [Influence of feeding types of cows on the content

- of heavy metals in milk]. *Naukovyj visnyk LNUVMB imeni S.Z. Gzhyc'kogo* [Scientific Bulletin of the LNUVMB named after S.Z. Gzytsky]. *Sil's'kogospodars'ki nauky* [Agricultural Sciences], Vol. 21, no. 90, pp. 37–48. DOI:10.32718/nvlvet-a9007. (in Ukrainian).
17. Butsjak, A. A., Butsjak V. I. (2014). *Mihratsiia vazhkykh metaliv u systemi «hrunt-roslyna-korm» u lokalnii zoni tekhnogennoho navantazhennia* [Migration of heavy metals in the soil-plant-food system in the local zone of technogenic load]. *Journal Agrobiology and Environmentology*, Vol. 4, no. 1, pp. 74–79. (in Ukrainian).
18. Burlaka, V., Lavrenyuk, O. (2016). *Accumulative heavy metals in internal organs of pigs with inclusion of sorbents in conditions of the long duration of their receipt. Biodiversity after the Chernobyl accident*. Nitra: Slovak University of Agriculture in Nitra, Part II, pp. 34–40.
19. Heina, M., Moscatelli, A., Onelli, E., Baldi, A., Pilu, S., Rossi, L., (2019). *Evaluation of concentration of heavy metals in animal rearing system*. *Italian Journal of Animal Science*, Vol. 18, no. 1, pp. 1372–1384. DOI:10.1080/1828051X.2019.1642806.
20. Zhukovsky, O. M., Semenov, S. O., Semenov, I. S. (2018). *Vplyv vazhkykh metaliv u ratsionakh na riven yikh nakopychennia v orhanakh i tkanynakh zabiinykh svynei, produktyvnist ta ekskretsiu amiachnoho azotu* [The influence of heavy metals in diets on the level of their accumulation in the organs and tissues of slaughter pigs, productivity and excretion of ammonia nitrogen]. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Herald of Agrarian Science], no. 12, pp. 40–45. DOI:10.31073/agrovisnyk201812-06. (in Ukrainian).
21. Roggeman, S., De Boeck, G., De Cock, H., Blust, R., Bervoets, L., (2014). *Accumulation and detoxification of metals and arsenic in tissues of cattle (Bos Taurus), and the risks for human consumption*. *Science of The Total Environment*, Vol. (466-467), no. 1, pp. 175–184. DOI:10.1016/j.scitotenv.2013.07/007.
22. Hashemi, S., (2018). *Heavy metal concentrations in bovine tissues (muscle, liver and kidney) and their relationship with heavy metal contents in consumed feed*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, Vol. 154, no. 15, pp. 263–267. DOI:10.1016/j.ecoenv.2018.02.058.
23. Ibatullin, I. I., Zhukorskyi, O. M. (2017). *Metodolohiia ta orhanizatsiia naukovykh doslidzhen u tvarynytstvi* [Methodology and organization of scientific research in animal husbandry]. Kyiv, *Agrarian Science*, 238 p. (in Ukrainian).
24. Ibatullina, I. I., Zhukors'kogo, O. M. (2016). *Dovidnyk z povnocinnoi' godivli sil's'kogospodars'kyh tvaryn* [Handbook on complete feeding of farm animals/by science. ed. I. Ibatullin and O. M. Zhukorskyi]. Kyiv: *Agrarian Science*, 336 p. (in Ukrainian).
25. DSTU 7670:2014. *Syrovyna i produkty harchovi. Gotuvannja prob. Mineralizacija dlja vyznachennja vmistu toksychnykh elementiv*. [Chynnyj vid 2015-07-01] [DSTU 7670:2014. Raw materials and food products. Preparation of samples. Mineralization to determine the content of toxic elements. [Effective from 2015-07-01]]. Kind. officer Kyiv: Ministry of Economic Development of Ukraine, 2015, 18 p. (in Ukrainian).
26. GOST 30178-96. *Syrovyna i produkty harchovi. Atomno-absorbciyjnyj metod vyznachennja toksychnykh elementiv*. [Chynnyj vid 2002-01-01] [GOST 30178-96. Raw materials and food products. Atomic absorption method for determination of toxic elements. [Effective from 2002-01-01]]. 19 p. Available at: http://online.budstandart.com/ua/catalog/docpage?id_doc=76401. (in Ukrainian).
27. *Jevropejs'ka konvencija pro zahyst hrebetnyh tvaryn, shho vykorystovujut'sja dlja doslidnyh ta inshykh naukovykh cilej: konvencija. Mizhnarodnyj dokument vid 18.03.1986*. [European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Research and Other Scientific Purposes: Convention. International document dated March 18, 1986]. Baza danyh «Zakonodavstvo Ukrai'ny» Rada Jevropy. [Database "Legislation of Ukraine". Council of Europe]. Available at: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/994_137. (in Ukrainian).
28. Okereafor, U., Makhatha, M., Mekuto, L., Uche-Okereafor, N., Sebola, T., Mavumengwana, V. (2020). *Toxic metal implications on agricultural soils, plants, animals, aquatic life and human health*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Vol. 17, no. 7, 2204 p. DOI:10.3390/ijerph17072204.
29. *Pro zatverdzhennia Derzhavnykh hihiienichnykh pravyl i norm «Rehlament maksimalnykh rivniv okremykh zabrudniuuchykh rehovyn u kharchovykh produktakh»: nakaz Ministerstva okhorony zdorovia Ukrainy vid 13.05.2013 r. №368* [On the Approval of the State Hygienic Rules and Norms Regulation of Maximum Levels of Certain Pollutants in Food Products: Order of the Ministry of Health of Ukraine No. 368 from 13th May 2013]. Baza danyh «Zakonodavstvo Ukrai'ny» [Database "Legislation of Ukraine"]. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0774-13#Text>. (in Ukrainian).
30. Savchenko, Yu. I., Savchuk, I. M., Savchenko, M. G., Karpyuk, N. A. (2017). *Radioekologichna ocinka racioniv pry vyrobnyctvi jalovychny: monografija* [Radioecological assessment of rations in beef production: monograph]. Zhytomyr: PP "Ruta", 160 p. (in Ukrainian).
31. Savchuk, I., Skydan, O., Stepanenko, V., Kryvyi, M., Kovaleva, S. (2021). *Safety of livestock products of bulls on various diets during fattening in the conditions of radioactive contamination. Regulatory Mechanisms in Biosystems*, Vol. 12, no. 1, pp. 86–91. DOI:10.15421/022113.
32. Subramaniam, M. D, Kim, I. H. (2015). *Clays as dietary supplements for swine: a review*. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, Vol. 6, no. 1, 38 p. DOI:10.1186/s40104-015-0037-9.
33. Baturevich, O. O., (2019). *Efektivnist' vykorystannja mineraliv pryrodnoho pohodzhennja v racioni samyc' koropa* [The effectiveness of using natural minerals in the diet of female carp]. *Visnyk Poltav's'koi' derzhavnoi' ahrarnoi' akademii'* [Bulletin of Poltava State Agrarian Academy], no. 3, pp. 132–138. DOI:10.31210/visnyk2019.03.17. (in Ukrainian).

34. Ogorodova, L., Kiseleva, I., Melchakova, L., Vıgasina, M., Krupskaya, V., Sudin, V. (2015). Calorimetric determination of the enthalpy of formation of natural saponite. *Geochemistry International*, Vol. 53, pp. 617–623. DOI:10.1134/S0016702915070071.

Influence of different diets and sorbents on the accumulation of Cd in the muscle tissue of young cattle and pigs

Savchuk I., Kovalova S., Yashchuk I.

The article, based on scientific research, examines an important problematic issue regarding the quality and safety of beef and pork during their production in the Polissia zone of Ukraine, affected by the Chernobyl accident. The purpose of the research was to evaluate the effect of different diets and saponite sorbent on the level of Cd accumulation in the muscle tissue of young bulls and pigs kept in the territory belonging to the third zone of radioactive contamination.

Two scientific and economic experiments were conducted. When growing Ukrainian black and white dairy young bulls, the influence of different silages (4-component cereal-bean mixture and *Echinochloa frumentacea* silage) on the content of Cd in the longest back muscle was studied (experiment 1), and optimization of the protein nutrition of animals was carried out at the expense of various feeds with a high protein content (narrow-leaved lupine and fodder beans) (experiment 2). In the third experiment, young pigs were fed various amounts of the natural mineral saponite as part of their diet, and its influence on the ecological quality of products was studied.

Since different types and amounts of feed components were used when feeding the animals of the

studied groups, it was necessary to balance the rations according to the content of nutrients for each of the presented groups. Regulation and verification of the nutritional value of the rationed feed was carried out monthly.

When changing rations for animals, their growth, live weight, zootechnical analysis of feed, their nutritional value and feeding rates were taken into account.

Sample preparation of fodder and muscles was carried out according to GSTU 7670:2014 with the help of dry mineralization, the concentration of the toxicant was determined by the atomic absorption method. The transition coefficient of Cd in the chain «diet – muscle tissue» in this study is within the established standards. At the same time, feeding by *Echinochloa frumentacea* silage contributed to a decrease in the coefficient of transition of Cd into the muscle tissue of young bulls by 0.68 % (absolute). The introduction of 30 % (by mass) of fodder beans into the grain mixture instead of a similar amount of lupine for young cattle (cattle) for fattening in the territory of radioactive contamination (the third zone) contributed to a significantly lower accumulation and transition of Cd into the muscle tissue of animals – on 25.0 % and 0.71 % (absolute), respectively. The inclusion of the natural sorbent mineral saponite in the amount of 3–7 % by mass of concentrated feed in the diet of growing and fattening pigs contributed to a reduction of Cd in the longest muscle of the back by 21.8–37.9%, while at the same time it was better in terms of the sorption efficiency for excretion of Cd, which turned out to be a saponite dose of 7 %.

Key words: young bulls, pigs, nutrition, different diets, saponite, accumulation of Cd.



Copyright: Савчук І. М., Ковальова С. П., Ящук І. В. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Савчук І. М.

Ковальова С. П.

Ящук І. В.

<https://orcid.org/0000-0002-2182-8857>

<https://orcid.org/0000-0003-1858-625X>

<https://orcid.org/0000-0003-2515-4260>