

## УМІСТ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У СВИНИНІ ЗА ВИКОРИСТАННЯ В РАЦІОНАХ ТРИТИКАЛЕ

І.М. Савчук<sup>1</sup>, О.П. Мельничук<sup>2</sup>, В.М. Степаненко<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Інститут сільського господарства Полісся НААН

<sup>2</sup> Житомирський національний агроекологічний університет

*Проведено дослідження з накопичення Pb, Cd, Cu та Zn у продукції свинарства за використання для відгодівлі молодняку свиней зерноsumішей з додаванням до їх складу різної кількості тритикале. Установлено, що концентрація Pb, Cu та Zn у найдовшому м'язі спини була значно нижчою від ГДК, тоді як рівень забруднення м'яса (I і II групи) та печінки (I і III групи) Cd перевищував нормативні вимоги у 2,0–2,4 раза та на 24,7–28,7% відповідно. Заміна у складі зерноsumіші 20–40% (за масою) дерті пшениці на аналогічну кількість дерті тритикале для відгодівлі молодняку свиней у III зоні радіоактивного забруднення сприяла значно меншому переходу Pb, Cd, Cu та Zn у свинину — на 3,27 (III група), 0,55–8,96, 1,15–1,27 та 0,52–7,86% (абсолютних) відповідно.*

**Ключові слова:** свині, концентрація, Плюмбум, Кадмій, Купрум, Цинк, найдовший м'яз спини, печінка, тритикале.

Сучасні темпи розвитку сільського господарства супроводжуються негативним впливом на навколишнє природне середовище забруднювачів техногенного походження. Аварія на ЧАЕС призвела до забруднення значних територій зони Полісся продуктами радіоактивного розпаду. Внаслідок припинення вжиття відповідних заходів, через економічний спад у країні, найважливішим завданням сучасної сільськогосподарської радіоекології залишається систематичний контроль за забрудненням продукції тваринництва і рослинництва радіонуклідами, вивчення особливостей їх міграції у сільськогосподарських екосистемах [1–3].

Не менш важливою проблемою залишається забруднення вказаної території важкими металами, такими як Pb, Cd, Cu і Zn. Ці хімічні елементи та їх сполуки є найбільш токсичні, оскільки вони не розкладаються у ґрунті та воді, а мігрують трофічним ланцюгом «ґрунт → рослина (корм) → тварина → продукція → людина», і, зрештою, спричиняють приховані негативні зміни загального обміну речовин в організмі людини, тварин [4–6]. Сукупна дія радіоцезію та важких металів призво-

дить до активації патогенних механізмів, а також гострих та хронічних інтоксикацій тваринного і людського організму.

З огляду на те що Полісся характеризується неоднорідними ґрунтово-кліматичними умовами, на його території спостерігається різний ступінь забруднення ландшафтів, а отже і кормів, радіонуклідами та важкими металами. Зважаючи на це, накопичення важких металів у кормових культурах у зоні радіоактивного забруднення, їх перехід у тваринницьку продукцію значною мірою залежить від екологічних та технологічних умов виробництва.

Не менш важливим є також питання пошуку типів годівлі і раціонів, які сприятимуть зниженню накопичення важких металів у тваринницькій продукції за її виробництва у регіонах техногенного забруднення [7].

Мета роботи — дослідити вміст важких металів у кормах, продукції свинарства за раціонами молодняку свиней з різним складом зерноsumішей та визначити їх вплив на екологічну якість продукції.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Експериментальні дослідження проводили в умовах фізіологічного двору Інс-

титуту 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 О.І. Овсяннікова [8]. Тривалість порівняльного та дослідного періодів становила 21 та 153 доби відповідно.

Згідно зі схемою дослідження, у порівняльний 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 порівняльний 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).

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%.

Підготовку зразків рослинного та тваринного походження для встановлення у їх складі важких металів здійснювали методом сухої мінералізації [9], аналіз — на атомно-абсорбційному спектрометрі «Квант-2А» [10].

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Токсичні хімічні елементи, що надходять до організму людини та тварин (з їжею, кормом), виводяться з нього доволі повільно. В організмі важкі метали акумулюються органами та тканинами. Тому рослинна продукція та корми, які вирощувалися навіть на відносно безпечних чи мало забруднених ґрунтах, можуть стати джерелом надходження важких металів до організму в надмірній кількості і негативно впливати на обмін речовин (табл. 2).

Таблиця 1

**Склад зерноsumішей для годівлі дослідних груп 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
<b>Всього</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Таблиця 2

**Концентрація важких металів у кормах, мг/кг натурального корму**

Корми	Важкі метали			
	Pb	Cd	Cu	Zn
Зерноsumіш № 1	0,96	0,27	3,94	21,1
Зерноsumіш № 2	0,81	0,33	4,67	25,4
Зерноsumіш № 3	0,76	0,21	5,17	22,7
<b>ГДК</b>	<b>5,0</b>	<b>0,3</b>	<b>30,0</b>	<b>50,0</b>

Дослідженнями встановлено, що вміст важких металів у деяких зерноsumішах перевищував гранично допустиму концентрацію. Так, концентрація Cd у зерноsumіші № 2 (20% за масою дерті тритикале) перевищувала ГДК (0,3 мг/кг) на 10,0%, а вміст Zn у цьому кормі виявився найбільшим (25,4 мг/кг). Значна кількість Pb містилась у зерноsumіші № 1 (0,96 мг/кг), а Cu — у зерноsumіші № 3 (5,17), проте ці показники були нижчими за нормативні вимоги (5,0 і 30,0 мг/кг відповідно).

Додавання до основного раціону тварин зерноsumішей різного складу супроводжувалось перерозподілом рівнів важких металів у м'ясі та печінці свиней (табл. 3).

За результатами проведених досліджень встановлено, що у найдовшому м'язі спини свиней усіх дослідних груп акумуляція Pb 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 20–40% (за масою) дерті пшениці на відповідну кількість (за масою) дерті тритикале концентрація Pb у м'ясі знизилася на 0,020–0,092 мг/кг, або на 13,0–59,8% порівняно з відповідними показниками за годівлі молодняку зерноsumішшю № 1. Це пояснюється тим, що у зерні тритикале, власне, як і решти зернових культур, міститься

найважливіша, незамінна амінокислота — лізин. Тому вміст лізину в зерні тритикале може бути одним із показників загальної якості білка. У зерні культури зафіксовано підвищений уміст лізину (1,56 г/кг), тобто майже в 1,4 раза більше, ніж у пшениці, і вдвічі, ніж у кукурудзі [11].

Протилежна закономірність спостерігалася за нагромадженням Pb у печінці тварин. Так, з підвищенням дози тритикале у складі зерноsumіші концентрація Pb у печінці тварин II та III (дослідних) груп порівняно з I (контрольною) зростала на 0,145–0,165 мг/кг, або на 31,6–35,1% ( $P < 0,95$ ). Слід наголосити, що в печінці підсвинків дослідних груп концентрація Pb виявилася вищою від ГДК на 0,7–3,3%, тоді як у контрольній була нижчою за нормативні вимоги на 23,5%.

Щодо переходу Pb із кормів раціону в найдовший м'яз спини молодняку свиней, то слід зауважити, що цей показник у тварин III (дослідної) групи виявився набагато нижчими, ніж у I (контрольній) та II (дослідній) групах. Так, коефіцієнт переходу Pb у м'ясо підсвинків III групи становив 3,36%, тоді як в інших групах був вищим на 3,27–3,47% (абсолютних). Використання у складі зерноsumішей № 2 і 3 дерті тритикале зумовило інтенсивніше

Таблиця 3

## Концентрація Pb у раціонах і продуктах забою свиней за різних варіантів досліді

Групи свиней	Концентрація Pb				Коефіцієнт переходу, %
	середньодобовий раціон, мг	продукція, мг/кг	± до контрольної групи		
			мг/кг	%	
<i>Найдовший м'яз спини</i>					
I (контрольна)	2,32	0,154±0,013	–	–	6,64
II (дослідна)	1,96	0,134±0,021	–0,020	–13,0	6,84
III (дослідна)	1,84	0,062±0,007	–0,092	–59,8	3,37
<b>ГДК</b>	–	<b>0,50</b>	–	–	–
<i>Печінка</i>					
I (контрольна)	2,32	0,459±0,117	–	–	19,78
II (дослідна)	1,96	0,604±0,325	+0,145	+31,6	30,82
III (дослідна)	1,84	0,620±0,313	+0,161	+35,1	33,70
<b>ГДК</b>	–	<b>0,60</b>	–	–	–

відкладення Плюмбуму в печінці тварин II та III груп – 30,82; 33,70% порівняно з 19,78% на контролі відповідно.

Уміст Cd, що надходив до організму молодняку свиней за відгодовлі тварин різними варіантами зерноsumішей, був значно нижчим, ніж Pb, що становило 0,509–0,799 мг/добу (табл. 4).

За результатами досліджень можна констатувати, що концентрація Cd у м'язовій тканині дослідних тварин варіювала у широкому діапазоні значень – 0,033–0,119 мг/кг. Цей показник у тварин I і II груп виявився вищим за нормативні вимоги в 2,02 і 2,38 рази відповідно, тоді як у III групі був значно нижчим від ГДК – 0,033 мг/кг.

Слід наголосити, що концентрація Cd у найдовшому м'язі спини виявилася найнижчою у молодняку III групи: на 67,3% ( $P>0,99$ ) порівняно з тваринами I (контрольної) групи, і на 72,3% ( $P>0,95$ ) – з II (дослідною) групою.

Найбільше Cd накопичується в печінці тварин – 0,202–0,386 мг/кг. Установлено перевищення ГДК за вмістом Cd у печінці молодняку 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 від-

годували 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. Проте 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.

Концентрація Cu у найдовшому м'язі спини молодняку свиней усіх дослідних груп була низькою (0,51–0,55 мг/кг) і не перевищувала ГДК (5,0 мг/кг). Використання для відгодовлі свиней зерноsumішей різного складу істотного впливу на вміст цього елемента у м'ясі не мало.

Основним накопичувачем Cu в організмі тварин є печінка, вміст елемента у якій був вищим у 10,9–13,7 рази, ніж у найдовшому м'язі спини. За використання у складі запропонованих варіантів зерноsumішей максимальної частки тритикале (40% за масою) концентрація Cu у печінці знижувалася на 0,76 мг/кг, або на 11,2% за невірогідної різниці ( $P<0,95$ ) порівняно з контролем. У молодняку свиней усіх дослідних груп уміст Cu в печінці був значно нижчим за нормативні вимоги (20,0 мг/кг).

Таблиця 4

Уміст Cd у раціонах і продуктах забою свиней за різних варіантів досліду

Групи свиней	Концентрація Cd				Коефіцієнт переходу, %
	середньодобовий раціон, мг	продукція, мг/кг	± до контрольної групи		
			мг/кг	%	
<i>Найдовший м'яз спини</i>					
I (контрольна)	0,654	0,101±0,010	–	–	15,44
II (дослідна)	0,799	0,119±0,018	+0,018	+17,8	14,89
III (дослідна)	0,509	0,033±0,005	–0,068	–67,3	6,48
<b>ГДК</b>	–	<b>0,05</b>	–	–	–
<i>Печінка</i>					
I (контрольна)	0,654	0,374±0,045	–	–	57,19
II (дослідна)	0,799	0,202±0,019	–0,172	–46,0	25,28
III (дослідна)	0,509	0,386±0,089	+0,012	+3,2	75,83
<b>ГДК</b>	–	<b>0,30</b>	–	–	–

Коефіцієнти переходу Cu із раціонів кормів у печінку тварин були високими — 48,08–71,07% порівняно з 4,39–5,66% — у найдовшій м'яз спини. Відзначено позитивну тенденцію — з введенням тритикале до складу кормової зерноsumіші накопичення Cu як у найдовшому м'язі спини, так і в печінці дослідних тварин знижувалося — на 1,15–1,27 та 9,09–22,99% (абсолютних) порівняно з контролем відповідно.

Заміна у кормових раціонах тварин 20–40% (за масою) дерті пшеничної на відповідну кількість дерті тритикале істотного впливу на концентрацію Zn у продуктах забою свиней не мало. Вміст Zn у м'ясі варіював у незначних межах (20,2–22,1 мг/кг) і виявився нижчим від ГДК (70,0 мг/кг). Щодо печінки, цей показник був дещо нижчим від контролю (на 3,1–11,6%) за невірогідної міжгрупової різниці. За використання в господарських зерноsumішах різних доз тритикале коефіцієнти переходу Zn у продукцію свинарства виявилися дещо нижчими за контрольні показники: у м'язову тканину — на 0,52–7,86% (абсолютних), у печінку — на 12,35–13,47% (абсолютних).

На основі проведених досліджень можна стверджувати, що серед металів-біотиків найвищою міграційною і депонуючою активністю стосовно найдовшого м'яза спини відзначається Zn, а стосовно печінки — Cu.

Щодо міграційної здатності досліджуваних металів-токсикантів, значними акумуляційними властивостями характеризується Cd. Його коефіцієнти переходу в продукти забою свиней були вищими в 1,3–4,6 рази порівняно з Pb.

Отже, заміна у складі зерноsumіші 20–40% (за масою) дерті пшениці на відповідну кількість дерті тритикале для відгодівлі молодняку свиней у III зоні радіоактивного забруднення мало позитивний вплив на екологічну якість свинини, знижуючи у ній концентрацію важких металів, зокрема Cd та Pb.

## ВИСНОВКИ

За результатами проведених досліджень щодо накопичення Pb, Cd, Cu та Zn у продукції свинарства внаслідок використання зерноsumішей з різною кількістю тритикале встановлено:

1. Концентрація Pb, Cu та Zn у найдовшому м'язі спини була значно нижчою за ГДК, тоді як рівень забруднення м'яса (I і II груп) та печінки (I і III груп) Cd перевищував нормативні вимоги у 2,0–2,4 рази та на 24,7–28,7% відповідно.

2. Заміна у складі зерноsumіші 20–40% (за масою) дерті пшениці на аналогічну кількість дерті тритикале для відгодівлі молодняку свиней у III зоні радіоактивного забруднення сприяла значно меншому переходу Pb, Cd, Cu та Zn у свинину — на 3,27, 0,55–8,96, 1,15–1,27 та 0,52–7,86% (абсолютних) відповідно.

Також розроблено збалансовані раціони для відгодівлі молодняку свиней з додаванням до складу зерноsumішей замість дерті пшениці різних кількостей тритикале (у % за масою): № 1 (пшениця — 75, люпин — 10, комбікорм — 15); № 2 (пшениця — 55, тритикале — 20, люпин — 10, комбікорм — 15); № 3 (пшениця — 35, тритикале — 40, люпин — 10, комбікорм — 15).

## ЛІТЕРАТУРА

1. Ведення сільськогосподарського виробництва на території, забрудненій внаслідок Чорнобильської катастрофи, у віддалений період: метод. рекомендації / за ред. Б.С. Прістера. — К.: Атіка-Н, 2007. — 196 с.
2. Малиновський А.С. Еколого-економічні та соціальні аспекти Чорнобильської катастрофи: на прикладі Житомирської області / А.С. Малиновський. — К.: 2001. — 292 с.
3. Романчук Л.Д. Оцінка джерел надходження радіонуклідів до організму мешканців сільських територій Полісся України: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 03.00.16 — екологія / Л.Д. Романчук. — Житомир, 2011. — 40 с.
4. Буцяк В.І. Фізіолого-біохімічний статус корів при забрудненні довкілля важкими металами та способи зниження їх надлишку в організмі: дис. ... д-ра с.-г. наук: 03.00.13,

- 03.00.16 / В.І. Буцяк. — Львів, 2004. — 345 с.
5. Засекін Д.А. Моніторинг важких металів у довкіллі та способи зниження їх надлишку в організмі тварин: автореф. дис. ... д-ра вет. наук: спец. 06.00.06 «Гігієна тварин та ветеринарна санітарія» / Д.А. Засекін. — К.: Науковий світ, 2002. — 40 с.
  6. Савчук І.М. Виробництво тваринницької продукції в зоні техногенного навантаження / І.М. Савчук, Ю.І. Савченко, М.Г. Савченко. — Житомир: Рута, 2014. — 372 с.
  7. Радіоекологічна оцінка раціонів при виробництві яловичини: монографія / за ред. Ю.І. Савченка, І.М. Савчука, М.Г. Савченко, Н.А. Карпюк. — Житомир: Рута, 2017. — 160 с.
  8. Овсянников А.И. Основы опытного дела в животноводстве / А.И. Овсянников. — М.: Колос, 1976. — 304 с.
  9. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов: ГОСТ 26929-94. — К.: Госстандарт Украины, 1997. — 16 с.
  10. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов: ГОСТ 30178-96. — Минск: ИПК стандартов, 1997. — 12 с.
  11. Отченашко В.В. Використання поживних речовин у молодняку перепелів за згодовування комбикормів із різними рівнями протеїну / В.В. Отченашко // Наукові доповіді НУБіП. — 2012. — № 8 (30). — С. 38–40.

## REFERENCES

1. Prister, B.S. (Ed.) (2007). *Vedemmya silskogospodarskogo virobnytstva na teritoriyah, zabrudnenih vnaslidok Chornobylskoi katastrofi, u viddalenyi period [Conducting agricultural production in the territories contaminated as a result of the Chernobyl disaster in the remote period]*. Kyiv: Atika — N [in Ukrainian].
2. Malinovskiy, A.S. (2001). *Ekologo-ekonomichni ta sotsialni aspekty Chornobylskoi katastrofy: na prykladi Zhytomyrskoi oblasti [Ecological, economic and social aspects of the Chernobyl catastrophe: on the example of Zhytomyr region]*. Kyiv [in Ukrainian].
3. Romanchuk, L.D. (2011). Otsinka dzhерel nadhodzhennia radionuklidiv do organizmu meshkantsiv silskykh terytoriy Polissia Ukrainy [Estimation of sources of radionuclide inflow to the inhabitants of rural areas of the Polissya of Ukraine]. *Extended abstract of Doktor's thesis*. Zhytomyr: ZhNAEU [in Ukrainian].
4. Butsyak, V.I. (2004). Fiziologo-biohimichnyi status koriv pri zabrudnenni dovkillia vazhkimi metalami ta sposobi znizhennya yih nadlishku v organizmi [Physiological and biochemical status of cows in the pollution of the environment by heavy metals and ways of reducing their excess in the body]. *Doctor's thesis*. Lviv [in Ukrainian].
5. Zasekin, D.A. (2002). Monitoring vazhkih metaliv u dovkilli ta sposobi znizhennya yih nadlishku v organizmi tvarin [Monitoring of heavy metals in the environment and ways of reducing their excess in the body of animals]. *Extended abstract of Doktor's thesis*. Kyiv: Naukoviy svit [in Ukrainian].
6. Savchuk, I.M., Savchenko, Yu.I. and Savchenko, M.G. (2014). *Vyrobnytstvo tvarynnytskoi produktsii v zoni tekhnohennoho navantazhennia [Production of livestock products in the zone of man-made load]*. Zhytomyr: Ruta [in Ukrainian].
7. Savchenko, Yu.I., Savchuk, I.N., Savchenko M.G. & Karpiuk, N.A. (2017). *Radioekologichna otsinka ratsioniv pri virobnytstvs yalovichini [Radioecological assessment of rations in the production of beef]*. Zhytomyr: Ruta [in Ukrainian].
8. Ovsyannikov, A.I. (1976). *Osnovy opyitnogo dela v zhivotnovodstve. [Fundamentals of an experienced case in livestock]*. Moskva: Kolos [in Russian].
9. Syr'e i produkty pishhevye. Podgotovka prob. Mineralizacija dlja opredelenija soderzhanija toksichnyh jelementov [Raw materials and food products. Preparation of samples. Mineralization for determining the content of toxic elements]. (1997). *GOST 26929-94*. Kyiv: Gosstandart of Ukraine [in Russian].
10. Syr'e i produkty pishhevye. Atomno-absorbtsionnyi metod opredeleniya toksichnyih elementov [Raw materials and food products. Atomic absorption method for the determination of toxic elements]. (1997). *GOST 30178-96*. Minsk: IPC standards [in Russian].
11. Otchenashko, V.V. (2012). *Vykorystannya pozhyvnykh rehovyn u molodnyaku perepeliv za zhodovuvannya kombikormiv iz riznymy rivnyamy proteyinu [Use of nutrients in young quail for feeding of mixed fodders with different levels of protein]*. *Naukovi dopovidi NUBiP — Scientific reports of NUBiP, 8 (30)*, 38–40 [in Ukrainian].

Отримано 16.10.2018