

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ВИТЕБСКАЯ ОРДЕНА «ЗНАК ПОЧЕТА» ГОСУДАРСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ»

**Кафедра гигиены животных
имени профессора В.А. Медведского**

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

РЕКОМЕНДАЦИИ

Витебск
ВГАВМ
2024

УДК 636.2.087.7

ББК 45.451.2

Э94

Утверждены Комитетом по сельскому хозяйству
и продовольствию Витебского облисполкома
01 февраля 2024 г.

Рекомендовано к изданию Научно-техническим советом
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия
ветеринарной медицины» от 28 декабря 2023 г. (протокол № 7)

Авторы:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор *М. М. Карпеня*;
магистрант *Т. Н. Ногина*;
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *А. И. Козинец*;
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *С. Л. Карпеня*;
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *В. Н. Подрез*

Рецензенты:

кандидат биологических наук, доцент *Н. П. Разумовский*;
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *О. В. Заяц*

**Эффективность использования кормовой добавки «Наноплант
Э94 Хром (К)» в кормлении быков-производителей : рекомендации /**
М. М. Карпеня [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2024. – 24 с.

В рекомендациях приведены результаты собственных исследований по эффективности использования кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» в кормлении быков-производителей. Представлена экономическая эффективность применения кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» в кормлении быков-производителей.

Предназначены для специалистов зооинженерной и ветеринарной служб племенных предприятий, студентов и магистрантов по специальностям «Производство продукции животного происхождения» и «Ветеринарная медицина».

УДК 636.2.087.7

ББК 45.451.2

© Карпеня М. М. [и др.], 2024

© УО «Витебская ордена «Знак Почета»
государственная академия ветеринарной
медицины», 2024

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Общая характеристика кормовой добавки «Наноплант Хром (К)»....	6
2. Материал и методика исследований	7
3. Применение кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» в рационах быков-производителей	9
3.1. Условия кормления быков-производителей и концентрация хрома в кормах для них	9
3.2. Живая масса и приросты молодых быков-производителей	11
3.3. Морфологические и биохимические показатели крови быков-производителей	12
3.4. Количественные и качественные показатели спермопродукции быков-производителей	14
3.5. Экономическая эффективность.....	17
Заключение	18
Предложение производству	19
Список литературы	20

ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе развития агропромышленного комплекса Республики Беларусь животноводство является важнейшей отраслью народного хозяйства, основным источником формирования продовольственных ресурсов, обеспечивает национальную продовольственную безопасность и значительные валютные поступления в экономику страны. Одна из ведущих подотраслей животноводства – молочное скотоводство, так как наша страна располагает относительно благоприятными природно-климатическими условиями для его развития [12].

В настоящее время молочное скотоводство в Республике Беларусь интенсивно развивается. Реконструируется и переоснащается значительное количество молочно-товарных ферм, вводятся новые комплексы с современным технологическим оборудованием, что позволит не только увеличить производство, но и улучшить качество молока [6]. Средний удой молока от коровы за 2022 год по республике составил 5525 кг. Уровень самообеспечения молочной продукцией сложился на уровне 240,8%. Потребность населения Беларуси в молочных продуктах обеспечивается в полной мере за счет продукции отечественного производства. Среднедушевой уровень потребления молока в республике составляет 246 кг/чел., при среднемировом – 111 кг/чел. Достигнутый объем производства молока и молокопродуктов не только соответствует оптимистическому уровню продовольственной безопасности, но и позволяет наращивать экспорт продовольственных товаров, обеспечивая поступление валютных средств [5]. При такой интенсивности развития молочного скотоводства в республике значительно повышаются требования к быкам-производителям [2].

Согласно данным отечественных и зарубежных ученых, уровень молочной продуктивности на 60–70% определяется кормлением, 15–20 – условиями содержания животных, на 15–25% – генетическими факторами [13].

Кормление быков-производителей должно обеспечить получение от них высококачественной спермы для искусственного осеменения независимо от сезона года. Следует учитывать, что даже кратковременные перебои в кормлении, некачественные корма, несбалансированность рационов неизбежно приведут к ухудшению качества спермы, для восстановления которого потребуется не менее 2 месяцев [4, 10].

Минеральное питание имеет важное значение в обеспечении высокой продуктивности и здоровья животных. Недостаток минеральных веществ в рационах наносит большой ущерб молочному скотоводству из-за снижения продуктивности, ухудшения качества продукции, возникновения различных заболеваний [3, 11]. 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 [4, 7].

Многочисленными исследованиями, проведенными в нашей стране и за рубежом, установлено положительное влияние на продуктивность и состояние здоровья животных наночастиц микроэлементов. Обладая уникальными свойствами, наночастицы металлов в живом организме могут быть идеальным средством для лечения организма от некоторых заболеваний (проникновение в клетки через защитные барьеры). В настоящее время принято считать наночастицами частицы вещества, которые в трех измерениях имеют размер меньше 100 нм. У частиц такого размера количество атомов, которые расположены на поверхности частицы и в объеме, оказывается сопоставимым. Свойства частицы зависят от размера: чем она меньше, тем относительно больше атомов находится на ее поверхности. Это приводит к целому ряду новых свойств, а также появляется возможность изменять свойства вещества не за счет его химического состава (как это свойственно элементам в ионной форме), а просто за счет размеров тех элементов, из которых оно состоит [9].

Однако новые научные разработки в области минерального питания животных с использованием минералов в наноразмерном виде не только способствуют улучшению экономической составляющей сельского хозяйства, но и ставят перед учеными множество новых задач по оценке воздействия наночастиц на живой организм, качество продукции и здоровье животных в целом. Наночастицы могут быть использованы для улучшения усвоения и биодоступности питательных веществ, в качестве новых кормовых ингредиентов или добавок, а также для повышения безопасности и контроля качества кормовых продуктов.

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

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «НАНОПЛАНТ ХРОМ (К)»

Кормовая добавка «Наноплант Хром (К)» зарегистрирована в 2018 году (№ 21-1267-050918) и представляет собой стабилизированный модифицированными полисахаридами коллоидный раствор темно-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. Наночастицы микроэлементов Нанопланта синтезируются в виде нерастворимых соединений в оболочке из биогенных полимеров. Они не имеют заряда и не воспринимаются защитной мембраной как инородное тело. Размер наночастиц (2÷40 нм) меньше размера пор, каналов мембраны, что позволяет им свободно проникать в клетки и обеспечивать процесс активного синтеза ферментов в сотни раз меньшей дозой в сравнении с солевыми формами. Медленное разрушение оболочки наночастиц из биогенного полимера внутри клеток и постепенное освобождение атомов обеспечивает эффект пролонгированности действия (несколько недель) и является причиной отсутствия токсичности от массивного действия элементов на внутриклеточные органеллы [9].

Наночастицы хрома были получены на основе технологии синтеза нанопрепаратов в виде водных коллоидных растворов наночастиц соединений микроэлементов, в том числе и хрома, в ГНУ «Институт физико-органической химии НАН Беларуси» (г. Минск).

Токсикология комплексных марок Нанопланта (включающих и наночастицы хрома) в течение четырех лет исследовалась в НПЦ Гигиены по Европейской процедуре оценки острой, кумулятивной, фито-, эко-, цито- токсичности, мутагенности на мышах, кроликах, растениях, моллюсках и одноклеточных организмах. Наноплант оказался на порядок менее токсичным (IV класс – вещества малоопасные), чем соли микроэлементов.

На протяжении всего периода исследований кормовую добавку «Наноплант Хром (К)» вводили в состав комбикормов-концентратов методом распыления и дальнейшего ступенчатого смешивания.

2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Научно-хозяйственный опыт проведен в условиях Республиканского унитарного предприятия «Витебское племпредприятие» Витебской области на молодых быках-производителях голштинской породы, средний возраст которых в начале опыта составил 29 месяцев.

Для решения поставленной цели провели научно-хозяйственный опыт. В опыте по принципу пар-аналогов было сформировано 3 группы быков-производителей: одна контрольная и две опытных по 8 голов в каждой с учетом генотипа, возраста, живой массы, количества и качества спермы (таблица 1).

Таблица 1 – Схема опыта

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

Исследования химического состава кормов проведены в Научно-исследовательском институте прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». Исследование количества и качества спермы быков-производителей выполнялось в лаборатории по оценке спермопродукции в РУП «Витебское племенное предприятие», оценка оплодотворяющей способности спермы быков – в сельскохозяйственных организациях Витебской области, в которых налажен качественный зоотехнический учет.

Условия содержания подопытных животных были одинаковыми. Быков-производителей содержали на привязи на бетонных полах. Кормление у всех животных было трехразовое, поение – из автопоилок. Параметры микроклимата соответствовали рекомендуемым нормам. Ежедневно всем быкам-производителям предоставляли моцион.

Динамику живой массы растущих быков-производителей определяли путем индивидуального взвешивания в начале и в конце опыта. Среднесуточный прирост за контрольный период (С) в граммах вычисляли по формуле:

$$C = ((m_2 - m_1) \div (n_2 - n_1)) \times 1000,$$

где m_2 – живая масса в конце контрольного периода, кг;

m_1 – живая масса в начале контрольного периода, кг;

n_2 – возраст животного в конце контрольного периода, дни;

n_1 – возраст животного в начале контрольного периода, дни.

Относительную скорость роста определяли по следующей формуле:

$$K = \frac{W_2 - W_1}{(W_2 + W_1) \times 0,5} \times 100,$$

где K – относительная скорость роста, %;

W_1 и W_2 – начальная и конечная масса животного, кг.

Спермопродукцию быков-производителей определяли в лаборатории по оценке спермопродукции 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». При оценке количества и качества спермы подопытных животных учитывали следующие признаки: органолептические (цвет, запах, консистенцию), объем эякулята (мл), активность спермы (подвижность сперматозоидов) (баллов), концентрацию сперматозоидов (млрд/мл), общее количество сперматозоидов в эякуляте (млрд). Учитывали число полученных и выбракованных эякулятов, количество накопленных и выбракованных спермодоз по переживаемости. Количество и качество спермопродукции определяли перед началом опыта в течение одного месяца (при формировании подопытных групп) и на протяжении одного месяца после завершения опыта. У быков учитывали оплодотворяющую способность спермы (по количеству плодотворно осемененных коров и телок).

Кровь брали с соблюдением правил асептики и антисептики из яремной вены в две стерильные пробирки через 2,5–3,0 ч после утреннего кормления у 4 быков-производителей из каждой группы в начале и в конце опыта. В одной из пробирок кровь стабилизировали трилоном Б (2,0–2,5 ед./мл), вторую использовали для получения сыворотки.

Морфологические показатели крови быков-производителей определяли на анализаторе клеток MEK-6450K. Биохимические исследования проводили с помощью анализатора клеток MIDRAY BS-200. Микроэлементы в сыворотке крови подопытных животных определяли на атомно-абсорбционном спектрофотометре МГА-1000.

Экономическую эффективность рассчитывали с учетом стоимости и себестоимости накопленных спермодоз и дополнительной стоимости рациона. В итоге определяли прибыль от реализованной спермопродукции и дополнительную прибыль, в том числе на одну голову за период опыта в сравнении с контролем.

Цифровой материал, полученный в научно-хозяйственном опыте, обработан методом биометрической статистики. Рассчитывали среднюю арифметическую величину (M), ошибку средней арифметической (m), коэффициент вариации (C_v) с определением степени достоверности разницы между группами (td). В работе приняты следующие обозначения уровня значимости: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$.

3. ПРИМЕНЕНИЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «НАНОПЛАНТ ХРОМ (К)» В РАЦИОНАХ БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

3.1. Условия кормления быков-производителей и концентрация хрома в кормах для них

Кормление быков-производителей должно обеспечить получение от них высококачественной спермы для искусственного осеменения независимо от сезона года. Следует учитывать, что даже кратковременные перебои в кормлении, некачественные корма, несбалансированность рационов неизбежно приведут к ухудшению качества спермы, для восстановления которого потребуется не менее 2 месяцев [4, 7, 10].

В наших исследованиях фактическое потребление кормов животными всех подопытных групп было на сравнительно высоком уровне, рационы были практически равноценны по энергетической питательности в результате почти одинаковой поедаемости кормов бычками. Рацион быков-производителей (при средней нагрузке) установлен по фактически съеденным кормам в среднем за период опыта. Подопытные быки-производители в составе рациона получали сено клеверо-тимофеечное – 6,4 кг, сенаж разнотравный – 5,1 кг и комбикорм-концентрат КД-К-66С – 4,2 кг (таблица 2). Для повышения полноценности и сбалансированности кормления животных в рационы вводили сухое молоко, сахар и подсолнечное масло.

Различия в кормлении быков-производителей заключались в том, что животные 2-й и 3-й опытных групп в составе рациона получали 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 0,2 мг на 1 кг сухого вещества рациона (или 0,64 г на голову в сутки).

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

Показатели	Группа		
	1-я – контрольная	2-я – опытная	3-я – опытная
Сено клеверо-тимофеечное, кг	6,4		
Сенаж разнотравный, кг	5,1		
Комбикорм КД-К-66С, кг	4,2		
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
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
кальция, г	65,4	65,4	65,4
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

Содержание кормовых единиц в рационе быков-производителей всех групп находилось на уровне 9,5 кг, обменной энергии – 122,3 МДж, сухого вещества – 13,81 кг. В рационах быков на 1 корм. ед. приходилось 147–150 г переваримого протеина. Соотношение кальция и фосфора в рационах производителей всех групп находилось на уровне 1,1 : 1.

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

Таблица 3 – Концентрация хрома в кормах для быков-производителей

Корма	Концентрация хрома, мг/кг корма
Сено клеверо-тимopheechnoe, кг	0,082
Сенаж разнотравный, кг	0,212
Комбикорм КД-К-66С, кг	0,130
Молоко сухое обезжиренное, кг	0,0018
Масло подсолнечное (нерафинированное, 1 сорт)	0,0014

Рационы всех подопытных быков-производителей сбалансированы по основным элементам питания. Включение в состав рациона для быков кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» способствовало более высокому потреблению хрома.

3.2. Живая масса и приросты молодых быков-производителей

В зоотехнической практике о росте животных судят по данным систематических их измерений и взвешиваний. Кормление является одним из основных факторов, влияющих на рост и развитие животных. Известно, что продолжительность роста и развития у крупного рогатого скота сохраняется до 5 лет [3, 7].

Средняя живая масса быков-производителей в начале опыта находилась практически на одном уровне (таблица 4).

Таблица 4 – Живая масса и приросты быков-производителей (n=8)

Показатели		Группа		
		1-я – контрольная	2-я – опытная	3-я – опытная
Живая масса в начале опыта, кг	M±m	624±46,2	623±47,2	623±46,0
	Cv	20,9	21,4	20,9
Живая масса в конце опыта, кг	M±m	698±36,1	700±25,7	701±35,1
	Cv	14,7	10,4	14,2
Валовой прирост за период опыта (90 дней), кг		74	77	78
Относительная скорость роста, %		11,2	11,6	11,8
Среднесуточный прирост, г	M±m	822±17,1	856±19,4	867±15,2*
	Cv	10,1	9,3	9,1
В % к контролю		100	104,1	105,5

В результате эксперимента установлено, что использование кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» в рационах быков оказало положительное

влияние на интенсивность роста молодых производителей. В конце опыта живая масса животных 2-й опытной группы была больше на 2 кг, или на 0,3%, и 3-й опытной группы – на 3 кг, или на 0,4%, чем у аналогов 1-й контрольной группы у производителей.

Наиболее точно о характере роста животных можно проследить по среднесуточным приростам живой массы. Так, среднесуточный прирост живой массы молодых быков-производителей 1-й контрольной группы за период опыта составил $822 \pm 17,1$ г. У животных 2-й опытной группы этот показатель был больше на 34 г, или на 4,1%, у быков 3-й группы – на 45 г, или на 5,5% ($P < 0,05$).

Показатели абсолютного роста важны с практической точки зрения, но по ним нельзя судить о напряженности процессов роста в организме. В связи с этим использовали показатель относительной скорости роста. В нашем эксперименте быки-производители 2-й и 3-й опытных групп имели более высокие показатели относительной скорости роста по сравнению со сверстниками 1-й контрольной группы. Так, у быков 1-й контрольной группы относительная скорость роста составила 11,2%, у аналогов 2-й опытной группы она была выше на 0,4 п.п., а у животных 3-й опытной группы – на 0,6 п.п.

3.3. Морфологические и биохимические показатели крови быков-производителей

Для нормальной деятельности всех органов необходимо постоянное снабжение их кровью. Прекращение кровообращения даже на короткий срок вызывает необратимые изменения. Это обусловлено тем, что кровь выполняет в организме важные функции, необходимые для жизни. Она очень быстро реагирует на любой патологический процесс. Поэтому определение гематологических показателей имеет большое диагностическое значение [1, 7].

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 5).

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

Таблица 5 – Морфологические и биохимические показатели крови быков-производителей, $M \pm m$ (n=4)

Показатели	Группа					
	1-я – контрольная		2-я – опытная		3-я – 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

Следует отметить достоверное увеличение общего белка и альбуминов в крови быков. Так, количество общего белка в крови животных 3-й опытной группы увеличилось на 6,1 г/л, или на 8,1% ($P < 0,01$), в крови быков 2-й 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 1-й контрольной группы. Содержание глюкозы в сыворотке крови указывает на энергонасыщенность рациона животных. Быки-производители 2-й и 3-й опытных групп по содержанию глюкозы в крови превосходили животных 1-й контрольной группы соответственно на 8,1% и 9,6%. На долю мочевины приходится около половины остаточного азота, что придает ее определению большее значение. Повышение уровня мочевины в крови отмечается у животных с нарушением выделительной функции почек, с заболеваниями, при которых происходит усиленный распад белка [8]. В наших исследованиях концентрация мочевины в крови у быков-производителей опытных групп снизилась на 0,5-0,6 ммоль/л, или на 16,1-18,6%.

Применение кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» благоприятно отразилось на минеральном составе крови быков-производителей всех опытных групп, но более интенсивно усвоение макро- и микроэлементов проходило у животных 3-й группы (таблица 6). В конце эксперимента в крови у производителей 3-й опытной группы повысилось содержание кальция на 2,9% и фосфора – на 7,3% по сравнению с аналогами 1-й контрольной группы.

Таблица 6 – Минеральный состав крови быков-производителей, $M \pm m$ (n=4)

Показатели	Нормативное значение	Группа					
		1-я – контрольная		2-я – опытная		3-я – опытная	
		период опыта					
		начало	конец	начало	конец	начало	конец
Кальций, ммоль/л	2,5-2,9	2,72± 0,14	2,76± 0,22	2,70± 0,15	2,78± 0,19	2,71± 0,12	2,84± 0,17
Фосфор, ммоль/л	1,5-1,9	2,48± 0,13	2,46± 0,29	2,43± 0,17	2,58± 0,11	2,42± 0,12	2,64± 0,27
Цинк, мкмоль/л	46-77	50,1± 1,94	48,5± 1,89	49,5± 2,03	51,9± 1,61	51,0± 2,36	53,6± 1,74*
Медь, мкмоль/л	14-17	14,4± 0,94	14,0± 1,09	14,1± 1,03	14,2± 0,81	14,7± 1,26	14,9± 0,79
Марганец, мкмоль/л	2,7-4,5	2,8± 0,18	3,0± 0,21	2,7± 0,23	3,1± 0,17	2,6± 0,19	3,0± 0,24
Кобальт, мкмоль/л	0,5-0,8	0,53± 0,02	0,52± 0,03	0,51± 0,04	0,56± 0,03	0,54± 0,02	0,55± 0,05

В крови быков-производителей 2-й и 3-й опытных групп прослеживалась тенденция к увеличению в крови макроэлементов. У животных 3-й опытной группы содержание микроэлементов в сыворотке крови увеличилось по сравнению с 1-й контрольной группой: цинка – на 10,5% ($P < 0,05$), меди – на 6,4 и кобальта – на 5,8%; у быков 2-й опытной группы: кальция – на 0,7%, фосфора – на 4,9%, цинка – на 7,0%, меди – на 1,4, марганца – на 3,3 и кобальта – на 7,7%.

Анализ морфологических и биохимических показателей крови быков-производителей позволяет сделать вывод о положительном влиянии включения в рацион быков-производителей кормовой добавки «Наноплант Хром (К)».

3.4. Количественные и качественные показатели спермопродукции быков-производителей

Органолептические показатели спермы у быков всех подопытных групп на протяжении научно-хозяйственного опыта соответствовали нормативным требованиям.

При формировании подопытных групп животных в предварительный период (30 дней) были изучены количественные и качественные показатели их спермопродукции. Существенных отличий между быками подопытных групп не было (таблица 7).

Таблица 7 – Показатели спермы быков-производителей (n=8)

Группа		Показатели спермопродукции			
		объем эякулята, мл	активность спермы, баллов	концентрация сперматозоидов, млрд/мл	количество сперматозои- дов в эякуляте, млрд
Предопытный период (30 дней)					
1-я – кон- трольная	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
2-я – 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
3-я – 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)					
1-я – кон- трольная	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
2-я – 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
3-я – 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)					
1-я – кон- трольная	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
2-я – 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
3-я – 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

Применение кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» в рационах быков-производителей неодинаково отразилось на показателях их спермопродукции. В результате опыта установлено, что наибольший объем эякулята выявлен у быков 3-й группы. По данному показателю производители этой группы превосходили аналогов 1-й контрольной группы на 0,28 мл, или на 4,6%, быки 2-й

опытной группы – на 0,23 мл, или на 3,8%. По активности спермы быки 1-й контрольной группы уступали животным 3-й опытной группы на 2,5% ($P<0,05$).

Для определения степени разбавления спермы необходимо знать фактическое количество сперматозоидов в эякуляте, для этого определяли их концентрацию. Концентрация сперматозоидов у быков 3-й опытной группы составила $1,36 \pm 0,03$ млрд/мл, что по сравнению со сверстниками 1-й контрольной группы больше на 0,1 млрд/мл, или на 7,9% ($P<0,05$), у производителей 2-й опытной группы – на 0,09 млрд/мл, или на 7,1%. Количество сперматозоидов в эякуляте у производителей 3-й опытной группы было выше, чем у аналогов 1-й контрольной группы, на 0,99 млрд, или на 13,0% ($P<0,05$), у быков 2-й опытной группы – на 0,85 млрд, или на 11,2%.

Для оценки поствливания использования 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 2-й и 3-й опытных групп.

Количественные показатели спермопродукции быков-производителей представлены в таблице 8. За опытный период от быков 3-й группы количество полученных эякулятов было больше на 9,1%, у производителей 2-й опытной группы – на 7,4% по сравнению со сверстниками 1-й контрольной группы.

Таблица 8 – Показатели спермы быков-производителей и оплодотворяющая способность спермы (n=8)

Показатели	Группа		
	1-я – контрольная	2-я – опытная	3-я – опытная
Получено эякулятов за опытный период, шт.	176	189	192
Брак эякулятов, %	3,8	3,5	3,2
Получено эякулятов за вычетом выбракованных, шт.	169	182	186
Накоплено спермодоз (заморожено соломинок), ед.	26751	28809	29442
Брак спермодоз, %	5,3	4,8	4,5
Накоплено спермодоз за вычетом выбракованных, ед.	25333	27426	28117
Оплодотворяющая способность спермы, %	71,4	74,2	75,5

Процент брака эякулятов у производителей 3-й опытной группы составил 3,2%, что ниже на 0,6 п.п., у животных 2-й опытной группы – на 0,3 п.п. по сравнению с быками 1-й контрольной группы. Наибольшее число эякулятов за вычетом выбракованных получено в 3-й опытной группе (186 шт.), что выше по сравнению с 1-й контрольной группой на 9,1%. От быков-производителей 3-й опытной группы заморожено спермодоз на 10,1% больше, у быков 2-й опытной группы – на 7,7%, чем от аналогов 1-й контрольной группы.

Процент брака спермодоз по переживаемости у быков 2-й и 3-й опытных групп был ниже по сравнению с быками 1-й контрольной группы соответственно на 0,5 и 0,8 п.п. Количество замороженных спермодоз за вычетом выбракованных у быков 3-й опытной группы было больше на 11,0%, у животных 2-й опытной группы – на 8,3% по сравнению с производителями 1-й контрольной группы.

Решающее значение для оценки качества спермы имеет определение оплодотворяющей способности спермы. В нашем опыте у быков-производителей 1-й контрольной группы этот показатель был ниже по сравнению с животными 2-й опытной группы – на 2,8 п.п. и аналогами 3-й опытной группы – на 4,1 п.п.

3.5. Экономическая эффективность

Расчет экономических показателей указывает на то, что использование в составе рациона быков-производителей кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» способствует получению дополнительной прибыли от реализации спермопродукции за счет повышения ее количества и качества (таблица 9). Расчет экономической эффективности проводили в средних ценах за 2023 год.

От быков-производителей 2-й и 3-й опытных групп за период эксперимента было накоплено спермодоз больше по сравнению с животными 1-й контрольной группы. Стоимости и себестоимости одной спермодозы, а также дополнительной стоимости рациона за счет использования кормовой добавки «Наноплант Хром (К)», прибыль от реализации спермы во 2-й группе была выше на 8,3% и в 3-й группе – на 11,0% в сравнении с контролем. Наиболее высокий экономический эффект получен в 3-й группе.

Экономическая оценка результатов исследований показала, что использование в рационах быков-производителей кормовой добавки «Наноплант Хром (К)», содержащей наночастицы хрома, позволило получить дополнительную прибыль на 1 голову, во 2-й опытной группе – 410,50 руб. и в 3-й опытной группе – 546,36 руб.

Таблица 9 – Расчет экономической эффективности применения кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» в кормлении быков-производителей

Показатели	Группы		
	1-я – контрольная	2-я – опытная	3-я – опытная
Количество быков, гол.	8	8	8
Продолжительность опыта, дней	90		
Накоплено спермодоз за вычетом выбракованных, всего ед.	25333	27426	28117
Разница с контролем, ед.	-	2093	2784
Стоимость одной спермодозы, руб.	6,69		
Себестоимость одной спермодозы, руб.	5,12		
Стоимость накопленных спермодоз, руб.	169477,80	183478,00	188102,70
Себестоимость полученной продукции, руб.	129705,00	140421,10	143959,00
Стоимость 1 кг добавки, руб.	-	10,00	
Израсходовано добавки на период опыта, кг	-	0,230	0,461
Стоимость добавки, израсходованной за период опыта, руб.	-	2,30	4,61
Прибыль от реализации полученной продукции, руб.	39772,80	43056,90	44143,70
В % к контролю	100	108,3	111,0
Дополнительная прибыль от реализации спермодоз, руб.	-	3284,10	4370,90
Дополнительная прибыль в расчете на 1 голову, руб.	-	410,50	546,36

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Использование кормовой добавки «Наноплант Хром (К)», в количестве 0,1 мг на 1 кг сухого вещества рациона (или 0,32 г на голову в сутки) и 0,2 мг на 1 кг сухого вещества рациона (или 0,64 г на голову в сутки) способствовало увеличению живой массы растущих быков-производителей соответственно на 0,3 и 0,4%, среднесуточных приростов – на 4,1% и 5,5% ($P < 0,05$) и относительной скорости роста – на 0,4 и 0,6 процентных пункта.

2. Применение в рационе быков-производителей кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» в количестве 0,1 мг на 1 кг сухого вещества рациона и 0,2 мг на 1 кг сухого вещества рациона способствует оптимизации гематологических

показателей, о чем свидетельствует увеличение в сыворотке крови общего белка на 4,7–8,1% ($P<0,01$), альбуминов – на 5,5–9,1% ($P<0,05$), содержания микроэлементов – на 5,8–10,5%.

3. Включение в состав рациона быков-производителей кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» в количестве 0,2 мг на 1 кг сухого вещества рациона (или 0,64 г на голову в сутки) позволяет повысить количество и качество их спермопродукции, что выразилось в увеличении объема эякулята на 0,28 мл, или на 4,6%, концентрации сперматозоидов – на 0,1 млрд/мл, или на 7,9% ($P<0,05$), количества сперматозоидов в эякуляте – на 0,99 млрд, или на 13,0% ($P<0,05$), оплодотворяющей способности спермы – на 4,1 п.п., получении большего количества эякулятов на 9,1%, и замороженных спермодоз на 11,0% при меньшей их выбраковке на 0,8 процентных пункта.

4. Экономическая оценка показала, что прибыль от реализации спермы самой высокой оказалась в 3-й группе (111,0% к контролю), в которой применяли кормовую добавку «Наноплант Хром (К)» в количестве 0,2 мг на 1 кг сухого вещества рациона (или 0,64 г на голову в сутки). Дополнительная прибыль в 3-й группе составила 4370,90 руб., или 546,36 руб. в расчете на одну голову за 90 дней опыта.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВУ

Для повышения количества и качества спермопродукции рекомендуется использовать в кормлении быков-производителей кормовую добавку «Наноплант Хром (К)» в количестве 0,2 мг на 1 кг сухого вещества рациона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акушерство и репродукция сельскохозяйственных животных. Репродуктивная функция. Искусственное осеменение : учеб.-метод. пособие / Г. Ф. Медведев [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – Витебск : ВГАВМ, 2022. – 256 с.
2. Базылев, Д. В. Применение природного адсорбента в рационах быков-производителей / Д. В. Базылев // Ученые записки УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – Витебск, 2012. – Т. 48, вып. 1. – С. 211–214.
3. Валюшкин, К. Д. Акушерство, гинекология и биотехника размножения животных : учебник / К. Д. Валюшкин, Г. Ф. Медведев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск : Ураджай, 2001. – 869 с.
4. Витаминно-минеральное питание племенных бычков и быков-производителей : монография / М. М. Карпеня [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2012. – 104 с.
5. Итоги работы в животноводстве за 2022 год // Сельская газета. – 2023. – № 14(21755). – 2 февр. – С. 11.
6. Карпеня, М. М. Молочное дело : учебник / М. М. Карпеня, В. Н. Подрез, В. И. Шляхтунов. – Минск : ИВЦ Минфина, 2023. – 304 с.
7. Карпеня, М. М. Оптимизация кормления племенных бычков и быков-производителей : монография / М. М. Карпеня. – Витебск : ВГАВМ, 2019. – 172 с.
8. Кононенко, Г. П. О контаминации микотоксинами партий сена в животноводческих хозяйствах / Г. П. Кононенко, А. А. Буркин // Сельскохозяйственная биология. – 2014. – № 4. – С. 120–126.
9. Наночастицы хрома в кормлении молодняка крупного рогатого скота и ремонтных свинок : рекомендации / В. М. Голушко [и др.]. – Жодино, 2021. – 28 с.
10. Подольников, В. Е. Репродуктивные качества быков-производителей при использовании в их кормлении разных по составу рационов / В. Е. Подольников, М. В. Подольников, А. Н. Голубов // Вестник Брянской ГСХА, 2019. – № 1(71). – С. 46–51.
11. Рекомендации по витаминно-минеральному питанию быков-производителей / С. Л. Карпеня [и др.]. – Витебск: ВГАВМ, 2009. – 19 с.
12. Шляхтунов, В. И. Скотоводство : учебник / В. И. Шляхтунов, А. Г. Марусич. – Минск : ИВЦ Минфина, 2017. – 480 с.
13. Эффективность использования эссенциальных минеральных элементов и витаминов в кормлении крупного рогатого скота и молочных коз : монография И. В. Брыло [и др.]. – 2023. – 270 с.

**Кафедра гигиены животных имени профессора В. А. Медведского
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия
ветеринарной медицины»**

Кафедра гигиены животных была организована в 1933 году. Первым ее заведующим с 1933 по 1936 год был доцент В.С. Старинский. В дальнейшем кафедрой заведовали: доцент Б.В. Балдеев (1937-1940 гг.); профессор А.П. Онегов (1940-1941 гг.); академик Х.С. Горегляд (1945-1947 гг.); профессор А.И. Бобашинский (1949-1950 гг.); доцент Цысс (1953-1960 гг.), доцент В.М. Матусевич (1961-1962 гг.), доцент Е.Ф. Тарусова (1969-1974 гг.), профессор Г.А. Соколов (1974-1998 гг.), профессор В.А. Медведский (1998-2021 гг.). С 2021 года заведующим кафедрой является доктор сельскохозяйственных наук, профессор М.М. Карпеня.

Сотрудники кафедры являются соавторами «Ветеринарной энциклопедии» (2013 г.), 9 учебников, 15 учебных пособий, 4 практикумов, 5 практических руководств. За последние годы на кафедре было опубликовано более 20 монографий, 50 рекомендаций сельскохозяйственному производству, 1500 статей, получено 17 патентов на изобретения, 30 технических условий.

Для подготовки и обучения студентов создано 17 контролирующих и 15 обучающих компьютерных программ, около 80 видеофильмов.

Сотрудники кафедры поддерживают деловые связи с Санкт-Петербургской академией ветеринарной медицины, Московской академией ветеринарной медицины, Московской сельскохозяйственной академией.

На кафедре защищено 18 кандидатских диссертаций.

21 января 2013 года за высокие достижения в развитии отечественной науки и образования кафедра награждена дипломом «Золотая кафедра России» серии «Золотой фонд отечественной науки».

В настоящее время на кафедре работают: заведующий кафедрой, доктор сельскохозяйственных наук, профессор М.М. Карпеня, доценты: А.Н. Карташова, М.В. Рубина, И.В. Щебеток, Ю.В. Шамич, Н.В. Мазоло, М.В. Горовенко, старшие преподаватели С.М. Луцыкович и В.В. Гуйван, ассистент Т.В. Ерошкина.

***По вопросам сотрудничества обращаться
по телефонам: 8 (0212) 33-16-18, 8 (0212) 23-44-19.
E-mail: gigiena@vsavm.by***



Учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»

Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины является старейшим учебным заведением в Республике Беларусь, ведущим подготовку врачей ветеринарной медицины, ветеринарно-санитарных врачей, провизоров ветеринарной медицины и зооинженеров.

Вуз представляет собой академический городок, расположенный в центре города на 17 гектарах земли, включающий в себя единый архитектурный комплекс учебных корпусов, клиник, научных лабораторий, библиотеки, студенческих общежитий, спортивного комплекса, Дома культуры, столовой и кафе, профилактория для оздоровления студентов. В составе академии 3 факультета: ветеринарной медицины; биотехнологический; повышения квалификации и переподготовки кадров агропромышленного комплекса. В ее структуру также входят Аграрный колледж УО ВГАВМ (п. Лужесно, Витебский район), филиалы в г. Речице Гомельской области и в г. Пинске Брестской области, первый в системе аграрного образования НИИ прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии (НИИ ПВМ и Б).

В настоящее время в академии обучается более 4 тысяч студентов, как из Республики Беларусь, так и из стран ближнего и дальнего зарубежья. Учебный процесс обеспечивают 309 преподавателей. Среди них 166 кандидатов, 30 докторов наук и 23 профессора.

Помимо того, академия ведет подготовку научно-педагогических кадров высшей квалификации (кандидатов и докторов наук), переподготовку и повышение квалификации руководящих кадров и специалистов агропромышленного комплекса, преподавателей средних специальных сельскохозяйственных учебных заведений.

Научные изыскания и разработки выполняются учеными академии на базе Научно-исследовательского института прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии. В его состав входит 2 отдела: научно-исследовательских экспертиз (с лабораторией биотехнологии и лабораторией контроля качества кормов); научно-консультативный.

Располагая современной исследовательской базой, научно-исследовательский институт выполняет широкий спектр фундаментальных и прикладных исследований, осуществляет анализ всех видов биологического материала и ветеринарных препаратов, кормов и кормовых добавок, что позволяет с помощью самых современных методов выполнять государственные тематики и заказы, а также на более высоком качественном уровне оказывать услуги предприятиям агропромышленного комплекса. Активное выполнение научных исследований позволило получить сертификат об аккредитации академии Национальной академией наук Беларуси и Государственным комитетом по науке и технологиям Республики Беларусь в качестве научной организации. Для проведения данных исследований отдел научно-исследовательских экспертиз аккредитован в Национальной системе аккредитации в соответствии с требованиями стандарта СТБ ИСО/МЭК 17025.

Обладая большим интеллектуальным потенциалом, уникальной учебной и лабораторной базой, вуз готовит специалистов в соответствии с европейскими стандартами, является ведущим высшим учебным заведением в отрасли и имеет сертифицированную систему менеджмента качества, соответствующую требованиям ISO 9001 в национальной системе (СТБ ISO 9001 – 2015).

www.vsavm.by

***210026, Республика Беларусь, г. Витебск, ул. 1-я Доватора, 7/11, факс (0212) 48-17-65,
тел. 33-16-29 (отдел международного сотрудничества, профориентационной
работы и довузовской подготовки); 33-16-17 (НИИ ПВМ и Б);***

E-mail: pk_vgavm@vsavm.by.

Нормативное производственно-практическое издание

**Карпеня Михаил Михайлович,
Ногина Татьяна Николаевна,
Козинец Александр Иосифович и др.**

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

Ответственный за выпуск М. М. Карпеня
Технический редактор Е. А. Алисейко
Компьютерный набор Т. Н. Ногина, С. Л. Карпеня
Компьютерная верстка и корректор Т. А. Никитенко

Подписано в печать 22.02.2024. Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 1,50. Уч.-изд. л. 1,08. Тираж 30 экз. Заказ 2454.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета»
государственная академия ветеринарной медицины».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/ 362 от 13.06.2014.
ЛП №: 02330/470 от 01.10.2014 г.
Ул. 1-я Доватора, 7/11, 210026, г. Витебск.
Тел.: (0212) 48-17-82.
E-mail: rio@vsavm.by
<http://www.vsavm.by>