

## АНАЛІЗ МІГРАЦІЇ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ В ОРГАНІЗМІ СВИНЕЙ

**В. А. Басаргін**, д. с.-г. н., професор,

**О. О. Лавринюк**, д. с.-г. н., доцент

*Житомирський національний агроекологічний університет*

*У статті приведені результати дослідження кумулятивних особливостей важких металів, за умов низького їх надходження з кормами, та способи елімінації їх з тканин свиней. У проведених дослідженнях теоретично обґрунтовано та експериментально доведено доцільність введення до складу раціону свиней сорбентів природного походження (каооліну, алуніту). У свиней дослідних груп віком 2,5 місяці, свинцю використано від отриманого на рівні 0,26–0,35 %, а кадмію, миш'яку і ртуті відповідно на рівні 1,39–1,96; 0,33–0,48 та 0,30–0,40 % у порівнянні з аналогічними показниками тварин контрольної групи: свинцю – 0,45, кадмію – 2,31, миш'яку – 0,59 та ртуті – 0,49 %. У результаті проведених досліджень встановлено, що найбільш ефективним сорбентом важких металів у тканинах організму тварин є алуніт.*

**Ключові слова:** каолін, алуніт, молодняк свиней, свинець, кадмій, миш'як, ртуть.

**Постановка проблеми.** Підвищення інтенсивності виведення важких металів з організму свиней на відгодівлі є необхідною умовою одержання безпечної у санітарному відношенні свинини. Задачі, пов'язані із покращенням безпеки основних харчових продуктів (молока і м'яса) є багатоплановими та різноманітними. Серед локальних задач вагомим місцем відводиться зниженню концентрації важких металів у продукції тваринництва. Одним з основних напрямків зниження концентрації важких металів у продукції тваринництва

є балансування раціонів за комплексом біологічно активних речовин та макро- і мікроелементами [1,3]. В даний час ситуація з безпекою харчових продуктів, у тому числі м'ясом та молоком, у багатьох регіонах України є критичною. Вирішити її можливо на основі впровадження нових технологічних систем кормовиробництва та годівлі тварин з використанням сорбентів природного (цеоліти, бентоніти) та синтетичного (декаптол, тетацін кальцію, тіосульфат натрію, унітіол) походження. Однак синтетичні хімічні сполу-

ки можуть спричинити негативний ефект, основним з яких є збіднення організму мікроелементами [2, 4, 8], тому перевага надається природним сорбентам.

**Матеріали та методи досліджень.** Метою наукових досліджень було провести санітарно-гігієнічне обґрунтування застосування природних сорбентів (каолін, алуніт та їх суміш) молодняку свиней для виведення важких металів з їх організму та одержання санітарно безпечної продукції.

Для досягнення поставленої мети провели дослід у ПАТ «Колодяський бекон» Новоград-Волинського району Житомирської області. В досліді вивчали кумулятивні особливості важких металів, за умов низького їх надходження з кормами, та способи елімінації їх з тканин свиней. Для цього

було сформовано методом груп-аналогів 4 групи молодняку свиней після відлучення по 15 голів у кожній: контрольну та 3 дослідні [5, 7], яким згодовували природні сорбенти в складі комбікорму, згідно схеми наведеної в табл. 1.

Під час досліду на свинях віком 2,5 та 8,5 (живою масою 25–90 кг) місяці проведено фізіологічні досліді по оцінці перетравності органічної речовини, протеїну, клітковини, жиру, БЕР, балансу азоту, кальцію, фосфору та деяких мікроелементів, а також міграції важких металів.

Фізіологічні досліді проводили на трьох головах молодняку з кожної групи за методикою О.І. Овсянникова: перший період – підготовчий (6 днів) та другий – обліковий період (7 днів) [7].

Таблиця 1

**Схема досліді з вивчення ефективності зниження кумуляції важких металів у тканинах молодняку свиней на вирощуванні та відгодівлі, n=15**

Група	Період	
	зрівняльний (12 дб)	основний (150 дб)
1-ша дослідна	ОР	ОР+5,5 % каоліну
2-га дослідна	ОР	ОР+5,5 % алуніту
3-тя дослідна	ОР	ОР+(3,0 % алуніту + 3 % каоліну)
4-та контрольна	ОР	ОР

Під час обмінних дослідів тварин утримували в спеціальних станках. У кормах, їх залишках та в калі визначали вміст сухих та органічних речовин (сирого протеїну, жиру, клітковини, БЕР); вміст мінеральних речовин визначали в кормах, калі та сечі.

Під час проведення дослідів всі тварини були забезпечені поживними та біологічно активними речовинами згідно потреби [6].

**Результати досліджень.** За весь період вирощування та відгодівлі поросят (120 дб) із кормами до їх організму надійшло: свинцю – 228,2 мг, ртуті – 7,80 мг, кадмію – 80,12 мг та миш'яку – 24,90 мг. При цьому слід також врахувати, що постійне надходження незначних доз свинцю, кадмію, миш'яку і ртуті в комплексі до організму свиней може проявляти значно сильніший токсичний ефект, ніж надходження до організму одного токсиканта.

Виведення з організму тварин важких металів ґрун-

тується, в основному, на їх елімінації з калом, сечею і молоком. При цьому значна частина цих токсикантів знову повертається в зовнішнє середовище, де включається в кругообіг речовин, а частина затримується в тканинах організму, що в обох випадках створює санітарну небезпеку їх поширення в навколишньому середовищі та надходження до організму тварин і людини [4].

Аналіз міграції важких металів в організмі свиней при вирощуванні і відгодівлі показав, що найбільша кількість свинцю виділялася з організму тварин з сечею, а саме при застосуванні каоліну, алуніту та суміші каоліну і алуніту, що перевищувало елімінацію з калом цього металу у середньому у 6 разів (табл. 2).

Це пов'язано, в першу чергу, з високою інтенсивністю всмоктування сполук свинцю в кров тварин, що в свою чергу викликало посилення елімінації нирками у складі сечі.

Таблиця 2

**Баланс свинцю та кадмію в організмі молодняку свиней, мг, M±m, n=3**

Показник	Вік 2,5 місяця				Вік 8,5 місяця			
	дослідна			4-а контрольна	дослідна			4-а контрольна
	1-а	2-а	3-я		1-а	2-а	3-я	
<b>Свинць</b>								
Прийнято з кормом	1,934±0,16	1,934±0,21	1,934±0,29	1,934±0,24	1,902±0,24	1,902±0,31	1,902±0,19	1,902±0,36
Виділено з: калом	0,2716±0,019	0,2691±0,021*	0,2703±0,018	0,3005±0,011	0,2838±0,031	0,2467±0,029	0,2656±0,032	0,3031±0,051
сечею	1,6557±0,140	1,6599±0,191	1,6585±0,110	1,6248±0,241	1,6131±0,140	1,6513±0,157	1,6315±0,126	1,5915±0,181
Відкладено в організмі	0,0067±0,0006	0,0050±0,0004	0,0052±0,0003	0,0087±0,0008	0,0051±0,0004	0,0040±0,0005*	0,0049±0,0006	0,0074±0,0009
Використано, % від отриманого	0,35	0,26	0,27	0,45	0,27	0,21	0,26	0,39
<b>Кадмій</b>								
Прийнято з кормом	0,568±0,028	0,568±0,019	0,568±0,018	0,568±0,013	0,7009±0,021	0,7009±0,034	0,7009±0,019	0,7009±0,039
Виділено з: калом	0,4716±0,023	0,4924±0,014	0,4962±0,016	0,4609±0,030	0,5810±0,023*	0,6097±0,019	0,6021±0,020	0,5389±0,036
сечею	0,0853±0,002	0,0677±0,003	0,0632±0,002	0,0940±0,005	0,1107±0,038	0,0830±0,029	0,0900±0,032	0,1520±0,049
Відкладено в організмі	0,0111±0,008	0,0079±0,007	0,0086±0,005	0,0131±0,009	0,0092±0,008	0,0082±0,0001*	0,0088±0,0011	0,0100±0,0018
Використано, % від отриманого	1,96	1,39	1,51	2,31	1,31	1,17	1,26	1,43

\*p≤0,05 порівняно з контролем

Аналіз даних табл. 2 показав, що інтенсивність кумуляції свинцю в організмі молодняку свиней на вирощуванні та відгодівлі була значно нижчою при використанні каоліну, алуніту та їх суміші порівняно з тваринами контрольної групи.

Встановлено, що у молодняку свиней на вирощуванні та відгодівлі, яким до раціону додатково вводили алуніт (2 дослідна група), був найнижчий відсоток відкладання свинцю в організмі, а саме у 1,8 раза порівняно з контролем. Згодовування молодняку свиней на вирощуванні та

відгодівлі каоліну, алуніту та їх суміші сприяло також посиленню елімінації кадмію з їх організму. Однак, на відміну від свинцю, кадмій у 6 разів інтенсивніше виділявся з каловими масами тварин, ніж з сечею, що свідчить про його низьку інтенсивність всмоктування в кров. При цьому найбільш ефективним сорбентом кадмію також виявився алуніт, який знижував відкладання цього металу в організмі молодняку

свиней на відгодівлі на 14 % порівняно з контролем.

Виведення з організму молодняку свиней такого токсиканту як миш'як мало таку ж закономірність, як і кадмію, тобто з каловими масами виводилося в 6-8 разів більше цього елемента ніж з сечею. Причому у тварин контрольної групи, яким сорбенти не згодовували, з калом виділялося в 5 разів менше миш'яку ніж з сечею (табл. 3).

Таблиця 3.

**Баланс миш'яку та ртуті в організмі молодняку свиней, мг, M±m, n=3**

Показник	Вік 2,5 місяця				Вік 8,5 місяця			
	дослідна			4-а контрольна	дослідна			4-а контрольна
	1-а	2-а	3-я		1-а	2-а	3-я	
<b>Миш'як</b>								
Прийнято з кормом	0,615±0,031	0,615±0,028	0,615±0,021	0,615±0,034	0,0717±0,0080	0,0717±0,0010	0,0717±0,0030	0,0717±0,009
Виділено з: калом	0,0922±0,0087	0,0683±0,0051	0,0722±0,0039	0,1041±0,0048	0,0164±0,0013	0,0128±0,0018	0,0136±0,0013	0,0179±0,0017
сечею	0,5199±0,0190	0,5447±0,0230	0,5403±0,0243	0,5073±0,1716	0,0549±0,0011	0,0586±0,0037	0,0578±0,0044	0,0534±0,0021
Відкладено в організмі	0,0029±0,0003	0,0020±0,0002*	0,0025±0,0004	0,0036±0,0006	0,0004±0,00003	0,0003±0,00005	0,0003±0,00007*	0,0004±0,00003
Використано, % від отриманого	0,48	0,33	0,41	0,59	0,55	0,42	0,42	0,56
<b>Ртуть</b>								
Прийнято з кормом	0,041±0,0021	0,041±0,0036	0,041±0,0019	0,041±0,0039	0,073±0,008	0,073±0,009	0,073±0,007	0,073±0,006
Виділено з: калом	0,0036±0,00028	0,0039±0,00011*	0,0043±0,00027	0,0048±0,00032	0,0116±0,00038	0,0085±0,00029	0,0109±0,0074	0,0108±0,0037
сечею	0,0373±0,0025	0,0370±0,0021	0,0365±0,0017	0,0360±0,0026	0,0612±0,0021	0,0643±0,0011	0,0618±0,0027	0,0618±0,0032
Відкладено в організмі	0,0001±0,00005	0,0001±0,00003	0,0002±0,00002	0,0002±0,00006	0,0002±0,00004	0,0002±0,00007	0,0003±0,00004	0,0004±0,00006
Використано, % від отриманого	0,30	0,30	0,40	0,49	0,27	0,27	0,41	0,55

\* $p < 0,05$  порівняно з контролем

При цьому слід відмітити, що інтенсивність відкладання миш'яку в тканинах організму молодняку свиней на вирощуванні та відгодівлі майже не відрізнялася між собою, а за абсолютними величинами вона наближалася до відкладання свинцю.

Встановлено, що виведення ртуті з організму молодняку свиней на вирощуванні і на відгодівлі, відбувалося, в основному, з сечею тварин. Причому, з організму свиней віком 2,5 місяці з сечею виділялося майже в 10 разів більша кількість ртуті, ніж з каловими масами, тоді як у молодняку свиней віком 8,5 місяців – в середньому в 6 разів. Згодовування молодняку свиней на вирощуванні та відгодівлі сорбентів каоліну, алуніту та їх суміші дещо підвищувала інтенсивність виведення ртуті з організму, що свідчить про поліпшення санітарної безпеки продукції одержаної від свиней при використанні природних сорбентів.

Це дає підставу досліджувати сечу та кал для оцінки клінічного стану тварин при отруєнні важкими металами.

При заборі контрольної партії свиней, яким згодовували каолін, алуніт або їх суміші та контрольної групи було встановлено, що у внутрішніх органах тварин не було виявлено патологічних змін, а також відхилень в їх формі та кольорі. Печінка тварин була природного кольору, пружна, без стороннього запаху, капсула не напружена. Нирки були з характерною хвилястістю часток, типового кольору з чіткою помітною лінією поділу сірої та білої речовини. Селезінка – з характерною зернистістю на зрізі, помірної щільності та специфічного кольору. Легені – без уражень та проявів запалення. Отримані дані свідчать про відсутність патологічних змін у життєво важливих органах свиней при згодову-

ванні каоліну, алуніту та їх суміші з метою виведення з організму важких металів. Необхідно зазначити, що найбільш ефективним сорбентом ртуті в органах і тканинах свиней можна вважати алуніт, дещо нижчою сорбційною здатністю володіє суміш каоліну та алуніту, тоді як каолін є найменш ефективним щодо елімінації цього токсиканта з організму свиней.

Таким чином, застосування алуніту в годівлі молодняку свиней на відгодівлі проявляє найвищий ефект у виведенні свинцю, каолінове борошно та суміш каоліну і алуніту володіють хоча й нижчою сорбційною здатністю цього елемента, однак дозволяють одержувати безпечну продукцію свинарства за вмістом свинцю, за виключенням нирок.

Отже, як показали результати досліджень, найбільш ефективним сорбентом важких металів у тканинах організму тварин є алуніт, що пов'язано з його комплексною дією в кишково-тварин. Алуніт володіє не лише сорбційною здатністю щодо більшості важких металів, але й іонообмінними властивостями за рахунок підвищення надходження до організму кальцію, фосфору, кобальту та інших макро- та мікроелементів. Це дозволяє поліпшити фізіологічний стан тварин, нормалізувати процеси детоксикації та виведення важких металів з організму, і таким чином, забезпечити високу санітарну якість і безпеку продукції.

**Висновки.** На основі одержаних даних можна зробити висновок, що важкі метали за шляхом виведення з організму поділяють на дві групи: перша – це метали, що виводяться переважно кишечною: кадмій, і метали, друга – метали, що виводяться переважно нирками: свинець, миш'як та ртуть.

#### Список використаної літератури:

1. Бурлака, В.А. Годівля сільськогосподарських тварин / В.А. Бурлака, М.М. Кривий, В.Ф. Шевчук – Житомир: Державний агроєкологічний університет; 2004. – 456 с.
2. Бурлака, В.А. Детергенти сучасності: технологія виробництва, екологія, економіка та використання / В.А. Бурлака, Г.Б. Руденко, І.Г. Грабар. – Житомир: ЖДТУ, 2004. – 546 с.

3. Бурлака, В.А. Теорія і практика використання природних сорбентів у тваринництві / В.А. Бурлака, Г.О. Богданов, Г.Т. Кліценко // Наукові праці НДІ тваринництва України. – К., 1992. – С. 43.
4. Екологія відходів: наукова монографія / [В.А. Бурлака, І.Г. Грабар, Т.М. Сукненко та ін.]; під ред. В.А. Бурлаки. – Житомир: Вид-во «Рута», 2007. – 512 с.
5. Меркурьева, Е.К. Генетика с основами биометрии / Е.К. Меркурьева. – М.: Колос, 1983. – 424 с.
6. Ноздрін, М.Т. Деталізовані норми годівлі сільськогосподарських тварин / М.Т.Ноздрін, М.М. Карпусь, В.Ф. Каравашенко – К.: Урожай, – 1991. – 344 с.
7. Овсянников, А.И. Основы опытного дела в животноводстве / А.И. Овсянников. – М.: Колос, 1976. – 304 с.
8. Савченко, Ю.І. Застосування природних мінералів–сорбентів при виробництві тваринницької продукції в зоні радіоактивного забруднення / Ю.І. Савченко, І.М. Савчук, М.Г. Савченко // Методичні рекомендації. – Комунальне книжково-газетне видавництво "Полісся", 2006. – 25 с.

#### REFERENCES:

1. Burlaka, V.A., Kryvyi M.M., Shevchuk V.F. 2004. Hodivlia silskohospodarskykh tvaryn - Feeding of farm animals. Zhytomyr: Derzhavnyi ahroekolohichnyi universytet - *Zhytomyr: State Agroecological University, 456* (in Ukrainian).
2. Burlaka, V.A., H.B. Rudenko, I.H. Hrabar. 2004. Deterhenty suchasnosti: tekhnolohiia vyrobnytstva, ekolohiia, ekonomika ta vykorystannia - Detergents of the present: production technology, ecology, economics and use. *Zhytomyr: ZhDTU - Zhytomyr: ZhDTU, 546* (in Ukrainian).
3. Burlaka, V.A., H.O. Bohdanov, H.T. Klitsenko. 1992. Teoriia i praktyka vykorystannia pryrodnykh sorbentiv u tvarynnytsvi - Theory and practice of using natural sorbents in animal husbandry. *Naukovi pratsi NDI tvarynnytsva Ukrainy - Scientific works of the Institute of Animal Husbandry of Ukraine, 43* (in Ukrainian).
4. Burlaka, V.A., I.H. Hrabar, T.M. Suknenko. 2007. Ekolohiia vidkhodiv: naukova monohrafiia - Ecology of waste: a scientific monograph. *Zhytomyr: Vyd-vo «Ruta» - Zhytomyr: View of "Ruta", 512* (in Ukrainian).
5. Merkureva, E.K. 1983. Henetyka s osnovamy byometryy - Genetics with the basics of biometrics. M.: Kolos, 424 (in Russian).
6. Nozdrin, M.T. Karpus M.M., Karavashenko V.F. 1991. Detalizovani normy hodivli silskohospodarskykh tvaryn - Detailed norms for feeding farm animals. K.: *Urozhai – K.: Harvest, 344* (in Ukrainian).
7. Ovsiannykov, A.Y. 1976. Osnovy opytного dela v zhyvotnovodstve - Fundamentals of Experimental Case in Livestock. M.: *Kolos, 304* (in Russian).
8. Savchenko, Yu.I., Savchuk I.M., Savchenko M.H. 2006. Zastosuvannia pryrodnykh mineraliv–sorbentiv pry vyrobnytstvi tvarynnytskoi produktsii v zoni radioaktyvnoho zabrudnennia - Application of natural mineral sorbents in the production of livestock products in the zone of radioactive contamination. *Metodychni rekomendatsii. Komunalne knyzhkovo-hazetne vydavnytstvo "Polissia" - Guidelines. Communal publishing house "Polissya", 25* (in Ukrainian).

#### **Басаргин, В.А., Лавринюк, О.А. АНАЛИЗ МИГРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ОРГАНИЗМЕ СВИНЕЙ**

*В статье приведены результаты исследования кумулятивных особенностей тяжелых металлов, в условиях низкого их поступления с кормами, и способы элиминации их из тканей свиней. В проведенных исследованиях теоретически обоснована и экспериментально доказана целесообразность введения в состав рациона свиней сорбентов природного происхождения (каолина, алунита). У свиней исследовательских групп в возрасте 2,5 месяца, свинца использовано от полученного на уровне 0,26-0,35%, а кадмия, мышьяка и ртути соответственно на уровне 1,39-1,96; 0,33-0,48 и 0,30-0,40% по сравнению с аналогичными показателями животных контрольной группы: свинца - 0,45, кадмия - 2,31, мышьяка - 0,59 и ртути - 0,49%. В результате проведенных исследований установлено, что наиболее эффективным сорбентом тяжелых металлов в тканях организма животных является алунит.*

**Ключевые слова:** каолин, алунит, молодняк свиней, свинец, кадмий, мышьяк, ртуть.

#### **Basargin, V.A., Lavrinyuk, O.A. ANALYSIS OF MIGRATION OF HEAVY METALS IN THE ORGANISM OF SWINE**

*The article presents the results of the study of the cumulative features of heavy metals, in the conditions of their low incidence with feeds, and the methods of eliminating them from pig tissues. In the conducted studies, the feasibility of introducing sorbents of natural origin (kaolin, alunite) into the composition of the pigs is theoretically substantiated and experimentally proved. In pigs of study groups at the age of 2.5 months, lead was used from 0.26-0.35% and cadmium, arsenic and mercury, respectively, at 1.39-1.96; 0.33-0.48 and 0.30-0.40% in comparison with similar indicators of animals in the control group: lead - 0.45, cadmium - 2.31, arsenic - 0.59 and mercury - 0.49%. As a result of the conducted studies it was established that the most effective sorbent of heavy metals in the tissues of the animal organism is alunite.*

**Key words:** kaolin, alunite, young pigs, lead, cadmium, arsenic, mercury.

Дата надходження до редакції: 05.02.2018 р.

Рецензенти: доктор с.-г. наук, професор В.П.Славов

доктор с.-г. наук, професор І. М. Савчук