**Морфо-биохимические показатели
цыплят-бройлеров при
использовании наночастиц хрома
Morphological and biochemical
indicators of broiler chickens when
using chromium nanoparticles**

Губайдуллина И.З.
г. Оренбург

Авторы / Authors

Губайдуллина И.З.¹, аспирант направления ветеринария и зоотехния, младший научный сотрудник, e-mail: gubaidullinae@mail.ru.

Гавриш И.А.^{1,2}, аспирант химико-биологического факультета, младший научный сотрудник, e-mail: gavrish.irina.ogu@gmail.com.

Лебедев С.В.^{1,2}, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, e-mail: lsv74@list.ru.

Маркова И.В.¹, кандидат биологических наук, научный сотрудник, e-mail: irinazzz88@yandex.ru.

¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук", г. Оренбург,

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Оренбургский государственный университет", г. Оренбург

Gubaidullina I.Z., Gavrish I.A., Lebedev S.V., Markova I.V.

DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2019-1-2

УДК 636.5:577.17

Ключевые слова: ультрадисперсные частицы; цыплята-бройлеры; интенсивность роста; биохимические показатели; внутренние органы; морфологические показатели

Key words: ultradisperse particles; broiler chickens; growth rate; biochemical parameters; internal organs; morphological parameters

Резюме. В статье приведены результаты исследования по дополнительному включению ультрадисперсных частиц Cr в комбикорм цыплят-бройлеров в дозировке 50, 100, 200 и 400 мг/кг корма. Установлено, что абсолютный прирост цыплят достоверно увеличился при дозе 200 мг/кг на 12 %, при 400 мг/кг - 11 %. Содержание общего белка в сыворотке крови коррелировал с массой тела, увеличение от контрольных значений составило 2,5 и 6,0 % соответственно. Отмечен факт снижения глюкозы в сыворотке крови опытных групп на 7,2; 12,8; 9,0 и 8,0 %, креатинин в сыворотке крови уменьшился в I и IV группах на 26,3 и 26,0 %; во II и III увеличился незначительно. Токсичного эффекта на внутренние органы и в целом на живой организм не установлено, что подтверждено отсутствием различий по массе сердца, поджелудочной железы, селезенки ($p \leq 0.05$) и легких от контрольных значений. Это исследование показало, что доза ультрадисперсных частиц от 100 до 200 мг/кг корма может стать перспективной добавкой для увеличения ростовых показателей цыплят бройлеров.

Summary. The article presents the results of an investigation into the incorporation of ultradisperse Cr particles into the mixed feed of broiler chickens at various dosages. It was found that the absolute increase in chickens increased according to the increase in the dosage of chromium, at a dose of 200 μg / kg by 3.0%, at 400 μg / kg - 3.1%. The content of total protein in blood serum was similar to body weight by 2.5 and 6.3%, respectively, from the control values. The fact of a decrease in glucose in the blood serum of the experimental groups at 7.2; 12.8; 9.0 and 8.0%. Creatinine in the serum decreased in the I and II groups by 22.4 and 23.5%; in III and IV increased in comparison with the intact group - 6.1 and 9.1%. The toxic effect on the internal organs and, in general, on the living organism is not established, which is confirmed by a number of studies conducted, so the mass of the heart, pancreas, spleen ($p \leq 0.05$) and lungs was at the level of control values.

Введение

Хром является важным микроэлементом у человека и животных, но ввиду его низкого содержания в компонентах рациона, и его уровень не регламентирован. В организме хром используется для углеводного, жирового и липидного обменов, участвует в поддержании гомеостаза холестерина и проявляет антиокислительные и ростостимулирующие свойства [Новые перспективы сегодня открывает развитие нанотехнологий, которое принесло новые знания во многие отрасли науки. Перспективность использования ультрадисперсных наноматериалов основана на сокращении периода деградации частиц большого размера в мелкие, что позволяет беспрепятственно проходить через слизистую оболочку кишечника для абсорбции. Известно, что органические формы хрома имеют более высокую биодоступность (10-25%), чем неорганические источники (3%) [5], соответственно, уменьшение их размера может увеличить скорость переваривания и абсорбции. Предполагается, что использование ультрадисперсных наноматериалов в качестве минеральной добавки в рационе цыплят бройлеров, будет оказывать выраженное положительное воздействие на организм цыплят-бройлеров [2,3].

Коррекция рациона хромосодержащими продуктами может снизить уровень глюкозы в крови, холестерина и жировых отложений и может стимулировать развитие мышечной ткани [4]. Таким образом, участие хрома в метаболических реакциях организма неоспоримо, но источник хрома может быть ключевым фактором, влияющим на его биологическую доступность.

Цель и задачи исследования

Целью настоящего исследования было изучение эффективности использования различных доз ультрадиспер-

сных частиц хрома как минерального источника на интенсивность роста, гематологические и ростовые показатели цыплят-бройлеров.

Условия, материал и методы исследования. Для исследований использовали цыплят-бройлеров в возрасте 7 дней кросса Арбор Айкрес приобретенных в ОАО "Птицефабрика Оренбургская (www.pfo56.ru).

Экспериментальная часть работы была выполнена в соответствии с протоколами Женевской конвенции и принципами надлежащей лабораторной практики (Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 53434-2009) со стандартными процедурами эксплуатации биообъектов в условиях лаборатории биологических испытаний и экспертиз "Федерального научного центра биологических систем и агротехнологий Российской академии наук". Эксперименты проводились в соответствии с требованиями гуманного обращения с животными. Содержание птицы и процедуры при выполнении экспериментов соответствовали требованиям инструкций и рекомендациям, предусмотренным национальным регламентом (Приказ МЗ СССР 755 от 12.08.1977) и "The Guide for Care and Use of Laboratory Animals" [6].

Содержание птицы осуществлялось в клетках КУН-05 с полезной площадью 4050 см² (90x45x45 см), изготовленные из оцинкованной сварной сетки и оцинкованного железного листа. Клетки оснащены автоматическими 2-х ниппельными поилками с полипропиленовым шлангом, кормушкой (длина - 90 см), оцинкованным поддоном. Режим освещения - 12 ч свет/12 ч темнота. Влажность помещения составляла 60 %. Проведена оценка качества воздуха по нескольким компонентам: содержание кислорода - 18 %, углекислота - 0,15 %, аммиак - 7 мг/м³ и сероводород - 2 мг/м³.

Для эксперимента использовали 150 голов цыплят 7 суточного возраста. Птицу маркировали пластиковыми ножными бирками, и на основании ежесуточного взвешивания учета и учета мультинутриентного состава комбикорма методом пар-аналогов сформировали 5 групп: одну контрольную и четыре опытных ($n=30$, масса от 160 до 180 г). Птицу кормили рационом приготовленным с учетом рекомендаций [7] в соответствии с потребностью в различные возрастные периоды. Состав основного рациона (ОР) (%) в стартовом и ростовом периоде составил соответственно: зерно пшеницы (27.1 и 41.2 %), кукуруза (16 и 22 %), шрот соевый (25 и 15 %), шрот подсолнечный (18 и 8 %), масло подсолнечное (5 и 2.8 %), монохлоридат лизина, 98 % (0.35 и 0.17 %), DL-метионина (0.10 и 0.13 %), L-треонина (0.03 и 0.54 %), соль поваренная (0.28 и 0.3 %), монокальций фосфат (0.7 и 0.7 %), мел кормовой (0.5 и 0.4 %), известняковая мука (1.0 и 0.7 %). Содержание витаминов и минеральных солей нормировали с помощью премиксов П5 и П6 (соответственно для птицы в возрасте до 28 сут. и старше) (ООО "Коудайс МКорма", Россия), включающих витамины A, D, E, K3, B1, B2, B3, B4, B5, B6, B12, Bc и H; микроэлементы Fe, Mn, Cu, Zn, V, Cu. Для поения цыплят во всех группах использовали дистиллированную воду.

Контрольные птицы на протяжении всего эксперимента получали основной рацион, в который хром включали в виде хлорида хрома ($\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, содержащий 19,5 % хрома) ч.д.а (АО "Реахим", Россия). Птицам опытных групп в период эксперимента (14-42 сутки) заменяли хлорид хрома заменяли на УДЧ Cr_2O_3 (ООО "Платина", г. Москва, метод получения плазмохимический синтез, $d=91$ нм, удельная поверхность 9 м²/г, Z-потенциал $93 \pm 0,52$ мВ, содержали 99,8 % Cr) I группе в дозе 50 мг/кг корма, II - 100 мг/кг, III - 200 мг/кг и IV - 400 мг/кг.

Дозировки от 50 до 400 мг/кг корма выбраны с учетом ранее полученного положительного эффекта влияния хрома на ростовые и биохимические показатели цыплят-бройлеров [8]. В частности [9] установил, что добавление хрома увеличивало массу грудных мышц, а так же снижало содержание жира и холестерина, [10] и обнаружили, что при дополнительном включении Cr в дозе 300 мг/кг корма увеличилась масса туши.

Комбикорм готовили методом ступенчатого смешивания, ультрадисперсные частицы вводили после 30 мин диспергирования в физиологическом растворе с помощью

Рисунок 1. Разница в живой массе между цыплятами-бройлерами, получавшими ультрадисперсные частицы Cr_2O_3 в разных дозировках, по сравнению с контрольной группой, в которой Cr в рационе нормировали с использованием $CrCl_3$ (группы по $n=30$) * - различия с контролем статистически значимы при $P \leq 0,05$.

УЗДН-2Т ("НПП Академприбор", Россия) (35 кГц, 300 Вт, 10 мкА, 30 мин). Кормление опытной птицы проводилось 2 раза в сутки. Поение осуществлялось вволю. Прирост живой массы оценивали ежедневно утром до кормления.

Биоматериал для исследования получали после декапитации бройлеров на 21 и 42 сутки. Затем проводили послеубойную анатомическую разделку тушек по методике ВНИТИП (2008), в ходе которой измерялись абсолютные и относительные массы внутренних органов.

Забор крови у птиц осуществлялся утром, натощак,

перед убоем в 21 и 42-суточном возрасте из подкрыльцовой вены, для морфологического исследования - в вакуумные пробирки с антикоагулянтом (EDTA), для оценки биохимических показателей - в вакуумные пробирки с активатором свертывания (тромбин).

Морфологические показатели определяли с помощью автоматического гематологического анализатора модель URIT-2900 Vet Plus ("URIT Medical Electronic Co., Ltd", Китай). Биохимические исследования сыворотки крови проводились на автоматическом анализаторе CS-T240 ("DIRUI Industrial Co., Ltd", Китай) с использованием коммерческих наборов для ветеринарии ДиаВетТест (Россия) и Randox Laboratories Limited (United Kingdom).

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием программного пакета Statistica 10.0 и программного пакета "MS Excel 2000". Данные представлены в виде: среднее (M) $\pm$ стандартная ошибка среднего (m). Достоверными считали результаты при $P \leq 0,05$.

Результаты исследования

За период эксперимента расход корма на 1 кг прироста в контроле составил 1,85 кг, разница в зависимости от дозы вводимого ультрадисперсных частиц хрома составила от 8 до 16%. Наибольшая интенсивность роста за период эксперимента зафиксирована в III и IV опытных группах, при абсолютном приросте живой массы 2308,83 и 2304 г., они на 12 и 11% превышали показатели в контроле. Уровень ростовых показателей в I и II опытных группах отличался от контрольных значений на 5–7% ($p \leq 0,05$) (рис 1). Интенсивность роста коррелировала с белковым обменом в сыворотке

крови (табл. 1). На 21 сутки уровень белка в II и IV опытных группах был на 14,6 и 8,7% выше чем в контрольных. В этот период не установлено достоверной разницы по содержанию глюкозы и холестерина, что согласуется с данными [11].

На 42 сутки, аналогично предыдущему периоду уровень сывороточного белка при недостоверных различиях увеличивался от 2,5 до 6,0 % соответственно. В тоже время уровень глюкозы в зависимости от дозы УДЧ хрома снижался на 7,2; 12,8; 9,0 и 8,0 % по сравнению с контрольными значениями. Уровень билирубина в группах не имел значимых различий. Маркером энергетического обмена так и деятельности почек является содержание креатинина в крови. При его низких значениях в I и IV группах на 26,3 и 26,0 % ($p \leq 0,05$), во II и III опытных группах его показатель незначительно увеличился.

Отражением общего состояния организма является морфологический состав крови (таб. 2). Его динамика в эксперименте имела дозовую и временную зависимость. Введение хромсодержащих ультрадисперсных частиц на 14 сутки эксперимента (21-дневный возраст) приводило к снижению количества лейкоцитов. Тенденция к лейкопении отмечена в III опытной группе (доза 200 мкг/кг) при разнице с контролем 35 %. Однако, необходимо отметить, что значение общего количества лейкоцитов не пе-

Таблица 1. Биохимические показатели крови цыплят-бройлеров кросса Арбор Айкрес ($n=30$), $\bar{X} \pm Sx$, опыт в условиях вивария

Показатель	Группы				
	Контрольная	I	II	III	IV
21 сутки					
Общий белок, г/л	34,93 $\pm$ 0,05	35,93 $\pm$ 1,22	40,89 $\pm$ 1,91***	35,18 $\pm$ 1,48	38,26 $\pm$ 0,27***
Глюкоза, ммоль/л	14,84 $\pm$ 0,15	14,84 $\pm$ 0,84	14,39 $\pm$ 1,55	15,27 $\pm$ 0,45	14,88 $\pm$ 0,49
Холестерин, ммоль/л	3,08 $\pm$ 0,14	3,44 $\pm$ 0,24	2,99 $\pm$ 0,59	2,73 $\pm$ 0,35	3,22 $\pm$ 0,28
Билирубин Общий, мкмоль/л	0,81 $\pm$ 0,260	0,85 $\pm$ 0,010	0,66 $\pm$ 0,05	0,65 $\pm$ 0,26	0,81 $\pm$ 0,21
Креатинин, мкмоль/л	8,65 $\pm$ 0,210	7,97 $\pm$ 1,27	10,03 $\pm$ 1,13	9,37 $\pm$ 0,62	11,33 $\pm$ 0,52**
42 сутки					
Общий белок, г/л	41,99 $\pm$ 1,99	37,25 $\pm$ 1,92	40,15 $\pm$ 1,82	43,04 $\pm$ 0,83	44,63 $\pm$ 4,73
Глюкоза, ммоль/л	15,45 $\pm$ 0,37	14,34 $\pm$ 0,60	13,48 $\pm$ 1,05	14,06 $\pm$ 0,54	14,21 $\pm$ 0,16*
Холестерин, ммоль/л	3,81 $\pm$ 0,27	3,33 $\pm$ 0,12	3,02 $\pm$ 0,29	3,11 $\pm$ 0,34	3,93 $\pm$ 0,41
Билирубин Общий, мкмоль/л	0,65 $\pm$ 0,14	0,76 $\pm$ 0,19	0,76 $\pm$ 0,19	0,76 $\pm$ 0,14	0,55 $\pm$ 0,18
Креатинин, мкмоль/л	11,80 $\pm$ 0,10	8,70 $\pm$ 0,46***	13,10 $\pm$ 1,01	11,87 $\pm$ 0,18	8,73 $\pm$ 0,71**

Примечание. * Различия с контролем достоверны при $p \leq 0,05$

** Различия с контролем достоверны при $p \leq 0,01$

*** Различия с контролем достоверны при $p \leq 0,001$

Таблица 2. Морфологические показатели крови цыплят-бройлеров кросса Арбор Айкрес ($n=30$), $\bar{X} \pm Sx$, опыт в условиях вивария

Показатель	Группа				
	контроль	I	II	III	IV
21 сутки					
Лейкоциты, 10^9 /л	44,9 $\pm$ 2,138	30,15 $\pm$ 1,885**	44,50 $\pm$ 0,709	25,67 $\pm$ 3,295**	34,50 $\pm$ 2,802
Лимфоциты, %	50,2 $\pm$ 3,152	61,40 $\pm$ 0,272**	50,00 $\pm$ 1,367	56,87 $\pm$ 2,251	57,30 $\pm$ 0,964*
Моноциты, %	7,4 $\pm$ 0,362	4,40 $\pm$ 0,057	7,00 $\pm$ 0,952	6,23 $\pm$ 0,409	6,53 $\pm$ 0,409
Гранулоциты, %	42,4 $\pm$ 3,695	34,20 $\pm$ 0,384	43,00 $\pm$ 3,157	36,90 $\pm$ 2,020	36,17 $\pm$ 1,200
Эритроциты, 10^{12} /л	3,01 $\pm$ 0,069	2,99 $\pm$ 0,064	3,06 $\pm$ 0,034	2,71 $\pm$ 0,080	2,9 $\pm$ 0,048
Гемоглобин, г/л	124 $\pm$ 5,367	121,67 $\pm$ 2,603	127,67 $\pm$ 3,527	105,33 $\pm$ 2,603	115,67 $\pm$ 6,064
Гематокрит, %	23,7 $\pm$ 1,863	22,90 $\pm$ 0,288	23,67 $\pm$ 0,611	19,53 $\pm$ 0,589	21,20 $\pm$ 1,006
МСН, пг	61,6 $\pm$ 1,753	60,93 $\pm$ 0,409	61,90 $\pm$ 1,159	61,70 $\pm$ 1,473	60,80 $\pm$ 1,270
Тромбоциты, 10^9 /л	102 $\pm$ 6,239	108,33 $\pm$ 4,807	119,67 $\pm$ 3,929*	97,33 $\pm$ 5,840	117,00 $\pm$ 2,081*
Гра/агр, усл.ед	0,736 $\pm$ 0,0221	0,520 $\pm$ 0,0156	0,754 $\pm$ 0,0226	0,585 $\pm$ 0,0175	0,631 $\pm$ 0,0189
42 сутки					
Лейкоциты, 10^9 /л	37,10 $\pm$ 2,926	38,97 $\pm$ 2,290	59,63 $\pm$ 2,145*	36,30 $\pm$ 2,675	35,50 $\pm$ 2,939
Лимфоциты, %	54,50 $\pm$ 0,802	55,13 $\pm$ 1,116	53,97 $\pm$ 1,183	55,00 $\pm$ 1,34	57,53 $\pm$ 0,866*
Моноциты, %	7,47 $\pm$ 0,633	6,70 $\pm$ 0,960	6,23 $\pm$ 0,317	6,73 $\pm$ 0,480	6,10 $\pm$ 0,416
Гранулоциты, %	38,03 $\pm$ 0,635	38,17 $\pm$ 2,173	39,80 $\pm$ 1,479	38,27 $\pm$ 0,927	36,37 $\pm$ 0,635
Эритроциты, 10^{12} /л	2,97 $\pm$ 0,094	3,05 $\pm$ 0,058	3,64 $\pm$ 0,084*	2,94 $\pm$ 0,060	3,06 $\pm$ 0,035
Гемоглобин, г/л	118,67 $\pm$ 3,179	127,67 $\pm$ 2,414	161,67 $\pm$ 7,672**	120,00 $\pm$ 6,244*	129,00 $\pm$ 2,645*
Гематокрит, %	22,23 $\pm$ 0,623	24,00 $\pm$ 2,482	30,97 $\pm$ 3,204*	22,67 $\pm$ 1,337	24,27 $\pm$ 0,721*
МСН, пг	60,50 $\pm$ 0,503	61,97 $\pm$ 0,328*	60,90 $\pm$ 0,602	62,30 $\pm$ 0,611*	61,67 $\pm$ 1,462
Тромбоциты, 10^9 /л	109,67 $\pm$ 5,477	101,67 $\pm$ 4,910	113,67 $\pm$ 6,359	92,00 $\pm$ 7,637	94,33 $\pm$ 3,568
Гра/агр, усл.ед	0,614 $\pm$ 0,0184	0,617 $\pm$ 0,0185	0,661 $\pm$ 0,0198	0,620 $\pm$ 0,0186	0,572 $\pm$ 0,0171

Примечание. * Различия с контролем достоверны при $p \leq 0,05$

** Различия с контролем достоверны при $p \leq 0,01$

*** Различия с контролем достоверны при $p \leq 0,001$

ресекало нижнюю границу нормы. В лейкограмме снижается пул гранулоцитов на фоне увеличения агранулоцитов, что обуславливает снижение соотношения гра/агра, низкие значения которого характерны для I, III групп.

Последующее поступление ультрадисперсных частиц в организм (42-дневный возраст) значимо не отражается на лейкоцитах, их количество приближено к показателям контроля. Исключение составляет II опытная группа (доза 100 мкг/кг) с картиной лейкоцитоза при разнице с контролем 51 % ($P \leq 0,05$). При этом не наблюдается количественного сдвига различных форм лейкоцитов и значение соотношения гра/агра близко к контролю. Таким образом, на введение ультрадисперсных частиц организм отвечает тенденцией снижения лейкоцитов в начале эксперимента, с последующим восстановлением их количества к концу эксперимента по сравнению с контролем.

Скармливание ультрадисперсных частиц Cr_2O_3 в течение 21 суток эксперимента способствовало увеличению в кровяном русле количества эритроцитов. Разница с контролем проявилась к концу эксперимента в возрасте 42 суток с максимальными показателями 22,5 % ($P \leq 0,05$) для II опытной группы, что сопровождалось повышением содержания гемоглобина на 35,6 % ($P \leq 0,01$). Однако синтез гемоглобина в данной опытной группе не соответствовал степени стимуляции эритропоэза и эритроциты имели пониженную насыщенность гемоглобином, по сравнению с другими опытными группами, где количество эритроцитов и содержание гемоглобина было ниже. Так, величина MCH в I, III, IV группах была выше на 1,75; 2,29, 1,26 % по сравнению со II опытной группой соответственно. Насыщение эритроцитов гемоглобином в контроле было близко с таковым во II опытной группе. Таким образом, УДЧ Cr_2O_3 , вводимые перорально вызывали стимуляцию лейкопоэза, дыхательной функции крови, эритропоэза в дозе 100 мкг/кг.

По относительной массе внутренних органов существенной разницы между группами не выявлено (рис. 2). В частности масса сердца, поджелудочной железы, селезенки ($p \leq 0,05$) и легких находилась на уровне контрольных значений. Печень и почки имели различия, так относительная масса печени уменьшилась в II, III и IV группах на 0,4, 0,1 и 0,2 %; почки увеличились в II и III группах на 0,1 % соответственно в сравнении с контролем.

Выводы

За последние 50 лет учеными интенсивнее изучается вопрос минерального питания сельскохозяйственной птицы. Ранее применение неорганических солей металлов, местного естественного сырья удовлетворяло потребности кроссов птицы, в настоящее время этого не достаточно для получения полновесных тушек с хорошей оплатой корма [12]. Так, введение в рацион бройлерам ультрадисперсных частиц микроэлементов, в частности, хрома способствует повышению биологической ценности таких рационов, увеличивает интенсивность роста птицы, снижая затраты кормов и сохраняя численность поголовья [13]. Опираясь на данные настоящего эксперимента, получено обоснованное доказательство увеличения абсолютного прироста цыплят-бройлеров при включении в рацион ультрадисперсных частиц хрома. Это в целом согласуется с ранее полученными данными [14,15,16] характеризующие положительное действие ультрадисперсных частиц на продуктивность цыплят-бройлеров. Аналогично на фоне интенсивности роста

бройлеров установлено максимальное увеличение общего белка в сыворотке крови, что подтверждает участия хрома в усвоении азота, и тем самым повышая синтез белков тканей [17]. Снижение глюкозы в сыворотке крови опытных групп на 7,2; 12,8; 9,0 и 8,0 %, очевидно связано с предотвращением образования липидов из глюкозы под действием хрома, и увеличением ее конверсию в ацетил-коэнзим А [18]. Согласно морфологической картины крови УДЧ Cr_2O_3 , вводимые перорально вызывали стимуляцию лейкопоэза, дыхательной функции крови, эритропоэза в дозе 100 мкг/кг.

В целом выраженного токсического действия не было установлено, что подтверждается отсутствием гипер- или гипотрофических изменений. Схожие данные были получены Третьяковой Е.Н., автором отмечена тенденция к увеличению массы внутренних органов цыплят кросса "ROSS-308" [19]. Таким образом, сравнение дозозависимых эффектов ультрадисперсных частиц хрома в рационе цыплят-бройлеров оказывает протективный эффект на продуктивные качества, что рекомендует его как перспективного препарата в диапазоне от 100 до 200 мкг/кг.

Работа выполняется при финансовой поддержке подпрограммы «Изучение механизмов адаптации системы пищеварения млекопитающих животных и птицы к рационам с различным инербиотическим составом кормов» (Постановление Президиума РАН №132 от 05.07.2017) в рамках государственного задания №. 0761-2018-0031)

Литература

1. Erf, G.F., Bottje, W.T., Bersi, T.K., Headrick, M.D., Fritts, C.A. Effects of dietary vitamin E on the immune system in broilers: Altered proportions of CD4 T cells in the thymus and spleen. *Poultry Sci.* 1998; 77:529-537.
2. Mertz, W. 1998. Interaction of chromium with insulin: a progress report. *Nutr. Rev.* 56:174-77.
3. Preuss, H.G., Grojec, P.L., Lieberman and Anderson, R.A. (1997) Effects of different Cr compounds on blood pressure and lipid peroxidation in spontaneously hypertensive rats. *Clinical Nephrology* 47: 325-330.
4. Anderson, R.A., Cheng, N., Bryden N.A., Polansky, M.M., Cheng, N., et al. 1997. Elevated intakes of supplemental chromium improve glucose and insulin variables in individuals with type 2 diabetes. *Diabetes* 46:1786-91.
5. National Research Council (NRC), 1997: The Role of Chromium in Animal Nutrition. National Academy Press, Washington, DC, USA.
6. National Academy Press, Washington, 555 D.C., 1996.
7. Фисинин, В.И., Егоров, И.А., Ленкова, Т.Н., Околелова, Т.М., Игнатова, Г.В., Шевяков, А.Н., Панин, И.Г., Гречишников, В.В., Ветров, П.А., Афанасьев, В.А., Пономаренко, Ю.А. Методические указания по оптимизации рецептов комбикормов для сельскохозяйственной птицы. М., 2009.
8. Ahmed N., Haldar S., Pakhira M.C., & Ghosh T.K. (2005) Growth performances, nutrient utilisation and carcass traits in broiler chickens fed with a normal and a low energy diet supplemented with inorganic Cr (as Cr chloride hexahydrate) and a combination of inorganic Cr and ascorbic acid. *Journal of Agricultural Science*, 143, 427-439. <https://doi.org/10.1017/S0021859605005617>
9. Debski, B., Zalewski, W., Gralak, M. A., & Kosla, T. (2004). Chromium-yeast supplementation of chicken broilers in an industrial farming system. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 18(1), 47-51.
10. Hossain S.M., Sergio L.B., & Silva C.G. (1998) Growth performance and carcass composition of broilers fed supplemental Cr from Cr yeast. *Animal Feed Science Technology* 71, 217-228. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(97\)00160-0](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(97)00160-0)
11. Lien T. F.; Wu C. P.; Wang B. J., Shiao M.S., Shiao T.Y, Lin B.H., Lu J.J., & Hu C.Y. (2001) Effect of supplemental levels of chromium picolinate on the growth performance, serum traits, carcass characteristics and lipid metabolism of growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science* 72, 289-296. <https://doi.org/10.1017/S1357729800055788>
12. Галиев, Д.М., Мусин, Д.М., Шацких, Е.В. Влияние кормовой добавки Карбитокс на продуктивность, развитие внутренних органов и мясные качества цыплят-бройлеров // Молодежь и наука. 2016. № 5. С. 55-57.
13. Пресняк, А.Р. Использование наночастиц микроэлементов - перспективное направление при производстве мяса цыплят-бройлеров // Молодой ученый. 2015. № 5.2. С. 40-42.
14. Сизова, Е.А., Мирошников, С.А., Лебедев С.В., Кудашева, А.В., Рябов, Н.И. О перспективности нанопрепаратов на основе сплавов микроэлементов-антагонистов (на примере Fe и Co) // Сельскохозяйственная биология. 2016. № 4 (51). С. 533-562.
15. Сизова Е.А., Мирошников С.А., Лебедев С.В., Левахин Ю.И., И.А. Бабишева, В.И. Косилов. Сравнительные испытания ультрадисперсного сплава, солей и органических форм Cu и Zn как источников микроэлементов в кормлении цыплят-бройлеров. *Сельскохозяйственная биология*, 2018, том 53, № 2, с. 393-403. doi: 10.15389/agrobiology.2018.2.393rus.
16. Азизбеян, С.Г., Домаш В.И., Кучинский, М.П., Набиуллин, А.Р. Материалы V Международной научно-практической конференции "Актуальные проблемы биологии, нанотехнологий и медицины", Ростов-на-Дону, 3-5 октября 2013 г. С. 257-259.
17. Лычак, У.В., Тищенко, А.Н., Фисинин, В.И. Некоторые аспекты метаболизма бройлеров при поступлении в организм шестивалентного хрома // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2006. № 3. С. 42-44.
18. Rosebrough, R.W., Steele, K.C. *Poultry Science*. - 1981. - V. 60. - P. 407-417.
19. Третьякова, Е.Н., Скоркина, И.А., Машталер, Д.В. Влияние биологически активных добавок и пробиотиков на рост и развитие внутренних органов цыплят-бройлеров "ROSS-308" // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2014. № 3. С. 47-48.

Рисунок 2. Относительная масса внутренних органов цыплят-бройлеров