

УДК 636.087.72

ПЕРЕВАРИМОСТЬ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ И УСВОЕНИЕ АЗОТА, КАЛЬЦИЯ, ФОСФОРА И ХРОМА ПРИ ВВЕДЕНИИ РАЗНЫХ ФОРМ ХРОМА В РАЦИОН МОЛОДНЯКА СВИНЕЙ**А. В. КРАВЧЕНКО**

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»,
г. Жодино, Республика Беларусь, 222163, e-mail: Avkravchenko@inbox.ru

(Поступила в редакцию 15.04.2019)

В современных условиях развития свиноводческой отрасли важную роль играет организация кормления всех половозрастных групп животных на основе использования полнорационных комбикормов. Применяемая на производстве технология кормления и полноценность используемых кормов напрямую влияют на рентабельность производства свинины, в себестоимости которой более 70 % составляют расходы на корма. С целью снижения затрат на продукцию постоянно ведется разработка и совершенствование существующих норм и рационов кормления свиней, детально анализируются и совершенствуются требования, предъявляемые к качественному составу и питательности кормов и биологически активных добавок, применяемых в кормлении.

Полноценное кормление позволяет реализовать генетический потенциал высокопродуктивного животного, заложенный в результате селекционно-племенной работы, обеспечивает получение необходимого количества и качества конечной продукции, а также влияет на количество и жизнеспособность получаемого приплода.

Материалы посвящены рассмотрению применения в рационах кормления свиней микроэлемента хрома в форме сернокислой соли и наночастиц и влияния их на переваримость и усвояемость основных питательных веществ рациона в физиологическом обменном опыте. Приведены коэффициенты переваримости питательных веществ рациона и количество усвоенного и отложенного азота, кальция, фосфора и хрома в теле подопытных животных. Использование хрома в виде соли и наночастиц способствовало повышению переваримости сухого вещества на 1,6 % и 1,1 %, органического вещества на 1,40 % и 1,05 %, сырого жира на 0,6 % и 2,9 % отложения хрома на 2,06–2,19 п.п. Данные, полученные в ходе исследований, могут быть использованы в научно-практической работе в области кормления сельскохозяйственных животных и комбикормовой промышленности.

Ключевые слова: азот, микроэлементы, наночастицы хрома, откармливаемые свиньи, переваримость, сернокислый хром.

In modern conditions of development of the pig-breeding industry, an important role is played by the organization of feeding all sex and age groups of animals through the use of complete mixed feed. The feeding technology used in production and the usefulness of the feed used directly affect the profitability of pork production, in which costs for feed account for more than 70%. In order to reduce the cost of products, the development and improvement of existing standards and rations for feeding pigs is constantly being conducted, the requirements for the qualitative composition and nutritional value of feed and dietary supplements used in feeding are analyzed and improved.

Full feeding allows you to realize the genetic potential of a highly productive animal, inherent in the selection and breeding work, provides the necessary quantity and quality of the final product, and also affects the quantity and viability of the resulting offspring.

The materials are devoted to the consideration of the use of chromium microelement in the form of sulphate and nanoparticles in the feeding rations of pigs and their influence on the digestibility of the main nutrients of the ration in physiological metabolism experiment. We have presented the nutrient digestibility factors of the diet and the amount of assimilated and deposited nitrogen, calcium, phosphorus and chromium in the body of experimental animals. The use of chromium in the form of sulphate and nanoparticles contributed to an increase in the digestibility of dry matter by 1.6% and 1.1%, organic matter by 1.40% and 1.05%, raw fat by 0.6% and 2.9%, chromium deposits by 2.06-2.19 ppt. The data obtained in the course of research can be used in scientific and practical work in the field of feeding of farm animals and the mixed feed industry.

Key words: nitrogen, microelements, chromium nanoparticles, fattened pigs, digestibility, chromium sulphate.

Введение

Важным фактором поступления в организм животного всех необходимых элементов питания является то, как они перевариваются и усваиваются в процессе пищеварения. Поэтому при составлении рационов кормления необходимо соблюдать баланс веществ и их взаимосвязь, особенно важно это учитывать при нормировании микроэлементов, способных накапливаться в органах и тканях организма.

При неправильном составлении рационов и несбалансированном поступлении в организм биологически важных микроэлементов могут развиваться алиментарные заболевания, ведущие к снижению продуктивности и естественной резистентности животного, а в крайних случаях к летальному исходу.

Микроэлемент хром является одним из эссенциальных элементов, жизненно необходимых для организма животного. Его биологическая роль доказана в исследованиях, проведенных на крысах и свиньях, на основании которых установлено, что хром входит в состав низкомолекулярного вещества, участвующего в регуляции активности инсулина и влияет на уровень сахара в крови. На протяжении последних десятилетий изучению его роли в обмене веществ и функций в организме животных посвящено много научных работ, как в зоотехнии, так и в медицине и фармацевтике, свидетельствующих о его участии в процессах не только углеводного обмена, но и липидного и белкового [1].

Современные исследования, проводимые на сельскохозяйственных животных и птице, свидетельствуют, что в опытах по изучению использования хрома в рационах кормления чаще всего применяются его соли, реже хелатные соединения трехвалентного хрома. Изучение влияния трехвалентного хрома на продуктивность сельскохозяйственных животных и качество получаемой от них продукции основано на его участии в углеводном обмене и низкой токсичности для организма, в отличие от шестивалентной формы, которая в свою очередь при попадании в живой объект обладает сильными окислительными свойствами и оказывает токсическое действие [2].

Установлено, что введение хромпиколлината в рационы кормления свиней на завершающей стадии откорма способствует увеличению прироста мышечной ткани и сокращению интенсивности синтеза и отложения жира [3, 4]. У свиноматок белорусской черно-пестрой породы дополнительное введение сернокислого хрома в рационы кормления оказало положительное действие на переваримость питательных веществ корма, оплодотворяемость, живую массу поросят при рождении и их сохранность [5, 6].

В исследованиях на молодняке крупного рогатого скота установлено, что скармливание хлористого хрома в составе рационов растущим бычкам и телкам способствовало их более интенсивному росту и развитию по сравнению с аналогами, не получавшими добавку хрома [7, 8, 9]. Включение в рационы дойных коров оптимального количества хрома в виде CrCl_3 оказывало положительное действие на процессы рубцового пищеварения, использование азота, кальция и фосфора корма, молочную продуктивность, качественные показатели молока и его химический состав.

Однако в этих исследованиях установлена невысокая усвояемость хрома из рационов молодняка крупного рогатого скота и дойных коров, которая колебалась от 1,91 до 8,56 % от принятого элемента [10, 11].

В опытах на сельскохозяйственной птице была установлена взаимосвязь хрома разных валентностей, при введении в рацион с аскорбиновой кислотой, с другими макро- и микроэлементами и изменением их соотношения в мышечной ткани, печени и почках. Установлено положительное коррелирование между отложением хрома и витамина А, а также увеличение отложения витамина Е в печени цыплят [12].

В настоящее время активно ведутся исследования по установлению потребности сельскохозяйственных животных в хrome. Современные подходы исследований минерального питания сельскохозяйственных животных базируются на использовании добавок микроэлементов в ионных формах, обладающих невысокой степенью усвоения и включения в обменные процессы в организме, поэтому ведется постоянная работа по поиску и разработке новых форм добавок микроэлементов.

Исследования ряда авторов показали, что использование хрома в форме наночастиц в рационах кормления свиней оказывает положительное влияние на показатели их роста и морфологический состав туш, усиливает реакцию организма к инсулину, стимулирует образование соматропина в гипофизе [13, 14, 15]. В опытах на птице установлено, что включение в рацион кормления наночастиц пиколината хрома способствует лучшему усвоению кальция, железа и цинка и меньшему содержанию их в помете [16].

Таким образом, изучение микроэлемента хрома и разработка приемов и способов использования его разных форм в кормлении сельскохозяйственных животных, в том числе свиней является актуальным направлением научных исследований.

Цель работы – изучить переваримость основных питательных веществ кормов при введении разных форм хрома в рацион кормления свиней.

Основная часть

На базе физиологического корпуса РУП «Научно практического центра Национальной академии наук Беларуси по животноводству» на молодняке свиней был проведен балансированный опыт по изучению переваримости и усвояемости основных питательных веществ комбикормов при введении в рацион разных форм хрома.

Во время опыта подопытным животным скармливали две формы микроэлемента: хром сернокислый трехвалентный 6-водный и кормовую добавку «Наноплант Хром (К)» в виде

ультрадисперсной суспензии с содержанием 1 г наночастиц хрома трехвалентного в 1 литре. Разработчиком и изготовителем кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» является ГНУ «Институт физико-органической химии Национальной академии наук Беларуси». По данным Испытательного центра ГНУ «Институт порошковой металлургии», размер наночастиц хрома в опытной партии кормовой добавки составлял 5–30 нм, которые окружены полимерной оболочкой. Наличие медленно рассасывающейся оболочки из биогенного полимера обеспечивает эффект пролонгированного действия, что является одним из свойств повышенной безопасности препарата.

Изучение переваримости питательных веществ комбикорма, баланса азота и минеральных веществ у свиней проводилось согласно методике Овсянникова А. И., а также рекомендаций по изучению минерального обмена и оценке обеспеченности организма сельскохозяйственных животных минеральными веществами [17,18,19,20]. Схема опыта представлена в табл. 1.

Таблица 1. Схема физиологического обменного опыта, n=4

Группа	Особенности кормления	
	предварительный период (8 дней)	учетный период (9 дней)
1 контрольная	ОР (полнорационный комбикорм СК-26)	
2 опытная	ОР + 4,16 мг Cr в составе Cr ₂ (SO ₄) ₃ +6H ₂ O из расчета на 1 кг сухого вещества комбикорма, при введении с водой	
3 опытная	ОР + 0,05 мг nCr из расчета на 1 кг сухого вещества комбикорма, при введении с водой	

Примечание: nCr – наночастицы хрома.

При постановке физиологического опыта использовались боровки белорусской мясной породы периода откорма в количестве трех групп по четыре головы в каждой. Животные были помещены в специально оборудованные деревянные клетки для проведения обменных опытов, которые позволяют точно учитывать потребление корма и воды, отдельно собирать кал и мочу.

Кормление осуществлялось два раза в сутки в одно и то же время. Во время предварительного периода опыта животные адаптировались к новым условиям кормления и содержания, при этом целью было освобождение их пищеварительного тракта от кормов, ранее использованного рациона и заполнения его кормом с испытуемым минеральным элементом.

Первая группа подопытных животных являлась контрольной, в рацион данных животных хром не вводился. Поросятам второй опытной группы скармливали полнорационный комбикорм СК-26 с сернокислым хромом (4,16 мг/кг сухого вещества), третьей опытной группе – аналогичный комбикорм с добавлением наночастиц хрома (0,05 мг/кг сухого вещества).

Введение хрома в форме сернокислого хрома и в форме наночастиц осуществлялось с водой, на основе которой приготавливалась гомогенная кормовая смесь. Ввод хрома с водой был необходим для того чтобы ультрамалое количество микроэлемента лучше распределялось по массе смеси и поступало в организм животного в заданном количестве. Средняя влажность кормовой смеси составляла 56 % при влажности комбикорма 12 % и соотношении комбикорма к воде 1:1.

Рацион кормления в опыте был представлен полнорационным комбикормом СК-26 со стандартным премиксом КС-4-1 в соответствии с нормами «Классификатора сырья и продукции комбикормовой промышленности» [21] и рекомендаций по нормированному кормлению свиней [22].

Обменная энергия в комбикорме рассчитывалась на основании данных зоотехнического анализа и полученных коэффициентов переваримости питательных веществ по формуле [23]:

$$ОЭ = 0,02085 \times ПП + 0,03663 \times ПЖ - 0,01427 \times ПК + 0,01695 \times ПБЭВ,$$

где ОЭ – обменная энергия МДж в 1 кг корма, СП – переваримый протеин, СЖ – переваримый жир, СК – переваримая клетчатка, СБЭВ – переваримые безазотистые экстрактивные вещества в граммах.

Таблица 2. Состав и питательность опытного комбикорма для молодняка свиней периода откорма СК-26, в 1 кг

Компоненты	Ед. изм.	Комбикорм СК-26	Требуется по норме
1	2	3	4
Пшеница	%	23,45	
Тритикале	%	22,15	
Шрот соевый (СП=44-46%)	%	18,00	
Ячмень	%	12,05	
Кукуруза	%	8,20	
Отруби пшеничные	%	5,77	
Овес	%	4,15	
Масло подсолнечное	%	2,60	
Мел кормовой	%	1,15	
Монокальций фосфат I сорт	%	0,50	

Соль поваренная кормовая	%	0,45	
L-лизин гидрохлорид	%	0,30	
DL-метионин	%	0,10	
L-треонин	%	0,13	
Премикс КС-4-1	%	1,00	
Итого:	%	100,00	
В 1 кг комбикорма содержится:			
Сухое вещество	г	880,00	860,00
Сырой протеин	г	161,10	160,00
Сырая клетчатка	г	36,00	48,00
Сырой жир	г	34,70	20,00
Лизин	г	10,38	9,50
Метионин	г	3,43	2,90
Метионин+цистин	г	6,25	5,70
Триптофан	г	2,15	1,80
Аргинин	г	9,17	4,00
Гистидин	г	3,73	3,70
Лейцин	г	10,70	9,50
Изолейцин	г	6,56	5,30
Фенилаланин	г	7,06	6,05
Треонин	г	7,00	6,30
Валин	г	7,75	6,50
Лизин переваримый	г	8,56	8,20
Метионин переваримый	г	2,80	2,40
Метионин+цистин переваримый	г	4,65	4,70
Триптофан переваримый	г	1,58	1,50
Аргинин переваримый	г	7,95	3,72
Гистидин переваримый	г	3,31	2,88
Лейцин переваримый	г	9,27	9,30
Изолейцин переваримый	г	5,17	5,00
Фенилаланин переваримый	г	6,18	5,12
Треонин переваримый	г	5,09	5,00
Валин переваримый	г	5,93	6,32
Соль поваренная	г	5,20	4,00
Макроэлементы:			
Ca	г	9,89	6,00
P	г	5,79	5,00
Mg	г	1,50	0,40
K	г	7,40	1,80
Na	г	2,10	2,00
Cl	г	3,80	3,00
Микроэлементы:			
Fe	мг	151,40	65,00
Cu	мг	17,60	12,00
Zn	мг	96,90	70,00
Mn	мг	52,20	16,00
Co	мг	1,10	1,00
Se	мг	0,30	0,30
I	мг	0,70	0,40
Cr	мг	Согласно схеме опыта (табл. 1)	
Витамины:			
A	тыс. МЕ	6,03	6,00
D	тыс. МЕ	1,60	1,60
E	мг	46,70	33,00
B ₁	мг	5,10	2,20
B ₂	мг	7,20	5,00
B ₃	мг	29,40	20,00
B ₄	мг	924,30	200,00
B ₅	мг	96,20	25,00
B ₆	мг	6,80	2,20
B ₁₂	мкг	2,50	2,50

Зоотехнический анализ содержания питательных веществ, кальция и фосфора в корме определялся в Центральной научно-исследовательской лаборатории хлебопродуктов Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. Содержание влаги определяли по межгосударственному стандарту для комбикормов и комбикормового сырья ГОСТу 13496.3 п. 2, содержание сырого жира по ГОСТу 13496.15 п. 4, содержание сырого протеина – по ГОСТу 13496.4 п. 2, содержание сырой клетчатки – по ГОСТу 13496.2, содержание сырой золы – по ГОСТу 26226 п.2, содержание кальция – по ГОСТу 26570 п. 2.1, содержание фосфора – по ГОСТу 26657 п. 4. Содержание витаминов и минеральных элементов указано с учетом количества в кормах [24].

Химический состав средних образцов мочи и кала исследовался в лаборатории оценки качества кормов и биохимических анализов в РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», согласно ГОСТу 27548 п. 7, ГОСТу 13496.4 п. 3, ГОСТу 13496.15 п. 9.1, ГОСТу 13496.2, ГОСТу 26226 п. 1.4, ГОСТу 13496.4 п. 3.

Содержание хрома определяли на оптическом атомно-эмиссионном спектрометре с индуктивно-связанной плазмой Varian Vista-PRO в ГНУ «Институт физико-органической химии НАН Беларуси».

Статистическая обработка результатов полученных данных проводилась по методу вариационной статистики с учетом критерия достоверности по Стьюденту с использованием программного обеспечения Microsoft Office Excel 2010 [25].

Переваримость питательных веществ кормов рациона характеризуется разностью между количеством принятых с комбикормом питательных веществ и выделенных в кале. Переваренные питательные вещества участвуют в обменных процессах, протекающих в организме животных, и используются для построения органов и тканей.

Процесс переваривания питательных веществ корма подсвинками обусловлен рядом генотипических и паратипических факторов: порода животного, возраст, физиологическое состояние, индивидуальные особенности, микроклимат, качество кормов рациона, его сбалансированность и уровень кормления. Микроэлементы являются одним из факторов, влияющих на эффективность процессов пищеварения. В организме микроэлементы входят в состав клеток, различных биологических соединений и ферментов и влияют на эффективность расщепления, переваривания и всасывания в желудочно-кишечном тракте питательных веществ. Количество питательных веществ рациона потребленных подопытными поросятами, представлено в табл. 3.

Таблица 3. Среднесуточное потребление и выделение питательных веществ поросятами контрольной и опытных групп, г

Показатели	Группа		
	1 контрольная	2 опытная	3 опытная
Всего потреблено			
Количество корма	2035,0±94,6	2210,0±64,0	2105,0±114,7
Сухое вещество	1790,8±83,3	1944,8±56,3	1852,4±100,9
Органическое вещество	1703,3±79,2	1849,8±53,6	1761,9±96,0
Сырой протеин	327,8±15,2	356,0±10,3	339,1±18,5
Сырой жир	70,6±3,3	76,7±2,2	73,0±4,0
Сырая клетчатка	73,3±4,8	79,6±2,3	75,8±4,1
БЭВ	1231,6±57,3	1337,5±38,8	1273,9±69,4
Выделено с калом			
Количество корма	1143,0±155,2	1264,8±114,5	1246,5±185,4
Сухое вещество	278,5±45,4	274,1±16,5	270,4±28,0
Органическое вещество	239,4±40,0	235,2±14,5	231,9±23,9
Сырой протеин	48,7±7,4	55,1±5,4	51,4±6,4
Сырой жир	18,9±2,9	20,0±1,6	17,5±1,8
Сырая клетчатка	53,9±7,1	54,4±1,8	57,9±6,4
БЭВ	107,8±19,3	105,6±6,4	105,1±10,4

На основании приведённых данных табл. 3 установлено, что дополнительное скармливание свиньям периода откорма различных источников хрома в составе комбикормов оказало положительное влияние на потребление корма и усвоение основных питательных веществ рациона (таб. 4).

Таблица 4. Коэффициенты переваримости основных питательных веществ рациона, %

Показатели	Группа		
	1 контрольная	2 опытная	3 опытная
Сухое вещество	84,5±2,35	85,9±1,04	85,4±1,33
Органическое вещество	86,0±2,18	87,2±0,96	86,9±1,18

Сырой протеин	85,2±2,02	84,5±1,66	84,9±1,53
Сырой жир	73,2±3,81	73,8±2,53	76,1±1,98
Сырая клетчатка	26,8±5,29	31,4±2,98	23,6±7,75
БЭВ	91,2±1,50	92,1±0,61	91,7±0,77

Анализ данных табл. 4 показывает, что введение в рацион хрома положительно повлияло на переваримость питательных веществ. Усвоение сухого вещества рациона было несколько выше у свиней, получавших дополнительно сернистый хром на 1,6 % (85,9 против 84,5 в контроле), а получавших наночастицы хрома на 1,1 % (85,4 против 84,5 в контроле).

Количество переваренного органического вещества корма было больше у животных первой и второй опытных групп, коэффициенты переваримости которого превосходили контрольных аналогов на 1,40 % (87,2 против 85,8) и 1,05 % (86,9 против 85,9) при скормливании сернистого хрома и хрома в форме наночастиц соответственно.

Отмечена тенденция лучшего переваривания и усвоения сырого жира корма в первой и второй опытных группах – 73,8 % и 76,1 %, что больше на 0,6 (76,1 против 75,5) и 2,9 (73,8 против 70,9) процентных пункта по сравнению с контролем, или на 0,8 % и 3,8 % соответственно.

Полученные данные количества переваренной и усвоенной сырой клетчатки были на разном уровне во всех трех группах. В первой опытной группе, получавшей сернистый хром, коэффициент переваримости составил 31,4 %, что больше на 14,6 % (31,4 против 16,8) по сравнению с контрольной группой. Во второй опытной группе, получавшей наночастицы хрома, был самый низкий коэффициент переваримости сырой клетчатки и уступал контролю 13,6 % (23,6 против 37,2).

Установленные в исследованиях коэффициенты переваримости сырого жира и безазотистых экстрактивных веществ были во всех трех подопытных группах на одном уровне и различались незначительно ($P > 0,05$).

Проведенные расчеты обменной энергии по переваримым питательным веществам не выявили существенного влияния добавок разных форм хрома на содержание обменной энергии в комбикорме. Она составляла: в 1 кг первой контрольной группы 13,28 МДж, во второй опытной группе 13,38 МДж и в третьей опытной группе 13,35 МДж.

Главным показателем, определяющим эффективность конверсии корма, является усвоение и баланс азота. Азот корма является основным структурным элементом, идущим на образование белков тканей и органов в быстро растущем организме свиней.

Исследованиями установлено, что больше азота с кормом поступало в организм подопытных животных в опытных группах, что обусловлено большим количеством потребляемых комбикормов. Так, свиньями второй и третьей опытных групп, в рационы которых дополнительно вводился сернистый хром и хром в форме наночастиц, в сравнении с первой контрольной группой было потреблено азота больше на 4,5 г и 1,8 г соответственно.

Количество выделенного азота с продуктами обмена было больше в первой и второй опытных группах на 14,1 % и 6,4 % в кале и на 2,3 % и 9,1 % в моче по отношению к контролю соответственно.

Установлено, что количество отложенного в теле азота корма у подопытных животных, получавших сернистый хром, было самым высоким, и было больше контрольных аналогов на 12,7 % (25,7 против 13,0). В свою очередь у животных, которые получали наночастицы хрома, отложилось азота в теле на 3,1 % (22,1 против 19,0) меньше в сравнении с контрольными аналогами. Усвоение азота было самым высоким у подопытных животных второй опытной группы, получавших сернистый хром, и превосходило контрольных аналогов при расчете от принятого с кормом на 3,9 % (45,1 против 41,2) и в расчете от усвоенного на 4,7 % (53,4 против 48,7).

В рамках физиологического обменного опыта также был изучен баланс кальция и фосфора при скормливании подопытным животным разных форм хрома (таблица 6,7). Кальций и фосфор составляют более 98 % от количества минеральных веществ, поступающих в организм, и занимают одну из важнейших позиций при изучении минерального обмена.

Установлено, что отложение кальция в теле подопытных животных в контрольной и третьей опытной группах, получавших наночастицы хрома, было на одном уровне и составляло 10,4 г и 10,5 г соответственно, в свою очередь у животных второй опытной группы, получавшей сернистый хром, кальция было отложено 8,7 г, или меньше на 19 %. Количество отложенного кальция в расчете от принятого с комбикормом также находилось примерно на одинаковом уровне

в контрольной и третьей опытной группах и составило 59,1 % и 57,4 %, а во второй опытной 45,3 %, что на 13,8 процентных пункта меньше по сравнению с контрольной группой.

Отложение кальция в теле в расчете от усвоенного во всех подопытных группах не значительно отличалось и находилось в пределах 86,1–86,7 %.

Отложение фосфора у подопытных животных, получавших серноокислый хром, было самым высоким и превосходило контрольных аналогов по количеству от принятого и от усвоенного на 11,1 % и 3,7 % соответственно. В свою очередь у животных, получавших дополнительно наночастицы хрома, количество отложенного в теле фосфора было меньше на 6,1 % от поступившего и на 2,4 % от усвоенного в сравнении с контролем.

В исследованиях также изучалось усвоение испытуемого микроэлемента хрома в организме свиней при поедании его с кормами и дополнительно с испытуемыми добавками.

В результате эксперимента было установлено, что при энтеральном поступлении разных форм хрома в организм свиней как в опытных группах, так и в контрольной отложение хрома в теле составило 1,88–4,07 % в расчете от количества микроэлемента, поступившего в организм.

Следует отметить, что свиньи, получавшие серноокислый хром во второй опытной группе усвоили на 2,19 п.п. хрома больше по сравнению с контрольными аналогами. Поросята из третьей опытной группы, получавшие наночастицы хрома, превосходили контрольных животных по этому показателю на 2,06 п.п.

Следует отметить, что в расчете от количества усвоенного элемента самое высокое отложение хрома отмечено у животных, получавших дополнительно хром, и составило 95,08 % и 91,30 % соответственно во второй и третьей опытных группах, против 88,89 % в контроле ($P > 0,05$).

Заключение

Включение в рацион кормления молодняка свиней на откорме 4,16 мг серноокислого хрома, или 0,05 мг наночастиц хрома в расчете на 1 кг сухого вещества рациона, оказало положительное действие на переваримость питательных веществ в опытных группах: сухого вещества на 1,6 % и 1,1 %, органического вещества на 1,40 % и 1,05 %, сырого жира на 0,6 % и 2,9 % в сравнении с контрольными аналогами. Отмечается тенденция более высокого отложения хрома в теле при использовании в рационе добавок серноокислого хрома и наночастиц.

ЛИТЕРАТУРА

1. Скальный, А. В. Биоэлементы в медицине / А. В. Скальный, И. А. Рудаков. – М.: «Издательский дом «Оникс 21 век»: Мир, 2004. – С. 113–119.
2. Salnikow, K. Genetic and Epigenetic Mechanisms in Metal Carcinogenesis and Cocarcinogenesis: Nickel, Arsenic, and Chromium / K. Salnikow, A. Zhitkovich. - Chem. Res. Toxicol. – 2008. - №21. – P. 28–44.
3. Boleman, S. L. Effect of chromium picolinate on growth, body composition, and tissue accretion in pigs / S. L. Boleman, S. J. Boleman, T. D. Bidner, L. L. Southern, T. L. Ward, J. E. Pontif, M. M. Pike // Journal of Animal Science. – 1995. – №73. – P. 2033 – 2042.
4. Mooney, K. W. Effects of dietary chromium picolinate supplementation on growth, carcass characteristics, and accretion rates of carcass tissues in growing-finishing swine / K. W. Mooney, G. L. Cromwell // Journal of Animal Science. – 1995. – № 73. – P. 3351–3357.
5. Юдина, Т. А. Результаты использования различных дозировок хрома на воспроизводительные способности и некоторые гематологические показатели свиноматок / Т. А. Юдина // Животноводство и ветеринарная медицина: науч.-практ. журн. / УО БГСХА. – 2013. – № 1(8). – С. 9–14.
6. Юдина, Т. А. Влияние хрома на переваримость питательных веществ и продуктивные качества свиноматок белорусской черно-пестрой породы / Т. А. Юдина, О. Г. Циркунова // Животноводство и ветеринарная медицина. – Горки: УО БГСХА. – 2013. – №1(8). – С. 25–30.
7. Гибалкина, Н. И. Потребность бычков в хrome при сенажном типе кормления: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.02 / Н. И. Гибалкина; Мордовский гос. универ-т им. И. И. Огарева. – Саранск, 1998. – 25 с.
8. Малюгин, С. В. Потребность ремонтных телок в хrome при сенажном типе кормления: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.02 / С. В. Малюгин; Мордовский гос. универ-т им. И. И. Огарева. – Саранск, 1996. – 21 с.
9. Хомин, М. М. Интенсивность роста бычков и физиолого-биохимические показатели крови у бычков при скормливании различных форм хрома / М. М. Хомин // Актуальные проблемы биологии в животноводстве: мат. конференции. – Боровск, 2010. – С. 238–239.
10. Межевов, А. Б. Влияние хрома на обмен веществ и молочную продуктивность коров: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.08 / А. Б. Межевов; Мордовский гос. универ-т им. И. И. Огарева. – Саранск, 2012. – 24 с.
11. Мусулькин, Д. Р. Влияние разных уровней хрома на обмен веществ и продуктивность нетелей и коров: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.02 / Д. Р. Мусулькин; Мордовский гос. универ-т им. И. И. Огарева. – Саранск, 2009. – 26 с.
12. Гогин, А. Е. Взаимосвязь хрома с минеральными веществами и жирорастворимыми витаминами в организме мясных цыплят: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.02 / А. Е. Гогин; Всерос-ий науч.-исслед. и техно-ий Ин-т птицеводства. – Сергиев Посад, 2001. – 152 с.
13. Hung, T. Y. Nano- and microsize chromium picolinate increase carcasses weight and muscle and decreases fat in finisher pigs / T. Y. Hung, B. J. Leury, B. J., Sabin, M. A., Lien, T-F. and Dunshea // In “Manipulating Pig Production XII”, ed R.J. van Barneveld. – Australasian Pig Science Association: Werribee. - F.R. 2009. – 183 pp.

14. Hung, T. Y. Potential of nano-chromium in improve body composition and performance of farm animals / T. Y. Hung, B. J. Leury, T. F. Lien and F. R. Dunshea // Proceedings of the 14th Asian-Australasian Association for Animal Production. – Vol 1. – 2010. – P. 108–112.
15. Wang, M. Q. Effect of chromium nanocomposite supplementation on growth hormone pulsatile secretion and mRNA expression in finishing pigs / M. Q. Wang, Z. R. Xu, W. F. Li, Z. G. Jiang // Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. – 2008. – P. 520–525.
16. Nattapon Sirirat, Effects Different Levels of Nanoparticles Chromium Picolinate Supplementation on Growth Performance, Mineral Retention, and Immune Responses in Broiler Chickens / Nattapon Sirirat, Jin-Jenn Lu, Alex Tsung-Yu Hung, Shih-Yi Chen, Tu-Fa Lien // Journal of Agricultural Science. – Vol. 4. – №12. – 2012. – P. 48–58.
17. Овсянников, А. И. Методика постановки научно-хозяйственных опытов по кормлению поросят-отъемышей / А. И. Овсянников ; под ред. А. И. Овсянникова ; ВАСХНИЛ. – М., 1967. – 15 с.
18. Овсянников, А. И. Опыты по переваримости кормов и обмену веществ / А. И. Овсянников // Основы опытного дела в животноводстве / А. И. Овсянников. – М., 1976. – Гл. 3. – С. 131–182.
19. Кузнецов, С. Г. Изучение минерального обмена у сельскохозяйственных животных. / С. Г. Кузнецов, Б. Д. Кальницкий. – Боровск, 1983. – 84 с.
20. Рекомендации по оценке обеспеченности организма сельскохозяйственных животных минеральными веществами / Ю. К. Коваленок [и др.]. – Витебск, 2007. – 43 с.
21. Классификатор сырья и продукции комбикормовой промышленности / Департамент по хлебопродуктам Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – 2010. – 192 с.
22. Нормированное кормление свиней: рекомендации / РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству». – Жодино, 2011. – 47 с.
23. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочное пособие / А. П. Калашников, Н. И. Клейменов, В. Н. Баканов [и др.]. – М.: Агропромиздат. – 1985. – С. 7.
24. Томмэ, М. Ф. Минеральный состав кормов / М. Ф. Томмэ; под ред. М. Ф. Томмэ. – М.: Колос, 1968. – 256 с.
25. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – 3-е изд, испр. – Минск: Высш. школа, 1973. – 320 с.