



KAPITEL 8 / CHAPTER 8⁸ QUALITY AND SAFETY OF MUSCLE TISSUE AND LIVER OF PIGS USING TRITICALE IN THE DIET

DOI: 10.30890/2709-2313.2023-21-02-019

Вступ

Одним із шляхів розширення кормової бази для тваринництва є використання нетрадиційних компонентів, особливо з огляду на постійне зростання площ посівів зернових культур, більш стійких до змін клімату. Однією з перспективних зернових культур є гібрид пшениці і жита – тритикале. Шляхом об'єднання хромосомних комплексів двох різних ботанічних родів – пшениці та жита, людині вдалося уперше за історію землеробства синтезувати нову сільськогосподарську культуру, яка у недалекому майбутньому стане однією з провідних зернових культур [1-3].

За даними, опублікованими ФАО, площа посіву тритикале у світі в 2017 році становила 5,6 млн. га. Світовим лідером по вирощуванню тритикале є Польща, де для нього відведено 1,2 млн. га, Німеччині – 404, Франції – 331, Білорусії – 500, Україні – 200 тис. га, із них майже 80 тис. га під якими формами. Зростання площ триває і можна прогнозувати, що в найближчі роки тритикале займе одне з провідних місць за посівами зернових культур.

Тритикале відрізняється високим потенціалом урожайності, підвищеним вмістом білку і незамінних амінокислот, що визначає його біологічну та харчову цінність, а також кормові якості. Уміст білку в тритикале на 1,0-1,5% більше, ніж у пшениці та на 3-4%, ніж у жита [4, 5] та є досить перспективною культурою, адже використовується в хлібопеченні, кондитерській справі, пивоварінні, а зелена маса входить до складу цінних кормів (силосу, сінажу, трав'яних гранул) і використовується для виробництва біоетанолу. Незамінних амінокислот в цьому зерні більше, ніж в таких фуражних культурах, як кукурудза, ячмінь, овес і сорго. Окрім того, зерно тритикале відрізняється високою засвоюваністю і енергетичною цінністю – 285 Ккал/100г [6].

Водночас, зерно тритикале, завдяки високому вмісту сірки, є одним із найбільш оптимальних кормових культур для годівлі тварин у зоні радіоактивного забруднення, адже сірковмісні амінокислоти підвищують стійкість організму до радіації, пришвидшують виведення токсичних речовин із

⁸Authors: Savchuk I.M., Kovalova S.P.



організму і володіють радіопротекторними властивостями [7].

Приймаючи до уваги перспективність використання тритикале у тваринництві та розширення площ його культивування в Україні, актуальними є дослідження з вивчення впливу різних доз тритикале у складі зерноsumішей для молодняку свиней на якість і безпечність продукції.

8.1. Методичні підходи виконання досліджень

Експериментальні дослідження проводили в умовах фізіологічного двору Інституту сільського господарства Полісся НААН (с. Грозине Коростенського р-ну Житомирської обл.). Для проведення науково-виробничого дослідження відібрали молодняк свиней великої білої породи, сформований у три групи згідно з методичними положеннями Ібатулліна І.І. і Жукорського О.М. [8]. Тривалість порівняльного та дослідного періодів становила 21 та 153 доби відповідно.

Згідно зі схемою дослідження, у порівняльній період тварини усіх піддослідних груп отримували зерноsumіш №1, до складу якої входили концентровані корми місцевого виробництва, вирощені в III зоні радіоактивного забруднення, з додаванням комбікорму-концентрату К 55-13.

Різниця в годівлі дослідних груп свиней у основний період експерименту зводилася до того, що тварини I (контрольної) групи отримували корми раціону, як і в порівняльній період дослідження. Зокрема, підсвинкам II (дослідної) групи частину (20 %) дерті пшеничної в складі раціону замінювали на таку саму кількість (за масою) дерті тритикале, а аналогам III (дослідної) – на 40 % відповідно (табл. 1).

**Таблиця 1 - Склад зерноsumішей для годівлі піддослідних тварин,
% за масою**

Інгредієнти	Групи		
	I (контрольна) (зерноsumіш №1)	II (дослідна) (зерноsumіш №2)	III (дослідна) (зерноsumіш №3)
Пшениця	75	55	35
Тритикале	-	20	40
Люпин	10	10	10
Комбікорм	15	15	15
Всього	100	100	100



Тип годівлі тварин – концентратний. У структурі кормового раціону свиней за поживністю різновиди дерті становили: пшенична - 36,2 - 76,4 %, тритикале (дослідні групи) – 20,0 - 40,0 %, люпинова – 8,9 - 9,0 % і комбікорм-концентрат К 55-13 – 14,7 – 14,8 %.

Для проведення хімічного аналізу м'яса відбирались зразки найдовшого м'язу спини (масою 400 г) між 9 і 12 ребрами правих півтуш після 48-годинного охолодження при 4°C. Визначення проводили за загальноприйнятими методиками: воду – висушуванням, протеїн – методом К'ельдаля, жир – методом Сокслета, золу – спалюванням наважки в муфельній печі при 500 – 600°C. Калорійність м'яса визначали розрахунковим методом.

Підготовка зразків рослинного та тваринного походження для визначення важких металів здійснювалась методом сухої мінералізації згідно ДСТУ 7670:2014 «Сировина і продукти харчові. Готування проб. Мінералізація для визначення вмісту токсичних елементів» [9], аналіз – згідно ГОСТ 30178-96 [10] на атомно-абсорбційному спектрофотометрі «Квант – 2А».

Вміст ^{137}Cs у кормах і продукції (найдовшому м'язі спини та печінці) визначали на гамма-радіометрі СЕГ-0,5.

Коефіцієнти переходу радіоцезію і важких металів в ланцюгу „раціон – продукція тварин” розраховували за формулою:

$\text{КП} = A_{\text{прод.}}/A_{\text{рац.}} \times 100$, де КП – коефіцієнт переходу, %;

$A_{\text{прод.}}$ – вміст токсичних речовин в продукції тварин, Бк/кг, мг/кг;

$A_{\text{рац.}}$ – вміст токсичних речовин у добовому раціоні, Бк, мг.

8.2. Хімічний склад найдовшого м'язу спини і печінки молодняка свиней

Як відомо, харчова цінність свинини, як і м'яса інших видів тварин, характеризується вмістом в ній основних поживних речовин – білків і жирів. Їх визначають за хімічним складом і енергетичністю. Серед тканин найбільш стала в хімічному відношенні м'язова тканина. Вона є основним джерелом білка. Білки м'язової тканини повноцінні, тому що містять майже всі незамінні амінокислоти, які необхідні для життєдіяльності людини [11].

Порівняльний аналіз хімічного складу найдовшого м'язу спини відгодівельних свиней показав, що у підсвинків, яким згодовували в складі раціону зерноsumіш №1 (пшениця + люпин + комбікорм-концентрат),



концентрація у м'ясі сухої речовини, протеїну та золи була найбільшою і переважала аналогічні показники тварин дослідних груп на 0,50-1,17 %, 1,62-2,39 та 0,08-0,16 % (абсолютних) відповідно (табл. 2).

Таблиця 2 - Хімічний склад найдовшого м'язу спини свиней, % в натуральній речовині

Групи	Показники			
	суха речовина	протеїн	жир	зола
I – контрольна	28,92 ± 1,83	25,23 ± 1,45	2,27 ± 0,28	1,42 ± 0,09
II – дослідна	28,42 ± 0,85	23,61 ± 0,65	3,46 ± 0,67	1,34 ± 0,13
III – дослідна	27,75 ± 0,15	22,84 ± 1,19	3,65 ± 1,13	1,26 ± 0,11

Водночас найменшим умістом жиру в найдовшому м'язі спини характеризуються тварини I групи, які споживали зерноsumіш без тритикале – 2,27 %, що менше за показники аналогів II та III груп на 1,19-1,38 % абс.

За результатами досліджень встановлена закономірність – із підвищенням дози тритикале в складі кормосуміші концентрація сухої речовини, протеїну та золи в найдовшому м'язі спини молодняку свиней тенденційно знижується, а жиру, навпаки, – зростає.

Деякі інші закономірності встановлені в хімічному складу печінки (табл. 3). Так, у цьому органі молодняку свиней II та III (дослідних) груп уміст протеїну був більшим, а жиру - меншим порівняно з аналогами I групи на 1,01-1,47 % та 0,76-1,35 % (абсолютних) відповідно (при $P > 0,95$ в останньому випадку). Найбільше сухої речовини містилося в печінці підсвинків III групи (32,58 %), тоді як золи – в аналогів II групи (1,40 %).

Таблиця 3 - Хімічний склад печінки молодняку свиней, % в натуральній речовині

Групи	Показники			
	суха речовина	протеїн	жир	зола
I – контрольна	31,84 ± 0,68	26,61 ± 0,65	3,98 ± 0,30	1,25 ± 0,06
II – дослідна	31,65 ± 0,40	27,62 ± 0,43	2,63 ± 0,09*	1,40 ± 0,05
III – дослідна	32,58 ± 0,58	28,08 ± 0,49	3,22 ± 0,60	1,28 ± 0,07

Різний хімічний склад найдовшого м'язу спини та печінки молодняку свиней контрольної та дослідних груп вплинув на енергетичність (калорійність)



продукції свинарства. Так, енергетична цінність 1 кг м'яса піддослідних тварин коливалася в межах 5,22-5,41 МДж (рис. 1). Цей показник у найдовшому м'язі спини був найвищим в підсвинків II (дослідної) групи – 5,41 МДж/кг, порівняно з аналогами I та III груп перевага склала 0,19 МДж/кг (3,6 %) та 0,07 МДж/кг (1,3 %) відповідно.

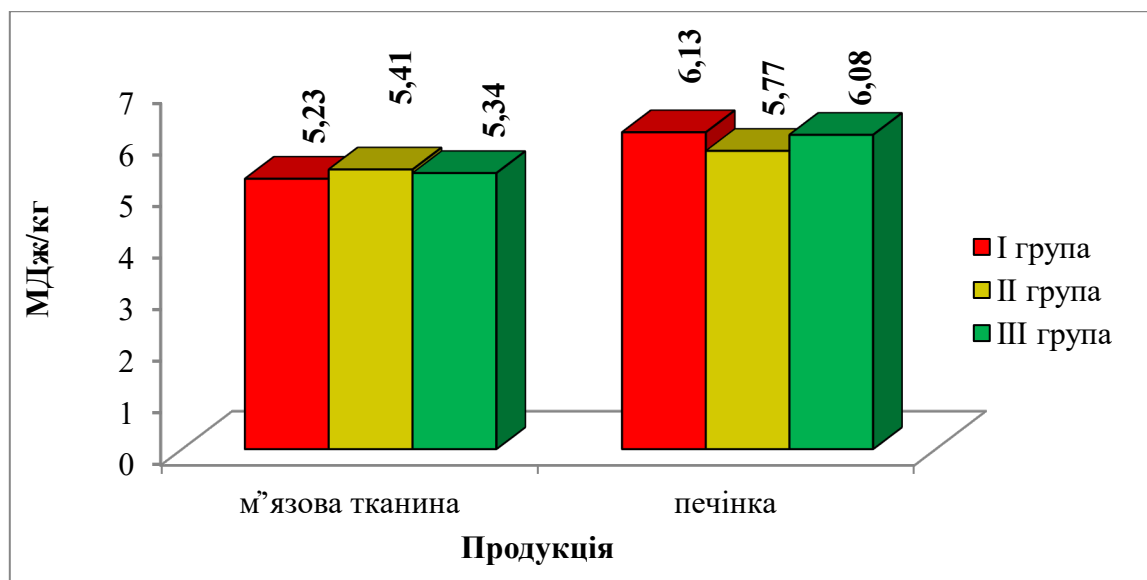


Рисунок 1 - Енергетична цінність м'язової тканини і печінки свиней, МДж/кг

Енергетична цінність 1 кг печінки молодняка свиней порівняно з найдовшим м'язом спини дещо більша – на 6,6-17,4 %. У тварин контрольної групи цей показник становив 6,13 МДж/кг, перевага відносно аналогів дослідних груп склала 0,05- 0,36 МДж/кг, або була більшою на 0,8-6,2 %.

Виходячи з отриманих результатів досліджень, можна зробити висновок про те, що використання в складі зерносуміші 20-40 % за масою дерті тритикале при виробництві свинини в поліській зоні України дещо погіршувало хімічний склад найдовшого м'язу спини, водночас суттєвого впливу на енергетичну цінність продукції не мало.

8.3. Накопичення і перехід ^{137}Cs , Pb , Cd в м'язову тканину та печінку свиней

Науково-дослідні роботи проведені нами в III зоні аварії на ЧАЕС, де щільність радіоактивного забруднення території становить 148 - 185 кБк/м².



Питома активність раціонів за ^{137}Cs у піддослідних групах коливалася в межах 69,5-96,4 Бк/добу і була більшою на 4,1-26,9 Бк/добу, або на 4,4-38,7 % у I (контрольній) групі, ніж у II та III (дослідних) групах. Це пов'язано зі споживанням піддослідним поголів'ям свиней зерноsumішей різного складу. Мабуть, накопичення радіонукліду в озимій пшениці порівняно з тритикале було значно більшим.

За результатами досліджень встановлено суттєву міжгрупову різницю за концентрацією ^{137}Cs в найдовшому м'язі спини і печінці піддослідного молодняку свиней (табл. 4). Питома активність ^{137}Cs в найдовшому м'язі спини тварин коливалася по групах у межах 21,5 - 31,3 Бк/кг і не перевищувала допустимих рівнів (ДР-2006 = 200 Бк/кг). Водночас при заміні у складі зерноsumіші 20-40 % за масою дерті пшеничної на аналогічну кількість дерті тритикале (II і III дослідна групи), концентрація радіоцезію в м'язовій тканині відносно контролю знижується на 9,6-9,8 Бк/кг, або на 30,7-31,3 % ($P > 0,95-0,99$).

Деяко інша закономірність спостерігалася за накопиченням ^{137}Cs в печінці піддослідного молодняку свиней – цей показник у тварин II групи був найбільшим (29,4 Бк/кг), а найменшим – у аналогів III групи (24,6 Бк/кг). За питомою активністю радіоцезію в печінці підсвинки I групи займають проміжне положення – 27,5 Бк/кг. Порівняно із найдовшим м'язом спини, концентрація ^{137}Cs в печінці тварин дослідних груп виявилася більшою на 13,4-36,7 %, тоді як за використання для годівлі свиней зерноsumіші №1 цей показник був меншим на 12,1 %.

Таблиця 4 - Концентрація ^{137}Cs в кормах раціону та продуктах забою свиней (n=3; $M \pm m$)

Групи тварин	Концентрація ^{137}Cs			
	середньодобовий раціон, Бк	продукція, Бк/кг	± до контрольної групи	
			Бк/кг	%
Найдовший м'яз спини				
I – контрольна	96,4	31,3 ± 1,3	-	-
II – дослідна	92,3	21,5 ± 1,1**	-9,8	-31,3
III – дослідна	69,5	21,7 ± 1,6*	-9,6	-30,7
Печінка				
I – контрольна	96,4	27,5 ± 2,5	-	-
II – дослідна	92,3	29,4 ± 2,2	+1,9	+6,9
III – дослідна	69,5	24,6 ± 3,1	-2,9	-10,6



Параметром, який характеризує забруднення продукції тваринництва радіонуклідами залежно від їх надходження до організму тварин з кормами, є кратність накопичення. Це відношення вмісту нукліду в органі, тканині чи організмі в цілому до вмісту у добовому раціоні [12].

У наших дослідженнях кратність накопичення ^{137}Cs в найдовшому м'язі спини складала 0,233-0,325 і була більшою на 4,2-39,5 % у молодняку свиней, які отримували зерноsumіш №1 без тритикале, порівняно з використанням зерноsumішей №2 і №3 (20-40 % за масою тритикале) (рис. 2).

Кратність накопичення ^{137}Cs в печінці піддослідних тварин варіювала у межах 0,285-0,354 і виявилася на 11,9-24,2 % більшою у підсвинків дослідних груп (II і III) порівняно з I (контрольною) групою.

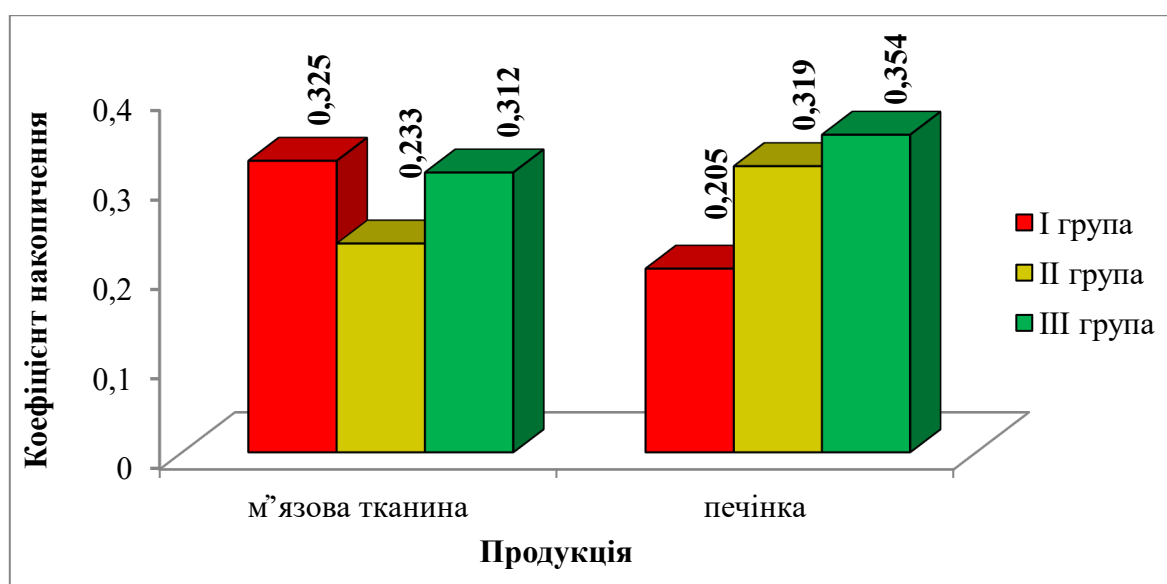


Рисунок 2 - Кратність накопичення ^{137}Cs в найдовшому м'язі спини і печінці свиней

Враховуючи викладене, можна стверджувати, що заміна в складі зерноsumіші 20-40 % за масою дерті пшениці на дерть тритикале за відгодівлі молодняку свиней у зоні Полісся України призводить до суттєвого зниження питомої активності ^{137}Cs у найдовшому м'язі спини та підвищення накопичення радіонукліду в печінці.

Експериментальні дослідження показали, що в організм піддослідних свиней із кормовими раціонами надходила значна кількість важких металів. Це, по-перше, стосується Рb, добове споживання якого молодняком свиней коливалося від 1,84 до 2,32 мг і було більшим на 18,4-26,1 % в контрольній групі,



ніж у дослідних групах (табл. 5).

За результатами проведених досліджень встановлено, що у найдовшому м'язі спини свиней усіх піддослідних груп акумуляція Рb була значно нижчою від ГДК (0,50 мг/кг) і варіювала у межах 0,062-0,154 мг/кг. Проте, внаслідок заміни у складі зерноsumіші 20 % (за масою) дерті пшениці на відповідну кількість (за масою) дерті тритикале концентрація Рb у м'язовій тканині тварин II групи знизилася на 0,020 мг/кг, або на 13,0 % ($P < 0,95$) порівняно з відповідними показниками за годівлі молодняку зерноsumішшю №1. За використання в складі зерноsumіші 40 % (за масою) дерті тритикале (III дослідна група), уміст Рb в свинині відносно контролю знизився на 0,092 мг/кг, або на 59,8 % за вірогідної різниці ($P > 0,99$).

Таблиця 5 - Концентрація Рb у кормових раціонах і продуктах забою свиней

Групи тварин	Концентрація Рb			
	середньодобовий раціон, Бк	продукція, Бк/кг	± до контрольної групи	
			Бк/кг	%
Найдовший м'яз спини				
I – контрольна	2,32	0,154±0,013	-	-
II – дослідна	1,96	0,134±0,021	-0,020	-13,0
III – дослідна	1,84	0,062±0,007**	-0,092	-59,8
ГДК	-	0,50	-	-
Печінка				
I – контрольна	2,32	0,459±0,117	-	-
II – дослідна	1,96	0,604±0,325	+0,145	+31,6
III – дослідна	1,84	0,620±0,313	+0,161	+35,1
ГДК	-	0,60	-	-

Протилежна закономірність спостерігалася за нагромадженням Рb у печінці піддослідного молодняку свиней. Так, з підвищенням дози тритикале в складі зерноsumіші концентрація елемента у печінці тварин II та III (дослідних) груп порівняно з I (контрольною) групою зростала на 0,145-0,161 мг/кг, або на 31,6-35,1 % ($P < 0,95$). Слід наголосити, що в печінці підсвинків дослідних груп концентрація Рb виявилася вищою від ГДК на 0,7-3,3 %, тоді як у контрольній була нижчою за нормативні вимоги на 23,5%.

Щодо переходу Рb із кормів раціону в найдовший м'яз спини молодняку свиней, то слід зауважити, що цей показник у тварин III (дослідної) групи



виявився набагато нижчим, ніж у I (контрольний) та II (дослідній) групах (рис. 3).

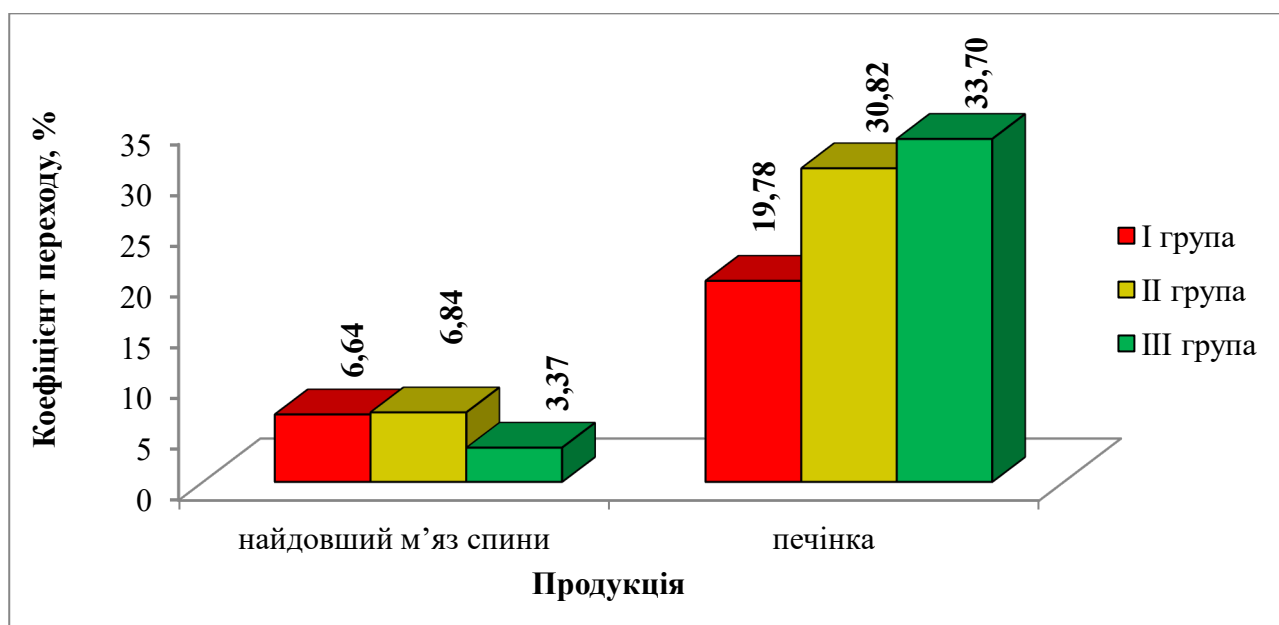


Рисунок 3 - Коефіцієнти переходу Рb в продукцію свинарства

Так, коефіцієнт переходу Рb у м'ясо підсвинків III групи становив 3,37 %, тоді як в інших групах був вищим на 3,27-3,47 % (абсолютних). Використання у складі зерноsumішей №2 і №3 дерті тритикале зумовило інтенсивніше відкладення Рb в печінці тварин II та III груп – 30,82-33,70 % порівняно з 19,78 % на контролі відповідно.

Існує припущення, що збільшення вмісту Рb і Cd в ґрунті, а із нього - у кормах і далі у продуктах забою свиней, пов'язано з підвищеними випадками продуктів аварії на ЧАЕС та її ліквідацією (80 км від ЧАЕС розташовані дослідні поля Інституту).

Результати багатьох експериментів вказують на те, що в організмі тварин Cd проявляє токсичний вплив на низку органів і систем, зокрема на серцево-судинну, статеву, видільну, дихальну, опорно-рухову системи, гемопоез [13, 14]. До найнебезпечніших впливів належать канцерогенні та мутагенні ефекти цього металу [15].

Уміст Cd, що надходив до організму піддослідного молодняка свиней великої білої породи за його відгодівлі різними варіантами зерноsumішей, був значно нижчим, ніж Рb, що становило 0,509-0,799 мг/добу (табл.6).

За результатами досліджень можна констатувати, що концентрація Cd у м'язовій тканині піддослідних свиней варіювала у широкому діапазоні значень –



0,033 - 0,119 мг/кг. Цей показник у тварин I і II груп виявився вищим за гранично допустиму концентрацію в 2,02 і 2,38 раза відповідно, тоді як у III групі був значно нижче нормативних вимог - 0,033 мг/кг. Встановлена суттєва міжгрупова різниця за вмістом у найдовшому м'язі спини Cd залежно від згодовування відгодівельним свиням у складі раціонів різного складу зерноsumішей: у м'ясі молодняка III (дослідної) групи відносно I (контрольної) групи цей показник був меншим на 67,3 % ($P>0,99$), а порівняно з II (дослідною) групою – на 72,3 % ($P>0,95$).

Таблиця 6 - Уміст Cd у кормових раціонах і продуктах забою свиней

Групи тварин	Концентрація Cd			
	середньодобовий раціон, Бк	продукція, Бк/кг	± до контрольної групи	
			Бк/кг	%
Найдовший м'яз спини				
I – контрольна	0,654	0,101±0,010	-	-
II – дослідна	0,799	0,119±0,018	+0,018	+17,8
III – дослідна	0,509	0,033±0,005**	-0,068	-67,3
ГДК	-	0,05	-	-
Печінка				
I – контрольна	0,654	0,374±0,045	-	-
II – дослідна	0,799	0,202±0,019	-0,172	-46,0
III – дослідна	0,509	0,386±0,089	+0,012	+3,2
ГДК	-	0,30	-	-

Найбільша кількість Cd нагромаджується в печінці піддослідних тварин – 0,202-0,386 мг/кг. Установлено перевищення ГДК за вмістом елементу у печінці молодняка свиней I та III груп - на 24,7 та 28,7 % відповідно. Натомість найменша кількість Cd містилася у печінці підсвинків II групи (0,202 мг/кг), яких відгодовували зерноsumішшю №2 (20 % за масою дерті тритикале).

Коефіцієнти переходу Cd у свинину (найдовший м'яз) та печінку були доволі високими - 6,48-15,44 та 25,28-75,83 % відповідно. За введення до складу зерноsumіші різних доз дерті тритикале перехід Cd у найдовший м'яз спини тварин дослідних груп знижувався на 0,55-8,96 % (абсолютних) порівняно з контролем. Найменшим коефіцієнтом переходу Cd у печінку відрізняється молодняк II (дослідної) групи, а найбільшим – III (дослідної) групи.

Отже, заміна у складі зерноsumіші 20-40 % (за масою) дерті пшениці на відповідну кількість дерті тритикале для відгодівлі молодняка свиней у III зоні



радіоактивного забруднення справила позитивний вплив на екологічну якість м'язової тканини, знижуючи у ній питому активність ^{137}Cs і концентрацію важких металів, зокрема Cd та Pb.

Висновки.

Порівняльний аналіз хімічного складу найдовшого м'язу спини свиней показав, що у підсвинків, яким згодовували в складі раціону зерноsumіш №1 (пшениця + люпин + комбікорм-концентрат), концентрація у м'ясі сухої речовини, протеїну та золи була найбільшою і переважала аналогічні показники дослідних груп на 0,50-1,17 %, 1,62-2,39 та 0,08-0,16 % абс. відповідно. Найменшим умістом жиру в найдовшому м'язі спини характеризуються тварини I групи, які споживали зерноsumіш без тритикале – 2,27 %, що менше за показники аналогів II та III груп на 1,19-1,38 % абс.

При заміні у складі зерноsumіші 20-40 % за масою дерті пшеничної на аналогічну кількість дерті тритикале, концентрація радіоцезію в м'язовій тканині свиней дослідних груп відносно контролю знижувалася на 9,6-9,8 Бк/кг, або на 30,7-31,3 % за вірогідної різниці ($P > 0,95-0,99$).

Уведення до складу зерноsumіші 20-40 % (за масою) дерті тритикале замість аналогічної кількості дерті пшениці за відгодівлі тварин у III зоні радіоактивного забруднення сприяє значно меншому нагромадженню важких металів у м'язовій тканині свиней: Pb – на 13,0-59,8 %, Cd – на 67,3 % (III група).