

## Литература

3. Ветеринарные и технологические аспекты повышения продуктивности и сохранности коров : монография / Н. И. Гавриченко [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2020. – 332 с.
6. Интенсификация производства молока: опыт и проблемы / В. И. Смунов [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2011. – 486 с.
4. Организационно-технологические требования при производстве молока на молочных комплексах промышленного типа: технологический регламент / Министерство сельского хозяйства и продовольствия республики Беларусь. – Минск, 2018. – 141 с.
7. Физиолого-биохимические и технологические аспекты кормления коров : монография / В. К. Пестис [и др.]. – Гродно : ГГАУ, 2020. – 426 с.
8. Сабитов, М. Т. Показатели переваримости и использования питательных веществ при включении в рацион коров минерально-витаминной кормовой добавки / М. Т. Сабитов, А. Р. Фархутдинова // Молочное и мясное скотоводство. – 2021. – № 8. – С. 30-33.
5. Получение высококачественной продукции в молочном скотоводстве : монография / Н. И. Гавриченко [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2022. – 348 с.
1. Сапропель нового месторождения в кормлении коров / Д. М. Богданович [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2022. – Т. 57, ч. 1. – С. 159-167.
2. Теоретическое и практическое обеспечение высокой продуктивности коров. Часть 1. Технологическое обеспечение высокой продуктивности коров : практическое пособие / А. И. Ягусевич [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2015. – 360 с.

*Поступила 9.03.2023 г.*

УДК 636.2.084.56:[636.087.72:546.763]

М.М. КАРПЕНЯ<sup>1</sup>, Т.Н. НОГИНА<sup>1</sup>, А.И. КОЗИНЕЦ<sup>2</sup>, С.Л. КАРПЕНЯ<sup>1</sup>

### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «НАНОПЛАНТ ХРОМ (К)» В РАЦИОНЕ БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ**

*<sup>1</sup>Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины, г. Витебск, Республика Беларусь*

*<sup>2</sup>Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

Полноценное питание повышает продуктивность быков-производителей и способствует увеличению сроков их интенсивного использования. Однако в рационах имеется недостаток микроэлементов, что вызывает необходимость применения минеральных подкормок в рационах животных. Наночастицы хрома обладают низкой токсичностью и способны образовывать в организме биологически активные комплексы. В статье приведены результаты исследований по определению эффективности применения кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» в рационе быков-производителей. Установлено, что применение данной кормовой добавки в кормлении быков-производителей в количестве 0,2 мг на 1 кг сухого вещества рациона способствует увеличению содержания хрома в суточном рационе на 30,0 %, улучшению гематологических показателей и

повышению количества и качества спермы на 2,5-13,0 %.

**Ключевые слова:** быки-производители, рацион, хром, наночастицы, сперма, кровь.

M.M. KARPENIA<sup>1</sup>, T.N. NOGINA<sup>1</sup>, A.I. KOZINETS<sup>2</sup>, S.L. KARPENIA<sup>1</sup>

## **EFFICIENCY OF USING THE NANOPLANT CHROMIUM (K) FEED ADDITIVE IN THE DIET OF STUD BULLS**

*<sup>1</sup>Vitebsk State Academy for Veterinary Medicine,  
Vitebsk, Republic of Belarus*

*<sup>2</sup>Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences  
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

Good nutrition improves the productivity of stud bulls and helps to increase the duration of their intensive use. However, there is a deficiency of micronutrients in the diets, which drives the need for the use of mineral supplements in animal diets. Chromium nanoparticles have low toxicity and are capable of forming biologically active complexes in the body. The paper presents the results of studies on determining the efficiency of using the Nanoplant Chromium (K) feed additive in the diet of stud bulls. It has been found that the inclusion of this feed additive in the amount of 0.2 mg per 1 kg of dry matter in the diet for stud bulls promotes *increase of* chromium content in the daily diet by 30.0%, improvement of hematological parameters and increase of quantity and quality of semen by 2.5-13.0%.

**Keywords:** stud bulls, diet, chromium, nanoparticles, semen, blood.

**Введение.** Для нормального роста и развития половых органов у быков-производителей и длительного их интенсивного использования животные должны быть обеспечены полноценным питанием до уровня физиологической потребности [1, 2]. Главным источником важнейших минеральных веществ для животных являются растительные корма. Однако минеральный состав кормов существенно отличается не только по биохимическим зонам страны, но и по районам республики. Средний дефицит микроэлементов в сбалансированных по энергии рационах составляет 30-50 %, что вызывает необходимость применения минеральных подкормок в рационах животных [3, 4, 5].

В настоящее время ведутся исследования по установлению потребности в эссенциальных элементах организма животных. Среди биогенных элементов можно выделить хром, который принимает участие в процессах, поддерживающих обмен углеводов, аминокислот, липидов. Биологическое значение имеет только трёхвалентная форма хрома, которая обладает низкой токсичностью и способна образовывать в организме биологически активные комплексы [3, 6].

Наночастицы металлов, в том числе хрома, могут быть идеальным

средством для профилактики и лечения организма от некоторых заболеваний. В настоящее время принято считать наночастицами частицы вещества, которые в трёх измерениях имеют размер меньше 100 нм. У частиц такого размера количество атомов, которые расположены на поверхности частицы и в объёме, оказываются сопоставимы [6, 7].

Цель исследований – установить эффективность использования кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» в рационе быков-производителей.

**Материал и методика исследований.** Для достижения поставленной цели провели научно-хозяйственный опыт в РУП «Витебское племяпредприятие» на быках-производителях голштинской породы, средний возраст которых в начале эксперимента составил 29 месяцев. Сформировали 3 группы быков по 8 голов в каждой с учётом генотипа, возраста, живой массы и показателей спермы. Продолжительность учётного периода опыта составила 90 дней, подготовительный период длился 15 дней. Схема опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема проведения опыта

Группа	Количество быков в группе	Продолжительность опыта, дней	Условия кормления
I контрольная	8	90	Основной рацион (ОР): сено клеверо-тимopheеchnoe (6,4 кг), сенаж разнотравный (5,1 кг), комбикорм-концентрат КД-К-66С (4,2 кг)
II опытная	8		ОР + 0,1 мг на 1 кг сухого вещества рациона кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» (или 0,32 г на голову в сутки)
III опытная	8		ОР + 0,2 мг на 1 кг сухого вещества рациона кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» (или 0,64 г на голову в сутки)

Различия в кормлении быков-производителей заключались в том, что животным II и III опытных групп в составе рациона вводили кормовую добавку «Наноплант Хром (К)» в количестве 0,1 мг на 1 кг сухого вещества рациона (или 0,32 г на голову в сутки) и производителям III опытной группы – 0,2 мг на 1 кг сухого вещества рациона (или 0,64 г на голову в сутки). Кормовую добавку вводили в комбикорм-концентрат путём ступенчатого смешивания.

Кормовая добавка «Наноплант Хром (К)» представляет собой стабилизированный модифицированными полисахаридами коллоидный

раствор тёмно-коричневого цвета на основе наночастиц нерастворимого оксида хрома. Гранулометрический состав добавки, установленный в испытательном центре Института порошковой металлургии, показал наличие 90 % частиц размером менее 22,0 нм, 50 % частиц размером менее 10,5 нм, 10 % частиц размером менее 4,5 нм [6].

Исследования химического состава кормов проводили в Научно-исследовательском институте прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины» по общепринятым методикам. Морфологические показатели крови быков-производителей определяли на анализаторе клеток МЕК-6450К, биохимические исследования проводили с помощью анализатора клеток MIDRAY BS-200.

Показатели спермы быков определяли в специализированной лаборатории РУП «Витебское племпредприятие» по ГОСТ 32277–2013 «Сперма. Методы испытаний физических свойств и биологического, биохимического, морфологического анализов», ГОСТ 23745–2014 «Сперма быков неразбавленная свежеполученная» и ГОСТ 26030–2015 «Сперма быков замороженная».

Цифровой материал обработан методами биометрической статистики. В работе приняты следующие обозначения уровня достоверности: \* –  $P < 0,05$ ; \*\* –  $P < 0,01$ .

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** Рацион животных должен содержать в соответствующих количествах все необходимые для организма питательные и биологически активные вещества [4]. Рационы подопытных быков-производителей представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Среднесуточное потребление кормов быками-производителями в среднем за период опыта (по фактически съеденным кормам)

Показатели	Группа		
	I контрольная	II опытная	III опытная
1	2	3	4
Сено клеверо-тимофеечное, кг	6,4		
Сенаж разнотравный, кг	5,1		
Комбикорм КД-К-66С, кг	4,2		
Молоко сухое обезжиренное, г	100		
Масло подсолнечное, г	100		
Кормовая добавка «Наноплант Хром (К), г	-	0,32	0,64
В рационе содержится:			
кормовых единиц, кг	9,6	9,6	9,6
обменной энергии, МДж	125,3	125,3	125,3
сухого вещества, кг	13,71	13,71	13,71
сырого протеина, г	2328	2328	2328
переваримого протеина, г	1409	1409	1409

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
сырой клетчатки, г	3168	3168	3168
крахмала, г	1669	1669	1669
сахара, г	1422	1422	1422
сырого жира, г	420,5	420,5	420,5
фосфора, г	57,9	57,9	57,9
магния, г	34,8	34,8	34,8
калия, г	98,4	98,4	98,4
натрия, г	22,4	22,4	22,4
серы, г	39,1	39,1	39,1
железа, мг	1394	1394	1394
меди, мг	117,2	117,2	117,2
цинка, мг	451,0	451,0	451,0
марганца, мг	641,2	641,2	641,2
кобальта, мг	8,58	8,58	8,58
йода, мг	9,10	9,10	9,10
селена, мг	2,98	2,98	2,98
хрома, мг	2,15	2,47	2,79
каротина, мг	647,8	647,8	647,8
витамина D, тыс. ME	12,8	12,8	12,8
витамина E, мг	315,5	315,5	315,5

Фактическое потребление кормов быками всех подопытных групп было на сравнительно высоком уровне, рационы были равноценны по энергетической питательности в результате одинаковой поедаемости кормов. Подопытные быки в составе рациона получали сено клеверотимофеечное, сенаж разнотравный и комбикорм-концентрат КД-К-66С. Для повышения полноценности и сбалансированности кормления животных в рационы вводили сухое молоко и подсолнечное масло. Содержание хрома в суточном рационе быков-производителей в I контрольной группы составило 2,15 мг, у животных II опытной группы – на 15 % и у производителей III опытной группы на 30 % больше. Содержание хрома в рационе быков I контрольной группы было ниже рекомендуемой нормы (0,2 мг на 1 кг сухого вещества).

На начальном этапе исследований установили концентрацию хрома в рационе быков-производителей, используя данные, полученные в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» [6] (таблица 3).

Таблица 3 – Концентрация хрома в кормах для быков-производителей

Корма	Концентрация хрома, мг/кг корма
1	2
Сено клеверо-тимофеечное, кг	0,082
Сенаж разнотравный, кг	0,212

Продолжение таблицы 3

1	2
Комбикорм КД-К-66С, кг	0,130
Молоко сухое обезжиренное, кг	0,0018
Масло подсолнечное (нерафинированное 1 сорт)	0,0014

Изменение морфологических и биохимических показателей позволяет судить о характере и степени нарушения процессов метаболизма как в целом в организме, так и в отдельных органах. Кровь играет исключительно важную роль в процессах, протекающих в организме. Для нормальной деятельности всех органов необходимо постоянное снабжение их кровью. Прекращение кровообращения даже на короткий срок вызывает необратимые изменения. Поэтому определение гематологических показателей имеет большое диагностическое значение [8, 9]. Применение кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» положительно отразилось на некоторых гематологических показателях быков-производителей. В начале опыта морфологические и биохимические показатели крови у подопытных животных всех групп находились практически на одинаковом уровне и соответствовали физиологической норме (таблица 4).

Таблица 4 – Морфологические и биохимические показатели крови быков-производителей,  $M \pm m$  (n=4)

Показатели	Группа					
	I контрольная		II опытная		III опытная	
	период опыта					
	начало	конец	начало	конец	начало	конец
Гемоглобин, г/л	108,8± 4,11	111,0± 5,08	110,5± 3,59	113,3± 5,02	111,0± 5,29	116,3± 5,80
Эритроциты, $10^{12}/л$	7,10± 0,35	7,05± 0,33	7,18± 0,51	7,33± 0,36	6,92± 0,27	7,36± 0,38
Лейкоциты, $10^9/л$	9,18± 0,41	9,23± 0,39	9,08± 0,61	8,83± 0,46	9,48± 0,57	8,62± 0,34
Общий белок, г/л	76,2± 2,27	75,3± 1,53	74,9± 1,64	79,8± 1,83	77,6± 2,18	81,4± 1,44**
Альбумины, %	39,9± 0,87	38,4± 0,94	38,1± 1,11	40,5± 1,27	39,2± 0,17	41,9± 1,41*
Глюкоза, ммоль/л	3,95± 0,29	3,56± 0,57	3,77± 0,29	3,85± 0,38	3,74± 0,24	3,95± 0,40
Мочевина, ммоль/л	2,97± 0,23	3,11± 0,71	3,28± 0,34	2,61± 0,97	3,05± 0,93	2,53± 0,17

В конце опыта наибольшее содержание гемоглобина в крови было у

быков III опытной группы. Так, производители этой группы превосходили аналогов I контрольной группы на 5,3 г/л или на 4,8 %, животные II опытной группы – на 2,3 г/л или на 2,1 %. У быков-производителей II и III опытных групп количество эритроцитов в крови было больше соответственно на 4,0 и 4,4 %, чем в крови сверстников I контрольной группы. По содержанию лейкоцитов в крови животных опытных групп просматривалась тенденция к снижению в сравнении с быками контрольной группы.

Следует отметить достоверное увеличение общего белка и альбуминов в крови бычков. Так, количество общего белка в крови животных III опытной группы увеличилось на 6,1 г/л или на 8,1 % ( $P < 0,01$ ), в крови быков II опытной группы – на 4,5 г/л или 4,7 %, содержание альбумина – соответственно на 3,5 г/л или на 9,1 % ( $P < 0,05$ ) и 2,1 г/л или на 5,5 % по сравнению с аналогами I контрольной группы.

Быки-производители II и III опытных группы по содержанию глюкозы в крови превосходили животных I контрольной группы соответственно на 8,1 и 9,6 %. Прослеживается тенденция к снижению мочевины в крови животных II и III опытных групп соответственно на 81,4 и 83,9 % в сравнении с аналогами контрольной группы.

Одной из важнейших функций половых желез быков является образование половых клеток – сперматозоидов. В них находится генетический материал, они обладают биологической способностью оплодотворить яйцеклетку коровы. В настоящее время процесс образования сперматозоидов хорошо изучен, это позволяет грамотно и активно воздействовать на животное с целью реализации его потенциала в отношении количества и качества спермы [10]. Органолептическая оценка спермы подопытных быков показала, что отклонений по внешнему виду, консистенции, цвету и запаху не выявлено. В результате эксперимента установлено, что использование кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» оказало положительное влияние на показатели спермы быков-производителей. Перед началом опыта (за 30 дней) оценили количественные и качественные показатели спермы быков-производителей с целью правильного формирования подопытных групп. Существенных различий между животными подопытных групп не выявлено (таблица 5).

В учётный период опыта установлено, что наибольший объём эякулята был у быков III опытной группы ( $6,32 \pm 0,17$ ). По данному показателю производители этой группы превосходили аналогов I контрольной группы на 0,28 мл или на 4,6 %, быки II опытной группы – на 0,23 мл или на 3,8 %. По активности спермы быки I контрольной группы уступали животным III опытной группы на 2,5 % ( $P < 0,05$ ).

Таблица 5 – Показатели спермы быков-производителей (n=8)

Группа	Показатели спермопродукции				
		объём эякулята, мл	активность спермы, баллов	концентрация сперматозоидов в эякуляте, млрд/мл	количество сперматозоидов в эякуляте, млрд
Предопытный период (30 дней)					
I контрольная	M±m	6,22±0,33	8,1±0,04	1,23±0,03	7,65±0,58
	Cv	16,4	2,42	8,4	21,5
II опытная	M±m	6,18±0,12	7,9±0,12	1,26±0,02	7,79±0,43
	Cv	17,0	3,14	8,3	15,8
III опытная	M±m	6,16±0,21	8,2±0,08	1,24±0,05	7,64±0,17
	Cv	14,1	2,75	9,9	6,24
Опытный период (90 дней)					
I контрольная	M±m	6,04±0,24	8,0±0,07	1,26±0,04	7,61±0,30
	Cv	15,4	2,86	11,1	11,0
II опытная	M±m	6,27±0,19	8,0±0,04	1,35±0,06	8,46±0,47
	Cv	12,3	3,28	12,4	15,9
III опытная	M±m	6,32±0,17	8,2±0,06*	1,36±0,03*	8,60±0,37*
	Cv	12,1	2,37	9,4	12,3
Послеопытный период (30 дней)					
I контрольная	M±m	5,96±0,29	8,0±0,05	1,24±0,04	7,39±0,42
	Cv	15,8	2,37	10,3	19,8
II опытная	M±m	6,24±0,21	8,1±0,08	1,37±0,08	8,55±0,35
	Cv	13,8	2,94	13,7	12,4
III опытная	M±m	6,29±0,16	8,2±0,06*	1,38±0,06*	8,68±0,29**
	Cv	11,9	2,26	11,9	10,7

Концентрация сперматозоидов у быков III опытной группы выше по сравнению со сверстниками I контрольной группы на 0,1 млрд/мл или на 7,9 % ( $P<0,05$ ), у производителей II опытной группы – на 0,09 млрд/мл или на 7,1 %. Количество сперматозоидов в эякуляте у производителей III опытной группы больше, чем у аналогов I контрольной группы на 0,99 млрд. или на 13,0 % ( $P<0,05$ ), у быков II опытной группы – на 0,85 млрд. или на 11,2 %.

Для оценки поствливания кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» на спермопродукцию быков-производителей в течение месячного периода после окончания эксперимента определили показатели спермы. В послеопытный период просматривалась та же закономерность, что и в опытный период, а именно, наиболее высокие показатели спермы были у быков-производителей II и III опытных групп.

**Заключение.** 1. Применение в рационе племенных быков кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» в количестве 0,2 мг на 1 кг сухого

вещества рациона (или 0,64 г на голову в сутки) способствует увеличению содержания хрома в суточном рационе на 0,64 мг или на 30,0 %.

2. Включение кормовой добавки в состав рациона быков-производителей позволяет улучшить их гематологические показатели, о чём свидетельствует увеличение в сыворотке крови содержания общего белка на 6,1 г/л или на 8,1 % ( $P<0,01$ ), альбуминов – на 3,5 г/л или на 9,1 % ( $P<0,05$ ).

3. Применение в кормлении быков-производителей наночастиц хрома способствует повышению количества и качества спермы, что выразилось в увеличении объёма эякулята на 4,6 %, активности спермы – на 2,5 % ( $P<0,05$ ), концентрации сперматозоидов – на 7,9 % ( $P<0,05$ ) и количества сперматозоидов в эякуляте – на 13,0 % ( $P<0,05$ ).

### Литература

1. Ахметова, И. Н. Влияние органического селена на переваримость питательных веществ рациона бычков / И. Н. Ахметова // Зоотехния. – № 7. – 2008. – С. 12–13.
2. Зоогигиена с основами проектирования животноводческих объектов: учебник / В. А. Медведский [и др.]. – Минск : Новое знание; Москва : ИНФРА-М, 2015. – 736 с.
3. Витаминно-минеральное питание племенных бычков и быков-производителей : монография / М. М. Карпеня [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2012. – 104 с.
4. Карпеня, М. М. Оптимизация кормления племенных бычков и быков-производителей : монография / М. М. Карпеня. – Витебск : ВГАВМ, 2019. – 172 с.
5. Рекомендации по витаминно-минеральному питанию быков-производителей / С. Л. Карпеня [и др.]. – Витебск: ВГАВМ, 2009. – 19 с.
6. Наночастицы хрома в кормлении молодняка крупного рогатого скота и ремонтных свинок : рекомендации / В. М. Голушко [и др.]. – Жодино, 2021. – 28 с.
7. Разработка, производство и эффективность применения премиксов в кормлении молочного скота : монография / И. И. Горячев [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2014. – 169 с.
8. Физиология сельскохозяйственных животных / А. Н. Голиков [и др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – Моква : Агропромиздат, 1991. – 432 с.
9. Финогенов, А. Ю. Биохимические показатели крови животных в норме и при патологии : монография / А. Ю. Финогенов, – Минск : ООО «Инфоэксперт», 2011. – 192 с.
10. Медведев, Г. Ф. Физиология и патология репродуктивной системы крупного рогатого скота : монография / Г. Ф. Медведев, Н. И. Гавриченко. – Горки : БГСХА, 2006. – 216 с.

*Поступила 11.04.2023 г.*