

2. Дегтяров, Г. П. Механизм очистки загрязненных поверхностей молочного оборудования / Г. П. Дегтяров // Молочная промышленность. – 2007, №7. – С. 23-26.
3. Дегтяров, Г. П. Образование загрязнений на молочном оборудовании средства для их удаления / Г. П. Дегтяров // Техника и оборудование для села. – 2009, №5. – С. 14-16.
4. Костюкевич, С. А. Способ улучшения санитарного состояния доильных установок / С. А. Костюкевич // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. Сб. научных трудов. – Горки : БГСХА, 2000. – С. 88-89.

УДК 636.4.087.72

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАНОЧАСТИЦ ХРОМА В РАЦИОНАХ ОТКАРМЛИВАЕМЫХ СВИНЕЙ**

**А. В. Кравченко**

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук  
Беларуси по животноводству»

г. Жодино, Республика Беларусь

(Республика Беларусь, 222160, г. Жодино, ул. Фрунзе, 11

e-mail: belniig@tut.by)

***Ключевые слова:** наночастицы, хром, серноокислый хром, микроэлементы, молодой свиней.*

***Аннотация.** Публикация посвящена рассмотрению использования наночастиц хрома в рационах кормления молодняка свиней периода откорма. Установлено положительное влияние хрома в форме наночастиц на живую массу откармливаемых свиней, расходование корма и морфологический состав крови при введении их в рационы в низких концентрациях.*

## **EFFICIENCY OF THE USE OF CHROME NANOPARTICLES IN RATES OF GROWING PIGS**

**A. V. Kravchenko**

RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences  
of Belarus on Animal Husbandry»

(Belarus, 222160, Zhodino, 11 Frunze str.; e-mail: belniig@tut.by)

***Key words:** nanoparticles, chromium, chromium sulphate, trace elements, growing pigs.*

***Summary.** The publication is devoted to the consideration of the use of chromium nanoparticles in rations of feeding growing pigs of the fattening period. Established positive influence of chromium in the form of nanoparticles on the weight of fattened pigs, the spending of feed and the morphological composition of blood, when introduced into rations at low concentrations.*

*(Поступило в редакцию 31.05.2017 г.)*

**Введение.** Одним из известных микроэлементов в организме животных является хром. На протяжении последних десятилетий изучению его роли в обмене веществ и функций в организме животных посвящено много научных работ. Сегодня авторы его относят к незаменимым микроэлементам [7]. Самыми распространенными формами являются трех- и шестивалентный хром, однако биологическое значение для живых объектов представляет только трехвалентная форма. Шестивалентная форма хрома при попадании в живой организм в силу сильных окислительных свойств проявляет токсическое действие [14].

Биологическое значение хрома в организме животных впервые было доказано на крысах и свиньях. Установлено, что трехвалентный хром участвует в механизме регуляции обмена глюкозы и влияет на активность инсулина [12]. Полученные результаты послужили толчком для проведения ряда исследований в медицине и фармацевтике и сейчас органические соединения с трёхвалентным хромом успешно используются в профилактике и лечении диабета второго типа [11].

Известно, что введение трёхвалентного хромпиколлината в рационы кормления свиней на завершающей стадии откорма способствовало увеличению прироста мышечной ткани и сокращению интенсивности синтеза и отложения жировой [10, 13]. Дополнительное введение серноокислого хрома в рационы кормления свиноматок оказало положительное действие на увеличение процента оплодотворяемости, живой массы поросят при рождении и их сохранности [9].

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 [1, 4, 8]. Включение в рационы дойных коров оптимального количества хрома оказывало положительное действие на процесс пищеварения, использование азота, кальция и фосфора корма, увеличивало молочную продуктивность, положительно влияло на химический состав и качество молока [5, 6].

В опытах на птице была установлена взаимосвязь хрома с другими макро- и микроэлементами, связанная с изменением их соотношения в мышечной ткани, печени и почках. Установлено положительное коррелирование между хромом и витамином А и отложением витамина Е в печени цыплят [2].

До сих пор ведутся научно-исследовательские работы по установлению норм потребности в хrome разных видов сельскохозяйственных животных и их половозрастных групп. Современные подходы в минеральном питании сельскохозяйственных животных требуют высо-

коэффициентов форм применения микроэлементов, обеспечивающих рост продуктивности и экономической эффективности.

**Цель работы:** изучить продуктивность откармливаемых свиней при использовании в рационах разных доз хрома в форме наночастиц при сравнении с солевым аналогом.

**Материал и методика исследований.** Исследования проводились в условиях свиноводческой фермы «СПК «Первомайский» Смоленичского района Минской области. При постановке научно-хозяйственного опыта использовались хром сернистый (III) 6-водный и жидкая ультрадисперсная суспензия наночастиц хрома («Наноплант Хром (К)»), разработанная в ГНУ «Институт физико-органической химии НАН Беларуси». Размер используемых в опытах наночастиц хрома составлял 5-30 нм.

Введение разных форм хрома в состав рациона кормления молодняка свиней осуществлялось:

- путём добавления в полнорационный комбикорм 0,5% смеси пшеничных отрубей и сернистого хрома;
- путём добавления наночастиц хрома в воду, на основе которой замешивался полнорационный комбикорм до рыхлой каши (со средней влажностью 57%).

Внесение обогащенных сернистым хромом пшеничных отрубей в состав опытных комбикормов проводилось в шнековом смесителе вертикального типа, предназначенного для смешивания сыпучих кормов «OldmillGrinder&Mixer». Концентрация ввода сернистого хрома в рацион свиней на откорме была взята в соответствии с опытной нормой, установленной для свиноматок, концентрация ввода наночастиц хрома была взята в соответствии с результатами, полученными на молодняке свиней периода доразивания [3, 8].

В опытах использовались помесные свиньи мясного направления продуктивности БКБ х БМ. Схема опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема научно-хозяйственного опыта

Группы	Количество животных, голов	Особенности кормления
1 контрольная	16	ОР (СК-26 с премиксом КС-4-1, влажностью 14%)
2 опытная	16	ОР + 4,16 мг Сг на 1 кг сухого вещества комбикорма, (сернистый хром (III) 6-водный)
3 опытная	16	ОР + 0,5 мг наночастиц Сг на 1 кг сухого вещества комбикорма, с водой
4 опытная	16	ОР + 0,05 мг наночастиц Сг на 1 кг сухого вещества комбикорма, с водой
5 опытная	16	ОР + 0,02 мг наночастиц Сг на 1 кг сухого вещества комбикорма, с водой

В опыте было сформировано 5 групп поросят периода откорма в возрасте 120-122 дней со средней живой массой при постановке 53,0-53,1 кг. Свиной подбирали и распределяли по группам методом пар-аналогов по 16 голов в группе из числа аналогичных животных по происхождению, полу и живой массе. Полнорационный комбикорм скармливался в виде влажной смеси (57% влажности, соотношение комбикорма и воды как 1:1).

➤ Первая группа поросят являлась контрольной. Им скармливался основной рацион (ОР), представленный полнорационным комбикормом СК-26 со стандартным премиксом КС-4-1, без ввода хрома.

➤ Поросятам второй опытной группы скармливали ОР с добавлением 0,5% смеси на основе пшеничных отрубей и сернокислого хрома, из расчета 4,16 мг на 1 кг сухого вещества комбикорма.

➤ Поросятам третьей, четвертой и пятой опытных групп скармливали ОР с введением наночастиц хрома, растворенных в воде, на основе которой готовили потом влажную смесь, из расчета 0,5, 0,05 и 0,02 мг на 1 кг сухого вещества комбикорма соответственно.

Ультразвук концентрации наночастиц хрома вводились в воду с целью лучшего распределения по массе комбикорма и для обеспечения впоследствии поступления в организм животного в изучаемом количестве.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Анализ данных научно-хозяйственного опыта показал, что введение разных форм хрома в рационы молодняка свиной период откорма положительно повлияло на увеличение наращивания живой массы и среднесуточные приросты.

Таблица 2 – Данные интенсивности роста молодняка свиной на откорме

Показатели	Группы животных:				
	1 контрольная	2 опытная	3 опытная	4 опытная	5 опытная
Средняя живая масса одного поросенка, кг					
в начале опыта	53,0±1,74	53,1±2,00	53,0±1,72	53,1±1,84	53,0±1,85
в конце опыта	105,1±2,76	107,1±3,43	107,6±1,80	109,2±2,05	107,8±3,20
абсолютный прирост живой массы	52,1±1,58	54,0±2,35	54,6±1,11	56,1±0,93*	54,8±1,71
Среднесуточный прирост живой массы, г					
за весь период опыта	585,4±17,7	606,7±26,4	613,5±12,5	630,3±10,5*	615,±19,2

Примечание, здесь и далее: \*  $P \leq 0,05$ .

Обогащение рационов кормления откармливаемых поросят во второй подопытной группе сернокислым хромом, из расчета 4,16 мг на 1 кг

сухого вещества корма, способствовало большему увеличению живой массы за период опыта на 2,0 кг или на 1,9% по сравнению с контролем. Интенсивность роста у данных животных была больше на 21,3 г в сутки, что составляет 3,6% по сравнению с контрольной группой.

Введение хрома в форме наночастиц с водой также положительно повлияло на продуктивность подопытных поросят на откорме. Самая высокая средняя живая масса за период опыта была у поросят в четвертой опытной группе, в рацион которых вводили наночастицы хрома в дозе 0,05 мг на 1 кг сухого вещества комбикорма. Средняя живая масса по группе за период опыта составила 109,2 кг, что превосходит аналогов из контрольной группы на 3,9% и на 2,0% из группы, получавшей хром в форме сульфата.

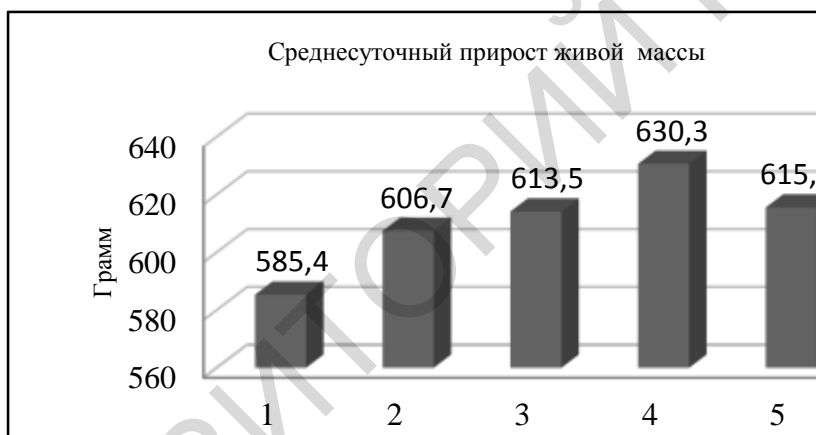


Рисунок – Динамика среднесуточных приростов живой массы

Среднесуточный прирост живой массы у подопытных животных четвертой группы был выше на 7,7% по сравнению с животными в контрольной группе и на 3,9% по сравнению с животными, получавшими сернистый хром (рисунок).

Следует отметить, что среднесуточный прирост живой массы у подопытных поросят в третьей и пятой группах, получавших наночастицы хрома с водой в количестве 0,5 мг и 0,02 мг на 1 кг сухого вещества комбикорма, был на одном уровне и уступал только аналогам в четвертой группе.

Набор живой массы животными напрямую зависит от количества поедаемого корма, питательные вещества которого используются для наращивания живой массы. С целью установления фактического по-

требления кормов в опыте были проведены контрольные кормления. Данные расхода комбикорма за период опыта представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Потребление кормов подопытными животными за период опыта, кг

Показатели	Группы животных:				
	1 контрольная	2 опытная	3 опытная	4 опытная	5 опытная
потребление корма в сутки на 1 голову	2,41	2,49	2,38	2,39	2,41
расход корма в расчете на 1 кг прироста живой массы	4,12	4,10	3,88	3,79	3,92

Анализ данных таблицы 3 показывает, что расход кормов в расчете на 1 кг прироста живой массы за период опыта был разным. Больше всего расходовали корма подопытные животные в контрольной группе, где расход составил 4,12 кг на 1 кг прироста живой массы.

Расход комбикорма в группах, получавших хром в форме сульфата и наночастиц, находился в пределах от 3,79 до 4,10 кг на 1 кг прироста живой массы. Наиболее эффективно использовали питательные вещества комбикормов подопытные поросята, в рацион которых вводили 0,05 мг наночастиц хрома на 1 кг сухого вещества комбикорма, где расход составил 3,79 кг на 1 кг прироста живой массы.

Для изучения влияния включения в рационы поросят разных форм хрома на процессы метаболизма подопытных животных был изучен морфологический состав и биохимические показатели крови. Результаты этих исследований представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Морфологический состав и метаболиты крови свиной

Показатели	Группы животных:				
	1 контрольная	2 опытная	3 опытная	4 опытная	5 опытная
1	2	3	4	5	6
На начало опыта					
Гемоглобин, г/л	115,5±3,23	113,0±4,62	106,5±1,66	108,5±1,71	115,0±2,35
Эритроциты, 10 <sup>12</sup> /л	6,29±0,25	6,03±0,20	5,76±0,07	5,91±0,12	6,02±0,33
Лейкоциты, 10 <sup>9</sup> /л	13,68±1,73	14,75±1,76	13,98±1,42	14,08±2,36	15,68±1,56
Общий белок, г/л	73,95±4,96	66,13±2,41	72,88±1,31	64,68±4,99	59,6±6,36
Мочевина, ммоль/л	4,56±0,75	3,80±0,30	3,99±0,14	4,04±0,16	4,29±0,33
Глюкоза, ммоль/л	3,83±0,77	3,68±0,34	3,85±0,39	4,28±0,15	3,63±0,52
Холестерин, ммоль/л	2,44±0,14	2,23±0,17	2,28±0,14	2,19±0,23	2,26±0,14
Кальций, ммоль/л	3,19±0,07	3,09±0,10	3,11±0,05	2,81±0,07	2,80±0,08
Фосфор, ммоль/л	3,13±0,23	2,86±0,13	2,97±0,08	2,75±0,06	2,95±0,19
На конец опыта					

Гемоглобин, г/л	126,0±8,07	109,2±10,46	125,0±1,78	124,0±6,75	124,5±5,69
Эритроциты, 10 <sup>12</sup> /л	6,54±0,56	5,59±0,83	6,13±0,12	5,96±0,34	6,21±0,13

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6
Лейкоциты, 10 <sup>9</sup> /л	13,73±1,21	13,18±3,33	13,88±1,28	13,33±0,88	15,03±0,74
Общий белок, г/л	79,43±4,36	78,05±5,11	67,65±1,99*	70,63±3,13	67,88±1,99
Мочевина, ммоль/л	3,49±0,34	3,43±0,30	3,86±0,19	3,36±0,12	3,38±0,44
Глюкоза, ммоль/л	3,30±0,58	3,33±0,21	3,25±0,21	3,48±0,33	2,95±0,33
Холестерин, ммоль/л	2,88±0,34	2,38±0,10	2,56±0,03	2,36±0,10	2,37±0,31
Кальций, ммоль/л	3,03±0,15	2,99±0,15	2,59±0,12	2,77±0,17	2,34±0,14*
Фосфор, ммоль/л	3,42±0,34	3,15±0,19	2,96±0,15	2,91±0,18	2,98±0,27

Анализ морфобиохимических данных показал, что все они находились в пределах физиологической нормы как в начале опыта, так и в конце. Следует отметить, что в конце опыта во всех группах кроме контрольной снижается количество лейкоцитов на 0,7-10,6%. Можно предположить, что на снижение данного показателя положительное влияние оказало обогащение рационов кормления хромом в разных формах.

**Заключение.** Введение в рационы кормления откармливаемых свиней наночастиц хрома в количестве 0,05 мг на 1 кг сухого вещества корма способствовало увеличению среднесуточного прироста живой массы на 44,9 г или 7,7%, в сравнении с контрольными аналогами. Расход комбикорма снизился на 0,33 кг на 1 кг прироста живой массы, что составляет 8,0%. Скармливание хрома не оказало отрицательного влияния на морфологический и биохимический состав крови молодняка свиней.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. 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. ун-т им. И.И. Огарева. – Саранск, 1998. – 25 с.
2. 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. науч.-исслед. и технол. ин-т птицеводства. – Сергиев Посад, 2001. – 152 с.
3. Кравченко, А. В. Продуктивность молодняка свиней при использовании в рационах наночастиц хрома / А. В. Кравченко // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – ред. кол. И. П. Шейко [и др.]. – Жодино, 2017. – Т. 52. ч. 1. – С. 215-223.
4. Малогин, С. В. Потребность ремонтных телок в хrome при сенажном типе кормления : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.02 / С. В. Малогин ; Мордовский гос. ун-т им. И.И. Огарева. – Саранск, 1996. – 21 с.
5. 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. ун-т им. И.И. Огарева. – Саранск, 2012. – 24 с.
6. 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. ун-т им. И.И. Огарева. – Саранск, 2009. – 26 с.

7. Скальный, А. В. Биоэлементы в медицине / А. В. Скальный, И. А. Рудаков. - М. : «Издательский дом «Оникс 21 век»: Мир, 2004. – С. 113-119.
8. Хомин, М. М. Интенсивность роста бычков и физиолого-биохимические показатели крови у бычков при скармливании различных форм хрома / М. М. Хомин // Актуальные проблемы биологии в животноводстве : материалы конф. – Боровск, 2010. – С. 238-239.
9. Юдина, Т. А. Результаты использования различных дозровок 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.
10. 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. – Vol. 73. – P. 2033-2042.
11. Lukaski, H. C. Chromium as a supplement / H.C. Lukaski // Annu. Rev. Nutr. – 1999. – P. 279-302.
12. Mertz, W. Chromium (III) and the glucose tolerance factor / W. Mertz, K. Schwartz // Arch. Biochem. Biophys. – 1959. - № 85. – P. 292-295.
13. 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. – Vol. 73. – P. 3351-3357.
14. 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.

УДК 636:612(075.8)

## **ВЛИЯНИЕ САПРОПЕЛЯ НА СОХРАННОСТЬ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ СЫРОГО КУКУРУЗНОГО КОРМА**

**Е. Г. Кравчик**

УО «Гродненский государственный аграрный университет»

г. Гродно, Республика Беларусь

(Республика Беларусь, 230008, г. Гродно, ул. Терешковой, 28

e-mail:ggau@ggau.by)

***Ключевые слова:** сырой кукурузный корм, сапропель, сохранность нутриентов сырого кукурузного корма в смеси с сапропелем.*

***Аннотация.** Доказана целесообразность применения сапропеля для повышения сроков использования, улучшения биологической ценности и сохранности нутриентов в сыром кукурузном корме. Выбранная доза сапропеля (15% от массы сырого кукурузного корма) объясняется тем, что по содержанию обменной энергии, сырого протеина, сырого жира, сырой клетчатки и каротина внесенный сапропель способствует сохранению качества сырого кукурузного корма, а именно, препятствует развитию гнилостных процессов, индикатором протекания которых является накопление масляной кислоты.*

## **THE EFFECT OF SAPROPEL ON THE CONSERVATION OF NUTRIENTS IN THE RAW MAIZE FEED**