

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кваліфікаційна наукова праця  
на правах рукопису

**ЯЦУК ІННА ВАСИЛІВНА**

УДК 636.2/4.084/085:546.4

**ДИСЕРТАЦІЯ**

**МОНІТОРИНГ ТА СПОСОБИ ЗНИЖЕННЯ ВМІСТУ РЬ І Сd У  
ПРОДУКТАХ ЗАБОЮ ТВАРИН НА ВІДГОДІВЛІ**

Спеціальність 204 «Технологія виробництва  
і переробки продукції тваринництва»  
Галузь знань 20 «Аграрні науки та продовольство»

Подається на здобуття наукового ступеня  
доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,  
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

\_\_\_\_\_ Інна ЯЦУК

Науковий керівник: Савчук Іван Миколайович,  
доктор сільськогосподарських наук,  
старший науковий співробітник

Житомир – 2024

## АНОТАЦІЯ

**Ящук І.В.** Моніторинг та способи зниження вмісту Pb і Cd у продуктах забою тварин на відгодівлі. – *Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису*. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», галузь знань 20 «Аграрні науки та продовольство». Поліський національний університет, Міністерство освіти і науки України, Житомир, 2024 р.

Сучасні темпи розвитку сільського господарства супроводжуються негативним впливом на навколишнє природне середовище забруднювачів техногенного походження. Наслідки Чорнобильської катастрофи спричинили забруднення значних територій зони Полісся продуктами радіоактивного розпаду – ця проблема є доволі актуальною і наразі. Не менш важливим залишається питання забруднення цієї території важкими металами, такими як Pb, Cd, Cu і Zn. В умовах посиленого техногенного навантаження на довкілля одним із пріоритетних напрямків є моніторинг важких металів у трофічному ланцюгу: «ґрунт – рослина (корм) – тварина – продукція – людина». Розробка науково-практичних основ виробництва якісної і безпечної тваринницької продукції у зонах техногенного забруднення відноситься до актуальних проблем сучасної екології і тваринництва. Тому досить важливо, в умовах радіоактивного забруднення довкілля внаслідок аварії на ЧАЕС, вивчити вплив використання різних кормових факторів у раціонах бугайців і молодняку свиней на накопичення важких металів у їх продуктах забою.

Дисертаційна робота присвячена проведенню моніторингу Pb і Cd у тваринницькій продукції зони Полісся та експериментальному обґрунтуванню використання різнотипових раціонів, кормів і сорбентів для бугайців і молодняку свиней в умовах III зони радіоактивного забруднення, їх впливу на продуктивні якості та накопичення важких металів у м'язовій тканині і печінці тварин.

Моніторингові дослідження накопичення важких металів (Pb, Cd) у кормах, молоці корів і м'язовій тканині молодняку ВРХ та свиней проведено в сільськогосподарських підприємствах і особистих господарствах населення зони Полісся з різним рівнем радіоактивного забруднення території  $^{137}\text{Cs}$ : до 37 кБк/м<sup>2</sup>, 37–185, більше 185 кБк/м<sup>2</sup>.

Науково-господарські дослідження на бугайцях української чорно-рябої молочної породи і молодняку свиней великої білої породи проведено в умовах фізіологічного двору Інституту сільського господарства Полісся НААН упродовж 2020–2023 років, а їх виробничу перевірку – в державному підприємстві дослідному господарстві «Нова Перемога» та на фізіологічному дворі Інституту сільського господарства Полісся НААН. Аналітичні та лабораторні дослідження здійснено в лабораторіях оцінки якості тваринницької продукції Інституту сільського господарства Полісся НААН та екологічної безпеки земель, довкілля та якості продукції Житомирської філії державної установи «Інститут охорони ґрунтів України». Досліджували: хімічний склад кормів, поживність раціонів і зерноsumішей; морфологічний склад і біохімічні показники крові; перетравність поживних речовин кормів раціонів, баланс і ступінь засвоєння Нітрогену; питому активність  $^{137}\text{Cs}$  в кормах, найдовшому м'язі спини та печінці; накопичення Pb, Cd у продукції та їх баланс в організмі; продуктивні і м'ясні якості тварин; хімічний склад і енергетичну цінність найдовшого м'язу спини та печінки; економічну ефективність використання різних високобілкових кормів і природного мінералу сапоніту.

На основі комплексу наукових досліджень експериментально обґрунтовано доцільність оптимізації протеїнового живлення бугайців і використання природного мінералу сапоніту як сорбенту радіоцезію і важких металів для годівлі молодняку свиней у зоні радіоактивного забруднення внаслідок аварії на ЧАЕС.

За результатами проведеного моніторингу встановлено, що екологічна ситуація у поліській зоні України залишається складною, що підтверджується високим

вмістом важких металів у кормах, молоці, яловичині та свинині. Так, висока концентрація Pb виявлена у грубих кормах та соняшниковій макусі і щроті (2,462 та 1,639 мг/кг), 41,9 % та 60,0 %, відповідно, проб цих видів кормів перевищували ГДК за вмістом Cd. Зі збільшенням щільності забруднення ґрунту  $^{137}\text{Cs}$  вміст важких металів у кормах також зростає: у сінні і соломі – в 1,27–1,34 рази, сінажі – 1,17–1,58, силосі – 1,25–1,81, зерноsumіші – в 1,50–1,78 рази. Вміст Pb у молоці перевищує санітарно-гігієнічні вимоги в 1,45 рази, а концентрація Cd у найдовшому м'язі спини ВРХ і свиней виявилася більшою від ГДК в 1,48 і 1,22 рази, відповідно. Вміст Cd у молоці знаходився в межах нормативних вимог, водночас 41,2 % проаналізованих проб молока перевищували ГДК за цим елементом. З підвищенням рівня радіоактивного забруднення території  $^{137}\text{Cs}$  від 37 до 185 кБк/м<sup>2</sup> і більше вміст Pb і Cd у продукції тваринництва також зростає: у молоці – в 1,57–1,60 рази, найдовшому м'язі спини ВРХ – 1,10–1,49, найдовшому м'язі спини свиней (за виключенням Pb) – в 1,07 рази.

Заміна в складі зерноsumіші 30 % (за масою) люпину вузьколистого на відповідну кількість кормових бобів для молодняка великої рогатої худоби на відгодівлі в умовах Полісся України несуттєво знижує середньодобові прирости живої маси (на 5,5 %) та збільшує витрати обмінної енергії на одиницю приросту (на 4,6 %), без суттєвих міжгрупових відмінностей за забійними показниками і енергетичною цінністю м'язової тканини.

Ґрунтуючись на результатах балансових досліджень визначено, що використання в складі зерноsumіші для відгодівлі бугайців кормових бобів порівняно з люпином вузьколистим невірогідно знижувало перетравність основних поживних речовин корму: сухої речовини на 0,78 % абс., протеїну – 1,61, жиру – 4,45, клітковини – 0,22 та БЕР – на 0,54 % абс. Відкладення Нітрогену в тілі тварин I групи становило 77,25 г/гол./добу, або було більшим за показники аналогів із II групи на 12,8 % ( $P < 0,95$ ).

Вміст важких металів у найдовшому м'язі спини піддослідних бугайців виявився значно нижчим за гранично допустиму концентрацію. Заміна в складі зерноsumіші 30 % (за масою) люпину на відповідну кількість кормових бобів

для молодняка великої рогатої худоби за його відгодівлі у III-й зоні радіоактивного забруднення сприяє значно меншому нагромадженню і переходу важких металів у м'язову тканину тварин: Pb – на 49,7 % і 0,30 % абс., Cd – 25,0 і 0,32, Cu – 8,3 і 0,35 та Zn – на 1,1 % і 0,12 % абс., відповідно.

Включення свиням на відгодівлі природного мінералу сапоніту в кількості 3 % від маси концентрованих кормів у раціоні сприяло підвищенню, порівняно з контролем, середньодобових приростів живої маси тварин на 8,4 % та зниженню витрат обмінної енергії на одиницю приросту на 7,7 %. Дози 5 % та 7 % за цими показниками виявилися неефективними. Використання для відгодівлі свиней у складі зерноsumіші 3–7 % (за масою) природного мінералу сапоніту не мало суттєвого впливу на хімічний склад найдовшого м'яза спини і печінки та їх енергетичну цінність.

Використання сапоніту як адсорбента за відгодівлі тварин у III-й зоні радіоактивного забруднення позитивно впливало на екологічну якість продукції – нагромадження  $^{137}\text{Cs}$ , Pb і Cd у м'язовій тканині свиней дослідних груп відносно контролю було меншим на 10,1–35,7 %, 5,9–52,7 і 21,8–37,9 %, відповідно. За показником сорбційної ефективності для Pb найкращою виявилася доза сорбенту 3 %, а для  $^{137}\text{Cs}$  і Cd – доза 7 % (за масою) концентрованих кормів у раціоні.

Загальний приріст живої маси бугайців I-ої (контрольної) групи у грошовому виразі становив 4112,50 грн, або був більшим порівняно з аналогічним показником тварин дослідної групи на 5,9 %. Водночас витрати кормів на 1 кг приросту живої маси бугайців контрольної групи виявилися найнижчими – 22,25 грн, що менше за аналоги II-ої (дослідної) групи на 5,6 %.

Застосування природного мінералу сапоніту для відгодівлі свиней в кількості 3 % за масою концентрованих кормів у раціоні є економічно вигідним – кожна тонна використаного адсорбенту забезпечує додаткове виробництво 0,600 тонн приросту живої маси на суму 30,0 тис. грн.

**Ключові слова:** бугайці, молодняк свиней, люпин вузьколистий, кормові боби, сапонін, годівля, раціон, середньодобовий приріст, перетравність корму, баланс Нітрогену,  $^{137}\text{Cs}$ , важкі метали.

## ABSTRACT

**Yashchuk I.V.** Monitoring and methods of reducing Pb and Cd content in animal slaughter products for fattening. – *Qualification scientific work on the rights of a manuscript*. Dissertation for the PhD in field of knowledge 20 «Agricultural Sciences and Food», specialty 204 «Technology of production and processing of livestock products». Polissia National University, Ministry for Education and Science of Ukraine, Zhytomyr, 2023.

The modern pace of agricultural development is accompanied by the negative impact of technogenic pollutants on the environment. The consequences of the Chernobyl disaster led to the contamination of significant areas in the Polissia zone with products of radioactive decay, making this problem quite relevant today. Equally important is the issue of contamination of this territory with heavy metals such as Pb, Cd, Cu, and Zn. In the context of increased technogenic pressure on the environment, one of the priority directions is monitoring heavy metals in the trophic chain: «soil – plant (feed) – animal – product – human». Developing scientific and practical foundations for the production of quality and safe livestock products in areas of technogenic pollution is a relevant issue in modern ecology and animal husbandry. Therefore, it is essential, especially in conditions of radioactive environmental contamination due to the Chernobyl accident, to study the impact of using different feed factors in the rations of young bulls and piglets on the accumulation of heavy metals in their products.

The thesis is devoted to the monitoring of Pb and Cd in livestock products of the Polissia zone and the experimental justification of the use of different types of rations, feeds and sorbents for young bulls and piglets in the conditions of the third zone of radioactive contamination, their impact on productive qualities and the accumulation of heavy metals in muscle tissue and liver of animals.

Monitoring studies on the accumulation of heavy metals (Pb, Cd) in the feeds, cows' milk and muscle tissue of young cattle and pigs were conducted in agricultural enterprises and private households in the Polissia region with varying levels of radioactive contamination of the territory  $^{137}\text{Cs}$ : up to 37 kBq/m<sup>2</sup>, 37–185, over 185 kBq/m<sup>2</sup>.

Scientific and economic research on Ukrainian Black-and-White dairy young bulls and piglets of the Large White breed was conducted in the conditions of physiological courtyard of the Institute for Agriculture of Polissia NAAS from 2020 to 2023, and their production verification took place at the state-owned experimental farm «New Victory» and at the physiological courtyard of the Institute for Agriculture of Polissia NAAS. Analytical and laboratory studies were carried out in the laboratories to assess the quality of livestock products of the Institute for Agriculture of Polissia NAAS and for the ecological safety of lands, the environment and the quality of products of the Zhytomyr branch of the State Institution «Institute of Soil Protection of Ukraine». The research included the chemical composition of feeds, the nutritional content of rations and grain mixtures; morphological composition and biochemical parameters of blood; digestibility of nutrients in feed diets, nitrogen balance, and absorption efficiency; specific activity of  $^{137}\text{Cs}$  in feeds, the longest muscle of the back, and liver; accumulation of Pb, Cd in products and their balance in the organism; productive and meat qualities of animals; chemical composition and energy value of the longest muscle of the back and liver; economic efficiency of using various high-protein feeds and the natural mineral saponite.

Based on a comprehensive set of scientific studies, the optimization of protein nutrition for young bulls and the use of the natural mineral saponite as a sorbent for radiocesium and heavy metals were experimentally justified for feeding piglets in the zone of radioactive contamination due to the Chernobyl accident.

The results of the conducted monitoring indicate that the ecological situation in the Polissia zone of Ukraine remains complex, as evidenced by the high content of heavy metals in feeds, milk, beef, and pork. For instance, a high concentration of Pb was found in coarse feeds and sunflower meal and cake (2.462 and 1.639 mg/kg,

respectively). The content of Cd in these types of feeds exceeded the MPC by 41.9 % and 60.0 %, respectively. With increasing soil contamination density of  $^{137}\text{Cs}$ , the content of heavy metals in feeds also increases: in hay and straw – by 1.27–1.34 times, haylage – by 1.17–1.58, silage – by 1.25–1.81, and grain mixtures – by 1.50–1.78 times. The Pb content in milk exceeds sanitary and hygienic standards by 1.45 times, while the concentration of Cd in the longest dorsal muscle of cattle and pigs exceeds the MPC by 1.48 and 1.22 times, respectively. Although Cd content in milk is within normative limits, 41.2 % of analyzed milk samples exceed MPC for this element. With an increase in  $^{137}\text{Cs}$  radioactive contamination from 37 to  $185 \text{ Bq/m}^2$ , Pb and Cd content in animal products also increases: in milk by 1.57–1.60 times, cattle dorsal muscle by 1.10–1.49 times, and pig dorsal muscle (excluding Pb) by 1.07 times.

Replacing 30 % (by weight) of the grain mixture with narrow-leafed lupine in the diet of young cattle in the Polissia region of Ukraine slightly decreases daily weight gains (by 5.5 %) and increases energy expenditure per unit gain (by 4.6 %), with no significant differences in slaughter indicators and muscle tissue energy value.

Based on balance research results, using feed beans for fattening young bulls compared to narrow-leafed lupine is unlikely to decrease the digestibility of key nutrients in the feed: dry matter by 0.78 % abs., protein – by 1.61 %, fat – by 4.45 %, fiber – by 0.22 %, and nitrogen-free extractives (NFE) – by 0.54 % abs. Nitrogen deposition in the bodies of Group I animals was 77.25 grams per head per day, exceeding Group II indicators by 12.8 % ( $P < 0.95$ ).

Heavy metal content in the dorsal muscle of experimental young bulls was significantly below the permissible concentration. Replacing 30 % of lupine with feed beans for fattening young cattle in the third zone of radioactive contamination leads to significantly lower accumulation of heavy metals in animal muscle tissue: Pb – by 49.7 % and 0.30 % abs., Cd – by 25.0 % and 0.32 %, Cu – by 8.3 % and 0.35 %, and Zn – by 1.1 % and 0.12 % abs., respectively.



Including 3 % natural saponite in the ration of pigs during fattening increases daily weight gains by 8.4 % and reduces energy expenditure per unit gain by 7.7 %, compared to the control. Doses of 5 % and 7 % were ineffective. The use of 3–7 % saponite in pig rations had no significant effect on the chemical composition and energy value of the longest dorsal muscle and liver.

Using saponite as an adsorbent in animal feeding in the third zone of radioactive contamination positively influences the ecological quality of products, reducing the accumulation of  $^{137}\text{Cs}$ , Pb, and Cd in pig muscle tissue by 10.1–35.7 %, 5.9–52.7 %, and 21.8–37.9 %, respectively. The optimal sorbent doses were 3 % for Pb and 7 % for  $^{137}\text{Cs}$  and Cd.

The overall increase in the live weight of the young bulls in the (control) group I, in monetary terms, was 4112.50 UAH, or higher compared to the corresponding indicator of animals in the experimental group by 5.9 %. At the same time, feed costs per 1 kg of live weight gain for bulls in the control group were the lowest – 22.25 UAH, which is less than counterparts in the (experimental) group II by 5.6 %.

The use of 3 % natural saponite in pig fattening diets is economically beneficial, providing an additional production of 0.600 tons of live weight gain per ton of used adsorbent, amounting to 30.0 th. UAH.

**Keywords:** young bulls, piglets, narrow-leafed lupine, fodder beans, saponite, feeding, diet, average daily gain, feed digestibility, Nitrogen balance,  $^{137}\text{Cs}$ , heavy metals.

## СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### Наукові праці,

в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

*Статті у наукових фахових виданнях України,*

*включених до міжнародних наукометричних баз (список «А»):*

1. 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, № 6. P. 45–54. DOI: 10.48077/scihor.25(6).2022.45-54. (*Scopus*) (Здобувач провела експериментальні дослідження, збір і статистичну обробку даних, проаналізувала та інтерпретувала отримані результати й оформила статтю; 0,84 друк. арк., особистий внесок – 0,34 друк. арк.).

*Статті у наукових фахових виданнях України,*

*включених до міжнародних наукометричних баз (список «Б»):*

2. Савчук І. М., **Ящук І. В.** Продуктивні і м'ясні якості бугайців за використання силосу із пайзи. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 10. С. 20–26. DOI: 10.31073/agrovisnyk202010-03. (Здобувач провела експериментальні дослідження, збір і статистичну обробку даних, проаналізувала та інтерпретувала отримані результати й оформила статтю; 0,41 друк. арк., особистий внесок – 0,20 друк. арк.).

3. Савчук І. М., Ковальова С. П., **Ящук І. В.** Накопичення Pb і Cd у м'язовій тканині та печінці бугайців за їх годівлі різними силосами. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 5. С. 38–44. DOI: 10.31073/agrovisnyk202105-05. (Здобувач провела експериментальні дослідження, збір і статистичну обробку даних, проаналізувала та інтерпретувала отримані результати й оформила статтю; 0,49 друк. арк., особистий внесок – 0,19 друк. арк.).

4. **Ящук І. В.**, Савчук І. М. Вплив протеїнового живлення бугайців на накопичення важких металів у м'язовій тканині і печінці. *Вісник Сумського НАУ. Серія «Тваринництво»*. 2021. № 4 (47). С. 179–185. DOI:

10.32845/bsnau.lvst.2021.4.31. (Здобувач провела експериментальні дослідження, збір і статистичну обробку даних, проаналізувала та інтерпретувала отримані результати й оформила статтю; 0,66 друк. арк., особистий внесок – 0,35 друк. арк.).

5. 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. № 7. С. 36–43. DOI: 10.31073/agrovisnyk202207-06. (Здобувач провела експериментальні дослідження, збір і статистичну обробку даних, проаналізувала та інтерпретувала отримані результати й оформила статтю; 0,54 друк. арк., особистий внесок – 0,22 друк. арк.).

6. Савчук І. М., Ковальова С. П., **Ящук І. В.** Вплив різнотипових раціонів і сорбентів на накопичення Cd у м'язовій тканині молодняка великої рогатої худоби та свиней. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. Біла Церква : Білоцерківський національний аграрний університет. 2023. № 2. С. 40–50. DOI: 10.33245/2310-9289-2023-182-2-40-50. (Здобувач провела експериментальні дослідження, збір і статистичну обробку даних, проаналізувала та інтерпретувала отримані результати й оформила статтю; 0,92 друк. арк., особистий внесок – 0,28 друк. арк.).

7. **Ящук І. В.** Накопичення Pb в м'язовій тканині тварин на відгодівлі за використання різнотипових раціонів. *Таврійський науковий вісник. Серія «Сільськогосподарські науки»*. 2023. № 133. С. 271–280. DOI: 10.32782/2226-0099.2023.133.37. (Здобувач провела експериментальні дослідження, збір і статистичну обробку даних, проаналізувала та інтерпретувала отримані результати й оформила статтю; 0,64 друк. арк.).

## **Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації**

### ***Матеріали наукових конференцій:***

8. Савчук І. М., **Ящук І. В.** Накопичення  $^{137}\text{Cs}$  у м'язовій тканині і печінці свиней за використання різних доз сапоніту в раціонах. *Чорнобильська*

*катастрофа. Актуальні проблеми, напрямки та шляхи їх вирішення* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 22–23 квітня 2021 р. Житомир : Поліський національний університет, 2021. С.87–91. (Здобувач провела дослідження, виконала аналіз отриманих результатів та підготувала тезу до друку; 0,22 друк. арк., особистий внесок – 0,04 друк. арк.).

9. **Ящук І. В.** Уміст Pb і Cd у найдовшому м'язі спини за оптимізації їх протеїнового живлення. *Еколого-регіональні проблеми сучасного тваринництва та ветеринарної медицини* : матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції, 17 листопада 2021 р. Житомир : Поліський національний університет, 2021. С. 247–250. (Здобувач провела дослідження, виконала аналіз отриманих результатів та підготувала тезу до друку; 0,11 друк. арк.).

10. Савчук І. М., **Ящук І. В.** Моніторинг вмісту Pb у м'язовій тканині свиней зони Полісся України. *Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 7–8 липня 2022 р. Київ : Інститут агроєкології і природокористування НААН, 2022. С. 312–315. (Здобувач провела дослідження, виконала аналіз отриманих результатів та підготувала тезу до друку; 0,13 друк. арк., особистий внесок – 0,04 друк. арк.).

11. Савчук І. М., Ковальова С. П., **Ящук І. В.** Моніторинг Pb і Cd у кормах зони Полісся. *Ефективне використання земельних ресурсів зони Полісся в умовах змін клімату* : матеріали Всеукраїнської наукової інтернет-конференції, 22 вересня 2022 р. Житомир : Інститут сільського господарства Полісся НААН, 2022. С. 90–93. (Здобувач провела дослідження, виконала аналіз отриманих результатів та підготувала тезу до друку; 0,13 друк. арк., особистий внесок – 0,03 друк. арк.).

12. **Ящук І.**, Савчук І. Застосування природного сорбенту при годівлі свиней для зниження концентрації Cd в найдовшому м'язі спини та печінці. *100-річчя Поліського національного університету: здобутки, реалії, перспективи* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції,

1 листопада 2022 р. Житомир : Поліський національний університет, 2022. С. 530–532. (Здобувач провела дослідження, виконала аналіз отриманих результатів та підготувала тезу до друку; 0,12 друк. арк., особистий внесок – 0,05 друк. арк.).

13. **Ящук І.** Концентрація Cd в кормових засобах та продуктах виробництва галузі скотарства Житомирщини. *Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва і переробки продукції тваринництва* : матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених та здобувачів освіти, 15 грудня 2022 р. Житомир : Поліський національний університет, 2022. С. 55–57. (Здобувач провела дослідження, виконала аналіз отриманих результатів та підготувала тезу до друку; 0,16 друк. арк.).

14. **Ящук І. В.,** Савчук І. М. Перспективи застосування сапоніту у годівлі свиней на територіях, забруднених важкими металами. *Проблеми виробництва і переробки продовольчої сировини та якості і безпечності харчових продуктів* : матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції, 18 травня 2023 р. Житомир : Поліський національний університет, 2023. С. 47–49. (Здобувач провела дослідження, виконала аналіз отриманих результатів та підготувала тезу до друку; 0,18 друк. арк., особистий внесок – 0,06 друк. арк.).

15. Савчук І. М., **Ящук І. В.** Моніторинг Cd у продукції скотарства в межах Житомирського Полісся. *Наукові читання 2023. Проблеми та перспективи розвитку тваринництва і ветеринарії в умовах євроінтеграції* : матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів та аспірантів, 23 травня 2023 р. Житомир : Поліський національний університет, 2023. С. 250–251. (Здобувач провела дослідження, виконала аналіз отриманих результатів та підготувала тезу до друку; 0,06 друк. арк., особистий внесок – 0,02 друк. арк.).

16. Савчук І. М., **Ящук І. В.** Перспективи застосування кормових бобів для зниження накопичення Pb у продуктах забою бугайців. *Наукові читання 2023. Еколого-регіональні проблеми сучасного тваринництва та ветеринарної медицини* : матеріали X щорічної Всеукраїнської науково-практичної

конференції 16 листопада 2023 р. Житомир : Поліський національний університет, 2023. С. 332–334. (*Здобувач провела дослідження, виконала аналіз отриманих результатів та підготувала тезу до друку; 0,07 друк. арк., особистий внесок – 0,02 друк. арк.*).

### **Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації**

#### ***Колективна монографія у зарубіжних виданнях:***

17. Savchuk I. M., **Yashchuk I. V.** Productivity of bulls and quality and safety of beef with the use of different diets. Achievements of Ukraine and the EU in ecology, biology, chemistry, geography and agricultural sciences : *Collective monograph*. Riga : «Baltija Publishing», 2021. P. 146–166. DOI: 10.30525/978-9934-26-086-5-41. (*Здобувач провела експериментальні дослідження, збір і статистичну обробку даних, проаналізувала та інтерпретувала отримані результати й оформила статтю; 1,40 друк. арк., особистий внесок – 0,59 друк. арк.*).

#### ***Матеріали науково-теоретичного збірника:***

18. Савчук І. М., **Ящук І. В.**, Ящук Г. А. Концентрація Рb і Cd у найдовшому м'язі спини свиней за використання в раціоні різних доз комбікорму-концентрату. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва* : матеріали науково-теоретичного збірника. Житомир : Поліський національний університет, 2020. Вип. 14. С.123–126. (*Здобувач провела дослідження, виконала аналіз отриманих результатів та підготувала тезу до друку; 0,20 друк. арк., особистий внесок – 0,05 друк. арк.*).

19. Савчук І. М., **Ящук І. В.**, Ящук Г. А. Сапоніт знижує накопичення Рb у продукції свинарства. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва* : матеріали науково-теоретичного збірника. Житомир : Поліський національний університет, 2020. Вип. 14. С.126–129. (*Здобувач провела дослідження, виконала аналіз отриманих результатів та підготувала тезу до друку; 0,17 друк. арк., особистий внесок – 0,04 друк. арк.*).

***Науково-методичні рекомендації:***

20. Рижук С. М., Савчук І. М., Ковальова С. П., Тимошенко З. А., Камінський В. М., **Ящук І. В.** Наукові засади отримання екологічно безпечної продукції тваринництва за її виробництва в зоні Полісся України : науково-методичні рекомендації. Житомир: ІСГП, 2020. 42 с. *(Здобувач брала участь у проведенні експериментальних досліджень і написанні науково-методичних рекомендацій; 2,42 друк. арк., особистий внесок – 0,3 друк. арк.)*

***Науково-практичні рекомендації:***

21. Савчук І. М., Ковальова С. П., Тимошенко З. А., Рубан І. М., Камінська Л. П., **Ящук І. В.** Якість і безпечність яловичини та свинини за використання кормів з генетично модифікованими організмами для годівлі тварин у зоні Полісся : науково-практичні рекомендації. Житомир: «Бук-друк», 2023. 52 с. *(Здобувач брала участь у проведенні експериментальних досліджень і написанні науково-практичних рекомендацій; 2,95 друк. арк., особистий внесок – 0,3 друк. арк.)*

## ЗМІСТ

<b>ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....</b>	<b>19</b>
<b>ВСТУП.....</b>	<b>20</b>
<b>РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....</b>	<b>28</b>
1.1. Важкі метали – забруднювачі довкілля українського Полісся.....	28
1.2. Характеристика важких металів Pb і Cd.....	31
1.3. Шляхи надходження важких металів до організму сільськогосподарських тварин.....	36
1.4. Вплив важких металів на фізіологічний стан і продуктивність тварин.....	37
1.5. Способи зниження накопичення Pb і Cd у тваринницькій продукції.....	41
Висновок до розділу 1.....	45
<b>РОЗДІЛ 2. ЗАГАЛЬНА МЕТОДИКА ТА ОСНОВНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....</b>	<b>48</b>
2.1. Умови проведення досліджень.....	48
2.2. Методи досліджень.....	56
Висновок до розділу 2.....	59
<b>РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....</b>	<b>60</b>
3.1. Проведення моніторингу екологічної якості кормів, молока і м'яса за їх виробництва в зоні Полісся України.....	60
Висновок до підрозділу 3.1.....	67
3.2. Продуктивні якості, обмін речовин та накопичення Pb і Cd в організмі бугайців за використання в раціонах різних високобілкових кормів (дослід 1).....	67
3.2.1. Характеристика годівлі піддослідних тварин.....	68



3.2.2. Показники продуктивності піддослідного молодняку великої рогатої худоби.....	71
3.2.3. Перетравність поживних речовин кормів раціонів та баланс Нітрогену в організмі бугайців за використання кормових зерноsumішей з люпином і кормовими бобами.....	74
3.2.4. Забійні та м'ясні якості піддослідних бугайців, енергетична цінність найдовшого м'язу спини і печінки.....	78
3.2.5. Трансформація $^{137}\text{Cs}$ , Pb і Cd в м'язову тканину та печінку за згодовування піддослідним тваринам різних високобілкових кормів.....	83
3.2.6. Гематологічні показники піддослідних тварин.....	90
Висновок до підрозділу 3.2.....	94
3.3. Якість і безпечність продукції свинарства за використання в раціонах різних доз сапоніту (дослід 2).....	96
3.3.1. Характер годівлі піддослідного молодняку свиней.....	96
3.3.2. Прирости живої маси у піддослідних тварин і конверсія корму.....	99
3.3.3. Забійні якості та розвиток внутрішніх органів молодняку свиней.....	101
3.3.4. Хімічний склад найдовшого м'язу спини і печінки підсвинків залежно від різних доз сапоніту в раціонах.....	104
3.3.5. Уміст $^{137}\text{Cs}$ , Pb, Cd у кормах раціону та найдовшому м'язі спини і печінці піддослідних тварин.....	107
Висновок до підрозділу 3.3.....	115
3.4. Економічна і екологічна ефективність використання високобілкових кормів і сапоніту для відгодівлі тварин у поліській зоні України.....	118
Висновок до підрозділу 3.4.....	120
3.5. Виробнича перевірка отриманих результатів досліджень.....	121

Висновок до підрозділу 3.5.....	124
<b>РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ</b>	
<b>ДОСЛІДЖЕНЬ.....</b>	<b>125</b>
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>140</b>
<b>ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....</b>	<b>143</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>144</b>
<b>ДОДАТКИ.....</b>	<b>171</b>

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ЧАЕС – Чорнобильська атомна електростанція

ГДК – гранично допустима концентрація

ДР – допустимі рівні

КП – коефіцієнт переходу

ОР – основний раціон

М – середнє арифметичне

m – похибка середньої арифметичної

P – критерій Стьюдента

Pb – Плюмбум

Cd – Кадмій

Cu – Купрум

Zn – Цинк

<sup>137</sup>Cs – Цезій-137

Бк – бекерель

Бк/кг – бекерель на кілограм

кБк/м<sup>2</sup> – кілобекерель на квадратний метр

кг – кілограм

г – грам

га – гектар

% – відсоток

мг/кг – міліграм на кілограм

ВРХ – велика рогата худоба

МДж – мегаджоуль

ЕКО – енергетичні кормові одиниці

БЕР – безазотисті екстрактивні речовини

% абс. – відсотків абсолютних

## ВСТУП

**Актуальність теми.** За сучасних темпів розвитку сільського господарства зростає інтенсивність забруднення навколишнього середовища політантами техногенного походження [106, 222]. Наслідки Чорнобильської катастрофи спричинили забруднення значних територій зони Полісся продуктами радіоактивного розпаду – ця проблема є доволі актуальною і наразі [116, 133]. Також, важливою проблемою лишається забруднення вказаної території важкими металами, такими як Pb, Cd, Cu і Zn. Дуже важливо пам'ятати про подвійне значення наявності важких металів у біосфері (воді, ґрунті, кормах): з одного боку ці мікроелементи необхідні для нормального перебігу фізіологічних процесів, з іншого, вони токсичні у підвищених концентраціях, що негативно позначається на здоров'ї, продуктивності тварин та якості продукції тваринництва [179, 241].

Вирішенню наукових та практичних питань, пов'язаних із моніторингом важких металів у трофічних ланцюгах, накопиченню у кормах і продукції тваринництва присвячені роботи багатьох відомих учених і практиків: Трахтенберг І.М., 1997; Засекін Д.А., 2002; Кравців Р.Й. і Буцяк В.І., 2002, 2003; Савченко Ю.І. та ін., 2010, 2011; Савчук І.М. та ін., 2019; Неа Z.L. et. al., 2005; Bigalke M. et. al., 2017; Savchuk I. et. al., 2021, 2022 тощо [34, 51, 52, 59, 75, 76, 128, 172, 199, 223, 225]. Беручи до уваги широкий спектр біологічної і токсичної дії важких металів, яка спричиняє негативний вплив на внутрішні органи й системи тварин, заслуговує на увагу необхідність проведення їх моніторингу у кормах і продукції тваринництва.

Водночас питання використання різнотипових раціонів та впливу різних адсорбентів за умов малоінтенсивного опромінення тварин на процеси трансформації важких металів у продукцію тваринництва, їх ефективність в умовах Полісся вивчені недостатньо. Тому в умовах радіоактивного забруднення довкілля внаслідок аварії на ЧАЕС досить актуальною проблемою є розробка способів зниження накопичення токсичних речовин в

організмі молодняка великої рогатої худоби та свиней і їх продукції та, зрештою, людини.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота є складовою частиною досліджень, виконаних згідно з планом науково-дослідних робіт відділу тваринництва Інституту сільського господарства Полісся НААН упродовж 2020–2023 років у межах виконання завдань: «Теоретично обґрунтувати і розробити методи поліпшення екологічної якості продукції тваринництва в зоні Полісся» (№ державної реєстрації 0116U004652) і «Дослідження впливу генетично модифікованих кормів на якість і безпечність продукції тваринництва в зоні Полісся України» (№ державної реєстрації 0121U107482), а також згідно із встановленою темою Поліського національного університету: «Моніторинг Pb і Cd у тваринницькій продукції зони Полісся та способи зниження їх умісту в м'язовій тканині бугайців і свиней» (№ державної реєстрації 0121U100653).

**Мета дисертаційної роботи** – провести моніторинг Pb, Cd у кормах і тваринницькій продукції зони Полісся та експериментально обґрунтувати використання різнотипових раціонів, кормів і сорбентів для бугайців і молодняка свиней в умовах III-ої зони радіоактивного забруднення, їх вплив на продуктивні якості та накопичення важких металів у м'язовій тканині і печінці тварин.

Для реалізації поставленої мети необхідно було вирішити наступні **завдання:**

- провести моніторингові дослідження накопичення важких металів (Pb, Cd) у кормах, молоці корів і м'язовій тканині молодняка ВРХ та свиней, які виробляються в господарствах зони Полісся з різним рівнем радіоактивного забруднення території  $^{137}\text{Cs}$ ;
- вивчити продуктивні і м'ясні якості бугайців української чорно-рябої молочної породи та свиней великої білої породи на відгодівлі залежно від різних високобілкових кормів і природного мінералу сапоніту;

- визначити перетравність поживних речовин кормів раціонів та баланс Нітрогену в організмі бугайців за оптимізації їх протеїнового живлення за рахунок люпину вузьколистого та кормових бобів;
- встановити вміст, коефіцієнти переходу Pb і Cd у продукцію та їх середньодобовий баланс в організмі бугайців за використання у раціонах різних високобілкових кормів;
- дослідити накопичення  $^{137}\text{Cs}$ , Pb і Cd у м'язовій тканині і печінці молодняку свиней за дії різних доз сорбенту сапоніту в раціонах;
- встановити вплив згодовування молодняку великої рогатої худоби та свиней різних кормів і природного мінералу сапоніту у складі раціонів на хімічний склад і енергетичну цінність найдовшого м'язу спини та печінки;
- визначити гематологічні показники за умов утримання бугайців у зоні радіоактивного забруднення Полісся внаслідок аварії на ЧАЕС;
- провести екологічну та економічну оцінку доцільності використання різнотипових раціонів, кормів і природного мінералу сапоніту для відгодівлі бугайців та молодняку свиней у зоні Полісся України;
- на основі одержаних експериментальних даних розробити науково-практичні рекомендації щодо зниження накопичення Pb і Cd у м'язовій тканині бугайців та молодняку свиней.

**Об'єкт дослідження:** процеси міграції важких металів із кормових раціонів у яловичину та свинину; оптимізація раціонів годівлі тварин за основними поживними речовинами; залежність продуктивності і якості яловичини та свинини від дії різних кормових факторів; фізіологічний стан організму бугайців.

**Предмет дослідження:** молодняк великої рогатої худоби та свиней на вирощуванні й відгодівлі; кормові раціони різного складу; морфологічний склад і біохімічні показники крові; перетравність поживних речовин кормів раціонів; баланс Нітрогену, Pb і Cd; середньодобові прирости тварин; хімічний склад найдовшого м'язу спини і печінки.

**Методи дослідження:** зоотехнічні, проведення науково-господарських дослідів (аналіз годівлі тварин, продуктивність, конверсія корму, забійні якості); хімічні (визначення хімічного складу і поживності кормів, м'язової тканини і печінки тварин та їх енергетичної цінності); радіологічні (питома активність  $^{137}\text{Cs}$  у кормах і найдовшому м'язі спини та печінці); спектрометричні (концентрація Pb, Cd, Cu, Zn у кормах, найдовшому м'язі спини та печінці бугайців і свиней); гематологічні (морфологічні та біохімічні); економічні (ефективність використання різних високобілкових кормів і кормових добавок для відгодівлі тварин); статистичні (біометрична обробка матеріалів досліджень); аналітичні (огляд літератури, аналіз та узагальнення результатів).

**Наукова новизна одержаних результатів.** Уперше в зоні Полісся України проведено моніторингові дослідження вмісту Pb і Cd в кормах, молоці корів, м'язовій тканині молодняку великої рогатої худоби та свиней за різних рівнів радіоактивного забруднення території  $^{137}\text{Cs}$ . Встановлено залежність вмісту важких металів у продукції тваринництва від щільності забруднення ґрунту радіоцезієм.

Уперше в умовах III-ої зони радіоактивного забруднення експериментально вивчено і доведено доцільність оптимізації протеїнового живлення бугайців за рахунок кормових бобів та детально досліджено сорбційні властивості природного мінералу сапоніту за його згодовування молодняку свиней. Експериментально встановлено оптимальні дози введення сорбенту сапоніту в раціони з метою зниження рівня важких металів у м'язовій тканині свиней.

Встановлено вплив кормових факторів на обмінні процеси в організмі бугайців, продуктивні і забійні якості молодняку ВРХ і свиней, перехід  $^{137}\text{Cs}$ , Pb, Cd із кормів у найдовший м'яз спини і печінку та їх баланс в організмі.

Розширено та поглиблено теоретичні аспекти щодо перетравності поживних речовин кормів раціонів, гематологічних показників, хімічного складу м'язової тканини і печінки та їх енергетичної цінності. Доведена велика

соціальна значимість оптимізації протеїнового живлення молодняку великої рогатої худоби та застосування сапоніту для годівлі свиней в умовах поліської зони України.

**Практичне значення одержаних результатів.** На основі проведених моніторингових досліджень на території Житомирщини доведена необхідність здійснення постійного контролю за вмістом важких металів (Pb, Cd) у кормах, молоці корів та м'язовій тканині молодняку ВРХ і свиней, вміст яких наразі перевищує ГДК.

Доведено доцільність за оптимізації живлення молодняку великої рогатої худоби в III-й зоні радіоактивного забруднення внаслідок аварії на ЧАЕС, поряд з іншими кормовими факторами, які характеризують повноцінність раціонів, враховувати забезпеченість тварин протеїном згідно з існуючими нормами годівлі за рахунок кормових бобів, що сприяє значно меншому нагромадженню і переходу важких металів у м'язову тканину бугайців: Pb – на 49,7 % і 0,30 % абс., Cd – 25,0 і 0,32, Cu – 8,3 і 0,35 та Zn – на 1,1 % і 0,12 % абс. відповідно. Водночас заміна в складі зерноsumіші 30 % (за масою) кормових бобів на аналогічну кількість люпину за відгодівлі молодняку ВРХ несуттєво знижує середньодобові прирости живої маси (на 5,5 %) та збільшує витрати обмінної енергії на одиницю приросту (на 4,6 %).

Науково обґрунтовано і рекомендовано виробництву залучити до мінерального балансу для молодняку свиней природний мінерал сапоніт. Використання сапоніту як адсорбента за відгодівлі тварин у III-й зоні радіоактивного забруднення справило позитивний вплив на екологічну якість продукції – нагромадження  $^{137}\text{Cs}$ , Pb і Cd у м'язовій тканині свиней дослідних груп відносно контролю було меншим на 10,1–35,7 %, 5,9–52,7 і 21,8–37,9 %, відповідно. За показником сорбційної ефективності для Pb найкращою виявилася доза сорбенту 3 %, а для  $^{137}\text{Cs}$  і Cd – доза 7 % (за масою) концентрованих кормів у раціоні.

Розробки дисертанта використані при опрацюванні науково-методичних рекомендацій «Наукові засади отримання екологічно безпечної продукції



тваринництва за її виробництва в зоні Полісся України» та науково-практичних рекомендацій «Якість і безпечність яловичини та свинини за використання кормів з генетично модифікованими організмами для годівлі тварин у зоні Полісся» (дод. Б-Б.2).

Результати досліджень та наукових розробок автора запроваджені в державному підприємстві дослідному господарстві «Нова Перемога» та СТОВ «Відродження» Житомирської області, що підтверджується відповідними актами впровадження (дод. В-В.2). Також, в умовах фізіологічного двору Інституту сільського господарства Полісся НААН проводилася виробнича перевірка результатів науково-дослідної роботи (акт від 16 лютого 2024 року) (дод. Г).

Основні положення дисертаційної роботи використовуються у навчальному процесі та науково-дослідній роботі на кафедрі технології кормів і годівлі тварин Сумського національного аграрного університету (дод. Д-Д.2).

**Особистий внесок здобувача.** Дисертація містить результати власних експериментальних досліджень автора. Особистий внесок здобувача полягає в підборі методик, формуванні піддослідних груп бугайців і молодняку свиней, відборі зразків для лабораторних досліджень, аналізі та інтерпретації одержаних результатів, їх узагальненні, підготовці первинних матеріалів та рукопису дисертації до друку, апробації на конференціях.

Вибір теми, розроблення схеми досліджень, формування мети та завдань, висновків та пропозицій виробництву здійснено з науковим керівником.

**Апробація результатів досліджень.** Основні положення дисертаційної роботи отримали загальне схвалення на таких заходах:

- щорічних звітних атестаціях аспірантів і здобувачів Поліського національного університету (м. Житомир, 2020–2024 рр.);
- Міжнародній науково-практичній конференції «Чорнобильська катастрофа. Актуальні проблеми, напрямки та шляхи їх вирішення» (Житомир, 2021);

- Всеукраїнській науково-практичній конференції «Еколого-регіональні проблеми сучасного тваринництва та ветеринарної медицини» (Житомир, 2021);
- Міжнародній науково-практичній конференції «Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві» (Київ, 2022);
- Всеукраїнській науковій інтернет-конференції «Ефективне використання земельних ресурсів зони Полісся в умовах змін клімату» (Житомир, 2022);
- Міжнародній науково-практичній конференції «100-річчя Поліського національного університету: здобутки, реалії, перспективи» (Житомир, 2022).
- II Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених та здобувачів освіти «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва і переробки продукції тваринництва» (Житомир, 2022).
- V Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми виробництва і переробки продовольчої сировини та якість і безпечність харчових продуктів» (Житомир, 2023).
- Науково-практичній конференції науково-педагогічних працівників, докторантів та аспірантів «Наукові читання 2023. Проблеми та перспективи розвитку тваринництва і ветеринарії в умовах євроінтеграції» (Житомир, 2023).
- X щорічній Всеукраїнській науково-практичній конференції «Наукові читання 2023. Еколого-регіональні проблеми сучасного тваринництва та ветеринарної медицини» (Житомир, 2023) (дод. Е-Е.5).

**Публікації.** За темою дисертаційної роботи опубліковано 21 наукова праця, з яких одна стаття у науковому фаховому виданні України, включеному до міжнародних науково-метричних баз (список «А»); 6 статей у наукових фахових виданнях України категорії «Б»; 9 тез у матеріалах наукових конференцій; одна стаття в колективній монографії зарубіжного видання; 2

тези в науково-теоретичному збірнику; одні науково-методичні та 1 науково-практичні рекомендації виробництву.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертація складається з анотації; переліку умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів; вступу; огляду літератури; загальної методики й основних методів досліджень; результатів власних експериментальних досліджень; аналізу і узагальнення результатів досліджень; висновків; пропозицій виробництву; списку використаних джерел; додатків.

Роботу викладено на 205 сторінки комп'ютерного тексту, що містить ілюстрований матеріал у вигляді 35 таблиць і 18 рисунків. При написанні дисертації використано 241 джерело літератури, у тому числі 70 латиницею.

## РОЗДІЛ 1

### ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

#### **1.1. Важкі метали – забруднювачі довкілля українського Полісся**

Збільшення впливу техногенних чинників на навколишнє середовище України призводить до посилення геохімічних процесів [19, 142, 145]. Вплив антропогенних чинників на біосферу призвели до значного забруднення її компонентів різноманітними шкідливими речовинами [19, 99]. Важкі метали є одним з техногенних факторів, що мають руйнівний вплив на живі організми та екосистему в цілому [19, 145]. Наразі, великий вплив на екологічну ситуацію в Україні мають бойові дії на Сході країни, що тривають з 2014 року, та повномасштабне вторгнення з 2022 року [102]. Тому проведення досліджень щодо визначення екологічного стану українських територій є актуальною проблемою сьогодення [145]. Основні антропогенні зміни довкілля – це зміни кліматичних умов, ґрунтів, водойм, тваринного та рослинного світу, які спричинені господарською діяльністю людини [19, 29, 142, 145, 240]. Найважливішим індикатором еколого-геохімічних реалій є ґрунт, від якого починаються основні міграційні шляхи усіх хімічних елементів [145, 150].

Характеристика ґрунту як незамінного, по-своєму унікального природного ресурсу, як основи для життя рослин, від яких залежить існування тварин та людей, як накопичувача енергії Сонця, як індикатора забруднення навколишнього середовища, показує важливість дослідження факторів, що діють на його основні властивості [145]. Головними негативними наслідками впливу забруднення на ґрунт варто вважати підвищення кумуляції забруднювачів, зміну фізичних, хімічних і біологічних його властивостей, розвиток ерозійних процесів, зниження родючості та продуктивності [95, 98]. Останнім часом на наукових симпозиумах велися дискусії щодо критичності питання забрудненості навколишнього середовища, в тому числі і ґрунту,

токсичними важкими металами та внаслідок серйозне погіршення рівня якості життя живих організмів [238]. Природне надходження важких металів та їх сполук у ґрунти відбувається через материнські породи та глибинні рудні родовища корисних копалин [82, 145]. У ґрунтах протікають різноманітні гео- та біохімічні процеси, що спричиняють міграцію окремих елементів між генетичними горизонтами, в результаті чого зберігаються його успадковані від породи властивості [145]. Українські землі багаті на різні корисні копалини, які впродовж всієї історії видобувалися та перероблялися на даних територіях.

Серед низки антропогенних забруднювачів навколишнього середовища особливе значення мають важкі метали та їх сполуки [23, 94]. небезпека надходження важких металів у довкілля полягає у тому, що вони практично не розщеплюються, а переходять у іншу форму, зокрема включаються у склад солей, оксидів, металоорганічних сполук [2, 79, 141].

На жаль, значна частина земель родючих та придатних до вирощування сільськогосподарських культур забруднена поллютантами, особливо це стосується тих територій, які розташовуються поблизу об'єктів промислового значення, автомобільних шляхів, сміттєвих звалищ та родовищ [196]. Зазначимо, що на забруднених територіях вирощується близько половини основних продовольчих культур. Для збільшення урожайності сільськогосподарських угідь, що інтенсивно використовуються, починають вносити різні добрива та обробляють поля пестицидами [54, 145, 234]. Разом з позитивною стороною застосування даних хімічних речовин, виникають і негативні наслідки надмірного їх використання, а саме підвищення рівня важких металів на задіяних територіях [194, 224].

Основними джерелами забруднення навколишнього середовища важкими металами виступають всі галузі промислового та народного виробництва або переробки [20, 53, 145]. Cu, Cd, Pb, Cr, Mn, Hg, Fe, Al, Se, Sn вважають найтоксичнішими іонами металів. При роботі металургічних підприємств відбувається розсіювання техногенного пилу, до складу якого в середньому може входити 6,72 % цинку, 0,11 % свинцю та 0,01 % кадмію [145].

Значні території поблизу такого підприємства потрапляють у зону негативного впливу важких металів на ґрунти та рослини, що на них вирощуються [87, 145]. Тому за культивування сільськогосподарських культур навколо промислово активної місцевості варто враховувати ступінь накопичування токсичних речовин у рослинах та наслідки їх використання у подальшому виробництві [87, 203].

Ґрунтоутворюючі (материнські) гірські породи істотно впливають на процеси утворення ґрунту. Протягом тривалого часу зберігається мінералогічний та механічний склад, хімічні, фізичні та водні властивості, які притаманні певній породі. Саме тому ґрунти, що сформувалися з гірських порід, до складу яких входило значне різноманіття хімічних елементів, необхідних для живлення рослин, вважають більш родючішими та придатнішими для ведення сільського господарства [3]. Встановлено, що за підвищення концентрації кварцу в осадових породах спостерігається зниження вмісту більшості мікроелементів. На противагу їм, сланцеві, глинисті та суглинисті пухкі відкладення багаті на різноманітні хімічні елементи [145]. Найвища концентрація міді, цинку, кобальту та нікелю спостерігаються у глинах і лесовидних суглинках, а найнижча – у супіщаних та піщаних ґрунтах [3, 145].

Важкі метали мають беззаперечну здатність мігрувати, у вигляді різних хімічних сполук, у товщі ґрунту водними потоками і накопичуватися у донних відкладах. Значного впливу від підвищення концентрації важких металів зазнає екосистема ґрунту [99, 141, 145]. В залежності від норми всі мікроелементи необхідні для нормального функціонування живих організмів. В разі підвищення концентрації важких металів відбуваються зміни у функціонуванні і структурі біоценозів та їх біотопів, що має значний вплив на рівень родючості ґрунтів [69, 145, 217].

Реабілітація радіоактивно забруднених регіонів є однією з найголовніших завдань зі зниження наслідків Чорнобильської катастрофи. Проте програми для вирішення цього завдання на теренах зони відчуження та

на інших забруднених територіях недостатньо поглиблено вивчають інші чинники екологічної небезпеки, такі як токсичні сполуки важких металів. Варто звернути увагу на концентрацію цих шкідливих речовин на зазначених територіях, задовго до вибуху на ЧАЕС. За даними інформаційних джерел впливає, що рівень забрудненості важкими металами на декілька порядків перевищував уміст радіонуклідів [69, 145]. Тому не дивно, що іноді саме ці політанти виступають головними чинником ризику для здоров'я людей та стану екосистеми загалом. Сучасною проблемою за дослідження небезпечних екологічних факторів є встановлення схеми перерозподілу важких металів у біогеоценозах у районах з радіоактивно забрудненими землями [69, 145, 231].

Дослідження, що проводилися на території зони протягом останнього десятиліття, виявили значний рівень забруднення ґрунтового профілю важкими металами. Наразі накопичено численні дані про основні складові елементи, які виступають забруднювачами, та характеристику їх поділу між компонентами лісових екосистем. Використовуючи накопичену інформацію, можна розробити та впровадити ефективну програму реабілітації території зони відчуження [99, 145, 231].

## **1.2. Характеристика важких металів Pb і Cd**

До важких металів відносять хімічні елементи періодичної системи Д. І. Менделєєва, для яких характерна атомна маса вище 50 атом. од. маси, за питомої ваги більше 5 г/см<sup>3</sup>. Понад 40 різних елементів відносять до даної групи, яскравими представниками є Pb, Zn, Cd, Hg, Cu, Mo, Mn, Ni, Sn, Co [31].

Незважаючи на небезпеку, низка важких металів є мікроелементами, необхідними для нормального функціонування живих організмів, проте варто зважати на невелику потребу та норму загалом. Зростання концентрації вмісту важких металів пригнічує життєві процеси біотів, а в гіршому випадку виступає як токсин та отруює їх [69, 231].

Зважаючи на інформацію, зазначену вище, можна із впевненістю сказати, що перевищення норми мікроелементів, навіть життєво необхідних

для живих організмів, призведе до інтоксикації рослин, тварин і людей, це вказує на визначальне значення вмісту елемента в ґрунті та форми його сполук.

Важкі метали поділяють на три класи небезпеки. До першого класу (високонебезпечні) відносять Hg, Cd, Pb, Zn, As, Se, F, до другого (помірно небезпечні) – Cu, Co, Ni, Mo, Cr, B, Sb, та до третього (малонебезпечні) – V, W, Mn, Sr, Ba [69, 162].

Міграційний шлях важких металів починається у ґрунті. Значна частина цих токсичних елементів акумулюється у верхньому родючому шарі. Це сприяє зв'язуванню сполук важких металів із органічною речовиною ґрунту, та перетворенню в гідроксиди заліза, які входять до складу кристалічних решіток глинистих мінералів чи знаходяться у розчинному стані в ґрунтових водах. Можливий варіант і газоподібного стану (у ґрунтового повітрі), і вони є невід'ємною частиною ґрунтової біотичної системи [11, 162].

Рівень техногенного впливу на навколишнє середовище та певні геохімічні обставини визначають ступінь рухомості важких металів. Значна концентрація органічної речовини та важкий гранулометричний склад призводять до зв'язування даних поллютантів ґрунтом. Зміна значення рН до збільшення вказує на посилення сорбованості катіонотворюючих (Cu, Hg, Zn, Pb, Ni, ін.) та зростання рухомість аніонотворюючих (Mo, V, Cr, ін.) металів. Підсилення окисних умов призводить до прискорення міграційних процесів металів. Цікавим є факт, що найкраще зв'язують важкі метали різного класу небезпеки чорноземи, на сходинку нижче від них сірі лісові ґрунти, а найгірше з цією функцією справляються дерново-підзолисті ґрунти [69, 162].

Одними з найнебезпечніших та токсичних поллютантів Житомирського Полісся виступають свинець та кадмій [69].

Свинець не входить до переліку фізіологічно необхідних мікроелементів. За ступенем небезпеки йому присвоєне одне з найвищих значень, а тому надмірна кількість даного металу у навколишньому середовищі негативно впливає на всі живі організми. У природі свинець у чистому вигляді зустрічається рідко, найчастіше його добувають у вигляді руди



разом з міддю, цинком та сріблом. Головною формою Pb у природних умовах є галеніт (PbS), також зустрічаються родовища церуситу та англезиту. Найбільші запаси галеніту розміщені в Австралії – це майже 19 % всього світового резерву свинцю, за нею йдуть США, Китай, Перу та Канада. Світове виробництво галеніту в середньому становить 6 мільйонів тонн на рік [11, 69, 212].

Накопичення свинцю у земній корі відбувається у кислих серіях магматичних порід та глинистих осадах, концентрація важкого металу у них знаходиться у межах 10–40 мг/кг. Залежно від виду ґрунтоутворюючої породи коливається вміст Pb. Концентрація свинцю у ґрунтах на території України в середньому становить 7–12 мг/кг ґрунту [69, 72]. Дещо підвищений рівень природного нагромадження свинцю на Полтавщині, це обумовлено наявністю значної кількості солей натрію у ґрунтах даної території. Однак найбільша концентрація свинцю спостерігається у ґрунтах зони Карпат та може сягати позначки в 250 мг/кг ґрунту [38, 69].

Як бачимо, частина вмісту Pb у ґрунтах характеризується його материнським складом, але значна кількість даного важкого металу надходить у навколишнє середовище внаслідок діяльності людини. Інтенсивне застосування свинцю для виробництва бензину призвело до неприродної його циркуляції. При роботі двигуна автомобіля відбувається перетворення Pb у вигляді солей свинцю, які потрапляють у навколишнє середовище через вихлопні гази [10, 46, 153, 212]. Перш за все, потерпають від значної кількості поллютанта території поблизу основних автомобільних шляхів, оскільки значна кількість більших частинок одразу осідають на землю забруднюючи при цьому верхні шари ґрунту чи поверхневі води. У свою чергу, менші частинки підхоплюються повітряними масами та розповсюджуються атмосферою. В подальшому, свинцеві частинки разом з опадами випадуть на ґрунт, що призведе до погіршення біогеоценозу. Така циклічність переходу Pb є наслідком активної виробничої діяльності людства, що набагато ширший у

порівнянні із природним свинцевим циклам. Тому забруднення Pb стало світовою проблемою [46, 164, 212].

В залежності від виду рослини відзначається різниця у здатності поглинати та накопичувати Pb. За вирощування сільськогосподарських культур на забруднених свинцем територіях, найбільшу кількість даного полютанту поглинатимуть злакові зернові культури та гречка. [85]. Під час дослідження дикорослих рослин велика його концентрація відзначалась у м'яті перцевій, ромашці аптечній, конвалії, собачій кропиві, сухоцвіті багновому, мати-й-мачусі [69]. Навіть на територіях, віддалених від джерел забруднення, відзначають перевищення ГДК у посівних рослинах. При збільшенні концентрації свинцю у рослини виникає проблема з фотосинтезуючими процесами, порушуються процеси кальцієвого та фосфорного живлення, гальмується ріст кореневої системи, що в результаті негативно позначається на врожайності [33, 69, 85].

Кадмій, як і свинець, не належить до списку життєво необхідних мікроелементів та входить до переліку елементів першого класу небезпеки. Найчастіше він зустрічається у сланцях та глинистих осадах, в яких його концентрація коливається в діапазоні від 0,22 до 0,30 мг/кг [69]. На вміст Cd в ґрунтових покривах впливає мінералогічний склад материнської породи. Піщані та супіщані морени вважають найбільш насиченими кадмієм, за даними досліджень в середньому в них міститься 5,4 мг полютанту на 1 кг породи. Особливо мала його кількість у флювіогляціальних та древньоалювіальних піщаних відкладах. Якщо утворення ґрунтів відбувалося на гранітних щитах та гнейсах, то такі ґрунти матимуть вищий рівень кадмію у своєму складі, ніж ті, що утворилися на вапняках [69, 92, 94].

В загальному українські ґрунти показують доволі високий вміст фонового валового Cd (0,3–0,8 мг/кг) [26, 69]. Родючий (гумусовий) шар ґрунту, зазвичай, характеризується підвищеним вмістом кадмію у порівнянні з іншими більш глибокими шарами. У ґрунтах Лісостепової та Степової зони України концентрація рухомих форм Cd сягає позначки 0,35 мг/кг.

Дослідниками доведено, що на території Полісся природні ґрунтоутворюючі породи доволі бідні на кадмій [94]. Особливо мала його кількість у флювіогляціальних та древньоалювіальних піщаних відкладах. Тому запасів валового Cd у ґрунтах зазначеної місцевості доволі мало (0,14–0,56 мг/кг). [26, 69, 105].

Вважається, що Cd не входить до складу необхідних для рослин елементів, однак він доволі легко мігрує з ґрунту в рослину та накопичується як в її кореневій системі, так і в наземній частині. У цифровому еквіваленті накопичення кадмію в рослинах становить десятитисячні частки відсотка, тобто десь  $10^{-4}$  % на суху речовину. Кислотність ґрунту стимулює культури інтенсивніше засвоювати Cd. Тому вирощування культур на ґрунтах з нейтральними та лужними показниками дає змогу знизити міграційні процеси представленого поліюванта [69, 185].

Негативний вплив кадмію на рослини промислового призначення виявляється у зниженні схожості насіння, росту сходів та їх біомаси. Це призводить до змін у процесах фотосинтезу, відносного вмісту води, швидкості транспірації, продихової провідності та витоку електроліту. Cd активує активні форми кисню, які, в свою чергу, викликають хромосомні аберації, генні мутації та пошкодження ДНК, що катастрофічно впливає на поділ клітин [181, 185].

Хімічна спорідненість кадмію і цинку доволі висока. Тому, це призводить до заміщення в рослині життєво необхідного Zn на токсичний Cd та викликає цинкове голодування. При зростанні концентрації кадмію в ґрунті на рівні 5 мг/кг продуктивність сільськогосподарських культур, що вирощуються на даній території, знизиться вдвічі. Ще однією негативною новиною є те, що період напіввиведення Cd з ґрунту триває близько 1100 років [69, 157].

Основними джерелами забруднення навколишнього середовища кадмієм є виробництво Zn та мінеральних добрив, а також акумуляторні підприємства [56, 105].

Рекомендована ВООЗ добова норма Cd для дорослої людини, складає 70 мкг, проте, насправді ця цифра вдвічі більша [155, 160]. Недопустимою є наявність кадмію у продуктах харчування і воді, призначених для дітей. Овочі є основними продуктами, через які Cd потрапляє до організму людини. Значна маса даного токсичного елемента надходить у легені людини з тютюновим димом (у одній сигареті 1,2–2,5 мкг Cd) [69, 180, 184].

### **1.3. Шляхи надходження важких металів до організму сільськогосподарських тварин**

Моніторинг таких токсичних елементів як свинець і кадмій у сучасних реаліях є життєво необхідним. Широкий спектр негативного впливу цих поллютантів на життєдіяльність рослин, тварин, людей та екосистему в цілому, призводить до значного інтересу дослідників щодо вирішення питання мінімізації катастрофічної дії важких металів на живі організми [103, 232].

Основною проблемою забруднення сільськогосподарських угідь токсичними металами є інтенсивне забруднення атмосфери викидами та випарами підприємств [103, 148, 207, 215], неправильна утилізація відходів тваринницьких ферм та недотримання норм внесення мінеральних добрив і отрутохімікатів [6, 103, 108, 187]. Такі органічні добрива як гній чи компост, значною мірою містять високу концентрацію важких металів. При підвищенні вмісту органіки в ґрунтах відбувається різке зростання щільності забруднення їх такими поллютантами як Pb, Cd, Cu, Zn, Fe, Mg [7]. Беручи до уваги повільні темпи розпаду свинцю та кадмію, а також кількість щорічного їх надходження у ґрунтових покривах, можна з впевненістю сказати, що з часом їх концентрація досягає дуже високих показників.

Свинець потрапляє у навколишнє середовище з викидів підприємств металургійного спрямування, автомобільного транспорту, осадів стічних та промислових вод, не варто забувати і про хімічні засоби захисту рослин (інсектициди), у складі яких він і присутній. Найзабрудненішими Pb ґрунтами вважають урбоекосистеми, в яких його нагромадження у 30–40 разів

перевищує встановлену норму. [12, 66]. Висока концентрація свинцю відзначається на територіях поблизу металургійних підприємств, головною причиною цього є осідання димових викидів, в яких міститься значна частина Pb. Ґрунти вздовж автомобільних шляхів також вирізняються великим вмістом даного важкого металу. Оскільки свинець входить до складу пального як антидетонатор, то з вихлопними газами він потрапляє у повітря, в подальшому осідаючи на поверхню ґрунту. Якщо внести у ґрунт осад стічних вод кількістю близько 100 т/га, то концентрація Pb в орному шарі зросте на 4,5 мг/кг ґрунту [42, 57, 192].

Джерелами потрапляння кадмію в екосистеми виступають викиди промислового виробництва, осади промислових і побутових стічних вод, значне використання фосфорних мінеральних добрив та вапнякових матеріалів у діяльності сільськогосподарських підприємств та викиди автотранспорту. Майже 80 % викидів антропогенного походження Cd пов'язані з виробництвом міді, свинцю, цинку і кадмію; біля 45 % загального забруднення цим елементом припадає на виплавку кадмію з руд; 52 % кадмію надходить в атмосферу внаслідок спалювання чи переробки виробів, що вміщують Cd [93, 103, 149].

За надмірного потрапляння до організму тварини кадмію відбувається погіршення роботи біологічних процесів біохімічних процесів та фізіологічних функцій [22, 175, 211]. Всередину організму тварини Cd потрапляє через травний канал [70], хоча в регіонах із значним забрудненням повітря його надходження через дихальні шляхи також може бути суттєвим [103, 192].

#### **1.4. Вплив важких металів на фізіологічний стан і продуктивність тварин**

Надлишкове надходження свинцю в організм призводить до свинцевої енцефалонейропатії, анемії, авітамінозу, розсіяного склерозу, ураження печінки, порушення функціонування видільної системи (нирок), порушує

обмінні процеси, погіршує ферментативні реакції. Основні фактори його негативного впливу на людину можна поділити на мутагенний, тератогенний та ембріотоксичний. Руйнівна дія Pb на дитячий організм призводить до призупинення розумового розвитку та зниження рівня Iq. Отруєння свинцем відбувається при потраплянні більше 0,35 мг токсичного металу до дорослої людини за добу [14, 18, 23, 56, 159].

Надходження значної кількості Cd до організму тварини чи людини призводить до порушення функціонування нервової, гомеопатичної, ендокринної, сечовидільної, репродуктивної, епітеліальної та кісткової систем [77, 144]. Близько 90 % усього свинцю, яка надходить до організму тварин і людини, накопичується у значній кількості в кістковій тканині, бо внаслідок тривалого періоду напіввиведення (може сягати 20 років) довго не виводиться з тіла. Обмін Cd у крові та інших тканинах організму проходять в рази швидше, і максимальний час перебування його після потрапляння не перевищує декількох днів [76, 103, 178, 235].

Пригнічення метаболізму Ca, інтенсивності процесів дихання і окиснювального фосфорилування у мітохондріях нирок, серця та мозку, це декілька з неприємних наслідків отруєння свинцем [188, 218]. Доволі важливим аспектом негативної дії Cd є втручання в обмінні процеси Ca. Лише декілька рецепторів білкової природи приймають трансклітинні кальцієві сигнали, серед яких кальмодулін і протеїнкіназа CaMK2 мають високу спорідненість до свинцю. Зазначимо, що конкуренція за зв'язування з вторинними меседжерами клітинних сигналів є основною ланкою взаємодії кальцію і свинцю у клітинах [21, 76, 103, 208, 210, 237].

При збільшенні рівня Ca у раціонах для сільськогосподарських тварин різко знизиться кількість Cd, який всмоктуватиметься крізь стінки кишечника. Наявність в організмі свинцю та кадмію провокує зниження активності фосфатази як лужної, так і кислої. Токсичний важкий метал Cd блокує шлях виходу кальцію з клітин, при цьому замінює його у кальцієво-натрієвій АТР

транспортуючій системі [107, 237]. Цей самий механізм дозволяє зменшити всмоктування в кишечнику свинцю при високому вмісті Са у раціоні.

Довготривале надходженні кадмію до організму тварин провокує погіршення у споживанні корму і приростах живої маси тіла, знижуються надої молока. Через акумулюючі властивості Cd довгий час він не виявляє свого негативного впливу, тому виникають проблеми із вчасною діагностикою [33, 69].

Після накопичення у рослинах і тваринах період напіврозпаду Cd триватиме близько 30 років. Отруєння сполуками кадмію відбувається при безпосередньому їх потраплянні до шлунково-кишкового тракту чи у дихальні шляхи [60, 184, 236]. Сучасні епідеміологічні дані свідчать про те, що є велика вірогідність впливу кадмію на виникнення та розвиток різних видів раку, таких як рак молочної залози, легенів, простати, носоглотки, підшлункової залози та нирок. Також Cd може виступати основною причиною виникнення мутацій, руйнування ланцюга ДНК, хромосомних аберацій. Багато вчених демонструють результати своїх досліджень, в яких висвітлені докази, що Cd являється одним із факторів, спричиняючих захворювання на остеопороз. Абсорбований кадмій концентрується в печінці та нирках у вигляді комплексу з металотіонеїном [60, 236]. При потраплянні до організму тварини низьких доз Cd, вони стають стимуляторами апоптозу клітин, якщо кількість кадмію зростатиме у клітинах почнеться процес некротичних змін [76, 103, 107, 208].

Свинець і кадмій мають доволі сильний вплив на імунну систему. Незначні короткострокові дії представлених важких металів посилюють проліферацію лейкоцитів і продукування імуноглобулінів. При цьому відмічено також посилення алергічної та автоімунної функцій організму. За хронічного отруєння як кадмій, так і свинець пригнічують активність імунної системи, причому при одночасному навантаженні організму тварин обома металами їх імунодепресивна дія посилюється [103, 174].

Кадмій та свинець виступають стимуляторами пероксидних процесів в організмі тварин. Ці елементи впливають на активність супероксиддисмутази,

знижуючи її, також на посилення активності каталази має Cd, при тому, що Pb практично немає ніякого впливу. Механізми дії свинцю і кадмію на процеси пероксидного окиснення відрізняються, про що свідчить відсутність взаємного впливу елементів на коригування каталітичної функції ферментів пероксидного окиснення [143, 228].

За результатами досліджень виявили негативний вплив свинцю і кадмію на морфофункціональний стан гамет, що в подальшому призведе до порушення репродуктивної функції [28, 31, 96]. Морфологічні дослідження свідчать про зниження індексу сперматогенезу та збільшення числа дегенерованих форм статевих клітин. Комбінована дія на організм теплокровних тварин сполуками Pb та Cd у дозах, рівних реальній кількості поллютантів на душу населення, вплинула на темпи приростів живої маси тіла тварин, зросла збудливість центральної нервової системи, підвищився рівень гемоглобіну [31, 96, 204, 220].

На підвищення концентрації важких металів, таких як свинцю, у молоці корів має значний вплив дія пестицидів [76]. Поєднана дія іонізуючої радіації, пестицидів, нітратів, солей свинцю та кадмію у дозах, які віддзеркалюють реальні навантаження на населення, призводила до збільшення загальної, до- і постімплантаційної загибелі ембріонів, зменшення числа посліду, зміни співвідношення осіб чоловічої і жіночої статі у посліді у бік збільшення кількості самок, що свідчило про меншу резистентність плодів чоловічої статі. Усі зазначені зміни, як правило, підпорядковувалися прямій залежності «доза-ефект» [76, 96].

На даний час сучасна наука дала визначення лише основним механізмам комбінованої дії поллютантів, таким як шляхи метаболізму ксенобіотиків, але ще не встановлені всі фактори впливу [76, 103]. Порушення гомеостазу кальцію спричиняють розвиток свинцевої інтоксикації. При недостатці концентрації кальцію в раціоні відбувається зростання кількості адсорбовано свинцю. За зниженого рівня кальцію в крові гомеостатичні системи мобілізують не тільки його, але і свинець з депо. «Молекулярна мімікрія» є



важливим механізмом міжмембранної дії свинцю, тобто організм розпізнає свинець як кальцій і активує трансмембранне перенесення свинцю [84, 103, 117, 204, 211, 220].

Доволі актуальною проблемою нині є глибоке дослідження механізмів комбінованого впливу важких металів на живі організми, а також варто звернути увагу на окремі біохімічні процеси. Ретельне вивчення всіх факторів дасть можливість розробляти профілактичні заходи, які спрямовані на покращення і збереження здоров'я тварин та людей.

### **1.5. Способи зниження накопичення Pb і Cd у тваринницькій продукції**

Соціальні наслідки Чорнобильської катастрофи особливо тяжкими є для населення Полісся, де сільськогосподарське виробництво є головним сектором економіки. До того ж, галузь тваринництва зазнала величезних втрат в перші дні екологічної катастрофи. В основному небезпека полягала в тому, що радіонукліди та важкі метали потрапляли до організму людини через молоко та м'ясо [64, 120].

За даними авторів [51, 52], у післяаварійний період радіаційна ситуація у поліській зоні України залишається складною, що підтверджується високим вмістом  $^{137}\text{Cs}$  і важких металів у кормах і продукції тваринництва. Так, кількість проаналізованих проб з питомою активністю  $^{137}\text{Cs}$  у молоці та м'ясі вище допустимого рівня (ДР-97, 2006) становила у 2001 році в межах 1,0–33,9 %, 2006 – 0,2–10,9 і в 2010 році – 0,2–19,4 %. Водночас встановлено перевищення ГДК Плюмбуму в молоці та печінці яловій, відповідно, в 3,08 та 1,53 рази і Кадмію у найдовшому м'язі спини молодняка ВРХ в 1,86 рази. Окрім того, 42,3 % проаналізованих проб молока, 30,3 – яловичини і 10,3 % досліджених зразків свинини перевищували нормативні вимоги по Pb, 37,1–60,5 – Cd, 1,8–3,6 – Cu та 1,8 % – по Zn.

У дослідженнях Г.П. Перепелятнікова [104] було доведено, що від 70 до 95 %  $^{137}\text{Cs}$  надходить до організму людини з продукцією тваринництва. Тому

необхідно впроваджувати комплекс заходів, щоб знизити перехід радіонуклідів і важких металів у всіх ланках трофічного ланцюжка: «грунт → рослини (корми) → сільськогосподарські тварини → продукти тваринництва».

Головним джерелом надходження радіонуклідів та токсичних важких металів є корми, які потрапляють до організму тварин, а через продукцію тваринництва поллютанти мігрують до організму людини. Перехід шкідливих речовин із кормів у продукцію залежить від низки факторів, таких як екологічні та технологічні умови виробництва, види та ступені перетравності кормів, вік та фізіологічний стан тварин. Варто зазначити, що за повноцінної годівлі та правильно складеного раціону (збалансованого за речовинами із радіопротекторними властивостями), підвищується стійкість організму тварини до радіації, пришвидшується процес виведення радіонуклідів, знижується вміст полютантів у продукції. Тому, при балансуванні раціонів для тварин, які розміщуються на забруднених територіях, варто звертати увагу на амінокислоти (особливо сірковмісні), клітковину, мінеральні речовини, вітаміни (особливо А, Е, групи В, С), які є чудовими радіопротекторами [83, 110, 119].

Основною причиною виникнення мікроелементозів є незбалансована годівля. [146]. Проте, як нестача, так і надлишок мікроелементів може призводити до порушення обміну речовин у тварин та людей, що зумовлює виникнення різних захворювань [67].

Особливим етапом захисту тварин від несприятливих факторів є балансування їх годівлі за мінеральними речовинами та мікроелементами. За дефіциту певних мікроелементів у кормах або воді відбувається порушення обмінних процесів у організмі тварин, розвиток патологічних явищ, а також трапляються структурні зміни в органах та системах. Це призводить до зниження продуктивності тварин і сприяє збільшенню переходу радіоцезію та важких металів у продукцію тваринництва [114, 158].

Низка відомих як українських, так і закордонних дослідників дійшли загального висновку, що мікроелементи Co, J, Cu, Zn виконують важливу роль

для нормального функціонування організму тварини. Їх вплив розповсюджується на синтез гормонів і вітамінів, які входять до складу ферментів-каталізаторів обмінних процесів. Проводилася низка досліджень, які доводять важливу роль мікроелементів у процесі зниження концентрації радіонуклідів у організмі тварин та людини [201, 219]. Так, за результатами досліджень Славова В.П. зі співавторами встановлено, що збільшення в раціоні дійних корів таких мікроелементів, як Cu і Co на 30 %, а I – на 70 % вище від норми, надає можливість підвищити виділення  $^{137}\text{Cs}$  і K із сечею та знизити концентрацію  $^{137}\text{Cs}$  в молоці [27]. В інших дослідженнях видно, що зростання концентрації Купруму та Цинку в раціонах бугайців на 20 % сприяло зниженню накопичення у найдовшому м'язі спини радіоцезію і ртуті на 9,5–14,2 і 20,9–22,4 %, відповідно, при цьому концентрацію свинцю і кадмію в яловичині зростає у 1,08–2,72 рази [71].

Одним із прийомів зниження доступності радіонуклідів і важких металів у шлунково-кишковому тракті є згодовування тваринам сорбентів, що сприяють виведенню цих шкідливих речовин з калом та зниженню коефіцієнтів переходу в молоко та м'ясо [122, 152]. Такими добавками, насамперед, є природні мінерали: цеоліти, бентоніти, глауконіти, сапоніти, комплексна мінеральна добавка тощо. Численними дослідженнями, проведеними вітчизняними і зарубіжними вченими та практиками, встановлено, що природні мінерали нетоксичні, згодовування їх тваринам нешкідливо [32, 182]. Вони позитивно впливають на процеси травлення, що сприяє більш ефективному використанню поживних речовин раціону і підвищенню продуктивності тварин [61, 230].

У дослідженнях [182], проведених протягом постчорнобильського періоду, показано, що при згодовуванні дійним коровам кормових сорбентів на основі мінеральних силікатів можливо зменшити вміст  $^{137}\text{Cs}$  у молоці в 1,3–5,6 рази. Використання природних адсорбентів є ефективним не тільки у випадках опромінення організму, а й при забрудненні навколишнього

середовища токсичними речовинами, в тому числі солями важких металів, пестицидами, нітратами, нітритами і отрутохімікатами [16, 125].

Так, в дослідженнях Г.М. Вяйзенена і О.І. Токаря [151] найбільше зниження кадмію у молоці відмічається при введенні в раціон корів пасти ріпакової та 40 г цеоліту – в 2,88 і 3,50 раза. Аналогічне зниження мало місце по хрому – 10,19 і 14,47 раза за використання 20 г олії ріпакової, пасти та 60 г цеоліту. За даними [68, 156, 206], сапонін може зв'язувати і виводити з організму важкі метали та різні токсини, при цьому продуктивність тварин підвищується на 8–15 %. Використання каоліну та алуніту в раціонах молодняку свиней на відгодівлі позитивно впливають на виведення малих доз деяких важких металів [39].

Дослідження Савчука І.М. та ще цілого колективу авторів показують, що вміст  $^{137}\text{Cs}$ , Pb, Cd у тваринницькій продукції зростає за недостатньої кількості сирого і перетравного протеїну в раціонах. Оптимальне та повноцінне білкове живлення пригнічує токсичний вплив поллютантів. За правильно організованої годівлі знижається частка переходу  $^{137}\text{Cs}$  і важких металів із шлунково-кишкового тракту та зростає їх виведення із тіла тварини [133].

Пелюшка (горох польовий) може стати дуже цінним білковим кормом у раціонах тварин, що вирощуються на теренах Українського Полісся. Дослідами науковців Інституту сільського господарства Полісся НААН доведено, що для встановлення оптимального рівня перетравного протеїну в раціонах для молодняку великої рогатої худоби за рахунок екструдованого зерна пелюшки, якщо порівнювати її із привозною соняшниковою макухою, спостерігалася тенденція до зменшення накопичення кадмію у м'язовій тканині майже на 80 %, а в печінці – на 57,3 % [126, 133].

За даними закордонних дослідників доведено, що при застосуванні в годівлі корів пасовищної трави коефіцієнт переходу цезію-137 в молоко зростав з 0,39 до 1,77 %. В свою чергу, додавання до пасовищної трави силосу та сіна давало можливість отримати такі результати: 0,18 і 0,81 %. Це приводить до висновку, що при збільшенні перетравності кормів раціону

улітку призводить до більш високої адсорбції радіоцезію в шлунково-кишковому тракті і тому до зростання його концентрації в м'язовій тканині овець [202].

Якщо перевезти радіонукліди в рубці із іонного стану в зв'язаний до надходження в тонкий кишечник, значно знижується вірогідність їх переходу в тваринницьку продукцію. Для цього до корму додають добавки фероцину, який створює в шлунково-кишковому тракті нерозчинні зв'язки з  $^{137}\text{Cs}$ . Ефективність фероцину виражається у зниженні переходу  $^{137}\text{Cs}$  в молоко та м'ясо в 3–10 разів [111, 133, 202]. Порошкоподібний фероцин вводять тваринам з кормом, з різними наповнювачами, в складі кормосумішей, брикетів-лизунців із мінеральними елементами. Широкого застосування у скотарстві здобули спеціальні великі воскові пілюлі з фероцином – болюси [109, 111].

Пектини та флаваноїди рослин допомагають зв'язувати та виводити радіонукліди та важкі метали із організму. Дослідниками встановлено та доведено, що при заміні коренеплодами кукурудзяного силосу у силосно-концентратний раціонах за відгодівлі бугайців відбувається зниження концентрації  $^{137}\text{Cs}$  на 20,1 %, Pb – 36,2 і Cd – на 34,1 % у продуктах забою, а саме у яловичині [154].

Наостанок слід зазначити, що балансування складу раціону і його оптимізація за поживними та біологічно активними речовинами, застосування різноманітних кормових добавок з радіопротекторними властивостями і умовно «чистих» кормів для годівлі тварин є основними способами зниження накопичування радіонуклідів і важких металів у тваринницькій продукції за її виробництва в забруднених зонах.

### **Висновок до розділу 1**

Дані літератури переконливо свідчать, що забруднення довкілля радіонуклідами та важкими металами, які спричинюють екологічний ризик для здоров'я тварин і людей, є нині однією з актуальних проблем сьогодення.

Загострення цієї проблеми відбулося після аварії на Чорнобильській АЕС, внаслідок якої значна територія українського Полісся забруднилася токсичними речовинами. Значна частина Зони Полісся відзначається високим рівнем вмісту радіонуклідів і важких металів у ґрунті, воді та вегетативній частині кормових культур. Сполуки шкідливих речовин, які потрапляють до ґрунту, часто нагромаджуються в ньому, що небезпечно для нормального функціонування ґрунтової екосистеми. Полютанти дуже шкідливі для сільськогосподарських тварин через їх високу міграційну здатність, схильність до біоаккумуляції та інтенсивну політропну дію.

Тому одним із пріоритетних напрямків є моніторинг важких металів у природному ланцюгу живлення. Це дає можливість дослідити механізм їх токсичного впливу на живий організм.

Проведений літературний огляд свідчить про те, що головним чинником отримання високоякісної продукції тваринництва виступає організація збалансованої годівлі, яка забезпечує тварин необхідним повноцінним живленням, як протеїновим та амінокислотним, так і достатньою кількістю мікро- та макроелементів. Отже, щоб отримувати екологічно безпечну продукцію тваринницької промисловості та територіях із значним рівнем різних полютантів, потрібно правильно організувати повноцінну годівлю сільськогосподарських тварин.

Особливого значення для Українського Полісся має організація повноцінної годівлі, оскільки територія зазнала впливу радіоактивного забруднення, в результаті чого рівень накопичення ксенобіотиків у молоці та м'ясі значно зросло. Достатнє протеїнове, вуглеводне та мінеральне живлення для тварин знижує токсичність шкідливих речовин, зменшує всмоктування радіоцезію та важких металів із травної системи та стимулює процес виведення їх з організму.

Основним джерелом надходження радіонуклідів і важких металів в організм тварин є корми. Тому мінімізація їх вмісту у кормах сприяє значно меншому надходженню токсичних речовин до організму тварин, у їх

продукцію і, зрештою, до людини. Саме тому необхідно знижувати пресинг радіонуклідів і важких металів у всіх ланках трофічного ланцюга «грунт →рослина (корм) →тварина →тваринницька продукція».

У сучасній літературі достатньо широко висвітлено роль різних кормових факторів у поліпшенні якості продукції тваринництва, що виробляється у локальних зонах антропогенного навантаження. Проте нагромаджена інформація недостатня для прогнозування та профілактики впливу цезію-137 і важких металів на природну резистентність організму, продуктивність тварин і екологічну якість молока та м'яса в зоні аварії на ЧАЕС.

Тому досить важливо, з метою зниження надходження токсичних речовин (радіонуклідів і важких металів) в організм тварин та їх продукцію, вивчити вплив оптимізації протеїнового живлення молодняку великої рогатої худоби за рахунок різних високобілкових кормів та природного мінералу сапоніту в раціонах молодняку свиней в умовах малоінтенсивного радіоактивного опромінення з метою прогнозу одержання максимально екологічно чистої тваринницької продукції.

## РОЗДІЛ 2

### ЗАГАЛЬНА МЕТОДИКА Й ОСНОВНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1. Умови проведення досліджень

Експериментальну частину роботи виконували в сільськогосподарських підприємствах і особистих господарствах населення Житомирської області та умовах фізіологічного двору Інституту сільського господарства Полісся НААН (с. Грозине Коростенського району Житомирської області) упродовж 2020–2023 років. Об'єктом досліджень були корми і продукція тваринництва, які вироблені на території з різним рівнем радіоактивного забруднення  $^{137}\text{Cs}$ , бугайці української чорно-рябої молочної породи та молодняк свиней великої білої породи.

Загальна схема проведення наукових досліджень представлена на рисунку 2.1.

За період досліджень здійснили моніторинг Pb і Cd у кормах, молоці та м'язовій тканині бугайців і свиней, провели два науково-господарські досліді, у тому числі один балансовий (обмінний) дослід. Для підтвердження вірогідності результатів, отриманих у науково-господарських дослідіах, виконали виробничу перевірку для уникнення чиннику випадковості.

Проведення моніторингу забруднення важкими металами кормів і молока дійних корів за стійлового їх утримання здійснено у сільськогосподарських підприємствах Житомирської області із різним рівнем радіоактивного забруднення території радіоцезієм від 37 до 555 кБк/м<sup>2</sup>: до 37 кБк/м<sup>2</sup> – ДПДГ «Нова Перемога» Житомирського і ПАФ «Єрчики» Бердичівського районів; 37–185 кБк/м<sup>2</sup> – дослідне поле і фізіологічний двір Інституту сільського господарства Полісся НААН України Коростенського району; більше 185 кБк/м<sup>2</sup> – СТОВ «Відродження» і ФГ «Кавецького» Коростенського району (табл. 2.1) [225].



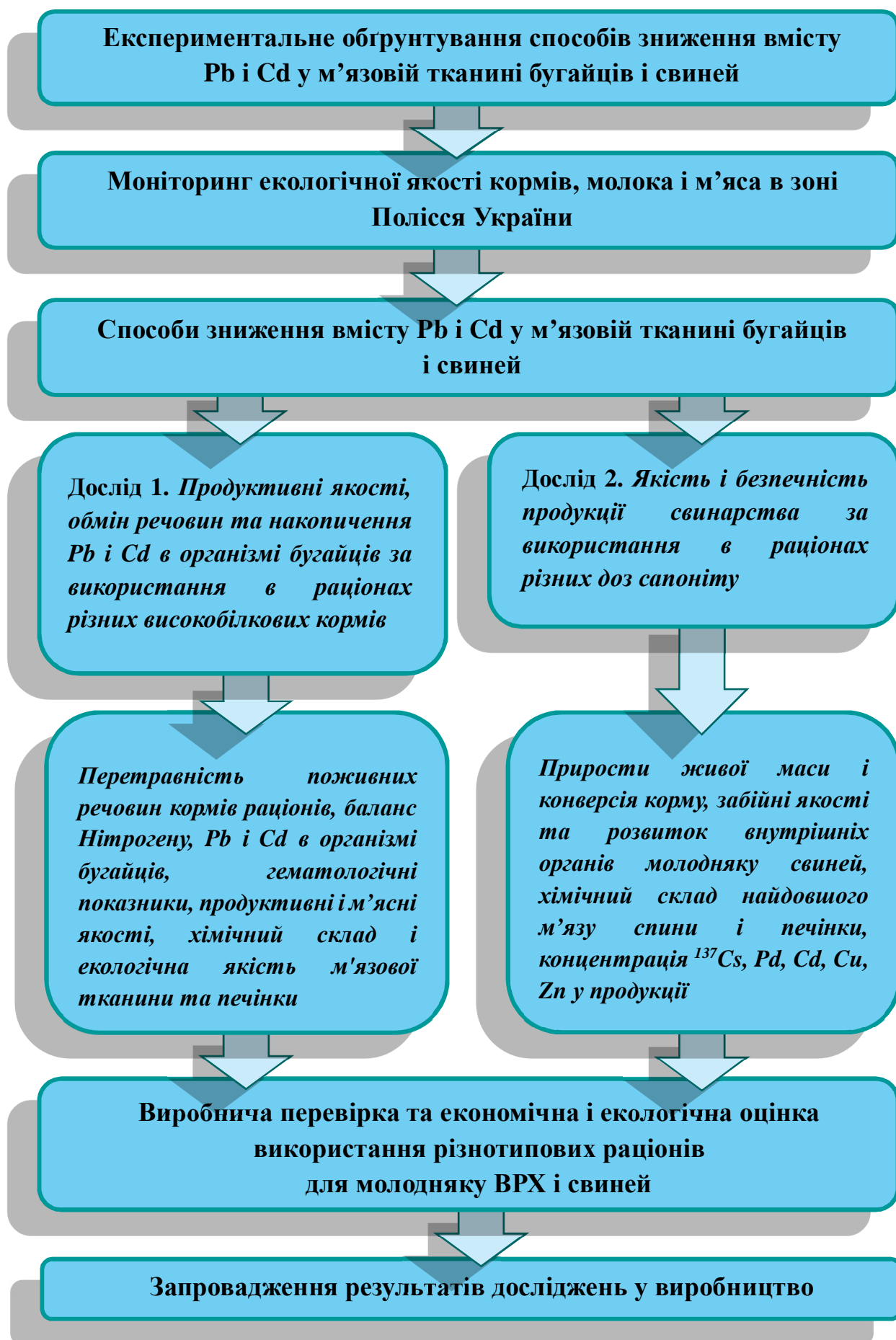


Рис. 2.1. Загальна схема досліджень

Таблиця 2.1

**Схема відбору зразків кормів та незбираного молока  
у господарствах Житомирщини**

№ групи	Щільність забруднення с.-г. угідь $^{137}\text{Cs}$	Назва господарства	Місце розташування	Кількість відібраних проб, шт.	
				корми	молоко
1	до 37 кБк/м <sup>2</sup>	ДПДГ «Нова Перемога»	Житомирський р-н, с. Ст. Чортория	41	12
		ПАФ «Єрчики»	Бердичівський р-н, с. Єрчики	30	12
2	37–185 кБк/м <sup>2</sup>	Фіздвір ІСГП НААН України	Коростенський р-н, с. Грозине	60	18
3	більше 185 кБк/м <sup>2</sup>	СТОВ «Відродження»	Коростенський р-н, с. Купеч	19	8
		ФГ «Кавецького»	Коростенський р-н, с. Норинці	19	18

Експериментальні дослідження на повновікових дійних коровах проводили у зимово-стійловий період 2020–2021 років. Годівля піддослідних тварин триразова, до складу раціонів входили сіно злакове і люцерни, солома ячмінна, сінаж різнотравний і люцерни, силос кукурудзяний і різнотравний, зерноsumіш, макуха і шрот соняшникові [225].

Зразки кормів у господарствах відбирали у поліетиленові пакети, на яких були етикетки із назвою господарства, назвою корму, датою відбору. Середня маса зразка кормів для досліджень становила 1,5 кг. Молоко дійних корів відбирали після вранішнього доїння у стерильні скляні банки з етикетками об'ємом 1 л. На кожну ємність приклеювали етикетку, на якій вказували місце відбору, час відбору, номер зразка.

Моніторинг забруднення м'язової тканини бугайців та свиней Pb і Cd також проводили на територіях з різним рівнем забруднення території  $^{137}\text{Cs}$  за наступною схемою (табл. 2.2) [225].

Таблиця 2.2

**Схема відбору зразків найдовшого м'яза спини піддослідних тварин  
в особистих підсобних господарствах Житомирської області**

№ групи	Щільність забруднення с.-г. угідь $^{137}\text{Cs}$	Населений пункт	Район	Кількість відібраних проб м'язової тканини, шт.	
				бугайці	молодняк свиней
1	до 37 кБк/м <sup>2</sup>	с. Мала Деревичка	Житомирський	4	3
		сmt. Любар	Житомирський	5	4
		с. Єрчики	Бердичівський	4	4
		с. Почуйки	Бердичівський	5	3
2	37-185 кБк/м <sup>2</sup>	с. Немирівка	Коростенський	3	3
		с. Сингаї	Коростенський	3	3
		с. Грозине	Коростенський	6	3
		фіздвір Інституту Полісся НААН України	Коростенський	6	3
3	більше 185 кБк/м <sup>2</sup>	сmt Народичі	Коростенський	-	2
		с. Ласки	Коростенський	-	2
		с. Христинівка	Коростенський	-	3
		с. Купеч	Коростенський	-	2

Для лабораторних аналізів відбирали зразки найдовшого м'яза спини свиней та бугайців у віці 10–12 міс. та 18–20 міс., відповідно, маса відібраних зразків – 1 кг. Зразки упаковували у щільні поліетиленові пакети із застібкою. На пакети наклеювали бірки, де вказували місце відбору, шифр зразка, вік тварин.

Для проведення науково-господарських дослідів за принципом пар-аналогів підбирали групи клінічно здорового молодняку великої рогатої худоби (бугайців) та свиней з урахуванням походження, віку, живої маси, інтенсивності росту у порівнювальний період [89, 90]. Показники, за якими характеризували тварин, в середньому практично рівнозначні у кожній із зазначених груп. Згідно з прийнятими технологічними вимогами,

здійснювалося утримування піддослідних тварин в одному: бугайців у стійлах прив'язно, свиней – у групових клітках, обладнаних дерев'яною підлогою. Режим годівлі та напування, параметри мікроклімату в усіх групах були однаковими.

Раціони тварин за складом основних кормів різнилися між групами, водночас вони були збалансовані за основними поживними речовинами, їх коригували щомісяця відповідно до живої маси і середньодобових приростів згідно з сучасними деталізованими нормами годівлі та урахуванням фактичного хімічного складу і поживної цінності кормів [43].

Перший науково-господарський дослід проводили впродовж 2020–2021 років, у якому визначали продуктивні якості та обмін речовин в організмі бугайців української чорно-рябої молочної породи за використання в раціонах зерноsumішей з різними високобілковими кормами. Для дослідів відібрали 14 бугайців віком 12,5–13,0 міс. живою масою 267–272 кг, з яких сформували дві групи по 7 голів у кожній: одну контрольну та одну дослідну. Загальна тривалість дослідів становила 184 доби, при цьому підготовчий (порівняльний) період становив 49 діб, а дослідний – 135 діб (табл. 2.3).

*Таблиця 2.3*

**Схема проведення першого науково-господарського дослідів**

Групи	Кількість тварин у групі, гол.	Періоди дослідів	
		зрівнювальний (49 діб)	дослідний (135 діб)
I – контрольна	7	ОР (основний господарський раціон) – силос кукурудзяний, сіно злакове, сіль кухонна + зерноsumіш №1	ОР + зерноsumіш №1
II – дослідна	7	ОР + зерноsumіш №1	ОР + зерноsumіш №2

У підготовчий період науково-господарського дослідів усім піддослідним бугайцям згодовували корми основного раціону (ОР), до якого входили зерноsumіш №1, силос кукурудзяний, сіно злакове, сіль кухонна. У

обліковий період досліджень молодняк ВРХ I-ої (контрольної) групи отримували ті ж самі корми, що і у порівняльній групі, а аналоги II-ої (дослідної) групи – зерноsumіші №2.

До складу зерноsumіші №1 для годівлі піддослідних тварин введені зернові концентрати власного виробництва, вирощені в III-ої зоні радіоактивного забруднення внаслідок аварії на ЧАЕС (% за масою): пшениця – 50, люпин – 30, овес – 20. Зерноsumіш №2 складалася також із аналогічної кількості пшениці і вівса, а замість люпину вузьколистого використовували «умовно чисті» кормові боби, які вирощені на полях ДПДГ «Нова Перемога» Житомирського району Житомирської області [168].

Об'ємні корми роздавали два рази на добу окремо кожній тварині в індивідуальну годівницю, які зважували перед кожною годівлею. До складу концентрованих кормів входили подрібненні зерна злакових і бобових культур, які виготовляли безпосередньо на фермі і роздавали під час ранкової годівлі бугайців. Кормові з'їди вибирали з годівниць після кожної годівлі, а також проводили 1 раз в декаду підрахунок фактичного споживання кормів упродовж двох діб поспіль. Також, відбирали зразки проб середньодобових залишків для здійснення зоохімічного аналізу.

На фоні першого науково-господарського дослідження згідно із загальноприйнятими методиками у зоотехнії [90] проводили балансовий дослід для встановлення впливу досліджуваних факторів на перетравність поживних речовин кормів раціонів, засвоєння Нітрогену, баланс важких металів в організмі бугайців. Для обмінного дослідження з кожної групи відібрали по три тварини, яких утримували в індивідуальних клітках на прив'язі. Підготовчий період тривав 10 діб, основний (обліковий) – 7 діб. Також, у період проведення досліджень здійснювали індивідуальний облік спожитих кормів і виділених калу та сечі з відбором середніх проб для аналізу [165].

Перед взяттям середньої проби калу досліджувану масу обов'язково перемішували та відбирали 10 % від представленої кількості. Відібрані зразки поміщали в скляні банки з притертими кришками, при цьому додаючи

консервант (5 % розчин соляної кислоти) із розрахунку 10 мл на 100 г калу, а також декілька крапель хлороформу [80].

Відібрану пробу сечі, насамперед, зважували, після чого рідину проціджували та поміщали в банки з притертими кришками, відбираючи середню пробу в кількості 5 %, а для її консервування додавали 10 % розчин соляної кислоти із розрахунку 5 мл на 100 г сечі і 1–2 мл тимолу.

Середню пробу залишків кормів (10 %) відбирали після зважування і поміщали у скляний посуд з притертими кришками, куди додавали для консервації декілька крапель хлороформу.

Температурний режим для зберігання проб до моменту проведення лабораторного дослідження коливався в межах від +5 до +7 °С.

Другий науково-господарський дослід проводили на молодняку свиней великої білої породи впродовж 2021–2022 років, схема якого наведена в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

**Схема проведення другого науково-господарського дослідів  
на молодняку свиней**

Група	Кількість тварин у групі, гол.	Періоди дослідів	
		зрівнювальний (18 діб)	дослідний (185 діб)
I – контрольна	7	ОР (основний раціон) – дерть ячмінна, пшенична і горохова, буряк кормовий, крейда, сіль кухонна	ОР
II – дослідна	7	ОР	ОР+3% сапоніту від маси концентратів у раціоні
III – дослідна	7	ОР	ОР+5% сапоніту від маси концентратів у раціоні
IV – дослідна	7	ОР	ОР+7% сапоніту від маси концентратів у раціоні

Тривалість порівняльного та дослідного періодів становила 18 та 185 діб, відповідно. Молодняк I-ої (контрольної) групи упродовж дослідного періоду отримував основний раціон, який складався із дерті ячмінної, пшеничної та горохової, буряка кормового, крейди та кухонної солі [80]. Свиням II, III та IV (дослідних) груп додатково до основного раціону задавали природний мінерал сапоніт у кількості 3 %, 5 та 7 % від маси концентрованих кормів. Концентровані корми згодовували піддослідному молодняку свиней два рази на добу, напування – з корит.

Виробничу перевірку отриманих результатів досліджень проводили в державному підприємстві дослідному господарстві «Нова Перемога» та на фізіологічному дворі Інституту сільського господарства Полісся НААН за наступними схемами (табл. 2.5).

Таблиця 2.5

#### Схема проведення виробничої перевірки результатів досліджень

Групи	Кількість тварин у групі, гол.	Умови годівлі тварин у дослідний період (120 діб)
<b>Бугайці (дослід 3)</b>		
I – контрольна	15	ОР (основний раціон) – силос кукурудзяний, сінаж люцерни, солома ячмінна, сіль кухонна + зерноsumіш №1
II – дослідна	15	ОР + зерноsumіш №2
<b>Молодняк свиней (дослід 4)</b>		
I – контрольна	15	ОР – зерноsumіш №1
II – дослідна	15	ОР – зерноsumіш №2

При проведенні виробничої перевірки на молодняку великої рогатої худоби (дослід 3) до складу зерноsumішей входили наступні концкорми (% за масою): № 1 – пшениця – 40, люпин – 35, овес – 25; №2 – пшениця – 40, кормові боби – 35, овес – 25.

Для виконання виробничої перевірки на молодняку свиней (дослід 4) було сформовано дві групи-аналогів тварин по 15 голів у кожній. Контрольна

група підсвинків отримувала зерноsumіш №1, до складу якої входили (за масою, %): пшениця – 75, люпин вузьколистий (безалкалоїдний) – 10, комбікорм-концентрат К 55–13 – 15. Для тварин дослідної групи використовували зерноsumіш № 2, яка складалася із аналогічної кількості концентрованих кормів та природного мінералу сапоніту (3 % за масою).

## 2.2. Методи досліджень

Відбір проб кормів здійснювали згідно з ДСТУ ISO 6497:2005 [49], молока – ДСТУ ISO 707:2002 [50], м'язової тканини – згідно з ДСТУ 7992:2015 [48]. Поживну цінність раціонів визначали на основі хімічного аналізу окремих кормів та їх залишків. Зоохіманаліз кормів проводили за загальноприйнятими методиками [73, 81] в лабораторії агрохімічних досліджень екологічної безпеки земель та якості продукції Інституту сільського господарства Полісся НААН (свідоцтво про відповідність системи вимірювань вимогам ДСТУ ISO 10012:2005 від 23.01.2023 р. №0097) (дод. Ж). Наважку кормів, їх залишків, калу, сечі висушували в сушильній шафі до повітряно-сухого стану за температури 60–65 °С і визначали початкову вологу. Потім шляхом висушування в сушильній шафі повітряно-сухої наважки до постійної маси за температури 100–105 °С досліджували гігроскопічну вологу. Загальну вологу встановлювали розрахунковим шляхом [74].

Окрім цього, у досліджуваному матеріалі визначали:

- загальний Нітроген – класичним методом за К'ельдалем;
- сиру клітковину – за Геннебергом та Штоманом;
- сирий жир – методом екстрагування абсолютно сухої наважки в апараті Сокслета;
- сиру золу – шляхом спалювання у муфельній печі за температури 500–600 °С;
- кальцій – трилонометричним методом за флуорексоном;
- фосфор – фотоколориметричним методом;



– сирий протеїн, безазотисті екстрактивні речовини (БЕР), обмінну енергію – розрахунковим шляхом;

– перетравний протеїн, цукор, крохмаль, мікроелементи, вітаміни – за довідниковими даними [41, 44, 90].

Лабораторні дослідження кормів, молока та м'язової тканини тварин на вміст Pb і Cd проводили у лабораторії екологічної безпеки земель, довкілля та якості продукції Житомирської філії державної установи «Інститут охорони ґрунтів України» (свідоцтво про визначення вимірювальних можливостей № 43, видане 27 грудня 2018 р.). Визначення вмісту важких металів проводили атомно-абсорбційним методом згідно з ДСТУ 7670:2014 [47], аналіз – на атомно-абсорбційному спектрофотометрі «Квант-2А».

Вміст  $^{137}\text{Cs}$  у кормах і продукції тваринництва визначали на гамма-радіометрах РУГ-91 «Адані» та СЕГ-0,5 .

Баланси Нітрогену, Плюмбуму і Кадмію в організмі бугайців розраховували як різницю між кількістю спожитих речовин із кормів та їх виділень із калом і сечею. Перетравність поживних речовин розраховували за різницею поживних речовин, що надійшли до організму з кормами та їх кількістю, що виділялася з калом [62].

Для встановлення живої маси бугайців і свиней проводили індивідуальні зважування кожної дослідної голови окремо, до ранкової годівлі на початку і в кінці кожного періоду досліду та щомісячно. Розрахунок оплати корму приростами живої маси здійснювали шляхом визначення витрати кормів на одиницю продукції у тварин контрольної та дослідних груп.

Контрольні забої проводили для оцінки м'ясних якостей тварин (за технологією, прийнятою на м'ясопереробних підприємствах), для цього із кожної групи відбирали по три голови, жива маса яких відповідала середнім показникам за групами. Визначали масу парної туші, внутрішнього жиру та забійні показники шляхом ділення маси парної туші на живу масу після голодної витримки.

Для проведення хімічного аналізу м'яса відбиралися 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 за 500–600 °С. Калорійність м'яса визначали розрахунковим методом за формулою В.М. Александрова [88]:

$$K = [C - (Ж + 3)] \times 41 + Ж \times 93,$$

де  $K$  – калорійність м'яса, Ккал/кг;

$C$  – суха речовина, %;

$Ж$  – уміст жиру, %;

$З$  – уміст золи, %;

41 – калорійність 10г білка, Ккал;

93 – калорійність 10г жиру, Ккал.

Коефіцієнти переходу радіоцезію і важких металів у ланцюгу «раціон – продукція тварин» розраховували за формулою:

$$КП = A_{\text{прод.}} / A_{\text{рац.}} \times 100,$$

де КП – коефіцієнт переходу, %;

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

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

Кров для досліджень відбирали із яремної вени від 3 тварин із кожної групи вранці до ранкової годівлі. В крові визначали:

- еритроцити та гемоглобін на еритрогемометрі;
- лейкоцити шляхом підрахунку в камері Горяєва;
- резервну лужність по Вікторову та Жеребцову;
- кальцій – трилонометричним методом;
- фосфор – по Бріксу;
- каротин – по Рачевському;
- загальний білок – рефрактометричним методом на рефрактометрі РЛУ.

Економічна ефективність розраховувалася за загальноприйнятими методиками аналізу, виходячи із продуктивності тварин, затрат кормів [1, 112].

Матеріали досліджень обробляли методом варіаційної статистики на основі розрахунку середнього арифметичного ( $M$ ), середньоквадратичної похибки ( $m$ ) та достовірності різниці між порівнювальними показниками ( $P$ ) [161]. Для показу вірогідності в таблицях прийняті умовні позначення:  $P > 0,95$ ;  $P > 0,99$ ;  $P > 0,999$ .

Усі маніпуляції з тваринами проводили згідно з Європейською конвенцією про захист хребетних тварин, яких використовують з експериментальною та науковою метою [55].

## **Висновок до розділу 2**

Застосування сучасних зоотехнічних, хімічних, радіологічних, спектрометричних та гематологічних методів дало можливість отримати достовірні результати досліджень, систематизувавши та опрацювавши які виконали всі поставлені завдання дисертаційної роботи.

## РОЗДІЛ 3

### РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 3.1. Проведення моніторингу екологічної якості кормів, молока і м'яса за їх виробництва в зоні Полісся України

Дослідження вмісту важких металів у трофічному ланцюгу корми → організм тварин → продукція (молоко та м'ясо) у різних біогеохімічних провінціях України є актуальними й необхідними з огляду з'ясування їх розповсюдження у навколишньому середовищі, вивчення біогенної міграції поллютантів та процесу накопичення у тваринницькій продукції.

Уміст важких металів у кормах, що входять до раціону годівлі тварин, може спричинити хронічну інтоксикацію організму, накопичення поллютантів в органах і тканинах, міграцію в молоко та м'ясо [200]. Проведені дослідження в господарствах поліської зони України свідчать про те, що вміст Pb і Cd у кормах суттєво залежить від їх виду (табл. 3.1, дод. К, Л).

*Таблиця 3.1*

#### Концентрація важких металів у кормах, мг на 1 кг натурального корму

Корми	Важкі метали					
	Pb			Cd		
	n	M ± m	% проб вище ГДК	n	M ± m	% проб вище ГДК
Сіно злакове і бобове, солома озимих	43	2,462±0,134	0	43	0,323±0,023	41,9
Сінаж люцерни і різнотравний	24	1,201±0,075	0	24	0,179±0,017	8,3
Силос кукурудзаний і різнотравний	31	0,768±0,077	0	31	0,091±0,014	6,4
Зерноsumіш	46	1,084±0,086	0	40	0,186±0,016	10,0
Макуха і шрот соняшникові	25	1,639±0,134	0	25	0,478±0,053	60,0
Гранично допустима концентрація (ГДК)	x	5,0	x	x	0,3	x

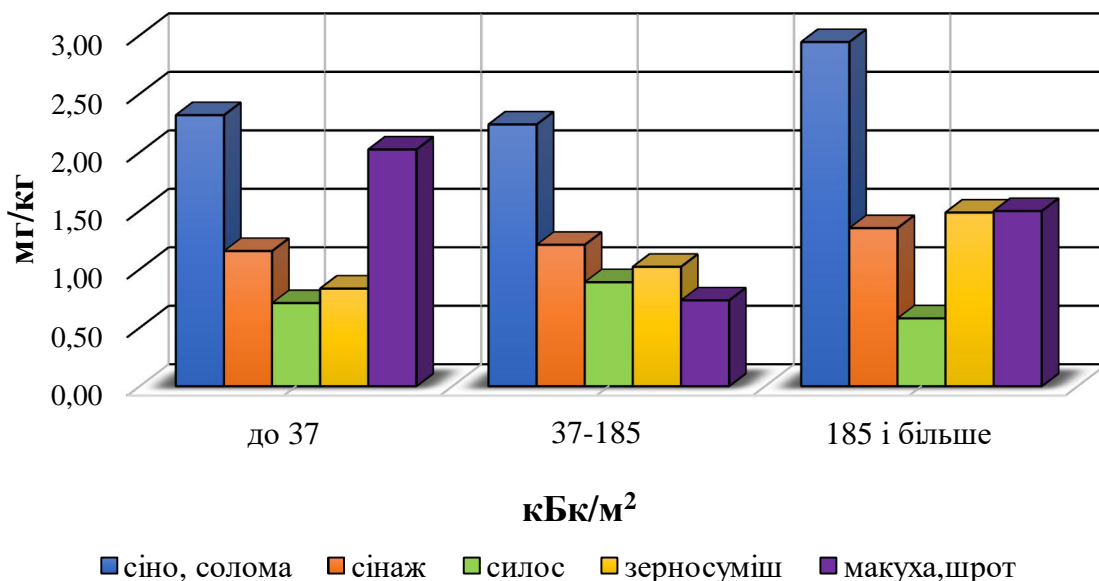
Плюмбум не належить до життєво необхідних мікроелементів і є дуже токсичним для живих організмів. Здебільшого найвищу концентрацію Pb відмічають у ґрунтах, що знаходяться вздовж автомобільних доріг. У радіусі 200 м від дорожнього полотна рівень забрудненості сягає 100–1000 мг/кг. Взявши до уваги вище зазначені дані, можна з впевненістю сказати, що рослини, які вирощувалися на ґрунтах поблизу автострад, містять значну кількість важкого металу. За даними проведених досліджень встановлено, що із усіх обстежених кормів найбільше накопичують Pb грубі корми – сіно злакове і бобове та солома озимих культур (2,462 мг/кг). Завезені у господарства зони Полісся макуха і шрот соняшникові також містять значну кількість цього елемента – 1,639 мг/кг. В інших кормах вміст Pb варіює в межах від 0,768 мг/кг (силос кукурудзяний і різнотравний) до 1,201 мг/кг (сінаж люцерни і різнотравний). Варто зазначити, що жоден з проаналізованих видів кормів не перевищує гранично допустимої концентрації (5,0 мг/кг) за цим елементом.

Джерелами потрапляння Кадмію у ґрунт є продукти згорання дизельного палива, виплавка руди та внесення різних добрив. Він має високу рухомість, швидко засвоюється рослинами і нагромаджується в їх вегетативній масі [115], цей показник не перевищує 100–180 мг/кг [227].

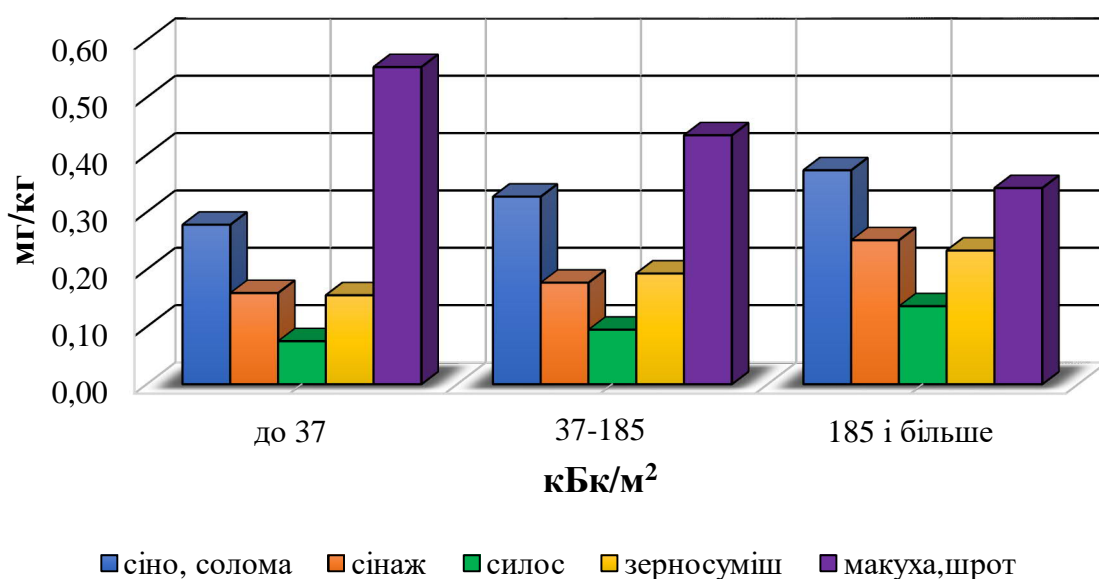
Найвища концентрація Cd виявлена у соняшниковій макусі і шроті – 0,478 мг/кг. До того ж, 60 % проб цього виду корму перевищували ГДК за цим металом. Встановлено суттєве накопичення Cd у сіні та соломі – 0,323 мг/кг. Окрім цього, 41,9 % проаналізованих проб грубих кормів за вмістом Cd виявилися вищими за нормативні вимоги (0,3 мг/кг). Концентрація Cd в силосі, сінажі і зерноsumіші за середнім значенням становила 0,091 мг/кг, 0,179 і 0,186 мг/кг, відповідно. Наразі у цих кормах також зустрічаються проби, які перевищують ГДК за цим важким металом: 6,4 % у силосі кукурудзяному і різнотравному, 8,3 % – сінажі люцерни і різнотравному, 10,0 % – у зерноsumіші. Високий вміст Cd у кормах можна пояснити значним внесенням

у ґрунт фосфатних і калійних добрив. Так, за даними деяких авторів [9], з фосфатними добривами у ґрунт щорічно вноситься 3–4 г/га Cd.

З метою встановлення накопичення важких металів (Pb, Cd) у кормах було проведено їх дослідження в господарствах поліської зони України залежно від рівня радіоактивного забруднення території  $^{137}\text{Cs}$ : до 37 кБк/м<sup>2</sup>, 37–185 та 185 кБк/м<sup>2</sup> і більше (рис. 3.1, 3.2).



**Рис. 3.1.** Вміст Pb у кормах залежно від щільності радіоактивного забруднення території  $^{137}\text{Cs}$



**Рис. 3.2.** Вміст Cd у кормах залежно від щільності радіоактивного забруднення території  $^{137}\text{Cs}$

Встановлено чітку закономірність між вмістом Pb у кормах та щільністю радіоактивного забруднення території – зі збільшенням рівня забруднення ґрунту  $^{137}\text{Cs}$  концентрація важкого металу підвищується в грубих кормах з 2,317 до 2,942 мг/кг (на 27,0 %,  $P > 0,95$ ), сінажі – з 1,155 до 1,351 мг/кг (на 17,0 %,  $P < 0,95$ ), зерноsumіші – з 0,834 до 1,484 мг/кг (на 77,9 %,  $P > 0,95$ ). Водночас найменший вміст Pb в силосі встановлено в господарствах з максимальним рівнем радіоактивного забруднення території  $^{137}\text{Cs}$  (0,579 мг/кг), а найбільший (0,889 мг/кг) – у господарствах з рівнем забруднення ґрунту 37–185 кБк/м<sup>2</sup>. Концентрація Pb у соняшниковій макусі і шроті коливалася в межах від 0,733 до 2,023 мг/кг і не залежала від щільності радіоактивного забруднення території  $^{137}\text{Cs}$  [131, 225].

Ще більш прямолінійну залежність встановлено між вмістом Cd у кормах і щільністю радіоактивного забруднення території  $^{137}\text{Cs}$  (рис. 3.2). Так, зі збільшенням рівня забруднення ґрунту радіоцезієм від 37 до 185 кБк/м<sup>2</sup> і більше концентрація елемента в кормах підвищується (за виключенням соняшnikової макухи і шроту): у сіні і соломі – з 0,278 до 0,373 мг/кг, або на 34,2 %, сінажі – з 0,159 до 0,251 мг/кг, або на 57,9 %, силосі – з 0,075 до 0,136 мг/кг, або на 81,3 %, у зерноsumіші – з 0,155 до 0,233 мг/кг, або на 50,3 % за статистично вірогідної різниці ( $P > 0,95$ ). За вмістом Cd у соняшnikовій макусі і шроті та рівнем забруднення ґрунту  $^{137}\text{Cs}$  встановлена обернена прямолінійна залежність – концентрація елемента знижується з 0,553 до 0,342 мг/кг, або на 38,2 %. Ймовірно, це пов'язано із завезенням цих високобілкових кормів у господарства Житомирщини з переробних підприємств України за різної технології їх приготування [131, 225].

Отже, з метою отримання екологічно безпечної продукції тваринництва, нагальним є контроль вмісту шкідливих речовин у рослинницькій продукції та кормах. За високого вмісту поллютантів у кормах раціонів підвищується ризик їх накопичення в організмі тварин та молоці і м'ясі вище санітарно-гігієнічних вимог.

За даними проведених досліджень встановлено, що продукція тваринництва, яка виробляється в господарствах Житомирщини, також в значній мірі забруднена важкими металами (табл. 3.2, дод. К, Л).

Таблиця 3.2

**Уміст Pb і Cd у молоці та м'язовій тканині тварин, мг/кг**

Продукція	Важкі метали					
	Pb			Cd		
	n	M ± m	% проб вище ГДК	n	M ± m	% проб вище ГДК
Молоко	68	0,145±0,008	33,8	68	0,027±0,001	41,2
Гранично допустима концентрація	x	0,10	x	x	0,03	x
Найдовший м'яз спини бугайців	36	0,239±0,011	0	36	0,074±0,007	72,2
Найдовший м'яз спини свиней	35	0,232±0,008	0	35	0,061±0,002	80,0
Гранично допустима концентрація (ГДК)	x	0,5	x	x	0,05	x

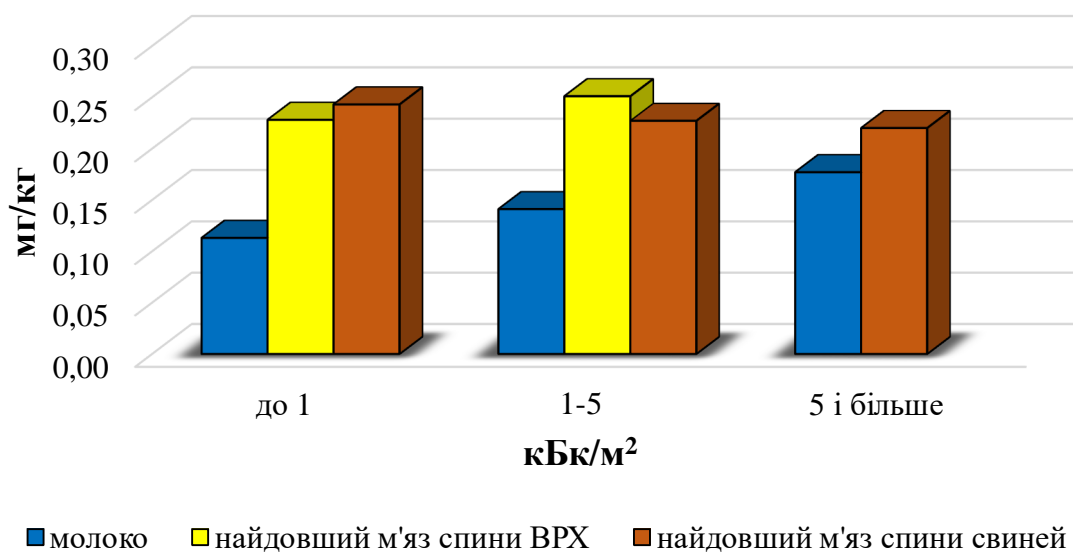
Так, при обстеженні 68 проб молока корів встановлено перевищення гранично допустимої концентрації Pb в молоці в 1,45 рази, внаслідок чого 33,8 % продукції за цим елементом виявилися вище санітарно-гігієнічних вимог. За середнім значенням вміст Cd у молоці корів становив 0,027 мг/кг, що нижче за ГДК, проте 41,2 % проб молока виявилися вищими за цей показник [134, 135, 225].

Найдовший м'яз спини бугайців і свиней, порівняно з молоком, дещо менше забруднюється Pb – 0,239 мг/кг і 0,232 мг/кг, відповідно, що не перевищує гранично допустимої концентрації. Водночас накопичення Cd в м'язовій тканині бугайців і свиней доволі високі – 0,074 мг/кг і 0,061 мг/кг, відповідно, що вище за ГДК в 1,48 і 1,22 рази. Окрім того, 72,2 % і 80,0 % проб найдовшого м'яза спини великої рогатої худоби і свиней перевищували нормативні вимоги за вмістом Cd у продукції [134, 135, 225].

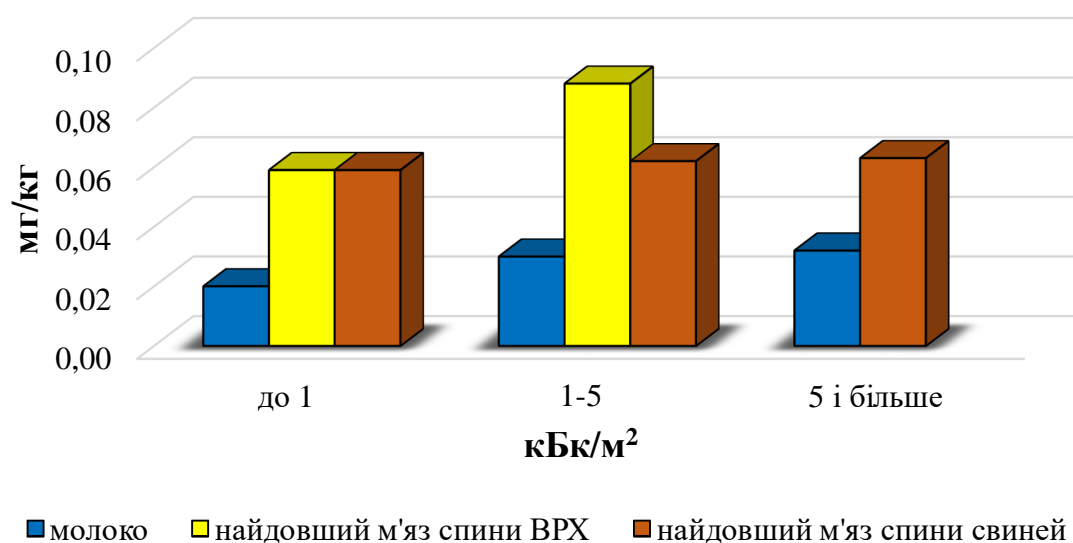


Як свідчать отримані дані, вироблене коров'яче молоко в господарствах Полісся України містить значну кількість як Pb, так і Cd, а м'язова тканина ВРХ і свиней відмічається високою концентрацією Cd.

Нами проаналізовано вміст важких металів у молоці корів зимово-стійлового періоду утримання, яловичині та свинині за їх виробництва в господарствах Житомирщини при різних рівнях радіоактивного забруднення території  $^{137}\text{Cs}$ : до 37 кБк/м<sup>2</sup>, 37–185 та 185 кБк/м<sup>2</sup> і більше (рис. 3.3, 3.4).



**Рис. 3.3. Накопичення Pb у продукції тваринництва залежно від щільності радіоактивного забруднення території  $^{137}\text{Cs}$**



**Рис. 3.4. Накопичення Cd у продукції тваринництва залежно від щільності радіоактивного забруднення території  $^{137}\text{Cs}$**

Як свідчать наведені дані, найбільший вміст Рb відмічено у молоці дійних корів, які утримуються в господарствах з найвищим рівнем радіоактивного забруднення території  $^{137}\text{Cs}$  (більше  $185 \text{ кБк/м}^2$ ) –  $0,177 \text{ мг/кг}$ . За цим показником вони переважають тварин з інших груп на  $0,036\text{--}0,064 \text{ мг/кг}$ , або в  $1,25\text{--}1,57$  рази за високодостовірної різниці ( $P > 0,999$ ). Окрім того,  $96,1 \%$  проб молока від корів цієї групи перевищували ГДК за вмістом Рb [135, 225].

З підвищенням рівня забруднення ґрунту радіоцезієм концентрація Рb у найдовшому м'язі спини бугайців також зростає – з  $0,228$  до  $0,251 \text{ мг/кг}$ , або на  $10,1 \%$  ( $P < 0,95$ ), тоді як у м'язовій тканині свиней вміст елемента зменшується з  $0,243$  до  $0,220 \text{ мг/кг}$ , або на  $9,5 \%$ . Це можна пояснити різною технологією годівлі молодняку свиней у господарствах лісостепової та поліської зон Житомирщини [225].

З підвищенням щільності радіоактивного забруднення території  $^{137}\text{Cs}$  від  $37$  до  $185 \text{ кБк/м}^2$  і більше вміст Cd у продукції тваринництва також збільшується: у молоці – з  $0,020$  до  $0,032 \text{ мг/кг}$ , або в  $1,60$  рази ( $P > 0,999$ ); найдовшому м'язі спини бугайців – з  $0,059$  до  $0,088 \text{ мг/кг}$ , або в  $1,49$  рази ( $P > 0,95$ ); найдовшому м'язі спини свиней – з  $0,059$  до  $0,063 \text{ мг/кг}$ , або в  $1,07$  рази ( $P < 0,95$ ) [134, 225].

Результати досліджень підрозділу 3.1. опубліковані у наукових працях [131, 134, 135, 225]:

Савчук І. М., Ковальова С. П., **Ящук І. В.** Моніторинг Рb і Cd у кормах зони Полісся. *Ефективне використання земельних ресурсів зони Полісся в умовах змін клімату* : матеріали Всеукраїнської наукової інтернет-конференції, 22 вересня 2022 р. Житомир : Інститут сільського господарства Полісся НААН, 2022. С. 90–93.

Савчук І. М., **Ящук І. В.** Моніторинг Cd у продукції скотарства в межах Житомирського Полісся. *Наукові читання 2023. Проблеми та перспективи розвитку тваринництва і ветеринарії в умовах євроінтеграції* : матеріали

науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів та аспірантів, 23 травня 2023 р. Житомир : Поліський національний університет, 2023. С. 250–251.

Савчук І. М., Ящук І. В. Моніторинг вмісту Pb у м'язовій тканині свиней зони Полісся України. *Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 7–8 липня 2022 р. Київ : Інститут агроєкології і природокористування НААН, 2022. С. 312–315.

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, № 6. P. 45–54.

### **Висновок до підрозділу 3.1.**

Аналіз екологічної якості продуктів забою сільськогосподарських тварин, які виробляється в господарствах Житомирщини, засвідчив, що концентрація Pb і Cd у молоці дійних корів, м'язовій тканині молодняку великої рогатої худоби і свиней у більшості досліджених проб не відповідає санітарно-гігієнічним вимогам. Тому нагальною проблемою і досі є пошук механізмів зниження концентрації важких металів у кормах. Це необхідно для того, щоб одержати безпечну та якісну продукцію тваринництва, які відповідають діючим нормативним вимогам. Одним з варіантів вирішення даного завдання є оптимізація протеїнового живлення тварин та включення до складу раціонів мінералів-сорбентів.

### **3.2. Продуктивні якості, обмін речовин та накопичення Pb і Cd в організмі бугайців за використання в раціонах різних високобілкових кормів (дослід 1)**

Мета досліджень – експериментально обґрунтувати використання різних високобілкових кормів у складі зерноsumішей для відгодівлі молодняку великої рогатої худоби в умовах зони Полісся; вплив досліджуваного фактора

на перетравність поживних речовин в організмі бугайців та їх продуктивність, накопичення  $^{137}\text{Cs}$ , Pb і Cd у м'язовій тканині в III-ої зоні радіоактивного забруднення.

### 3.2.1. Характеристика годівлі піддослідних тварин

Хімічний склад кормів та їх поживна цінність знаходяться у прямій залежності від ґрунтово-кліматичних умов вирощування, виду рослин, системи агротехнічних заходів, норм внесення добрив, технології заготівлі і умов зберігання. Тому існуючі дані хімічного складу кормових культур потребують постійного моніторингу за їх фактичним умістом для більш точного нормування раціонів великої рогатої худоби.

Хімічний склад та поживність кормів, які використовувалися під час проведення першого дослідження, наведено в додатках М, Н.

Абсолютні значення хімічного складу кормів знаходились у межах довідникових даних, характерних для рослинних кормових культур зони Полісся України.

Під час проведення першого науково-господарського дослідження раціони для годівлі піддослідного молодняка великої рогатої худоби корегувалися у залежності від вікової потреби тварин та вираховували їх на отримання 800–900 г середньодобового приросту живої маси. Тип годівлі тварин – силосно-концентратний.

За енергетичною поживністю, у структурі кормового раціону бугайців, концентровані корми становили 29,7–30,5 %, грубі – 26,1–26,4 та соковиті корми – 43,4–43,9 % (табл. 3.3).

Незначні відмінності у поживності раціонів обумовлені тим, що піддослідним бугайцям згодовували зерноsumіші різного складу (% за масою): I група – пшениця – 50, люпин вузьколистий (безалкалоїдний) – 30, овес – 20; II група – пшениця – 50, кормові боби – 30, овес – 20 [129, 168].

Таблиця 3.3

## Склад і поживність середньодобових раціонів піддослідних бугайців

Корми та поживні речовини	Групи			
	І – контрольна		ІІ – дослідна	
	кг	за поживністю, %	кг	за поживністю, %
Силос кукурудзяний	17,9	43,4	17,9	43,9
Сіно злакове	3,4	26,1	3,4	26,4
Зерноsumіш №1	2,6	30,5	-	-
Зерноsumіш №2	-	-	2,6	29,7
Сіль кухонна	0,05	-	0,05	-
<b>У раціоні міститься:</b>				
ЕКО	9,49		9,38	
обмінної енергії, МДж	94,9		93,8	
сухої речовини, кг	9,6		9,6	
сирого протеїну, г	1146		1071	
перетравного протеїну, г	718		653	
сирого жиру, г	294		255	
сирої клітковини, г	2368		2350	
цукру, г	313		300	
крохмалю, г	1619		1552	
кальцію, г	54,3		53,8	
фосфору, г	23,3		25,4	
магнію, г	27,4		26,3	
калію, г	114		117	
сульфуру, г	29,0		26,4	
купруму, мг	69,5		69,9	
цинку, мг	273		277	
феруму, мг	2502		2481	
мангану, мг	307		308	
кобальту, мг	2,45		2,27	
йоду, мг	2,32		2,43	
каротину, мг	391		391	
вітаміну Е, мг	896		891	

На продуктивність тварин впливає кількості енергії, що надходить з кормами, на 50–60 %, білок – 20–30 %, а також інші поживних речовин на 20–30 %. Чим більша у кормах концентрація енергії, поживних, мінеральних і біологічно активних речовин, тим ефективніше можна їх використати та затратити менше ресурсів [113, 177].

Для раціонального використання кормів важливими є наступні визначення: залежності, від маси тіла та продуктивності тварин, максимальної спожитої кількості сухих речовин раціону; визначення мінімальної, але фізіологічної обґрунтованої концентрації обмінної енергії в одиниці сухої речовини (МДж/кг) за рахунок забезпечення оптимального споживання сухої речовини кормів у розрахунку на 100 кг маси тіла [101, 138, 173].

При організації годівлі жуйних тварин важливе місце займає протеїн. Сама протеїнова поживність є показником здатності корму задовольняти потребу тварин у всіх необхідних замісних і незамінних амінокислотах. Перш за все, сирий протеїн визначає таку поживність корму, і поєднує всі азотовмісні сполуки органічного й неорганічного походження. Нестача протеїну в раціонах може призвести до перевитрати кормів на виробництво продукції тваринництва, в деяких випадках вони можуть сягати 30–40 % [221].

Вуглеводи займають перше місце за кількістю в годівлі тварин. До цієї групи входять близько 80 % всіх органічних сполук від сухої речовини, хоча в тілі тварин вони практично не містяться, за винятком невеликої кількості глюкози, а також глікогену в печінці і м'язах.

Як джерело енергії з кормів тварини використовують крохмаль, сахарозу, глюкозу, мальтозу, фруктозу та інші вуглеводи, які визначають в організмі рівень енергетичного живлення. Оптимальна кількість вуглеводів у раціонах жуйних тварин: цукру – 8–10 %, крохмалю – 10–13 %, клітковини – 20–25 % від сухої речовини раціону [78, 100, 163].

Складовою частиною рослинних клітинних оболонок є сира клітковина. До її складу входить целюлоза, геміцелюлоза, пектинові речовини тощо. Ці компоненти важко перетравлюються, тому що в травних соках тварин немає

ферментів, які б забезпечили її розщеплення. Такі ферменти виділяють лише мікроорганізми, що містяться в шлунково-кишковому тракті. Чотирикамерний шлунок та велика різноманітність внутрішньої мікрофлори дала можливість жуйним найкраще використовувати клітковину [138, 190].

За період проведення досліду поживність кормів раціонів у розрахунку на 1 кг сухої речовини корму становила 0,98–0,99 ЕКО, концентрація обмінної енергії – 9,77–9,88 МДж, а кількість сирого і перетравного протеїну знаходилась на рівні 112–119 г та 68–75 г відповідно. На кожну енергетичну кормову одиницю припадало 70–75 г перетравного протеїну. Уміст сирої клітковини в 1 кг СР раціонів знаходився на рівні 245–247 г, а сирого жиру – 27–31 г. Співвідношення цукру до перетравного протеїну в раціонах, що аналізувалися, коливалось в межах 0,44–0,46:1, Кальцію до Фосфору – 2,1–2,3:1. Концентрація мікроелементів в 1 кг СР кормів основного раціону молодняку ВРХ становила: для Купруму – 7,2–7,3 мг, Цинку – 28,4–28,8, Кобальту – 0,24–0,25, Мангану – 32,0–32,1, для Йоду – 0,24–0,25 мг.

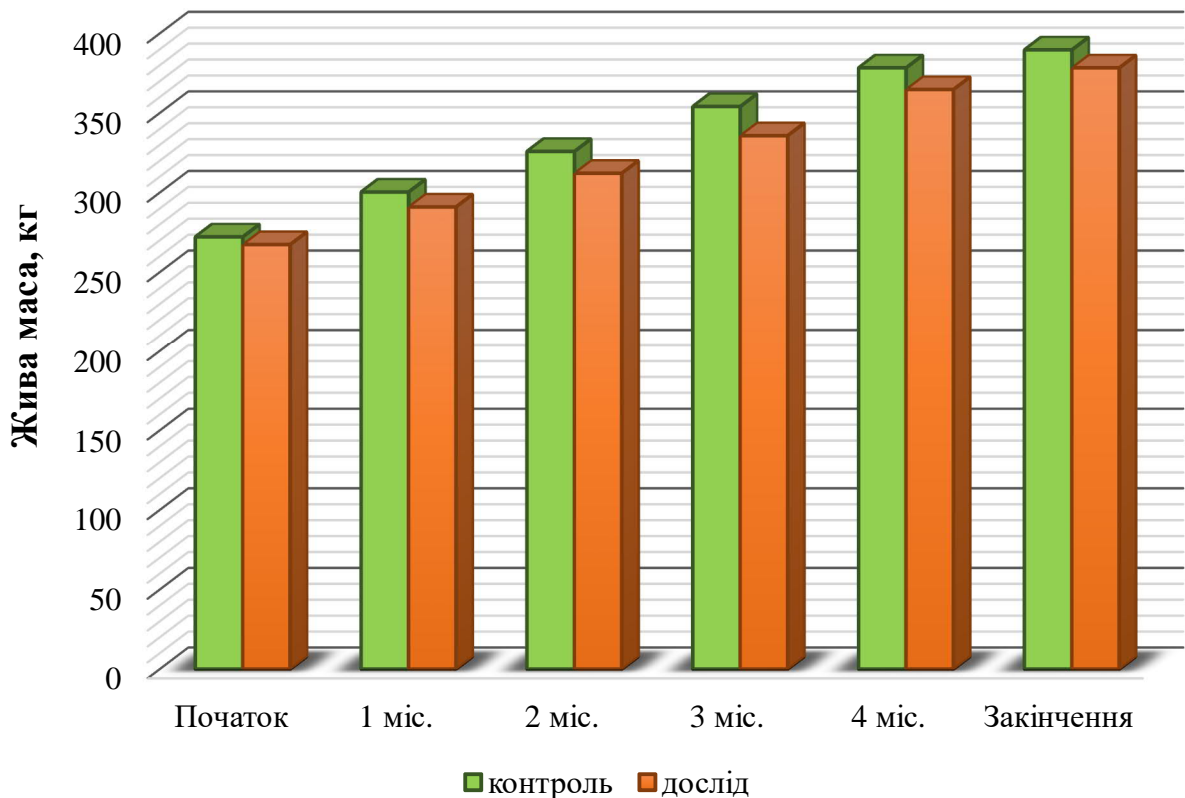
За даними вітчизняних авторів [8, 41, 44], регіон Полісся відноситься до геохімічної зони, в якому ґрунти, а отже, і корми, бідні не лише на основні макроелементи, а й на більшість біологічно важливих мікроелементів, таких як Йод, Фтор, Цинк, Кобальт, Манган, Купрум, Селен. Тому дефіцит Cu в 1 кг СР раціонів бугайців становив 1,2–1,3 мг, Zn – 18,2–18,6, Co – 0,35–0,36, Mn – 10,9–11,0, J – 0,10–0,11 мг.

### **3.2.2. Показники продуктивності піддослідного молодняку великої рогатої худоби**

Численними дослідженнями встановлено, що впливаючи на живлення сільськогосподарських тварин, тобто корегуючи кількість необхідних поживних речовин, якість кормових засобів та умови їх годівлі, можна посилити чи, навпаки, зменшити перетворення поживних речовин у процесі обміну і забезпечити утворення тваринницької продукції.

Характерною особливістю молодих тварин є їх здатність росту та збільшення живої маси. На збільшення маси тіла молодняку впливає повноцінність годівлі. Продуктивна дія чинників годівлі, що вивчаються, як правило, оцінюється, в першу чергу, за параметрами росту і розвитку тварин, витратами поживних речовин корму та енергії на одиницю приросту [129, 132].

Результати досліджень показали, що за однакових умов годівлі та утримання тварин, бугайці, залежно від складу зерносуміші в раціоні, мали різну живу масу упродовж проведення експерименту (рис. 3.5).



**Рис. 3.5. Динаміка живої маси бугайців**

На початок проведення досліджень жива маса піддослідних тварин коливалася в розрізі груп від 267,3 кг до 272,1 кг. Міжгрупова різниця за цим показником була незначною і склала 1,8 % на користь бугайців I (контрольної) групи. Використання зерносуміші № 1 (пшениця + овес + люпин) для відгодівлі молодняку ВРХ I-ої (контрольної) групи призвело до збільшення їх



живої маси у всі вікові періоди. Так, різниця за живою масою тварин між контрольною і дослідною групами в 1 міс. становила 9,4 кг (3,2 %), 2 міс. – 13,7 кг (4,4 %), 3 міс. – 18,3 кг (5,4 %), 4 міс. – 13,6 кг (13,6 %), після закінчення експерименту – 11,3 кг (3,0 %) ( $P > 0,95$ ) [129].

За оптимізації протеїнового живлення бугайців за рахунок різних високобілкових кормів отримана висока інтенсивність їх росту (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

**Приріст живої маси бугайців на відгодівлі та витрати обмінної енергії  
на 1 кг приросту (n=7;  $M \pm m$ )**

Показники	Групи	
	I – контрольна	II – дослідна
Жива маса на період досліду, кг:		
- початок	272,1 ± 22,0	267,3 ± 19,2
- закінчення	389,6 ± 20,4	378,3 ± 22,3
Абсолютний приріст живої маси, кг	117,5 ± 8,8	111,0 ± 8,9
Середньодобовий приріст, г	870 ± 65	822 ± 66
+ або – до контролю: г	-	- 48
%	-	- 5,5
Витрати обмінної енергії на 1 кг приросту живої маси, МДж	109,1	114,1
+ або – до контролю: МДж	-	+5,0
%	-	+4,6

Так, цей показник за використання для годівлі тварин зерноsumіші №1 (з люпином) становив 870 г, зерноsumіші № 2 (з кормовими бобами) – 822 г. Бугайці I-ої (контрольної) групи за середньодобовими приростами живої маси переважали аналоги із II-ої (дослідної) групи на 48 г, або на 5,8 % за недостовірної різниці ( $P < 0,95$ ) [129].

Витрати обмінної енергії на одиницю приросту варіювали в межах 109,1–114,1 МДж. На 1 кг приросту живої маси бугайці I-ої групи витрачали 109,1 МДж обмінної енергії, що менше порівняно з аналогами II-ої групи на 5,0 МДж (на 4,4 %) [129].

Виходячи з отриманих результатів досліджень, можна зробити висновок про те, що заміна в складі зерноsumіші 30 % (за масою) дерті люпину на аналогічну кількість кормових бобів за відгодівлі бугайців у поліській зоні України негативно позначається на їх продуктивних якостях та збільшує витрати обмінної енергії на одиницю продукції.

### **3.2.3. Перетравність поживних речовин кормів раціонів та баланс Нітрогену в організмі бугайців за використання кормових зерноsumішей з люпином і кормовими бобами**

Показники валового вмісту поживних речовин і енергії у кормах не дають точних даних про їх справжню цінність, оскільки значна кількість поживних речовин цих кормів не всмоктується в шлунково-кишковому тракті, а виділяється з калом, при цьому втрачається частина валової енергії корму. Більш об'єктивне уявлення про поживність корму дає наявність у ньому перетравних поживних речовин.

Коефіцієнти перетравності поживних речовин кормів в організмі молодняка ВРХ у середньому за групами представлені в таблиці 3.5.

*Таблиця 3.5*

#### **Перетравність поживних речовин кормів раціону в організмі бугайців, % (n=3; M ± m)**

Поживні речовини	Групи	
	I – контрольна	II – дослідна
Суха речовина	69,32 ± 0,39	68,54 ± 2,46
Протеїн	72,85 ± 0,72	71,24 ± 2,90
Жир	68,12 ± 4,15	63,67 ± 5,19
Клітковина	66,79 ± 0,47	66,57 ± 2,20
БЕР	69,43 ± 1,45	68,89 ± 1,84

Проаналізувавши результати досліджень, можна констатувати, що коефіцієнти перетравності поживних речовин корму в організмі піддослідних бугайців знаходились у межах діапазону, характерного для цієї живої маси

тварин, і, вірогідно, не відрізнялися між групами. Водночас встановлено, що перетравність сухої речовини у молодняку ВРХ II-ої (дослідної) групи була меншою на рівні тенденції, ніж у I-ій (контрольній) групі, на 0,78 % абс.

Коефіцієнти перетравності сирого протеїну в організмі бугайців дослідної групи, яким згодовували в складі зерноsumіші 30 % (за масою) кормових бобів, виявилися також нижчими відносно аналогів контрольної групи на 1,61 % абс. ( $P < 0,95$ ).

Різниця в коефіцієнтах перетравності сирого жиру в абсолютних цифрах між піддослідними групами була найбільшою, але недостовірною ( $P < 0,95$ ). Так, цей показник у I-ій групі переважав II-у групу на 4,45 % абс.

Коефіцієнти перетравності сирої клітковини у тварин II-ої (дослідної) групи, яким згодовували в складі зерноsumіші кормові боби (30 % за масою), були на рівні з контролем – 66,57–66,79 %.

Безазотисті екстрактивні речовини є групою легкоперетравних вуглеводів, таких як цукор, крохмаль, пектини, глюкозиди, органічні кислоти тощо, які відіграють важливу роль у годівлі жуйних. У ході досліджень встановлено незначне зниження перетравності БЕР в організмі молодняку ВРХ II-ої (дослідної) групи по відношенню до аналогічного показника контрольної групи – 68,89 % проти 69,43 %, відповідно.

У зоотехнічній літературі та на практиці багатьма дослідниками підтверджується взаємозв'язок між вмістом сирої золи в кормах і перетравністю основних поживних речовин. А на думку І. С. Попова [43], коливання перетравності, які нерідко спостерігаються в окремих тварин однієї породи та однакового віку, в основному зумовлені індивідуальними особливостями тварин та різною функціональною активністю органів травлення у відповідний період.

Наведені дані свідчать про те, що заміна в складі зерноsumіші частки люпину (30 % за масою) на аналогічну кількість кормових бобів суттєвого впливу на перетравність поживних речовин кормів раціону не мала.

У складних процесах метаболізму одне з головних місць належить білковому обміну, основним показником якого є баланс Нітрогену в організмі тварин. Дослідження балансу Нітрогену у тварин має як наукове, так і практичне значення, а за використання нового корму – тим більше. Баланс є одним із чинників, що характеризують біологічну цінність кормових засобів і основним показником ступеня використання тваринами азотистих речовин корму, дозволяє дати достатньо об'єктивну оцінку обмінним процесам, пов'язаним з перетворенням і синтезом білків у організмі.

Результати експерименту щодо використання Нітрогену з кормів раціону в організмі відгодівельних бугайців, за впливу досліджуваних чинників, представлені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6

**Середньодобовий баланс Нітрогену в організмі піддослідних тварин,  
г/гол. (n=3; M ± m)**

Показники	Групи	
	I – контрольна	II – дослідна
Прийнято з кормами	193,36	180,58
Виділено з калом	65,31 ± 4,72	61,20 ± 3,66
% від прийнятого	33,78	33,89
Перетравлено	128,05 ± 4,72	119,38 ± 3,66
Виділено з сечею	50,80 ± 2,42	50,88 ± 2,55
% від прийнятого	26,27	28,18
Всього виділено	116,11 ± 5,01	112,08 ± 5,94
Відкладено у тілі	77,25 ± 5,01	68,50 ± 5,94
Засвоєно, %:	від прийнятого	39,95
	від перетравленого	60,33
		37,93
		57,38

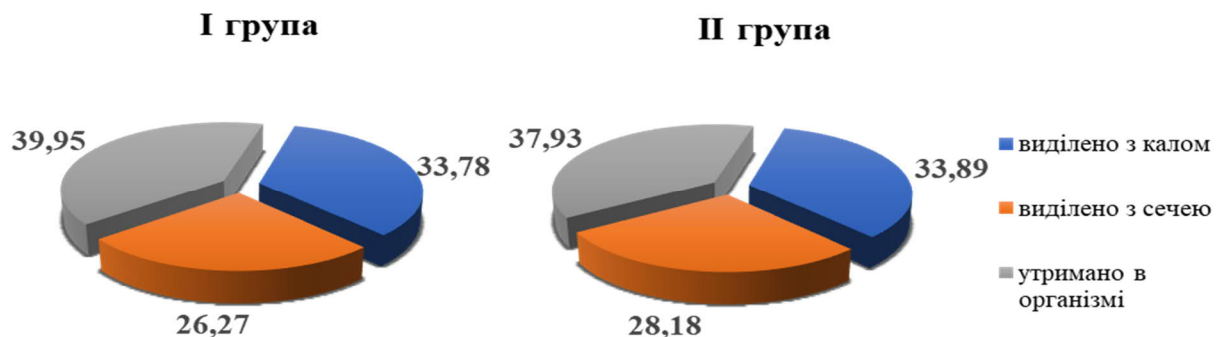
Проведений аналіз фізіологічного досліду свідчить про те, що баланс Нітрогену в організмі молодняка ВРХ обох піддослідних груп був позитивним та перебував на достатньому рівні для забезпечення фізіологічних потреб. Водночас встановлено деякі міжгрупові відмінності в екскреції Нітрогену з калом і сечею, що в значній мірі вплинуло на ефективність використання

перетравленого Нітрогену в організмі тварин. Виявлено, що з калом бугайців II-ої групи екскретовано більшу кількість Нітрогену, ніж у аналогів із I-ої групи на 0,11 % абс.

За результатами досліджень встановлено, що у молодняку великої рогатої худоби II-ої (дослідної) групи, до складу зерноsumіші якої входили кормові боби (30 % за масою), середньодобові виділення Нітрогену з сечею були також найбільшими – 50,88 г, що становить 28,18 % від прийнятого. Тому у тілі бугайців I-ої групи відкладення Нітрогену становило 77,25 г/гол./добу, або було більшим за показники аналогів із II групи на 12,8 % ( $P < 0,95$ ).

Введення кормових бобів до складу зерноsumіші знижувало засвоєння Нітрогену у тварин дослідної групи порівняно з контролем на 2,02 % абсолютних. Засвоєння Нітрогену від перетравленого також було більшим у бугайців I-ої групи відносно аналогів II-ої групи на 2,95 % абс.

Структура виділеного та відкладеного Нітрогену в тілі тварин наведена на рисунку 3.6.



**Рис. 3.6. Структура балансу Нітрогену у молодняку ВРХ за згодовування різних високобілкових кормів (%)**

Таким чином, використання кормових бобів у складі зерноsumіші за відгодівлі бугайців негативно вплинуло на перетравність основних поживних речовин корму та баланс Нітрогену, що зумовило нижчі показники їх продуктивності.

### 3.2.4. Забійні та м'ясні якості піддослідних бугайців, енергетична цінність найдовшого м'язу спини і печінки

Генотип, рівень та якість годівлі, технологія виробництва впливають на м'ясну продуктивність молодняку великої рогатої худоби. Щоб дати оцінку м'ясним якостям бугайців потрібно визначити показники передзабійної живої маси, маси і виходу туші, забійної маси і забійний вихід. Основним з них є маса туші, яка формується у здорових тварин з добре розвиненими кістками й м'язовими тканинами. Для тримання вищої м'ясної продуктивності і кращої якості продукція варто одержувати важчі туші за відносно короткий проміжок вирощування [226].

У наших дослідженнях отримані результати свідчать про добрі забійні якості тварин. Різниця у показниках забою бугайців залежала від складу зерноsumіші, яку їм згодовували упродовж дослідного періоду (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

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

Показники	Групи	
	I – контрольна	II – дослідна
Передзабійна жива маса, кг	386,3±13,4	377,3±8,8
Маса парної туші, кг	206,1±6,2	199,9 ±7,7
Вихід туші, %	53,3	53,0
Маса внутрішнього жиру-сирцю, кг	2,17±0,21	1,56±0,33
Вихід жиру-сирцю, %	0,56	0,41
Забійна маса, кг	208,3±7,5	201,5±8,0
Забійний вихід, %	53,92	53,40

Передзабійна жива маса молодняку великої рогатої худоби коливалася в розрізі груп від 377,3 кг (II група) до 386,3 кг (I група). За цим показником тварини I-ої (контрольної) групи переважали аналогів із II-ої (дослідної) групи на 9,0 кг, або на 2,4 % за недостовірної різниці (P<0,95). На фоні більшої передзабійної живої маси бугайців контрольної групи порівняно з аналогами дослідної групи вихід туші у них виявився майже однаковим – 53,0–53,3 %.

Відкладання внутрішнього жиру в організмі молодняку як контрольних, так і дослідних груп було невисоким і становило 1,56–2,17 кг. Водночас маса внутрішнього жиру-сирцю і його вихід були найменші у тварин II групи – міжгрупова різниця порівняно з I групою склала 0,61 кг і 0,15 % абс., відповідно [129].

Забійний вихід об'єктивно характеризує стан м'ясної продуктивності бугайців. По піддослідних групах цей показник варіював у межах від 53,40 до 53,92 % і є характерним для відгодівельного молодняку української чорно-рябої молочної породи. У тварин II-ої (дослідної) групи забійний вихід виявився на 0,52 % абс. меншим, ніж у контролі [129].

Від перетравлення, засвоювання та транспортування поживних речовин кормів залежить функціонування внутрішніх органів. Варто пам'ятати, що від рівня розвитку органів деякою мірою залежить ріст і формування організму тварин. Зміни якісного складу внутрішніх органів і систем тісно пов'язані з особливостями обміну речовин. Тому, характеристика м'ясної продуктивності та вивчення розвитку окремих органів у піддослідних бугайців у повній мірі визначається їх масою (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

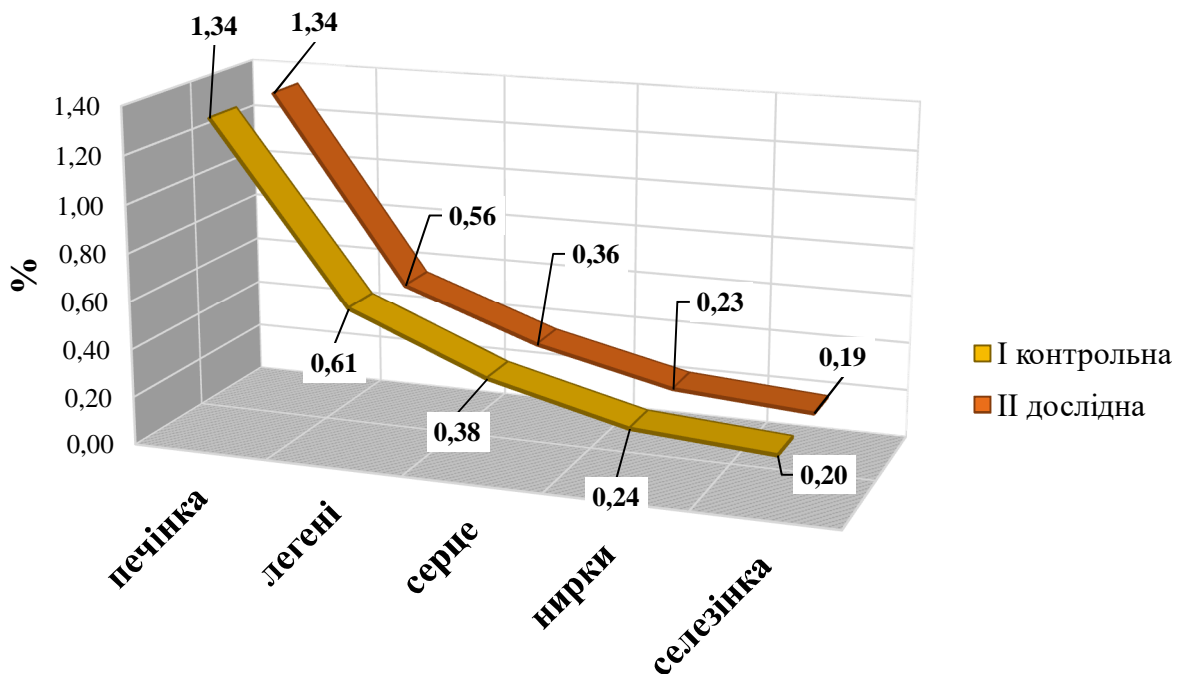
**Абсолютна (кг) та відносна (%) маса внутрішніх органів бугайців  
(n = 3; M ± m)**

Групи тварин	Одиниця виміру	Внутрішні органи				
		печінка	легені	серце	нирки	селезінка
I– контрольна	кг	5,17±0,08	2,34±0,05	1,48±0,01	0,91±0,05	0,76±0,06
	%	1,34	0,61	0,38	0,24	0,20
II– дослідна	кг	5,05±0,06	2,10±0,06	1,36±0,11	0,86±0,08	0,72±0,01
	%	1,34	0,56	0,36	0,23	0,19

Дослідження показали, що за абсолютною масою внутрішніх органів відгодівельний молодняк контрольної групи переважав аналогів із дослідної

групи печінки – на 2,4 %, легень – 11,4, серця – 8,8, нирок – 5,8, селезінки – на 5,5 %.

Найбільш об'єктивним відображенням зміни маси внутрішніх органів під впливом зовнішніх факторів, зокрема годівлі, є відношення їх до передзабійної живої маси. За відносною масою внутрішніх органів молодняк великої рогатої худоби I-ої (контрольної) групи мав перевагу над аналогами із II-ої (дослідної) групи: легень – на 0,05 % абс., серця – 0,02, нирок – 0,01 та селезінки – на 0,01 % абс. Водночас за відносною масою печінки міжгрупові відмінності відсутні (рис. 3.7).



**Рис. 3.7. Загальна відносна маса внутрішніх органів залежно від кормового фактору у раціонах бугайців (%)**

Піддослідний молодняк обох груп мав нормальний розвиток і стан внутрішніх органів. Суттєвої міжгрупової різниці за їх абсолютною та відносною масою не встановлено. Патологічних змін, відхилень у формі і



кольорі внутрішніх органів та залежно від складу кормової зерноsumіші у раціонах годівлі тварин не спостерігалось.

Із морфологічних показників якості м'яса основними є м'язова і жирова тканини, які складаються із води, білку, жиру, золи та інших речовин. Склад і кількісне співвідношення їх визначає біологічну повноцінність і смакові якості м'яса. Порівняльний аналіз хімічного складу найдовшого м'язу спини бугайців у проведеному досліді показав, що концентрація сухої речовини в м'язовій тканині молодняку I-ої (контрольної) групи виявилася найбільшою і становила 25,04 %, що на рівні тенденції більше проти аналогів із II-ої (дослідної) групи на 0,96 % абс. М'ясо тварин цієї групи містило також найбільшу кількість протеїну – 22,02 %, жиру – 1,94 та золи – 1,08 %, тоді як у бугайців II-ої групи ці показники склали 21,38 %, 1,63 та 1,07 %, відповідно (табл. 3.9) [129].

Таблиця 3.9

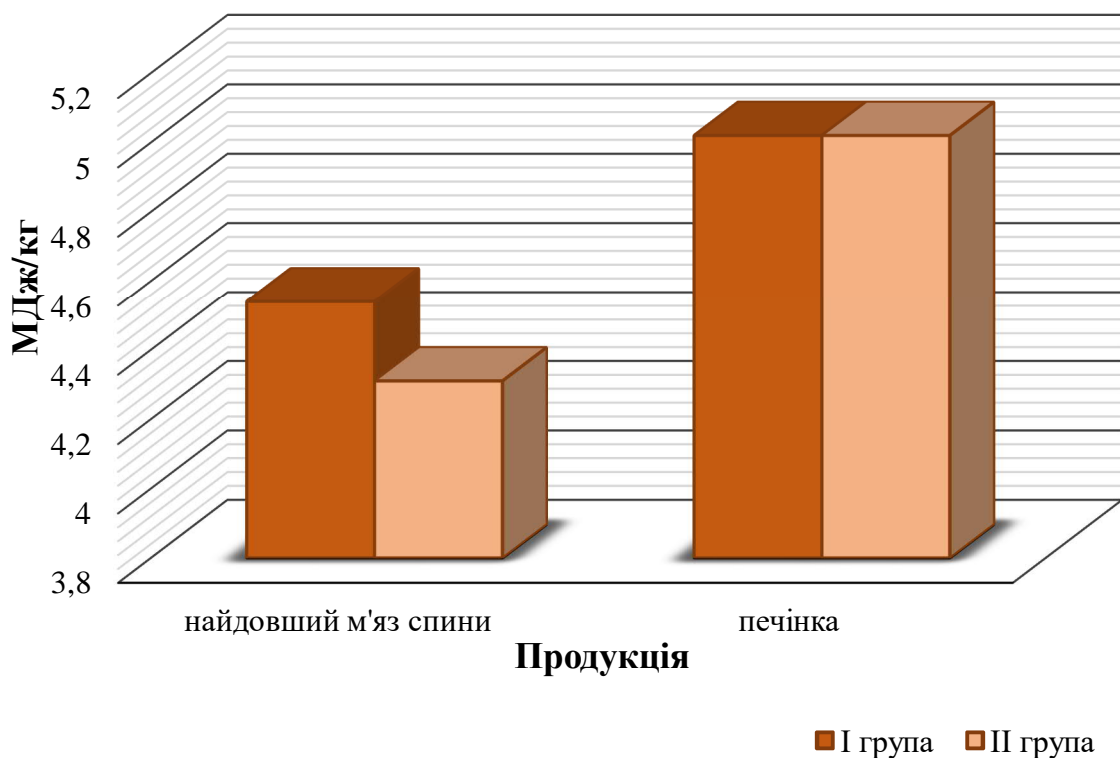
**Хімічний склад продуктів забою бугайців, % (n = 3; M ± m)**

Групи бугайців	Показники			
	суха речовина	протеїн	жир	зола
Найдовший м'яз спини				
I – контрольна	25,04±0,17	22,02±0,14	1,94±0,29	1,08±0,02
II – дослідна	24,08±0,35	21,38±0,32	1,63±0,03	1,07±0,01
Печінка				
I – контрольна	27,24±0,07	22,94±0,10	2,77±0,16	1,53±0,03
II – дослідна	27,50±0,71	23,47±0,69	2,53±0,03	1,50±0,05

Аналіз хімічного складу печінки показав, що вміст сухої речовини в ній у бугайців дослідної групи за невірогідної різниці виявився на 0,26 % абс. більшим, ніж у контролі. Слід відмітити, що уміст жиру в печінці молодняку II-ої (дослідної) групи виявився меншим порівняно з аналогічним показником тварин I-ої (контрольної) групи на 0,24 % абс., тоді як протеїну більшим на

0,53 % абс. Міжгрупові відмінності за концентрацією золи в печінці піддослідних бугайців незначні [129].

Як свідчать отримані дані, різний хімічний склад найдовшого м'язу спини і печінки тварин суттєво не вплинув на їх енергетичну цінність (рис. 3.8).



**Рис. 3.8. Енергетична цінність м'язової тканини і печінки бугайців**

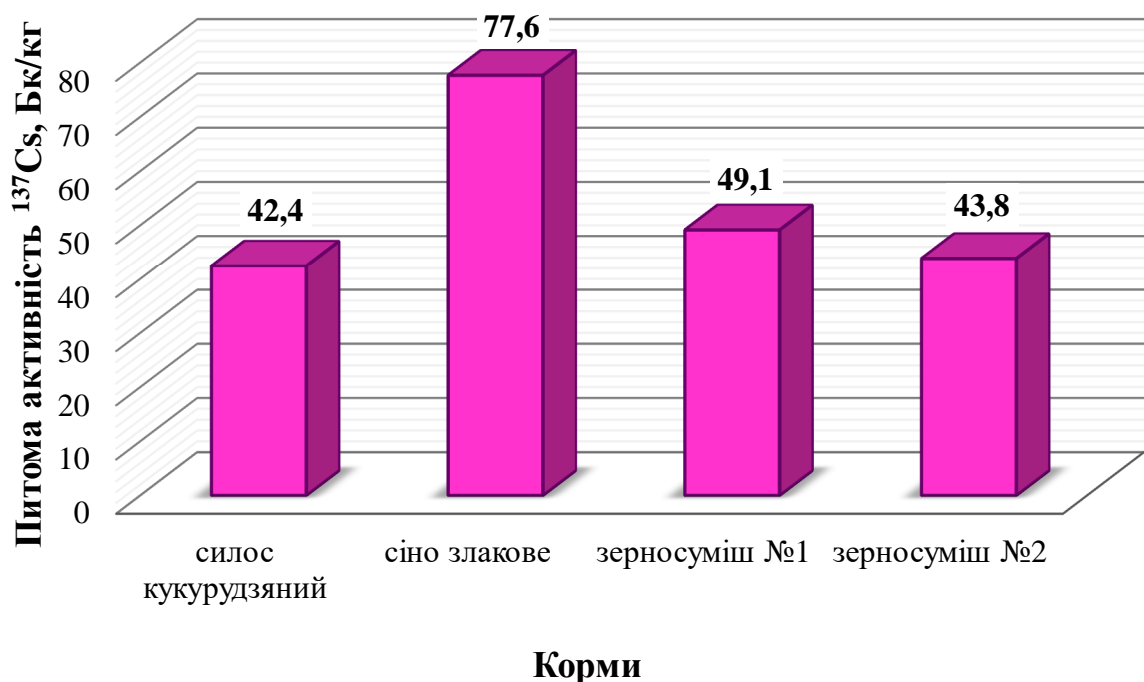
Так, енергетична цінність м'язової тканини бугайців коливалася в розрізі груп від 4,31 МДж/кг до 4,54 МДж/кг і виявилася більшою у молодняку ВРХ I-ої (контрольної) групи на 5,3 %, ніж у II-ої (дослідній) групи ( $P < 0,95$ ). Водночас енергетична цінність 1 кг печінки молодняку обох піддослідних груп виявилася однаковою – 5,02 МДж/кг [129].

Як свідчать отримані дані, згодовування відгодівельним тваринам у складі раціонів кормових зерноsumішей з люпином і кормовими бобами не мало суттєвого впливу на хімічний склад найдовшого м'язу спини та печінки, а також енергетичну цінність продукції.

### 3.2.5. Трансформація $^{137}\text{Cs}$ , Pb і Cd в м'язову тканину та печінку за згодовування піддослідним тваринам різних високобілкових кормів

Будь-які аспекти годівлі тварин повинні підлягати екологічній оцінці як з метою упередження негативного впливу екоотоксикантів на їх організм, так і з позиції забезпечення належної якості та біобезпеки тваринницької продукції. Виходячи з цього, метою наших досліджень було вивчення впливу різних кормових зерноsumішей на накопичення  $^{137}\text{Cs}$ , Pb і Cd у найдовшому м'язі спини та печінці піддослідних бугайців.

Серед усіх обстежених кормів найбільшою питомою активністю  $^{137}\text{Cs}$  відзначається сіно злакове – 77,6 Бк/кг, що більше порівняно з іншими кормами на 58,0–83,0 % (рис. 3.9).



**Рис. 3.9.** Питома активність  $^{137}\text{Cs}$  у кормах для годівлі піддослідних бугайців

У результаті проведених досліджень встановлено, що щодоби в організм відгодівельного молодняка ВРХ, в розрізі піддослідних груп, з кормами раціонів надходила практично однакова кількість радіоцезію – 1136,7–1150,5 Бк. Водночас у раціонах тварин I-ої (контрольної) групи концентрація

$^{137}\text{Cs}$  була більшою на 1,2 %, ніж у II-ої (дослідній) групи. Це зумовлено згодовуванням молодняку контрольної групи у складі зерноsumіші №1 дерті люпину, питома активність  $^{137}\text{Cs}$  в якій, за результатами наших досліджень, виявилася більшою порівняно з зерноsumішшю №2 і становила 49,1 Бк/кг.

Дослідженнями, проведеними нами в III-ій зоні радіоактивного забруднення внаслідок аварії на ЧАЕС, встановлено несуттєву міжгрупову різницю за концентрацією  $^{137}\text{Cs}$  у найдовшому м'язі спини і печінці піддослідних тварин залежно від кормового фактора (табл. 3.10).

Таблиця 3.10

### Питома активність $^{137}\text{Cs}$ в продуктах забою бугайців

Групи бугайців	Питома активність $^{137}\text{Cs}$				Коефіцієнт переходу $^{137}\text{Cs}$ в продукцію, %
	середньодовий раціон, Бк/добу	продукція, Бк/кг	± до контрольної групи		
			Бк/кг	%	
Найдовший м'яз спини					
I – контрольна	1150,5	34,1 ± 2,2	-	-	2,96
II – дослідна	1136,7	33,4 ± 4,4	-0,7	-2,1	2,94
Печінка					
I – контрольна	1150,5	35,2 ± 1,5	-	-	3,06
II – дослідна	1128,9	35,7 ± 1,1	+0,5	+1,4	3,16

За використання для годівлі бугайців різних високобілкових кормів, питома активність  $^{137}\text{Cs}$  в найдовшому м'язі спини та печінці молодняку обох піддослідних груп виявилася майже однаковою – 33,4–34,1 Бк/кг та 35,2–35,7 Бк/кг, відповідно.

Коефіцієнти переходу  $^{137}\text{Cs}$  в найдовший м'яз спини та печінку тварин коливалися в незначних межах і становили 2,94–2,96 % та 3,06–3,16 % відповідно. Наразі накопичення  $^{137}\text{Cs}$  у м'язовій тканині було найбільшим у молодняку I-ої (контрольної) групи – 2,96 %, а в печінці – у бугайців II-ої (дослідної) групи – 3,16 %.

Для вирішення проблеми забезпечення населення повноцінними і екологічно безпечними продуктами харчування необхідні дослідження, направлені на вивчення шляхів міграції важких металів (Кадмію, Плюмбуму, Купруму та Цинку) в ланцюгу «корми → організм тварин → продукція (молоко та м'ясо)», а також шляхів їх виведення з організму тварин.

У таблиці 3.11 наведені дані щодо вмісту важких металів у кормах, які використовувалися для годівлі піддослідних бугайців під час проведення експерименту [168].

*Таблиця 3.11*

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

Корми	Важкі метали	
	Pb	Cd
Силос кукурудзяний	1,686	0,038
Сіно злакове	0,092	0,028
Зерноsumіш №1	0,054	0,024
Зерноsumіш №2	0,029	0,022
ГДК	5,0	0,3

Проведеними дослідженнями встановлено, що концентрація важких металів (Pb, Cd) у кормах, які були вирощені в III-ій зоні радіоактивного забруднення внаслідок аварії на ЧАЕС, не перевищувала нормативних вимог (ГДК). Наразі найбільша кількість Pb і Cd містилася у силосі кукурудзяному – 1,686 мг/кг (менше від ГДК на 66,3 %) і 0,038 мг/кг (менше від ГДК на 87,3 %), відповідно. За рахунок того, що кормові боби, які входили до складу зерноsumіші №2 і були вирощені на полях «умовно» чистої зони, Pb і Cd у ній порівняно з зерноsumішшю №1 міститься значно менше – 0,029 мг/кг і 0,022 мг/кг, відповідно [137, 166, 167, 168, 170].

Визначення рівня Pb у продукції піддослідних тварин засвідчило, що його вміст у найдовшому м'язі спини та печінці був значно меншим за гранично допустиму концентрацію і варіював у межах 0,092–0,183 та 0,332–

0,418 мг/кг, відповідно (табл. 3.12). Водночас концентрація Pb, який відноситься до кумулятивних отрут, у найдовшому м'язі спини бугайців II-ої (дослідної) групи порівняно з показником I-ої (контрольної) групи виявилася меншою на 0,091 мг/кг, або на 49,7 % ( $P>0,95$ ). Деяко інша закономірність спостерігалася щодо накопиченням Pb у печінці піддослідного молодняка великої рогатої худоби. У цьому органі уміст Pb виявився більшим у тварин II-ої групи відносно аналогів із I-ої групи на 25,9 % без вірогідної різниці [168].

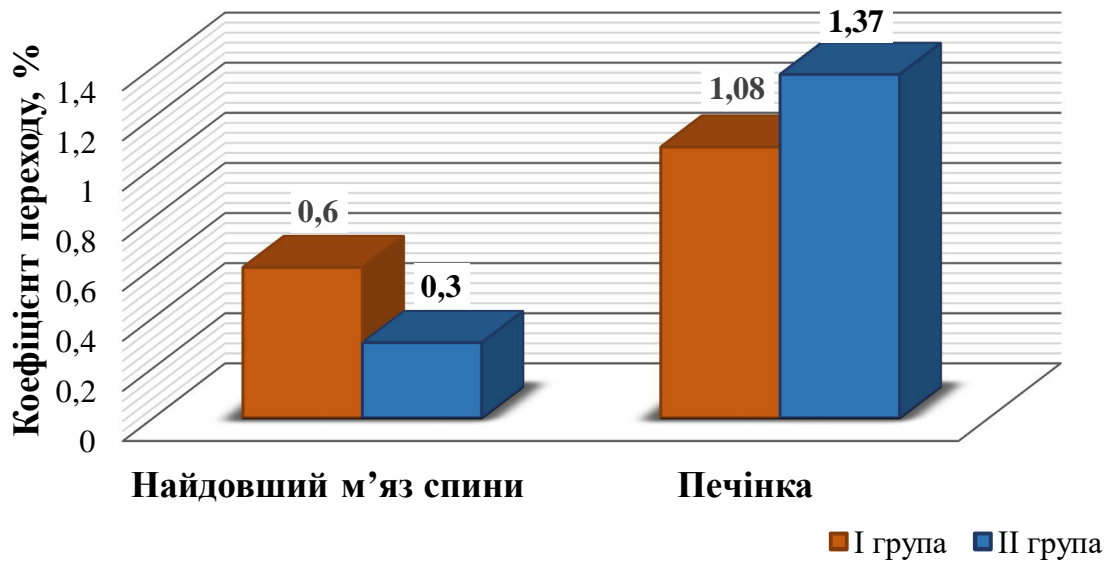
Таблиця 3.12

### Концентрація Pb у раціонах і продуктах забою бугайців

Група бугайців	Концентрація Pb			
	середньодобовий раціон, мг	продукція, мг/кг	± до контролю	
			мг/кг	%
Найдовший м'яз спини				
I – контрольна	30,63	0,183±0,018	-	-
II – дослідна	30,56	0,092±0,020*	-0,091	-49,7
ГДК	-	0,50	-	-
Печінка				
I – контрольна	30,63	0,332±0,096	-	-
II – дослідна	30,56	0,418±0,053	+0,086	+25,9
ГДК	-	0,60	-	-

Примітка. \* -  $P>0,95$ .

Щодо переходу Pb із кормів раціону в найдовший м'яз спини молодняка великої рогатої худоби слід зауважити, що цей показник у тварин II-ої (дослідної) групи виявився набагато нижчим, ніж у I-ої (контрольній) групі (рис. 3.10). Так, коефіцієнт переходу Pb у м'язову тканину бугайців II-ої групи становив 0,30 %, тоді як в контролі був вищим на 0,30 % абс. Використання у складі зерноsumіші №2 кормових бобів зумовило інтенсивніше відкладення Pb у печінці тварин II-ої групи – 1,37 % порівняно з 1,08 % на контролі [137, 167, 168].



**Рис. 3.10. Коефіцієнти переходу Pb в м'язову тканину та печінку бугайців**

Кількість Cd, що надходила до організму піддослідного молодняка великої рогатої худоби української чорно-рябої молочної породи за його відгодівлі різними варіантами зерноsumішей, була значно меншою, ніж Pb, що становило 0,832–0,837 мг/добу (табл. 3.13).

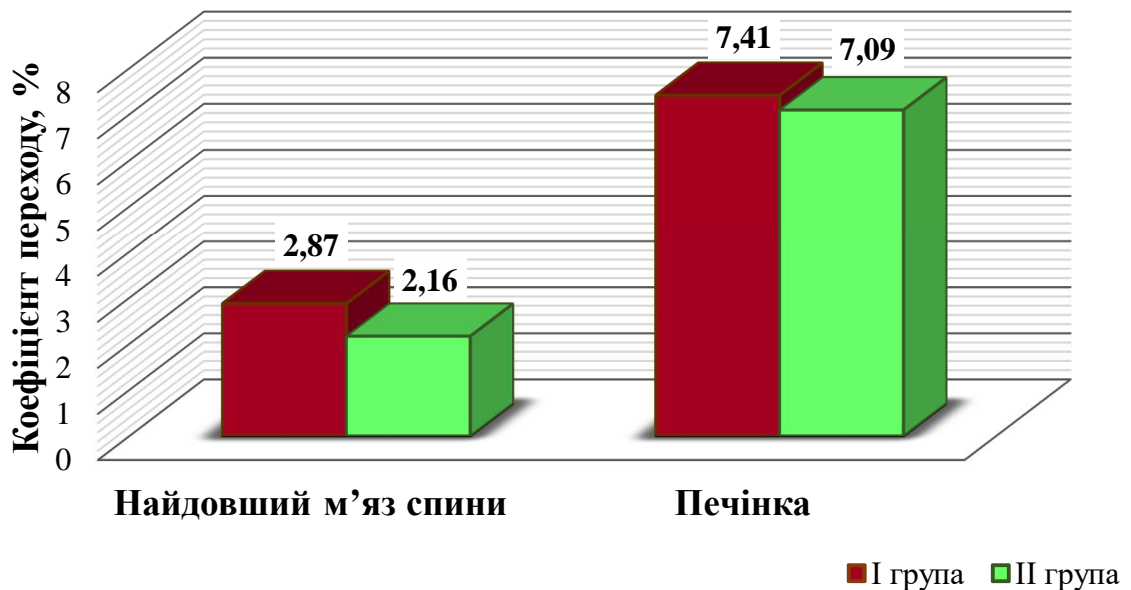
*Таблиця 3.13*

**Вміст Cd у раціонах і продуктах забою бугайців**

Група бугайців	Концентрація Cd			
	середньодобовий раціон, мг	продукція, мг/кг	± до контролю	
			мг/кг	%
Найдовший м'яз спини				
I – контрольна	0,837	0,024±0,005	-	-
II – дослідна	0,832	0,018±0,003	-0,006	-25,0
ГДК	-	0,05	-	-
Печінка				
I – контрольна	0,837	0,062±0,010	-	-
II – дослідна	0,832	0,059±0,006	-0,003	-4,8
ГДК	-	0,3	-	-

Рівень забруднення найдовшого м'язу спини бугайців Cd також не перевищував гранично допустиму концентрацію. Так, цей показник у м'язовій тканині піддослідних тварин I-ої та II-ої груп варіював у межах 0,018–0,024 мг/кг, що нижче за нормативні вимоги на 52,0–64,0 %. Слід наголосити, що концентрація Cd у найдовшому м'язі спини та печінці виявилася найнижчою у молодняку II-ої (дослідної) групи, якому згодовували у складі зерноsumіші 30 % (за масою) кормових бобів – 0,018 та 0,059 мг/кг, відповідно. У тварин цієї групи вміст Cd у м'язовій тканині та печінці був нижчим на 25,0 % та 4,8 %, відповідно, ніж у аналогів із контрольної групи [130, 167, 168, 170].

Коефіцієнти переходу Cd в яловичину (найдовший м'яз) та печінку були невисокими – 2,16–2,87 та 7,09–7,41 % відповідно (рис. 3.11).



**Рис. 3.11. Коефіцієнти переходу Cd у м'язову тканину та печінку бугайців**

За введення до складу зерноsumіші кормових бобів перехід Cd у найдовший м'яз спини тварин дослідної групи знижувався на 0,71 % абс. порівняно з контролем. Найменшим коефіцієнтом переходу Cd у печінку відрізняється також молодняк II-ої (дослідної) групи, а найбільшим – I-ої (контрольної) групи [130, 167, 168, 170].



На основі проведених досліджень у III-ій зоні радіоактивного забруднення виявлені певні закономірності трансформації важких металів у продукти забою бугайців. Так, за нашими даними, коефіцієнти переходу окремих металів становили (%):

- у найдовший м'яз спини: Cd – 2,16–2,87 > Pb – 0,30–0,60;
- у печінку: Cd – 7,09–7,41 > Pb – 1,08–1,37.

Це дає змогу стверджувати, що серед металів-токсикантів значними акумуляційними властивостями характеризується Cd. Його коефіцієнти переходу у продукти забою бугайців були вищими в 3,6–9,6 раза порівняно з Pb [168].

В наших дослідженнях висвітлені особливості обміну важких металів у організмі бугайців на відгодівлі, яких утримували в III зоні радіоактивного забруднення внаслідок аварії на ЧАЕС (табл. 3.14). Результати проведеного балансового дослідження виступали об'єктом вивчення перетравності і використання кормів.

Таблиця 3.14

### Середньодобовий баланс Pb в організмі відгодівельних бугайців

(n=3; M ± m)

Група	Спожито з кормами, мг	Виведено з організму:				Затрималося в організмі	
		з калом		із сечею			
		мг	%	мг	%	мг	%
I	31,65	1,47±0,18	4,65	0,34±0,01	1,07	29,84	94,28
II	31,59	2,75±0,27*	8,71	0,36±0,11	1,14	28,48	90,15

Примітка. \* - P>0,95.

На основі проведеного фізіологічного дослідження встановлена різниця по балансу Pb в організмі тварин I-ої та II-ої груп. Включення до складу зерносуміші бугайців кормових бобів порівняно з люпином сприяло значно більшому виведенню Pb з екскрементами. Так, молодняк II (дослідної) групи виводив з організму Pb з калом і сечею більше на 4,06 % (P>0,95) і 0,07 % абс.

відповідно, ніж його аналоги з I-ої (контрольної) групи. Тому в організмі бугайців II групи затрималось на 4,13 % абс. менше Pb, ніж у їх аналогів із I групи, що узгоджується з даними таблиці 3.12.

Баланс Cd в організмі відгодівельного молодняка також був позитивним (табл. 3.15). Тварини II групи з калом виводили Cd більше на 1,57 % абс., ніж аналоги із контрольної групи. За майже однакової кількості виділеного Cd з сечею (1,97–2,10 %), в організмі бугайців II групи його затрималось менше на 1,70 % абс. порівняно з I групою.

Таблиця 3.15

### Середньодобовий баланс Cd в організмі відгодівельних бугайців

(n=3; M ± m)

Група	Спожито з кормами, мг	Виведено з організму:				Затрималося в організмі	
		з калом		із сечею			
		мг	%	мг	%	мг	%
I	0,863	0,255±0,011	29,55	0,017±0,005	1,97	0,591	68,48
II	0,858	0,267±0,019	31,12	0,018±0,003	2,10	0,573	66,78

Як бачимо, за використання в складі зерносуміші 30 % (за масою) дерті кормових бобів (II група) порівняно з люпином (I група), в організмі відгодівельних тварин відкладалася найменша кількість Pb та Cd.

Отримані дані дають можливість констатувати, що використання в III-ій зоні радіоактивного забруднення внаслідок аварії на ЧАЕС для відгодівлі бугайців у складі зерносуміші кормових бобів замість аналогічної кількості (за масою) люпину вузьколистого призводить до незначного зниження питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  в м'язовій тканині за меншого нагромадження Pb і Cd в їх тілі.

#### 3.2.6. Гематологічні показники піддослідних тварин

Як відомо, кров – це рідина, що забезпечує інтеграцію біохімічних процесів у різних клітинних та міжклітинних просторах у єдину систему. Необхідність у дослідженні крові визначається, передусім, фізіологічним

значенням цієї тканини і змінами, які настають у ній за різних патологічних станів організму [217].

Включення люпину і кормових бобів до складу зерносумішей для тварин на відгодівлі не мало суттєвого впливу на їх гематологічні показники (табл. 3.16). Так, в умовах хронічного надходження  $^{137}\text{Cs}$  в організм бугайців як дослідної, так і контрольної груп відмічено цілком достатній рівень еритроцитів у крові, які становили 7,23–7,27 Т/л за фізіологічної норми 5,0–7,5 Т/л.

Таблиця 3.16

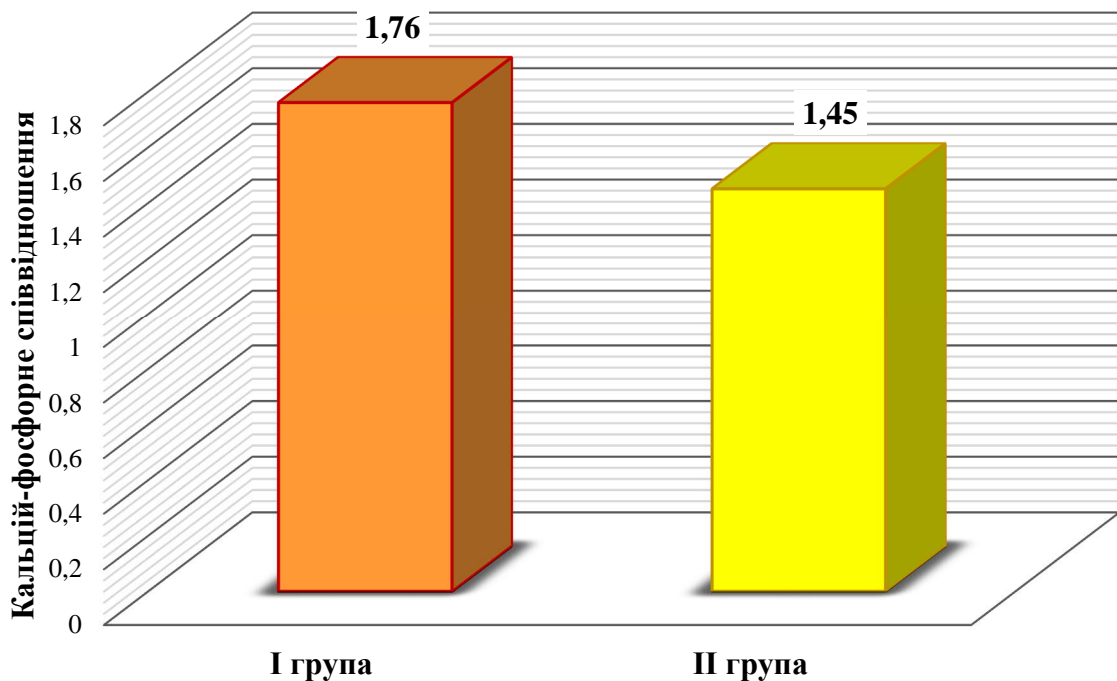
**Гематологічні показники бугайців на відгодівлі (n=3; M±m)**

Показники	Групи	
	I – контрольна	II – дослідна
Еритроцити, Т/л	7,27 ± 0,03	7,23 ± 0,03
Лейкоцити, Г/л	5,25 ± 0,37	6,75 ± 0,97
Гемоглобін, г/л	125,3 ± 3,8	126,5 ± 2,3
Резервна лужність, мг%	430 ± 12	413 ± 8
Кальцій, мг%	11,5 ± 1,0	10,3 ± 0,5
Фосфор, мг%	6,54 ± 0,32	7,11 ± 0,05
Загальний білок, г/л	6,65 ± 0,18	6,76 ± 0,18
Каротин, мг%	0,294 ± 0,044	0,247 ± 0,007

Водночас згодовування тваринам дослідної групи у складі зерносумішей кормових бобів (30 % за масою) зумовило підвищення концентрації гемоглобіну в їх крові відносно контролю на 1,0 %, лейкоцитів – на 28,6 %.

У наших дослідженнях показники загального білка в сироватці крові свідчать про цілком достатній рівень протеїнового живлення молодняку великої рогатої худоби на відгодівлі обох піддослідних груп. Водночас рівень загального білку був дещо вищим у крові бугайців II-ої групи – на 1,6 % порівняно з аналогічним показником тварин I-ої групи.

Оскільки мінеральні речовини надходять в організм молодняку з кормом, то дані щодо їх вмісту в крові вказують на рівень збалансованості раціонів за цими речовинами. Уміст Са та Р в сироватці крові піддослідних бугайців знаходився в межах фізіологічної норми і становив 10,3–11,5 мг% та 6,54–7,11 мг%, відповідно. Концентрація Са була меншою в сироватці крові молодняку дослідної групи порівняно з аналогами контрольної групи на 1,2 мг%, а Р, навпаки, більшою на 0,57 мг% у II-ій групі, ніж у I-ій групі ( $P < 0,95$ ). Слід зазначити, що у крові тварин дослідної групи відносно аналогів із контролю спостерігається зниження кальцій-фосфорного співвідношення на 17,6 % (1,45 проти 1,76, відповідно, за норми 1,51–2,08) (рис. 3.12).



**Рис. 3.12. Кальцій-фосфорне співвідношення в крові піддослідних бугайців**

Уміст каротину у сироватці крові піддослідного поголів'я великої рогатої худоби обох груп становив 0,247–0,294 мг%. Цей показник у бугайців I-ої (контрольної) групи був більшим на 19,0 %, ніж у аналогів II-ої (дослідної) групи.

Результати дослідження підрозділу 3.2. «Продуктивні якості, обмін речовин та накопичення Pb і Cd в організмі бугайців за використання в раціонах різних високобілкових кормів (дослід 1)» висвітлено в наукових працях [129, 130, 132, 134, 137, 166, 167, 170, 226]:

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. № 7. С. 36–43.

Савчук І. М., Ковальова С. П., **Ящук І. В.** Вплив різнотипових раціонів і сорбентів на накопичення Cd у м'язовій тканині молодняка великої рогатої худоби та свиней. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. Біла Церква : Білоцерківський національний аграрний університет. 2023. № 2. С. 40–50.

Савчук І. М., Ковальова С. П., **Ящук І. В.** Накопичення Pb і Cd у м'язовій тканині та печінці бугайців за їх годівлі різними силосами. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 5. С. 38–44.

Савчук І. М., **Ящук І. В.** Перспективи застосування кормових бобів для зниження накопичення Pb у продуктах забою бугайців. *Наукові читання 2023. Еколого-регіональні проблеми сучасного тваринництва та ветеринарної медицини* : матеріали X щорічної Всеукраїнської науково-практичної конференції 16 листопада 2023 р. Житомир : Поліський національний університет, 2023. С. 332–334.

Савчук І. М., **Ящук І. В.** Продуктивні і м'ясні якості бугайців за використання силосу із пайзи. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 10. С. 20–26.

**Ящук І. В.** Накопичення Pb в м'язовій тканині тварин на відгодівлі за використання різнотипових раціонів. *Таврійський науковий вісник. Серія «Сільськогосподарські науки»*. 2023. № 133. С. 271–280.

**Ящук І. В.** Уміст Pb і Cd у найдовшому м'язі спини за оптимізації їх протеїнового живлення. *Еколого-регіональні проблеми сучасного тваринництва та ветеринарної медицини* : матеріали VIII Всеукраїнської

науково-практичної конференції, 17 листопада 2021 р. Житомир : Поліський національний університет, 2021. С. 247–250.

**Ящук І. В.,** Савчук І. М. Вплив протеїнового живлення бугайців на накопичення важких металів у м'язовій тканині і печінці. *Вісник Сумського НАУ. Серія «Тваринництво»*. 2021. № 4 (47). С. 179–185.

**Ящук І.** Концентрація Cd в кормових засобах та продуктах виробництва галузі скотарства Житомирщини. *Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва і переробки продукції тваринництва* : матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених та здобувачів освіти, 15 грудня 2022 р. Житомир : Поліський національний університет, 2022. С. 55–57.

Savchuk I. M., **Yashchuk I. V.** Productivity of bulls and quality and safety of beef with the use of different diets. Achievements of Ukraine and the EU in ecology, biology, chemistry, geography and agricultural sciences : *Collective monograph*. Riga : «Baltija Publishing», 2021. P. 146-166.

### **Висновок до підрозділу 3.2**

При складанні раціонів для бугайців, яких відібрали для першого досліджу, враховували їх вікові потреби та додаткове отримання 800–900 г середньодобового приросту живої маси. Тип годівлі тварин – силосно-концентратний. Структура кормового раціону піддослідних тварин становила: концентровані корми – 29,7–30,5 %, грубі – 26,1–26,4, соковиті – 43,4–43,9 %. Узагальнюючи результати годівлі бугайців, можна відмітити, що молодняк ВРХ за період проведення досліджень споживав однакову кількість грубих, соковитих і концентрованих кормів, а їх раціони були збалансовані за основними поживними речовинами, за виключенням дефіциту мікроелементів Cu, Zn, Co, Mn і J.

Показники продуктивності піддослідного молодняку великої рогатої худоби, а саме середньодобові прирости живої маси тварин I групи ( $870 \pm 65$  г) вищі ніж у бугайців II групи ( $822 \pm 66$  г), витрати обмінної енергії менші і

становили 109,1 МДж та 114,1 МДж, відповідно. Все це вказує на те, що заміна в складі зерноsumіші 30 % (за масою) дерті люпину на аналогічну кількість кормових бобів за відгодівлі бугайців у зоні Полісся України не дає бажаного результату, знижуючи продуктивні якості та підвищуючи витрати обмінної енергії на виробництво одиниці продукції.

За результатами дослідження, заміна люпину на аналогічні кількість кормових бобів у раціоні піддослідних тварин, призвела до зниження перетравності основних поживних речовин корму (сухої речовини на 0,78 % абс., протеїну – 1,61, жиру – 4,45, клітковини – 0,22 та БЕР – на 0,54 % абс.) та відкладання Нітрогену в тілі тварин (I група – 77,25 г/гол./добу, II група – 68,50 г/гол./добу).

Забійні та м'ясні якості, хімічний склад та енергетична цінність найдовшого м'язу спини і печінки бугайців не зазнавав суттєвих змін при заміні люпину вузьколистого на кормові боби.

При визначенні концентрації важких металів у кормах встановили, що показники значно нижчі ГДК. З цього випливає, що рівень Рb у найдовшому м'язі спини та печінці піддослідних тварин значно нижчий зазначених норм і коливається в межах від 0,092 мг/кг (II група) до 0,183 мг/кг (I група), та від 0,332 (I група) до 0,418 мг/кг (II група), відповідно. Коефіцієнт переходу Рb у м'язову тканину бугайців II-ої групи становив 0,30 %, тоді як в контролі був вищим на 0,30 % абс. Використання у складі зерноsumіші №2 кормових бобів зумовило інтенсивніше відкладення Рb у печінці тварин II-ої групи – 1,37 % порівняно з 1,08 % на контролі.

Забруднення м'язової тканини бугайців Cd не перевищував ГДК. Даний показник у найдовшому м'язі спини тварин I-ої та II-ої груп варіював у межах 0,018–0,024 мг/кг, що нижче за нормативні вимоги на 52,0–64,0 %. Варто зазначити, що концентрація Cd у м'язовій тканині та печінці молодняку дослідної групи, до раціону яких входили кормових бобів, виявилася найнижчою і становила 0,018 та 0,059 мг/кг, відповідно. Коефіцієнти переходу

Cd в продукцію були незначними: у найдовший м'яз спини – 2,16–2,87 %, печінку – 7,09–7,41 %.

Також, заміна у складі зерноsumішей 30 % (за масою) дерті люпину на аналогічну кількість дерті кормових бобів не супроводжувалось суттєвими змінами в морфологічних і біохімічних показниках крові тварин. Разом з тим, у крові бугайців дослідної групи порівняно з контролем спостерігається більший уміст гемоглобіну (на 1,0 %), лейкоцитів (28,6), загального білку (1,6) та Фосфору (на 8,7 %) за дещо меншої концентрації еритроцитів (на 0,6 %), резервної лужності (4,0), Кальцію (10,4) та каротину (на 16,0 %).

### **3.3. Якість і безпечність продукції свинарства за використання в раціонах різних доз сапоніту (дослід 2)**

Численними дослідженнями, проведеними вітчизняними і зарубіжними вченими та практиками, встановлено, що використання природних сорбентів у тваринництві дає можливість підвищити продуктивність, тобто реалізувати генетичний потенціал тварин, збільшити виробництво продукції та її рентабельність без додаткових витрат кормів. Основні фізико-хімічні властивості глиноземів, а саме зв'язувати токсичні речовини, тобто абсорбувати їх, є важливим фактором підвищення біологічної повноцінності кормів за згодовування їх сільськогосподарським тваринам [15, 230].

Мета роботи – експериментально обґрунтувати використання різних доз природного мінералу сапоніту в складі зерноsumішей для відгодівлі молодняку свиней в умовах зони Полісся, дослідити вплив досліджуваного фактора на продуктивні і забійні якості тварин, накопичення  $^{137}\text{Cs}$ , Pb і Cd у м'язовій тканині та печінці.

#### **3.3.1. Характер годівлі піддослідного молодняку свиней**

Дані про середньодобове споживання молодняком свиней за період проведення дослідів наведені в таблиці 3.17.



Таблиця 3.17

**Середньодобове споживання кормів і поживних речовин піддослідним  
молодняком свиней, на голову за добу**

Корми та поживні речовини	Групи			
	I – контрольна	II – дослідна	III – дослідна	IV – дослідна
Дерть ячмінна, кг	1,1	1,1	1,1	1,1
Дерть пшенична, кг	0,81	0,81	0,81	0,81
Дерть горохова, кг	0,23	0,23	0,23	0,23
Буряк кормовий, кг	0,24	0,24	0,24	0,24
Крейда, г	30	26,5	25,5	23,5
Сапоніт, г	-	64	107	150
Кухонна сіль, г	12	12	12	12
<b>У раціоні міститься:</b>				
ЕКО	2,40	2,40	2,40	2,40
обмінної енергії, МДж	24,0	24,0	24,0	24,0
сухої речовини, кг	1,89	1,89	1,89	1,89
сирого протеїну, г	251	251	251	251
перетравного протеїну, г	218	218	218	218
сирої клітковини, г	106	106	106	106
лізину, г	9,7	9,7	9,7	9,7
метіоніну+цистину, г	7,8	7,8	7,8	7,8
кальцію, г	13,7	13,5	13,7	13,7
фосфору, г	7,9	8,0	8,1	8,2
феруму, мг	154	154	154	154
купруму, мг	12,0	13,2	13,9	14,7
цинку, мг	49,7	51,9	53,1	54,5
мангану, мг	29,9	30,3	30,6	30,8
кобальту, мг	0,25	0,25	0,25	0,25
йоду, мг	0,34	0,34	0,34	0,34
вітаміну Е, мг	86	86	86	86
вітаміну В <sub>1</sub> , мг	8,6	8,6	8,6	8,6
вітаміну В <sub>2</sub> , мг	2,7	2,7	2,7	2,7
вітаміну В <sub>6</sub> , мг	8,5	8,5	8,5	8,5

У середньому за добу піддослідні тварини споживали однакову кількість зерноsumіші, яка складалася із 1,1 кг дерті ячмінної, 0,81 – дерті пшеничної, 0,23 – дерті горохової, 0,24 кг – буряка кормового, 12 г – кухонної солі, 30 г – крейди (I група) та 64–150 г природного мінералу сапоніту (II–IV групи). Поживність кормів наведена у додатку П.

У структурі кормових зерноsumішей для годівлі молодняку свиней за поживністю дерть ячмінна становила 50,0 %, пшенична – 37,5, дерть горохова – 10,8, буряк кормовий – 1,7 %.

Поживність кормів раціону для підсвинків була подібною: 2,40 ЕКО, 24,0 МДж обмінної енергії, 1,89 кг сухої речовини, 251 г сирого і 218 г перетравного протеїнів, 106 г сирогої клітковини, 9,7 г лізину, 7,8 г метіоніну з цистином, 13,5–13,7 г Са, 7,9–8,2 г Р. За середньодобовим споживанням молодняком свиней мікроелементів Cu, Zn та Mn встановлені незначні міжгрупові відмінності.

Варто ретельно контролювати концентрацію енергії та інших елементів живлення в 1 кг сухої речовини. При збільшенні рівня концентрації енергії, поживних, мінеральних і біологічно активних речовин в кормах, відбувається ефективніше їх використання та зменшення потреби тварин у поживних речовинах і кормах. В 1 кг сухої речовини раціону, за відгодівельний період молодняку свиней, концентрація енергії склала 1,27 ЕКО і 12,7 МДж обмінної енергії, сирого і перетравного протеїнів – 133 г і 115 г, відповідно, сирогої клітковини – 56 г, що відповідає існуючим нормам для відгодівлі свиней [227].

При нормуванні годівлі ростучих відгодівельних свиней звертають увагу на рівень забезпеченості тварин незамінними амінокислотами: лізином, метіоніном+цистином. Концентрація лізину та метіоніну з цистином у сухій речовині раціону становила 0,51 % та 0,41 %, відповідно.

В умовах групового утримання тварин у закритих приміщеннях в сухій речовині раціонів молодняку живою масою від 40 до 120 кг кількість Кальцію і Фосфору повинна сягати 0,84–0,81 % і 0,70–0,67 %, відповідно.

У наших дослідженнях ці показники були дещо меншими від нормативних вимог і коливалися в межах 0,71–0,72 % за Са та 0,42–0,43 % – за Р. Для задоволення потреби в Натрії і Хлорі до раціону включали 0,63 % кухонної солі від сухої речовини.

Концентрація життєво необхідних мікроелементів в 1 кг сухої речовини раціону була дещо меншою за існуючі норми годівлі молодняку свиней і становила (мг): Fe – 81,5, Cu – 6,3-7,8, Zn – 26,3-28,8, Mn – 15,8-16,3, Co – 0,13, J – 0,18.

Згідно отриманих даних, за період проведення досліджень піддослідний молодняк свиней споживав практично однакову кількість зерноsumіші, а їх раціони були збалансовані за основними поживними речовинами, за виключенням дефіциту макроелементу Фосфору, мікроелементів Купруму, Цинку, Мангану, Кобальту, Йоду, вітамінів B<sub>2</sub> і B<sub>6</sub>.

### **3.3.2. Прирости живої маси у піддослідних тварин і конверсія корму**

На ефективність годівлі тварин значний вплив мають їх фізіологічний стану та збалансованість раціону за поживними та біологічно-активними речовинами. Приріст живої маси молодняку тварин є основним показником, який характеризує продуктивність та ріст організму. Збільшення маси тіла за відомих умов може бути показником загального розвитку тварин, їх господарської та фізіологічної зрілості, рівня обмінних процесів, ефективності використання кормів.

Тому в проведеному досліді вивчався вплив різної кількості природного мінералу сапоніту в складі зерноsumішей на показники продуктивності відгодівельного молодняку свиней.

Результати проведених досліджень показали, що за однакових умов годівлі та утримання тварин на відгодівлі, підсвинки залежно від дози сапоніту, який вони споживали, мали різну живу масу після закінчення досліду (табл. 3.18).

Таблиця 3.18

**Приріст живої маси свиней та витрати обмінної енергії на 1 кг приросту  
(n=7; M±m)**

Показники	Групи			
	I	II	III	IV
Середня жива маса 1 голови на період досліджу, кг:				
початок	25,1±2,4	24,7±1,7	25,0±1,4	26,0±2,1
закінчення	108,3±3,2	115,0±3,5	103,6±4,3	105,4±3,9
Приріст маси за дослідний період, кг	83,2±1,7	90,3±2,1	78,6±3,7	79,4±3,8
Середньодобовий приріст, г	450±9	488±11*	425±20	429±20
Те ж + або – до I групи: г	-	+38	-25	-21
% :	-	+8,4	-5,6	-4,7
Витрати поживних речовин на 1 кг приросту живої маси:				
обмінної енергії, МДж	53,3	49,2	56,5	55,9
перетравного протеїну, г	484	447	513	508
Те ж + або – до I групи, % :				
обмінної енергії	-	-7,7	+6,0	+4,9

Примітка. \* – P>0,95 відносно ровесників I та III груп.

Так, жива маса молодняку свиней I-ої (контрольної) групи становила 108,3 кг, II-ої (дослідної) – 115,0 кг (більше за контроль на 6,2 %), III (дослідної) – 103,6 кг (менше за контроль на 4,3 %), IV (дослідної) – 105,4 кг (менше за контроль на 2,7 %).

Середньодобовий приріст живої маси тварин усіх піддослідних груп за період проведення досліджень коливався в межах від 425 г до 488 г. Найвища інтенсивність росту відмічена у молодняку свиней II-ої (дослідної) групи – 488 г. За цим показником підсвинки цієї групи переважали аналогів із I, III та IV груп на 38–63 г, або на 8,4–14,8 % за вірогідної різниці між II-ої та I-ої і III-ої групами (P>0,95). Слід відмітити, що інтенсивність росту підсвинків III-ої та IV дослідних груп, яким згодовували у складі раціону підвищені дози

природного мінералу сапоніту (5–7 % за масою концкормів), виявилася нижчою на 4,7–5,6 % відносно контролю ( $P < 0,95$ ).

Згодовування молодняку свиней у складі кормового раціону природного мінералу сапоніту також вплинуло на витрати поживних речовин на одиницю продукції. Так, за весь період відгодівлі тварини II-ої (дослідної) групи на 1 кг приросту живої маси витрачали обмінної енергії і перетравного протеїну на 7,7 % менше, а молодняк III-ої та IV (дослідних) груп на 6,0 % та 4,9 %, відповідно, більше, ніж аналоги з I-ої (контрольної) групи.

Виходячи з вищевикладеного аналізу, можна зробити висновок про те, що найкращі показники продуктивності свиней за менших витрат поживних речовин на одиницю продукції отримані при введенні 3 % сапоніту від маси концентрованих кормів у раціоні.

### **3.3.3. Забійні якості та розвиток внутрішніх органів молодняку свиней**

Одним із критеріїв оцінки ефективності використання кормів за вирощування та відгодівлі свиней є результати їх м'ясної продуктивності. Низка факторів має значний вплив на формування м'ясної продуктивності молодняку свиней, а саме рівень годівлі та якість кормів, генотипові особливості тварин, технологія виробництва продукції. Передзабійна жива маса, маса і вихід туші, забійна маса і забійний вихід є головними критеріями оцінки м'ясності сільськогосподарських тварин. Особливу увагу слід приділити показнику «Маса туші». Від маси одержаних туш залежить м'ясна продуктивність та якість виробленої продукції.

Після проведення науково-господарського дослідження, з метою оцінки та порівняння м'ясної продуктивності піддослідних тварин здійснювали контрольні забої 3 голів з кожної групи. Наразі для забою були відібрані підсвинки з середньою для відповідної піддослідної групи живою масою. За результатами забійних показників молодняку свиней встановили певні відмінності (табл. 3.19).

Таблиця 3.19

**Забійні якості підослідних свиней (n=3; M±m)**

Показники	Групи			
	I	II	III	IV
Передзабійна жива маса, кг	107,8±0,9	114,6±2,1*	102,7±9,0	104,2±3,2
Маса парної туші, кг	74,3±0,9	79,5±2,7	70,1±7,6	69,9±2,2
Вихід туші, %	68,9±0,5	69,4±1,2	68,3±1,3	67,1±0,2
Маса внутрішнього жиру, кг	3,25±0,54	4,11±1,20	3,40±0,70	3,17±0,32
Вихід внутрішнього жиру, %	3,01	3,59	3,31	3,04
Забійний вихід, % (по Ладану П.Ю.)	71,9±0,4	72,9±1,4	71,6±1,5	70,1±0,5

Примітка. \* –  $P > 0,95$  відносно тварин контрольної групи.

Так, жива маса тварин I-ої (контрольної) групи перед забоєм склала 107,8 кг, а в II-ій (дослідній) групі становила 114,6 кг, або була більшою за контрольні показники на 6,3 % за вірогідної різниці ( $P > 0,95$ ). Необхідно відмітити, що молодняк свиней III-ої та IV (дослідних) груп за передзабійною живою масою несуттєво поступався аналогам із контролю на 3,6–5,1 кг. До того ж встановлена несуттєва міжгрупова різниця за масою туші та забійною масою молодняку свиней. Ці показники у підсвинків II-ої групи були тенденційно більшими, ніж у I, III і IV групах на 7,0 та 7,8 %, 13,4 та 13,7 % і 13,7 та 14,4 %, відповідно.

Спостерігається тенденція до зростання забійного виходу у підсвинків II-ої групи, яким згодовували в складі зерноsumіші сапоніт у кількості 3 % (за масою). Цей показник у них був більшим порівняно з аналогами I, III та IV груп на 1,0 % абс., 1,3 та 2,8 % абс., відповідно.

Відомо, що від характеру годівлі, зокрема виду та співвідношення кормів і кормових добавок у раціоні, залежать не тільки продуктивність та якість продукції, але й стан здоров'я тварин та функціональна діяльність їх внутрішніх органів. Водночас зміна функціональної діяльності того чи іншого органу в більшості випадків супроводжується зміною його маси, вона може

або збільшуватись, або зменшуватись залежно від гіпер- або гіпофункції, зумовленої характером годівлі.

Враховуючи те, що під час проведення досліджень молодняку свиней дослідних груп годували в складі кормових сумішей природний мінерал сапоніт, який міг спричиняти певні специфічні зміни в їх організмі, під час контрольного забою, за участі спеціаліста ветеринарної медицини, звертали особливу увагу на стан низки внутрішніх органів (шлунку, кишечника, печінки, нирок, легень, селезінки, серця, підшлункової залози). Візуально якихось відхилень від норми внутрішні органи забійних тварин не мали. Про це свідчать також показники абсолютної та відносної маси субпродуктів до передзабійної живої маси відгодівельного молодняку свиней (табл. 3.20).

Таблиця 3.20

**Абсолютна (кг) та відносна (%) маса внутрішніх органів  
молодняку свиней**

Групи	Одиниця виміру	Внутрішні органи				
		легені	серце	печінка	нирки	селезінка
I	кг	0,48±0,04	0,25±0,003	1,44±0,15	0,25±0,03	0,15±0,003
	%	0,44	0,23	1,34	0,23	0,14
II	кг	0,42±0,04	0,33±0,05	1,42±0,08	0,26±0,01	0,14±0,01
	%	0,37	0,29	1,24	0,23	0,12
III	кг	0,39±0,01	0,23±0,003	1,38±0,02	0,26±0,01	0,15±0,01
	%	0,38	0,22	1,34	0,25	0,15
IV	кг	0,45±0,04	0,25±0,02	1,54±0,15	0,27±0,02	0,17±0,007
	%	0,43	0,24	1,48	0,26	0,16

Зокрема, необхідно зазначити, що як абсолютна, так і відносна маса легень була більшою у підсвинків I (контрольної) групи, порівняно з аналогами II, III та IV (дослідних) груп на 0,06 кг і 0,07 % абс., 0,09 кг і 0,06 % абс. та 0,03 кг і 0,01 % абс. відповідно ( $P < 0,95$ ).

Найбільшою як абсолютною, так і відотною масою серця відрізнявся молодняк свиней II-ої (дослідної) групи – 0,33 кг та 0,29 %, відповідно. Ці показники у тварин II-ої групи виявилися більшими відносно аналогів із інших груп на 0,08–0,10 кг та 0,05–0,07 % абс. ( $P < 0,95$ ).

Суттєвих міжгрупових відмінностей за масою інших внутрішніх органів піддослідного молодняку свиней нами також не встановлено, хоча і спостерігається тенденція до збільшення абсолютної та відотної маси печінки, нирок і селезінки у тварин IV групи порівняно з аналогами I–III груп – на 0,10–0,16 кг та 0,14–0,24 % абс., 0,01–0,02 кг та 0,01–0,03 % абс. і 0,02–0,03 кг та 0,01–0,04 % абс., відповідно.

Таким чином, розвиток і стан внутрішніх органів молодняку свиней усіх груп знаходився у межах норми. Також, не встановлено суттєвої міжгрупової різниці за їх абсолютною та відотною масою. Патологічних змін, відхилень у формі і кольорі внутрішніх органів та залежно від використання різних доз сапоніту в складі зерноsumіші для відгодівлі тварин не спостерігається.

### **3.3.4. Хімічний склад найдовшого м'язу спини і печінки підсвинків залежно від різних доз сапоніту в раціонах**

Як відомо, харчова цінність свинини залежить від вмісту основних поживних речовин, таких як білки та жири. За показниками хімічного складу та енергетичної цінності визначають загальну енергетичну цінність м'яса. В процесі дослідження встановили, що існують деякі міжгрупові відмінності якісних показників найдовшого м'язу спини відгодівельних тварин. Всі незамінні амінокислоти, які необхідні для нормального життя та функціонування організму людини, входять до складу білків м'язової тканини, саме тому вони вважаються повноцінними [24].

За якісними показниками найдовшого м'язу спини та печінки відгодівельних свиней встановлені деякі міжгрупові відмінності (табл. 3.21). Порівняльний аналіз хімічного складу найдовшого м'язу спини молодняку свиней показав, що у підсвинків I-ої (контрольної) групи концентрація у



м'язовій тканині сухої речовини та протеїну була найбільшою і переважала аналогічні показники тварин дослідних груп на 0,10–1,01 % абс. та 0,85–1,73 % абс., відповідно ( $P < 0,95$ ).

Таблиця 3.21

**Хімічний склад найдовшого м'яза спини та печінки  
піддослідних свиней, %**

Групи	Показники			
	суха речовина	протеїн	жир	зола
Найдовший м'яз спини				
I	28,03 ± 0,85	23,98 ± 0,96	3,05 ± 0,19	1,00 ± 0,03
II	27,02 ± 0,70	23,13 ± 0,38	2,91 ± 0,76	0,98 ± 0,05
III	27,93 ± 0,64	22,25 ± 1,13	4,73 ± 0,95	0,95 ± 0,07
IV	27,74 ± 0,98	22,88 ± 0,64	3,86 ± 1,33	1,00 ± 0,03
Печінка				
I	27,28 ± 0,69	23,36 ± 1,12	2,57 ± 0,65	1,35 ± 0,06
II	28,24 ± 0,87	23,75 ± 1,25	2,98 ± 0,43	1,50 ± 0,08
III	28,45 ± 1,66	24,89 ± 1,73	2,20 ± 0,17	1,36 ± 0,05
IV	30,96 ± 0,74*	26,74 ± 1,26*	2,77 ± 0,52	1,45 ± 0,04

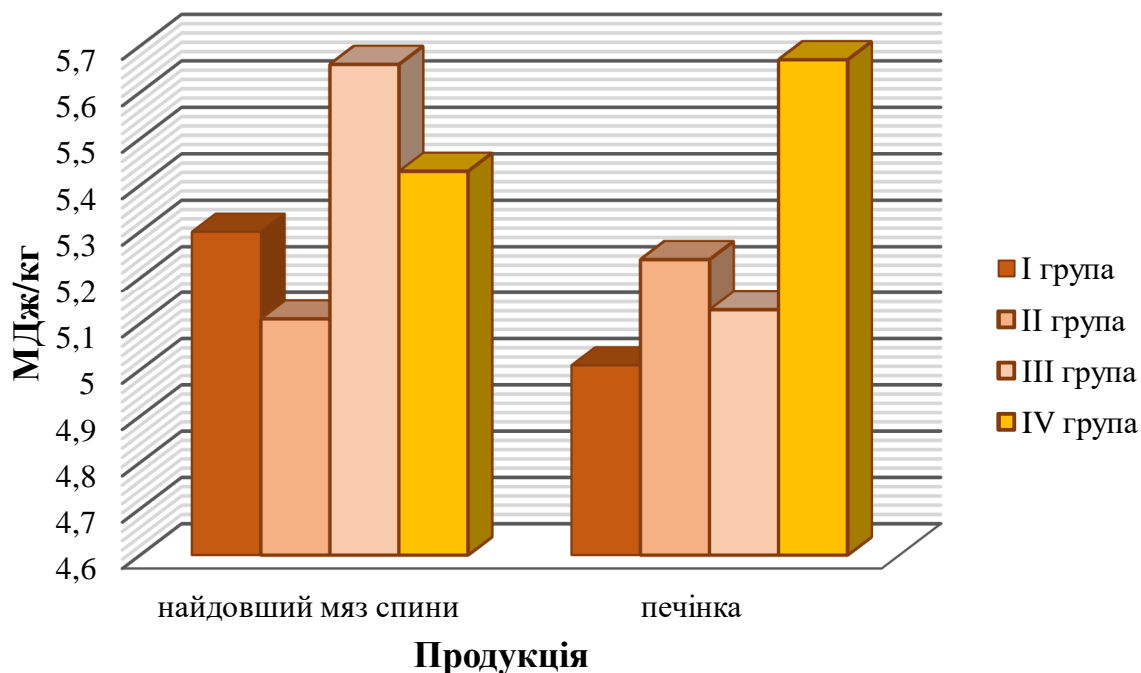
Примітка. \* –  $P > 0,95$  відносно тварин I та II груп.

Найбільшим умістом жиру в найдовшому м'язі спини характеризувався молодняк III і IV (дослідних) груп – 4,73 % і 3,86 %, відповідно. За таким показником тварини цих груп переважали аналоги із I-ої (контрольної) та II-ої (дослідної) груп на 0,81–1,68 % абс. та 0,95–1,82 % абс. відповідно без істотно значущої міжгрупової різниці ( $P < 0,95$ ). Вміст золи у м'язовій тканині піддослідного молодняку свиней коливався в незначних межах – від 0,95 % до 1,00 %.

Деякі інші закономірності встановлені в хімічному складі печінки. Так, у цьому органі молодняку свиней IV (дослідної) групи найбільше містилося сухої речовини та протеїну – 30,96 % та 26,74 %, відповідно. За цими показниками вони переважали аналоги із I-ої групи на 3,68 % та 3,38 % абс. ( $P > 0,95$ ), II-ої групи – 2,72 % ( $P > 0,95$ ) та 2,99 % абс. ( $P < 0,95$ ), III-ої групи – на 2,51 % та 1,85 % абс. ( $P < 0,95$ ). Водночас найвищими показниками вмісту жиру

та золи в печінці характеризувалися тварини II-ої (дослідної) групи, які переважали аналоги із інших груп на 0,21–0,78 % та 0,05–0,15 % абс. відповідно без істотно значущої міжгрупової різниці.

Різний хімічний склад найдовшого м'язу спини та печінки молодняку свиней контрольної та дослідних груп вплинув на енергетичність (калорійність) продукції свинарства (рис. 3.13).



**Рис. 3.13. Енергетична цінність м'язової тканини і печінки свиней**

Так, енергетична цінність 1 кг м'язової тканини піддослідних тварин коливалася в межах 5,11–5,66 МДж. Цей показник у найдовшому м'язі спини був найвищим у підсвинків III-ої (дослідної) групи – 5,66 МДж/кг, а найнижчим у тварин II-ої (дослідної) групи – 5,11 МДж/кг. Енергетична цінність 1 кг печінки молодняку свиней коливалася в межах від 5,01 МДж/кг до 5,67 МДж/кг. У тварин контрольної групи цей показник виявився нижчим відносно аналогів дослідних груп на 0,12–0,66 МДж/кг, або був меншим на 2,3–11,6 %.

Виходячи з отриманих результатів досліджень, можна зробити висновки про те, що використання для відгодівлі свиней у складі зерносуміші 3–7 % (за

масою) природного мінералу сапоніту суттєвого впливу на хімічний склад найдовшого м'яза спини і печінки та їх енергетичну цінність не мало.

### 3.3.5. Уміст $^{137}\text{Cs}$ , $\text{Pb}$ , $\text{Cd}$ у кормах раціону та найдовшому м'язі спини і печінці піддослідних тварин

Відомі речовини, які здатні зменшувати перехід токсичних речовин із кормів у тканини тварин. Передусім, до них належить велика група різних за хімічною будовою сполук, котрі при додаванні в раціон зв'язують радіонукліди у травному каналі, зменшуючи їх всмоктування. Вони одержали назву ентеросорбентів, або просто сорбентів. Застосування в годівлі сільськогосподарських тварин сорбентів радіонуклідів є ефективним способом зменшення переходу  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  у продукцію тваринництва [91, 118].

До організму молодняку свиней з кормами за добу в розрізі піддослідних груп надходила практично однакова кількість радіоцезію – 77,3–83,8 Бк. Водночас у раціонах тварин II, III та IV (дослідних) груп концентрація  $^{137}\text{Cs}$  була більшою на 3,6 %, 5,9 та 8,4 %, відповідно, ніж у контролі. Це зумовлено згодовуванням молодняку дослідних груп у складі раціонів природного мінералу сапоніту, питома активність  $^{137}\text{Cs}$  в якому, за результатами наших досліджень, виявилася найбільшою і становила 43,1 Бк/кг (рис. 3.14) [130].

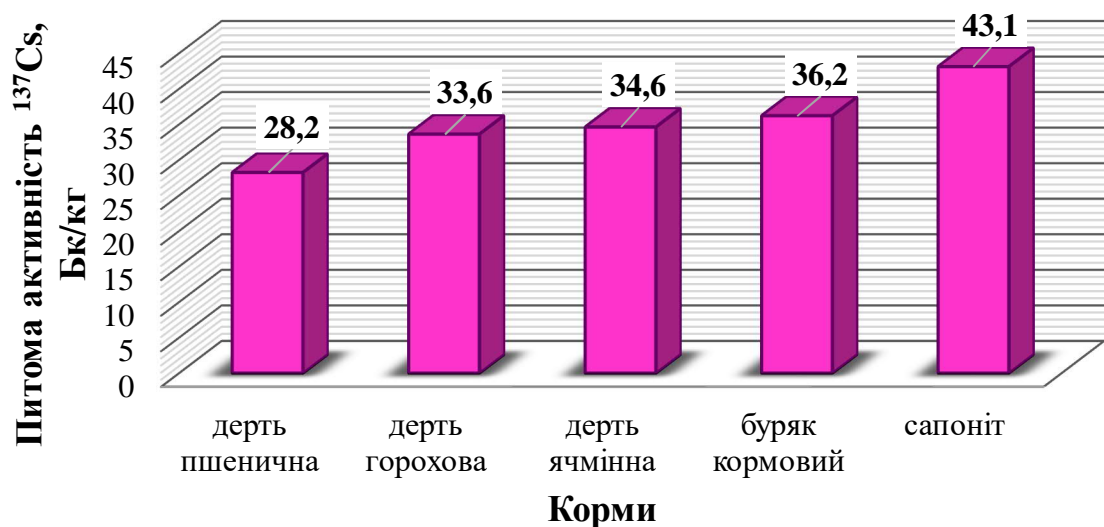


Рис. 3.14. Питома активність  $^{137}\text{Cs}$  в кормах для годівлі піддослідних свиней

За результатами досліджень встановлено несуттєву міжгрупову різницю за концентрацією  $^{137}\text{Cs}$  в найдовшому м'язі спини і печінці піддослідного молодняка свиней (табл. 3.22).

Таблиця 3.22

**Питома активність  $^{137}\text{Cs}$  в кормах раціону та продуктах забою свиней (n=3; M ± m)**

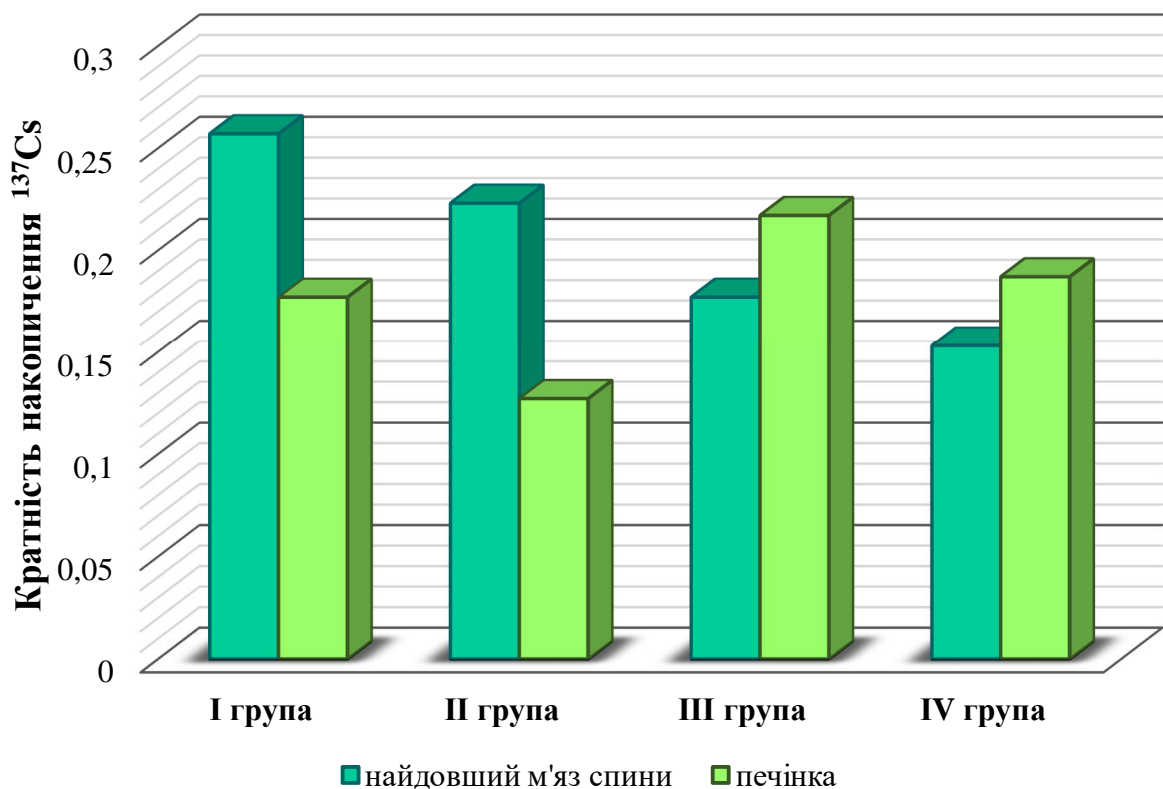
Групи тварин	Концентрація $^{137}\text{Cs}$			
	середньодобовий раціон, Бк	продукція, Бк/кг	± до контрольної групи	
			Бк/кг	%
<b>Найдовший м'яз спини</b>				
I – контрольна	77,3	19,9 ± 3,1	-	-
II – дослідна	80,1	17,9 ± 3,7	-2,0	-10,1
III – дослідна	81,9	14,5 ± 2,7	-5,4	-27,1
IV – дослідна	83,8	12,8 ± 5,2	-7,1	-35,7
<b>Печінка</b>				
I – контрольна	77,3	13,7 ± 3,9	-	-
II – дослідна	80,1	10,2 ± 2,2	-3,5	-25,6
III – дослідна	81,9	17,8 ± 2,1	+4,1	+29,9
IV – дослідна	83,8	15,7 ± 2,8	+2,0	+14,6

Питома активність  $^{137}\text{Cs}$  в найдовшому м'язі спини тварин коливалася по групах у межах 12,8–19,9 Бк/кг і не перевищувала допустимих рівнів (ДР-2006 = 200 Бк/кг). Водночас, за згодовування молодняка свиней у складі зерноsumіші різних доз природного мінералу сапоніту, концентрація радіоцезію в м'язовій тканині відносно контролю знижується на 2,0–7,1 Бк/кг, або на 10,1–35,7 % за невірогідної міжгрупової різниці [136].

Деяка інша закономірність спостерігалася за накопиченням  $^{137}\text{Cs}$  в печінці піддослідного молодняка свиней – цей показник у тварин II-ої групи був найменшим (10,2 Бк/кг), а найбільшим – у аналогів III-ої групи (17,8 Бк/кг). За питомою активністю радіоцезію в печінці підсвинки I і IV груп займають проміжне положення – 13,7–15,7 Бк/кг. Порівняно із найдовшим м'язом спини, концентрація  $^{137}\text{Cs}$  в печінці тварин I та II груп виявилася меншою на 31,2–

43,0 %, тоді як за використання для годівлі свиней підвищених доз сапоніту (5 і 7 % за масою концкормів), цей показник виявився більшим на 22,7–22,8 % [136].

Кратність накопичення  $^{137}\text{Cs}$  в найдовшому м'язі спини складала 0,153–0,257 і була більшою на 15,2–68,0 % у молодняку свиней, які отримували зерноsumіш без сапоніту, порівняно з використанням зерноsumішей №2, №3 і №4 (3 %, 5 і 7 % за масою природного мінералу), (рис. 3.15).



**Рис. 3.15.** Кратність накопичення  $^{137}\text{Cs}$  у м'язовій тканині і печінці свиней

Кратність накопичення  $^{137}\text{Cs}$  в печінці піддослідних тварин варіювала у межах 0,127–0,217 і виявилася на 5,6–22,6 % більшою у підсвинків III і IV (дослідних) груп порівняно з I-ою (контрольною) групою [136].

Враховуючи викладене, можна стверджувати, що використання в складі зерноsumіші 3 %, 5 і 7 % (за масою) природного мінералу сапоніту за відгодівлі молодняку свиней у III-ій зоні радіоактивного забруднення сприяє

несуттєвому зниженню питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у найдовшому м'язі спини та зменшенню кратності накопичення.

Виведення токсичних хімічних елементи з організму людини та тварин відбувається повільно. Окремі органи та тканини акумулюють значну частину важких металів, що надходять до організму в процесі споживання кормів та їжі. Тому корми та рослинна продукція, що вирощувалися навіть на відносно чистих чи мало забруднених поллютантами ґрунтах, можуть стати джерелом надходження важких металів у організм, а в подальшому негативно впливати на обмін речовин [174, 198].

Дослідженнями встановлено, концентрація Pb у природному мінералі сапоніті перевищувала ГДК в 1,43 раза, а кількість Cd складала 93,3 % від нормативних вимог (табл. 3.23). В інших досліджених кормах уміст Pb та Cd не перевищував допустимої концентрації, але найбільше їх містилося у дерті ячмінній (0,450 та 0,110 мг/кг) і пшеничній (0,366 та 0,139 мг/кг) [130].

Таблиця 3.23

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

Важкі метали	ГДК	Корми				
		дерть ячмінна	дерть пшенична	дерть горохова	буряк кормовий	сапоніт
Pb	5,0	0,450	0,366	0,248	0,077	7,170
Cd	0,3	0,110	0,139	0,100	0,028	0,280

Навіть невелика концентрація важких металів, при систематичному потраплянні до організму, можуть спричиняти субклінічні отруєння тварин. За результатами проведених досліджень встановлено, що у найдовшому м'язі спини свиней усіх піддослідних груп акумуляція Pb була дещо нижчою від ГДК (0,50 мг/кг) і варіювала у межах 0,201–0,425 мг/кг (табл. 3.24). Введення сапоніту відгодівельним свиням, що утримувалися в III-ій зоні радіоактивного забруднення внаслідок аварії на ЧАЕС, у кількості 3 %, 5 та 7 % за масою концентрованих кормів у раціоні, сприяло зниженню вмісту Pb в найдовшому м'язі спини тварин на 52,7 % ( $P > 0,95$ ), 26,8 та 5,9 %, відповідно [135, 139].

Що стосується накопичення Рb у печінці, так найменшим показником характеризувався молодняк свиней II-ої (дослідної) групи (0,288 мг/кг), що менше за аналоги із інших груп на 17,0–40,1 %. Найбільше важкого металу Рb містилося у печінці свиней II-ої (дослідної) групи за статистично істотної різниці з I-ою групою – більше на 40,2 % ( $P > 0,95$ ) [135, 139, 140, 169].

Таблиця 3.24

### Концентрація Рb у кормових раціонах і продуктах забою свиней

Групи свиней	Концентрація Рb			
	середньодобовий раціон, мг	продукція, мг/кг	± до контролю	
			мг/кг	%
Найдовший м'яз спини				
I – контрольна	0,866	0,425 ± 0,050	-	-
II – дослідна	1,325	0,201 ± 0,031*	-0,224	-52,7
III – дослідна	1,633	0,311 ± 0,074	-0,114	-26,8
IV – дослідна	1,941	0,400 ± 0,075	-0,025	-5,9
ГДК	-	0,50	-	-
Печінка				
I – контрольна	0,866	0,343 ± 0,033	-	-
II – дослідна	1,325	0,288 ± 0,056	-0,055	-16,0
III – дослідна	1,633	0,481 ± 0,022*	+0,138	+40,2
IV – дослідна	1,941	0,343 ± 0,048	-	-
ГДК	-	0,60	-	-

Примітка. \* –  $P > 0,95$  відносно тварин контрольної групи

Коефіцієнти переходу Рb із кормів раціонів у найдовший м'яз спини коливалися в межах 15,2–49,1 %, у печінку – 17,7–39,6 % (рис. 3.16). За використання сорбенту сапоніту накопичення Рb як у м'язовій тканині, так і печінці виявилось меншим на 28,5–33,9 % та 10,2–21,9 % абс. відповідно у молодняку свиней дослідних груп порівняно з контролем [135, 139, 140, 169].

Кількість Cd, що надходила до організму молодняку свиней на відгодівлі з кормами раціонів, була значно меншою, ніж Рb і становила 0,264–0,306 мг на добу (табл. 3.25) [139, 169, 171].

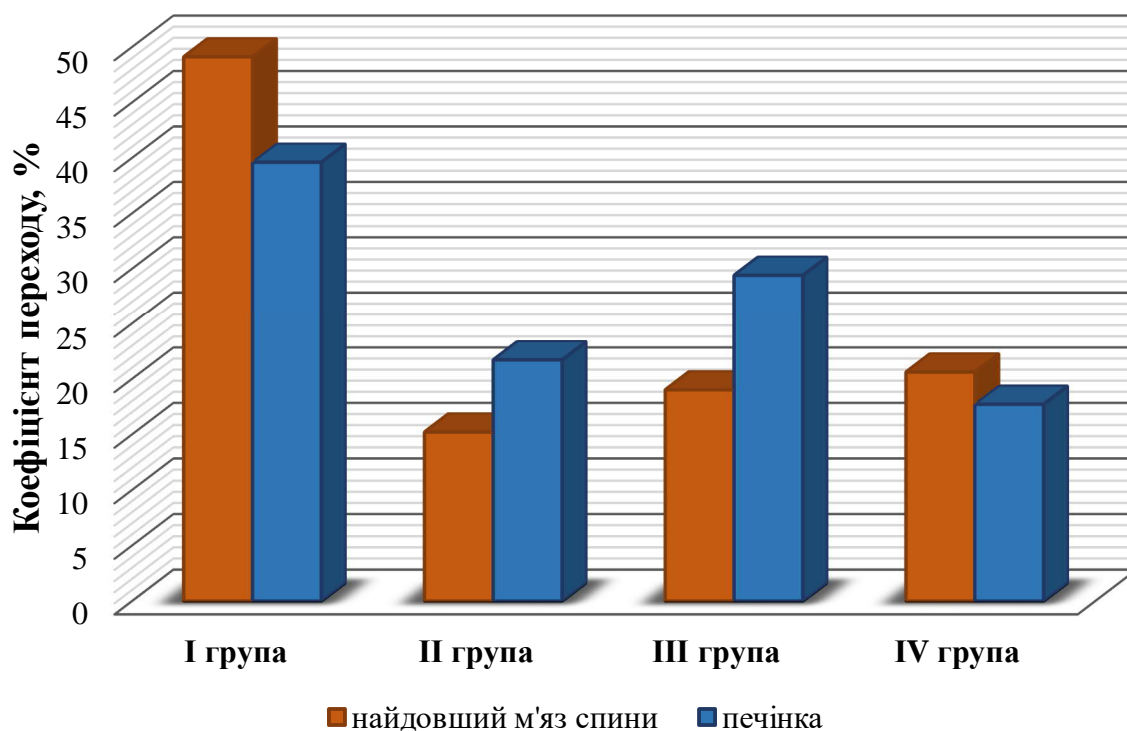


Рис. 3.16. Коефіцієнти переходу Pb у продукцію свинарства

Таблиця 3.25

### Концентрація Cd у кормових раціонах і продуктах забою свиней

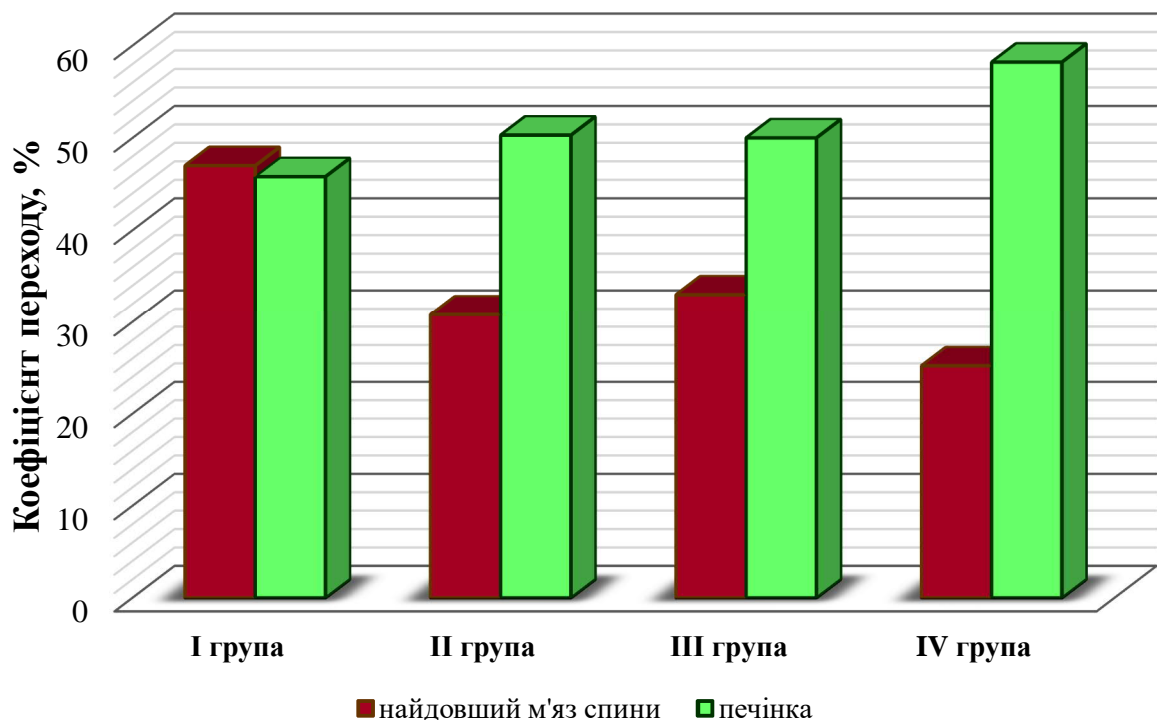
Групи свиней	Концентрація Cd			
	середньодобовий раціон, мг	продукція, мг/кг	± до контролю	
			мг/кг	%
<b>Найдовший м'яз спини</b>				
I – контрольна	0,264	0,124 ± 0,037	-	-
II – дослідна	0,282	0,087 ± 0,020	-0,037	-29,8
III – дослідна	0,294	0,097 ± 0,024	-0,027	-21,8
IV – дослідна	0,306	0,077 ± 0,013	-0,047	-37,9
ГДК	-	0,05	-	-
<b>Печінка</b>				
I – контрольна	0,264	0,121 ± 0,050	-	-
II – дослідна	0,282	0,142 ± 0,037	+0,021	+17,3
III – дослідна	0,294	0,147 ± 0,026	+0,026	+21,5
IV – дослідна	0,306	0,178 ± 0,027	+0,057	+47,1
ГДК	-	0,30	-	-



За результатами досліджень можна констатувати, що концентрація Cd у м'язовій тканині піддослідних свиней варіювала у широкому діапазоні значень – 0,077–0,124 мг/кг. Цей показник у тварин усіх піддослідних груп виявився вищим за гранично допустиму концентрацію в 1,54–2,48 раза. Встановлена тенденція щодо зниження вмісту Cd у м'язовій тканині залежно від дози природного мінералу-сорбенту в складі раціонів відгодівельних свиней – у найдовшому м'язі спини тварин II, III та IV (дослідних) груп відносно I-ої (контрольної) групи концентрація елементу була меншою на 0,037 мг/кг (29,8 %), 0,027 (21,8) та на 0,047 мг/кг (37,9 %), відповідно [130, 139, 169, 171].

Найбільша кількість Cd нагромаджується в печінці піддослідних тварин – 0,121–0,178 мг/кг без перевищення ГДК. Згодовування свиням на відгодівлі природного мінералу сапоніту в різній кількості негативно позначилося на екологічній якості печінки – концентрація Cd підвищилася на 17,3–47,1 % без вірогідної міжгрупової різниці ( $P < 0,95$ ) [130, 139, 171].

Коефіцієнти переходу Cd у свинину (найдовший м'яз) та печінку були доволі високими – 25,2–47,0 та 45,8–58,2 %, відповідно (рис. 3.17).



**Рис. 3.17.** Коефіцієнти переходу Cd у м'язову тканину та печінку свиней

За введення до складу кормових раціонів різних доз сапоніту перехід Cd у найдовший м'яз спини тварин дослідних груп знижувався на 14,0–21,8 % абс. порівняно з контролем. Найменшим коефіцієнтом переходу Cd у печінку відрізняється молодняк I-ої (контрольної) групи, а найбільшим – IV (дослідної) групи [130, 139, 169].

Основні результати досліджень підрозділу 3.3. опубліковані у наукових працях [130, 135, 136, 139, 140, 169, 171]:

Савчук І. М., Ковальова С. П., **Ящук І. В.** Вплив різнотипових раціонів і сорбентів на накопичення Cd у м'язовій тканині молодняка великої рогатої худоби та свиней. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. Біла Церква : Білоцерківський національний аграрний університет. 2023. № 2. С. 40–50.

Савчук І. М., **Ящук І. В.** Моніторинг вмісту Pb у м'язовій тканині свиней зони Полісся України. *Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 7–8 липня 2022 р. Київ : Інститут агроєкології і природокористування НААН, 2022. С. 312–315.

Савчук І. М., **Ящук І. В.** Накопичення  $^{137}\text{Cs}$  у м'язовій тканині і печінці свиней за використання різних доз сапоніту в раціонах. *Чорнобильська катастрофа. Актуальні проблеми, напрямки та шляхи їх вирішення* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 22–23 квітня 2021 р. Житомир : Поліський національний університет, 2021. С.87–91.

Савчук І. М., **Ящук І. В.**, Ящук Г. А. Концентрація Pb і Cd у найдовшому м'язі спини свиней за використання в раціоні різних доз комбікорму-концентрату. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва* : матеріали науково-теоретичного збірника. Житомир : Поліський національний університет, 2020. Вип. 14. С.123–126.

Савчук І. М., **Ящук І. В.**, Ящук Г. А. Сапоніт знижує накопичення Pb у продукції свинарства. *Технологія виробництва і переробки продукції*

*тваринництва* : матеріали науково-теоретичного збірника. Житомир : Поліський національний університет, 2020. Вип. 14. С.126–129.

**Ящук І. В.,** Савчук І. М. Перспективи застосування сапоніту у годівлі свиней на територіях, забруднених важкими металами. *Проблеми виробництва і переробки продовольчої сировини та якість і безпека харчових продуктів* : матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції, 18 травня 2023 р. Житомир : Поліський національний університет, 2023. С. 47–49.

**Ящук І.,** Савчук І. Застосування природного сорбенту при годівлі свиней для зниження концентрації Cd в найдовшому м'язі спини та печінці. *100-річчя Поліського національного університету: здобутки, реалії, перспективи* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 1 листопада 2022 р. Житомир : Поліський національний університет, 2022. С. 530–532.

### **Висновок до підрозділу 3.3**

Застосування природних сорбентів у годівлі сільськогосподарських тварин дозволяє підвищити продуктивність, збільшити виробництво продукції та знизити ризики накопичення  $^{137}\text{Cs}$ , Pb і Cd у їх організмі. Для цього піддослідним групам молодняку свиней згодовували зерноsumіші з включенням різних доз (3 %, 5 % та 7 % за масою концентрованих кормів) сорбенту сапоніту.

До складу зерноsumіші відгодівельних тварин входили дерть ячмінна – 1,1 кг, дерть пшенична – 0,81, дерть горохова – 0,23, буряки кормового – 0,24 кг, кухонна сіль – 12 г та 30 г крейди (контрольна група). Для дослідних (II–IV) груп вводили до раціону 64–150 г природного мінералу сапоніту. За поживністю дерть у структурі зерноsumішей для годівлі тварин на відгодівлі 50,0 % займала дерть ячмінна, 37,5 % – пшенична, 10,8 % – дерть горохова та 1,7 % буряк кормовий. Згідно отриманих даних, в період проведення

досліджень раціони для молодняку свиней був збалансований за основними поживними речовинами.

Якщо говорити про прирости живої маси у піддослідних тварин то найкращі показники були у свиней II групи (90, 3 кг), що на 7,1 кг більше ніж у тварин I групи, на 11,7 кг – III групи, на 10,9 кг – IV групи. Варто зазначити, що затрати обмінної енергії на отримання 1 кг приросту живої маси у молодняку свиней II групи виявилася найнища і становила лише 49,2 МДж, в порівнянні з I (53,3 МДж), III (56,5 МДж) та IV (55,9 МДж) групами.

За результатами опрацьованих даних спостерігається зростання показників забійних якостей піддослідних свиней II групи, до раціону яких включили сапоніт у кількості 3 % (за масою) зерноsumіші. Це підтверджується різницею показників забійного виходу II групи в порівнянні з аналогами I, III та IV груп на 1,0 % абс., 1,3 та 2,8 % абс., відповідно. Розвиток та стан внутрішніх органів молодняку свиней відповідав нормам.

Варто зазначити, що використання у складі зерноsumіші 3–7 % (за масою) сапоніту для відгодівлі піддослідних тварин не мало значного впливу на хімічний склад найдовшого м'яза спини і печінки та їх енергетичну цінність.

Разом з кормами за добу в організм молодняку свиней надходила майже однакова кількість радіоцезію – 77,3–83,8 Бк. За концентрацією  $^{137}\text{Cs}$  в найдовшому м'язі спини і печінці піддослідних тварин суттєвої різниці не мав. Кратність накопичення  $^{137}\text{Cs}$  в найдовшому м'язі спини була більшою на 15,2–68,0 % у молодняку свиней, яким згодовували зерноsumіш без сапоніту, порівняно з використанням зерноsumішей №2, №3 і №4 (3 %, 5 і 7 % за масою природного мінералу). Проте, кратність накопичення  $^{137}\text{Cs}$  в печінці підсвинків III і IV (дослідних) груп порівняно з I-ою (контрольною) групою була вищою на 5,6–22,6 %.

Найвищим показником за вмістом Pb у кормах відзначився природний мінерал сапоніт, який перевищив ГДК в 1,43 раза, на противагу цьому значенню, кількість Cd складала лише 93,3 % від встановленої норми. Загалом,

при дослідженні кормів раціону найбільшу концентрацію Pb і Cd виявили у дерті ячмінній (0,450 та 0,110 мг/кг) та пшеничній (0,366 та 0,139 мг/кг), відповідно.

Кількість Pb, що надходила до організму молодняку свиней на відгодівлі з кормами раціонів, становила 0,866–1,941 мг на добу. Концентрація цього важкого металу у найдовшому м'язі спини молодняку свиней коливалася від 0,201 мг/кг (II група) до 0,425 мг/кг (I група). Що стосується накопичення Pb у печінці, найменшим показником характеризувався молодняк свиней II (дослідної) групи (0,288 мг/кг), що менше за аналоги із інших груп на 17,0–40,1 %.

Коефіцієнти переходу Pb із кормів раціонів у найдовший м'яз спини коливалися в межах від 15,2 до 49,1 %, у печінку – 17,7–39,6 %. Тобто, використовуючи сапоніт у годівлі свиней концентрація Pb зменшується як в свинині, так і печінці на 28,5–33,9 % та 10,2–21,9 % абс., відповідно, у тварин дослідних груп порівняно з контролем. Це вказує на позитивну дію 3 % (за масою) сорбенту сапоніту для зниження накопичення Pb у м'язовій тканині молодняку свиней, для зменшення його концентрації у печінці варто застосовувати 7 % (за масою) добавку природного мінералу.

Концентрація Cd у найдовшому м'язі спини піддослідних свиней коливалася від 0,077 мг/кг (IV група) до 0,124 мг/кг (I група). Перевищення цього показника за гранично допустиму концентрацію у молодняку свиней усіх піддослідних груп в 1,54–2,48 раза. Також визначили, що зменшення вмісту Cd у м'язовій тканині залежно від дози природного мінералу-сорбенту в складі раціонів відгодівельних свиней II, III та IV (дослідних) груп відносно I-ої (контрольної) групи на 29,8 %, 21,8 та на 37,9 %, відповідно.

Результати дослідження печінки піддослідних тварин за вмістом Cd не перевищували ГДК та становили 0,121–0,178 мг/кг. Однак, включення до раціону тварин сапоніту призвело до зростання концентрації Cd у печінці на 17,3–47,1 % без вірогідної міжгрупової різниці ( $P < 0,95$ ). Коефіцієнти переходу даного важкого металу у найдовший м'яз спини та печінку молодняку свиней

були доволі високими і становили 25,2–47,0 та 45,8–58,2 %, відповідно. Найменшим коефіцієнтом переходу Cd у найдовший м'яз спини відрізняється молодняк IV (дослідної) групи, а найбільшим – I (контрольної) групи. При введенні до складу кормових раціонів різних доз сапоніту перехід Cd у печінку піддослідних груп зростає на 4,5–12,4 % абс. порівняно з контролем.

Отже, згодовування молодняку свиней у III-ій зоні радіоактивного забруднення разом з концентрованими кормами природного мінералу сапоніту сприяє зниженню у найдовшому м'язі спини концентрації  $^{137}\text{Cs}$ , Pb і Cd. За показником сорбційної ефективності для  $^{137}\text{Cs}$  і Cd найкращою виявилася доза сорбенту 7 % (за масою) концентрованих кормів у раціоні, а для Pb – доза 3 %.

### **3.4. Економічна і екологічна ефективність використання високобілкових кормів і сапоніту для відгодівлі тварин у поліській зоні України**

У сучасних умовах ведення тваринництва важливим є питання щодо економічної ефективності використання різноманітних кормосумішей для годівлі тварин. Економічні розрахунки проводили, виходячи із показників загального приросту живої маси молодняку ВРХ та свиней контрольної і дослідних груп та його вартості, витрат кормів за період проведення досліджень та їх вартості.

У таблиці 3.26 наведені дані економічної ефективності використання різних високобілкових кормів при виробництві яловичини в зоні Полісся України. За період проведення досліджень загальний приріст живої маси бугайців I-ої (контрольної) групи у грошовому виразі становив 4112,50 грн, або був більшим порівняно з аналогічним показником тварин дослідної групи на 5,9 %. Водночас витрати кормів на 1 кг приросту живої маси молодняку ВРХ контрольної групи виявилися найнижчими – 22,25 грн, що менше за аналоги II-ої (дослідної) групи на 5,6 %.

Таблиця 3.26

**Економічна ефективність використання люпину і кормових бобів  
для відгодівлі бугайців (у розрахунку на одну голову)**

Показники	Групи	
	I – контрольна	II – дослідна
Загальний приріст живої маси за дослід, кг	117,5	111,0
Вартість приросту живої маси, грн	4112,50	3885,00
Одержано додаткового приросту живої маси порівняно з контролем, грн	-	-227,50
Вартість витрачених кормів за період дослід, грн	2614,95	2614,95
Витрачено кормів на 1 кг приросту живої маси, грн	22,25	23,56

Використання в кормових раціонах бугайців зерносумішей різного складу суттєвого впливу на питому активність  $^{137}\text{Cs}$  в найдовшому м'язі спини не мало – цей показник коливався в незначних межах (33,4–34,1 Бк/кг). Водночас згодовування тваринам 30 % (за масою) кормових бобів сприяло зниженню в м'язовій тканині вмісту Pb на 49,7 %, а Cd – на 25,0 % (табл. 3.27).

Таблиця 3.27

**Екологічна оцінка застосування різних зерносумішей для відгодівлі  
бугайців у зоні радіоактивного забруднення**

Групи бугайців	Концентрація радіоцезію і важких металів у м'язовій тканині					
	$^{137}\text{Cs}$		Pb		Cd	
	Бк/кг	± до контролю, %	мг/кг	± до контролю, %	мг/кг	± до контролю, %
I – контрольна	34,1	-	0,183	-	0,024	-
II – дослідна	33,4	-2,1	0,092	-49,7	0,018	-25,0

У таблиці 3.28 наведена економічна ефективність використання природного мінералу-сорбенту сапоніту при виробництві свинини в III-ій зоні радіоактивного забруднення. Як видно із проведених досліджень, за

показниками економічної ефективності кращою для молодняку свиней виявилася доза сапоніту 64 г/гол./добу (3 % від маси концкормів у раціоні), використання природного мінералу в кількості 104–145 г/гол./добу (5–7 % від маси концкормів у раціоні) виявилось неефективним. Згодовування свиням на відгодівлі природного мінералу-сорбенту сапоніту в дозі 3 % від маси концентрованих кормів у раціоні дозволило за період дослідження отримати додаткового приросту живої маси 7,1 кг/гол./добу на загальну суму (із відрахуванням вартості сапоніту) 331,32 гривень. Водночас використання 1 т природного мінералу забезпечить додаткове виробництво 0,600 тонн приросту живої маси свиней на суму 30,0 тис. грн. за одночасного зниження у м'язовій тканині вмісту  $^{137}\text{Cs}$  на 10,1–35,7 %, Pb – 5,9–52,7, Cd – на 21,8–37,9 %.

Таблиця 3.28

**Економічна ефективність застосування сапоніту за  
виробництва свинини в III-ій зоні радіоактивного забруднення**

Показники	Групи			
	I	II	III	IV
Приріст живої маси 1 гол. за дослідний період, кг	83,2	90,3	78,6	79,4
Використано сапоніту, кг/гол	-	11,84	19,24	26,82
Вартість сапоніту, грн	-	23,68	38,48	53,64
Одержано додаткового приросту живої маси порівняно з контролем, кг	-	+7,1	-4,6	-3,8
Вартість додаткового приросту з відрахування вартості сапоніту, грн	-	331,32	-	-
1 тонна сорбенту забезпечує:				
- додаткове виробництво свинини, т	-	0,600	-	-
- вартість додатково одержаної свинини, тис. грн	-	30,0	-	-

**Висновок до підрозділу 3.4**

Виходячи з отриманих результатів досліджень, можна зробити висновок про те, що заміна у складі кормових зерноsumішей 30 % (за масою) люпину на аналогічну кількість кормових бобів дещо погіршувала продуктивність



молодняку великої рогатої худоби і економічні показники виробництва яловичини, водночас сприяла покращенню екологічної якості м'яса за його виробництва в III-ій зоні радіоактивного забруднення.

### **3.5. Виробнича перевірка отриманих результатів досліджень**

Для підтвердження ефективності використання зерноsumішей різного складу та природного мінералу сапоніту для годівлі тварин провели виробничу перевірку результатів наукових досліджень на 30 бугайцях української чорно-рябої молочної породи та 30 головах молодняку свиней великої білої породи в умовах ДПДГ «Нова Перемога» Житомирського району Житомирської області та фізіологічного двору Інституту сільського господарства Полісся Національної академії аграрних наук України (досліди 3 і 4).

Виходячи із завдань перевірки, дослідження проводили на фоні господарських раціонів безпосередньо в умовах виробництва. Господарський раціон молодняку ВРХ складався із силосу кукурудзяного, сінажу люцерни, соломи ячмінної, зерноsumіші, солі кухонної (дод. Р, С). Структура раціонів фактично спожитих кормів за період апробації бугайцями обох груп була майже однаковою і становила (%): соковиті – 37,6–37,8, грубі – 35,4–35,6, концентровані – 26,6–27,0. На 1 енергетичну кормову одиницю раціонів припадало 82,6–87,4 г перетравного протеїну, а концентрація обмінної енергії в 1 кг сухої речовини склала 9,35–9,41 МДж.

У склад зерноsumішей для годівлі піддослідних тварин вводили зернові концентрати власного виробництва, вирощені в господарстві (% за масою): I група: пшениця – 40, люпин – 35, овес – 25; II група: пшениця – 40, кормові боби – 35, овес – 25.

Результати проведених досліджень показали, що заміна в складі зерноsumіші 35 % (за масою) дерті люпину на аналогічну кількість дерті кормових бобів негативно вплинула на продуктивні ознаки тварин (табл. 3.29).

Таблиця 3.29

**Приріст живої маси бугайців та обмінної енергії на 1 кг приросту (n=15)**

Показники	Групи	
	I – контрольна	II – дослідна
Тривалість досліду, днів	120	120
Жива маса на період досліду, кг: початок	149,4 ± 7,9	150,8 ± 7,8
закінчення	234,0 ± 12,7	229,9 ± 10,3
Загальний приріст живої маси, кг	84,6	79,1
Середньодобовий приріст, г	705 ± 39	659 ± 35
± до I групи: г	-	-46
%	-	-6,5
Витрати обмінної енергії на 1 кг приросту живої маси, МДж	86,8	92,4
± до I групи: МДж	-	+5,6
%	-	+6,4

Так, молодняк великої рогатої худоби II-ої (дослідної) групи за загальним приростом живої маси поступався аналогам із I-ої (контрольної) групи на 5,5 кг, або на 6,5 %. Його середньодобові прирости живої маси також були меншими на 46 г, або на 6,5 % відносно контролю за невірогідної міжгрупової різниці. На 1 кг приросту живої маси бугайці II-ої (дослідної) групи витрачали 92,4 МДж обмінної енергії, що більше порівняно з тваринами I-ої (контрольної) групи на 6,4 %.

Таким чином, включення до складу кормової зерноsumіші кормових бобів замість дерті люпину вузьколистого (в однаковій ваговій кількості), забезпечує тенденційно менші прирости живої маси бугайців за більших витрат обмінної енергії на одиницю приросту.

Виробнича перевірка на молодняку свиней проведена упродовж 139 днів (січень 2023 року – травень 2023 року). Для цього було сформовано дві групи поросят по 15 голів у кожній. Молодняку свиней I-ої (контрольної) групи згодували зерноsumіш №1 такого складу (% за масою): дерть пшенична – 75, дерть люпинова – 10, комбікорм-концентрат – 15. Для годівлі тварин II-ої (дослідної) групи використовували аналогічний склад зерноsumіші з добавкою

природного мінералу сапоніту в кількості 3 % від маси концентрованих кормів у добовому раціоні.

Склад і поживність середньодобових раціонів для молодняку свиней при проведенні виробничої перевірки (дослід 4) наведені в додатку Т.

Аналізуючи отримані результати виробничої перевірки по використанню сапоніту, можна дійти до висновку, що згодовування молодняку свиней у складі зерноsumіші природного мінералу тенденційно підвищує прирости його живої маси (табл. 3.30).

Таблиця 3.30

### Показники продуктивності піддослідного молодняку свиней

(n=15; M ± m)

Показники	Групи	
	I – контрольна	II – дослідна
Тривалість досліду, днів	139	139
Жива маса на початок досліду, кг	39,5 ± 1,7	40,9 ± 1,9
Жива маса на кінець досліду, кг	98,7 ± 3,1	103,6 ± 2,6
Приріст живої маси:		
загальний, кг	59,2	62,7
середньодобовий, г	426 ± 16	451 ± 20
+ або – до контролю:		
г	-	+25
%	-	+5,9
Витрати обмінної енергії на 1 кг приросту живої маси, МДж	58,7	55,4
+ або – до контролю, %	-	-5,6

Так, середньодобові прирости живої маси молодняку свиней I-ої (контрольної) групи становили 426 г, а аналогів II-ої (дослідної) групи – 451 г, або були більшими за контроль на 25 г (на 5,9 %) за недостовірної різниці (P<0,95).

За результатами лабораторних досліджень найдовшого м'язу спини піддослідних свиней встановлено, що вміст Pb і Cd у м'язовій тканині тварин I-ої (контрольної) групи становив 0,232 мг/кг і 0,061 мг/кг відповідно. За

використання в кормових раціонах молодняку свиней II-ої (дослідної) групи природного мінералу сапоніту накопичення Pb і Cd у найдовшому м'язі спини знизилося до 0,134 мг/кг і 0,038 мг/кг, відповідно, або на 42,2 % і 37,7 %.

### **Висновок до підрозділу 3.5**

Результати виробничої перевірки підтвердили попередньо отримані дані в науково-господарському досліді. За вирощування й відгодівлі молодняку свиней зерноsumішшю з умістом природного мінералу сапоніту жива маса тварин була дещо вищою порівняно з аналогами, яких годували зерноsumішшю без мінералу. Водночас використання сорбенту сапоніту сприяло значному зниженню вмісту важких металів у м'язовій тканині свиней.

## РОЗДІЛ 4

### АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Аварія, яка сталася 26 квітня 1986 року на 4-ому блоці Чорнобильської атомної електростанції, за своїми наслідками є найбільшою екологічною катастрофою ХХ століття та не має аналогії в історії людства. Соціальні наслідки Чорнобильської катастрофи особливо тяжкими є для населення Полісся України, де сільськогосподарське виробництво є головним сектором економіки. До того ж, галузь тваринництва понесла величезні втрати в перші дні екологічної катастрофи. В основному небезпека складалася в тому, що радіонукліди потрапляли до організму людини через забруднені молоко та м'ясо [35, 40]. У дослідженнях Г.П. Перепелятнікова [36] також було доведено, що від 70 до 95 %  $^{137}\text{Cs}$  надходить в організм людини з продукцією тваринництва.

Наслідки вибуху на Чорнобильській атомній електростанції Україна відчуває і донині. За 37 років після цієї страшної аварії було проведено безліч досліджень, щоб визначити рівень радіаційного забруднення постраждалих територій та встановити шляхи зниження впливу радіації на організм тварин та людей. Мінімізація наслідків аварії саме у сільськогосподарській сфері на забруднених радіонуклідами територіях, до якої відноситься виконання радіозахисних заходів у рослинництві й тваринництві, є одним із основним елементів системи радіаційної безпеки [37, 106]. Тому одним із пріоритетних завдань сучасної радіоекологічної науки є систематичний контроль забруднення рослинницької і тваринницької продукції  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  та вивчення особливостей їх міграції у сільськогосподарських екосистемах.

На території зони українського Полісся і досі зустрічаються випадки високих рівнів забруднення ізотопами  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  ґрунтових зразків, кормових культур, сільськогосподарської продукції, продукції тваринного походження тощо. Водночас у цій зоні розвиток промислового і інтенсивного

сільськогосподарського виробництва призвів до зростання концентрації важких металів на агроландшафт, що зумовило порушення рівноваги екосистеми. Збільшення кількості хворих, ослаблених тварин є показником порушення обмінних процесів в організмі. За згодовування сільськогосподарським тваринам забруднених важкими металами кормів, в їх організмі поступово накопичується все більше шкідливих компонентів, це призводить до зниження продуктивності та якості продукції [179, 241].

Останнім часом нагромадження важких металів та їх небезпечних сполук у навколишньому середовищі України зросло у декілька разів, особливо після аварії на Чорнобильській АЕС [133, 191]. Екологічні наслідки застосування мінеральних добрив і пестицидів з порушенням нормативних вимог зумовлюють негативні зміни в агроекосистемах. Інтенсифікація традиційного землеробства не лише України, а і країн Європейського Союзу, розвиток промисловості у великих містах посилюють антропогенне навантаження на навколишнє середовище [172]. Надходження важких металів у ґрунт навіть в малих концентраціях призводить до їх накопичення в кормах у значних кількостях, згодовування яких сільськогосподарським тваринам може призвести до виробництва тваринницької продукції з підвищеним вмістом небезпечних політантів, а значить і сировини для виробництва харчових продуктів [86, 176].

Беручи до уваги широкий спектр біологічної і токсичної дії важких металів, яка спричиняє негативний вплив на внутрішні органи й системи тварин, заслуговує на увагу необхідність проведення їх моніторингу у кормах і продукції тваринництва. Тому метою наших досліджень було визначити вміст Pb і Cd у кормах, молоці, м'язовій тканині бугайців і свиней, які виробляються у господарствах зони Полісся за різних рівнів радіоактивного забруднення території внаслідок аварії на ЧАЕС.

За результати проведених досліджень встановлена висока концентрація Pb у грубих кормах та соняшниковій макусі і шроті (2,462 та 1,639 мг/кг), а 41,9 % та 60,0 %, відповідно, проб цих видів кормів перевищували ГДК за

вмістом Cd. Зі збільшенням щільності забруднення ґрунту  $^{137}\text{Cs}$  вміст важких металів у кормах також зростає: у сінні і соломі – в 1,27–1,34 рази, сінажі – 1,17–1,58, силосі – 1,25–1,81, зерноsumіші – в 1,50–1,78 рази. Водночас під час аналізу тваринницької продукції на вміст важких металів встановлено перевищення гранично допустимих концентрацій Pb у молоці в 1,45 рази, Cd – у найдовшому м'язі спини ВРХ і свиней в 1,48 і 1,22 рази, відповідно. Вміст Cd у молоці знаходився в межах нормативних вимог, проте 41,2 % проаналізованих проб молока перевищували ГДК за цим елементом. З підвищенням рівня радіоактивного забруднення території  $^{137}\text{Cs}$  від 37 до 185 кБк/м<sup>2</sup> і більше вміст Pb і Cd у продукції тваринництва також зростає: у молоці – в 1,57–1,60 рази, найдовшому м'язі спини ВРХ – 1,10–1,49, найдовшому м'язі спини свиней (за виключенням Pb) – в 1,07 рази.

Наші дані узгоджуються з результатами досліджень інших авторів, які визначили високу варіабельність важких металів у кормових культурах поліської зони України: Cd – від 0,082 до 0,283 мг/кг, Pb – 0,483 – 2,954, Hg – від 0,031 до 0,282 мг/кг [52]. Окрім того, за їх даними, зі збільшенням щільності радіоактивного забруднення території концентрація важких металів у кормах також зростає: Pb – у 1,33-5,42 рази, Cd – 6,61-14,77, Hg – у 2,72–24,11 рази. Це є підтвердженням того, що, мабуть, у результаті аварії на ЧАЕС в навколишнє середовище надійшли не тільки радіоактивні речовини, а й важкі метали.

Аналогічні результати отримані в дослідженнях П. П. Надточія зі співавторами при обстеженні кормових культур, що вирощуються в господарствах Житомирської області [97]. Ними встановлено, що вміст ртуті у грубих кормах знаходиться в допустимих межах і складає 0,05 мг/кг, у концентрованих – перевищує ГДК на 0,02 мг/кг. Найвище нагромадження ртуті відзначається в соковитих кормах (сінажі та силосі) – 0,32 мг/кг, або більше від нормативних вимог у 6,4 рази.

Забруднення кормів важкими металами вище допустимих санітарно-гігієнічних норм призводить до їх накопичення у продуктах харчування

людини. У результаті обстеження господарств Полісся України, що знаходяться в зоні радіоактивного забруднення (II, III та IV зони), було встановлено підвищений вміст Cd, Pb та  $^{90}\text{Sr}$  в питній воді, а понад 80 % досліджених полів насичені свинцем, рівень якого перевищує максимально допустиму концентрацію у декілька разів [58]. Окрім того, за повідомленням Д. А. Засєкіна [59], високий вміст Pb встановлено у зразках м'язової тканини та Cd у молоці корів господарств Київської, Житомирської, Чернігівської, Кіровоградської та Полтавської областей. Отримана в цих господарствах продукція, згідно з аналізом автора, є небезпечною для вживання та виготовлення харчових продуктів.

Подібні результати отримані у дослідженнях Ю. І. Савченка зі співавторами [51], які провели аналіз продукції тваринництва, що виробляється в поліській зоні України. За їх даними, встановлено перевищення ГДК у молоці та м'ясі, відповідно, по Pb в 4,1 та 1,2 раза, Cd – 1,2 та 1,6, Hg – 3,0 та 1,6 раза.

Однією із ключових проблем розвитку галузі тваринництва в Україні є забезпечення кормовим білком. Коефіцієнт корисної дії кормів визначається ступенем перетворення кормового протеїну в харчовий, тобто білки продукції. Близько 70 % валового виробництва білка припадає на рослини (корми). У нашій країні частка рослинного білка, який використовується в харчових цілях для населення, становить 56,5 %, а у раціонах тварин – понад 90 % [4]. Тому важлива роль у вирішенні проблеми рослинного білка належить зернобобовим культурам.

Окрім того, перехід  $^{137}\text{Cs}$  і важких металів із кормів у молоко та інші види тваринницької продукції залежить від режиму годівлі, складу раціону, віку тварин, їх фізіологічного стану, продуктивності та інших факторів. Одним із головних факторів у зниженні надходження токсичних речовин у продукцію тваринництва є кормовий, який зумовлений типом годівлі тварин, рівнем клітковини та збалансованістю раціонів за основними елементами живлення [123, 124].



З метою вивчення ефективності використання місцевих зерноsumішей з люпином вузьколистим (безалкалоїдним) і завезеними «умовно чистими» кормовими бобами для відгодівлі молодняку великої рогатої худоби та дослідження при цьому обміну речовин в організмі тварин, накопичення у цих кормах і продукції  $^{137}\text{Cs}$  та важких металів у III-й зоні радіоактивного забруднення на фізіологічному дворі Інституту сільського господарства Полісся НААН було проведено *перший дослід* на бугайцях української чорно-рябої молочної породи.

Аналіз даних наших досліджень свідчить, що на інтенсивність росту, перетравність і використання поживних речовин кормів раціонів, рівень гематологічних показників, м'ясну продуктивність, екологічну якість м'яса і економічну ефективність значний вплив мають поліпшені умови годівлі тварин за рахунок використання різних зерноsumішей.

Розробленою схемою годівлі піддослідних бугайців *першого дослід* передбачалося вивчити: як впливає оптимізація протеїнового живлення за рахунок різних високобілкових кормів на продуктивність тварин і якість яловичини, показники перетравності поживних речовин корму, крові.

Отримані результати свідчать, що в умовах Полісся України (III-я зона радіоактивного забруднення) на раціонах силосно-концентратно-сінного типу можна отримувати високі прирости живої маси від бугайців української чорно-рябої молочної породи (822–870 г). Водночас заміна у складі зерноsumіші 30 % (за масою) люпину на кормові боби негативно вплинула на продуктивні якості молодняку ВРХ та конверсію корму. Так, середньодобові прирости живої маси бугайців I-ої (контрольної) групи становили 870 г за витрат обмінної енергії на 1 кг приросту 109,1 МДж, тоді як у аналогів із II-ої (дослідної) групи ці показники виявилися меншими на 5,5 % та більшими на 4,6 %, відповідно, що узгоджується з результатами інших дослідників [25, 63].

Дещо менші показники продуктивності бугайців дослідної групи, порівняно з контролем, можна пояснити гіршим використання тваринами основного корму, про що засвідчила перетравність його поживних речовин та

баланс Нітрогену в організмі. Так, заміна в складі зерноsumіші частки дерті люпину на аналогічну кількість дерті кормових бобів призвела до зниження перетравності основних поживних речовин кормів раціону: сухої речовини – на 0,78 % абс., сирого протеїну – 1,61, сирого жиру – 4,45, клітковини – 0,22, БЕР – на 0,54 % абс.

Мабуть, нижчі показники інтенсивності росту молодняку ВРХ II-ої групи та гірше перетравлення кормів раціонів можна пояснити дещо меншим умістом поживних речовин у 1 кг сухої речовини раціону.

Азотистий обмін найінтенсивнішим був у бугайців I-ої (контрольної) групи, яким згодовували зерноsumіш із люпином (пшениця+люпин+овес). Хоч вони і спожили Нітрогену з кормами більше порівняно з тваринами II-ої (дослідної) групи на 12,78 г/гол./добу (на 7,1 %), проте і використовували його значно краще.

Дослідженнями встановлено, що у молодняку великої рогатої худоби за оптимізації протеїнового живлення за рахунок кормових бобів спостерігалось підвищення екскреції Нітрогену як з калом, так і з сечею. У результаті цього його загальні втрати з екскрементами від прийнятого порівняно з контролем були значно більшими (на 1,91 % абс.), тому і відкладення Нітрогену в тілі тварин дослідної групи знижувалося на 2,02 % абс. від прийнятого з кормами та на 2,95 % абс. від перетравленого. Іншими словами, додавання до складу зерноsumішей дерті кормових бобів, для інтенсивно ростучих бугайців, не виявляло азотозберігаючу дію, тим самим знижувало середньодобові прирости живої маси за період проведення експерименту.

Склад раціонів і їх повноцінність для відгодівельних тварин впливають на м'ясну продуктивність та її формування. Наразі у наших дослідженнях згодовування молодняку ВРХ зерноsumішей різного складу суттєвого впливу на його забійні якості не мало. Не встановлено достовірної різниці за виходом туші і забійним виходом між групами піддослідних бугайців, у яких вони коливалися в межах 53,0–53,3 % і 53,40–53,92 %, відповідно. Наші дані м'ясної продуктивності тварин співпадають з результатами досліджень М. В. Зубця зі

співавторами [147] і не виходять за межі показників, характерних для молодняку великої рогатої худоби української чорно-рябої молочної породи на вирощуванні й відгодівлі.

Характер годівлі впливає на стан здоров'я організму тварин, а також на функціонування внутрішніх органів. При візуальному огляді внутрішніх органів не виявлено жодних помітних патологічних змін. Досліджувані печінка, легені, селезінка, нирки та серце мали природний колір та відповідну мікроструктуру.

У молодняку обох груп відносна маса печінки виявилася однаковою і становила 1,34 %. Водночас у бугайців II-ої групи, у раціонах яких використовували кормові боби, як абсолютна, так і відносна маси легень, серця, нирок і селезінки були меншими на 0,24 кг та 0,05 % абс., 0,12 та 0,02, 0,05 та 0,01 і 0,04 кг та 0,01 % абс., відповідно, ніж у аналогів із контрольної групи ( $P < 0,95$ ).

Дослідження хімічного складу м'яса дозволили встановити як впливають фактори годівлі на склад та біохімічні процеси у м'язовій тканині організму тварин. Проаналізувавши отримані результати досліджень, можна з впевненості сказати, що суттєвої вірогідної різниці за хімічним складом і енергетичною цінністю найдовшого м'язу спини та печінки між групами молодняку, що порівнювалися, нами не знайдено.

Виходячи з того, що дослід проводився у III-ій зоні радіоактивного забруднення від аварії на ЧАЕС, і піддослідним бугайцям згодовували місцеві корми (за виключенням кормових бобів), досить важливим було провести вивчення забруднення кормових раціонів і продуктів забою  $^{137}\text{Cs}$ .

Результати проведених досліджень за впливом згодовування різних зерноsumішей на накопичення  $^{137}\text{Cs}$  у продуктах забою піддослідних бугайців засвідчили, що концентрація радіоцезію в найдовшому м'язі спини та печінці тварин коливалася в незначних межах (34,1–33,4 та 35,2–35,7 Бк/кг, відповідно) і не перевищувала допустимі рівні (ДР-2006=200 Бк/кг). Тому і коефіцієнти переходу  $^{137}\text{Cs}$  в найдовший м'яз спини і печінку молодняку ВРХ

між групами суттєво не різнилися і становили 2,94–2,96 % і 3,06–3,16 %, відповідно.

Важливим етапом досліджень було встановлення концентрації важких металів у тваринницькій продукції, при згодовуванні їм кормів вирощених на сільськогосподарських угідь з підвищеним рівнем антропогенного забруднення. Зазначимо, у продуктах забою (найдовший м'яз спини та печінка) досліджували вміст найбільш небезпечних важких металів, таких як Pb та Cd. Згодовування піддослідним бугайцям кормів, вирощених як в III-й зоні радіоактивного забруднення, так і «умовно чистих», супроводжувалося перерозподілом рівнів важких металів у їхній продукції.

Плюмбум є кумулятивною отрутою і відноситься до особливо небезпечних забруднювачів. Надійшовши в організм, він розноситься у всі органи і тканини кровоносною системою, накопичується в кістках у вигляді триосновного фосфату Pb, звідки може знову потрапляти в кров за несприятливих для організму умов. Близько 200–400 мкг Pb у 1 л крові вистачить для виявлення його токсичної дії та діагностики отруєння організму [213, 229].

У наших дослідженнях концентрація Pb в найдовшому м'язі спини та печінці піддослідних бугайців коливалася в межах 0,092–0,183 мг/кг та 0,332–0,418 мг/кг, відповідно. Ці показники не перевищували ГДК. Водночас, за використання в раціонах молодняка кормових бобів порівняно з люпином вузьколистим, вміст Pb в яловичині знизився на 49,7 % ( $P \geq 0,95$ ), а у печінці – збільшився на 25,9 %. Тому коефіцієнт переходу Pb у м'язову тканину бугайців I-ої групи відносно аналогів II-ої групи виявився вищим на 0,30 % абс. Використання у складі зерноsumіші №2 кормових бобів зумовило інтенсивніше відкладення Pb в печінці тварин II-ої групи – 1,37 % порівняно з 1,08 % на контролі.

Кадмій є одним з найбільш токсичних важких металів, його відносять до високонебезпечних речовин [214, 217]. Негативний вплив Cd має на життєві системи організму людини і тварин, викликає патологічні зміни у тканинах і

органах (нирки, легені, кісткова тканина, органи репродуктивної й ендокринної систем), пригнічує процес еритропоезу [183]. Здатність Кадмію негативно впливати на здоров'я тварин при тривалому впливі низьких рівнів забруднення через високий коефіцієнт біологічної кумуляції (до 40 років) є особливістю його біологічної дії [209].

Згідно з проведеними дослідженнями, продукція від молодняку I та II-ої груп по забрудненню Cd не перевищувала гранично допустиму концентрацію (0,05 і 0,3 мг/кг). Встановлена неістотна міжгрупова різниця за вмістом Cd у продуктах забою залежно від згодовування відгодівельним бугайцям у складі раціонів різного складу зерноsumішей – у найдовшому м'язі спини тварин II-ої групи відносно I-ої групи цей показник був меншим на 25,0 %, а в печінці – на 4,8 %.

За результатами наукових досліджень [195, 197] встановлено, що Cd може в значній мірі змінювати метаболізм і функції таких есенціальних елементів, як Zn, Fe, Cu, Mn, Ca і Se. Так, за нестачі Цинку, Феруму, Купруму, Кальцію, вітаміну Д та білку різко зростає токсичність Кадмію, а також його накопичення в тканинах. Кадмієва інтоксикація залежить від взаємодії Cd з Zn. У зв'язку з дуже наближеною будовою атомів обох елементів і схожістю утворюваних ними тетраедричних комплексів, Кадмій може заміщувати Цинк в хелатах даного металу і перевищувати в цьому відношенні решту металів, у тому числі близькі до нього за хімічними властивостями Hg, Cu. Виходячи з цього, Cd можна розглядати як антиметаболіт Zn.

Менше накопичення Pb і Cd у продуктах забою бугайців II-ої (дослідної) групи можна пояснити тим, що у зерні кормових бобів, власне, як і решти зернових культур, міститься найважливіша, незамінна амінокислота – лізин. Тому вміст лізину в бобах може бути одним із показників загальної якості білка. У зерні кормових бобів, за даними вітчизняних авторів [30, 41], міститься від 13,6 до 20,0 г/кг лізину, тобто майже в 2,0 раза більше, ніж у люпину вузьколистому. Окрім того, у раціонах тварин II-ої групи вміст Zn

становить 277 мг/гол./добу, що більше за аналогічний показник молодняку I-ої групи на 1,5 %.

Вивчення морфологічних і біохімічних показників крові піддослідних тварин мало важливе значення для проведення наших наукових досліджень. Для визначення зміни та інтенсивності обмінних процесів в організмі тварин застосовують біохімічні методи, найважливішими з яких є визначення гематологічних показників. У кров виділяються продукти життєдіяльності різних органів, за вмістом яких можна встановити функціональний стан та вплив факторів навколишнього середовища і годівлі тварин, що призводить до змін, які протікають в організмі.

Як свідчать отримані результати гематологічних досліджень, згодовування бугайцям в зоні радіоактивного забруднення зерноsumішей різного складу суттєвого впливу на морфологічні і біохімічні показники крові не мало. Водночас у крові молодняку ВРХ дослідної групи порівняно з контролем спостерігається більший уміст гемоглобіну, лейкоцитів, загального білку та Фосфору за дещо меншої концентрації еритроцитів, резервної лужності, Кальцію та каротину.

Численними дослідженнями, проведеними вітчизняними і зарубіжними вченими та практикаами, встановлено, що використання природних сорбентів у тваринництві дає можливість підвищити продуктивність, тобто реалізувати генетичний потенціал тварин, збільшити виробництво продукції та її рентабельність без додаткових витрат кормів. Фізико-хімічна здатність глиноземів зв'язувати токсичні речовини внаслідок їх високої сорбційної здатності – є важливим фактором підвищення біологічної повноцінності кормів за згодовування їх тваринам [5, 15, 230, 239].

Сапоніт – це лужний алюмосилікат, що відноситься до групи бентонітових глин. Він має високі зв'язуючі, адсорбційні і катіонообмінні властивості, за сумарною ємністю обмінних катіонів і хімічним складом є джерелом більшості макро- та мікроелементів для тварин [121, 233]. За даними зарубіжних авторів [193, 205], мінералогічний склад зразків сирової глини, які

були визначені як сапоніти, суттєво залежить від місця їх покладу. Найбільшими родовищами сапоніту на Україні є Варварівське та Ташківське в Хмельницькій області, запаси яких складають понад 100 млн тонн [189]. Однак наразі вплив даного сорбенту на інтенсивність комплексного виведення з організму молодняку свиней радіоцезію і важких металів вивчено недостатньо. Саме тому виникла необхідність проведення *другого дослідю* щодо включення різної кількості сапоніту в зерноsumіші для відгодівлі молодняку свиней.

У результаті проведених досліджень встановлено, що введення до складу раціону молодняку свиней підвищених доз природного мінералу сапоніту (5–7 % за масою концкормів), не мало позитивного впливу на їх продуктивні якості – середньодобові прирости живої маси тварин III і IV (дослідних) груп відносно контролю виявилися меншими на 4,7–5,6 % ( $P < 0,95$ ), а витрати обмінної енергії на одиницю приросту більшими на 4,9–6,0 %. Слід наголосити, що найвища інтенсивність росту відмічена у молодняку свиней II-ої (дослідної) групи – 488 г. За цим показником підсвинки цієї групи переважали аналоги із I, III та IV груп на 38–63 г, або на 8,4–14,8 % за вірогідної різниці між II та III-ою групами ( $P > 0,95$ ).

Подібні результати отримані у дослідженнях вітчизняних авторів на молодняку великої рогатої худоби. Так, у дослідах М. Ф. Кулика зі співавторами [152], згодовування сапоніту бугайцям на відгодівлі в кількості 15 г на 1 корм. од. (або 25–30 г на 100 кг живої маси) позитивно вплинуло на інтенсивність росту молодняку: середньодобовий приріст тварин за весь період дослідю становив 812 г, що на 15,3 % більше порівняно з контрольною групою. Згодовування сапоніту з розрахунку 20 г на 1 корм. од. (40–50 г на 100 кг живої маси) не підвищувало середньодобовий приріст тварин, можливо, за висновком авторів, через високу його дозу.

Підвищена інтенсивність росту молодняку свиней II-ої (дослідної) групи порівняно з аналогами інших груп позитивно вплинула на його забійні якості: вихід парної туші і забійний вихід виявилися більшими на 0,5–2,3 % абс. і 1,0–

2,8 % абс., відповідно. Водночас суттєвої міжгрупової різниці за абсолютною і відносною масою внутрішніх органів нами не встановлено.

За результатами проведених досліджень встановлена закономірність – із підвищенням дози сапоніту в складі кормосуміші енергетична цінність печінки підвищується з 5,01 МДж/кг до 5,67 МДж/кг, або на 2,4–13,2 %. Енергетична цінність м'яса тварин III-ої групи була найбільшою – 5,66 МДж/кг, а найменшою – у аналогів II-ої групи (5,11 МДж/кг).

Використання в раціонах підсвинків дослідних груп (II, III та IV) сапоніту сприяло значно меншій акумуляції радіоцезію в тілі тварин порівняно з показниками контрольних свиней (I група), які споживали зерноsumіш без природного мінералу. Так, питома активність радіоцезію у найдовшому м'язі спини підсвинків дослідних груп виявилася нижчою на 2,0–7,1 Бк/кг (на 10,1–35,7 %,  $P \leq 0,95$ ), ніж у тварин контрольної групи за меншої кратності накопичення  $^{137}\text{Cs}$  (на 13,2–40,5 %). Водночас, забруднення продуктів забою піддослідних свиней радіонуклідом як контрольної, так і дослідних груп, не перевищувало допустимих рівнів (ДР–2006=200 Бк/кг).

Джерелами надходження хімічних забруднювачів у ґрунтовий покрив України є викиди металургійних заводів, хімічних та інших підприємств. Сільське господарство також вносить свою частку в надходження важких металів, S, надлишку нітратного N, які потрапляють у ланцюг «ґрунт → рослина → тварина → людина». Основну масу забруднюючих речовин становлять токсичні елементи: As, S, F, Cr, Al, Pb, Cd, Cu, Zn і Hg. Окремі із них необхідні для нормальної життєдіяльності людей і тварин у певних концентраціях. Проте, за перевищення допустимої концентрації (ГДК) того чи іншого елемента, в організмі може настати інтоксикація.

У зв'язку зі згодовуванням піддослідному молодняку свиней, який утримувався в III-ій зоні радіоактивного забруднення, зерноsumішей різного складу, було важливо дослідити акумуляцію Pb і Cd в організмі піддослідних тварин та продуктах їх забою.



Плюмбум – типовий токсин, який не є необхідним для життєдіяльності людини і тварин, надходить в організм через шлунково-кишковий тракт і легені. В організмі людей, в основному, Рb акумулюється в кістковій тканині. Він негативно впливає на біосинтез гемоглобіну, нуклеїнових кислот, протеїнів і різних гормонів.

У нашому досліді в організм піддослідного молодняку надходила незначна кількість Рb – 0,866–1,941 мг/добу. Водночас щодоби з кормами раціонів молодняку свиней дослідних груп його надходження було найбільшим, оскільки забруднення Рb сапоніту виявилось вищим в 2,2–93,1 раза, ніж у інших кормах. Проте концентрація Рb у найдовшому м'язі спини свиней контрольної групи виявилася найвищою – 0,425 мг/кг, що переважає показники аналогів із дослідних груп на 5,9–52,7 % ( $P \geq 0,95$  в останньому випадку). До того ж, коефіцієнти переходу Рb із кормів раціону в м'язову тканину виявилися найменшими у дослідних групах – 15,2–42,5 % проти 49,4 % у контролі.

Накопичення Рb у печінці свиней III-ої (дослідної) групи виявилось найбільшим – 0,481 мг/кг, а найменшим – у аналогів II-ої (дослідної) групи. Допустимий уміст Рb у харчових продуктах становить 0,5–0,6 мг/кг, тому отримана продукція від піддослідних свиней відповідає цим вимогам.

Отримані в процесі експериментів дані співпадають з результатами досліджень Т. П. Булавкіної та С. О. Семенова [13], робота яких була спрямована на вивчення впливу збалансованої годівлі свиней на накопичення Рb в їх організмі при переході з кормів. Результати досліджень показали, що підвищений рівень Плюмбуму в раціонах відгодівельного молодняку знижує їх продуктивність і призводить до підвищення витрат кормів. Добавка солей Рb подіяла на тварин майже так, як зниження перетравного протеїну в раціоні на 15 % та вмісту мікроелементів і вітамінів приблизно на 30 %. Автори роблять висновок, що зменшення рівня протеїну в раціонах та їх незбалансованість за мінеральними речовинами і вітамінами призводить до накопичення Рb в організмі свиней.

Металічний Cd та його солі дуже токсичні для людей і тварин. Встановлено, що 15 мг Cd на 1 кг харчового продукту є токсичною, а 30–90 мг – можуть стати смертельною дозою. Експериментально доведено, що щодобове надходження Cd в організм людини з їжею становить приблизно 50–60 мг, майже стільки ж його виводиться з калом, лише 5 % затримується в організмі, переважно в нирках [45].

Із кормами раціону до організму свиней II, III та IV (дослідних) груп щодоби надходило більше Cd порівняно із аналогами I-ої (контрольної) групи (0,282–0,306 мг/добу проти 0,264 мг/добу, відповідно), що пов'язано зі значно більшим його вмістом у природному мінералі сапоніті. Коефіцієнти переходу Cd із кормів раціонів у найдовший м'яз спини тварин коливалися в межах 25,16–46,96 %, а в печінку – 45,83–58,16 %. Як наслідок, забруднення м'яса свиней IV (дослідної) групи було найнижчим – 0,077 мг/кг, що менше відносно контролю на 37,9 %. Уміст цього елемента в найдовшому м'язі спини тварин усіх піддослідних груп виявився вище ГДК в 1,54–2,48 рази.

Введення до складу кормових раціонів природного мінералу-сорбенту сапоніту в кількості 3-7 % (за масою) концкормів для відгодівлі молодняку свиней у III-й зоні радіоактивного забруднення позитивно вплинуло на безпечність свинини, а також, знизило питому активність  $^{137}\text{Cs}$  і концентрацію важких металів у найдовшому м'язі спини. При введенні до раціону тварин природних мінералів, знижують трансформація радіонуклідів і важких металів з корму в організм тварин за рахунок дії двох механізмів. I механізм – транзитне проходження токсичних речовин через організм без їх участі в процес обміну завдяки високим іонообмінним і сорбційним властивостям мінералів. II механізм дії – на здатність мінералів нормалізувати мінеральний обмін на рівні організму тварини [65, 186].

За даними авторів [91], при пероральному введенні сорбентів у складі корму в приповерхневих шарах їх кристалічної структури відбувається зв'язування токсичних компонентів хімусу екзо- і ендогенної природи. У шлунково-кишковому тракті сорбенти діють як надійний бар'єр для

виключення ксенобіотиків із процесів обміну речовин, які потрапляють з кормом, а також виводяться із міжклітинного середовища і вмісту кліток у просвіт кишечника. Це і сприяє зменшенню вмісту радіонуклідів і важких металів у м'язах та внутрішніх органах тварин.

Подібні результати отримані в інших дослідженнях [17], в яких встановлено, що використання цеоліту як адсорбенту сприяло підвищенню зв'язування важких металів у шлунково-кишковому тракті та виведенню їх з організму тварин. Під впливом мінералу коефіцієнт акумуляції іонів Pb, Cd та Hg знизився на 40,9 %, 33,2 та 44,5 %, відповідно. Природні цеоліти сприяли збільшенню на 2,4–23,6 % вмісту важких металів у калових масах дослідних корів з одночасним зменшенням їх концентрації у сечі на 1,6–13,2 %.

У цілому, за використання зерноsumішей з різною кількістю природного мінералу сапоніту, коефіцієнти переходу важких металів (Pb, Cd) із кормів раціону в найдовший м'яз спини тварин дослідних груп були меншими порівняно з аналогічними показниками контрольної групи за більшого накопичення ксенобіотиків у печінці свиней.

## ВИСНОВКИ

Проведено моніторингові дослідження вмісту важких металів у кормах і продукції тваринництва, експериментально обґрунтовано доцільність оптимізації протеїнового живлення бугайців і використання природного мінералу сапоніту як сорбенту радіоцезію і важких металів для годівлі молодняку свиней у зоні радіоактивного забруднення, внаслідок аварії на ЧАЕС.

1. Понад 37 років після аварії на ЧАЕС екологічна ситуація в поліській зоні України залишається складною, що підтверджується високим вмістом важких металів у кормах, молоці, яловичині та свинині. Висока концентрація Pb виявлена у грубих кормах та високобілкових кормах (2,462 та 1,639 мг/кг), у 41,9 % та 60,0 % відповідно проб цих видів кормів перевищували ГДК за вмістом Cd. Зі збільшенням щільності забруднення ґрунту  $^{137}\text{Cs}$  вміст важких металів у кормах також зростає: у сінні і соломі – в 1,27–1,34 раза, сінажі – 1,17–1,58, силосі – 1,25–1,81, зерноsumіші – в 1,50–1,78 раза.

2. Проведеним моніторингом продукції тваринництва встановлено перевищення гранично допустимих концентрацій Pb у молоці в 1,45 раза, Cd – у найдовшому м'язі спини ВРХ і свиней в 1,48 і 1,22 раза, відповідно. Вміст Cd в 41,2 % проаналізованих проб молока перевищували ГДК за цим елементом. З підвищенням рівня радіоактивного забруднення території  $^{137}\text{Cs}$  від 37 до 185 кБк/м<sup>2</sup> і більше вміст Pb і Cd у продукції тваринництва також зростає: у молоці – в 1,57–1,60 рази, найдовшому м'язі спини ВРХ – 1,10–1,49, найдовшому м'язі спини свиней (за виключенням Pb) – в 1,07 раза.

3. Заміна в складі зерноsumіші 30 % (за масою) люпину вузьколистого на відповідну кількість кормових бобів для молодняку великої рогатої худоби на відгодівлі в умовах Полісся України несуттєво знижує середньодобові прирости живої маси (на 5,5 %) та збільшує витрати обмінної енергії на одиницю приросту (на 4,6 %), без суттєвих міжгрупових відмінностей за забійними показниками і енергетичною цінністю м'язової тканини.

4. Використання в складі зерносуміші кормових бобів для відгодівлі бугайців невірогідно знижувало перетравність основних поживних речовин корму: сухої речовини на 0,78 % абс., протеїну – 1,61, жиру – 4,45, клітковини – 0,22 та БЕР – на 0,54 % абс. Відкладення Нітрогену в тілі тварин I-ої групи становило 77,25 г/гол./добу, або було більшим за показники аналогів із II-ої групи на 12,8 % ( $P < 0,95$ ).

5. Вміст важких металів у найдовшому м'язі спини піддослідних бугайців виявився значно нижчим за гранично допустиму концентрацію. Заміна люпину на відповідну кількість кормових бобів для молодняка великої рогатої худоби за його відгодівлі у III-й зоні радіоактивного забруднення сприяє значно меншому нагромадженню і переходу важких металів у м'язову тканину тварин: Pb – на 49,7 % і 0,30 % абс., Cd – 25,0 і 0,32, Cu – 8,3 і 0,35 та Zn – на 1,1 % і 0,12 % абс., відповідно.

6. Загальний приріст живої маси бугайців I-ої (контрольної) групи у грошовому виразі становив 4112,50 грн, або був більшим порівняно з аналогічним показником тварин дослідної групи на 5,9 %. Водночас витрати кормів на 1 кг приросту живої маси молодняка ВРХ контрольної групи виявилися найнижчими – 22,25 грн, що менше за аналогів II-ої (дослідної) групи на 5,6 %.

7. Включення свиням на відгодівлі природного мінералу сапоніту в кількості 3 % від маси концентрованих кормів у раціоні сприяло підвищенню, порівняно з контролем, середньодобових приростів живої маси тварин на 8,4 % та зниженню витрат обмінної енергії на одиницю приросту на 7,7 %. Дози 5 % та 7 % за цими показниками виявилися неефективними.

8. Питома активність  $^{137}\text{Cs}$  в найдовшому м'язі спини молодняка свиней коливалася по групах у межах 12,8–19,9 Бк/кг і не перевищувала допустимих рівнів (ДР-2006=200 Бк/кг). Внаслідок уведення до складу раціонів молодняка свиней природного мінералу сапоніту в кількості 3–7 % (за масою концентрованих кормів), концентрація радіоцезію в м'язовій тканині свиней II-

IV (дослідних) груп відносно контролю знижувалася на 2,0–7,1 Бк/кг, або на 10,1–35,7 % за недостовірної різниці.

9. Використання сапоніту як адсорбента за відгодівлі тварин у III-ої зоні радіоактивного забруднення справило позитивний вплив на екологічну якість продукції – нагромадження Pb і Cd у м'язовій тканині свиней дослідних груп відносно контролю було меншим на 5,9–52,7 % і 21,8–37,9 %, відповідно. За показником сорбційної ефективності для Pb найкращою виявилася доза сорбенту 3 %, а для Cd – доза 7 % (за масою) концентрованих кормів у раціоні.

10. Застосування природного мінералу сапоніту для відгодівлі свиней в кількості 3 % за масою концентрованих кормів у раціоні є економічно вигідним – кожна тонна використаного адсорбенту забезпечує додаткове виробництво 0,600 тонн приросту живої маси на суму 30,0 тис. гривень.

## ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Для забезпечення населення поліського регіону якісними і безпечними продуктами харчування рекомендовано проводити систематичний моніторинг забруднення молока корів і м'язової тканини молодняку ВРХ та свиней важкими металами (Pb і Cd).

2. З метою отримання екологічно безпечної яловичини в зоні техногенного навантаження, зниження накопичення у найдовшому м'язі спини важких металів доцільно використовувати в раціонах бугайців кормові зерноsumіші такого складу (% за масою): пшениця – 50, кормові боби – 30, овес – 20.

3. Для зменшення переходу  $^{137}\text{Cs}$  і важких металів Pb, Cd із кормів у найдовший м'яз спини свиней, підвищення продуктивності тварин, поліпшення якості продукції у господарствах зони Полісся рекомендується включати до складу зерноsumішей природний мінерал сапоніт в кількості 3 % від маси концентрованих кормів у раціоні.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андрійчук В. Г. Економіка підприємств агропромислового комплексу : підручник. Київ : КНЕУ, 2013. 779 с.
2. Андрусина І., Голуб І., Лампека О. Підходи до комплексної еколого-гігієнічної оцінки забруднення довкілля металами. *Теоретичні та експериментальні аспекти сучасної хімії та матеріалів ТАСХ-2021* : матеріали V Всеукр. наук. конф. (10 квітня 2021 р.). Дніпро : Середняк Т. К., 2021. С. 92–95.
3. Аріон О. В., Купач Т. Г., Дем'яненко С. О. Географія ґрунтів з основами ґрунтознавства : навч.-метод. посібник. Київ, 2017. 226 с.
4. Бабич А. О. Проблема білка і вирощування зернобобових на корм. *Вісник аграрної науки*. 2007. № 12. С. 20–23.
5. Батуревич О. О. Ефективність використання мінералів природного походження в раціоні самиць коропа. *Вісник Полтавської держ. аграрної академії*. 2019. № 3. С. 132–138. doi: 10.31210/visnyk2019.03.17
6. Богданов Г. О., Терещенко О. М., Михайлов О. В. Результати застосування різних доз палигорскіту для зменшення забруднення молока радіонуклідами. *Наука. Чорнобиль-98* : тези доп. наук.-практ. конф. (1–2 квітня 1999 р.). Київ, 1999. С. 49–50.
7. Бомба М. Я. Біологічне землеробство: стан та перспективи розвитку. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2016. Вип. 59. С. 9–18.
8. Бомко В. С., Сиваченко Є. В., Сметаніна О. В. Корми і кормові добавки та ефективність їх використання в годівлі тварин : навч. посібник. Біла Церква : БНАУ, 2023. 225 с.
9. Бондарева О. Б., Коноваленко Л. І., Міліхула О. М. Міграція та накопичення свинцю і кадмію в ґрунті і рослинах під впливом добрив. *Агроекологічний журнал*. 2012. № 3. С. 20–23.



10. Бородіна Н. А., Кононенко Л. В., Висотенко О. О. Оцінка забруднення свинцем ґрунту прилеглої до автомобільної дороги території. *Збірник наукових праць Інституту геохімії навколишнього середовища*. 2016. Вип. 25. С. 89–97.
11. Брайнінгер О. І. Особливості транслокації та акумуляції важких металів у системі «ґрунт – рослина - сільськогосподарська продукція». *Таврійський науковий вісник. Сер. Екологія, іхтіологія та аквакультура*. 2022. № 123. С. 225-231. doi: 10.32851/2226-0099.2022.123.31
12. Бузіна І. М., Хайнус Д. Д. Дослідження ризиків поширення забруднення ландшафтної екосистеми важкими металами в умовах змін клімату. *Науковий вісник ХДУ. Серія: Географічні науки*. 2018. № 9. С. 99–104.
13. Булавкіна Т. П., Семенов С. О. Пошук шляхів зниження токсичної дії свинцю на організм свиней. *Вісник Державної агроекологічної академії України*. 2000. Спец. вип. С. 132–133.
14. Булавкіна Т. Проблема виробництва екологічно чистої свинини. *Тваринництво України*. 2002. № 8. С. 10–11.
15. Бурлака В. А., Сукненко Т. М. Детергенти цеоліти та алуніти в раціонах свиней, їх вплив на мінеральний склад продуктів забою. *Вісник Держ. агроекологічного університету*. 2005. № 1. С. 127–133.
16. Буцяк В. І. Вплив природних адсорбентів на забійні показники молодняку великої рогатої худоби. *Сільський господар*. 2004. № 9/10. С. 6–8.
17. Буцяк В. І. Трансформація важких металів із корму у молоко на тлі дії цеоліту. *Вісник Сумського нац. аграрного університету*. 2002. № 6. С. 585–588.
18. Буцяк В. Негативна дія солей свинцю та ртуті на репродуктивні функції корів. *Тваринництво України*. 2003. № 8. С. 11–13.
19. Важкі метали у ґрунтах Українського Полісся та Київського мегаполісу : монографія / Самчук А. І., Кураєва І. В. та ін. Київ : Наук. думка, 2006. 108 с.

20. Важкі метали у компонентах навколишнього середовища м. Маріуполь (еколого-геохімічні аспекти) : монографія / Кармазиненко С. П., Кураєва І. В., Самчук А. І. та ін. Київ : Інтерсервіс, 2014. 168 с.

21. Васильцева Л. П., Параняк Р. П. Вплив штучного навантаження свинцем на біохімічні та імунологічні показники плазми крові гусей та їх корекція сполуками селену. *Науковий вісник ЛНУВМБТ ім. С.З. Гжицького*. 2010. Т. 12, № 2 (44), ч. 4. С. 166–172.

22. Вахуткевич І. Ю. Вміст важких металів у печінці та скелетних м'язах курок-несучок за умов тривалої їх дії. *Науковий вісник Львівського нац. університету вет. медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького*. 2012. Т. 14, № 2 (52), ч. 2. С. 8–11.

23. Ведення сільськогосподарського виробництва у приватному секторі в умовах посиленого антропогенного впливу на навколишнє середовище / Мислива Т. М., Надточій П. П., Герасимчук Л. О. та ін. ; за ред. Т. М. Мисливої. Житомир : Рута, 2011. 50 с.

24. Використання зернобобових на корм при виробництві молока і м'яса в зоні Полісся України : монографія / Савченко Ю. І., Савчук І. М., Савченко М. Г. та ін. ; за ред. Ю. І. Савченка, І. М. Савчука. Житомир : Рута, 2014. 206 с.

25. Виробництво молока і м'яса в зоні Полісся України при використанні місцевих високопротеїнових кормів / Савченко Ю. І., Савчук І. М., Савченко М. Г., Дідківський М. П. *Агропромислове виробництво Полісся*. 2016. Вип. 9. С. 87–94.

26. Вплив бойових дій на вміст валових форм важких металів у ґрунтах Сумського та Охтирського районів Сумської області / Зайцев Ю. О., Грищенко О. М., Романова С. А., Зайцева І. О. *Агроекологічний журнал*. 2022. № 3. С. 136-149. doi: 10.33730/2077-4893.3.2022.266419

27. Вплив різних доз міді, кобальту і йоду на обмін  $^{137}\text{Cs}$  у лактуючих корів при хронічному споживанні з кормом / Славов В. П., Чала І. В., Біденко В. М., Абукаров А. З. *Молочне і м'ясне скотарство*. 1998. Вип. 88. С. 107–112.

28. Вплив свинцю на репродуктивне здоров'я чоловіків / Островська С. С., Шаторна В. Ф., Слесаренко О. Г. та ін. *Укр. журнал медицини, біології та спорту*. 2021. Т. 6, № 4. С. 16–21. doi: 10.26693/jmbs06.04.193
29. Генсірук С. А. Антропогенні зміни. Енцикопедія сучасної України : в 24-х т. / ред. кол.: І. М. Дзюба та ін. ; НАН України. Київ : Поліграфкнига, 2001. Т. 1 : А. С. 593.
30. Годівля високопродуктивних корів : посібник / Гноєвий В. І., Головка В. О., Трішин О. К., Гноєвий І. В. Харків : Прапор, 2009. 368 с.
31. Гордієнко В. В., Косуба Р. Б. Вікові особливості екологічно обумовленого накопичення важких металів в органах інтактних лабораторних щурів. *Клінічна та експериментальна патологія*. 2016. Т. 15, № 3. С. 26–29.
32. Грабовенський І. Й., Калачнюк Г. І. Мінеральні добавки і природні цеоліти. *Сировинні ресурси кормового виробництва*. Ужгород, 1982. С. 64–80.
33. Григора Т. Як важкі метали впливають на рослини? 2022. URL: <https://himanaliz.ua/uk/yak-vazhki-metali-vplivayut-na-roslini/> (дата звернення: 10.02. 2024).
34. Гриньова Я., Криштоп Є. Проблеми забруднення навколишнього середовища важкими металами та шляхи їх подолання. *Інженерія природокористування*. 2021. № 1 (19). С. 111–119. doi: 10.5281/zenodo.6904034
35. Гудков І. М. Сучасна радіаційна ситуація в аграрній сфері на території України, Росії та Білорусі в зоні аварії на Чорнобильській АЕС. *Проблеми сільськогосподарської радіології: 17 років після аварії на Чорнобильській АЕС* : доп. учасників IV Міжнар. наук.-практ. конф., 19–21 червня 2003 р. Житомир : ЖНАЕУ, 2003. С. 21–27.
36. Гудков І. М., Гайченко В. А., Кашпаров В. О. Сільськогосподарська радіоекологія : підручник. Київ : Ліра-К, 2017. 268 с.
37. Гудков І. М., Лазарєв М. М. Проблеми реабілітації та повернення в користування забруднених радіонуклідами територій. *Чорнобильська катастрофа. Актуальні проблеми, напрями та шляхи їх вирішення* : тези доп.

Міжнар. наук.-практ. конф. (26–27 квіт. 2018 р.). Житомир : ЖНАЕУ, 2018. С. 18–23.

38. Гупал В. В., Чорнявська І. Р. Вміст важких металів у ґрунтах захисних лісових насаджень призалізничних територій. *Вісник Полтавської держ. аграрної академії. Сільське господарство. Екологія*. 2018. № 4. С. 123–130. doi: 10.31210/visnyk2018.04.18

39. Давидов Е. А. Нагромадження деяких важких металів у м'ясі при використанні каолінів та алунітів у раціонах свиней. *Науковий вісник Національного аграрного університету*. 2004. Вип. 74. С. 310–314.

40. Двадцять років Чорнобильської катастрофи. Погляд у майбутнє : Нац. доповідь України / редкол.: В. І. Балоба (голов. ред.) та ін. ; М-во України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи. Київ : Атіка, 2006. 224 с.

41. Деталізована поживність кормів та раціони годівлі корів у зоні радіоактивного забруднення Полісся України / Карпусь М. М., Славов В. П., Прістер Б. С. та ін. Житомир : Тетерів, 1994. 288 с.

42. Динаміка забруднення вод сільськогосподарського призначення важкими металами / Коваль В. В., Кучерявий С. О., Наталочка В. О. та ін. *Вісник Полтавської держ. аграрної академії*. 2014. № 2. С. 58–62.

43. Довідник з повноцінної годівлі сільськогосподарських тварин / Ібатуллін І. І., Башенко М. І., Жукорський О. М. та ін.; за ред. Ібатулліна І. І., Жукорського О. М. Київ : Аграр. наука, 2016. 336 с.

44. Довідник поживності кормів / Карпусь М. М., Карпович С. І., Малієнко А. В. та ін. Вид. 2-е. Київ : Урожай, 1988. 400 с.

45. Домарецький В. А. Екологія харчової сировини й продуктів харчування : навч. посібник. Харків, 1994. 343 с.

46. Дослідження впливу техногенного забруднення внаслідок воєнних дій на показники ґрунту агроценозів / Писаренко П. В., Самойлік М. С., Галицька М. А. та ін. *Аграрні інновації*. 2022. № 14. С. 94–102. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.14.14>

47. ДСТУ 7670: 2014. Сировина і продукти харчові. Готування проб. Мінералізація для визначення вмісту токсичних елементів. [Чинний від 2015-01-07]. Київ : Мінекономрозвитку, 2015. (Інформація та документація).
48. ДСТУ 7992: 2015. М'ясо та м'ясна сировина. Методи відбирання проб та органолептичного оцінювання свіжості. [Чинний від 2017-01-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. (Інформація та документація).
49. ДСТУ ISO 6497: 2005. Корми для тварин. Методи відбирання проб (ISO 6497: 2002, ІДТ). [Чинний від 2008-01-03]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2005. (Інформація та документація).
50. ДСТУ ISO 707: 2002. Молоко і молочні продукти. Настанова з відбирання проб. [Чинний від 2003-01-10]. Київ : Держспоживстандарт України, 2003. (Інформація та документація).
51. Екологічна якість молока і м'яса, вироблених в господарствах зони радіоактивного забруднення / Савченко Ю. І., Савчук І. М., Савченко М. Г. та ін. *Агропромислове виробництво Полісся*. 2010. Вип. 3. С. 78–81.
52. Екологічний моніторинг якості кормів зони радіоактивного забруднення / Савченко Ю. І., Савчук І. М., Савченко М. Г., Костанецька Ю. В. *Агропромислове виробництво Полісся*. 2011. Вип. 4. С. 93–96.
53. Екологія : підручник / Дорогунцов С. І., Коценко К. Ф., Хвесик М. А. та ін. Вид. 2-ге, без змін. Київ : КНЕУ, 2006. 371 с.
54. Екологоорієнтовані підходи відновлення техногенно забруднених територій і створення сталих екосистем : кол. монографія / за заг. ред. Чайки Т. О. Полтава : Астроя, 2022. 452 с.
55. Європейська конвенція про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей. Страсбург, 1986. URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994\\_137#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_137#Text) (дата звернення: 10.02.2024).
56. Єременко О. А., Колесніков М. О. Практикум з основ екологічної хімії : навч. посібник. Мелітополь : ТДАТУ, 2008. 272 с.

57. Забруднення поверхневих вод фосфатами та важкими металами / Василенко Л. О., Березницька Ю. О., Кравченко М. В. та ін. *Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки*. 2022. № 38. С. 4–17. doi: 10.32347/2524-0021.2022.38.4-17
58. Засєкін Д. А. Важкі метали в системі: вода – ґрунт – рослини (корми) – тварини. *Вісник Держ. агроекологічної академії України*. 2000. Спец. вип. С. 324–325.
59. Засєкін Д. А. Моніторинг важких металів у довкіллі та способи зниження їх надлишку в організмі тварин : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра вет. наук : 06.00.06. Київ, 2002. 40 с.
60. Індукція окисного стресу як елемент токсичності кадмію / Островська С. С., Писаревська І. А., Дєєв В. В. та ін. *Вісник проблем біології і медицини*. 2021. Вип. 2 (160). С. 44–48.
61. Калачнюк Г., Мароуняк М., Грабовенський І. Природні сорбенти у живленні тварин. *Тваринництво України*. 1997. № 8. С. 21–22.
62. Калиниченко Г. І. Основи наукових досліджень та патентування : курс лекцій для здобувачів вищої освіти СВО «Бакалавр» спец. 204 – «Технологія ВППТ» денної та заочної форми навчання. Миколаїв : МНАУ, 2021. 108 с.
63. Карпусь М. М., Лавринюк О. О. Вплив згодовування кормових бобів на продуктивність, морфологічні і біохімічні показники крові свиней. *Науковий вісник Нац. аграрного університету*. 2004. Вип. 74. С. 84–94.
64. Карпюк Н. А. Радіоекологічна оцінка різнотипових раціонів при виробництві яловичини в умовах Полісся України : дис. ... канд. с.-г. наук : 03.00.16. Житомир, 2016. 180 с.
65. Кебко В. Г., Маменко О. М. Значення збалансованої годівлі для виведення радіоцезію із м'язової тканини великої рогатої худоби. *Молочно-м'ясне скотарство*. 1994. Вип. 85. С. 61–67.
66. Клименко М. О., Зеленський І. І. Техноекологія. Рівне : НУВГП, 2010. 298 с.

67. Кліценко Г. Т., Косенко М. В., Лісовенко В. Т. Мінеральне живлення тварин : навч. посібник. Київ : Світ, 2001. 575 с.
68. Коваль Т. В. Ефективність використання мінерально-сапонітових добавок при вирощуванні та відгодівлі молодняка великої рогатої худоби : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : 06.02.02. Вінниця, 1998. 19 с.
69. Ковальова С. П., Можарівська І. А. Концентрація важких металів у ґрунті при вирощуванні енергетичних культур на території радіоактивного забруднення. *Наукові горизонти*. 2020. № 3 (88). С. 121–126. doi: 10.33249/2663-2144-2020-88-3-121-126
70. Колосова І. І., Руденко К. М., Шаторна В. Ф. Кадмій – загроза для живих організмів. *Perspective of world science and education : Abstracts of V International Scientific and Practical Conference (29-31 January 2020)*. Osaka, Japan : CPN Publishing. Group, 2020. P. 433–442.
71. Концентрація  $^{137}\text{Cs}$  та важких металів у яловичині за різного рівня  $\text{Cu}$  і  $\text{Zn}$  у раціонах / Савченко Ю. І., Савчук І. М., Савченко М. Г. та ін. *Агропромислов е виробництво Полісся*. 2009. Вип. 2. С. 65–68.
72. Корсун С. Г., Клименко І. І. Екотоксикологічний статус систем удобрення культур зерно-просапної сівозміни : монографія. Вінниця : ТВОРИ, 2018. 212 с.
73. Костенко В. І. Норми, орієнтовні раціони та практичні поради з годівлі ВРХ. Житомир : Рута, 2013. 516 с
74. Костенко В. М., Панько В. В., Сироватко К. М. Практикум з годівлі сільськогосподарських тварин. Ч. І. Хімічний склад, оцінка поживності та якості кормів. Вінниця : РВВ ВДАУ, 2008. 141 с.
75. Кравців Р. Й., Буцяк В. І. Вплив антропогенного фактора на вміст важких металів у різних кормових культурах. *Біологія тварин*. 2002. Т. 4, № 1/2. С. 189–192.

76. Кравців Р. Й., Буцяк В. І. Вплив цеолітів на трансформацію важких металів органами і тканинами корів за умов антропогенного навантаження. *Біологія тварин*. 2003. Т. 5, № 1/2. С. 306–310.

77. Кравців Р. Й., Буцяк Г. А. Сумісний вплив важких металів на організм тварин. *Науковий вісник ЛНУВМБТ ім. С.З. Гжицького*. 2008. Т. 10, № 2 (37). С. 3–8.

78. Кулик М. Ф., Обертюх Ю. В., Шутяк О. В. Теоретичне обґрунтування ролі клітковини і неструктурних вуглеводів у годівлі та живленні жуйних тварин. *Вісник аграрної науки*. 2007. № 5. С. 24–35.

79. Кулько Л. О. Методи визначення важких металів у ґрунті. *Харківський природничий форум : матеріали V міжнар. конф. молодих учених*. Харків : ХНПУ ім. Г.С. Сковороди, 2022. С. 262–264.

80. Лавринюк О. О., Бурлака В. А. Бобові корми в раціонах свиней : монографія / за ред. В. А. Бурлаки. Житомир : Рута, 2016. 164 с.

81. Лавринюк О. О., Бурлака В. А. Зоохімічний аналіз кормів. Хімічний та атомно-адсорбційний аналіз кормів : навч. практикум. Житомир : ЖНАЕУ, 2016. 110 с.

82. Лега М. В., Кузнецова Т. Ю. Джерела забруднення ґрунту важкими металами та методи їх визначення. *Крок у науку: дослідження у галузі природничо-математичних дисциплін та методик їх навчання* : тези доп. Всеукр. наук.-практ. конф. з міжнар. участю студентів, аспірантів і молодих учених. Чернігів : НУЧК ім. Т.Г. Шевченка, 2022. С. 52-53.

83. Лопатюк О. В. Оцінка екологічних та соціально-економічних умов проживання сільського населення Полісся України у віддалений період після аварії на ЧАЕС : дис. ... канд. с.-г. наук : 03.00.16. Київ, 2020. 226 с.

84. Луговський С. П. Цитохімічна характеристика порушень клітинного метаболізму при впливі свинцю на організм щурів та їх роль у патогенезі свинцевої інтоксикації. *Актуальні проблеми транспортної медицини*. 2010. № 2. С. 64–72.



85. Мазур В. А., Ткачук О. П., Яковець Л. А. Екологічна безпека зернової та зернобобової продукції : монографія. Вінниця : ВНАУ, 2020. 442 с.
86. Маменко О. М., Портяник С. В. Вплив типів годівлі корів на вміст важких металів у молоці. *Науковий вісник ЛНУВМБ ім. С.З. Гжицького. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2019. Т. 21, № 90. С. 38–48. doi: 10.32718/nvlvet-a9007
87. Мельничук М. Д., Кляченко О. Л. Біотехнологія в агросфері : навч. посібник. Київ : НУБіП України, 2014. 247 с.
88. Методи гігієнічних досліджень. URL: <http://surl.li/syxti> (дата звернення: 10.02. 2024).
89. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві : навч. посібник / Соколов О. І., Недашківський В. М., Петришак Р. А. та ін. ; за ред. О. І. Соколова. Біла Церква : Білоцерківдрук, 2022. 256 с.
90. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві : посібник / за ред. І. І. Ібатулліна, О. М. Жукорського. Київ : Аграр. наука, 2017. 328 с.
91. Методологія, ендоекологічне обґрунтування і критерії комплексної оцінки застосування сорбентів при виробництві молока на забруднених радіонуклідами територіях / Богданов Г. О., Прістер Б. С., Стрелков В. В. та ін. *Біологія тварин*. 2002. Т. 4, № 1/2. С. 169–187.
92. Мислива Т. М. Свинець і кадмій у ґрунтах природних і агроландшафтів Житомирського Полісся. *Вісник Житомир. нац. агрокол. університету*. 2013. № 1 (1). С. 36–49.
93. Мислива Т. М., Білявський Ю. А. Просторово-часова мінливість вмісту свинцю та кадмію в лікарських рослинах Житомирського Полісся. *Таврійський науковий вісник*. 2012. Вип. 80, ч. 2. С. 347–356.
94. Мислива Т. М., Трембіцький В. А. Важкі метали у ґрунтах агроландшафтів Житомирського Полісся. *Агроекологічний журнал*. 2009. № 4. С. 30–35.

95. Мислива Т. М., Трембіцький В. А., Довбиш Л. Л. Важкі метали в лісоаграрних ландшафтах Житомирського Полісся. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2006. Спец. вип. С. 260–263.
96. Морфофункціональні зміни яєчників щурів під впливом ацетату свинцю в експерименті / Білик Я. О., Чорній С. В., Денефіль О. В. та ін. *Медична та клінічна хімія*. 2021. № 4. С. 82–88. doi: 10.11603/mcch.2410-681X.2021.i4.12742
97. Надточій П. П., Вольвач Ф. В., Гермашенко В. Г. Екологія ґрунту та його забруднення. Київ : Аграрна наука, 1997. 286 с.
98. Надточій П. П., Мислива Т. М., Вольвач Ф. В. Екологія ґрунту : монографія. Житомир : Рута, 2010. 473 с.
99. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2021 році / Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Київ, 2022. 514 с. URL: <http://surl.li/iqdzk> (дата звернення: 10.02. 2024).
100. Норми годівлі, раціони і поживність кормів для різних видів сільськогосподарських тварин / за заг. ред. В. О. Проваторова. Суми : Університетська книга, 2015. 488 с.
101. Норми і раціони годівлі молодняку великої рогатої худоби м'ясних порід та типів / Цвігун, А. Т. та ін.; відп. ред. Цвігун А. Т. Кам'янець-Подільський : Абетка, 2001. 45 с.
102. Омельчук О., Садогурська С. Природа та війна: як військове вторгнення Росії впливає на довкілля України. URL: <http://surl.li/dnkpc> (дата звернення: 10.02. 2024).
103. Параняк Р. П., Васильцева Л. П., Макух Х. І. Шляхи надходження важких металів в довкілля та їх вплив на живі організми. *Біологія тварин*. 2007. Т. 9, № 1/2. С. 83–89.
104. Перепелятников Г. П. Научные основы ведения кормопроизводства на радиоактивно загрязненных территориях зоны Полесья. *Вісник аграрної науки*. 2001. Спец. вип. С. 29–37.

105. Плодиста Н. І., Осередчук Р. С. Основні шляхи забруднення агроєкосистем кадмієм та його вплив на організм тварин. *Наук. вісник Львівського нац. університету вет. медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького*. 2010. Т. 12, № 3 (4). С. 249–254.

106. Подолання наслідків чорнобильської катастрофи в агросфері України / Ландін В. П., Чоботък Г. М., Кучма М. Д., Райчук Л. А. *Агроєкологічний журнал*. 2017. № 2. С. 67–75. doi: 10.33730/2077-4893.2.2017.220155

107. Поліщук А. А., Булавкіна Т. П. Дослідження токсичності важких металів у свинарстві. *Вісник Полтавської держ. аграрної академії*. 2009. № 1. С. 53–56.

108. Портянник С. В. Забезпечення екологічної безпеки агроєкосистем в умовах підвищеного вмісту важких металів у кормах та гнойовій масі корів. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2023. № 1. С. 132–144. doi: 10.33245/2310-9289-2023-178-1-132-144

109. Посібник для пошукувачів рівня підготовки доктор філософії за спеціальністю Технології захисту навколишнього середовища : нав. посібник / Герасимов О. І., Андріанова І. С., Курятников В. В., Співак А. Я. Одеса : Одеський держ. екологічний університет, 2021. 213 с.

110. ПрістерБ. С. Концепція ведення агропромислового виробництва на забруднених територіях та їх комплексної реабілітації на період 2000–2010 рр. Київ : Світ, 2000. 47 с.

111. Прістер Б. Проблеми радіаційного захисту населення на територіях, забруднених унаслідок аварії на Чорнобильській АЕС. *Вісник Національної академії наук України*. 2011. № 4. С. 3–11.

112. Про затвердження «Методичних рекомендацій з планування, обліку і калькулювання собівартості продукції (робіт, послуг) сільськогосподарських підприємств» : Наказ Міністерства аграрної політики України від 18.05.2001 р. № 132. Київ, 2005. URL: <http://surl.li/octsn> (дата звернення: 10.02. 2024).

113. Проваторов Г. В., Проваторова В. О. Годівля сільськогосподарських тварин : підручник. Суми : Університетська книга, 2014. 501 с.
114. Радіоекологічна оцінка раціонів при виробництві яловичини : монографія / Савченко Ю. І., Савчук І. М., Савченко М. Г., Карпюк Н. А. Житомир : Рута, 2017. 160 с.
115. Разанов С. Ф., Войтко О. С. Моніторинг забруднення продукції птахівництва важкими металами в умовах інтенсивного землеробства. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. № 5. С. 224–231.
116. Райчук Л. А. Деякі аспекти ведення сільського господарства на радіоактивно забруднених землях Київського Полісся. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2015. Т. 25, № 9. С. 161–166. doi: 10.15421/40250924
117. Розробка та впровадження системи зменшення техногенного навантаження територій і населення екологічно кризових регіонів України / Рожко М. М., Білецька Е. М., Шматков Г. Г. та ін. *Екологія і природокористування*. 2014. Вип. 18. С. 97–110.
118. Романов Л., Чмирьов М., Костюк Д. Метаболізм радіонуклідів у свиней у забрудненій зоні. *Тваринництво України*. 1996. № 7. С. 7–8.
119. Романчук Л. Д. Радіоекологічна оцінка формування дозового навантаження у мешканців сільських територій Полісся України : монографія. Житомир : Полісся, 2015. 300 с.
120. Романчук Л. Д., Лопатюк О. В., Ковальова С. П. Радіологічна оцінка продуктів харчування мешканців радіоактивно забруднених територій у віддалений період після аварії на ЧАЕС. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2016. № 2 (1). С. 11–16.
121. Рязанов С. Ф., Войтко О. С. Характеристика та застосування сорбуючих речовин в птахівництві в умовах техногенного пресингу. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. № 6, т. 1. С. 196–204.
122. Савченко Ю. І., Мусієнко М. В., Глущенко Л. О. Сапоніт виводить радіонукліди. *Тваринництво України*. 1995. № 1. С. 20–21.

123. Савченко Ю. І., Савчук І. М. Трансформація нітратів, радіонуклідів, солей важких металів у м'ясо бугайців залежно від оптимізації вуглеводневого живлення. *Вісник аграрної науки*. 1998. № 3. С. 53–55.
124. Савченко Ю. І., Савчук І. М., Глущенко Л. О. Вплив рівня полісахаридів на продуктивність бичків і якість яловичини в зоні радіоактивного забруднення. *Вісник аграрної науки*. 1999. № 5. С. 31–33.
125. Савчук І. М. Ефективність згодовування бугайцям на відгодівлі комплексної мінеральної добавки в зоні аварії на ЧАЕС. *Науковий вісник Львівської нац. академії вет. медицини ім. С.З. Гжицького*. 2004. Т. 6, № 5. С. 29–35.
126. Савчук І. М. Ефективність оптимізації мінерального живлення відгодівельних бугайців у зоні радіоактивного забруднення. *Науковий вісник ЛНАВМ ім. С.З. Гжицького*. 2005. Т. 7, № 3, ч. 3. С. 91–96.
127. Савчук І. М., Ковальова С. П. Питома активність  $^{137}\text{Cs}$  у свинині залежно від різних доз сапоніту в раціоні. *Агроєкологічний журнал*. 2016. № 4. С. 117–122.
128. Савчук І. М., Ковальова С. П., Мельничук О. П. Концентрація шкідливих речовин в яловичині за різних типів раціонів бугайців. *Аграрна наука та харчові технології*. 2019. Вип. 3 (106). С. 147–155.
129. 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. № 7. С. 36–43. doi: 10.31073/agrovisnyk202207-06
130. Савчук І. М., Ковальова С. П., Ящук І. В. Вплив різнотипових раціонів і сорбентів на накопичення Cd у м'язовій тканині молодняка великої рогатої худоби та свиней. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. Біла Церква : Білоцерківський національний аграрний університет. 2023. № 2. С. 40–50. DOI: 10.33245/2310-9289-2023-182-2-40-50
131. Савчук І. М., Ковальова С. П., Ящук І. В. Моніторинг Pb і Cd у кормах зони Полісся. *Ефективне використання земельних ресурсів зони*

*Полісся в умовах змін клімату* : матеріали Всеукраїнської наукової інтернет-конференції, 22 вересня 2022 р. Житомир : Інститут сільського господарства Полісся НААН, 2022. С. 90–93.

132. Савчук І. М., Ковальова С. П., Ящук І. В. Накопичення Рb і Cd у м'язовій тканині та печінці бугайців за їх годівлі різними силосами. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 5. С. 38–44. DOI: 10.31073/agrovisnyk202105-05.

133. Савчук І. М., Савченко Ю. І., Савченко М. Г. Виробництво тваринницької продукції в зоні техногенного навантаження. Житомир : Рута, 2014. 372 с.

134. Савчук І. М., Ящук І. В. Моніторинг Cd у продукції скотарства в межах Житомирського Полісся. *Наукові читання 2023. Проблеми та перспективи розвитку тваринництва і ветеринарії в умовах євроінтеграції* : матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів та аспірантів, 23 травня 2023 р. Житомир : Поліський національний університет, 2023. С. 250–251.

135. Савчук І. М., Ящук І. В. Моніторинг вмісту Рb у м'язовій тканині свиней зони Полісся України. *Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 7–8 липня 2022 р. Київ : Інститут агроекології і природокористування НААН, 2022. С. 312–315.

136. Савчук І. М., Ящук І. В. Накопичення  $^{137}\text{Cs}$  у м'язовій тканині і печінці свиней за використання різних доз сапоніту в раціонах. *Чорнобильська катастрофа. Актуальні проблеми, напрямки та шляхи їх вирішення* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 22–23 квітня 2021 р. Житомир : Поліський національний університет, 2021. С.87–91.

137. Савчук І. М., Ящук І. В. Перспективи застосування кормових бобів для зниження накопичення Рb у продуктах забою бугайців. *Наукові читання 2023. Еколого-регіональні проблеми сучасного тваринництва та ветеринарної медицини* : матеріали X щорічної Всеукраїнської науково-практичної

конференції 16 листопада 2023 р. Житомир : Поліський національний університет, 2023. С. 332–334.

138. Савчук І. М., Ящук І. В. Продуктивні і м'ясні якості бугайців за використання силосу із пайзи. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 10. С. 20–26. doi: 10.31073/agrovisnyk202010-03

139. Савчук І. М., Ящук І. В., Ящук Г. А. Концентрація Рb і Cd у найдовшому м'язі спини свиней за використання в раціоні різних доз комбікорму-концентрату. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва* : матеріали науково-теоретичного збірника. Житомир : Поліський національний університет, 2020. Вип. 14. С.123–126.

140. Савчук І. М., Ящук І. В., Ящук Г. А. Сапоніт знижує накопичення Рb у продукції свинарства. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва* : матеріали науково-теоретичного збірника. Житомир : Поліський національний університет, 2020. Вип. 14. С.126–129.

141. Самусенко Ю. В. Вплив важких металів на врожайність сільськогосподарських культур. URL: <http://surl.li/rbnjr> (дата звернення: 10.02.2024).

142. Сафранов Т. А. Екологічні основи природокористування : навч. посібник. Одеса : ОДЕКУ, 2002. 226 с.

143. Слободян С. О., Гутий Б. В. Стан антиоксидантної системи організму щурів за умови тривалого кадмієвого і свинцевого навантаження. *Scientific Progress & Innovations*. 2020. № 1. С. 196–201. doi: 10.31210/visnyk2020.01.24

144. Спінова Ю. О. Созологічна оцінка біотопів екомережі на прикладі відділення Українського степового природного заповідника «Крейдова флора» : дис. ... канд. с.–г. наук : 03.00.16. Київ, 2021. 240 с.

145. Стеценко Д. О., Долін В. В. Важкі метали у ґрунтах радіоактивно забруднених лісових екосистем. *Пошукова та екологічна геохімія*. 2009. № 1 (9). С. 42–47.

146. Судаков М. О. Мікроелементози сільськогосподарських тварин. Київ : Урожай, 1991. 141 с.
147. Теоретичні основи формування м'ясної продуктивності великої рогатої худоби в онтогенезі і обґрунтування породних технологій інтенсивного виробництва яловичини в Україні : монографія / Зубець М. В., Богданов Г. О., Головка В. О. та ін. Харків : Золоті сторінки, 2006. 387 с.
148. Тітаренко О. М. Нагромадження важких металів у фітомасі природних кормових угідь Східного Поділля : дис. ... канд. с.-г. наук : 03.00.16. Вінниця, 2021. 191 с.
149. Ткачук О. П. Забруднення ґрунту важкими металами за вирощування бобових багаторічних трав. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 16. С. 212–225. doi: 10.37128/2707-5826-2020-1-15
150. Ткачук О. П., Шкатула Ю. М., Тітаренко О. М. Сільськогосподарська екологія : навч. посібник. Вінниця : ВНАУ, 2020. 542 с.
151. Токсичні речовини в харчових продуктах і методи їх визначення : навч. посібник у структурно-логічних схемах / Дубініна А. А., Малюк Л. П., Селютіна Г. А. та ін. Харків : ХДУХТ, 2016. 106 с.
152. Традиційні і нетрадиційні мінерали у тваринництві / Кулик М. Ф., Засуха Т. В., Величко І. М. та ін. Київ : Сільгоспосвіта, 1995. 248 с.
153. Трахтенберг І. М., Луговський С. П., Дмитруха Н. М. Свинцева небезпека в Україні: сучасні реалії, проблеми та шляхи вирішення. *Науковий журнал МОЗ України*. 2013. № 3 (4). С. 50–61.
154. Угнівенко А. М., Кос. Н. В. Виробництво екологічно безпечної яловичини: підручник. К.: ЦП Компринт. 2018. 160 с.
155. Федоренко В. І. Обґрунтування допустимих добових доз свинцю і кадмію в добових раціонах харчування. *Медичні перспективи*. 2019. Т. 24, № 1. С. 73-80.
156. Хіміч О. В., Овсієнко С. М. Продуктивність молодняка великої рогатої худоби при згодовуванні сапоніту та комплексної мінеральної добавки на основі сапоніту. *Корми і кормовиробництво*. 2002. Вип. 49. С. 58–60.



157. Цветкова Н. М., Гунько С. О. Корелятивна характеристика кадмію у ґрунтах степового Придніпров'я. *Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія*. 2015. Т. 23 (2). С. 190–196. doi: 10.15421/011527
158. Чала І. В. Вплив міді, кобальту і йоду на накопичення та виведення цезію-137 і деякі біохімічні показники у корів при тривалій дії низьких доз радіації : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. Наук : 03.00.13. Харків, 1995. 24 с.
159. Чалая О. С. Вплив різних рівнів кадмію та свинцю в раціоні молодняку свиней на продуктивність і забійні якості. *Таврійський науковий вісник. Сер. Сільськогосподарські науки*. 2013. Вип. 83. С. 196–202.
160. Чалая О. С., Фатєєва Н. Ю. Вплив важких металів на організм людини. *Вісник Харківського нац. технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка*. 2018. № 190. С. 110–116.
161. Чепур С. С. Біометрія : метод. посібник. Ужгород : Говерла, 2015. 40 с.
162. Чорний С. Г. Оцінка якості ґрунтів : навч. посібник. Миколаїв : МНАУ, 2018. 233 с.
163. Шелевач А. І. Метаболічна та продуктивна дія клітковини при підвищенні її рівня в раціоні відгодівельної худоби в літній період : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : 03.00.04. Львів, 2008. 16 с.
164. Шепелюк М. О. Визначення вмісту важких металів у ґрунтах різних екологічних зон міста Луцька. *Таврійський науковий вісник. Сер. Сільськогосподарські науки*. 2019. Вип. 107. С. 317–321. doi: 10.32851/2226-0099.2019.107.41
165. Яремчук О. С., Лютка Г. І., Поліщук Т. В. Методологія та організація наукових досліджень у ветеринарній гігієні, санітарії та експертизі : навч. посібник. Вінниця : ВЦ ВНАУ, 2019. 303 с.
166. Ящук І. В. Накопичення Рb в м'язовій тканині тварин на відгодівлі за використання різнотипових раціонів. *Таврійський науковий вісник. Серія*

«Сільськогосподарські науки». 2023. № 133. С. 271–280. DOI: 10.32782/2226-0099.2023.133.37.

167. Ящук І. В. Уміст Pb і Cd у найдовшому м'язі спини за оптимізації їх протеїнового живлення. *Еколого-регіональні проблеми сучасного тваринництва та ветеринарної медицини* : матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції, 17 листопада 2021 р. Житомир : Поліський національний університет, 2021. С. 247–250.

168. Ящук І. В., Савчук І. М. Вплив протеїнового живлення бугайців на накопичення важких металів у м'язовій тканині і печінці. *Вісник Сумського НАУ. Серія «Тваринництво»*. 2021. № 4 (47). С. 179–185. DOI: 10.32845/bsnau.lvst.2021.4.31.

169. Ящук І. В., Савчук І. М. Перспективи застосування сапоніту у годівлі свиней на територіях, забруднених важкими металами. *Проблеми виробництва і переробки продовольчої сировини та якість і безпечність харчових продуктів* : матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції, 18 травня 2023 р. Житомир : Поліський національний університет, 2023. С. 47–49.

170. Ящук І. Концентрація Cd в кормових засобах та продуктах виробництва галузі скотарства Житомирщини. *Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва і переробки продукції тваринництва* : матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених та здобувачів освіти, 15 грудня 2022 р. Житомир : Поліський національний університет, 2022. С. 55–57.

171. Ящук І., Савчук І. Застосування природного сорбенту при годівлі свиней для зниження концентрації Cd в найдовшому м'язі спини та печінці. *100-річчя Поліського національного університету: здобутки, реалії, перспективи* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 1 листопада 2022 р. Житомир : Поліський національний університет, 2022. С. 530–532.

172. Accumulation of cadmium and uranium in arable soils in Switzerland / Bigalke M., Ulrich A., Rehmus A., Keller A. *Environmental Pollution*. 2017. Vol. 221. P. 85–93. doi: 10.1016/j.envpol.2016.11.035
173. Andersson I., Hawking D. R. A note on dry-matter intake and composition of Simmental bulls and steers led to the same weight or age. *Animal Production*. 1988. Vol. 47, No 3. P. 493–496.
174. Apoptosis and necrosis: two distinct events induced by cadmium in cortical neurons in culture / Lopez E., Figueroa S., Oset-Gasque M. J., Gonzalez M. P. *Br. J. Pharmacol.* 2003. Vol. 138, Iss. 5. P. 901–911. doi: 10.1038/sj.bjp.0705111
175. Assessing zinc thresholds for phytotoxicity and potential dietary toxicity in selected vegetable crops / Long X. X., Yang X. E., Ni W. Z. et al. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 2003. Vol. 34. P. 1421–1434. doi: 10.1081/CSS-120020454
176. Assessment of heavy metals accumulation in soil and native plants in an industrial environment, Saudi Arabia / Aloud S. S., Alotaibi K. D., Almutairi K. F., Albarakah F. N. *Sustainability*. 2022. Vol. 14. P. 1–15. doi: 10.3390/su14105993
177. Baskett R. G. Recent research in the nutrition of dairy cattle. *Veterinary Record*. 1994. Vol. 76, Iss. 3. P. 61–63.
178. Bioaccumulation of lead (Pb) and its effects on human: A review / Collin M. S., Venkatraman S. K., Vijayakumar N. et al. *Journal of Hazardous Materials Advances*. 2022. Vol. 7. Articles 100094. doi: 10.1016/j.hazadv.2022.100094
179. Biochemical indices of piglets blood under the action of feedadditive “Butaselmavit-plus” / Martyshuk T. V., Gutyi B. V., Vishchur O. I., Todoriuk V. B. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*. 2019. Vol. 2, No 2. P. 27–30. doi: 10.32718/ujvas2-2.06

180. Biological Effects of Human Exposure to Environmental Cadmium / Massimiliano P., Alessio P., Chasapis C. T. et al. *Biomolecules*. 2023. Vol. 13, Iss. 1. Articles 36. doi: 10.3390/biom13010036
181. Cadmium and Plant Development: An Agony from Seed to Seed / Huybrechts M., Cuypers A., Deckers J. et al. *International Journal of Molecular Sciences*. 2019. Vol. 20(16). Articles 3971. doi: 10.3390/ijms20163971
182. Cadmium exposure and the risk of breast cancer in Chaoshan population of southeast China / Peng L., Huang Y., Zhang J. et al. *Environmental Science and Pollution Research*. 2015. Vol. 22, Iss. 24. P. 19870–19878. doi: 10.1007/s11356-015-5212-1
183. Cadmium generates reactive oxygen- and carbon-centered radical species in rats: Insights from in vivo spin-trapping studies / Liu J., Qian S. Y., Guo Q. et al. *Free Radical Biology and Medicine*. 2008. Vol. 45 (4). P. 475–481. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2008.04.041
184. Cadmium in human diseases: it's more than just a mere metal / Fatima G., Raza A. M., Hadi N. et al. *Indian J Clin Biochem*. 2019. Vol. 34. P. 371–378. doi: 10.1007/s12291-019-00839-8
185. Cadmium stress in plants: A critical review of the effects, mechanisms, and tolerance strategies / Rasafi E. T., Oukarroum A., Haddioui A. et al. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*. 2022. Vol. 52, Iss. 5. P. 675–726. doi: 10.1080/10643389.2020.1835435
186. Calorimetric determination of the enthalpy of formation of natural saponite / Ogorodova L., Kiseleva I., Mel'chakova L. et al. *Geochem. Int*. 2015. Vol. 53. P. 617–623. doi: 10.1134/S0016702915070071
187. Copper uptake by *Elsholtzia splendens* and *Silene vulgaris* and assessment of copper phytoavailability in contaminated soils / Song J., Zhao F. J., Luo Y. M. et al. *Environmental Pollution*. 2004. Vol. 128. P. 307–315.
188. Debnath B., Singh W. S., Manna K. Sources and toxicological effects of lead on human health. *Indian Journal of Medical Specialities*. 2019. Vol. 10, Iss. 2. P. 66–71.

189. Ecological sorbent based on saponite mineral from Ukrainian clay-field / Spivak V., Astrelin I., Tolstopalova N., Atamaniuk I. *Chemistry & Chemical Technology*. 2012. Vol. 6. P. 451–457.
190. Effect of physically effective fibre on chewing behaviour, ruminal fermentation, digesta passage and protein metabolism of dairy cows / Heering R., Baumont R., Selje-Aßmann N., Dickhoefer U. *The Journal of Agricultural Science*. 2023. Vol. 16 (5). P. 720–733/ doi: 10.1017/S0021859623000539
191. Estimation of heavy metals accumulation by vegetables in agroecosystems as one of the main aspects in food security / Razanov S., Piddubna A., Gucol G. et al. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES)*. 2022. Vol. 12/3. P. 159–164. doi: 10.31407/ijees12.320
192. Fageria N. K., Baligar V. C., Clark R. B. Micronutrients in crop production. *Advances in Agronomy*. 2002. Vol. 77. P. 185–268.
193. Ferrian saponite from the Santa Monica Mountains (California, USA, Earth): Characterization as an analog for clay minerals on Mars with application to Yellowknife Bay in Gale Crater / Treiman A. H., Morris R. V., Agresti D. G. et al. *Am. Mineral*. 2014. Vol. 99. P. 2234–2250. doi: 10.2138/am-2014-4763
194. Fertilizers and Their Contaminants in Soils, Surface and Groundwater / Khan M. N., Mobin M., Abbas Z. K., Alamri S. A. *The Encyclopedia of the Anthropocene* / (Eds.) Dominick A. DellaSala, Goldstein I. M. Oxford, England : Elsevier, 2018. Vol. 5. P. 225–240.
195. Fox M. R. S. Cadmium metabolism—A review of aspects pertinent to evaluating dietary cadmium intake by man. *Trace Elements in Human Health and Disease* / (Ed.) A. S. Prasad. New York : Academic Press, 1976. Vol. II. P. 401–416.
196. Global soil pollution by toxic elements: Current status and future perspectives on the risk assessment and remediation strategies: A review / Khan S., Naushad M., Lima E. C. et al. *Journal of Hazardous Materials*. 2021. Vol. 417. Articles 126039. doi: 10.1016/j.jhazmat.2021.126039
197. Goering P. L., Klaassen C. D. Zinc-induced tolerance to cadmium hepatotoxicity. *Toxicol. and appl. Pharmacol.* 1984. Vol. 74. P. 299–307.

198. Gutiy B. Wpływ dodatkow paszowych Meweselu I Metifenu na poziom produktow peroksydacji lipidow w warunkach przewleklego zatrucia kadmem. *Pasze Przemyslowe Slowe*. 2013. T. 4. S. 24–26.
199. He Z. L., Yang X. E., Stoffella P. J. Trace elements in agroecosystems and impacts on the environment. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. 2005. Vol. 19. P. 125–140. doi: 10.1016/j.jtemb.2005.02.010
200. Heavy metals in agricultural soils of the European Union with implications for food safety / Tóth G., Hermann T., Da Silva M. R., Montanarella L. *Environment International*. 2016. Vol. 88. P. 299–309. doi: 10.1016/j.envint.2015.12.017
201. Hill G. M., Marcia Carlson Shannon M. C. Copper and Zinc Nutritional Issues for Agricultural Animal Production. *Biol Trace Elem Res*. 2019. Vol. 188, Iss. 1. P. 148–159. doi: 10.1007/s12011-018-1578-5
202. Howard B. J., Mayes R. W., Beresford N. A. Transfer of radiocesium from different environment sources to ewes and suckling lambs. *Health Physics*. 1989. Vol. 57, Iss. 4. P. 579–586. doi: 10.1097/00004032-198910000-00009
203. Impacts of heavy metals and medicinal crops on ecological systems, environmental pollution, cultivation, and production processes in China / Chen Y. G., He X. L. S., Huang J. H. et al. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2021. Vol. 219. Articles 112336. doi: 10.1016/j.ecoenv.2021.112336
204. Intermittent Lead Exposure Induces Behavioral and Cardiovascular Alterations Associated with Neuroinflammation / Shvachiy L., Amaro-Leal A., Outeiro T. F. et al. *Cells*. 2023. Vol. 12 (5). P. 818. doi: 10.3390/cells12050818
205. Iron-rich saponite: Dissolution reactions and Cr uptake / Brigatti M., Lugli C., Poppi L., Venturelli G. *Clays and Clay Minerals*. 1999. Vol. 34. P. 637–645. doi: 10.1180/000985599546497
206. Jukola A. Effekt of selenium on the health of the dairy cow, with special reference to udder health and reproduction. *Norw. J. Agr. Sci*. 1993. Vol. 11. P. 169–173.

207. Kabata-Pendias A. Soil-plant transfer of trace elements – an environmental issue. *Geoderma*. 2004. Vol. 122. P. 143–149.
208. Kursula P., Majava V. A. Structural insight into lead neurotoxicity and calmodulin activation by heavy metals. *Acta Crystallographica. Section F, Structural Biology Communications*. 2007. Vol. 63. P. 653–656. doi: 10.1107/S1744309107034525
209. 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, No 94. P. 92–96. doi: 10.32718/nvlvet9417
210. Lead and Calcium – Lead Poisoning / Szalay K., Silberman J., Larson A., Goldstein E., Corbett S. URL: <http://surl.li/xfusr> (дата звернення: 19.01.24).
211. Lead Exposure and Poisoning in Livestock and Wildlife / Shikha D., Amitava P., Swarup D., Manish K. V. *Lead Toxicity Mitigation: Sustainable Nexus Approaches* / (Eds.) Nitish Kumar, Amrit Kumar Jha. Luxembourg : Springer, 2024. P. 35–49. doi: 10.1007/978-3-031-46146-0\_3
212. Lead Pb. URL: <https://www.lenntech.com/periodic/elements/pb.htm> (дата звернення: 17.01.24).
213. Lead poisoning in children from townships in the vicinity of a lead-zinc mine in Kabwe, Zambia / Yabe J., Nakayama S. M. M., Ikenaka Y. et al. *Chemosphere*. 2015. Vol. 119. P. 941–947. doi: 10.1016/j.chemosphere.2014.09.028
214. Lithium protects against toxic effects of cadmium in the rat testes / Al-Azemi M., Om F. E., Kehinde E. O. et al. *Journal of Assisted Reproduction and Genetics*. 2010. Vol. 27, Iss. 8. P. 469–476. doi: 10.1007/s10815-010-9426-3
215. Massadeh A. M., Al-Safi S. Analysis of cadmium and lead: their immunosuppressive effects and distribution in various organs of mice. *Biol. Trace Elem. Res*. 2005. Vol. 108, No 1/3. P. 279–286.
216. Morphological blood indices of bulls in experimental chronic cadmium toxicosis / Lavryshyn Y., Gutyj B., Palyadichuk O., Vishchur V. *Scientific Messenger*

of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences. 2018. Vol. 20, No 88. P. 108–114. doi: 10.32718/nvlvet8820

217. Naja M. G., Volesky B. Toxicity and Sources of Pb, Cd, Hg, Cr, As, and Radionuclides in the Environment. *Handbook of Advanced Industrial and Hazardous Wastes Management* / (Eds.) Lawrence K. Wang, Mu-Hao S. Wang, Yung-Tse Hung, Nazih K. Shammass, Jiaping Paul Chen. Boca Raton : CRC Press, 2017. P. 13–61. doi: 10.1201/9781315117423

218. Pain D. J., Mateo R., Green R. E. Effects of lead from ammunition on birds and other wildlife: A review and update. *Ambio*. 2019. Vol. 48. P. 935–953.

219. Pajarillo E. A. B., Lee E., Kang D-K. Trace metals and animal health: Interplay of the gut microbiota with iron, manganese, zinc, and copper. *Animal Nutrition*. 2021. Vol. 7 (3). P. 750–761. doi: 10.1016/j.aninu.2021.03.005

220. Persistent Effects on Cardiorespiratory and Nervous Systems Induced by Long-Term Lead Exposure: Results from a Longitudinal Study / Shvachiy L., Geraldes V., Amaro-Leal Â. et al. *Neurotox Res*. 2020. Vol. 3, Iss. 7. P. 857–870. doi: 10.1007/s12640-020-00162-8

221. Pike J. A new evaluation of protein in rations for highly productive ruminants. *Feedstuffs*. 1979. Vol. 51(21). P. 38–39.

222. Quality of life of the population resident at the radioactively contaminated area in Zhytomyr Region / Romanchuk L. D., Herasymchuk L. O., Kovalyova S. P. et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. Vol. 9, No 4. P. 478–485. doi: 10.15421/2019\_778

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

224. Saroop S., Tamchos S. Impact of pesticide application: Positive and negative side. *Pesticides in the Environment Impact, Assessment, and Remediation* / (Eds.) Anket Sharma, Vinod Kumar, Bingsong Zheng. Amsterdam, Netherlands : Elsevier, 2024. P. 155–178. doi: 10.1016/B978-0-323-99427-9.00006-9



225. 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, № 6. P. 45–54. DOI: 10.48077/scihor.25(6).2022.45-54.
226. Savchuk I. M., Yashchuk I.V. Productivity of bulls and quality and safety of beef with the use of different diets. *Achievements of Ukraine and the EU in ecology, biology, chemistry, geography and agricultural sciences* : Collective monograph. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2021. Vol. 3. P. 146–166. doi: 10.30525/978-9934-26-086-5-41
227. Shevchuk V. D., Mudrak H. V., Franchuk M. O. Ecological assessment of the intensity of soil pollution by heavy metals. *Colloquium-journal*. 2021. № 12 (99). P. 58–64.
228. Slobodian S. O., Gutyj B. V., Leskiv K. Y. The level of lipid peroxidation products in the rats blood under prolonged cadmium and lead loading. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*. 2019. Vol. 2, No 3. P. 15–18. doi: 10.32718/ujvas2-3.04
229. Smith D. R., Flegal A. R. Lead in the biosphere: Recent trends. *AMBIO: J. Human Environ*. 1995. Vol. 24, Iss. 1. P. 21–23.
230. Smith R. Zeolites present nutritionists with «exciting bad of trieks». *Fcedstuffs*. 1980. Vol. 52(44). P. 9–10.
231. Soil Contamination by Heavy Metals and Radionuclides and Related Bioremediation Techniques: A Review / Chernysh Y., Chubur V., Ablieieva I. et al. *Soil Systems*. 2024. Vol. 8 (2). Articles 36. doi: 10.3390/soilsystems8020036
232. Speciation and mobility in straw and wood combustion fly ash / Hansen K. H., Pedersen A. J., Ottosen L. M., Villumsen A. *Chemosphere*. 2001. Vol. 45. P. 123–128.
233. Structural, mineral and elemental composition features of iron-rich saponite clay from Tashkiv deposit (Ukraine) / Sokol H., Sprynskyy M., Ganzyuk A. et al. *Colloids Interfaces*. 2019. Vol. 3, Iss. 1. P. 10. doi: 10.3390/colloids3010010

234. The Availability and Accumulation of Heavy Metals in Greenhouse Soils Associated with Intensive Fertilizer Application / Wei B., Yu J., Cao Z. et al. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2020. Vol. 17(15). Articles 5359. doi: 10.3390/ijerph17155359

235. The effect of environmental lead exposure on human health and the contribution of inflammatory mechanisms, a review / Boskabady M., Marefati N., Farkhondeh T. et al. *Environment International*. 2018. Vol. 120. P. 404–420. doi: 10.1016/j.envint.2018.08.013

236. The Effects of Cadmium Toxicity / Genchi G., Sinicropi M. S., Lauria G. et al. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020. Vol. 17, Iss. 11. Articles 3782. doi: 10.3390/ijerph17113782

237. Toxic Effect of Acute Cadmium and Lead Exposure in Rat Blood, Liver, and Kidney / Andjelkovic M., Djordjevic A. B., Antonijevic E. et al. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2019. Vol. 16(2). P. 1–21. doi: 10.3390/ijerph16020274

238. Toxic Metal Implications on Agricultural Soils, Plants, Animals, Aquatic life and Human Health / Okerefor U., Makhatha M., Mekuto L. et al. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020. Vol. 17, Iss. 7. Articles 2204. doi: 10.3390/ijerph17072204

239. Treatment of waters containing uranium with saponite clay / Pshinko G., Kobets S., Bogolepov A., Goncharuk V. *Journal of Water Chemistry and Technology*. 2010. Vol. 32. P. 10–16. doi: 10.3103/S1063455X10010029

240. Various Natural and Anthropogenic Factors Responsible for Water Quality Degradation: A Review / Akhtar N., Syakir Ishak M. I., Bhawani S. A., Umar K. *Water*. 2021. Vol. 13, Iss. 19. Articles 2660. doi: 10.3390/w13192660

241. Zinko H. Immune status of calves sick with gastroenteritis. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*. 2017. Vol. 19, No 82. P. 61–65. doi: 10.15421/nvlvet8213

## ДОДАТКИ

## Додаток А

## СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

## Наукові праці,

в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

*Статті у наукових фахових виданнях України,*

*включених до міжнародних наукометричних баз (список «А»):*

1. 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, № 6. P. 45–54. DOI: 10.48077/scihor.25(6).2022.45-54. (*Scopus*) (Здобувач провела експериментальні дослідження, збір і статистичну обробку даних, проаналізувала та інтерпретувала отримані результати й оформила статтю; 0,84 друк. арк., особистий внесок – 0,34 друк. арк.).

*Статті у наукових фахових виданнях України,*

*включених до міжнародних наукометричних баз (список «Б»):*

2. Савчук І. М., **Ящук І. В.** Продуктивні і м'ясні якості бугайців за використання силосу із пайзи. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 10. С. 20–26. DOI: 10.31073/agrovisnyk202010-03. (Здобувач провела експериментальні дослідження, збір і статистичну обробку даних, проаналізувала та інтерпретувала отримані результати й оформила статтю; 0,41 друк. арк., особистий внесок – 0,20 друк. арк.).

3. Савчук І. М., Ковальова С. П., **Ящук І. В.** Накопичення Pb і Cd у м'язовій тканині та печінці бугайців за їх годівлі різними силосами. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 5. С. 38–44. DOI: 10.31073/agrovisnyk202105-05. (Здобувач провела експериментальні дослідження, збір і статистичну обробку даних, проаналізувала та інтерпретувала отримані результати й оформила статтю; 0,49 друк. арк., особистий внесок – 0,19 друк. арк.).

4. **Ящук І. В.**, Савчук І. М. Вплив протеїнового живлення бугайців на

накопичення важких металів у м'язовій тканині і печінці. *Вісник Сумського НАУ. Серія «Тваринництво»*. 2021. № 4 (47). С. 179–185. DOI: 10.32845/bsnau.lvst.2021.4.31. (Здобувач провела експериментальні дослідження, збір і статистичну обробку даних, проаналізувала та інтерпретувала отримані результати й оформила статтю; 0,66 друк. арк., особистий внесок – 0,35 друк. арк.).

5. 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. № 7. С. 36–43. DOI: 10.31073/agrovisnyk202207-06. (Здобувач провела експериментальні дослідження, збір і статистичну обробку даних, проаналізувала та інтерпретувала отримані результати й оформила статтю; 0,54 друк. арк., особистий внесок – 0,22 друк. арк.).

6. Савчук І. М., Ковальова С. П., **Ящук І. В.** Вплив різнотипових раціонів і сорбентів на накопичення Cd у м'язовій тканині молодняка великої рогатої худоби та свиней. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. Біла Церква : Білоцерківський національний аграрний університет. 2023. № 2. С. 40–50. DOI: 10.33245/2310-9289-2023-182-2-40-50. (Здобувач провела експериментальні дослідження, збір і статистичну обробку даних, проаналізувала та інтерпретувала отримані результати й оформила статтю; 0,92 друк. арк., особистий внесок – 0,28 друк. арк.).

7. **Ящук І. В.** Накопичення Pb в м'язовій тканині тварин на відгодівлі за використання різнотипових раціонів. *Таврійський науковий вісник. Серія «Сільськогосподарські науки»*. 2023. № 133. С. 271–280. DOI: 10.32782/2226-0099.2023.133.37. (Здобувач провела експериментальні дослідження, збір і статистичну обробку даних, проаналізувала та інтерпретувала отримані результати й оформила статтю; 0,64 друк. арк.).

**Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації**

***Матеріали наукових конференцій:***

8. Савчук І. М., **Ящук І. В.** Накопичення  $^{137}\text{Cs}$  у м'язовій тканині і печінці свиней за використання різних доз сапоніту в раціонах. *Чорнобильська катастрофа. Актуальні проблеми, напрямки та шляхи їх вирішення* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 22–23 квітня 2021 р. Житомир : Поліський національний університет, 2021. С.87–91. (Здобувач провела дослідження, виконала аналіз отриманих результатів та підготувала тезу до друку; 0,22 друк. арк., особистий внесок – 0,04 друк. арк.).

9. **Ящук І. В.** Уміст Рb і Cd у найдовшому м'язі спини за оптимізації їх протеїнового живлення. *Еколого-регіональні проблеми сучасного тваринництва та ветеринарної медицини* : матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції, 17 листопада 2021 р. Житомир : Поліський національний університет, 2021. С. 247–250. (Здобувач провела дослідження, виконала аналіз отриманих результатів та підготувала тезу до друку; 0,11 друк. арк.).

10. Савчук І. М., **Ящук І. В.** Моніторинг вмісту Рb у м'язовій тканині свиней зони Полісся України. *Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 7–8 липня 2022 р. Київ : Інститут агроекології і природокористування НААН, 2022. С. 312–315. (Здобувач провела дослідження, виконала аналіз отриманих результатів та підготувала тезу до друку; 0,13 друк. арк., особистий внесок – 0,04 друк. арк.).

11. Савчук І. М., Ковальова С. П., **Ящук І. В.** Моніторинг Рb і Cd у кормах зони Полісся. *Ефективне використання земельних ресурсів зони Полісся в умовах змін клімату* : матеріали Всеукраїнської наукової інтернет-конференції, 22 вересня 2022 р. Житомир : Інститут сільського господарства Полісся НААН, 2022. С. 90–93. (Здобувач провела дослідження, виконала аналіз отриманих результатів та підготувала тезу до друку; 0,13 друк. арк., особистий внесок – 0,03 друк. арк.).

12. **Ящук І.**, Савчук І. Застосування природного сорбенту при годівлі свиней для зниження концентрації Cd в найдовшому м'язі спини та печінці.

*100-річчя Поліського національного університету: здобутки, реалії, перспективи* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 1 листопада 2022 р. Житомир : Поліський національний університет, 2022. С. 530–532. (Здобувач провела дослідження, виконала аналіз отриманих результатів та підготувала тезу до друку; 0,12 друк. арк., особистий внесок – 0,05 друк. арк.).

13. **Ящук І.** Концентрація Cd в кормових засобах та продуктах виробництва галузі скотарства Житомирщини. *Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва і переробки продукції тваринництва* : матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених та здобувачів освіти, 15 грудня 2022 р. Житомир : Поліський національний університет, 2022. С. 55–57. (Здобувач провела дослідження, виконала аналіз отриманих результатів та підготувала тезу до друку; 0,16 друк. арк.).

14. **Ящук І. В.,** Савчук І. М. Перспективи застосування сапоніту у годівлі свиней на територіях, забруднених важкими металами. *Проблеми виробництва і переробки продовольчої сировини та якість і безпечність харчових продуктів* : матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції, 18 травня 2023 р. Житомир : Поліський національний університет, 2023. С. 47–49. (Здобувач провела дослідження, виконала аналіз отриманих результатів та підготувала тезу до друку; 0,18 друк. арк., особистий внесок – 0,06 друк. арк.).

15. Савчук І. М., **Ящук І. В.** Моніторинг Cd у продукції скотарства в межах Житомирського Полісся. *Наукові читання 2023. Проблеми та перспективи розвитку тваринництва і ветеринарії в умовах євроінтеграції* : матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів та аспірантів, 23 травня 2023 р. Житомир : Поліський національний університет, 2023. С. 250–251. (Здобувач провела дослідження, виконала аналіз отриманих результатів та підготувала тезу до друку; 0,06 друк. арк., особистий внесок – 0,02 друк. арк.).

16. Савчук І. М., **Ящук І. В.** Перспективи застосування кормових бобів для зниження накопичення Pb у продуктах забою бугайців. *Наукові читання*

2023. *Еколого-регіональні проблеми сучасного тваринництва та ветеринарної медицини* : матеріали X щорічної Всеукраїнської науково-практичної конференції 16 листопада 2023 р. Житомир : Поліський національний університет, 2023. С. 332–334. (Здобувач провела дослідження, виконала аналіз отриманих результатів та підготувала тезу до друку; 0,07 друк. арк., особистий внесок – 0,02 друк. арк.).

### **Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації**

#### ***Колективна монографія у зарубіжних виданнях:***

17. Savchuk I. M., **Yashchuk I. V.** Productivity of bulls and quality and safety of beef with the use of different diets. Achievements of Ukraine and the EU in ecology, biology, chemistry, geography and agricultural sciences : *Collective monograph*. Riga : «Baltija Publishing», 2021. P. 146–166. DOI: 10.30525/978-9934-26-086-5-41. (Здобувач провела експериментальні дослідження, збір і статистичну обробку даних, проаналізувала та інтерпретувала отримані результати й оформила статтю; 1,40 друк. арк., особистий внесок – 0,59 друк. арк.).

#### ***Матеріали науково-теоретичного збірника:***

18. Савчук І. М., **Ящук І. В.**, Ящук Г. А. Концентрація Рb і Cd у найдовшому м'язі спини свиней за використання в раціоні різних доз комбікорму-концентрату. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва* : матеріали науково-теоретичного збірника. Житомир : Поліський національний університет, 2020. Вип. 14. С.123–126. (Здобувач провела дослідження, виконала аналіз отриманих результатів та підготувала тезу до друку; 0,20 друк. арк., особистий внесок – 0,05 друк. арк.).

19. Савчук І. М., **Ящук І. В.**, Ящук Г. А. Сапоніт знижує накопичення Рb у продукції свинарства. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва* : матеріали науково-теоретичного збірника. Житомир : Поліський національний університет, 2020. Вип. 14. С.126–129. (Здобувач



*провела дослідження, виконала аналіз отриманих результатів та підготувала тезу до друку; 0,17 друк. арк., особистий внесок – 0,04 друк. арк.).*

***Науково-методичні рекомендації:***

20. Рижук С. М., Савчук І. М., Ковальова С. П., Тимошенко З. А., Камінський В. М., **Ящук І. В.** Наукові засади отримання екологічно безпечної продукції тваринництва за її виробництва в зоні Полісся України : науково-методичні рекомендації. Житомир: ІСГП, 2020. 42 с. *(Здобувач опрацювала наукові джерела з проблеми досліджень, провела дослідження, підготувала матеріали для науково-методичних рекомендацій; 2,42 друк. арк., особистий внесок – 0,3 друк. арк.).*

***Науково-практичні рекомендації:***

21. Савчук І. М., Ковальова С. П., Тимошенко З. А., Рубан І. М., Камінська Л. П., **Ящук І. В.** Якість і безпечність яловичини та свинини за використання кормів з генетично модифікованими організмами для годівлі тварин у зоні Полісся : науково-практичні рекомендації. Житомир: «Бук-друк», 2023. 52 с. *(Здобувач опрацювала наукові джерела з проблеми досліджень, провела дослідження, підготувала матеріали для науково-практичних рекомендацій; 2,95 друк. арк., особистий внесок – 0,3 друк. арк.).*

## Додаток Б

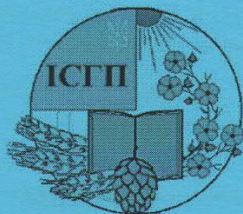
### Науково-методичних та науково-практичних рекомендацій

1. Рижук С. М., Савчук І. М., Ковальова С. П., Тимошенко З. А., Камінський В. М., Ящук І. В. Наукові засади отримання екологічно безпечної продукції тваринництва за її виробництва в зоні Полісся України : науково-методичні рекомендації. Житомир: ІСГП, 2020. 42 с.

2. Савчук І. М., Ковальова С. П., Тимошенко З. А., Рубан І. М., Камінська Л. П., Ящук І. В. Якість і безпечність яловичини та свинини за використання кормів з генетично модифікованими організмами для годівлі тварин у зоні Полісся : науково-практичні рекомендації. Житомир: «Бук-друк», 2023. 52 с.

**Додаток Б.1**

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ  
*Інститут сільського господарства Полісся*



**НАУКОВІ ЗАСАДИ ОТРИМАННЯ ЕКОЛОГІЧНО  
БЕЗПЕЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА ЗА ЇЇ  
ВИРОБНИЦТВА В ЗОНІ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ**

(Науково-методичні рекомендації)



*Житомир 2020*

## продовження додатку Б.1

УДК 636.085/637:546.36/4:539.16

Рекомендації розглянуті та схвалені вченою радою Інституту сільського господарства Полісся НААН (протокол №10 від 18 вересня 2020 року).

**Рецензенти:**

**Борщенко В.В.** – доктор с.-г. наук, доцент, завідувач кафедри годівлі тварин та технології кормів Житомирського національного агроєкологічного університету;

**Ковальчук І.В.** – кандидат с.-г. наук, доцент, завідувач кафедри технології виробництва продукції тваринництва Житомирського національного агроєкологічного університету.

**В розробці рекомендацій прийняли участь:**

*Від Інституту сільського господарства Полісся НААН:*

**Рижук С.М.** – доктор с.-г. наук, член-кореспондент НААН, директор;

**Савчук І.М.** – доктор с.-г. наук, завідувач відділу тваринництва;

**Ковальова С.П.** - кандидат с.-г. наук, позаштатний науковий співробітник;

**Тимошенко З.А.** - науковий співробітник;

**Камінський В.М.** – провідний спеціаліст;

**Ящук І.В.** – аспірант.

**Наукові засади отримання екологічно безпечної продукції тваринництва за її виробництва в зоні Полісся України: наук.-метод. рекомендації /С.М. Рижук, І.М. Савчук, С.П. Ковальова, З.А. Тимошенко, В.М. Камінський, І.В. Ящук. Житомир: ІСГП, 2020. 42 с.**

*Рекомендації розроблені на основі результатів наукових досліджень в II і III зонах радіоактивного забруднення внаслідок аварії на ЧАЕС за використання природних мінералів-сорбентів, кормових добавок і високобілкових кормів у раціонах тварин, різних способів утримання качок з метою зниження накопичення <sup>137</sup>Cs і важких металів у продукції тваринництва та птахівництва.*

*Спрямовані на підвищення ефективності технології виробництва екологічно безпечної яловичини, свинини та продукції качківництва в зоні техногенного навантаження.*

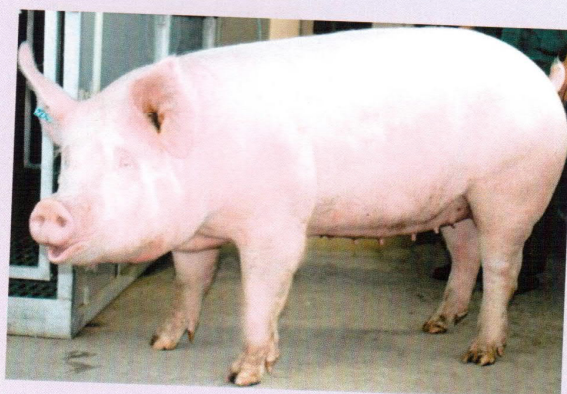
*Рекомендації розраховані для використання керівниками і спеціалістами господарств різних форм власності, які виробляють продукцію тваринництва в зоні аварії на ЧАЕС та викладачів і студентів вищих навчальних закладів.*

## Додаток Б.2

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ПОЛІССЯ



**ЯКІСТЬ І БЕЗПЕЧНІСТЬ ЯЛОВИЧИНИ ТА  
СВИНИНИ ЗА ВИКОРИСТАННЯ КОРМІВ З  
ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНИМИ  
ОРГАНІЗМАМИ ДЛЯ ГОДІВЛІ ТВАРИН У ЗОНІ  
ПОЛІССЯ**  
(Науково-практичні рекомендації)



УДК 636.085/211:546.36/4:539.16

Я 44

Рекомендації розглянуті та схвалені Координаційно-методичною радою Інституту сільського господарства Полісся НААН (протокол № 2 від 12 липня 2023 року).

**Науково-практичні рекомендації розроблені науковцями  
Інституту сільського господарства Полісся НААН:**

Савчук І.М. – доктор с.-г. наук, завідувач відділу тваринництва;  
Ковальова С.П. - кандидат с.-г. наук, завідувача лабораторією;  
Тимошенко З.А. - науковий співробітник;  
Рубан І.М. – науковий співробітник;  
Камінська Л.П. – лаборант;  
Ящук І.В. – аспірант.

**Рецензенти:**

**Борщенко В.В.** – доктор с.-г. наук, професор кафедри годівлі, розведення тварин та збереження біорізноманіття Поліського національного університету;  
**Мамченко В.Ю.** – кандидат с.-г. наук, доцент кафедри годівлі, розведення тварин та збереження біорізноманіття Поліського національного університету.

**Я 44** **Якість і безпека яловичини та свинини за використання кормів з генетично модифікованими організмами для годівлі тварин у зоні Полісся: науково-практичні рекомендації / І.М. Савчук, С.П. Ковальова, З.А. Тимошенко, І.М. Рубан; Л.П. Камінська, І.В. Ящук. / Ін-т с/г Полісся НААН / – Житомир: Видавничий дім «Бук-друк», 2023. – 52 с.**

*Рекомендації розроблені на основі результатів наукових досліджень в умовах III зони радіоактивного забруднення внаслідок аварії на ЧАЕС за використання в раціонах молодняка великої рогатої худоби та свиней генетично модифікованої сої.*

*Спрямовані на підвищення ефективності технології виробництва екологічно безпечної яловичини та свинини в зоні техногенного навантаження.*

*Рекомендації розраховані для використання керівниками і спеціалістами господарств різних форм власності, які виробляють продукцію тваринництва в зоні аварії на ЧАЕС, науковців, викладачів і студентів вищих навчальних закладів.*

ISBN 978-617-560-028-3

© Інститут сільського господарства Полісся НААН, 2023

© І.М. Савчук, С.П. Ковальова та ін., 2023

© Видавничий дім «Бук-друк», 2023

## **Додаток В**

### **Акти впровадження результатів дисертаційної роботи**

#### **в умовах господарств:**

1. СТОВ «Відродження» Коростенського району Житомирської області.
2. ДПДГ «Нова Перемога» Житомирського району Житомирської області;

## Додаток В.1

**Акт впровадження результатів дисертаційної роботи в умовах СТОВ  
«Відродження» Коростенського району Житомирської області**

<b>ПОГОДЖЕНО</b> Директор Інституту сільського господарства Полісся НААН  <b>Сергій РИЖУК</b>	 <b>ЗАТВЕРДЖЕНО</b> Директор СТОВ «Відродження»  <b>Василь ТИМОШЕНКО</b>
--	--

**АКТ**

**впровадження у виробництво науково-технічних і дослідно-конструкторських розробок**


Акт складено 08 лютого 2024 року


1. **Найменування НДР** – використання в складі кормових зерносумішей природного мінералу сапоніту для відгодівлі молодняку свиней великої білої породи.
2. **Якою науковою організацією запропоновано перевірку НДР** – Інститутом сільського господарства Полісся Національної академії аграрних наук України.
3. **Рішення про перевірку НДР** – згідно до положень тематичного плану науково-дослідних робіт відділу тваринництва ІСГП НААН за завданням 06.00.04.04.Ф «Теоретично обґрунтувати і розробити методи поліпшення екологічної якості продукції тваринництва в зоні Полісся» (№ДР 0116U004652).
4. **Найменування господарства та його юридична адреса** – СТОВ «Відродження» Коростенського району Житомирської області, с. Купеч.
5. **Характеристика НДР** – розробка містить у собі запропонований склад зерносуміші для відгодівлі свиней великої білої породи з метою зменшення накопичення радіоцезію і важких металів у продукції, а саме (% за масою): дерть пшенична – 72, дерть люпинова – 10, комбікорм-концентрат – 15, сапоніт – 3.
6. **Автор завершеної НДР** – позаштатний науковий співробітник відділу тваринництва ІСГП Ящук І.В.
7. **База для порівняння** – фактично досягнуті показники середньодобових приростів живої маси тварин у господарстві та вміст <sup>137</sup>Cs, Pb, Cd, Cu, Zn в свинині.
8. **Економічний і екологічний ефект від впровадження** – впровадження НДР у господарстві дало змогу підвищити середньодобові прирости живої маси свиней на 4,8 %, отримати продукцію у межах діючих нормативних вимог (ДР-2006 і ГДК).

**9. Відповідальні за впровадження:**

Головний зоотехнік

Позаштатний науковий  
співробітник ІСГП НААН

 В.М. Камінський

 І.В. Ящук



## Додаток В.2

**Акт впровадження результатів дисертаційної роботи в умовах ДПДГ  
«Нова Перемога» Житомирського району Житомирської області**

<p><b>ПОГОДЖЕНО</b> В.о. директора Інституту сільського господарства Полісся НААН</p>  <p>Сергій РИЖУК</p>	<p><b>ЗАТВЕРДЖЕНО</b> Заступник директора ДПДГ «Нова Перемога»</p>  <p>Юрій ГНИЛЕНЬКИЙ</p>
---	--

**АКТ**

**впровадження у виробництво науково-технічних і дослідно-конструкторських розробок**

Акт складено 14 лютого 2024 року

**1. Найменування НДР** – оптимізація протеїнового живлення бугайців за рахунок різних високобілкових кормів.

**2. Якою науковою організацією запропоновано перевірку НДР** – Інститутом сільського господарства Полісся Національної академії аграрних наук України.

**3. Рішення про перевірку НДР** – згідно до положень тематичного плану науково-дослідних робіт відділу тваринництва ІСПП НААН за завданням 06.00.04.04.Ф «Теоретично обґрунтувати і розробити методи поліпшення екологічної якості продукції тваринництва в зоні Полісся» (№ДР 0116U004652).

**4. Найменування господарства та його юридична адреса** – ДПДГ «Нова Перемога» Житомирського району Житомирської області, с. Стара Чорторія.

**5. Характеристика НДР** – розробка містить у собі запропонований склад зерносуміші для відгодівлі бугайців української чорно-рябої молочної породи з метою зменшення накопичення важких металів у продукції, а саме (% за масою): пшениця – 40, кормові боби - 35, овес – 25.

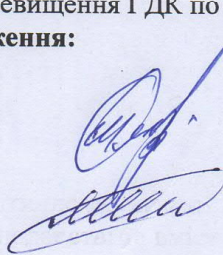
**6. Автор завершеної НДР** – позаштатний науковий співробітник відділу тваринництва ІСПП Яшук І.В.

**7. База для порівняння** – фактично досягнуті показники середньодобових приростів живої маси тварин у господарстві та вміст Pb, Cd у яловичині.

**8. Економічний і екологічний ефект від впровадження** – впровадження НДР у господарстві дало змогу оптимізувати раціони по перетравному протеїну без суттєвого зниження середньодобових приростів живої маси молодняку ВРХ, отримати продукцію без перевищення ГДК по важким металам.

**9. Відповідальні за впровадження:**

Головний зоотехнік  
Позаштатний науковий  
співробітник ІСПП НААН



М.О. Овсієнко

І.В. Яшук

## Додаток Г

**Акт виробничої перевірки результатів дисертаційної роботи в умовах фізіологічного двору Інституту сільського господарства Полісся НААН**

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

В.о. директора ІСГП, академік НААН



**АКТ**

**виробничої перевірки результатів науково-дослідної роботи**

Акт складено 16 лютого 2024 року

**1. Найменування НДР** – використання в складі кормових зерносумішей природного мінералу сапоніту для відгодівлі молодняку свиней великої білої породи.

**2. Якою науковою організацією запропоновано перевірку НДР** – Інститутом сільського господарства Полісся Національної академії аграрних наук України

**3. Рішення про перевірку НДР** – згідно до положень тематичного плану науково-дослідних робіт відділу тваринництва ІСГП НААН за завданням 06.00.04.04.Ф «Теоретично обґрунтувати і розробити методи поліпшення екологічної якості продукції тваринництва в зоні Полісся» (№ДР 0116U004652).


**4. Найменування господарства та його юридична адреса** – Інститут сільського господарства Полісся НААН Коростенського району Житомирської області, с. Грозине.

**5. Характеристика НДР** – для виробничої перевірки відібрано 30 голів молодняку свиней великої білої породи і сформовано 2 групи, по 15 голів у кожній: контрольну та дослідну. Контрольній групі тварин у складі зерносуміші згодували наступну кількість концкормів (% за масою): пшениця – 75, люпин – 10, комбікорм-концентрат – 15. Для молодняку свиней дослідної групи до складу зерносуміші додатково вводили 3 % (за масою) концентрованих кормів у раціоні.

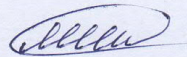
**6. Автор завершеної НДР** – позаштатний науковий співробітник відділу тваринництва Ящук І.В.

**7. Економічний ефект** – підвищення середньодобових приростів живої маси свиней дослідної групи порівняно з контролем на 5,9 % за зниження витрат обмінної енергії на одиницю приросту на 5,6 % та зменшення накопичення Pb і Cd у найдовшому м'язі спини на 42,2 % і 37,7 % відповідно.

**8. Відповідальні за виробничу перевірку:**

Зав. лабораторією, кандидат с.-г. наук  С.П. Ковальова

Позаштатний науковий  
співробітник ІСГП НААН



І.В. Ящук

## Додаток Д

### **Акти і довідки про використання результатів дисертаційної роботи у навчальному процесі та науково-дослідній роботі на кафедрі:**

1. технології кормів та годівлі тварин Сумського національного аграрного університету.

**Додаток Д.1****ЗАТВЕРДЖЕНО**В.о. ректора Сумського національного  
аграрного університету

Володимир ЛАДИКА

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р

**КАРТКА ЗВОРТНЬОГО ЗВ'ЯЗКУ**

Матеріали дисертаційної роботи ЯЦУК Інни Василівни Даним актом «Моніторинг та способи зниження вмісту Pb і Cd у продуктах забою тварин на відгодівлі», впроваджені у навчальному процесі при викладанні дисципліни «Інноваційні технології переробки продукції тваринництва», у підготовці фахівців ОС «Магістр» за спеціальністю 204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва» та використовуються в наукових дослідженнях кафедри технології кормів і годівлі тварин біолого-технологічного факультету Сумського національного аграрного університету.

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри технології кормів і годівлі тварин.

Протокол № 7 від «11» березня 2024 р.

Завідувач кафедрою технології  
кормів і годівлі тварин  
Сумського національного  
аграрного університету,  
кандидат с.-г. наук, доцент

Віктор ОПАРА

**Додаток Д.2****ЗАТВЕРДЖЕНО**

Проректор з науково-педагогічної  
та навчальної роботи  
Сумського національного аграрного  
університету



Ігор КОВАЛЕНКО  
2024 р

**АКТ****про впровадження результатів  
дисертаційної роботи у навчальний процес**

Даним актом стверджується, що результати дисертаційної роботи на тему: «Моніторинг та способи зниження вмісту Pb і Cd у продуктах забою тварин на відгодівлі», що представлена на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 204 - технологія виробництва і переробки продукції тваринництва, виконана ЯЦУК Інною Василівною, впроваджені у навчальний процес при викладанні дисципліни «Інноваційні технології переробки продукції тваринництва», у підготовці фахівців ОС «Магістр» за спеціальністю 204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва» та використовуються в наукових дослідженнях кафедри технології кормів і годівлі тварин біолого-технологічного факультету Сумського національного аграрного університету.

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри технології кормів і годівлі тварин.

Протокол № 7 від «11» березня 2024 р.

Завідувач кафедрою технології  
кормів і годівлі тварин  
Сумського національного  
аграрного університету,  
кандидат с.-г. наук, доцент

Віктор ОПАРА

## Додаток Е

### Відомості про апробацію результатів дисертації:

- Міжнародна науково-практична конференція «Чорнобильська катастрофа. Актуальні проблеми, напрямки та шляхи їх вирішення» (м. Житомир, 22–23 квітня 2021 р.);
- VIII Всеукраїнська науково-практична конференція «Еколого-регіональні проблеми сучасного тваринництва та ветеринарної медицини» (м. Житомир, 17 листопада 2021 р.);
- Міжнародна науково-практична конференція «Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві» (м. Київ, 7–8 липня 2022 р.);
- Всеукраїнська наукова інтернет-конференція «Ефективне використання земельних ресурсів зони Полісся в умовах змін клімату» (м. Житомир, 22 вересня 2022 р.);
- Міжнародна науково-практична конференція «100-річчя Поліського національного університету: здобутки, реалії, перспективи» (м. Житомир, 1 листопада 2022 р.);
- II Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених та здобувачів освіти «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва і переробки продукції тваринництва» (м. Житомир, 15 грудня 2022 р.);
- V Міжнародна науково-практична конференція «Проблеми виробництва і переробки продовольчої сировини та якість і безпечність харчових продуктів» (м. Житомир, 18 травня 2023 р.);
- Науково-практична конференція науково-педагогічних працівників, докторантів та аспірантів «Наукові читання 2023. Проблеми та перспективи розвитку тваринництва і ветеринарії в умовах євроінтеграції» (м. Житомир, 23 травня 2023 р.);

– X щорічній Всеукраїнській науково-практичній конференції «Наукові читання 2023. Еколого-регіональні проблеми сучасного тваринництва та ветеринарної медицини» (м. Житомир, 16 листопада 2023 р.).

## Додаток Е.1





## Додаток Е.2



## Додаток Е.3



## Додаток Е.4



Поліський національний університет  
 НІІ тваринництва та ветеринарії  
 Факультет ветеринарної медицини  
 Технологічний факультет

# СЕРТИФІКАТ УЧАСНИКА

## Ящук І. В.

приймав(ла) участь у роботі

науково-практичної конференції  
 науково-педагогічних працівників, докторантів та аспірантів

### НАУКОВІ ЧИТАННЯ 2023

Проблеми та перспективи розвитку тваринництва  
 і ветеринарії в умовах Євроінтеграції

6 академічних годин (0,2 кредита ECTS)



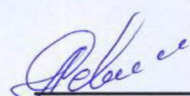
23 травня 2023 року, м. Житомир

  
 Людмила  
 РОМАНЧУК

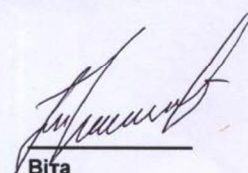
Проректор з наукової  
 роботи та інноваційного  
 розвитку,  
 д. с.-г. н., професор

  
 Тетяна  
 КОТ

Директор НІІ  
 тваринництва  
 та ветеринарії,  
 д. вет. н., професор

  
 Анатолій  
 РЕВУНЕЦЬ

Декан факультету  
 ветеринарної медицини,  
 к. вет. н., доцент

  
 Віта  
 ТРОХИМЕНКО

Во декана  
 технологічного  
 факультету,  
 к. с.-г. н., доцент

## Додаток Е.5





## Додаток К

**Вміст Рb у кормах і продукції тваринництва в сільськогосподарських підприємствах і особистих господарства населення Житомирської області, мг/кг натуральної речовини**

Корми і продукція тваринництва	Щільність радіоактивного забруднення території, кБк/м <sup>2</sup>		
	до 37 («Нова Перемога» і «Єрчики»)	37-185 (дослідне поле і фіздвір ІСГП, с. Грозине і Сингаї)	більше 185 (Народицький р-н, с. Немирівка)
Сіно злакове і бобове, солома ярих і озимих культур	1,358;1,489;1,437;1,040; 2,999;2,981;3,286;2,710; 3,384;3,325;2,823;1,238; 1,725;1,450;3,511	1,434;2,105;1,745;1,600; 1,676;1,745;1,441;1,861; 2,585;3,589;1,757;1,610; 1,713;3,981;3,503;3,450	2,505;3,566;2,589; 2,781;2,711;2,894; 2,333;2,374;4,284; 4,129;2,622;2,517
Сінаж люцерни і різнотравний	0,961;1,022;0,994;1,153; 2,138;1,375;1,004;1,121; 1,071;0,718;1,268;1,115; 1,149;1,084	0,805;0,462;1,102;1,256; 1,946;1,675	1,226;1,287;1,179; 1,712
Силос кукурудзяний	0,338;0,362;0,322;0,378; 0,362;0,588;0,673;0,634; 1,204;0,615;0,572;1,298; 1,262;1,331	0,244;0,581;0,626;1,094; 1,210;1,250;1,337;1,446; 1,423;1,392;0,218;0,468; 0,265	0,358;0,331;0,913; 0713
Зерноsumіш	1,050;1,228;0,932;1,402; 1,510;1,482;0,419;0,480; 0,384;0,195;0,620;0,608; 0,713;0,660	1,059;1,157;1,013;0,988; 0,866;0,797;0,823;1,217; 1,134;1,401;0,419;0,508; 0,861;0,897;0,791;1,445; 1,495;1,403;1,023;1,101	2,204;0,957;2,057; 2,714;1,044;1,775; 1,619;1,173;0,477; 0,450;0,414;2,920
Макуха і шрот соняшникові	1,916;2,115;1,898;1,894; 2,481;1,312;2,773;2,191; 2,566;2,310;1,690;1,721 1,767;1,685	1,439;0,650;0,905;0,155; 0,515	0,974;1,110;0,910; 1,980;1,911;2,097
Молоко	0,126;0,122;0,124;0,057; 0,066;0,069;0,058;0,064; 0,060;0,089;0,076;0,083; 0,207;0,196;0,156;0,137; 0,131;0,149;0,143;0,100; 0,107;0,110;0,142;0,139	0,062;0,095;0,082;0,089; 0,061;0,084;0,073;0,046; 0,043;0,062;0,254;0,230; 0,223;0,232;0,243;0,239; 0,241;0,187	0,117;0,129;0,122;0,176; 0,207;0,148;0,156;0,155; 0,182;0,192;0,104;0,109; 0,097;0,235;0,218;0,252; 0,247;0,239;0,247;0,227; 0,165;0,159;0,169;0,196; 0,182;0,175
Найдовший м'яз спини бугайців	0,212;0,228;0,261;0,190; 0,225;0,206;0,186;0,172; 0,179; 0,248;0,274;0,327 0,246;0,214;0,259;0,247; 0,211;0,219	0,112;0,272;0,363;0,284; 0,211;0,183;0,181;0,123; 0,177;0,225;0,184;0,401; 0,244;0,361;0,242;0,385; 0,352;0,220	м'язова тканина не відбиралась
Найдовший м'яз спини свиней	0,212;0,239;0,220;0,308; 0,191;0,215;0,199;0,229; 0,294;0,255;0,389;0,215; 0,226;0,215	0,154; 0,229;0,254;0,331; 0,290;0,176; 0,174;0,208; 0,237;0,194;0,171;0,309	0,216;0,232;0,207;0,214 0,234;0,221;0,234;0,201 0,221

## Додаток Л

**Вміст Cd у кормах і продукції тваринництва в сільськогосподарських підприємствах і особистих господарства населення Житомирської області, мг/кг натуральної речовини**

Корми і продукція тваринництва	Щільність радіоактивного забруднення території, кБк/м <sup>2</sup>		
	до 37 («Нова Перемога» і «Єрчики»)	37-185 (дослідне поле і фіздвір ІСГП, с. Грозине і Сингаї)	більше 185 (Народицький р-н, с. Немирівка)
Сіно злакове і бобове, солома ярих і озимих культур	0,259;0,250;0,266;0,486; 0,199;0,255;0,499;0,484; 0,277;0,225;0,237;0,213; 0,179;0,167;0,178	0,209;0,240; 0,254;0,236; 0,222;0,226;0,319; 0,350; 0,330;0,336;0,404;0,241; 0,536;0,390;0,570;0,374	0,333;0,326;0,344;0,367 0,248;0,733;0,939;0,240 0,234;0,243;0,232;0,235
Сінаж люцерни і різногравний	0,150;0,144;0,147;0,230; 0,211;0,234;0,249;0,239; 0,157;0,114;0,096;0,084; 0,088;0,082	0,121;0,113;0,103;0,281; 0,095;0,346	0,194;0,199;0,205;0,405
Силос кукурудзяний	0,054;0,051;0,053;0,065; 0,129;0,155;0,102;0,110; 0,098;0,100;0,030;0,031; 0,028;0,038	0,041;0,082;0,083;0,047; 0,119;0,088;0,049;0,050; 0,068;0,069;0,070;0,113; 0,360	0,059;0,061;0,063;0,360
Зерноsumіш	0,244;0,251;0,230;0,294; 0,161;0,215;0,101;0,084; 0,106;0,017;0,114;0,113; 0,121;0,127	0,137;0,128;0,093;0,079; 0,087;0,081;0,144;0,127; 0,122;0,133;0,201;0,341; 0,210; 0,212;0,193;0,259; 0,242;0,278;0,406;0,386	0,157;0,167;0,153;0,230; 0,191;0,503
Макуха і шрот соняшникові	0,933;0,905;0,948;0,887; 0,406;0,865;0,427;0,452; 0,421;0,494;0,247;0,246; 0,255;0,250	0,539;0,740;0,299;0,451; 0,140	0,159;0,169;0,155;0,514; 0,526;0,530
Молоко	0,026;0,025;0,026;0,020; 0,021;0,019;0,011;0,012; 0,012;0,024;0,026;0,024; 0,042;0,042;0,032;0,014; 0,015;0,014;0,009;0,010; 0,010;0,015;0,016;0,016	0,030;0,031;0,028;0,024; 0,025;0,038;0,027;0,042; 0,014;0,024;0,031;0,030; 0,030;0,029;0,030;0,037; 0,034;0,035	0,032;0,033;0,033;0,035; 0,031;0,035;0,034;0,029; 0,028;0,033;0,037;0,033; 0,032;0,033;0,032;0,030; 0,028;0,029;0,026;0,033; 0,032;0,027;0,030;0,035; 0,032;0,033
Найдовший м'яз спини бугайців	0,071;0,068;0,073;0,068; 0,072;0,064;0,053;0,051; 0,048;0,058;0,061;0,055; 0,050;0,047;0,052;0,056; 0,064;0,054	0,085; 0,037; 0,039;0,042; 0,026; 0,021; 0,094;0,105; 0,025; 0,064; 0,177;0,159; 0,049; 0,134; 0,180;0,127; 0,103;0,123	м'язова тканина не відбиралась
Найдовший м'яз спини свиней	0,051;0,055;0,056;0,074; 0,067;0,071;0,067;0,053; 0,059;0,058;0,071;0,049; 0,052;0,047	0,072;0,077;0,068;0,062; 0,074;0,073;0,033;0,050; 0,049;0,049;0,092;0,044	0,064;0,066;0,061;0,066; 0,063;0,064;0,060;0,059; 0,062

## Додаток М

## Поживність 1 кг зерноsumішей (1 дослід)

Поживні речовини	Корми			Поживність 1 кг зерноsumіші, боби/люпин
	пшениця (40 %)	овес (25 %)	корм. боби (35 %)	
ЕКО	1,11	0,9	1,14	1,07/1,11
ОЕ, МДж	11,1	9,0	11,4	10,7/11,1
СР, г	850	855	862	855/850
СП, г	110	108	219	142/171
ПП, г	82	86	191	115/140
СЖ, г	20	35	24	24/39
СК, г	44	112	73	66/73
Цукор, г	47	34	35	41/46
Крохмаль, г	445	401	385	418/444
Кальцій, г	2,3	1,8	1,6	2,04/2,25
Фосфор, г	3,0	2,8	6,3	3,95/3,14
Магній, г	0,8	1,4	1,5	1,13/1,54
Калій, г	5,1	2,9	10,7	6,3/5,2
Сірка, г	2,3	1,2	1,5	1,8/2,8
Ферум, мг	280	98	61	177/185
Купрум, мг	-	-	-	3,2/3,1
Цинк, мг	-	-	-	16,2/14,7
Манган, мг	8,2	23	11	12,0/11,6
Кобальт, мг	0,05	0,07	0,11	0,07/0,14
Йод, мг	0,11	0,1	0,18	0,13/0,09
Каротин, мг	-	-	-	-
Вітамін Е, мг	25	25	25	24/26



## Додаток Н

**Поживність 1 кг кормів при проведенні досліджень на бугайцях  
з кормовими бобами (1 дослід)**

Поживні речовини	Корми				Всього, люпин/ боби
	силос кукурудзяний	сіно злакове	зерноsumіш №1	зерноsumіш №2	
<b>Корми, кг/гол.</b>	<b>17,9</b>	<b>3,4</b>	<b>2,6</b>	<b>2,6</b>	
ЕКО	0,23	0,73	1,11	1,07	<b>9,49/9,38</b>
ОЕ, МДж	2,3	7,3	11,1	10,7	<b>94,9/93,8</b>
СР, г	250	850	850	855	<b>9,6/9,6</b>
СП, г	21	96	171	142	<b>1146/1074</b>
ПП, г	12	41	140	115	<b>718/653</b>
СЖ, г	7	20	39	24	<b>294/255</b>
СК, г	63	309	73	66	<b>2368/2350</b>
Цукор, г	7	20	46	41	<b>313/300</b>
Крохмаль, г	22	415	444	418	<b>1619/1552</b>
Кальцій, г	1,47	6,52	2,25	2,04	<b>54,3/538</b>
Фосфор, г	0,52	1,72	3,14	3,95	<b>23,3/25,4</b>
Магній, г	0,83	2,5	1,54	1,13	<b>27,4/26,3</b>
Калій, г	3,63	10,6	5,2	6,3	<b>114/117</b>
Сірка, г	0,84	1,96	2,8	1,8	<b>29,0/26,4</b>
Ферум, мг	89	126	185	177	<b>2502/2481</b>
Купрум, мг	2,9	2,6	3,1	3,2	<b>68,8/69,0</b>
Цинк, мг	12	5,8	14,7	16,2	<b>273/277</b>
Манган, мг	9,5	31,3	11,6	12,0	<b>307/308</b>
Кобальт, мг	0,06	0,3	0,14	0,07	<b>2,45/2,27</b>
Йод, мг	0,06	0,3	0,09	0,13	<b>2,32/2,43</b>
Каротин, мг	19	15	-	-	<b>391/391</b>
Вітамін Е, мг	41	28	26	24	<b>896/891</b>

## Додаток П

**Поживність 1 кг кормів при проведенні досліджень на молодняку свиней  
із сапонітом (2 дослід)**

Поживні речовини	Корми					
	ячмінь	пшениця	горох	буряк	крейда	сапоніт
Обмінна енергія, МДж	11,5	13,1	1,22	1,81	-	-
Суша речовина, г	865	854	860	150	-	-
Сирий протеїн, г	104	110	190	19	-	-
Перетравний протеїн, г	98	95	175	12	-	-
Сира клітковина, г	48	44	61	12	-	-
Лізин, г	4,0	2,7	12,7	0,6	-	-
Метіонін+цистин, г	3,6	3,3	4,5	0,6	-	-
Кальцій, г	1,85	1,10	3,50	0,43	330	-
Фосфор, г	4,21	2,91	3,42	0,38	1,0	1,56
Ферум, мг	64	78	73	15	-	-
Купрум, мг	5,7	4,7	6,9	1,0	-	18,9
Цинк, мг	17,4	28,7	26,6	5,0	-	34,1
Манган, мг	14,7	11,2	16,5	3,2	-	6,2
Кобальт, мг	0,11	0,08	0,25	0,04	-	-
Йод, мг	0,22	0,11	0,06	-	-	-
Вітамін Е, мг	46	28	50	2	-	-
Вітамін В <sub>1</sub> , мг	3,9	4,5	2,8	0,4	-	-
Вітамін В <sub>2</sub> , мг	1,2	1,4	1,1	0,5	-	-
Вітамін В <sub>6</sub> , мг	3,8	4,2	3,9	0,3	-	-

## Додаток Р

**Поживна цінність 1 кг кормів при проведенні науково-виробничого  
дослід (дослід 3)**

Показники	Корми				
	солома ячмінна	силос кукурудз.	сінаж люцерни	зерносу- міш №1	зерносу- міш №2
Обмінна енергія, МДж	4,9	2,3	4,2	11,0	10,8
Суша речовина, г	849	264	430	861	868
Сирий протеїн, г	46	22	70	169	145
Перетравний протеїн,г	12	12	49	138	117
Сира клітковина, г	360	140	186	70	65
Крохмаль, г	9	21	10	482	420
Цукор, г	12	4	12	43	40
Сирий жир, г	13	12	16	38	25
Кальцій, г	3,64	1,7	6,9	2,20	2,08
Фосфор, г	1,16	0,88	1,23	3,10	3,60
Ферум, мг	212	67	155	85	79
Купрум, мг	3,7	2,8	3,6	4,0	4,1
Цинк, мг	19,0	18,9	14,6	15,9	18,5
Кобальт, мг	0,23	0,15	0,29	0,15	0,10
Манган, мг	22,2	13,4	17,4	11,8	12,9

## Додаток С

**Склад і поживність середньодобових раціонів піддослідних бугайців при проведенні виробничої перевірки (дослід 3)**

Корми та поживні речовини	Групи			
	І - контрольна		ІІ - дослідна	
	кг	за поживністю, %	кг	за поживністю, %
Солома ячмінна	1,0	8,0	1,0	8,0
Сінаж люцерни	4,0	27,4	4,0	27,6
Силос кукурудзяний	10,0	37,6	11,0	37,8
Зерноsumіш №1	1,5	27,0	-	-
Зерноsumіш №2	-	-	1,5	26,6
Сіль кухонна	0,02	-	0,02	-
<b>У раціонах містяться:</b>				
Енергетичні корм. од.	6,12		6,09	
Обмінна енергія, МДж	61,2		60,9	
Суша речовина, кг	6,50		6,51	
Сирий протеїн, г	799		763	
Перетравний протеїн, г	535		503	
Сирий жир, г	254		234	
Сира клітковина, г	2609		2601	
Крохмаль, г	982		889	
Цукор, г	164		160	
Кальцій, г	51,5		53,1	
Фосфор, г	19,5		20,3	
Ферум, мг	1629		1620	
Купрум, мг	52,1		52,2	
Цинк, мг	290,2		294,1	
Кобальт, мг	3,11		3,04	
Манган, мг	243		245	

## Додаток Т

**Склад і поживність середньодобових раціонів для молодняку свиней при проведенні виробничої перевірки (дослід 4)**

Корми та поживні речовини	I – контрольна		II – дослідна	
	кг	% за поживністю	кг	% за поживністю
Зерноsumіш, всього:	2,26	100	2,26	100
у т.ч. дерть пшенична	1,70	73,6	0,76	73,6
дерть люпинова	0,23	11,6	0,23	11,6
комбікорм-концентрат	0,33	14,8	0,33	14,8
сапоніт	-	-	0,065	-
кухонна сіль	0,015	-	0,015	
<b>У раціонах містяться:</b>				
ЕКО	2,50		2,50	
Обмінна енергія, МДж	25,0		25,0	
Суша речовина, г	2103		2103	
Сирий протеїн, г	331		331	
Перетравний протеїн, г	287		287	
Сирий жир, г	61		61	
Сира клітковина, г	73		73	
Лізін, г	10,5		10,5	
Метіонін + цистин, г	10,3		10,3	
Кальцій, г	5,0		5,0	
Фосфор, г	9,3		9,3	
Ферум, мг	202		202	
Купрум, мг	8,8		10,0	
Цинк, мг	46,9		49,1	
Манган, мг	92		92	
Кобальт, мг	2,14		2,14	
Вітамін Е, мг	65		65	