УДК 636.4.087.72:612.3

ПЕРЕТРАВНІСТЬ КОРМУ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ МОЛОДНЯКУ СВИНЕЙ НА ВІДГОДІВЛІ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ЗМІШАНОЛІГАНДНОГО КОМПЛЕКСУ КУПРУМУ

Подхалюзіна О.М., Бомко В.С., Кузьменко О.А.

Білоцерківський національний аграрний університет

E-mail: godivlya@ukr.net

OPEN ACCESS

Подхалюзіна О.М., Бомко В.С., Кузьменко О.А. Перетравність корму та продуктивність молодняку свиней на відгодівлі за використання змішанолігандного комплексу Купруму. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2020. № 1. С. 118–124.

Podkhaliuzina O.M., Bomko V.S., Kuzmenko O.A. Peretravnist kormu ta produktyvnist molodniaku svynei na vidhodivli za vykorystannia zmishanolihandnoho kompleksu Kuprumu. Zbirnyk naukovykh prats «Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnytstva», 2020. № 1. Pp. 118–124

Рукопис отримано: 31.01.2020 р.
Прийнято: 13.02.2020 р.
Затверджено до друку: 25.05.2020 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2020-157-1-118-124

Завдяки балансовому дослідженню з'ясовано, що в організмі молодняку свиней на відгодівлі під впливом спожитих кормів та кормових добавок відбуваються певні зміни. За час балансового досліду на молодняку свиней за вирощування на м'ясо вивчали коефіцієнти перетравності білків, жирів і вуглеводів, а також баланс Нітрогену. На перетравність і засвоєння поживних речовин корму впливає безліч чинників, таких як вид тварин, вік, фізіологічний стан, вид корму, спосіб утримання, співвідношення та розмір компонентів, індивідуальні особливості та інші.

Досліджено взаємозв'язок перетравності і засвоєння поживних речовин у молодняку свиней на відгодівлі під впливом сульфату Купруму та змішанолігандного комплексу Купруму, внесених до складу комбікорму в різних кількостях. Встановлено оптимальну дозу Купруму у складі комбікорму для відгодівельного молодняку свиней за згодовування різних рівнів та джерел Купруму.

За даними балансового досліду найкращі показники перетравності поживних речовин було виявлено у тварин, доза внесення змішанолігандного комплексу Купруму у складі комбікорму яким становила 21,2 г/т. За такої дози хелату Купруму коефіцієнт перетравності органічних речовин становив 85,4 %, сирого протеїну – 79,3, сирого жиру – 68,1, сирої клітковини – 41,8 та безазотистих екстрактивних речовин – 90,5 %, що перевищувало аналогів контролю відповідно на 1,5 %, 3,4; 2,7; 9,7 та 1,1 %. Установлено також, що в організмі тварин дослідних груп, яким згодовували хелат Купруму у кількості 21,2 та 15,4 г/т, спостерігали найвищі рівні засвоєння Нітрогену – відповідно 54,4 та 54,3 %, що на 9,9 ($p \leq 0,05$) та 9,7 % вище порівняно з тваринами контрольної групи. Вплив різних доз змішанолігандного комплексу Купруму позначився на показниках росту тварин, про що свідчать результати живої маси свиней. Найбільшу живу масу мали тварини 4- та 5-ї дослідних груп, яким згодовували хелат Купруму у кількості 21,2 та 15,4 г/т комбікорму, що покривало дефіцит Купруму у раціоні на 55 та 40 %. Тварини цих груп у віці 150 діб мали живу масу на 2,3 та 1,9 % більше порівняно з аналогічним показником контрольної групи. А у віці 180 діб свині 4-ї дослідної групи переважали аналогів контролю на 3,8 %, а 5-ї – на 3,3 %. Отже, дані досліджень свідчать про позитивний вплив добавки органічно-мінерального походження змішанолігандного комплексу Купруму на ріст і розвиток молодняку свиней на відгодівлі.

Ключові слова: жива маса, коефіцієнт перетравності, свині, відгодівля, органічні речовини, протеїн, жир, клітковина, Купрум.

Постановка проблеми. На перетравність поживних речовин корму, зокрема білків, жирів і вуглеводів, впливають мікроелементи, які містяться у ньому [1]. Основне місце, де всмоктуються мікроелементи – тонкий відділ кишечнику [7, 12]. Нестача мікроелементів у раціонах свиней спричиняє порушення засвоєння поживних речовин з кормом [9, 18]. Надалі це спричиняє зниженню продуктивності тварин, відтак, зниження рентабельності ви-

робництва свинини у господарстві [4].

Мікроелементи мають важливе значення в обміні речовин організму [2], зокрема Купрум впливає на процес кровотворення, бере участь у гемопоезі, входить до складу багатьох білків, що забезпечують нормальну роботу внутрішніх органів м'язової, нервової та статевої систем [8].

У складі гормонів Купрум впливає на ріст і розвиток, відтворення, обмін речовин, процеси гамоглобуліноутворювання, сприяє перетворенню ретикулоцитів на зрілі еритроцити. Купрум потрібний для утворення пігменту меланіну, впливає на розвиток кісток, збільшує вміст вітамінів B_{12} і С у печінці [17, 19].

Неорганічні солі перехідних металів (Цинку, Купруму, Заліза, Мангану) завдяки низькій засвоюваності проходять транзитом кишечник і у комплексі з супутніми солями важких металів забруднюють навколишнє середовище. Купрум – важливий складник металопротеїнів, що регулюють окисно-відновні процеси клітинного дихання, фотосинтезу, засвоєння молекулярного азоту [17].

Тривалий час для балансування раціонів тварин, зокрема поросят на відгодівлі, за мікроелементами використовували неорганічні солі мікроелементів (хлориди, нітрати, сульфати, карбонати), які характеризуються низькою біологічною доступністю і засвоюються організмом тварин на 15–25 % [3, 20]. Тим часом органічним сполукам мікроелементів, особливо хелатним комплексам [13, 23], притаманна висока біологічна активність. Вони легко всмоктуються у кишечнику, потрапляють у кров та лімфу і надходять до всіх органів, де вступають у взаємодію [3, 16].

Аналіз останніх досліджень свідчить про те, що проблему кращого засвоєння поживних речовин з кормів, особливо мінеральних речовин у формі органічних сполук, досліджують ряд науковців. Проблемою розроблення мінеральних добавок, спрямованих на зниження рівня важких металів у раціонах тварин, виділення з продуктами обміну і надходження їх у навколишнє середовище, підвищення ступеня засвоєння займаються такі науковці: Бітюцький В.С., Бомко В.С., Мерзлов С.В., Мельниченко О.М. та ін. Вони пропонують використовувати сполуки мікроелементів з амінокислотами, тобто хелатні комплекси. Нині більшість досліджень спрямовано на вивчення впливу металохелатів на продуктивність великої рогатої худоби, зрідка – свиней та птиці.

Із даних досліджень встановлено, що хелатні сполуки позитивно впливають на продуктивність [1, 12], обмін речовин в організмі тварин [3, 9] та зниження рівня важких металів у продуктах забою [19, 22]. Ефективним джерелом збагачення раціонів Купрумом є карбонат, хлорид та сульфат цього елемента, які мають добру розчинність у воді. Тому вони швидко виводяться з організму і мають незначний рівень засвоєння [10, 18]. За введення їх у премікси кристалічна вода, що знаходиться в молекулах сульфатів, може вивільнятися під час зберігання під впливом різноманітних чинників, унаслідок чого інтенсифікується руйнування як вітамінів, так і мікроелементів. Отже, сульфати небезпечніші за змішанолігандні комплекси.

Науковці [3, 11] стверджують, що безконтрольне використання імпортних преміксів з умістом сульфатів та хлоридів спричиняє вибракування високопродуктивних корів уже на 2–3-й лактації, що пов'язано з виникненням різних захворювань травного каналу.

За даними досліджень [7, 9] було встановлено, що на засвоєння мікроелементів організмом впливає їх концентрація в 1 кг сухої речовини раціону, а також форма їх надходження до організму. Відсутність або нестача цих компонентів у кормовому раціоні тварин спричиняє значні порушення та функціональні зміни в організмі, відтак, ряд захворювань, що спричиняють зниженню продуктивності, відтворних функцій та збереженості молодняку [14, 15]. Як надмірна, так і недостатня кількість мікроелементів неорганічного чи органічного походження може спричинити порушення обміну речовин [10, 12], негативно впливати на стан здоров'я тварини [22] і навіть спричинити загибель тварини [8]. Крім того, балансування комбікормів для тварин неорганічними солями зумовлює забруднення навколишнього середовища [21]. Дослідженнями встановлено, що найкраще організмом тварин засвоюються мікроелементи органічного походження – на 85–90 % [1, 3, 11], тому їх потрібно для забезпечення оптимальної норми тварин значно менше порівняно з неорганічними солями [13].

Метою дослідження було встановити оптимальну дозу змішанолігандного комплексу Купруму у складі комбікорму молодняку свиней за вирощування на м'ясо та його вплив на перетравність поживних речовин та продуктивність свиней.

Матеріал і методи дослідження. Науково-господарський дослід з установлення оптимальної дози згодовування змішанолігандного комплексу Купруму на перетравність поживних речовин та продуктивність молодняку

свиней на відгодівлі проводили в умовах ТОВ ‹‹Д.С.М.-ГОСПОДАР›› с. Дрозди Білоцерківського району Київської області.

Для проведення досліду було сформовано п'ять груп тварин: одна контрольна і чотири дослідні, по 16 голів у кожній. Підбір тварин проводили з урахуванням віку, живої маси, статі та інтенсивності росту. Усі тварини отримували подібний комбікорм, різниця була лише у кількості введеної мінеральної добавки Купруму. Схему внесення до складу комбікорму добавки змішанолігандного комплексу Купруму для проведення балансового досліду наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – **Схема внесення добавки змішанолігандного комплексу Купруму до складу комбікорму**

Група	Доза внесення змішанолігандного комплексу Купруму г/т	% дефіциту Cu у раціоні
1 контрольна	38,5	-
2 дослідна	32,7	15
3 дослідна	26,9	30
4 дослідна	21,2	45
5 дослідна	15,4	60

Для проведення балансового досліду з кожної групи за принципом аналогів було відібрано по 4 кабанці віком 150 діб, живою масою 80–82 кг. Тварин розміщали в окремих індивідуальних клітках. Дослід було проведено у 2 етапи: підготовчий – 3 доби та обліковий – 5 діб. Двічі на добу тваринам давали однакову кількість корму, нез'їдені рештки корму відбирали і визначали кількість спожитого корму. Далі проводили відбір калу та сечі, виділених дослідними тваринами. Від зібраних екскрементів відбирали середні проби і поміщали їх у скляні банки з притертими пробками та консервували 10 % розчином соляної кислоти з розрахунку 10 мл на 100 г калу та 100 г сечі. Хімічний аналіз цих проб проводили за загальноприйнятими методиками зоотехнічного аналізу [5].

Свині мали вільний доступ до корму та води. Комбікорм мав однакову поживність для всіх груп тварин і різнився лише за кількістю внесеної добавки змішанолігандного комплексу Купруму. Свині споживали корм з апетитом, будь-яких змін у поведінці свиней виявлено не було.

На основі отриманих даних обчислювали коефіцієнт перетравності поживних речовин комбікорму. Розрахунки поводили за використання програми MS Excel [6].

Результати дослідження та їх обговорення. Внесення змішанолігандного комплексу Купруму позитивно позначилося на засвоєнні поживних речовин корму, про що свідчать дані таблиці 2.

У тварин 1–3-ї дослідних груп спостерігали незначні відмінності за коефіцієнтом перетравності органічної речовини, тимчасом у тварин 4- та 5-ї дослідних груп ці показники перевищували отримані для тварин-аналогів контрольної групи на 1,5 ($p \leq 0,01$) та 1,1 % ($p \leq 0,05$) відповідно.

Подібну тенденцію спостерігали і для показників сирого протеїну – коефіцієнт перетравності у тварин 4-ї дослідної групи перевищував значення для тварин контрольної групи на 3,4 % ($p \leq 0,05$).

Сирий жир краще перетравлювався у тварин 3-, 4- та 5-ї дослідних груп, коефіцієнти перетравності перевищували показники тварин контрольної групи на 1,5; 2,7 та 1,8 % відповідно, однак статистично значущої різниці за цим показником не спостерігали.

Тенденцію підвищення коефіцієнта перетравності спостерігали також за сирою клітковиною, найвищі значення фіксували для тварин 4-ї дослідної групи – 41,8 %. Цей показник був на 9,7 % вищий порівняно з контролем ($p \leq 0,05$).

Коефіцієнт перетравності безазотистих екстрактивних речовин (БЕР) у тварин кон-

Таблиця 2 – **Перетравність поживних речовин комбікормів у молодняку свиней,** %, $\overline{O} \pm S_{\overline{O}}$ (n=4)

Показник	Група				
	контрольна	дослідна			
	1	2	3	4	5
Органічна речовина	84,1±0,27	84,4±0,37	84,8±0,23	85,4±0,26**	85,0±0,34*
Сирий протеїн	76,7±0,80	77,4±0,82	77,6±0,77	79,3±0,67*	78,1±1,03
Сирий жир	66,3±0,95	66,7±0,97	67,3±0,81	68,1±0,83	67,5 ±0,96
Сира клітковина	38,1±0,94	38,7±1,12	39,3±1,11	41,8±1,15*	39,8±1,27
БЕР	89,6±0,37	89,9±0,34	90,1±0,46	90,5±0,60	90,1±0,45

Примітка: * – $p \leq 0,05$; ** – $p \leq 0,01$ порівняно з контрольною групою.

трольної та дослідної груп суттєво не різнився і коливався у межах 89,6–90,5 %.

До організму тварин Нітроген надходить у вигляді сирого протеїну, основним складником якого є білки – високомолекулярні органічні сполуки, що складаються з амінокислот [6]. Білки беруть участь в обмінних процесах, які перебігають в організмі тварини.

За вирощування молодняку свиней важливе значення має ступінь перетворення протеїну кормів у білок тканин організму. Про це свідчать показники засвоєння Нітрогену в організмі молодняку свиней (табл. 3).

Дані таблиці 3 свідчать, що тварини всіх дослідних груп мали майже однакове надходження Нітрогену до організму з кормом. Так, тварини 2-ї дослідної групи виділяли з калом та сечею на 3 % менше Нітрогену, порівняно з тваринами контрольної групи. У тварин 3-ї дослідної групи виділення Нітрогену з організму з калом та сечею було на 4,1 % меншим порівняно з тваринами контрольної групи. Тварини 4- та 5-ї дослідних груп споживали майже однакову кількість білка з кормом, однак з калом тварини 4-ї дослідної групи виділяли Нітрогену на 10,7 % (p≤0,05) менше, ніж тварини контрольної групи, у 5-ї дослідної групи цей показник був меншим від тварин контрольної групи на 7,1 %.

Виділення Нітрогену з сечею у тварин 4-ї дослідної групи було нижчим, ніж у тварин контрольної групи на 8,1 %, а у тварин 5-ї дослідної групи – на 11,7 % (p≤0,05) .

Засвоєння Нітрогену в організмі у тварин 2- та 3-ї дослідних груп було вищим на 2,8 та 4,2 % відповідно, порівняно з тваринами контрольної групи. Тварини 4- та 5-ї дослідних груп, яким вводили до раціону змішанолігандний комплекс Купруму у кількості 21,2 та 15,4 г/т, показали найвищий результат засвоєння Нітрогену в організмі – відповідно 54,4 та 54,3 %, що на 9,9 (p≤0,05) та 9,7 % вище, ніж рівень засвоєння Нітрогену у тварин контрольної групи.

Позитивний результат спостерігали і за показниками живої маси свиней, яким вводили до складу комбікорму мінеральну добавку хелату Купруму. Найбільшу живу масу мали тварини 4- та 5-ї дослідних груп, і ці показники були статистично значущими (табл. 4).

Таблиця 3 – **Середньодобовий баланс Нітрогену у дослідних свиней,** г, $\bar{O} \pm S_{\bar{O}}$ (n=4)

Показник	Група				
	контрольна	дослідна			
	1	2	3	4	5
Прийнято з кормом	72,3±0,29	72,3±0,26	71,8±0,26	72,5±0,19	72,2±0,29
Виділено з калом	16,8±0,61	16,3±0,54	16,1±0,54	15,0±0,52*	15,6±0,71
Виділено з сечею	19,7±0,63	19,1±0,53	18,7±0,47	18,1±0,59	17,4±0,76*
Засвоєно у тілі	35,8±1,07	36,8±1,28	37,0±1,01	39,5±0,48	39,2±0,91*
Засвоєно, % від прийнятого	49,5±1,17	50,9±0,61	51,6±1,37	54,4±0,79*	54,3±1,43

Примітка: * – p≤0,05 порівняно з контрольною групою.

Таблиця 4 – **Динаміка живої маси дослідних свиней, кг**, $\bar{O} \pm S_{\bar{O}}$ (n=16)

Вік (діб)	Група				
	контрольна	дослідна			
	1	2	3	4	5
70	26,5±0,9	26,7±0,95	26,6±0,72	26,7±0,67	26,7±0,68
90	36,1±0,10	36,3±1,03	36,2±0,81	36,5±0,81	36,3±0,53
120	55,7±0,94	56,2±1,09	56,2±0,89	56,4±0,81	56,2±0,82
150	80,9±1,13	82,3±1,25	82,4±0,89	82,8±0,87	82,4±0,94
180	108,1±1,17	109,9±0,92	110,1±0,97	112,2±0,74**	111,7±0,97*

Примітка: * – p≤0,05; ** – p≤0,01 порівняно з контрольною группою.

Отже, найкращі показники перетравності поживних речовин та засвоєння Нітрогену в організмі, які позитивно вплинули на підвищення живої маси тварин, було виявлено у тварин 4-ї дослідної групи, яким з комбікормом згодовували змішанолігандний комплекс Купруму у кількості 21,2 г/т, що покривало дефіцит Купруму в раціоні на 55 %.

Висновки. Під час фізіологічного досліду було встановлено, що введення до складу комбікорму змішанолігандного комплексу

Купруму позитивно впливає на коефіцієнти перетравності поживних речовин корму. Так, за дії цієї добавки покращився процес засвоєння поживних речовин корму, що зумовило підвищення м'ясної продуктивності тварин на 3,2 %. Найбільший ефект дає комбікорм з дозою добавки змішанолігандного комплексу Купруму у кількості 21,2 г/т, водночас коефіцієнт перетравності органічних речовин становив 85,4 %, сирого протеїну – 79,3, сирого жиру – 68,1, сирої клітковини – 41,8, безазотистих екстрактивних речовин – 90,5 %, а засвоєння Нітрогену було на рівні 54,4 %.

Перспективою подальших досліджень є з'ясування впливу оптимальної дози змішанолігандного комплексу Купруму на м'ясну продуктивність свиней за вирощування на м'ясо, а також якість отриманої продукції.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. 1. Бомко В.С., Долід С.В. Продуктивність молодняку свиней за використання змішанолігандного комплексу Купруму. Технологія виробництва продукції тваринництва. 2015. №1. С. 139–142.
2. Бондар В.О., Ярема М.А. Роль мікроелементів у життєдіяльності / Актуальні проблеми ветеринарної медицини: Збірник матеріалів XVI Міжнародної науково-практичної конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів і студентів. 2017. С. 45–46.
3. Горчанок А.В., Кузьменко О.А. Біологічна доступність мікроелементів з різних сполук в організмі корів та їх вплив на перетравність. Збірник наукових праць міжнар. наук.-практ. конф. Ч.1. (20-22 березня 2018 р., м. Кам'янець-Подільський). Тернопіль: Крок, 2018. С. 211–213.
4. Грищенко Н.П. Продуктивність відгодівельного молодняка свиней. Ефективне тваринництво. 2017. № 4–5 (100–101). С. 32–34.
5. Зоотехнический. текстовые данные. Санкт-Петербург: Квадро, 2016. 240 с. URL:http://www.iprbookshop.ru/57302.html.
6. Коваленко Н.А. Методика проведения физиологических и балансовых опытов на свиньях. Методики исследований по свиноводству. Харьков, 1977. С. 83–102.
7. Кононенко В.К., Ібатулін І.І., Патров В.С. Практикум з наукових досліджень у тваринництві. К. 2003. 133 с.
8. Кліценко Г.Т., Кулик М.Ф., Косенко М.В., Лісовенко В.Т. Мінеральне живлення свиней. Ефективне тваринництво. 2015. № 8. С. 35–39.
9. Макарцев Н.Г. Влияние премиксов с разными добавками железа, цинка и меди на продуктивность, обмен веществ и обеспеченность витаминами и микроэлементами молодняка свиней. Ефективні корми та годівля. 2013. № 6. С. 18–22.
10. Макарцев Н.Г. Эфективность использования премиксов при выращивании и откорме молодняка свиней. Ефективні корми та годівля. 2014. № 8. С. 36–39.
11. Мамченко В.Ю. Використання металохелатів у раціонах тварин. Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. 2013. № 2. С. 145–148.
12. Мерзлов С.В. Конструювання мінерально-органічних сполук кобальту та контроль процесу хелатоутворення. Науковий вісник Львів. нац. ун-ту. вет. медицини та біотех. ім. С.З. Ґжицького. 2009. Т. 11. № 2 (41). Ч. 4 . С. 172–175.
13. Рыбалко В.П. Состояние свиноводства Украины и перспективы его развития. Научный фактор в стратегии инновационного развития свиноводства: сб. материалов XXII Междунар. науч.-практ. конф: Гродно: ГГАУ, 2015. С. 17–21.
14. Тимошенко Р. Хелатні мікроелементи у раціоні поросят – кращі виробничі показники. Прибуткове свинарство. 2016. № 5 (35). С. 52–55.
15. Dębski B. Supplementation of pigs diet with zinc and copper as alternative to conventional antimicrobials. Polish Journal of Veterinary Sciences. 2016. Vol. 19. No. 4. P. 917–924. URL: https://www.degruyter.com/downloadpdf/j/pjvs.2016.19.issue-4/pjvs-2016-0113/pjvs-2016-0113.pdf
16. Eren V., Gules O., Eren U., Nuri R. Asti The Utilization of Organic Copper and Zinc in the Feeding of Sheep During the Pre and Post-Partum Period. Journal of Animal and Veterinary Advances. 2012. № 11(7). P. 890–897.
17. Efficiency of using of the organic mineral mixed ligand cuprum in the pig feeding / A.V. Horchanok et al. Annals of the Faculty of Engineering Hunedoara. International Journal of Engineering. Aug. 2019. Vol. 17. Issue 3. P. 145–148. URL: https://search.proquest.com/openview/5329199dfecb2dfe7e66bc41c681d032/1?pq-origsite=gscholar&cbl=616472
18. Sasaki H., Akamatsu H., Horio T. Protective role of copper, zinc superoxide dismutase against UVB-induced injury of the human keratinocyte cell line HaCat. J. Invest Dermatol. 2000. № 114 (3). P. 502–507.
19. Sureshkumar S., In Lee S., Seok Nam D., Ho Kim I. Effect of substitution of corn for molasses in diet on growth performance, nutrient digestibility, blood characteristics, fecal noxious gas emission, and meat quality in finishing pigs. Revista Brasileira de Zootecnia. 2016. № 45(3). P. 107–112.
20. The Effects of Different Copper (Inorganic and Organic) and Energy (Tallow and Glycerol) Sources on Growth Performance, Nutrient Digestibility, and Fecal Excretion Profiles in Growing Pigs / Y. Huang et al. Department of Animal Resource & Science, Dankook University, Cheonan, Choongnam. 2015. Vol. 23. P. 573–579.
21. High dietary zinc supplementation increases the occurrence of tetracycline and sulfonamide resistance genes in the intestine of weaned pigs / W. Vahjen et al. Gut Pathog. 2015. URL:file:///C:/Users/COMP/Downloads/13099_2015_Article_71.pdf
22. Xu Y., Yu W., Ma Q., Zhou H. Accumulation of copper and zinc in soil and plant within ten-year application of different pig manure rates. Plant Soil Environ. 2013. Vol. 59. № 11. P. 492–499.
23. Zhang Genome sequences of copper resistant and sensitive Enterococcus faecalis strains isolated from copper-fed pigs in Denmark / S. Zhang et al. Standards in Genomic Sciences. 2015. URL:https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4511184/

REFERENCES

1. Bomko, V.S., Dolid, S.V. (2015). Produktivnist' molodnjaku svinej za vikoristannja zmishanoligandnogo kompleksu Kuprumu [Productivity of young pigs for use of the mixed-alloy complex of Kuprum]. Tehnologija vyrobnyctva produkcii' tvarynnyctva [Technology of livestock production]. no. 1, pp. 139–142.
2. Bondar, V.O., Jarema, M.A. (2017). Rol' mikroelementiv u zhittєdijal'nosti [The role of trace elements in life] / Aktual'ni problemy veterynarnoi' medycyny (Zbirnyk materialiv HVI Mizhnarodnoi' naukovo-praktychnoi' konferencii' profesors'ko-vykladac'kogo skladu, aspirantiv i studentiv) [Collection of materials of the XVI International scientific and practical conference of faculty, post-graduate students and students "Actual problems of veterinary medicine]. Kyiv, pp. 45–46.

3. Horchanok, A.V., Kuzmenko, O.A. (2018). Biologichna dostupnist' mikroelementiv z riznyh spoluk v organizmi koriv ta i'h vplyv na peretravnist' [Bioavailability of microelements from different compounds in the body of cows and their effect on digestibility]. Zbirnik naukovih prac' mizhnar. nauk.-prakt. konf. Ch.1. (20-22 bereznja 2018 r., m.) [Proceedings of the International Scientific Conference Conference Part 1. (March 20-22, 2018, Kamianets-Podilskyi)]. Ternopil: Step, pp. 211–213.

4. Grishhenko, N.P. (2017). Produktivnist' vidgodivel'nogo molodnjaka svinej [Productivity of fattening young pigs]. Efektivne tvarinnictvo [Effective animal husbandry]. no. 4–5 (100–101), pp. 32–34.

5. Petukhova, E.A. (2016). Zootechnical analysis of feed. St. Petersburg: Quadro, 240 p. Available at:http://www.iprbookshop.ru/57302.html.

6. Kovalenko, N.A. (1977). Metodika provedenija fiziologicheskih i balansovyh opytov na svin'jah [Methods of conducting physiological and balance experiments on pigs]. Metodiki issledovanij po svinovodstvu [Methods of research on pig breeding]. Kharkov, pp. 83–102 .

7. Kononenko, V.K., Ibatulin, I.I., Patrov, V.S. (2003). Praktikum z naukovih doslidzhen' u tvarinnictvi [Workshop on Scientific Research in Animal Husbandry]. Kyiv, 133 p.

8. Klicenko, G.T., Kulik, M.F., Kosenko, M.V., Lisovenko, V.T. (2015). Mineral'ne zhivlennja svinej [Mineral feeding of pigs]. Efektivne tvarinnictvo [Effective animal husbandry]. no. 8, pp. 35–39.

9. Makarcev, N.G. (2013). Vlijanie premiksov s raznymi dobavkami zheleza, cinka i medi na produktivnost', obmen veshhestv i obespechennost' vitaminami i mikrojelementami molodnjaka svinej [Influence of premixes with different additives of iron, zinc and copper on productivity, metabolism and vitamins and microelements of young pigs]. Efektivni kormi ta godivlja [Effective feeding and feeding]. no. 6, pp. 18–22.

10. Makarcev, N.G. (2014). Jefektivnost' ispol'zovanija premiksov pri vyrashhivanii i otkorme molodnjaka svinej [The effectiveness of the use of premixes in growing and fattening young pigs]. Efektivni kormi ta godivlja [Effective feeding and feeding]. no. 8, pp. 36–39.

11. Mamchenko, V.Ju. (2013). Vikoristannja metalohelativ u racionah tvarin [Use of metal chelates in animal rations]. Visnik Dnipropetrovs'kogo derzhavnogo agrarnogo universitetu [Bulletin of Dnipropetrovsk State Agrarian University]. no. 2, pp. 145–148.

12. Merzlov S.V. (2009). Konstrujuvannja mineral'no-organichnih spoluk kobal'tu ta kontrol' procesu helatoutvorennja [Design of mineral-organic compounds of cobalt and control of chelation formation process]. Naukovij visnik L'viv. nac. un-tu. vet. medicini ta bioteh. im. S.Z. Ґzhic'kogo [Scientific Bulletin Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv]. Vol. 11, no. 2 (41), Part 4, pp. 172–175.

13. Rybalko, V.P. (2015). Sostojanie svinovodstva Ukrainy i perspektivy ego razvitija. [State of Ukraine's pig production and prospects for its development]. Nauchnyj faktor v strategii innovacionnogo razvitija svinovodstva: sb. materialov HHII Mezhdunar. nauch.-prakt. [The scientific factor in the strategy for the innovative development of pig production: Sat. materials of the XXII International scientific and practical conference]. Grodno: GGAU, pp. 17–21.

14. Timoshenko, R. (2016). Helatni mikroelementi u racioni porosjat–krashhi virobnichi pokazniki [Chelate trace elements in the diet of piglets - the best production indexes]. Pributkove svinarstvo [Profitable pig production]. no. 5 (35), pp. 52–55.

15. Dębski, B. (2016). Supplementation of pigs diet with zinc and copper as alternative to conventional antimicrobials. Polish Journal of Veterinary Sciences. Vol. 19, no. 4. Available at: https://www.degruyter.com/downloadpdf/j/pjvs.2016.19.issue-4/pjvs-2016-0113/pjvs-2016-0113. pp. 917–924.

16. Eren, V., Gules, O., Eren, U., Nuri, Asti R. (2012). The Utilization of Organic Copper and Zinc in the Feeding of Sheep During the Pre and Post-Partum Period. Journal of Animal and Veterinary Advances. no. 11(7), pp. 890–897.

17. Horchanok, A.V., Kuzmenko, O.A., Khalak, V.I., Porotikova, I.I., Lunska, A.Yu. (2019). Efficiency of using of the organic mineral mixed ligand cuprum in the pig feeding. Annals of the Faculty of Engineering Hunedoara – International Journal of Engineering. Aug. Vol. 17, Issue 3, pp. 145–148. Available at:https://search.proquest.com/openview/5329199dfecb2dfe7e66bc41c681d032/1?pq-origsite=gscholar&cbl=616472

18. Sasaki, H., Akamatsu, H., Horio, T. (2000). Protective role of copper, zinc superoxide dismutase against UVB-induced injury of the human keratinocyte cell line HaCat. J. Invest Dermatol. no. 114 (3), pp. 502–507.

19. Sureshkumar, S., In Lee, S., Seok Nam, D., Ho Kim, I. (2016). Effect of substitution of corn for molasses in diet on growth performance, nutrient digestibility, blood characteristics, fecal noxious gas emission, and meat quality in finishing pigs. Revista Brasileira de Zootecnia. no. 45(3), pp. 107–112.

20. Huang, Y., Yoo, J. S., Kim, H. J. (2015). The Effects of Different Copper (Inorganic and Organic) and Energy(Tallow and Glycerol) Sources on Growth Performance, Nutrient Digestibility, and Fecal Excretion Profiles in Growing Pigs. Department of Animal Resource & Science, Dankook University, Cheonan, Choongnam. Vol. 23, pp. 573–579.

21. Vahjen, W., Pietruszyńska, D., Starke, I.C., Zentek, J. (2015). High dietary zinc supplementation increases the occurrence of tetracycline and sulfonamide resistance genes in the intestine of weaned pigs. Gut Pathog. Available at: file:///C:/Users/COMP/Downloads/13099_2015_Article_71.pdf

22. Xu, Y., Yu ,W., Ma, Q., Zhou, H. (2013)Accumulation of copper and zinc in soil and plant within ten-year application of different pig manure rates. Plant Soil Environ. Vol. 59, no. 11, pp. 492–499.

23. Zhang, S., Wang, D., Wang, Y., Hasman, H., Aarestrup, F.M., Alwathnani, H.A. (2015). Genome sequences of copper resistant and sensitive Enterococcus faecalis strains isolated from copper-fed pigs in Denmark. Standards in Genomic Sciences. Available at: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4511184/

Переваримость корма и продуктивность молодняка свиней на откорме при использовании смешаннолигандного комплекса меди

Подхалюзина Е.Н., Бомко В.С., Кузьменко О.А.

В результате балансового опыта установлено, что в организме молодняка свиней на откорме под влиянием потребленных кормов и кормовых добавок происходят определенные изменения. На молодняке свиней при выращивании на мясо изучали коэффициенты переваримости белков, жиров и углеводов, а также баланс азота. На переваримость и усвоение питательных веществ корма влияет множество факторов, таких как вид животных, возраст, физиологическое состояние, вид корма, способ содержания, соотношения и размер компонентов, индивидуальные особенности и другие.

Исследована взаимосвязь переваривания и усвоения питательных веществ у молодняка свиней на откорме под влиянием сульфата меди и смешаннолигандного комплекса меди, внесенных в состав комбикорма в различных количествах. Установлено оптимальную дозу меди в составе комбикорма для откормочного молодняка

свиней при скармливании различных уровней и источников меди.

По данным балансового опыта лучшие показатели переваримости питательных веществ были обнаружены у животных, доза внесения смешаннолигандного комплекса меди в составе комбикорма которым составляла 21,2 г/т. При такой дозе хелата меди коэффициент переваримости органических веществ составил 85,4 %, сырого протеина – 79,3, сырого жира – 68,1, сырой клетчатки – 41,8 и безазотистых экстрактивных веществ – 90,5 %, что превышало аналогов контроля, соответственно на 1,5 %, 3,4; 2,7; 9,7 и 1,1 %. Установлено также, что в организме животных опытных групп, которым скармливали хелат меди в количестве 21,2 и 15,4 г/т, наблюдали высокие уровни усвоения азота – соответственно 54,4 и 54,3 %, что на 9,9 ($p \leq 0,05$) и 9,7 % выше, чем у животных контрольной группы. Влияние различных доз смешаннолигандного комплекса меди сказалось на показателях роста животных, о чем свидетельствуют результаты живой массы свиней. Наибольшую живую массу имели животные 4- и 5-й опытных групп, которым скармливали хелат меди в количестве 21,2 и 15,4 г/т комбикорма, что покрывало дефицит меди в рационе на 55 и 40 %. Животные этих групп в возрасте 150 суток имели живую массу на 2,3 и 1,9 % больше по сравнению с аналогичным показателем контрольной группы. В возрасте 180 суток свиньи 4-й опытной группы опережали аналогов контроля на 3,8 %, а 5-й – на 3,3 %. Таким образом, данные исследований свидетельствуют о положительном влиянии добавки органического минерального происхождения смешаннолигандного комплекса меди на рост и развитие молодняка свиней на откорме.

Ключевые слова: живой вес, коэффициент переваримости, свиньи, откорм, органические вещества, протеин, жир, клетчатка, медь.

The Digestibility of feed and productivity of young fattening pigs when using mixed-ligand complexes of copper

Podhalyuzina O., Bomko V., Kuzmenko O.

The balancing research has shown that there are certain changes in the body of young pigs for fattening under the influence of consumed feed and feed additives. During the balance experiment on pigs for fattening, the protein, fat and carbohydrate digestibility ratios and the nitrogen balance were studied. The digestibility and absorption of nutrients of the feed are influenced by many factors such as animal species, age, physiological state, feed type, method of retention, ratio and size of components, individual characteristics and others.

The relationship between digestion and nutrient uptake in young pigs for fattening under the influence of Copper sulphate and the mixed-ligand complex of Copper added to the compound feed in different quantities was investigated. The optimal dose of Copper in the compound feed for pig fattening pigs was established for feeding different levels and sources of Copper.

According to the results of the balance experiment, the best indices of the digestibility of nutrients were found in animals, the dose of the mixed-ligand complex of Copper in the compound feed was 21.2 g/t. With this dose of Copper chelate, the rate of digestibility of organic substances was 85.4 %, crude protein – 79.3 %, crude fat – 68.1 %, crude fiber– 41.8 % and nitrogen-free extractives – 90.5 %, which exceeded control analogues, respectively, by 1.5%, 3.4; 2,7; 9.7 and 1.1 %. It was also found that the highest levels of Nitrogen uptake were observed in the animals of the experimental groups fed the Copper chelate in the amounts of 21.2 and 15.4 g/t respectively – 54.4 % and 54.3 %, respectively, by 9.9 % ($p \leq 0.05$) and 9.7 % higher compared to control animals. The impact of different doses of mixed-ligand complex of Copper had an effect on the growth rates of animals, as evidenced by the results of live weight of pigs. The animals of the 4th and 5th experimental groups had the highest live weight, which fed the Copper bathrobe in the amount of 21.2 and 15.4 g/t of compound feed, which covered the Copper deficit in the diet by 55 % and 40 %. Animals of these groups at the age of 150 days had a live weight of 2.3 % and 1.9 % more, respectively, compared to the same indicator in the control group. And at the age of 180 days pigs of the 4th experimental group were dominated by analogues of control by 3.8 %, and by 5th – by 3.3 %. Therefore, the results of the studies indicate a positive effect of the addition of organic-mineral origin of the mixed-ligand complex of Copper on the growth and development of young pigs on fattening.

Key words: live weight, digestibility coefficient, pigs, fattening, organic substances, protein, fat, fiber, Copper.

Copyright: © **Podhalyuzina O., Bomko V., Kuzmenko O.**

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

БОМКО В.С., http://orcid.org/0000-0001-5558-6924