

В. Сучкова, Н. А. Шарейко, А. А. Курепин // Учёные записки ВГАВМ. – 2013. – Т. 49, вып. 1, ч. 2. – С. 161-164.

26. Экструдированный обогатитель на основе льносемян и ячменной крупки в рационах телят / В. Ф. Радчиков, О. Ф. Ганушенко, В. К. Гурин, С. Л. Шинкарёва, В. А. Люндышев // Весті Нацыянальная акадэміі навук Беларусі. Сер. аграрных навук. – 2015. – № 1. – С. 92-97.

27. Показатели рубцового пищеварения у молодняка крупного рогатого скота в зависимости от соотношения расщепляемого и нерасщепляемого протеина в рационе / А. Н. Кот, В. Ф. Радчиков, В. П. Цай, И. Ф. Горлов, Н. И. Мосолова, С. И. Кононенко, В. Н. Куртина, С. Н. Пилук, А. Я. Райхман // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2016. – Т. 51, ч. 2: Технология кормов и кормления, продуктивность. Технология производства, зоогигиена, содержание. – С. 3-11.

28. Экструдированный обогатитель местных источников сырья при кормлении телят / В. К. Гурин, В. Ф. Радчиков, О. Ф. Ганушенко, С. Л. Шинкарёва // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сб. науч. тр. – Горки, 2013. – Вып. 16, ч. 1. – С. 149-156.

*Поступила 13.03.2019 г.*

УДК 637.5.04/.07:[636.4.085.12:546.76-022.532]

А.В. КРАВЧЕНКО

## **ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ ХРОМА НА КАЧЕСТВО ТУШ, МЯСА И ПОДКОЖНОГО ЖИРА СВИНЕЙ**

*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

Изучены показатели мясной продуктивности и морфологический состав туш свиней, получавших при жизни рационы с включением разных форм хрома в дозах 4,16, 0,5, 0,05 и 0,02 мг/кг сухого вещества комбикорма. Приведены данные о влиянии хрома в виде сернистой соли и наночастиц на: физико-химические показатели мяса и подкожного жира, массу внутренних органов, отложение гликогена и хрома в мышечной ткани, печени и почках.

**Ключевые слова:** наночастицы, хром, сернистый хром, микроэлементы, мясная продуктивность, свиньи.

A.V. KRAVCHENKO

## **EFFECT OF CHROMIUM NANOPARTICLES ON QUALITY OF CARCASS, MEAT AND BASING FAT OF PIGS**

*Research and Production Center of the National Academy of Sciences of Belarus  
for Livestock Breeding, Zhodino, Belarus*

Indicators of meat performance and morphological composition of pigs carcasses receiving diets with inclusion of various forms of chromium in doses of 4.16, 0.5, 0.05 and 0.02 mg/kg of dry matter of compound feed were studied. Data is presented on effect of chromium in the form of sulphate and nanoparticles on: physical and chemical indicators of meat and basing fat,

weight of internal organs, deposition of glycogen and chromium in muscle tissue, liver and kidneys.

**Key words:** nanoparticles, chromium, chromic sulphate, trace elements, meat performance, pigs.

**Введение.** Успешное производство свинины во многом зависит от способности современных пород свиней эффективно потреблять и преобразовывать питательные вещества корма в соединения, идущие на рост и развитие органов и тканей организма. На интенсивность протекания процессов обмена веществ в организме оказывают влияние биологически активные вещества, к которым относятся витамины, макро- и микроэлементы.

На протяжении последних десятилетий изучению роли новых микроэлементов в питании и обмене веществ в организме животных посвящено много научных работ, среди которых много внимания уделено роли хрома. Сегодня он относится к биологически необходимым микроэлементам [1].

Использование новых микроэлементов в кормлении свиней может влиять на качество и химический состав получаемой свинины и субпродуктов. Имеет большое значение, в какой форме микроэлемент попадает в организм животного. Самыми распространёнными встречающимися формами является трёх- и шестивалентный хром, однако биологическое значение для живых объектов имеет только трёхвалентная форма. Шестивалентная форма хрома при попадании в живой организм обладает сильными окислительными свойствами и может проявлять токсическое действие [2].

За последние годы накоплены объективные данные об эффективности применения трёхвалентного хрома как биологически активного микроэлемента для животных. Проведены исследования и установлено его значение в функциональной активности инсулина и о влиянии, в первую очередь, на углеводный и белковый обмен.

Большинство научных работ по этой проблеме посвящено изучению свойств трёхвалентного хрома в виде сульфатов, хлоридов и оксидов. Однако данные соединения обладают невысокой степенью усвояемости хрома в организме (около 30 % от поступившего вещества) и могут агрессивно влиять на витамины и другие биологически активные соединения, входящие в состав комбикормов [3].

Активно ведутся исследования применения хелатных соединений хрома: хромпириколинат, хромаспаргинат, хромметионин, хромникотинат и др. Органические формы хрома обладают лучшей всасываемостью в тонком кишечнике и степенью усвоения в организме по сравнению с солями, однако также имеют и более высокую стоимость [4, 5]. Известно, что введение трёхвалентного хромпириколината в рационы

свиней на завершающей стадии откорма способствовало увеличению прироста мышечной ткани и сокращению интенсивности синтеза и отложения жировой [6, 7].

Актуальны исследования использования в животноводстве микроэлементов в форме наночастиц. Данные биопрепараты нового поколения могут быть представлены в виде ультрадисперсных порошков металлов или их коллоидных растворов. Отличительной особенностью их является способность активизировать физиологические и биохимические процессы при использовании в малых дозах. Это позволяет значительно снизить количество используемого микроэлемента в составе рациона и обеспечить экономическую эффективность [8, 9].

**Целью** научно-исследовательской работы стало определить показатели мясной продуктивности и физико-химические показатели мяса молодняка свиней после убоя при использовании в рационах разных форм хрома.

**Материал и методика исследований.** Научно-хозяйственный опыт проведён на базе свиноводческого комплекса СПК «Первомайский» Смолевичского района Минской области. В опыте было сформировано 5 групп молодняка свиней БКБхБМ (белорусская крупная белая, белорусская мясная) периода откорма. Подопытных животных подбирали и распределяли по группам методом пар-аналогов из числа животных, аналогичных по происхождению, полу и живой массе. Всем группам скармливался основной рацион, представленный полнорационным комбикормом СК-26 со стандартным премиксом КС-4-1, в виде влажной смеси (57 % влажности, соотношение комбикорма и воды как 1:1).

Таблица 1 – Схема научно-хозяйственного опыта

Группы	Особенности кормления
I контрольная	ОР (СК-26 с премиксом КС-4-1, влажностью 14 %)
II опытная	ОР + 4,16 мг Cr на 1 кг сухого вещества комбикорма (сернистый хром (III) 6-водный) с водой
III опытная	ОР + 0,5 мг наночастиц Cr на 1 кг сухого вещества комбикорма с водой
IV опытная	ОР + 0,05 мг наночастиц Cr на 1 кг сухого вещества комбикорма с водой
V опытная	ОР + 0,02 мг наночастиц Cr на 1 кг сухого вещества комбикорма с водой

I группа поросят являлась контрольной. Им скармливался основной рацион без ввода хрома.

Поросятам II опытной группы скармливали основной рацион с добавлением 0,5 % смеси на основе пшеничных отрубей и сернистого хрома ( $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) из расчёта 4,16 мг чистого элемента на 1 кг сухого вещества корма.

Поросётам III, IV и V опытных групп скармливали основной рацион с введением наночастиц хрома с водой, на основе которой готовили влажную кормовую смесь из расчёта 0,5, 0,05 и 0,02 мг на 1 кг сухого вещества комбикорма.

В эксперименте использовали хром серноокислый (III) 6-водный и разработанную в Институте физико-органической химии НАН Беларуси жидкую ультрадисперсную суспензию наночастиц хрома («Нано-плант Хром (К)», концентрация – 1 г/л, размер частиц – 5-30 нм).

Оцениваемые образцы органов, мяса и хребтового шпика отбирали в конце научно-хозяйственного опыта после контрольного убоя из полутуш от 5-ти животных из каждой группы. Образцы мяса отбирались в районе 9-12-го грудного позвонка, где пролегает длиннейшая мышца спины. После обескровливания полутуши подопытных животных были выдержаны 48 часов в холодильнике при температуре 2-4 °С [10].

Изучение морфологического состава туш и определение физико-химических показателей осуществлялось согласно методическим рекомендациям ВАСХНИЛ по изучению качества туш, мяса и подкожного жира убойных свиней [11].

Оценку содержания гликогена в образцах печени и мышечной ткани проводили спектрофотометрически прямым методом.

Исследование массовой доли аминокислот в мышечной ткани проводилось согласно МВИ.МН 1363-2000.

Определение содержания хрома в образцах мышечной ткани, печени и почек осуществлялось методом атомной спектроскопии с использованием спектрометра SOLAAR с электротермической атомизацией.

Биометрическая обработка материалов исследований проведена по общепринятым методам вариационной статистики с использованием электронно-вычислительной техники и пакета программ «Microsoft Excel» [12].

**Результаты экспериментов и их обсуждение.** Мясная продуктивность характеризуется качеством свинины и определяется рядом признаков. Большая часть их относится к оценке туши после убоя животного по количеству и соотношению основных тканей, другие показатели характеризуют пищевые и технологические свойства мяса и шпика. Данные показатели напрямую зависят от наследственных генетических возможностей породы свиней и полноценного кормления, которое должно быть сбалансировано по всем питательным и биологически активным веществам, в том числе и по микроэлементам.

Использование в составе полнорационных комбикормов разных форм хрома оказало положительное влияние на показатели мясной продуктивности подопытных животных (таблица 2).

Таблица 2 – Показатели мясной продуктивности подопытных свиней (n=5)

Показатели	Группы				
	I кон- трольная	II опытная	III опытная	IV опытная	V опытная
Предубойная жи- вая масса, кг	106,9±1,24	108,5±2,20	109,3±2,00	110,3±1,57	108,7±3,81
Масса парной ту- ши, кг	71,2±0,97	72,6±1,44	73,2±1,71	74,4±1,50	73,0±2,66
Масса внутреннего жира, кг	2,00±0,24	1,77±0,11	1,82±0,11	1,93±0,21	1,82±0,29
Убойный выход, %	68,5±0,80	68,6±0,93	68,6±0,89	69,2±0,67	68,8±1,21
Выход туши, %	66,6±0,72	66,9±0,92	67,0±0,88	67,4±0,51	67,2±1,15
Масса охлаждён- ной туши, кг	70,41±0,69	71,81±0,78	72,22±0,55	73,43±0,51**	72,02±0,85
В том числе, кг:					
мясо	42,68±0,35	44,48±0,37**	44,42±0,39*	46,71±0,50**	44,36±0,36**
сало	18,53±0,29	17,85±0,27	18,69±0,13	17,69±0,40	18,40±0,39
кости	9,20±0,12	9,48±0,16	9,11±0,15	9,03±0,09	9,26±0,15
В % к туше:					
мясо	60,6±0,50	61,9±0,51	61,5±0,54	63,6±0,69*	61,6±0,50
сало	26,3±0,41	24,9±0,38*	25,9±0,18	24,1±0,54*	25,5±0,54
кости	13,1±0,18	13,2±0,22	12,6±0,21	12,3±0,13*	12,9±0,21
Индекс мясности	4,6±0,04	4,7±0,05	4,9±0,04*	5,2±0,07**	4,8±0,05
Выход мякоти на 1 кг костей, кг	6,7±0,05	6,6±0,06	6,9±0,07*	7,1±0,05**	6,8±0,04
Площадь «мышеч- ного глазка», см <sup>2</sup>	40,9±1,73	41,8±3,75	47,1±3,85	48,6±5,41	49,7±5,62
Толщина шпика, мм	31,30±2,48	31,10±2,30	31,70±1,66	33,40±2,03	30,80±2,29

Исходя из данных живой массы животных перед убоем и массы охлаждённой туши, рассчитан процент убойного выхода, который во всех опытных группах был примерно на одном уровне и варьировал в пределах от 68,5 до 69,2 %, что является хорошим показателем для помесного молодняка свиней белорусской крупной белой и белорусской мясной породы. Следует отметить, что самый большой убойный выход (69,2 %) был у подопытных животных, получавших рационы с включением наночастиц хрома в дозе 0,05 мг/кг сухого вещества комбиорма.

На основании данных по обвалке туш подопытных свиней изучен морфологический состав и определён выход съедобных частей. Массу мышечной ткани определяли по разности между массой полутуши и суммой жира вместе с кожей и костями.

Установлено, что самой высокой полностью обладали подопытные животные, получавшие в рационах хром, как в сернистой форме, так и в форме наночастиц. Выход мяса в опытной группе, где применялся сернистый хром из расчёта 4,16 мг/кг сухого вещества

корма, был достоверно больше на 1,8 кг, или 4,2 %, в сравнении с контролем ( $P \leq 0,01$ ). В III, IV и V опытных группах, получавших рационы с применением наночастиц хрома в количестве 0,5, 0,05 и 0,02 мг/кг сухого вещества корма, выход мяса был достоверно больше на 4,1 %, 9,4 и 3,9 % соответственно в сравнении с контрольными аналогами ( $P \leq 0,05-0,01$ ).

На основании полученных данных морфологического состава туш рассчитан индекс мясности и количество мягких тканей, приходящихся на 1 кг костей. Самый высокий индекс был в IV опытной группе (0,05 мг  $nCr$ /кг сухого вещества корма) и достоверно превосходил контрольных аналогов на 13,0 % ( $P \leq 0,01$ ). Наибольшее количество мякоти, приходящееся на 1 кг костей, также отмечено в IV группе и составило 7,1 кг, что достоверно больше на 6,0 % по сравнению с контролем ( $P \leq 0,01$ ).

Одним из приёмов установления качества свинины и её полномясности является определение площади «мышечного глазка», которая измеряется на поперечном сечении длиннейшей мышцы спины между последним грудным и первым поясничным позвонками.

На основании полученных данных по площади «мышечного глазка» установлено, что у животных, получавших сернистый хром, площадь «мышечного глазка» больше на 2,2 % по сравнению с контролем. Прослеживается тенденция к увеличению средних значений площади «мышечного глазка» в зависимости увеличения этого роста со снижением дозировки наночастиц хрома в полнорационных комбикормах. Так, в III, IV и V опытных группах, получавших наночастицы хрома из расчёта 0,5 мг, 0,05 и 0,02 мг/кг сухого вещества комбикорма, площадь «мышечного глазка» была больше на 15,2 %, 19,0 и 21,6 % в сравнении с контролем.

Толщина шпика, как в контроле, так и в опытных группах, незначительно отличалась и находилась в пределах 30,8-31,7 мм, за исключением IV опытной группы, где данный показатель составил 33,4 мм и превосходил контрольных аналогов на 6,7 %.

Качество получаемой свинины напрямую зависит от химического состава мяса и подкожной клетчатки. Также показателем, влияющим на ценность свинины и характеризующим интенсивность обменных процессов в организме животного, может служить цвет мяса, а активная кислотность, измеряемая через 24 часа после убоя, может характеризовать подверженность мяса к порокам (таблица 3).

Считается, что интенсивность цвета свиные 65 единиц экстинкции по показателю Гофо характеризует мясо хорошего качества. В наших исследованиях данный показатель был выше 65 единиц экстинкции во всех опытных группах. Наиболее интенсивный цвет мяса был в опыт-

ных группах животных, которым скармливали хром в форме наночастиц. Наибольшие показатели цветности были в мясе от животных IV и V опытных групп и достоверно превышали значения в контрольной группе на 18,8 % ( $P \leq 0,05-0,01$ ).

Таблица 3 – Физико-химические показатели мяса (n=5)

Группы	Показатели			
	Цвет, ед. экстинкции	pH, ед. кислотности	Потери мясного сока, %	Влагоудерживающая способность, %
I контрольная	66,50±2,38	5,38±0,12	33,20±2,39	27,94±3,61
II опытная	68,75±2,22	5,47±0,32	36,41±0,93	33,98±2,81
III опытная	79,00±3,74*	5,19±0,05	36,48±2,27	37,64±2,14
IV опытная	79,00±1,83**	5,18±0,04	34,95±4,28	33,50±4,93
V опытная	73,50±2,38	5,18±0,04	31,95±4,85	35,96±5,16

Показатель активной кислотности (pH) в отобранных образцах мяса длиннейшей мышцы спины был ниже 5,4 ед. кислотности, что указывает на высокую степень посмертного гликолиза, что положительно влияет на сроки хранения мяса. Так, данный показатель в опытных группах, получавших наночастицы хрома, находился в пределах 5,18-5,38 ед. кислотности, а во II опытной группе, получавшей серноокислый хром, pH составил 5,47 ед. кислотности.

Потери мясного сока находились примерно на одном уровне во всех опытных группах с незначительными колебаниями. Наибольшие значения потерь мясного сока были отмечены в группах с наибольшими дозировками хрома: 4,16 и 0,5 мг/кг сухого вещества комбикорма и составили 36,41 и 36,48 %.

Влагоудерживающая способность мяса влияет на технологическую пригодность и пищевую ценность мясных продуктов. Данный показатель был выше во всех опытных группах, животным которых скармливались разные формы хрома, варьировал от 33,50 до 37,64 % и превосходил контрольных аналогов на 5,56-9,70 процентных пункта.

Питательная ценность свинины определяется составом тканей и их соотношением. Наибольшей питательной ценностью обладает мышечная ткань, так как в ней содержится большое количество белков и аминокислот. Также на качество свинины влияет соединительная ткань, которая придаёт мясу определённые вкусовые и технологические свойства, а жировая ткань влияет на калорийность и вкус мяса. В таблице 4 представлены данные по химическому составу образцов мяса от убойных свиней.

Таблица 4 – Химический состав мяса (n=5), %

Группы	Показатели			
	Влага	Протеин	Жир	Зола
I контрольная	75,34±1,62	17,48±2,69	6,46±1,21	0,72±0,10
II опытная	75,38±0,27	18,81±0,95	5,00±0,78	0,82±0,06
III опытная	74,07±1,23	19,19±0,62	6,08±1,18	0,67±0,04
IV опытная	73,25±0,61	20,16±0,69	5,91±0,85	0,68±0,13
V опытная	72,45±2,15	20,56±1,57	6,00±1,48	0,79±0,08

В ходе химического анализа средних проб мяса от подопытных животных установлено, что количество влаги и жира в опытных группах, получавших серноокислый хром и наночастицы хрома в различных дозировках, снижалось, а содержание протеина возросло, что характеризует большую ценность такого мяса как пищевого продукта. Самое высокое содержание протеина отмечено в IV и V опытных группах животных, которым скармливали наночастицы хрома в количестве 0,05 и 0,02 мг/кг сухого вещества комбикорма. Данный показатель в средних пробах мяса был выше на 15,3 и 17,6 % в сравнении с контрольной группой.

Большой интерес представляет и химический состав средних проб жировой ткани, влияющий на калорийность мяса в целом (таблица 5).

Таблица 5 – Химический состав шпика (n=5), %

Группы	Показатели			
	Влага	Протеин	Жир	Зола
I контрольная	10,51±3,72	2,08±0,69	87,34±3,52	0,08±0,01
II опытная	7,34±0,43	2,50±0,51	90,08±0,40	0,08±0,01
III опытная	7,45±1,02	2,79±0,29	89,67±1,23	0,08±0,01
IV опытная	6,55±0,67	2,29±0,80	91,09±0,40	0,07±0,01
V опытная	6,62±0,99	1,82±0,24	91,49±0,90	0,08±0,01

На основании данных таблицы 5 можно заключить, что в средних образцах шпика во всех группах, за исключением контрольной, снижается содержание влаги и возрастает содержание жира. Количество золы в шпике животных всех опытных групп было на одном уровне и колебалось от 0,07 до 0,08 %.

Тенденция, установленная в увеличении количества протеина в средних образцах мяса от животных, которым скармливался хром, прослеживается и в его увеличении в шпике. Исключение составила только V опытная группа, где данный показатель снизился в сравнении с контролем на 12,5 %. Самый высокий процент содержания протеина в шпике отмечен в III опытной группе, животные которой получали наночастицы хрома в концентрации 0,5 мг/кг сухого вещества корма, и составил 2,79 %, что больше в сравнении с контролем на 34,1 %. Следует отметить, что такие большие колебания обусловлены малым со-

держанием протеина от общего химического состава шпика – менее 5 %.

Построение мышечных и жировых тканей в организме животных не происходит без участия внутренних органов. Рост организма животного и его продуктивности зависит от развития его внутренних органов и их способности обеспечить нормальное функционирование систем кровообращения, дыхания и пищеварения. Информация о массе внутренних органов от убойных свиней представлена в таблице 6.

Таблица 6 – Данные массы внутренних органов (n=5), кг

Группы	Показатели				
	Сердце	Печень	Почки	Селезенка	Лёгкие
I контрольная	0,37±0,02	1,97±0,09	0,46±0,05	0,28±0,01	1,04±0,08
II опытная	0,33±0,01	2,11±0,10	0,44±0,03	0,31±0,01	1,11±0,07
III опытная	0,42±0,05	2,23±0,17	0,41±0,02	0,23±0,02	0,99±0,09
IV опытная	0,40±0,02	2,39±0,16	0,42±0,02	0,25±0,02	1,11±0,10
V опытная	0,36±0,02	2,21±0,13	0,40±0,03	0,25±0,03	1,10±0,05

Данные определения массы сердца от подопытных животных свидетельствуют, что наиболее развитым этот орган был у животных III и IV опытных групп, где средняя масса их составила 0,42 и 0,40 кг, что на 13,5 и 8,1 % больше по сравнению со значениями контрольной группы.

Масса печени у животных контрольной группы была ниже в сравнении со всеми животными опытных групп, которым скармливался хром в форме соли и наночастиц. Самый высокий показатель массы печени отмечен у животных IV опытной группы, получавших наночастицы хрома в количестве 0,05 мг/кг сухого вещества комбикорма, и превосходил контроль на 21,3 %.

Масса почек у подопытных животных, получавших хром, находилась примерно на одном уровне и была ниже во всех опытных группах по сравнению с контрольной.

Среди показателей средней массы селезёнки значения выше, чем в контроле, были во II опытной группе и составили 0,31 кг, что выше на 10,7 %. В остальных опытных группах, животные которых получали наночастицы хрома, данный показатель был ниже, чем в контроле и находился примерно на одном уровне (0,23 кг, 0,25 и 0,25 кг).

При анализе развития легких у подопытных животных установлено, что самой большой массой лёгких обладали животные II опытной группы, получавшей сернистый хром из расчёта 4,16 мг/кг сухого вещества полнорационного комбикорма, и животные IV опытной группы, которым скармливали хром в форме наночастиц из расчёта 0,05 мг/кг сухого вещества комбикорма. Масса лёгких в данных группах составила 1,11 кг и одинаково превосходила массу лёгких в кон-

трольной группе на 6,7 %.

Ранее изученные данные исследований многих авторов свидетельствуют, что хром может влиять на отложение гликогена в печени и мышцах. Было принято решение проанализировать данный показатель и ходе наших исследований, так как он представляет большой научный интерес.

Большое значение гликоген имеет также для производства свинины на промышленной основе. Он влияет на качество свинины вследствие прямого участия в автолитических процессах (распаде), происходящих в мясе после убоя. Изменение свойств мяса происходит в определённой последовательности, и его качественные показатели на разных стадиях послеубойного хранения и созревания отличаются (таблица 7).

Таблица 7 – Данные содержания гликогена в мышечной ткани и печени (n=4), г

Группы	Показатели	
	в мышечной ткани	в печени
I контрольная	2,39±0,49	53,16±4,63
II опытная	3,36±0,44	55,28±2,47
III опытная	2,20±0,79	43,63±4,35
IV опытная	1,90±0,51	36,13±5,14
V опытная	1,28±0,27	33,83±6,34

Содержание гликогена в средних пробах мышечной ткани превышало данный показатель в контроле только в двух группах: во II опытной группе – на 40,6 %, в III группе – на 21,8 %. В остальных опытных группах содержание гликогена в мышцах было ниже в сравнении с контрольным аналогом.

Данных исследований показывают, что в средних пробах печёночной ткани от животных, получавших хром в виде наночастиц, содержание гликогена ниже в сравнении с контрольной группой, не получавшей хром, и II опытной группой, животные которой получали сернокислый хром. Выше данный показатель был только во II опытной группе, животным которой скармливался сернокислый хром, и составило 55,28 г/л, что больше на 4,0 % по сравнению с животными в контрольной группе.

Можно предположить, что низкая концентрация гликогена в мышечной и печёночной ткани в опытных группах животным, которым скармливались наночастицы хрома, обусловлена высокой интенсивностью углеводного обмена в организме свиней.

Из литературных источников известно, что при снижении уровня глюкозы в крови организм с помощью ферментов расщепляет запасенный ранее гликоген, в результате чего мышцы получают достаточное количество глюкозы и нормально функционируют, а при повышении её уровня в крови происходит гликогенез и отложение гликогена [13].

Концентрация минеральных биоэлементов в теле и тканях животных в обычных условиях относительно постоянна и средние показатели могут служить исходным материалом при определении их минерального статуса и полноценности минерального кормления.

Введение в комбикорма для свиней микроэлементов является необходимым условием обеспечения высокой продуктивности и снижения расхода кормов в свиноводческой отрасли. Однако надо учитывать, что чрезмерно большая дача какого-либо жизненно необходимого элемента может вызвать избыточное накопление его в тканях и органах депо. Впоследствии данные высокие концентрации элемента могут сохраниться и после убоя животных в продуктах переработки, идущих для удовлетворения пищевых нужд населения. Данные содержания хрома в продуктах убоя приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Данные содержания хрома в продуктах убоя (n=4), мг/кг

Группы	Показатели		
	в мышечной ткани	в печени	в почках
I контрольная	0,30±0,25	0,22±0,04	0,05±0,03
II опытная	0,15±0,12	0,15±0,05	0,04±0,01
IV опытная	0,03±0,0	0,45±0,04	0,07±0,02

Исследования образцов тканей от подопытных животных показали, что концентрация хрома при скормливании его в форме сульфата ниже во всех органах. Содержание элемента было ниже в мышечной ткани при сравнении с контролем: в мышечной – на 50 %, в печёночной – на 31,8 % и в почечной ткани – на 20 %. При введении в рацион наночастиц хрома из расчёта 0,05 мг/кг сухого вещества корма концентрация элемента снизилась только в мышечной ткани на 90 %, а в печёночной и почечной возрастает на 104,5 и 40 % соответственно.

Концентрация хрома в продуктах убоя была больше в тканях печени и мышц по сравнению с образцами тканей почек.

Аномальное распределение хрома в тканях и большая вариабельность в концентрации может объясняться тем, что в тканях он содержится в предельно малых остаточных количествах, а также небольшой выборкой.

Следует отметить, что количество хрома в тканях не превышало 0,5 мг/кг вещества, что соответствует гигиеническим требованиям, предъявляемым к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов в Республике Беларусь [14].

**Заключение.** Применение в рационах откармливаемого молодняка свиней наночастиц хрома в количестве 0,05 мг на 1 кг сухого вещества корма способствовало повышению выхода мяса на 9,4 %, индекса мясности – на 13 %, площади «мышечного глазка» – на 19 %, толщины

шкика – на 6,7 % и увеличению содержания протеина в мясе на 15,3 %.

#### Литература

1. Скальный, А. В. Биоэлементы в медицине / А. В. Скальный, И. А. Рудаков. – Москва : Издательский дом «Оникс 21 век»: Мир, 2004. – 272 с.
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. Актуальные проблемы применения биологически активных веществ и производства премиксов : монография / Т. М. Околелова, А. В. Кулаков, С. А. Молоскин, Д. М. Грачёв. – Сергиев Посад, 2002. – 282 с.
4. Berner, T. O. Determining the safety of chromium tripicolinate for addition to foods as a nutrient supplement / T. O. Berner, M. M. Murphy, R. Slesinski // Food Chem. Toxicol. – 2004. – № 42. – P. 1029–1042.
5. Effect of chromium picolinate on growth, body composition, and tissue accretion in pigs / S. L. Boleman [et al.] // Journal of Animal Science. – 1995. – Vol. 73. – P. 2033–2042.
6. Effect of chromium picolinate on growth, body composition, and tissue accretion in pigs / S. L. Boleman [et al.] // Journal of Animal Science. – 1995. – Vol. 73. – P. 2033–2042.
7. 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.
8. Ильичёв, Е. А. Показатели белкового обмена и мясная продуктивность бычков чёрно-пёстрой породы при введении в рацион нанопорошков металлов кобальта и меди : автореф. канд. биол. наук: 03.03.01 / Е. А. Ильичёв ; Рязанский гос. агротех. ун-т им. П.А. Костычева. – Рязань, 2012. – 21 с.
9. Сайтханов, Э. О. Физиологическое состояние и иммунобиологический статус поросят при введении в рацион ультрадисперсного порошка железа : автореф. канд. биол. наук: 03.03.01 / Э. О. Сайтханов ; Рязанский гос. агротех. ун-т им. П.А. Костычева. – Рязань, 2011. – 22 с.
10. Алимарданова, М. К. Биохимия мяса и мясных продуктов : учеб. пособие / М. К. Алимарданова. – Астана : Фолиант, 2009. – 184 с.
11. Методические рекомендации по изучению качества туш, мяса и подкожного жира убойных свиней / ВАСХНИЛ. – Москва, 1978. – 44 с.
12. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – 3-е изд., испр. – Минск : Вышэйшая школа, 1973. – 320 с.
13. Зайцев, С. Ю. Биохимия животных. Фундаментальные и клинические аспекты : учебник / С. Ю. Зайцев, Ю. В. Конопатов. – 2-е изд., испр. – СПб.: Лань, 2005. – 384 с.
14. Об утверждении Санитарных норм и правил «Требования к продовольственному сырью и пищевым продуктам», Гигиенического норматива «Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов» : Постановление М-ва здравоохранения РБ, 21 июня 2013., № 52 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электрон. ресурс]. – 2003-2019. – Режим доступа: [http://pravо.by/upload/docs/op/W21327668p\\_1373403600.pdf](http://pravо.by/upload/docs/op/W21327668p_1373403600.pdf). – Дата доступа: 10.07.2013, 8/27668

*Поступила 22.03.2019 г.*