

вития молочного скотоводства в Республике Беларусь / В. Н. Тимошенко, А. А. Музыка, А. А. Москалев // Передовые технологии и техническое обеспечение сельскохозяйственного производства : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 30-31 марта 2017 г. – Минск : БГАТУ, 2017. – С. 15–20. 10. Физиология пищеварения и кормление крупного рогатого скота : учеб. пособие / В. М. Голушко [и др.]. – Гродно : ГГАУ, 2005. – 443 с. 11. Хазиахметов, Ф. С. Нормированное кормление сельскохозяйственных животных : учеб. пособие / Ф. С. Хазиахметов [и др.]. – СПб. : Лань, 2005. – 272 с. 12. Ammerman, C. B. Biological availability of mineral ions: a review / C. B. Ammerman, S. M. Miller // J. Anim. Sci. – 1982. – Vol. 35. – P. 681–694.

Статья передана в печать 15.10.2018 г.

УДК 636.2.082.31

ПЕРЕВАРИМОСТЬ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ, РУБЦОВОЕ ПИЩЕВАРЕНИЕ, БАЛАНС И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЗОТА БЫЧКАМИ ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ В РАЦИОН НОВЫХ НОРМ ВИТАМИНОВ И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ

Карпеня М.М.

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

*В результате физиологического опыта установлено, что включение в рацион бычков витаминов и микроэлементов по новым нормам позволяет оптимизировать обмен веществ, минеральных элементов и витаминов, о чем свидетельствует повышение переваримости безазотистых экстрактивных веществ, увеличение в рубцовом содержимом азота и летучих жирных кислот, отложение в теле азота, использование минеральных веществ, органического селена и витаминов. **Ключевые слова:** быки-производители, витамины, микроэлементы, переваримость, рубцовое пищеварение, баланс веществ.*

DIGESTIBILITY OF NUTRIENTS, CICATRICAL DIGESTION, BALANCE AND NITROGEN USE BY BULL-CALVES AT INCLUSION IN THE DIET OF NEW NORMS VITAMINS AND MICROELEMENTS

Karpenia M.M.

Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

*As a result of physiological experience it is established that inclusion of vitamins and microelements in new norms in a diet of bulls-calves allows to optimize a metabolism, mineral elements and vitamins what increase in digestibility of nitrogen-free extractive substances, increase in cicatricial contents of nitrogen and volatile fatty acids, adjournment in a body of nitrogen, use of mineral substances, organic selenium and vitamins. **Keywords:** manufacturing bulls, vitamins, microelements, digestibility, cicatricial digestion, balance of substances.*

Введение. Необходимым условием повышения эффективности племенной работы в Республике Беларусь, ускорения темпов роста генетического потенциала продуктивности крупного рогатого скота и правильного использования племенных ресурсов является создание специализированной системы выращивания и использования племенных быков [227, с. 5]. Продолжительность использования ценных быков-производителей, количество и качество полученной от них спермы зависят как от особенностей, так и от условий их выращивания и полноценности кормления [2, с. 164–165].

Наряду с удовлетворением потребности в энергии и необходимых питательных веществах существенное влияние оказывает обеспеченность их витаминами и минеральными веществами. При этом трансформация питательных веществ и энергии кормов полностью осуществляется при оптимальном их соотношении и своевременном поступлении в организм животных. На продуктивность крупного рогатого скота обменная энергия влияет на 55%, протеин – на 30, минеральные вещества и витамины – на 15% [6, 10].

Основным источником важнейших минеральных веществ и витаминов для животных являются растительные корма. Однако минеральный состав кормов существенно отличается не только по биохимическим зонам страны, но и по районам республики. В исследованиях И.И. Горячева [4] средний дефицит микроэлементов в сбалансированных по энергии рационах составляет 30–50%, что вызывает необходимость применения минеральных подкормок в рационах животных. В Витебской области Республики Беларусь преобладают дерновые и дерново-подзолистые почвы, на их долю приходится около 80% всех площадей. По физическим свойствам это суглинистые или супесчаные почвы, которые имеют кислотность pH 4,8–5,3, что препятствует переходу минеральных веществ в растения [1, 5, 8].

Интенсивность и направленность бродильных процессов, осуществляемых микрофлорой преджелудков, обуславливает характер переваривания корма и эффективность его использования организмом животных. Регуляция этих процессов в рубце жвачных животных может осу-

существовать не только полноценным и сбалансированным кормлением, но и введением в рацион биологически активных веществ [11, с. 94].

Цель исследований – определить переваримость питательных веществ, рубцовое пищеварение, баланс и использование азота бычками при включении в их рацион новых норм витаминов и микроэлементов.

Материалы и методы исследований. Нами были проведены научно-хозяйственные опыты, в которых изучались новые нормы потребности бычков-производителей в витаминах и микроэлементах [6]. Для более точной оценки эффективности разработанных норм был проведен физиологический опыт в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» на бычках черно-пестрой породы с хронической фистулой на рубце. Были отобраны 2 группы бычков (контрольная и опытная) по 3 головы в каждой в возрасте 6 месяцев, живой массой 170–175 кг. Продолжительность физиологического опыта составляла 7 дней. Условия содержания подопытных бычков при проведении эксперимента были одинаковыми. В состав рациона для бычков вводили силос кукурузный (52,3%) и комбикорм КДК-60 (47,8%). Дополнительно в рацион вводили витамины А, D и E и микроэлементы Cu, Zn, Mn, I, Co и Se. Бычки контрольной группы дополнительно получали витамины и микроэлементы по нормам РАСХН (2003) [7], животные опытной группы – по разработанным нами нормам: меди – 15,5 мг, цинка – 70, кобальта – 1,1, марганца – 80, йода – 1,2, каротина – 75 мг, витамина D – 1,3 тыс. МЕ, витамина E – 60 мг на 1 кг сухого вещества рациона.

Химический состав кормов и продуктов обмена определяли по схеме общего зоотехнического анализа. Проводили контроль поедаемости кормов – путем ежедневных контрольных взвешиваний заданных кормов и их остатков. При проведении физиологических опытов отбор проб выделений (кал и моча) для лабораторных исследований осуществляли по методике ВИЖ (1969). Переваримость и использование питательных веществ, микроэлементов и витаминов определяли по разнице между их количеством, поступившим с кормом и выделенным с продуктами обмена.

Для контроля за процессами пищеварения в преджелудках проводили анализ содержимого рубца, пробы которого у бычков отбирали спустя 2,5–3 часа после утреннего кормления через фистулы, установленные в рубце. В отобранных пробах (профильтрованных через 4 слоя марли) определяли: концентрацию ионов водорода – электропотенциометром рН-340, общий азот – методом Кьельдаля, аммиак – микродиффузным методом в чашках Конвея, общее количество ЛЖК – методом паровой дистилляции в аппарате Маркгамма.

Цифровой материал обработан методом биометрической статистики с определением уровня значимости: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$.

Результаты исследований. В физиологическом опыте наилучшая переваримость практически всех питательных веществ отмечалась в опытной группе по сравнению с контрольной группой (таблица 1). Так, у бычков опытной группы переваримость сухого вещества повысилась на 3,2 п.п., органического вещества – на 5,9, БЭВ – на 10,0 ($P < 0,05$), жира – на 9,5, протеина – на 4,2 и клетчатки – на 1,2 п.п.

Таблица 1 – Переваримость питательных веществ рациона, %

Показатели	Группы	
	контрольная	опытная
Сухое вещество	58,06±1,63	59,92±1,68
Органическое вещество	62,03±1,47	65,71±0,94
БЭВ	68,45±2,70	75,32±1,93*
Жир	58,77±4,52	64,33±3,68
Протеин	54,58±3,20	56,89±2,76
Клетчатка	58,70±2,86	59,41±3,20

В рубце животных во время пищеварения водородный показатель рН находится в пределах 5,5–6,8, что является благоприятным условием для существования бактерий и простейших [3]. Рассматривая показатели рубцового пищеварения, следует отметить, что в рубцовой жидкости бычков опытной группы отмечено незначительное снижение рН и повышение уровня ЛЖК – на 20,4% ($P < 0,001$), что свидетельствует о большей интенсивности гидролиза углеводов кормов под воздействием повышенных доз биологически активных веществ (таблица 2).

Таблица 2 – Показатели рубцового пищеварения у бычков

Показатели	Группы	
	контрольная	опытная
рН	6,55±0,25	6,39±0,27
Азот, %	0,125±0,01	0,148±0,01*
Аммиак, мг %	15,39±2,9	12,84±3,1
ЛЖК, ммоль/л	93±3,6	112±4,1***

У бычков опытной группы установлено достоверное увеличение в рубцовом содержимом азота на 0,023 п.п. ($P < 0,05$) и снижение уровня аммиака на 16,6% по сравнению с молодняком контрольной группы, что указывает на лучшую усвояемость и использование азота кормов.

Переваримость питательных веществ рациона тесно связана с количеством потребленного корма, соотношением в нем отдельных компонентов, в том числе минеральных элементов и витаминов и уровнем их выделения в продуктах обмена. Баланс азота характеризует в определенной степени питательную ценность и сбалансированность рациона по белку [9, с. 41].

Баланс азота у бычков опытной группы был положительным (таблица 3). А именно, поступление азота в организм у бычков опытной группы было выше по сравнению с аналогами контрольной группы, что обусловлено более высокой поедаемостью рациона. Молодняк опытной группы выделял азота с калом меньше на 3,5 г, или на 7,2%, чем животные контрольной группы, что, на наш взгляд, свидетельствует о большем его использовании организмом. Это позволило увеличить его усвоение бычками опытной группы на 6,5 г, или на 9,6% ($P < 0,001$) по сравнению с аналогами контрольной группы. Выделение азота с мочой у бычков контрольной и опытной групп существенных различий не имело.

Таблица 3 – Среднесуточный баланс и использование азота

Показатели	Группы	
	контрольная	опытная
Принято с кормом, г	116,5±1,82	119,5±1,49
Выделено с калом, г	48,9±1,54	45,4±2,27
Усвоено, г	67,6±1,25	74,1±1,61***
Выделено с мочой, г	43,1±1,21	44,2±1,28
Отложено в теле, г	24,5±1,38	29,9±1,14**
Использовано от принятого, %	21,0	25,0
Использовано от усвоенного, %	36,2	40,4

Количество отложенного азота у бычков опытной группы было выше на 5,4 г, или на 22,0% ($P < 0,01$) по сравнению с аналогами контрольной группы. У животных опытной группы было использовано азота от принятого на 4,0 п.п., а от усвоенного - на 4,2 п.п. больше, чем у молодняка контрольной группы.

Включение в рацион бычков разработанных норм витаминов и микроэлементов оказало положительное влияние на среднесуточный баланс этих веществ в организме (таблица 4). Установлено, что у бычков опытной группы отложение кальция и фосфора в теле было выше соответственно на 0,7 и 0,5 г, использовано от принятого – на 1,1 и 1,5 п.п. по сравнению с животными контрольной группы.

Таблица 4 – Среднесуточный баланс и использование минеральных веществ

Группа	Принято с кормом	Выделено с калом	Выделено с мочой	Отложено в теле	Использовано от принятого, %
Кальций, г					
Контрольная	35,4±0,34	24,1±0,41	0,4±0,06	10,9±0,53	30,8
Опытная	36,4±0,45	24,4±0,37	0,4±0,05	11,6±0,61	31,9
Фосфор, г					
Контрольная	21,9±0,18	14,5±0,26	0,4±0,02	7,0±0,32	32,0
Опытная	22,4±0,27	14,6±0,19	0,3±0,04	7,5±0,40	33,5
Медь, мг					
Контрольная	46,1±0,58	31,6±0,47	1,8±0,08	12,7±0,69	27,5
Опытная	77,5±2,14	52,4±2,08	2,0±1,05	23,1±1,58**	29,8
Цинк, мг					
Контрольная	192±3,16	94,5±2,47	8,8±1,29	88,7±2,38	46,2
Опытная	350±5,37	141,3±3,69	11,6±1,31	197,1±4,11***	56,3
Кобальт, мг					
Контрольная	3,12±0,15	1,81±0,09	0,20±0,01	1,11±0,16	35,1
Опытная	5,50±0,24	3,20±0,17	0,22±0,01	2,08±0,19*	37,9
Марганец, мг					
Контрольная	288,0±5,26	229,3±3,99	21,8±0,67	36,9±0,39	12,8
Опытная	400±6,08	311,1±5,12	28,5±0,74	60,4±0,67***	15,1
Иод, мг					
Контрольная	1,44±0,04	0,65±0,02	0,47±0,01	0,32±0,02	22,4
Опытная	6,00±0,11	2,98±1,61	1,53±0,06	1,49±0,05***	24,8
Селен, мг					
Контрольная	0,48±0,03	0,29±0,02	0,11±0,01	0,08±0,01	17,3
Опытная	2,00±0,07	1,16±0,06	0,25±0,04	0,59±0,09***	29,4

По данным А. Хеннига [12, с. 21], минеральные вещества всасываются почти на всем протяжении пищеварительного тракта. В содержимом желудка и кишечника элементы находятся в форме растворимых солей. Благодаря процессам абсорбции (всасывания) организм располагает барьером, предохраняющим его от перенасыщения минеральными веществами. Но для большинства элементов эта система недостаточно совершенна, о чем не в последнюю очередь свидетельствуют токсикозы. Выделение минеральных веществ из организма может происходить различными путями. Преобладает выделение с калом и мочой. Количество веществ, выделяемых организмом, как правило, зависит от их поступления с кормом.

В наших исследованиях изучение баланса микроэлементов показало, что он был положительным во всех подопытных группах. В связи с более высоким поступлением в организм бычков опытной группы микроэлементов отложение их в теле было выше, чем у аналогов контрольной группы. У бычков опытной группы по сравнению с контрольной группой отложено в теле меди было на 10,4 мг ($P < 0,01$) больше, а использовано организмом от принятого количества – на 2,3 п.п. Отмечено большее отложение в теле бычков опытной группы цинка и кобальта соответственно на 108,4 ($P < 0,001$) и 0,97 мг ($P < 0,05$), а использовано от принятого – на 10,1 и 2,8 п.п. больше, чем у бычков контрольной группы. У бычков опытной группы отложение в теле марганца выше на 23 мг ($P < 0,001$), а его использование – на 2,3 п.п., чем в контроле. Отложение в теле бычков опытной группы йода было больше на 1,17 мг ($P < 0,01$), использование от принятого – на 2,4 п.п. по сравнению с аналогами контрольной группы.

Бычки опытной группы получали повышенную дозу селена по разработанным нормам в органической форме, что повлияло на более высокое отложение его в теле животных и использование (на 12,1 п.п., $P < 0,001$) по сравнению с аналогами контрольной группы, которым скармливали неорганическую форму селена.

У бычков опытной группы, по сравнению с контрольной, отложение и использование организмом витаминов происходило интенсивнее. Так, при более высоком поступлении в организм животных витаминов А, D и E, отложение их в теле было выше соответственно на 3,68 мг, 11,9 и 40,9 мг, чем у сверстников контрольной группы. Животные опытной группы лучше использовали витамин А на 3,7 п.п., витамин D – на 3,1 и витамин E – на 3,8 процентных пункта, чем животные контрольной группы.

Заключение. Включение в рацион бычков витаминов и микроэлементов по новым нормам позволяет оптимизировать обмен веществ, минеральных элементов и витаминов, что выразилось в достоверном повышении переваримости безазотистых экстрактивных веществ на 10,0% ($P < 0,05$), увеличении в рубцовом содержимом азота – на 18,4 п.п. ($P < 0,05$) и летучих жирных кислот – на 20,4% ($P < 0,05$), отложении в теле азота – на 20,0% ($P < 0,01$) и его использовании организмом – на 4,0 п.п., использовании минеральных веществ – на 1,1–10,1, органического селена – на 12,1 и витаминов А, D и E – на 3,1–3,8 процентных пункта.

Литература. 1. *Агрохимия в вопросах и ответах* / А. А. Каликинский [и др.]. – Минск : Ураджай, 1991. – 238 с. 2. *Богданов, Г. А. Кормление сельскохозяйственных животных* / Г. А. Богданов. – 2-е изд. перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1990. – 624 с. 3. *Быкова, О. А. Рубцовый метаболизм и морфологический состав крови бычков при использовании в рационах минеральных добавок из местных источников сырья* / О. А. Быкова // *Кормление с.-х. животных и кормопроизводство*. – 2015. – № 11–12. – С. 15–21. 4. *Горячев, И. И. Витаминное питание высокопродуктивных коров* / И. И. Горячев, Я. Ю. Кажуро // *Новое в кормлении высокопродуктивных животных : сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ ; под ред. А. П. Калашникова*. – М. : Агропромиздат, 1989. – С. 41–44. 5. *Земля Беларуси* / И. М. Богдевич [и др.]. – Минск, 1997. – 42 с. 6. *Нормирование витаминно-минерального питания молочного скота : справочное пособие* / И. И. Горячев [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2015. – 33 с. 7. *Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных : справ. пособие* / А. П. Калашников [и др.]. – М., 2003. – 456 с. 8. *Петровский, Е. И. Почвы Республики Беларусь : учеб. пособие* / Е. И. Петровский, А. И. Горбылева, Б. А. Калько. – Горки : БГСХА, 1998. – 132 с. 9. *Радчиков, В. Ф. Нормирование рационов молодняка крупного рогатого скота по селену : моногр.* / В. Ф. Радчиков. – Жодино : РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», 2008. – 121 с. 10. *Репродуктивная функция и естественная резистентность быков-производителей в зависимости от различных уровней витаминов и микроэлементов в их рационах* / И. И. Горячев [и др.] // *Проблемы повышения эффективности производства животноводческой продукции: тез. докл. междунар. науч.-практ. конф.* / НПЦ НАН Беларуси по животноводству; редкол.: И. П. Шейко [и др.]. – Жодино, 2007. – С. 184–185. 11. *Физиология кормления жвачных животных : практическое пособие* / Н. С. Мотузко [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2008. – 138 с. 12. *Хенниг, А. Минеральные вещества, витамины, биостимуляторы в кормлении сельскохозяйственных животных* / А. Хенниг ; под ред. А. Л. Падучевой, Ю. И. Раецкой. – М. : Колос, 1976. – 558 с.

Статья передана в печать 31.10.2018 г.