
**ПРОДУКТИВНІСТЬ БУГАЙЦІВ, ЯКІСТЬ І БЕЗПЕЧНІСТЬ
ПРОДУКЦІЇ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ВИСОКОБІЛКОВИХ
КОРМІВ У РАЦІОНІ**

Савчук Іван, Ковальова Світлана, Кобернюк Віра
DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-454-2-18>

ВСТУП

Повноцінна годівля сільськогосподарських тварин є запорукою реалізації їх генетичного потенціалу продуктивності, збереження здоров'я, нормалізації відтворної здатності, а також раціонального використання кормових ресурсів і високої оплати корму продукцією. Низький вміст протеїну в концентрованих і об'ємистих кормах створює дефіцит протеїну в раціонах, у тому числі в зоні Полісся України¹. Суттєво поповнити дефіцит протеїну в раціонах тварин і птиці за рахунок макухи, шроту або кормів тваринного походження немає можливості через їх високу вартість, недостатню кількість або і повну відсутність. За таких умов пошуки можливостей підвищення рівня білкового забезпечення тварин шляхом використання місцевих кормів, багатих протеїном, набуває особливого значення і є актуальним не лише в промисловому тваринництві, а й на фермах усіх форм власності зі звичайною технологією².

Важливим резервом поповнення дефіциту протеїну в раціонах тварин на Поліссі може стати використання пелюшки (горох польовий), кормових бобів, вики та люпину вузьколистого (безалкалоїдного). У дослідженнях Ю.С. Фурманця встановлено, що згодовування молодняку великої рогатої худоби просмаженого і подрібненого зерна кормових бобів, сої, люпину та мінеральної добавки у складі комбікорму стимулювало ріст і розвиток рубцевої мікрофлори та її

¹ Бабич А. О. Проблема білка і вирощування зернобобових на корм. *Вісник аграрної науки*. 2007. № 12. С. 20–23.

² Савченко Ю. І., Савчук І. М. Використання зернобобових на корм при виробництві молока і м'яса в зоні Полісся України : монографія. Житомир: Рута, 2014. 206 с.

метаболичну активність³. За результатами досліджень інших авторів доведено, що використання комбікормів з екструдованим люпином замість молотого в раціоні молодняку великої рогатої худоби суттєво збільшує їх середньодобові прирости живої маси⁴.

Виробництво якісних і безпечних харчових продуктів в умовах техногенного забруднення навколишнього середовища є проблемою світового масштабу, особливо в Україні. Внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС радіоактивними речовинами, зокрема цезієм-137, забруднено ґрунт не лише в Україні, а й у багатьох інших країнах світу. Житомирська область є однією з найбільш постраждалих від аварії областей. Крім того, ця територія забруднена найбільш токсичними важкими металами – свинцем (Pb), кадмієм (Cd), міддю (Cu) і цинком (Zn), які активно мігрують у біологічній системі: ґрунт → рослина → тварина → продукція → людина, інтенсивно накопичуючись у продуктах рослинного і тваринного походження⁵. Складна екологічна ситуація та широкий спектр біологічної та токсичної дії ¹³⁷Cs і важких металів вимагають проведення ряду заходів, які б запобігли трансформації шкідливих речовин до організму тварин, підвищили їх продуктивність та безпеку вироблених харчових продуктів в умовах українського Полісся⁶.

У зоні Полісся України, і зокрема, в зоні радіоактивного забруднення, організація повноцінної годівлі має досить важливе значення, адже за дефіциту поживних речовин у раціонах сільськогосподарських тварин накопичення ксенобіотиків у молоці та м'ясі значно збільшується. Достатнє протеїнове, вуглеводне та мінеральне живлення тварин послаблює токсичну дію шкідливих речовин, зменшує всмоктування ¹³⁷Cs і важких металів із шлунково–кишкового тракту та збільшує їх виведення із організму^{7, 8}. Водночас забезпечення тварин необхідною

³ Фурманець Ю. С. Відгодівля молодняку великої рогатої худоби комбікормами власного виробництва. *Збірник наукових праць Подільського ДАТУ*. 2013. Вип. 21. С. 276–278.

⁴ Разумовський Н. П., Богданович Д. М. Оптимізація вмісту протеїну в раціоні племінних бичків. *Збірник наукових праць Білоцерківського національного аграрного університету*. 2019. № 1. С. 84–94.

⁵ Savchuk I., Romanchuk L., Yashchuk I., Kovalova S., Bondarchuk L. Monitoring of heavy metals in fodder and animal husbandry products of the Polissia zone of Ukraine. *Scientific Horizons*. 2022. Том 25, №6. С. 45–54.

⁶ 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(15). P. 263–267.

⁷ Savchuk I., Skydan O., Stepanenko V., Kryvyi M., Kovaleva S. Safety of livestock products of bulls on various diets during fattening in the conditions of radioactive contamination. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2021. № 12(1). P. 86–91.

кількістю повноцінного перетравного протеїну – одна з головних проблем тваринництва цієї зони.

Тому вивчення ефективності оптимізації раціонів годівлі бугайців по перетравному протеїну за рахунок використання місцевих високобілкових кормів та отримання екологічно безпечної і якісної продукції в зоні радіоактивного забруднення є актуальним, має як наукове, так і практичне значення.

1. Продуктивні і забійні якості бугайців

Експериментальні дослідження на відгодівельних бугайцях української чорно-рябої молочної породи проводили на території фізіологічного двору Інституту сільського господарства Полісся НААН (III зона радіоактивного забруднення) в умовах прив'язного утримання тварин. Згідно зі схемою досліду, молодняк I (контрольної) групи отримував господарський раціон, в якому нестачу до норми перетравного протеїну забезпечували за рахунок згодовування макухи соняшникової, а в II, III, IV (дослідних) групах використовували екструдоване зерно вики, гороху і пелюшки (табл. 1).

Таблиця 1

Схема досліду

Групи бугайців	Кількість тварин у групі, гол.	Періоди досліду	
		порівнювальний (49 діб)	дослідний (265 діб)
I – контрольна	8	ОР (грубі, зелені, соковиті, концентровані і мінеральні корми) + макуха соняшникова	ОР (грубі, зелені, соковиті, концентровані і мінеральні корми) + макуха соняшникова
II – дослідна	8	ОР	ОР + екструдована вика
III – дослідна	8	ОР	ОР + екструдований горох
IV – дослідна	8	ОР	ОР + екструдована пелюшка

Раціони годівлі піддослідних бугайців були розраховані на отримання 900-1000 г середньодобового приросту живої маси. У структурі

⁸ Roggeman S., De Boeck G., De Cock H., Blust R., Bervoets L. Accumulation and detoxification of metals and arsenic in tissues of cattle (*Bos Taurus*), and the risks for human consumption. *Science of The Total Environment*. 2014. № 466–467(1). P. 175–184.

кормового раціону тварин за енергетичною поживністю концентровані корми становили 41,0–43,7%, грубі – 7,9–8,3, соковиті – 2,3–2,4 та зелені корми – 46,1–48,3%.

За період проведення досліду поживність кормів у розрахунку на 1 кг сухої речовини корму становила 1,04–1,06 ЕКО, концентрація обмінної енергії – 10,4–10,6 МДж, а кількість сирого і перетравного протеїну знаходилась на рівні 131–133 г та 91–93 г відповідно. На кожну енергетичну кормову одиницю припадало 87–88 г перетравного протеїну. Уміст сирого клітковини в 1 кг СР раціонів знаходився на рівні 203–217 г, а сирого жиру – 33,9–45,7 г. Співвідношення цукру до перетравного протеїну в розроблених раціонах коливалося в межах 0,92–0,97:1, Са до Р – 2,4–2,6:1. Концентрація мікроелементів в 1 кг СР кормів основного раціону молодняку ВРХ становила: для Cu – 6,1–7,2 мг, Zn – 30,6–34,1, Со – 0,92–0,95, Mn – 140,1–146,1 мг.

Забезпечення оптимального рівня (згідно існуючих норм годівлі)⁹ перетравного протеїну в раціонах, що вивчалися, за рахунок екструдованого зерна місцевих бобових культур позитивно позначилося на середньодобових приростах молодняку української чорно-рябї молочної породи (табл. 2).

Найвищі прирости живої маси отримано у бугайців, раціони годівлі яких балансувалися по перетравному протеїну до норми шляхом згодкування екструдованого гороху (III дослідна група). За цим показником вони переважали контрольних аналогів на 116 г, або на 13,1 % за достовірної різниці ($P>0,99$). При оптимізації протеїнового живлення відгодівельних тварин за рахунок екструдованої вики (II група) та пелюшки (IV група) порівняно з макухою соняшниковою інтенсивність росту молодняку також підвищується на 2,9–4,0% за невіротної різниці ($P<0,95$).

Характеристику продуктивності піддослідних тварин також можна дати на основі даних споживання кормів та їх витратами на 1 кг приросту живої маси. Неоднакова інтенсивність росту піддослідного молодняку великої рогатої худоби, за різної годівлі, позначилася на витратах поживних речовин на одиницю приросту їх живої маси. Зокрема, бугайці дослідних груп витрачали на 1 кг приросту живої маси обмінної енергії і перетравного протеїну менше, ніж їх контрольні аналоги на 1,5–8,2 % і 1,5–9,3 % відповідно.

⁹ Довідник з повноцінної годівлі сільськогосподарських тварин / за наук. ред. І. І. Ібатулліна і О. М. Жукорського. Київ : Аграрна наука, 2016. 336 с.

Таблиця 2

**Приріст живої маси бугайців на відгодівлі
та витрати обмінної енергії на 1 кг приросту (n=8; M ± m)**

Показники	Групи			
	I	II	III	IV
Середня жива маса 1 голови на період досліду, кг:				
початок	174,2±8,6	180,3±9,2	181,8±7,2	179,0±9,6
закінчення	408,3±9,4	421,1±15,5	446,5±16,7	422,3±16,8
Приріст маси за дослідний період, кг	234,1±4,6	240,8±11,7	264,7±10,6*	243,3±11,3
Середньодобовий приріст, г	883±17	909±34	999±30**	918±33
Те ж + або – до I групи: г	–	+26	+116	+35
%	–	+2,9	+13,1	+4,0
Витрати поживних речовин на 1 кг приросту живої маси: обмінної енергії, МДж	96,8	95,3	88,9	95,1
перетравного протеїну, г	851	838	772	826

Примітка: * – P>0,95; ** – P>0,99.

Зважаючи на результати проведеного аналізу, можна зробити висновок, що використання у складі раціонів місцевих високобілкових кормів для відгодівлі молодняку великої рогатої худоби в умовах Полісся України позитивно позначається на його продуктивних якостях і конверсії корму.

З метою порівняльного оцінювання м'ясної продуктивності, в кількісному та якісному відношенні, після проведення науково-господарського досліду було здійснено контрольний забій піддослідних тварин – по 3 голови з кожної групи. Забійні показники молодняку ВРХ не мали суттєвих міжгрупових відмінностей (табл. 3). Так, жива маса тварин I (контрольної) групи перед забоем становила 402,3 кг, а бугайців II, III і IV (дослідних) груп – 424,7 кг, 429,0 і 416,7 кг відповідно, або була на 3,6–6,6 % більшою за контрольні показники. Водночас не встановлено вірогідних відмінностей за виходом туші та забійним виходом молодняку ВРХ. Ці показники у бугайців піддослідних груп коливалися в межах 49,1–49,7 % та 50,1–50,6 % відповідно.

Об'єктивно судити про харчову цінність м'яса та субпродуктів можна за їх хімічним складом. Із морфологічних показників якості м'яса основними є м'язова і жирова тканини, які складаються із води, білка, жиру, золи та інших речовин. Склад і кількісне їх співвідношення визначає біологічну повноцінність і смакові якості м'яса.

Таблиця 3

Забійні якості піддослідних бугайців (n = 3; M ± m)

Показники	Групи			
	I	II	III	IV
Передзабійна жива маса, кг	402,3±10,9	424,7±18,8	429,0±28,0	416,7±20,6
Маса парної туші, кг	199,4±7,8	209,9±11,4	213,2±10,9	204,7±6,5
вихід туші, %	49,6±1,0	49,4±0,7	49,7±0,8	49,1±1,2
маса внутрішнього жиру-сирцю, кг	4,1±0,4	3,9±0,1	3,2±0,5	4,2±0,7
вихід жиру-сирцю, %	1,02±0,18	0,92±0,02	0,75±0,09	1,01±0,15
забійна маса, кг	203,5±7,7	213,8±11,5	216,4±11,4	208,9±6,6
забійний вихід, %	50,6±0,9	50,3±0,7	50,4±0,2	50,1±1,1

Порівняльний аналіз хімічного складу найдовшого м'язу спини бугайців у проведеному досліді показав, що концентрація сухої речовини в м'язовій тканині молодняка I (контрольної) групи виявилася найбільшою і становила 23,67 %, що на рівні тенденції більше проти аналогів із II, III і IV (дослідних) груп на 0,11–0,38 % абс. (табл. 4). М'ясо тварин цієї групи містило також найбільшу кількість протеїну – 21,21 %, що також більше за показники бугайців дослідних груп на 0,15–0,52 % абс. (P<0,95). Найбільшим вмістом жиру у найдовшому м'язі спини характеризуються тварини III і IV груп (1,47–1,48 %), а золи – молодняк I та II груп (1,14–1,23 %).

Таблиця 4

Хімічний склад найдовшого м'язу спини та печінки залежно від білкового корму в раціоні бугайців (n = 3; M ± m)

Групи бугайців	Хімічний склад, %			
	суха речовина	протеїн	жир	зола
Найдовший м'яз спини				
I – контрольна	23,67±0,35	21,21±0,33	1,32±0,03	1,14±0,05
II – дослідна	23,56±0,15	21,06±0,21	1,27±0,02	1,23±0,16
III – дослідна	23,29±0,50	20,69±0,30	1,47±0,14	1,13±0,08
IV – дослідна	23,35±0,63	20,79±0,31	1,48±0,39	1,08±0,02
Печінка				
I – контрольна	27,66±0,29	24,54±0,10	2,01±0,16	1,11±0,03
II – дослідна	27,42±0,32	24,70±0,39	1,62±0,15	1,10±0,04
III – дослідна	26,56±0,33	23,27±0,55	2,17±0,24	1,12±0,04
IV – дослідна	26,81±0,26	23,93±0,46	1,78±0,28	1,10±0,04

Аналіз хімічного складу печінки показав, що вміст сухої речовини в ній у бугайців I групи за невірогідної різниці виявився на 0,24–1,10 % абс. більшим, ніж у тварин дослідних груп. Слід відмітити, що уміст жиру в печінці молодняка II (дослідної) групи виявився найменшим і становив 1,62 %, тоді як протеїну містилося найбільше – 24,70 %. Міжгрупові відмінності за концентрацією золи в печінці піддослідних бугайців незначні.

Як свідчать отримані дані, різний хімічний склад найдовшого м'язу спини і печінки тварин суттєво не вплинув на їх енергетичну цінність (рис. 1).

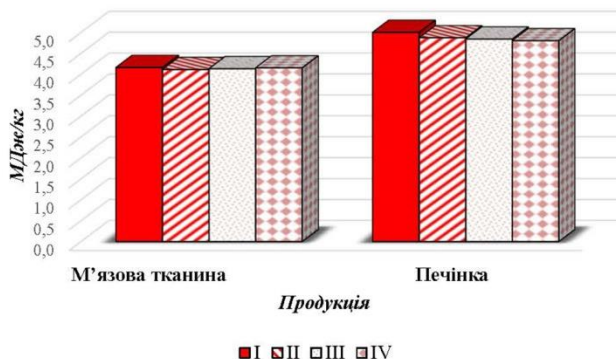


Рис. 1. Енергетична цінність м'язової тканини і печінки бугайців

Так, енергетична цінність м'язової тканини бугайців коливалася в розрізі груп від 4,11 МДж/кг до 4,16 МДж/кг і виявилася більшою у молодняка ВРХ I (контрольної) групи на 0,2–1,2 %, ніж у ровесників із дослідних груп. Калорійність 1 кг печінки також була вищою у бугайців I групи (5,00 МДж/кг), перевага відносно тварин II, III і IV груп складала 2,7–4,2 %.

Отримані дані дають можливість констатувати, що в поліській зоні України використання екструдованого зерна вики, гороху та пелюшки для балансування раціонів годівлі бугайців за перетравним протеїном не мало негативного впливу на забійні якості, хімічний склад яловичини і печінки. Необхідно відмітити, що піддослідні тварини всіх груп характеризувались інтенсивним нарощуванням м'язової тканини і синтез білку в них переважав над відкладенням жиру.

2. Накопичення ^{137}Cs , Pb , Cd у продукції за використання різних високобілкових кормів у раціоні бугайців

У результаті аварії на Чорнобильській АЕС значні території українського Полісся зазнали забруднення радіоактивними речовинами – ^{137}Cs , ^{90}Sr тощо. Їх надходження до організму тварин з кормами раціонів вимагає за виробництва тваринницької продукції застосування технологій, що дають змогу виробляти екологічно безпечні і якісні продукти харчування для населення, що проживає в даних регіонах¹⁰. Мінімізація наслідків аварії саме у сільськогосподарській сфері на забруднених радіонуклідами територіях, до якої відноситься виконання радіозахисних заходів у рослинництві й тваринництві, є одним з основним елементів системи радіаційної безпеки¹¹. Тому одним із пріоритетних завдань сучасної радіоекологічної науки є систематичний контроль забруднення рослинницької і тваринницької продукції ^{137}Cs і ^{90}Sr та вивчення особливостей їх міграції у сільськогосподарських екосистемах.

Не менш важливою проблемою залишається забруднення зони Полісся важкими металами, такими як Pb , Cd , Cu , Zn ¹². Ці хімічні елементи та їх сполуки є токсичні у підвищених концентраціях, що негативно позначається на здоров'ї, продуктивності тварин та якості продукції тваринництва¹³.

За використання для відгодівлі молодняку великої рогатої худоби високобілкових кормів встановлено різний рівень накопичення ^{137}Cs у м'язовій тканині тварин (табл. 5).

Забезпечення оптимальної кількості перетравного протеїну в раціонах бугайців за рахунок екструдованого зерна бобових культур порівняно з макухою соняшниковою сприяло зниженню питомої активності ^{137}Cs у найдовшому м'язі спини на 1,3–8,2 %. За показником сорбційної ефективності найкращими виявилися екструдовані пелюшка та вика (II і IV групи). Водночас слід зазначити, що м'язова тканина бугайців усіх груп не перевищувала затверджених у Національних гігієнічних нормативних актах України допустимих рівнів (ДР) вмісту радіонуклідів у харчових продуктах (ДР, затверджений у 2006 р. – 200 Бк/кг).

¹⁰ Mamenko O.M., Portiannik S.V. Features of heavy metal excretion in dairy cows in agroecosystems around an industrial city and the production of environmentally safe milk. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. No. 11. P. 29–43.

¹¹ 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.

¹² Savchuk I., Kovalova S. Accumulation of ^{137}Cs , Pb , Cd , Cu in the muscle tissue and liver of pigs getting different rations. *The Scientific and Technical Bulletin of Livestock farming institute of NAAS*. 2023. Is. 130. P. 203–2015.

¹³ Martyshuk T.V., Guty B.V., Vishchur O.I., Todoriuk V.B. Biochemical indices of piglets blood under the action of feedadditive "Butaselmavit-plus". *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*. 2019. № 2. P. 27–30.

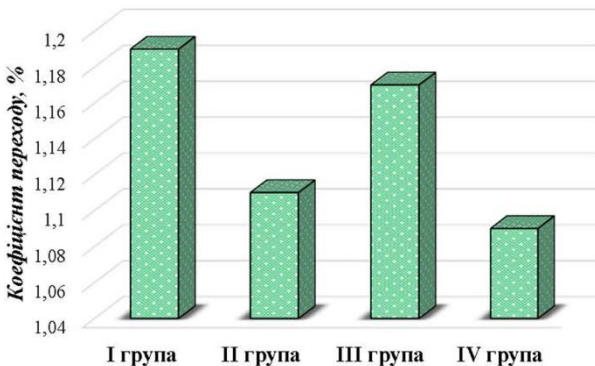
Таблиця 5

Питома активність ^{137}Cs у раціонах і м'язовій тканині бугайців

Групи бугайців	Вміст ^{137}Cs			
	середньодобовий раціон, Бк/добу	м'язова тканина, Бк/кг	± до контрольної групи	
			Бк/кг	%
I – контрольна	2572	30,6 ± 0,7	–	100
II – дослідна	2583	28,7 ± 2,2	-1,9	93,8
III – дослідна	2577	30,2 ± 2,4	-0,4	98,7
IV – дослідна	2576	28,1 ± 1,3	-2,5	91,8

Коефіцієнт переходу (КП) ^{137}Cs в ланцюгу «раціон – продукція (м'язова тканина)» є відносним інтегрованим показником, котрий у % відображає міграцію радіонуклідів і важких металів з раціону в продукцію, що дозволяє провести порівняльну оцінку переходу поллютантів за використання різних систем годівлі тварин у зонах підвищеного екологічного навантаження¹⁴.

Коефіцієнти переходу ^{137}Cs у найдовший м'яз спини піддослідних бугайців становили 1,09–1,19 %. Найбільший перехід ^{137}Cs у м'язову тканину спостерігався у тварин I (контрольної) групи – 1,19 %, а найменший – у ровесників IV (дослідної) групи – 1,09 % (рис. 2).

Рис. 2. Коефіцієнти переходу ^{137}Cs у м'язову тканину бугайців

¹⁴ Маменко О. М., Портяник С. В. Вплив типів годівлі корів на вміст важких металів в молоці. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького. Серія : Сільськогосподарські науки.* 2019. № 90. Т. 21. С. 40.

Таким чином, оптимізація раціонів годівлі молодняку великої рогатої худоби по перетравному протеїну за рахунок екструдованих кормів порівняно з макухою соняшnikовою призвела до меншого нагромадження і переходу ^{137}Cs у м'язову тканину тварин.

Уміст важких металів у м'ясі – один із важливих показників його якості в умовах забруднення кормів і сільськогосподарських угідь важкими металами. Для лабораторних аналізів, під час забою піддослідних бугайців, було відібрано середню пробу м'язової тканини з найдовшого м'язу спини, як основної їстівної частини туші тварин. У м'язовій тканині, печінці та нирках вивчали концентрацію найбільш небезпечних важких металів – Pb і Cd.

Свинець (Pb) – це тканинний токсин, який накопичується з часом і міститься в тілі тварин, але особливо в кістках, печінці, нирках і мозку¹⁵. Згідно з даними¹⁶, Pb є особливо небезпечним токсикантом серед важких металів. Він пошкоджує майже всі системи організму: кровотворну, травну, сечовидільну, серцево-судинну, ендокринну, викликає порушення метаболічних процесів, центральної та периферичної нервової систем, пошкоджує клітинні мембрани та клітинний метаболізм¹⁷.

Для годівлі піддослідних тварин використовували раціони з різними видами зерноsumішей з концентрацією Pb в межах 30,69–31,49 мг/добу (табл. 6).

Таблиця 6

Концентрація Pb у раціонах і продуктах забою бугайців

Показники	Групи			
	I	II	III	IV
Вміст Pb у раціоні, мг/добу	31,17	30,69	31,24	31,49
Вміст Pb у м'язовій тканині, мг/кг	0,854±0,087	0,800±0,095	0,933±0,147	0,433±0,058*
Вміст Pb у печінці, мг/кг	1,200±0,192	1,167±0,215	1,033±0,155	1,800±0,286
Вміст Pb у нирках, мг/кг	0,621±0,048	0,567±0,031	0,467±0,029	0,600±0,055

Примітка: * – P>0,95.

¹⁵ Ernyasih A. M., Palutturi S., Daud A. Calculating the potential risks of environmental and communities health due to lead contaminants exposure: a systematic review. *Journal of Pharmaceutical Negative Results*. 2023. Vol. 14. No 1. P. 68–76.

¹⁶ Bemales G. G., Calo C. M., Dumago C. M., Tibe A., Barbon M., Altar D. M. Analysis of heavy metal (Hg, Pb, Ni) content in Marsh Clam, *Polymesoda expansa* collected from Butuan Bay, Philippines. *International Journal of Biological, Physical and Chemical Studies*. 2022. Vol. 4. P. 14–23.

¹⁷ Cuomo D., Foster M. J., Threadgill D. Systemic review of genetic and epigenetic factors underlying differential toxicity to environmental lead (Pb) exposure. *Environmental Science Pollution Research*. 2022. Vol. 4. P. 1–6.

Відповідно до прийнятих Державних санітарних правил і норм України, гранично допустимий рівень (ГДК) свинцю в м'ясі становить 0,50 мг/кг, у печінці – 0,60 та нирках – 1,0 мг/кг. Результати обстежень показали, що накопичення Pb у найдовшому м'язі спини було більшим за ГДК у тварин I, II та III груп у 1,60–1,87 рази. Водночас концентрація цього важкого металу в м'язовій тканині молодняка великої рогатої худоби IV групи відносно ровесників I групи достовірно знизилася на 49,3 % ($P>0,95$). Вміст свинцю в печінці усіх груп виявився більшим за гранично допустимий рівень у 1,72–3,00 рази. Тим не менш, згодовування бугайцям кормів раціонів із екструдованими виюю і горохом (II і III групи) порівняно з контролем призвело до зниження вмісту Pb у печінці на 2,7-13,9 % та підвищення концентрації важкого металу у цьому органі тварин IV групи на 50,0 %. У нирках піддослідних бугайців містилося Pb в межах 0,467–0,621 мг/кг. За оптимізації протеїнового живлення молодняка ВРХ екструдованими кормами порівняно з макухою соняшниковою вміст елемента у нирках знижувався на 3,4–24,8 % за недостовірної різниці ($P<0,95$).

Коефіцієнти переходу Pb у найдовший м'яз спини, печінку та нирки варіювали в межах 1,37–2,98 %, 3,30–5,71 та 1,49–1,99 % відповідно (рис. 3). Найменший перехід цього елемента в найдовший м'яз спини спостерігався у бугайців IV групи, а в печінку та нирки – у ровесників III групи, у раціонах яких використовували екструдоване зерно пелюшки та гороху відповідно.

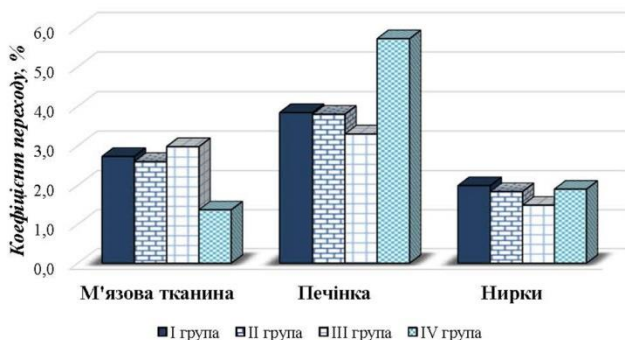


Рис. 3. Коефіцієнти переходу Pb у продукцію бугайців

Виходячи із отриманих даних, можна констатувати, що із досліджених продуктів забою бугайців Pb накопичується найбільше у печінці, далі – у м'язовій тканині, а найменше – у нирках.

Кадмій (Cd) – це метал, який широко поширений у різних екосистемах, не лише в зоні радіоактивного забруднення, але також у ґрунті та руді, де він зв'язаний із цинком¹⁸. Цей метал є мутагеном і канцерогеном, який становить потенційну генетичну загрозу та є надзвичайно токсичним і не є необхідним для організмів тварин і людей¹⁹. Особливістю біологічної дії Cd є його здатність негативно впливати на здоров'я тварин при тривалому впливі низьких рівнів забруднення через високий коефіцієнт біологічної кумуляції²⁰.

Використання макухи соняшникової для балансування раціонів за перетравним протеїном збільшувало надходження Cd до організму бугайців I групи на 0,319–0,416 мг/добу порівняно з ровесниками II–IV груп (табл. 7).

Таблиця 7

Концентрація Cd у раціонах і продуктах забою бугайців

Показники	Групи			
	I	II	III	IV
Вміст Cd у раціоні, мг/добу	2,727	2,386	2,311	2,408
Вміст Cd у м'язовій тканині, мг/кг	0,077±0,012	0,077±0,011	0,047±0,009	0,017±0,005*
Вміст Cd у печінці, мг/кг	0,110±0,016	0,103±0,030	0,160±0,010*	0,047±0,008*
Вміст Cd у нирках, мг/кг	0,077±0,009	0,113±0,015	0,180±0,022*	0,240±0,031*

Примітка: * – P>0,95.

Проведені дослідження показали, що концентрація Cd у найдовшому м'язі спини молодняка ВРХ на відгодівлі I та II груп перевищувала ГДК на 54,0 %, тоді як вміст цього елемента в м'язовій тканині тварин III та IV (дослідних) груп був значно нижче санітарно-гігієнічних вимог (0,050 мг/кг). Водночас у бугайців, які споживали у складі раціону екструдовані горох і пелюшку (III і IV групи), порівняно з контролем (I група), спостерігалось зменшення накопичення Cd

¹⁸ Rahayuningsih C. K., Puspitasari D., Puspitasari A. Differences in cadmium (Cd) levels in the blood of active smokers and passive smokers with type 2 diabetic in Puskesmas Kedungdoro Surabaya. *Jurnal Teknokes*. 2022. Vol. 15. P. 69–75.

¹⁹ Dasharathy S., Arjunan S., Maliyur Basavaraju A., Murugasen V., Ramachandra S., Keshav R. Mutagenic, carcinogenic, and teratogenic effect of heavy metals. *Evidence Based Complementary and Alternative Medicine*. 2022. P. 1–11.

²⁰ 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. Vol. 21(94). P. 92–96.

у найдовшому м'язі спини на 0,030–0,060 мг/кг, або на 39,0–77,9 % за вірогідної міжгрупової різниці в останньому випадку ($P>0,95$).

Найбільше Cd містилося в печінці піддослідного молодняка I та III груп – 0,110–0,160 мг/кг, що не перевищувало нормативних значень (0,50 мг/кг). У тварин, яких годували екструдованими викою і пелюшкою (II і IV групи), концентрація Cd у печінці порівняно з I групою знизилася на 0,007–0,063 мг/кг, або на 6,4–57,3 % ($P>0,95$). Водночас використання у складі раціону екструдованого гороху порівняно з контролем призводило до збільшення концентрації Cd у печінці на 45,4 % ($P>0,95$).

Дача бугайцям на відгодівлі у складі раціону різних високобілкових кормів суттєво вплинула на вміст Cd у нирках. Так, за використання екструдованих кормів порівняно з макухою соняшниковою, концентрація елементу у нирках тварин збільшувалася: у II групі – на 46,7 %, у III групі – в 2,3 рази ($P>0,95$), у IV групі – в 3,1 рази ($P>0,95$).

Коефіцієнти переходу Cd в продукцію були невисокими і складали 2,82–4,03 % в м'язову тканину, 3,23–4,74 – печінку, 2,82–9,97 % – у нирки (рис. 4). Слід наголосити, що найбільше цього важкого металу накопичується в нирках тварин, потім – у печінці і, насамкінець, у найдовшому м'язі спини.

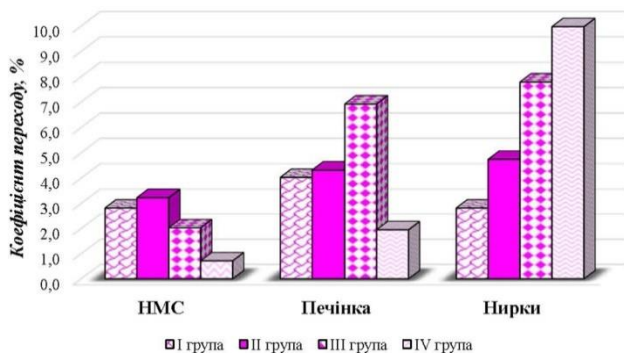


Рис. 4. Коефіцієнти переходу Cd у продукцію бугайців

Виходячи із отриманих результатів досліджень, можна стверджувати, що серед досліджуваних металів-токсикантів значними акумуляційними властивостями характеризується Cd. Його коефіцієнти переходу були вищими порівняно з Pb у м'язову тканину в 1,1–2,4 рази, печінку – 1,3–2,1, у нирки – 1,4–6,7 рази.

ВИСНОВКИ

Забезпечення оптимального рівня перетравного протеїну в раціонах годівлі молодняку великої рогатої худоби за рахунок екструдованого зерна місцевих бобових культур (вики, гороху, пелюшки) порівняно з завізною макухою соняшnikовою сприяло підвищенню середньодобових приростів живої маси тварин – вони були на 26–116 г, або на 2,9–13,1% вірогідно більшими, ніж у контролі. Витрати обмінної енергії і перетравного протеїну на 1 кг приросту живої маси бугайців дослідних груп порівняно з контрольними аналогами були меншими на 1,5–8,2 % і 1,6–9,3 % відповідно.

Використання екструдованих високобілкових кормів за виробництва яловичини в поліській зоні України не мало негативного впливу на забійні якості тварин, хімічний склад найдовшого м'язу спини і печінки та їх енергетичну цінність.

Оптимізація раціонів годівлі молодняку великої рогатої худоби за перетравним протеїном за рахунок екструдованих вики, гороху і пелюшки порівняно з макухою соняшnikовою призвела до меншого нагромадження і переходу ^{137}Cs у м'язову тканину тварин на 1,3–8,2 % і 0,02–0,10 % абс. відповідно.

Акумуляція Рb в найдовшому м'язі спини (I, II та III групи) та печінці бугайців усіх груп виявилася більшою за санітарно-гігієнічні вимоги в 1,60–1,87 рази та 1,72–3,00 рази відповідно. Водночас концентрація цього важкого металу в м'язовій тканині молодняку великої рогатої худоби IV групи відносно ровесників I групи достовірно знизилася на 49,3 % ($P>0,95$). Найменший перехід Рb в найдовший м'яз спини спостерігався у бугайців IV групи, а в печінку та нирки – у ровесників III групи, у раціонах яких використовували екструдоване зерно пелюшки та гороху відповідно.

Концентрація Cd у найдовшому м'язі спини тварин I та II груп була вищою від ГДК в 1,54 рази. Водночас, за згодовування бугайцям екструдованої пелюшки накопичення елемента в м'язовій тканині і печінці молодняку IV групи виявилася меншим на 77,9 % і 57,3 % відповідно, ніж у контролі. Із досліджених продуктів забою тварин найбільше накопичення Cd відмічено у нирках – 0,077–0,240 мг/кг.

АНОТАЦІЯ

Основним завданням при виробництві тваринницької продукції на забруднених радіонуклідами територіях є забезпечення тварин максимально «чистими» кормами та зниження коефіцієнтів переходу ^{137}Cs і важких металів у продукти харчування. На жаль, не завжди це можливо, тому запровадження заходів щодо зниження вмісту

радіонуклідів і важких металів у кормах, а також внесення змін у структуру раціонів тварин, додавання до їх раціонів добавок, які забезпечують повноцінне живлення, сприятимуть зниженню переходу шкідливих речовин у продукцію тваринництва. Згодовування екологічно чистих і безпечних кормів є не лише важливим для здоров'я тварин, але й важливим чинником, який може зменшити вплив токсичних сполук на організм людини.

Досліджено в комплексі продуктивні і забійні якості, питому активність ^{137}Cs і концентрацію важких металів (Pb, Cd) у ланцюгу «рослина (корм) – тварина – продукція» за відгодівлі бугайців української чорно-рябої молочної породи з використанням місцевих високобілкових кормів. Доведено, що оптимізація протеїнового живлення тварин за рахунок екструдованого зерна вики, гороху і пелюшки забезпечує підвищення інтенсивності їх росту на 2,9–13,1 %, сприяє зниженню питомої активності ^{137}Cs у найдовшому м'язі спини на 1,3–8,2 %, умісту Pb – на 6,3–49,3 % (II і IV групи), Cd – на 39,0–77,9 % (III і IV групи).

Література

1. Бабич А. О. Проблема білка і вирощування зернобобових на корм. *Вісник аграрної науки*. 2007. № 12. С. 20–23.
2. Савченко Ю. І., Савчук І. М. Використання зернобобових на корм при виробництві молока і м'яса в зоні Полісся України : монографія. Житомир : Рута, 2014. 206 с.
3. Фурманець Ю. С. Відгодівля молодняка великої рогатої худоби комбікормами власного виробництва. *Збірник наукових праць Подільського ДАТУ*. 2013. Вип. 21. С. 276–278.
4. Разумовський Н. П., Богданович Д. М. Оптимізація вмісту протеїну в раціоні племінних бичків. *Збірник наукових праць Білоцерківського національного аграрного університету*. 2019. № 1. С. 84–94. <https://doi.org/10.33245/2310-9289-2019-147-1-84-94>
5. Savchuk I., Romanchuk L., Yashchuk I., Kovalova S., Bondarchuk L. Monitoring of heavy metals in fodder and animal husbandry products of the Polissia zone of Ukraine. *Scientific Horizons*. 2022. Vol. 25. No. 6. P. 45–54. [https://doi.org/10.48077/scihor.25\(6\).2022.45-54](https://doi.org/10.48077/scihor.25(6).2022.45-54)
6. 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(15). P. 263–267. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.02.058>
7. Savchuk I., Skydan O., Stepanenko V., Kryvyi M., Kovaleva S. Safety of livestock products of bulls on various diets during fattening

in the conditions of radioactive contamination. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2021. No.12 (1). P. 86–91. <https://doi.org/10.15421/022113>

8. Roggeman S., De Boeck G., De Cock H., Blust R., Bervoets L. Accumulation and detoxification of metals and arsenic in tissues of cattle (*Bos Taurus*), and the risks for human consumption. *Science of The Total Environment*. 2014. No 466–467(1). P. 175–184. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.07.007>

9. Довідник з повноцінної годівлі сільськогосподарських тварин / за наук. ред. І. І. Ібатуліна і О. М. Жукорського. Київ : Аграрна наука, 2016. 336 с.

10. Mamenko O. M., Portiannik S. V. Features of heavy metal excretion in dairy cows in agroecosystems around an industrial city and the production of environmentally safe milk. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. No 11. P. 29–43. https://doi.org/10.15421/2021_207

11. 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.

12. Savchuk I., Kovalova S. Accumulation of ¹³⁷Cs, Pb, Cd, Cu in the muscle tissue and liver of pigs getting different rations. *The Scientific and Technical Bulletin of Livestock farming institute of NAAS*. 2023. Is. 130. P. 203–205. <https://doi.org/10.32900/2312-8402-2023-130-203-230>

13. Martyshuk T. V., Guty B. V., Vishchur O. I., Todoruk V. B. Biochemical indices of piglets blood under the action of feedadditive “Butaselmavit-plus”. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*. 2019. No 2. P. 27–30. <https://doi.org/10.32718/ujvas2-2.06>

14. Маменко О. М., Портяник С. В. Вплив типів годівлі корів на вміст важких металів в молоці. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького. Серія : Сільськогосподарські науки*. 2019. № 90. Т. 21. С. 40.

15. Ernyasih A. M., Palutturi S., Daud A. Calculating the potential risks of environmental and communities health due to lead contaminants exposure: a systematic review. *Journal of Pharmaceutical Negative Results*. 2023. Vol. 14. No 1. P. 68–76. <https://doi.org/10.47750/pnr.2023.14.01.011>

16. Bernales G.G., Calo C.M., Dumago C.M., Tibe A., Barbon M., Altar D. M. Analysis of heavy metal (Hg, Pb, Ni) content in Marsh Clam, *Polymesoda expansa* collected from Butuan Bay, Philippines. *International Journal of Biological, Physical and Chemical Studies*. 2022. Vol. 4. P. 14–23. <https://doi.org/10.32996/ijbpcs.2022.4.1.3>

17. Cuomo D., Foster M. J., Threadgill D. Systemic review of genetic and epigenetic factors underlying differential toxicity to environmental lead

(Pb) exposure. *Environmental Science Pollution Research*. 2022. Vol. 4. P. 1–6. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19333-5>

18. Rahayuningsih C. K., Puspitasari D., Puspitasari A. Differences in cadmium (Cd) levels in the blood of active smokers and passive smokers with type 2 diabetic in Puskesmas Kedungdoro Surabaya. *Jurnal Teknokes*. 2022. Vol. 15. P. 69–75. <https://doi.org/10.35882/jteknokes.v15i2.198>

19. Dasharathy S., Arjunan S., Maliyur Basavaraju A., Murugasen V., Ramachandra S., Keshav R. Mutagenic, carcinogenic, and teratogenic effect of heavy metals. *Evidense Based Complementary and Alternative Medicine*. 2022. P. 1–11. <https://doi.org/10.1155/2022/8011953>

20. Lavryshyn Y., Gutyj B. Protein synthesise function of bulls liver at experimental chronic cadmium toxicity. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*. 2019. Vol. 21(94). P. 92–96. <https://doi.org/10.32718/nvvet9417>

Information about the authors:

Savchuk Ivan Mykolaiovych,

Doctor of Agricultural Sciences, Senior Research Fellow,
Head of Livestock Department,
Polissya Institute of Agriculture of the National Academy of Agrarian
Sciences of Ukraine
131, Kyivske highway, Zhytomyr, 10007, Ukraine

Kovalova Svitlana Petrivna,

Candidate of Agricultural Sciences, Senior Research Fellow,
Head of the Laboratory of Agrochemical Research, Environmental
Safety of Land and Product Quality,
Polissya Institute of Agriculture of the National Academy of Agrarian
Sciences of Ukraine
131, Kyivske highway, Zhytomyr, 10007, Ukraine

Koberniuk Vera Vasylivna,

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Feeding, Animal Breeding
and Biodiversity Conservation,
Polissia National University
7, Saryi Blvd, Zhytomyr, 10008, Ukraine