



Тваринництво, ветеринарна медицина

УДК 636.084/085:636.2

© 2021

НАКОПИЧЕННЯ Pb і Cd У М'ЯЗОВІЙ ТКАНИНІ ТА ПЕЧІНЦІ БУГАЙЦІВ ЗА ЇХ ГОДІВЛІ РІЗНИМИ СИЛОСАМИ

І.М. Савчук¹, С.П. Ковальова², І.В. Яшук³

¹доктор сільськогосподарських наук, ²кандидат сільськогосподарських наук

¹Інститут сільського господарства Полісся НААН
Київське шосе, 131, м. Житомир, 10007, Україна

²Житомирська філія ДУ «Держґрунтохорона»
проспект Миру, 21а, м. Житомир, 10020, Україна

³Поліський національний університет

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

e-mail: ¹isavchuk.zt@ukr.net, ²soils1964@ukr.net, ³inna.yashchuk.9224@gmail.com

ORCID: ¹0000-0002-2182-8857, ²0000-0003-1858-625X, ³0000-0003-2515-4260

Надійшла 19.02.2021

Мета. Оцінити вплив годівлі бугайців силосом із 4-компонентної сумішки ярих злаково-бобових зернофуражних культур (овес + пелюшка + люпин вузьколистий + вика яра) порівняно з силосом із пайзи на рівень накопичення Pb і Cd у їхній м'язовій тканині та печінці. **Методи.** Сформовано 2 групи піддослідних бугайців: I група (контрольна) – згодовували злаково-бобовий силос; II група (дослідна) – отримувала експериментальний силос із пайзи. Підготовку зразків рослинного та тваринного походжень для встановлення в їхньому складі важких металів здійснювали методом сухої мінералізації, аналіз – на атомно-абсорбційному спектрофотометрі «Квант-2А». **Результати.** Визначено концентрацію важких металів у кормах раціонів піддослідних тварин. Установлено, що наявність у кормах Pb і Cd призводить до їхнього накопичення у найдовшому м'язі спини і печінці бугайців. Згодовування молодняку великої рогатої худоби різних силосів вплинуло на накопичення важких металів у продукції. Наразі концентрація Pb і Cd у найдовшому м'язі спини і печінці бугайців виявилася нижчою від гранично допустимої концентрації. **Висновки.** Заміна у раціонах багатокомпонентного силосу зі злаково-бобових культур (овес + пелюшка + люпин вузьколистий + вика яра) на силос із пайзи за відгодовлі бугайців у III зоні радіоактивного забруднення негативно позначається на екологічній якості продукції, підвищуючи вміст важких металів у м'язовій тканині на 5,4 – 33,3%. Водночас коефіцієнт переходу Cd в найдовший м'яз спини виявився нижчим на 0,68% абс. у молодняку II (дослідної) групи порівняно з контролем.

Ключові слова: організм тварин, силос злаково-бобовий, силос із пайзи, продукція.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202105-05>

Аналіз екологічної ситуації в Україні свідчить про те, що забруднення довкілля важкими металами за останні десятиліття збільшилося у кілька разів і за прогнозами — ще зростатиме [1–3]. Негативні екологічні зміни в агроєкосистемах посилюються через порушення норм і правил застосування мінеральних добрив і пестицидів. Антропогенний вплив на агроєкосистеми навколо промислових міст, зокрема через інтенсифікацію ведення традиційного землеробства, на жаль, посилюється в різних країнах світу [4]. Велику небезпеку в сучасній екосистемі становить забруднення ґрунтів Pb, Cd, Cu, Zn [5–7].

Потрапляння важких металів у ґрунт може призвести до накопичення небажаних для сільськогосподарських угідь концентратів, поставити під загрозу родючість. Перехід таких поллютантів, як Pb і Cd з ґрунту в рослини, що використовують на корм тваринам і можуть входити до раціону будь-якого типу годівлі, здатне ускладнити виробництво високоякісної тваринницької продукції, а значить, і сировини для виробництва харчових продуктів [8, 9]. Рослини здатні накопичувати важкі метали із ґрунту у великих кількостях [10].

Корми, забруднені навіть малою кількістю важких металів, можуть спричиняти субклінічне отруєння тварин. Доведено, що вміст Pb і Cd у внутрішніх органах і м'язах тварин за використання кормів з індустріально розвинутих регіонів у кілька разів перевищував їх рівень, ніж у тварин з екологічно чистих зон. За даними літературних джерел відомо, що корми є основним джерелом надходження до організму тварин важких металів і можуть сягати до 99% від їхньої загальної кількості [11, 12]. Забруднення атмосфери, гідросфери та літосфери важкими металами призвело до міграції і накопичення їх у продуктах харчування [7]. Зокрема, в умовах Поліського регіону у продукції тваринництва виявлено високий вміст Pb і Cd: у молоці — 0,054–0,066 і 0,028–0,041 мг/кг, в яловичині — 0,485 і 0,093, свинині — 0,032–0,082 і 0,0052–0,0064 мг/кг відповідно [13].

Зважаючи на широкий спектр біологічного і токсичного впливу важких металів на внутрішні органи й системи тварин [14–16], потрібно удосконалити систему ведення галузі тваринництва та годівлі тварин у зонах підвищеного техногенного навантаження сільськогосподарського виробництва.

Тому досить актуальними є дослідження з пошуку типів годівлі і раціонів тварин з метою зниження накопичення важких металів у продукції тваринництва за її виробництва в III зоні радіоактивного забруднення внаслідок аварії на ЧАЕС.

Мета досліджень — встановити накопичення Pb і Cd в найдовшому м'язі спини та печінці бугайців за їх годівлі силосом із 4-компонентної сумішки ярих злаково-бобових зернофуражних культур (овес + пелюшка + люпин вузьколистий + вика яра) порівняно з силосом із пайзи в умовах Полісся України.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проведено в умовах фізіологічного двору Інституту сільського господарства Полісся НААН (с. Грозине Коростенського р-ну Житомирської обл., III зона радіоактивного забруднення). Для проведення науково-виробничого досліду відібрано молодняк великої рогатої худоби (бугайці) української чорно-рябої молочної породи, сформовано 2 групи за методом збалансованих груп згідно з методичними положеннями І.І. Ібатулліна і О.М. Жукорського [17]. Схему проведення досліду наведено в табл. 1.

Відповідно до схеми досліду, бугайці I (контрольної) групи отримували господарський раціон, який складався із 4-компонентного злаково-бобового силосу, сіна конюшини, соломи вівсяної, зерноsumіші та солі кухонної. Тваринам II (дослідної) групи, крім кормів основного раціону, згодовували замість силосу зі злаково-бобової сумішки силос із пайзи.

Раціони тварин за складом основних кормів різнилися між групами, водночас вони були збалансовані за основними поживними речовинами, їх коригували щомісяця відповідно до живої маси й середньодобових

1. Схема дослідів

Група	Кількість тварин у групі, гол.	Період дослідів	
		порівняльний (45 діб)	дослідний (187 діб)
I — контрольна	8	ОР — основний раціон (сіно конюшини, солома вівсяна, зерноsumіш, сіль кухонна) + силос злаково-бобовий	ОР + силос злаково-бобовий
II — дослідна	8	ОР + силос злаково-бобовий	ОР + силос із пайзи

приростів згідно з сучасними деталізованими нормами годівлі та врахуванням фактичного хімічного складу і поживної цінності кормів [18]. Тип годівлі тварин — силосно-концентратний. У структурі кормового раціону бугайців за енергетичною поживністю концентровані корми становили 34,6–35,4%, грубі — 18,7–19,2 та соковиті корми — 45,4–46,7%.

Підготовку зразків рослинного та тваринного походжень для визначення важких металів здійснювали методом сухої мінералізації згідно з ГОСТ 26929-94, аналіз — методом атомно-абсорбційної спектроскопометрії (спектроскопометром «Квант-2А») згідно з ГОСТ 30178.

Коефіцієнти переходу важких металів (Pb і Cd) у ланцюгу «раціон — продукція (м'язова тканина і печінка)» визначали за формулою:

$$КП = \frac{V_{\text{вмп}}}{V_{\text{вмр}}} \cdot 100,$$

де КП — коефіцієнт переходу; $V_{\text{вмп}}$ — вміст важких металів у продукції тварин, мг/кг; $V_{\text{вмр}}$ — вміст важких металів у добовому раціоні, мг. Цей коефіцієнт є відносним

2. Концентрація важких металів у кормах, мг/кг натурального корму

Корми	Важкі метали	
	Pb	Cd
Силос із пайзи	1,250	0,041
Силос		
4-компонентний	1,337	0,032
Сіно конюшини	2,105	0,026
Солома вівсяна	0,053	0,028
Зерноsumіш	0,112	0,031
ГДК	5,0	0,3

інтегрованим показником, який відображає міграцію важких металів з раціону в продукцію (у %) і дає змогу провести порівняльну оцінку переходу політантів за різних типів годівлі бугайців.

Усі маніпуляції з тваринами проведено відповідно до Європейської конвенції про захист хребетних тварин, яких використовують з експериментальною та науковою метою (Страсбург, 1986 р.).

Результати досліджень. Токсичні хімічні елементи, що надходять в організм людини та тварин (з їжею, кормом), виводяться з нього повільно. В організмі важкі метали акумулюються окремими органами та тканинами. Тому рослинна продукція та корми, які вирощувалися навіть на відносно чистих або мало забруднених ними ґрунтах, можуть стати джерелом надходження важких металів у організм в надмірній кількості та негативно впливати на обмін речовин [19].

Проведеними дослідженнями встановлено, що в кормах, використаних для відгодівлі бугайців протягом експерименту, вміст важких металів (Pb і Cd) не перевищував граничнодопустимої концентрації (ГДК). Водночас найбільша концентрація Pb була у сіні конюшини (2,105 мг/кг) і злаково-бобовому силосі (1,337 мг/кг), а Cd — у силосі із пайзи (0,041 мг/кг) та 4-компонентному силосі (0,032 мг/кг). Ці показники щодо ГДК становили 42,1 та 26,7% і 13,7 та 10,7% відповідно (табл. 2). Найменшим умістом важких металів із досліджених кормів відрізняються солома вівсяна та зерноsumіш.

Мінеральний склад організму тварин значною мірою залежить від хімічних елементів, що містяться в навколишньому

середовищі і надходять із кормом. На основі концентрації важких металів у кормах, які споживав піддослідний молодняк великої рогатої худоби, визначено середньодобове їх надходження до організму бугайців на відгодівлі. Так, щодобове надходження Pb до організму тварин контрольної групи становило 29,58 мг, що на 6,1% більше щодо дослідної групи. Водночас до організму бугайців II групи у середньому за добу більше надходило Cd — на 22,8% порівняно з аналогами I групи.

Уміст Pb і Cd у м'ясі — один із важливих показників його якості в умовах антропогенного забруднення сільськогосподарських угідь і кормів важкими металами. Відповідно до чинних медико-біохімічних і санітарних вимог до продовольчої сировини та харчових продуктів уміст у м'ясі Pb і Cd не має перевищувати ГДК (0,5 і 0,05 мг/кг відповідно). Яловичину, в якій концентрація важких металів є вищою за ці показники, без додаткової обробки використовувати за призначенням не можна.

Додавання до основного раціону годівлі піддослідних тварин різних силосів супроводжувалося перерозподілом рівнів важких металів у їхній продукції. Насамперед це стосується Pb, який є кумулятивною отрутою та одним з найбільш токсичних і небезпечних важких металів.

У результаті проведених досліджень установлено, що в продуктах забою бугайців

обох піддослідних груп акумуляція Pb була значно меншою за ГДК (0,50–0,60 мг/кг) (табл. 3). Водночас концентрація цього важкого металу у найдовшому м'язі спина молодняку дослідної групи порівняно з контрольними аналогами збільшилася на 0,09 мг/кг, або на 33,3% за достовірної різниці ($P < 0,05$).

Протилежну закономірність виявлено за накопиченням Pb у печінці. Так, у цьому органі тварин елементу містилося в межах 0,36–0,41 мг/кг, що не перевищує нормативні вимоги (0,60 мг/кг). Проте, за використання в раціонах бугайців силосу із пайзи (II група) концентрація Pb знижувалася на 0,05 мг/кг, або на 12,2% порівняно з годівлею молодняку злаково-бобовим силосом.

Коефіцієнти переходу Pb із раціонів у найдовший м'яз спина та печінку коливалися в межах 0,91–1,29 та 1,29–1,39% відповідно (рис. 1). Накопичення Pb в м'язову тканину було більшим на 0,38% (абсолютних) та в печінку меншим на 0,10% (абсолютних) у бугайців дослідної групи порівняно з контролем.

Кількість Cd, що надходила до організму молодняку великої рогатої худоби на відгодівлі з кормами раціонів, була значно меншою, ніж Pb і становила 0,773–0,949 мг на добу (табл. 4).

За результатами досліджень можна констатувати, що концентрація Cd у продуктах

3. Концентрація Pb у раціонах і продуктах забою бугайців

Група	Концентрація Pb			
	Середньодобовий раціон, мг	Продукція, мг/кг	± до контрольної групи	
			мг/кг	%
<i>Найдовший м'яз спина</i>				
I — контрольна	29,58	0,27 ± 0,01	–	–
II — дослідна	27,88	0,36 ± 0,02*	+0,09	+33,3
ГДК	–	0,50	–	–
<i>Печінка</i>				
I — контрольна	29,58	0,41 ± 0,06	–	–
II — дослідна	27,88	0,36 ± 0,03	–0,05	–12,2
ГДК	–	0,60	–	–

* $P < 0,05$.

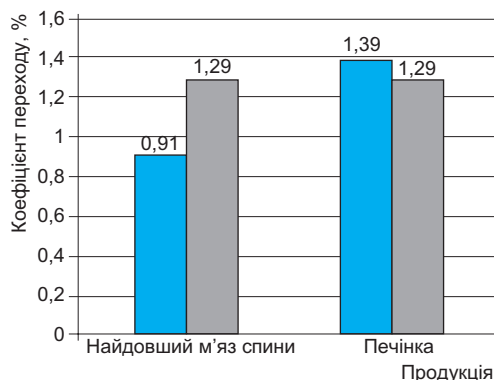


Рис. 1. Коефіцієнти переходу Pb у продукцію бугайців: ■ — контроль; ■ — дослід

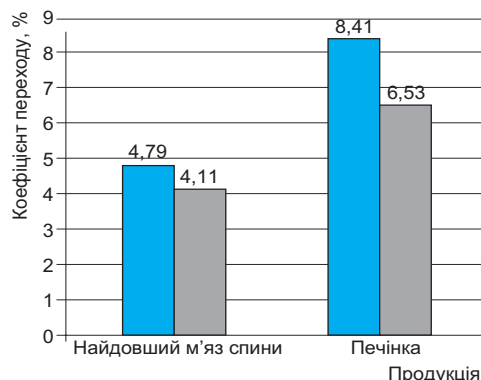


Рис. 2. Коефіцієнти переходу Cd у продукцію бугайців: ■ — контроль; ■ — дослід

забою відгодівельних тварин була значно меншою за ГДК (0,05 і 0,3 мг/кг відповідно). Проте, за згодовування бугайцям у складі раціонів силосу із пайзи порівняно з використанням 4-компонентного злаково-бобового силосу (овес + пелюшка + люпин + + вика яра) накопичення Cd у найдовшому м'язі спини було більшим на 0,002 мг/кг (на 5,4%), а в печінці — меншим на 0,003 мг/кг (на 4,6%) за неістотної міжгрупової різниці ($P > 0,05$).

Коефіцієнти переходу Cd із раціонів у яловичину коливалися в межах 4,11–4,79%, у печінку — 6,53–8,41% та були нижчими в II (дослідній) групі, ніж у I групі (рис. 2).

Порівнюючи сумарні кількості важких металів, що надходять із кормами раціонів, із їх умістом у найдовшому м'язі спини та

печінці піддослідних тварин, виявлено певні закономірності їх накопичення. По-перше, відбувається вибіркоче засвоєння окремих металів в організмі тварин. По-друге, основна кількість елементів не затримується в органах і тканинах. Так, за нашими даними, коефіцієнти переходу окремих металів становили, %:

- у найдовший м'яз спини: Pb — 0,91–1,29; Cd — 4,11–4,79;
- у печінку: Pb — 1,29–1,39; Cd — 6,53–8,41.

Це дає змогу стверджувати, що серед вивчених металів-токсикантів значними акумуляційними властивостями у м'язову тканину і печінку характеризується Cd. Його коефіцієнт переходу був вищим порівняно з Pb у 3,2–5,3 і 4,7–6,5 рази відповідно.

4. Уміст Cd у раціонах і продуктах забою бугайців

Група	Концентрація Cd			
	Середньодобовий раціон, мг	Продукція, мг/кг	± до контрольної групи	
			мг/кг	%
<i>Найдовший м'яз спини</i>				
I — контрольна	0,773	0,037±0,002	–	–
II — дослідна	0,949	0,039±0,002	+0,002	+5,4
ГДК	–	0,05	–	–
<i>Печінка</i>				
I — контрольна	0,773	0,065±0,009	–	–
II — дослідна	0,949	0,062±0,002	–0,003	–4,6
ГДК	–	0,3	–	–

Аналогічну закономірність отримано в дослідженнях О.І. Розпутнього [20]. За його даними, основна кількість металів, що затримуються в організмі, нагромаджуються у туші тварин. До того ж виявлено органи

і тканини, які є акумуляторами окремих важких металів. Коефіцієнти переходу Cd в організм молодняка становили 14,0, Pb — 3,1%, що узгоджується з результатами наших досліджень.

Висновки

Накопичення Pb і Cd у найдовшому м'язі спини та печінці піддослідних бугайців за їх годівлі різними силосами в умовах Полісся України (III зона радіоактивного забруднення внаслідок аварії на ЧАЕС) було нижчим за ГДК і коливалося в межах 0,27–0,36 та 0,36–0,41 мг/кг і 0,037–0,039 та 0,062–0,065 мг/кг відповідно. Використання для відгодівлі бугайців експериментального силосу із пайзи

порівняно зі злаково-бобовим силосом ярих зернофуражних культур (овес + пелюшка + люпин + вика яра) негативно вплинуло на якість яловичини, підвищуючи вміст важких металів (Pb і Cd) у м'язовій тканині на 5,4–33,3%. Водночас коефіцієнт переходу Cd в найдовший м'яз спини виявився нижчим на 0,68% (абсолютних) у молодняка II (дослідної) групи порівняно з контролем.

Savchuk I.¹, Kovaliova S.², Yashchuk I.³

¹Institute of Agriculture of Polissia of NAAS, 131, Kyivske shose, Zhytomyr, 10007, Ukraine, ²Zhytomyr Branch of the State Enterprise «Derzhgruntokhorona», 21a, Prospekt Myru, Zhytomyr, 10020, Ukraine, ³Polissia National University, 7, Staryi Bulvar, Zhytomyr, 10008, Ukraine; e-mail: ¹isavchuk.zi@ukr.net, ²soils1964@ukr.net, ³inna.yashchuk.9224@gmail.com; ORCID: ¹0000-0002-2182-8857, ²0000-0003-1858-625X, ³0000-0003-2515-4260

Accumulation of Pb and Cd in the muscle tissue and liver of calves during their feeding with different silages

Goal. To assess the effect of feeding calves with silage from a 4-component mixture of spring legumes (oats + field peas + lupine + vetch) compared to silage from *Echinochloa frumentacea* on the level of Pb and Cd accumulation in their muscle tissue and liver. **Methods.** 2 groups of experimental calves were formed: Group I (control) — fed with leguminous silage; Group II (experimental) — received experimental silage from *Echinochloa frumentacea*. Preparation of samples of plant and animal origin for the establishment of heavy metals in their

composition was carried out by the method of dry mineralization, analysis — on the atomic absorption spectrophotometer "Kvant-2A". **Results.** The concentration of heavy metals in the feeds of the diets of experimental animals was determined. It was found that the presence of Pb and Cd in feed led to their accumulation in the longest muscle of the back and liver of calves. Feeding young cattle with different silage affected the accumulation of heavy metals in the products. The concentration of Pb and Cd in the longest muscle of the back and liver of calves was found to be lower than the maximum allowable concentration. **Conclusions.** Replacement in the rations of multicomponent silage from legumes (oats + field peas + lupine + vetch) for silage from *Echinochloa frumentacea* for fattening calves in the III-rd zone of radioactive contamination hurt the environmental quality of products, increasing the content of heavy metals in a muscle on 5.4–33.3%. At the same time, the rate of transition of Cd to the longest back muscle was lower by 0.68% abs. in young animals of the II-nd (experimental) group in comparison with the control.

Key words: animal organism, leguminous silage, *Echinochloa frumentacea* silage, products.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agroviznyk202105-05>

Бібліографія

1. Засєкін Д. Детоксикація надлишку важких металів в організмі тварин — запорука збереження здоров'я та одержання екологічно чистої тваринницької продукції. *Науковий вісник НАУ*. 2000. Вип. 28. С. 258–269.

2. Буцяк В.І., Кравців Р.Й., Буцяк Г.А. Еколо-

гічний моніторинг ведення тваринництва у біохімічних провінціях. Львів: Папірус, 2005. 254 с.

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

4. Bigalke M., Ulrich A., Rehmus A., Keller A. Accumulation of cadmium and uranium in arable soils in Switzerland. *Environmental Pollution*. 2017. V. 221. P. 85–93. doi: 10.1016/j.envpol.2016.11.035
5. Notten M.J., Oosthoek A.J., Rozema J., Aerts R. Heavy metal concentrations in a soil-plant-snail food chain along a terrestrial soil pollution gradient. *Environmental Pollution*. 2005. №138 (1). P. 178–190. doi: 10.1016/j.envpol.2005.01.011
6. Steinnes E., Solberg W., Petersen H., Wreg C.D. Heavy metal pollution by long rang atmospheric transport in natural soils of Southern Norway. *Water, Air and Soil Pollut.* 1989. V.45. W. 3–4. P. 207–218.
7. Hea Z.L., Yanga X.E., Stoffelab P.J. Trace elements in agroecosystems and impacts on the environment. *J. of Trace Elements in Medicine and Biology*. 2005. №19. P. 125–140. doi: 10.1016/j.jtemb.2005.02.010
8. Маменко О.М., Портяник С.В. Вплив типів годівлі корів на вміст важких металів у молоці. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького. Серія: с.-г. науки*. 2019. Т.21. №90. С. 38–48.
9. Сачко Р.Г., Лесик Я.В., Пилипець А.З. та ін. Вміст важких металів у ґрунті, кормах та біологічному матеріалі в агроекологічних умовах Лісостепу та Полісся. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького*. 2013. Т.15. №3 (57). Ч. 3. С. 415–420.
10. Hansen H.S., Hove K. Radiocaesium Cio-vailabihty transfer of Chernobyl and tracer radio-catsium goest to milk. *Health Prusics*. 1991. V. 60. №5. P. 665–671.
11. Litwinczuk A., Drozd-Janczak A., Florek M. Zawartocs Metali ciezkich (Pb I Cd) w mleku to-warowym produkowanym w rejonach premyslowych I typowo rolniczych. *Roczniki naukowe zootechniki. Annals of Animal Science. Institut zootechniki*. 1999. T.26. Z. I. P. 219–228.
12. Hetmanska B., Tomasik P. The metal-metal interactions in biological systems. *Water, air and Soil Pollut.* 1994. V. 74. №3–4. P. 281–288.
13. Савченко Ю.І., Савчук І.М., Савченко М.Г. та ін. Екологічна якість молока і м'яса, вироблених в господарствах зони радіоактивного забруднення. *Агропромислове виробництво Полісся*. 2010. №3. С. 78–81.
14. Жукорський О.М., Семенов С.О., Семенов Є.С. Вплив важких металів у раціонах на рівень їх накопичення в органах і тканинах забійних свиней, продуктивність та екскрецію аміачного азоту. *Вісник аграрної науки*. 2018. №12. С. 40–45. doi: 31073/agrovisnyk201812-06
15. Roggeman S., De Boeck G., De Cock H. et al. Accumulation and detoxification of metals and arsenic in tissues of cattle (Bos Taurus), and the risks for human consumption. *Science of The Total Environment*. 2014. № 466–467 (1). P. 175–184. doi:10.1016/j.scitotenv.2013.07.007
16. Hashemi M. Heavy metal concentrations in bovine tissues (muscle, liver and kidney) and their relationship with heavy metal contents in consumed feed. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2018. №154 (15). P. 263–267. doi:10.1016/j.escenv.2018.02.058
17. *Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві: посібник; за ред. І.І. Ібатулліна, О.М. Жукорського*. Київ: Аграр. наука, 2017. 328 с.
18. *Довідник з повноцінної годівлі сільськогосподарських тварин; за ред. І.І. Ібатулліна, О.М. Жукорського*. Київ: Аграр. наука, 2016. 336 с.
19. Lorez E., Figueroa S., Oset-Gasque M.J., Gonzalez M.P. Apoptosis and necrosis: two distinct events induced by cadmium in cortical neurons in culture. *British J. of Pharmacology*. 2003. №138 (5). P. 901–911. doi:10.1038/sj.bjp.0705111
20. Розпутній О.І. Оцінка надходження важких металів в організм молодняка великої рогатої худоби за період вирощування і відгодівлі. *Вісник аграрної науки*. 1998. №7. С. 39–41.