

УДК 636.084/085:
636.4:546.4/36
© 2026

ВПЛИВ ПРОТЕЇНОВОГО ЖИВЛЕННЯ МОЛОДНЯКУ СВИНЕЙ НА ЯКІСТЬ І БЕЗПЕЧНІСТЬ ПРОДУКЦІЇ

І.М. Савчук¹, С.П. Ковальова², О.О. Лавринюк³, І.М. Рубан⁴

¹доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

²кандидат сільськогосподарських наук, старша дослідниця

³кандидат сільськогосподарських наук, доцент

^{1, 2, 4}Інститут сільського господарства Полісся

Національної академії аграрних наук України

шосе Київське, 131, м. Житомир, 10007, Україна

³Поліський національний університет

Старий Бульвар, 7, м. Житомир, 10008, Україна

e-mail: ¹isavchuk.zt@ukr.net, ²svitlanakovalova2@gmail.com,

³Oksana_lavren@ukr.net

ORCID: ¹0000-0002-2182-8857, ²0000-0003-1858-625X,

³0000-0003-3145-3689, ⁴0009-0005-5933-1933

Надійшла 12.12.2025. Рецензована 23.12.2025. Прийнята до друку 17.02.2026

Мета. З'ясувати вплив протеїнового живлення молодняку свиней за їх вирощування у III зоні радіоактивного забруднення на якість і безпечність продукції — найдовшого м'яза спини та печінки. **Методи.** Дослідження проводили впродовж 2023 – 2024 рр. на свинях великої білої породи методом збалансованих груп. Питому активність ¹³⁷Cs в кормах і продукції визначали на гамма-радіометрі СЕГ-0,5. Підготовку зразків рослинного та тваринного походження для встановлення наявності в їх складі важких металів здійснювали методом сухої мінералізації, а кількісний елементний аналіз — методом атомно-абсорбційної спектрометрії. Коефіцієнти переходу (КП) важких металів у ланцюзі «раціон — продукція (м'язова тканина й печінка)» розраховували за формулою $KP = \frac{Ввмп}{Ввмр} \times 100$, де Ввмп — вміст важких металів у продукції тварин, мг/кг; Ввмр — вміст важких металів у добовому раціоні тварин, мг. **Результати.** Встановлено, що наявні в кормах ¹³⁷Cs і важкі метали (Pb, Cd) накопичуються переважно в найдовшому м'язі спини і печінці свиней. Оптимізація протеїнового живлення тварин за допомогою різних високобілкових кормів впливає на кількість важких металів та інтенсивність їх переходу в продукцію. Під час цих досліджень уміст ¹³⁷Cs і Cd у м'язовій тканині та печінці свиней виявився нижчим від нормативних вимог, тоді як кількість Pb у найдовшому м'язі спини перевищувала гранично допустиму концентрацію у 2,0 – 3,5 рази. **Висновки.** Збалансування раціону свиней за перетравним протеїном завдяки використанню дерті бобових культур позитивно позначається на якості продукції, допомагає знизити

концентрацію ^{137}Cs , Pb і Cd в найдовшому м'язі спини на 3,2 – 11,0%, 24,0 – 42,9 та 52,0 – 68,0% відповідно. Водночас коефіцієнти переходу важких металів у м'язову тканину молодняку дослідних груп виявилися на 1,8 – 6,9% абс. нижчими, ніж у тварин контрольної групи.

Ключові слова: важкі метали, коефіцієнт переходу, корми, молодняк свиней, протеїнове живлення, радіонукліди.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202602-04>

Унаслідок аварії на Чорнобильській атомній електростанції значні території Українського Полісся були забруднені радіоактивними речовинами — насамперед ^{137}Cs , ^{90}Sr . Їх надходження в організм тварин у складі кормів потребує застосування технологій, що дають змогу виробляти екологічно безпечні та якісні продукти харчування [1, 2]. Зменшення впливу наслідків Чорнобильської аварії на сільськогосподарську сферу, а саме на рослинницьку й тваринницьку продукцію, а також на продукцію лісового походження, тобто на все, що виробляється на забруднених землях, є основною умовою отримання безпечної сировини та якісних продуктів харчування [3, 4]. Ось чому одним із пріоритетних завдань сучасної радіоекологічної науки є систематичний контроль забруднення рослинницької і тваринницької продукції ^{137}Cs і ^{90}Sr , вивчення особливостей міграції цих радіонуклідів у сільськогосподарських екосистемах [5, 6].

Не менш важливою проблемою залишається забруднення зони Полісся важкими металами — Pb , Cd , Cu , Zn [7]. Підвищені концентрації цих хімічних елементів та їх сполук негативно позначаються на здоров'ї та продуктивності тварин, якості продукції тваринництва [8]. Важкі метали є потенційно небезпечними через їх біоаккумуляцію та біозбільшення, коли вони містяться у живих тканинах і накопичуються в більшій кількості, ніж виводяться з організму [9]. Причинами забруднення навколишнього середовища важкими металами сьогодні є робота промислових підприємств,

термічна та хімічна переробка корисних копалин, спалювання вугілля, газів і рідкого палива, комунальне господарство (сміттєзвалища, стічні води), а також сільське господарство, де використовують мінеральні добрива, засоби захисту рослин [10, 11].

У зоні Українського Полісся, зокрема в місцях радіоактивного забруднення, важливе значення має організація повноцінної годівлі сільськогосподарських тварин, адже за дефіциту в їхньому раціоні поживних речовин інтенсивність накопичення ксенобіотиків у молоці та м'ясі значно зростає. Достатній уміст у раціоні тварин протеїнів, вуглеводів і мінералів послаблює токсичну дію шкідливих речовин, зменшує всмоктування ^{137}Cs й важких металів із шлунково-кишкового тракту та сприяє їх виведенню з організму [12]. Отже, забезпечення тварин необхідною кількістю повноцінного перетравного протеїну — одне з основних завдань тваринництва цієї зони [13].

Важливим джерелом поповнення дефіциту протеїну в раціоні тварин на Поліссі можуть слугувати горох, пелюшка, кормові боби, вика та люпин вузьколистий (безалкалоїдний) [14, 15]. Зокрема, зерно такої цінної бобової культури, як горох, є джерелом сухої речовини, енергії, різних поживних речовин для жуйних тварин [16]. А в такому високопоживному кормі, як зерно пелюшки, міститься близько 18% перетравного протеїну, який за амінокислотним складом вважають кращим від протеїну злакових [17, 18].

За даними авторів праці [19], горох і пелюшка можуть бути гарними альтернативними заміниками високобілкових кормових інгредієнтів, а також зернових культур у раціоні жуйних завдяки відносно високому вмісту сирого протеїну й достатній концентрації крохмалю. Цей висновок доведено результатами досліджень [20–22], які до того ж свідчать про корисні для здоров'я тварин властивості насіння бобових і підтверджують антибактеріальну, протидіабетичну, протигрибкову, протизапальну, антиоксидантну й антиканцерогенну дію насіння гороху.

Мета досліджень — з'ясувати вплив протеїнового живлення молодняку свиней за їх вирощування у III зоні радіоактивного забруднення на якість і безпеку продукції — найдовшого м'яза спини та печінки.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили у 2023–2024 рр. на базі фізіологічного двору Інституту сільського господарства Полісся НААН (с. Грозине Коростенського р-ну Житомирської обл.). Об'єктами досліджень слугували найдовший м'яз спини та печінка молодняку свиней великої білої породи. Всі маніпуляції здійснювали відповідно до Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» [23] та Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей [24].

Для проведення дослідів було сформовано 4 групи молодняку свиней за методом збалансованих груп згідно з методичними положеннями І.І. Батулліна та О.М. Жукорського [25]. Середні значення показників, за якими характеризували тварин усіх груп, були практично ідентичними. Піддослідних свиней утримували в одному приміщенні відповідно до прийнятої технології, у групових клітках із дерев'яною підлогою. Режим годівлі та напування, параметри мікроклімату для всіх груп були однаковими.

Раціони тварин у групах за складом кормів дещо різнились, однак були збалансовані за основними поживними речовинами. Їх коригували щомісяця з урахуванням живої маси й середньодобових приростів згідно із сучасними деталізованими нормами годівлі та з урахуванням фактичного хімічного складу й поживної цінності кормів [26].

Схему проведення науково-господарського дослідів наведено в табл. 1. Згідно із цією схемою, в порівняльній період тварини всіх груп отримували основний раціон (ОР), який складався з дерті ячмінної та пшеничної, кормового буряку й макухи соняшникової. Різниця в годівлі піддослідних свиней в основний період досліджень полягала в тому, що тварини контрольної групи отримували такі самі корми, як і в порівняльній період. Водночас підсвинкам

1. Схема проведення науково-господарського дослідів

Група	Кількість тварин у групі, гол.	Період	
		Порівняльний (37 діб)	Дослідний (114 діб)
Контрольна	9	ОР (дерть ячмінна та пшенична, кормовий буряк) і макуха соняшникова	ОР і макуха соняшникова
Дослідна 1	9	ОР і макуха соняшникова	ОР і дерть горохова
Дослідна 2	9	ОР і макуха соняшникова	ОР і дерть пелюшки нативної
Дослідна 3	9	ОР і макуха соняшникова	ОР і дерть пелюшки екструдованої

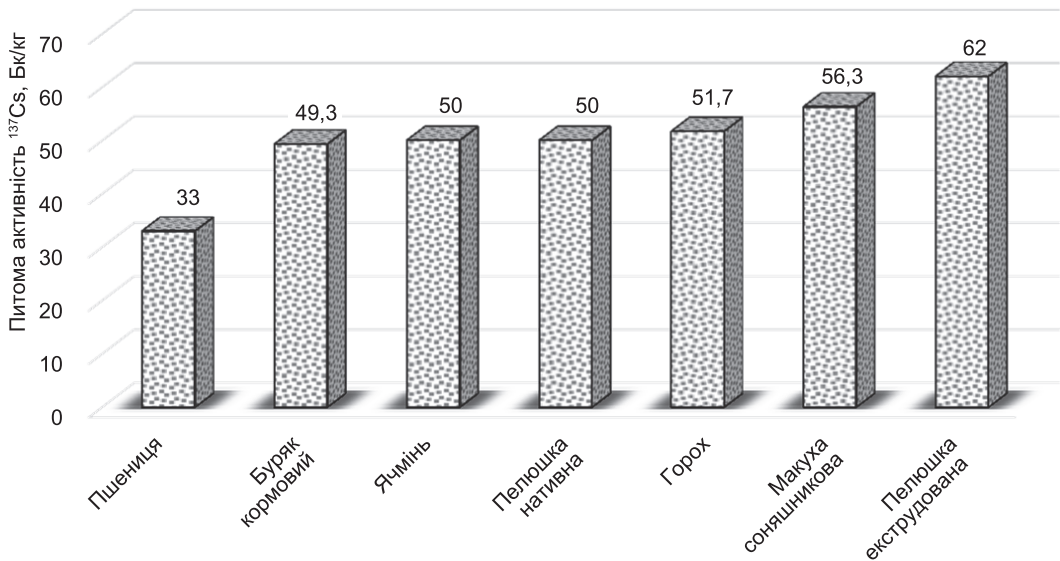


Рис. 1. Питома активність ¹³⁷Cs в кормах раціонів піддослідних свиней

дослідних груп оптимізацію протеїнового живлення проводили, згодуючи дерть бобових культур: тваринам групи 1 — гороху, групи 2 — пелюшки натишної, а групи 3 — пелюшки екструдованої.

Концентровані корми й кормовий буряк згодували піддослідному молодняку свиней двічі на добу — вранці та ввечері. В середньому за добу тварини споживали дещо різну кількість кормів, проте поживність 1 кг корму для підсвинків була майже однаковою: 2,67–2,86 ЕКО, 26,7–28,6 МДж обмінної енергії та 1925–2066 г сухої речовини. В період вирощування молодняку концентрація обмінної енергії в 1 кг сухої речовини раціону становила 13,8–13,9 МДж. У разі розрахунку на 1 кг сухої речовини раціону припадало 118–129 г перетравного протеїну за норми 109–118 г та 55–64 г клітковини, що трохи нижче від існуючих норм для відгодівлі свиней — 66–76 г [26].

Питому активність ¹³⁷Cs в кормах і продукції визначали із застосуванням гамма-радіометра СЕГ-0,5. Підготовку зразків рослинного та тваринного

походження для визначення вмісту в їх складі важких металів здійснювали методом сухої мінералізації, а кількісний елементний аналіз — атомно-абсорбційним методом на спектрометрі «Квант-2А» згідно з ДСТУ 7670:2014.

Коефіцієнти переходу (КП) важких металів у ланцюзі «раціон — продукція (м'язова тканина й печінка)» розраховували за формулою $KP = \frac{Ввмп}{Ввмр} \times 100$, де Ввмп — вміст важких металів у продукції тварин, мг/кг; Ввмр — вміст важких металів у добовому раціоні, мг [27]. КП є відносним інтегрованим показником, що у відсотках відображає міграцію важких металів з раціону в продукцію, завдяки чому можна провести порівняльне оцінювання переходу полютантів за використання під час годівлі свиней різних кормових сумішей.

Результати досліджень. Інтенсивність надходження ¹³⁷Cs в організм тварин, які перебували на вирощуванні та відгодівлі, розраховували за середньодобовим споживанням кормів і вмістом у них цього елемента (рис. 1). У свиней контрольної групи зазначений показник становив 212,2 Бк/добу, що

2. Питома активність ^{137}Cs у м'язовій тканині та печінці свиней ($n = 3$; $M \pm m$)

Вміст ^{137}Cs	Група			
	Контрольна	Дослідна 1	Дослідна 2	Дослідна 3
У раціоні, Бк/добу	212,2	200,9	199,0	199,3
У м'язовій тканині, Бк/кг	31,8 ± 1,45	30,8 ± 1,68	37,7 ± 2,05	28,3 ± 1,93
У печінці, Бк/кг	27,6 ± 2,07	25,4 ± 1,79	32,5 ± 1,65	32,7 ± 1,89

на 5,6–6,6% більше, ніж у тварин дослідних груп 1–3.

У процесі досліджень істотних міжгрупових відмінностей за вмістом ^{137}Cs у продуктах забою піддослідних свиней залежно від вмісту в раціоні високобілкового корму не виявлено (табл. 2). Питома активність ^{137}Cs в найдовшому м'язі спини тварин коливалася за групами в межах від 28,3 до 37,7 Бк/кг і не перевищувала допустимого рівня (ДР-2006 = 200 Бк/кг). Водночас за оптимізації протеїнового живлення свиней із використанням дерті пелюшки нативної (дослідна група 2) вміст ^{137}Cs в найдовшому м'язі спини збільшився порівняно з контрольним варіантом на 18,5%, тоді як у разі додавання дерті гороху та пелюшки екструдованої цей показник знизився на 3,2–11,0% за неістотної міжгрупової різниці ($P < 0,95$).

Питома активність ^{137}Cs в печінці тварин коливалася в незначних межах і становила 25,4–32,7 Бк/кг. Найнижчим уміст радіоцезію був у печінці свиней дослідної групи 1 за використання дерті гороху, а найвищим — у тварин дослідних груп 2 і 3 за згодовування їм дерті пелюшки нативної та екструдованої.

Параметром, що характеризує забруднення продукції радіонуклідами залежно від того, яка їх кількість надходить в організм тварин із кормами, є кратність накопичення. Йдеться про відношення вмісту нукліда в органі, тканині чи організмі загалом до його вмісту в добовому раціоні [28]. Під час досліджень кратність накопичення ^{137}Cs в найдовшому м'язі спини становила

0,142–0,189 і виявилася найбільшою в молодняку свиней, які отримували зерносуміш із пелюшкою нативною (рис. 2).

За використання у складі кормів пелюшки в екструдованому вигляді (для годівлі свиней дослідної групи 3) кратність накопичення радіоцезію в м'язовій тканині становила лише 0,142, тобто була на 6,7–24,9% меншою, ніж у тварин інших груп. Кратність накопичення ^{137}Cs в печінці піддослідних тварин варіювала в широкому діапазоні значень (0,126–0,164) і в підсвінків дослідних груп 2 та 3 виявилася на 25,4–26,1% більшою порівняно з контрольним варіантом.

Ураховуючи викладене, можна стверджувати, що збалансування раціону молодняку свиней за перетравним протеїном у разі згодовування пелюшки нативної призводить до підвищення вмісту й кратності накопичення ^{137}Cs в продукції тварин.

Особливу небезпеку для сільськогосподарських тварин і людей становлять важкі метали високої токсичності — Pb, Cd, Hg, As, Se, F, Zn [29]. За даними експертів ВООЗ [10], одним із найпоширеніших та найнебезпечніших забруднювачів довкілля є свинець. Експериментальні дослідження показали, що в організм піддослідних свиней щодоби з кормами надходило від 1,263 до 1,554 мг цього шкідливого металу, причому тварини контрольної групи отримували його на 21,1–23,0% більше, ніж підсвінки дослідних груп 1–3 (табл. 3).

Відповідно до Державних санітарних правил і норм України [30], гранично

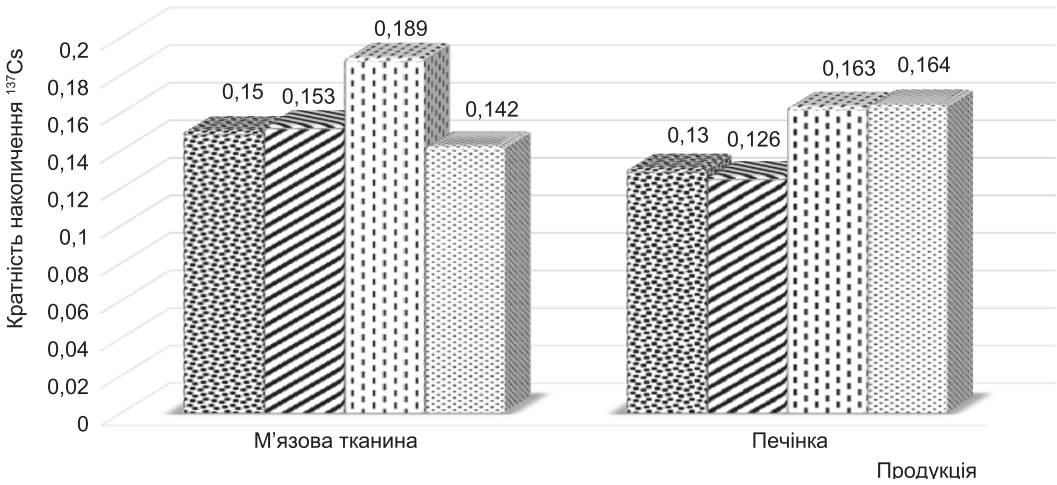


Рис. 2. Кратність накопичення ¹³⁷Cs в продукції свиней контрольної (■), дослідної 1 (▣), дослідної 2 (▤) та дослідної 3 (▥) груп

допустимий рівень свинцю в м'язі становить 0,10 мг/кг, у печінці та нирках — 0,5 мг/кг. Згідно з результатами досліджень авторів, його акумуляція в найдовшому м'язі спини свиней усіх піддослідних груп була вищою від ГДК у 2,0–3,5 рази. Проте завдяки введенню до складу раціону гороху, пелюшки нативної та екструдованої вміст свинцю в м'язовій тканині тварин дослідних груп порівняно з контрольним варіантом знизився на 33,4% ($P > 0,95$), 24,0% ($P < 0,95$) та 42,9% ($P > 0,95$) відповідно. Вміст свинцю в печінці молодняку свиней усіх груп коливався в межах 0,433–0,566 мг/кг і перевищував гранично допустимий рівень (0,50 мг/кг) у тварин контрольної групи на 13,2%. Згодовування тваринам

у складі кормових раціонів гороху, пелюшки нативної та екструдованої сприяло зниженню його концентрації на 14,7–23,5% ($P < 0,95$) порівняно з використанням макухи соняшникової.

Коефіцієнти переходу свинцю в найдовший м'яз спини та печінку варіювали в межах 15,6–22,5% та 33,9–37,6% відповідно. Найменше його містилось у найдовшому м'язі спини та печінці тварин дослідної групи 3, до раціону яких додавали екструдоване зерно пелюшки.

Одним із найтоксичніших важких металів вважається кадмій, що належить до класу високонебезпечних речовин [31]. Маючи високий коефіцієнт біологічної кумуляції (до 40 років), він здатний негативно впливати на здоров'я тварин за тривалого перебування

3. Концентрація свинцю в кормових раціонах і продукції ($n = 3$; $M \pm m$)

Вміст Pb	Група			
	Контрольна	Дослідна 1	Дослідна 2	Дослідна 3
У раціоні, мг/добу	1,554	1,263	1,283	1,278
У м'язовій тканині, мг/кг	0,350 ± 0,025	0,233 ± 0,019*	0,266 ± 0,022	0,200 ± 0,016*
У печінці, мг/кг	0,566 ± 0,065	0,433 ± 0,049	0,483 ± 0,058	0,433 ± 0,055

* $P > 0,95$ (для табл. 3 та 4).

4. Концентрація кадмію в кормових раціонах і продукції (n = 3; M ± m)

Вміст Cd	Група			
	Контрольна	Дослідна 1	Дослідна 2	Дослідна 3
У раціоні, мг/добу	0,265	0,124	0,125	0,123
У м'язовій тканині, мг/кг	0,025 ± 0,004	0,009 ± 0,001*	0,012 ± 0,002	0,008 ± 0,001*
У печінці, мг/кг	0,060 ± 0,010	0,080 ± 0,012	0,065 ± 0,009	0,093 ± 0,015

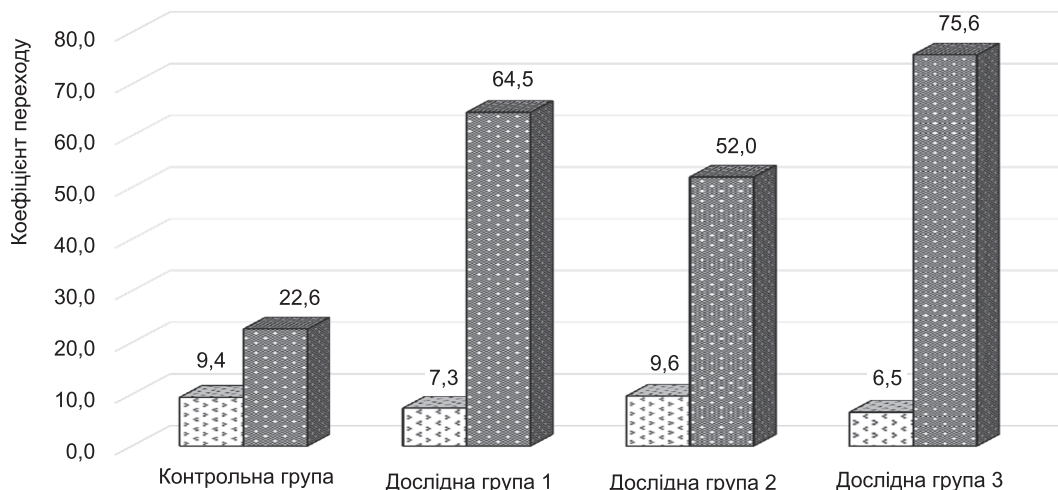


Рис. 4. Коефіцієнти переходу кадмію в м'язову тканину (□) та печінку свиней (▨)

в умовах низького рівня забруднення [32]. Вміст кадмію, що надходив в організм піддослідного молодняку свиней великої білої породи за його відгодівлі різними високобілковими кормами, був значно нижчим, ніж уміст свинцю, і становив 0,123–0,265 мг/добу (табл. 4).

Згідно з результатами досліджень, концентрація кадмію у м'язовій тканині піддослідних свиней варіювала в межах 0,008–0,025 мг/кг, не перевищуючи нормативних вимог (0,05 мг/кг). Водночас у тварин усіх дослідних груп, що споживали високобілкові корми, на відміну від тварин контрольної групи, яким до раціону додавали макуху соняшникову, вміст Cd у найдовшому м'язі спини знижувався, відповідно, на 64,0% ($P > 0,95$), 52,0% ($P < 0,95$) та 68,0% ($P > 0,95$).

У значно більшій кількості кадмій нагромаджувався в печінці піддослідних

свиней — 0,060–0,093 мг/кг, проте його концентрація в цьому органі не перевищувала ГДК (0,50 мг/кг). Найнижчою вона була в печінці підсвинків контрольної групи, до раціону яких додавали макуху соняшникову, а найвищою — у тварин дослідної групи, яких підгодували пелюшкою екструдованою.

Значення коефіцієнтів переходу кадмію в м'язову тканину свиней варіювали в незначному діапазоні — 6,5–9,6%, тоді як коефіцієнт його переходу в печінку виявився доволі високим — 22,6–75,6% (рис. 4). За оптимізації протеїнового живлення тварин із використанням гороху та пелюшки екструдованої коефіцієнти переходу Cd в найдовший м'яз спини знижувалися на 2,1–2,9% абс., тоді як коефіцієнти його переходу в печінку, навпаки, збільшувалися на 41,9–53,0% абс. порівняно з контрольним варіантом.

Отже, збалансування раціону молодняку свиней за перетравним протеїном із використанням гороху й пелюшки екструдованої позитивно вплинуло

на екологічну якість продукції свинарства, допомогло знизити в ній питому активність ^{137}Cs та вміст важких металів, зокрема свинцю й кадмію.

Висновки

За використання для оптимізації протеїнового живлення молодняку свиней різних високобілкових кормів питома активність ^{137}Cs у найдовшому м'язі спини і печінці піддослідних тварин коливалася, відповідно, в межах 28,3–37,7 і 25,4–32,7 Бк/кг, не перевищуючи допустимого рівня (ДР-2006 = 200 Бк/кг). Водночас уведення до кормових раціонів гороху й пелюшки екструдованої зумовлювало зниження вмісту радіоцезію в м'язовій тканині свиней на 3,2–11,0% порівняно з додаванням макухи соняшникової.

Концентрація свинцю в найдовшому м'язі спини піддослідних тварин усіх груп перевищувала ГДК у 2,0–3,5 рази, тоді як вміст кадмію в продукції був значно меншим за нормативні вимоги. За відгодівлі молодняку свиней у III зоні радіоактивного забруднення введення до складу раціону дерті бобових культур сприяє значно меншому накопиченню і переходу важких металів у м'язову тканину тварин: свинцю — на 24,0–42,9% та 1,8–6,9% абс., кадмію — на 52,0–68,0% і 2,1–2,9% абс. відповідно.

Savchuk I.¹, Kovaliova S.², Lavryniuk O.³, Ruban I.⁴

^{1,2,4}Polissia Institute of Agriculture of NAAS, 131 Kyivske Shose, Zhytomyr, 10007, Ukraine; ³Polissia National University, 7 Stary Boulevard, Zhytomyr, 10007, Ukraine; e-mail: ¹isavchuk.zt@ukr.net, ²svitlanakovalova2@gmail.com, ³Oksana_lavren@ukr.net; ORCID: ¹0000-0002-2182-8857, ²0000-0003-1858-625X, ³0009-0003-3145-3689, ⁴0009-0005-5933-1933

Impact of protein nutrition of young pigs on the quality and safety of products

Goal. To find out the influence of protein nutrition of young pigs for their cultivation in the III zone of radioactive contamination on the quality and safety of products, the longest muscle of the back and liver. **Methods.** The study was conducted during 2023–2024 on pigs of a large white breed by the method of balanced groups. The specific activity of ^{137}Cs in feed and products was determined on a SEG-0,5 gamma-radiometer. Preparation of samples of plant and animal origin to determine the presence of heavy metals in their composition was carried out by dry mineralization. Quantitative elemental analysis was

carried out by atomic absorption spectrometry. Transition factors (TF) of heavy metals in the chain “diet — products (muscle tissue and liver)” were calculated by the formula $\text{KP} = \frac{\text{Chmp}}{\text{Chmd}} \times 100$, where Chmp — content of heavy metals in animal products, mg/kg; Chmd — content of heavy metals in the daily diet of animals, mg. **Results.** It was established that the ^{137}Cs and heavy metals (Pb, Cd) available in the feed accumulated mainly in the longest muscle of the back and liver of pigs. Optimization of animal protein nutrition with the help of various high-protein feeds affected the amount of heavy metals and the intensity of their transition into products. During these studies, the content of ^{137}Cs and Cd in the muscle tissue and liver of pigs was below the regulatory requirements, while the amount of Pb in the longest muscle of the back exceeded the maximum permissible concentration by 2.0–3.5 times. **Conclusions.** Balancing the diet of pigs by digestible protein through the use of torn legumes had a positive effect on the quality of products, helped to reduce the concentration of ^{137}Cs , Pb, and Cd in the longest muscle of the back by 3.2–11.0%, 24.0–42.9, and 52.0–68.0%, respectively.

At the same time, the transition coefficients of heavy metals into the muscle tissue of the young animals of the experimental groups were 1.8-6.9% abs. lower than in control animals.

Key words: heavy metals, transition factor, feed, young pigs, protein nutrition, radionuclides.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202602-04>

Бібліографія

1. Mamenko O.M., Portiannik S.V. Features of heavy metal excretion in dairy cows in agro ecosystems around an industrial city and the production of environmentally safe milk. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. 11(5). P. 29–43. doi: 10.15421/2021_207
2. Bartkowiak A. Influence of Heavy Metals on Quality of Raw Materials, Animal Products, and Human and Animal Health Status. *Environmental Impact and Remediation of Heavy Metals*. London: IntechOpen, 2021. 316 p. doi: 10.5772/intechopen.102497
3. Чоботько Г.М., Райчук Л.А., Кучма Т.Л., Швиденко І.К. Деякі аспекти повернення до сільськогосподарського використання виведених з експлуатації забруднених радіонуклідами земель Полісся України. *Агроекологічний журнал*. 2023. № 2. С. 47–55. doi: 10.33730/2077-4893.2.2023.283696
4. Gudkov I.M. Lessons of Chernobyl and modern problems of radiobiology. Chernobyl disaster. Current problems, directions and ways to solve them (April 22-23, 2021): collection of abstracts of the international scientific and practical conference. Zhytomyr: University of Polissya, 2021. P. 21–26.
5. Romanchuk L.D., Herasymchuk L.O., Kovalyova S.P. et al. Quality of life of the population resident at the radioactively contaminated area in Zhytomyr Region. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. 9(4). P. 478–485. doi: 10.15421/2019_778
6. Holiaka D., Levchuk S., Kashparov V. et al. ⁹⁰Sr and ¹³⁷Cs distribution in Chornobyl forests: 30 years after the nuclear accident. *Journal of Environmental Radioactivity*. 2025. 282:107616. doi: 10.1016/j.jenvrad.2025.107616
7. Savchuk I., Romanchuk L., Yashchuk I. et al. Monitoring of heavy metals in fodder and animal husbandry products of the Polissia zone of Ukraine. *Scientific Horizons*. 2022. 25(6). P. 45–54. doi: 10.48077/scihor.25(6).2022.45-54
8. Martyshuk T.V., Guty 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. 2(2). P. 27–30. doi: 10.32718/ujvas2-2.06
9. Dai S.Y., Jones B., Lee K-M., Li W. et al. Heavy metal contamination of animal feed in Texas. *Journal of Regulatory Science*. 2016. 4(1). P. 21–32. doi: 10.21423/JRS-V04 N01P021
10. Hejna M., Moscatelli A., Onelli E. et al. Evaluation of concentration of heavy metals in animal rearing system. *Italian Journal Animal Science*. 2019. 18(1). P. 1372–1384. doi: 10.1080/1828051X.2019.1642806
11. Nakagawa K., Imura T., Berndtsson R. Distribution of heavy metals and related health risks through soil ingestion in rural areas of western Japan. *Chemosphere*. 2022. 290:133316. doi:10.1016/j.chemosphere.2021.133316
12. Савченко Ю.І., Савчук І.М., Савченко М.Г., Карпюк Н.А. Радіоекологічна оцінка раціонів при виробництві яловичини. Житомир: ПП «Рута», 2017. 160 с.
13. Використання зернобобових на корм при виробництві молока і м'яса в зоні Полісся України: моногр. за ред. Ю.І. Савченка, І.М. Савчука. Житомир: ПП «Рута», 2014. 206 с.
14. Савчук І.М., Ковальова С.П., Тимошенко З.А., Ящук І.В. Продуктивність бугайців та якість м'язової тканини і печінки за використання високобілкових кормів у раціонах. *Вісник аграрної науки*. 2022. Т. 100. № 7. С. 36–43. doi: 10.31073/agrovisnyk202207-04
15. Ковальова С.П., Савчук І.М. Накопичення ¹³⁷Cs, Pb і Cd у продукції за використання гороху і пелюшки в раціонах бугайців. *Таврійський науковий вісник*. 2025. № 141(2). Ч. 2. С. 227–236. doi: 10.32782/2226-0099.2024.141.2.30

16. Johnston D.J., Theodoridou K., Gordo A.W. et al. Field bean inclusion in the diet of early-lactation dairy cows: Effects on performance and nutrient utilization. *Journal of Dairy Science*. 2019. 102(12). P. 10887–10902. doi: 10.3168/jds.2019-16513

17. Слобода О.М., Слобода Л.Я. Використання пелюшки в годівлі свійських тварин. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*. 2010. Т. 12. № 2(44). Ч. 3. С. 228–230.

18. Савчук І.М., Костанецька Ю.В. Поживність і кормова ефективність зерна пелюшки. *Агропромислове виробництво Полісся*. 2013. № 6. С. 121.

19. Halmemies-Beauchet-Filleau A., Rigne M., Lamminen M. et al. Alternative and novel feeds for ruminants: Nutritive value, product quality and environmental aspects. *Animal*. 2018. 12(s2). P. s295–s309. doi: 10.1017/S1751731118002252

20. Räisänen S.E., Kuoppala K., Rissanen P. et al. Effects of forage and grain legume-based silages supplemented with faba bean meal or rapeseed expeller on lactational performance, nitrogen utilization, and plasma amino acids in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2023. 109(10). P. 6903–6920. doi: 10.3168/ds.2022-22997

21. Watson C.A., Reckling M., Preissel S. et al. Chapter four — Grain legume production and use in European agricultural systems. *Advances in Agronomy*. 2018. 144. P. 234–303. doi: 10.1016/bs.agron.2017.03.003

22. Rungruangmaitree R., Jiraungkoorskul W. Pea, *Pisum sativum*, and its Anticancer Activity. *Pharmacognosy Reviews*. 2017. 11(21). P. 39–42. doi: 10.4103/phrev.phrev_57_16

23. Про захист тварин від жорстокого поводження: Закон України від 21.02.2006 р. №3447-IV: станом на 21 березня 2021 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3447-15> (дата звернення: 21.03.2021).

24. European conventions for the protection of vertebrate animals used for experimental

and other scientific purposes. Council of Europe. Strasbourg. 1986. 53 p.

25. *Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві: посіб.*; за ред. І.І. Ібатулліна, О.М. Жукорського. Київ: Аграрна наука, 2017. 328 с.

16. *Довідник з повноцінної годівлі сільськогосподарських тварин*; за ред. І.І. Ібатулліна, О.М. Жукорського. Київ: Аграрна наука, 2016. 336 с.

27. Маменко О.М., Портяник С.В. Вплив типів годівлі корів на вміст важких металів у молоці. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2019. Т. 21. № 90. С. 37–48. doi: 10.32718/nvlvet-a9007

28. Прістер Б.С. Ведення сільськогосподарського виробництва на територіях, забруднених внаслідок Чорнобильської катастрофи, у віддалений період. Київ: Атіка-Н, 2007. 195 с.

29. Wang Y., Mandal A.K., Son Y.-O. et al. Roles of ROS, Nrf2, and autophagy in cadmium-carcinogenesis and its prevention by sulforaphane. *Toxicology and Applied Pharmacology*. 2018. 353. P. 23–30. doi: 10.1016/j.taap.2018.06.003

30. Про внесення змін до Державних санітарних правил і норм «Максимально допустимі рівні окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах»: Наказ МОЗ України від 22.05.2020 р. № 1238. <https://zakon.rada.gov.ua>

31. 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. Series: Veterinary Sciences*. 2018. 20(88). P. 108–114. doi: 10.32718/nvlvet8820

32. Lavryshyn Y., Gutyj B. Protein synthesis function of bulls liver at experimental chronic cadmium toxicity. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*. 2019. 21(94). P. 92–96. doi: 10.32718/nvlvet9417