

4. Рапс – важный источник протеина для молодняка крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков, Т. Л. Саспалёва, В. П. Цай, А. М. Глинкова // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2014. – Т. 51, № 4. – С. 71-75.

5. Физиологическое состояние и продуктивность бычков при включении в рацион экструдированной кормовой добавки / В. Ф. Радчиков, А. Н. Кот, В. П. Цай, О. Ф. Ганущенко, С. Л. Шинкарёва, В. А. Трокоз // Актуальні питання технології продукції тваринництва : матеріали за результатами II Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції. – Полтава, 2017. – С. 46-52.

6. Бердина, А. Н. Биологическая ценность семян подсолнечника и продуктов их переработки / А. Н. Бердина, Н. В. Ильчишина, Н. С. Безверхая // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2008. - № 5-6. – С. 44-45.

7. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Изд. 3-е, испр. – Минск : Вышэйшая школа, 1973. – 320 с.

8. Симонян, Г. А. Ветеринарная гематология / Г. А. Симонян, Ф. Ф. Хисамутдинов. – Москва : Колос, 1995. – 254 с.

9. Лабораторные исследования в ветеринарной клинической диагностике : учебник / под ред. проф. П. С. Ионова. – Москва : Гос. изд-во с.-х. литературы, 1957. – 288 с.

10. Риган, В. Д. Атлас ветеринарной гематологии / В. Д. Риган, Т. Сандерс ; пер. с англ. Е. В. Махиянов. – Москва : Аквариум ЛТД, 2000. – 136 с.

11. Воскобойник, В. Ф. Ветеринарное обеспечение высокой продуктивности коров / В. Ф. Воскобойник. – Москва : Росагропромиздат, 1988. – 254 с.

12. Шамберев, Ю. Н. Биохимические показатели крови у высокопродуктивных коров черно-пестрой породы / Ю. Н. Шамберев, М. М. Эртуев, И. П. Прохоров // Зоотехния. – 1986. - № 4. – С. 129-137.

13. Казарцев, В. В. Унифицированная система биохимического контроля за состоянием обмена веществ коров / В. В. Казарцев, А. Н. Ратошный // Зоотехния. – 1986. - № 3. – С. 323-330.

14. Кононский, А. И. Биохимия животных / А. И. Кононский. – Москва : Колос, 1992. – 187 с.

15. Зинченко, И. Л. Минерально-витаминное питание коров / И. Л. Зинченко, И. Е. Погорелова. – Москва : Колос, 1980. – 80 с.

Поступила 21.03.2019 г.

УДК 636.2.082.31

М.М. КАРПЕНЯ, В.И. ШЛЯХТУНОВ, С.Л. КАРПЕНЯ

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ МЕТАБОЛИЗМА У БЫЧКОВ ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ В РАЦИОН ПОВЫШЕННОГО УРОВНЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

*Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия
ветеринарной медицины, г. Витебск, Республика Беларусь*

Использование повышенного уровня витаминов и микроэлементов в рационе бычков способствует оптимизации метаболизма, на что указывает увеличение количества азота в рубцовой жидкости на 0,018 п. п., летучих жирных кислот – на 10,8 %, переваримости сухого вещества корма – на 3,28 п. п., протеина – на 4,07 п. п., более высокое усвоение минеральных веществ – на 1,0–5,2 п.п., органического селена – в 1,9 раза, жи-

растворимых витаминов – на 4,4–5,2 процентных пункта.

Ключевые слова: бычки, витамины, микроэлементы, метаболизм, переваримость, рубцовое пищеварение.

M.M. KARPENIA, V.I. SHLYAKHTUNOV, S.L. KARPENIA

PECULIARITIES OF STEERS METABOLISM PROCESS WHEN INCLUDING BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES IN DIET AT INCREASED LEVEL

The Vitebsk State Academy for Veterinary Medicine, Vitebsk, Belarus

Increased level of vitamins and trace elements in diets for steers helps to optimize metabolism, as indicated by increase in the amount of nitrogen in the rumen fluid by 0.018 p.p., volatile fatty acids – by 10.8 %, digestibility of dry matter in feed – by 3.28 p.p., protein – by 4.07 p.p., better absorption of mineral substances – by 1.0-5.2 p.p., organic selenium – 1.9 times, fat-soluble vitamins – by 4.4-5.2 percentage points.

Key words: steers, vitamins, trace elements, metabolism, digestibility, rumen digestion.

Введение. Кормление племенных бычков по используемым в настоящее время нормам не всегда обеспечивает их физиологические потребности. По отдельным показателям они требуют дальнейшего совершенствования, уточнения потребности и обеспеченности животных в энергии, протеине, макро- и микроэлементах, других биологически активных веществах, которые коренным образом влияют на качество спермопродукции, половую активность и оплодотворяющую способность спермы [1, с. 24–29; 2]. Но трансформация питательных веществ и энергии кормов полностью осуществляется только при оптимальном соотношении и своевременном поступлении в организм животных витаминов и минеральных веществ. Установлено, что на продуктивность крупного рогатого скота обменная энергия влияет на 55 %, протеин – на 30, минеральные вещества и витамины – на 15 % [3].

Потребление кормов является начальной стадией сложного процесса питания животных. Считается, что чем больше питательных веществ поступает в организм животного, тем больше их используется для производства продукции [4, с. 38].

Микробиологические процессы в рубце жвачных животных зависят от количества, качества и соотношения отдельных элементов рациона [5]. По интенсивности рубцового пищеварения можно судить о преобразовании кормов в преджелудках и их влиянии на метаболизм в организме. Микробиологические процессы в рубце зависят от многих факторов: периодичности поступления корма, показателя pH и температуры среды [4, с. 39]. Весьма существенна роль микроэлементов и витаминов в пищеварении жвачных животных, поскольку они оказывают непосредственное воздействие на функциональную активность микрофлоры рубца [6].

В.И. Георгиевский с соавторами [7] указывают, что жвачные жи-

вотные усваивают медь на 30-35 %. Обмен кобальта у жвачных животных происходит в основном в рубце, где некоторые виды микроорганизмов используют его для синтеза витамина В₁₂. Усвоение кобальта невелико, так как стенка рубца для этого элемента малопроницаема. Показатели суточного баланса йода у крупного рогатого скота находятся на уровне 10-30 %, селена – 20-25 %.

Цель исследований – установить особенности процессов метаболизма у бычков при включении в рацион повышенного уровня биологически активных веществ.

Материал и методика исследований. В ранее проведённых научно-хозяйственных опытах разработаны и экспериментально обоснованы новые нормы потребности племенных бычков в витаминах и микроэлементах [8, 9, 10, 11]. Но для более детальной оценки эффективности разработанных норм проведён физиологический опыт в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» на бычках чёрно-пёстрой породы с хронической фистулой на рубце. Были отобраны 2 группы животных (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. При проведении физиологического опыта 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 [1], животные опытной группы – по разработанным нами нормам: меди – 12 мг, цинка – 70, кобальта – 0,9, марганца – 80, йода – 0,6, каротина – 37 мг, витамина D – 1,8 тыс. МЕ, витамина E – 60 мг на 1 кг сухого вещества рациона. Бычки опытной группы за счёт дополнительного скармливания микроэлементов и витаминов были больше обеспечены ими: медью – на 24,9 %, цинком – на 75, марганцем – на 60, кобальтом – на 38,5 %, йодом – в 2 раза, селеном – в 4 раза, витамином А – на 68,8 %, витамином D – на 63,4 % и витамином E – в 2 раза.

Химический состав кормов и продуктов обмена определяли по схеме общего зоотехнического анализа. Проводили контроль поедаемости кормов путём ежедневных контрольных взвешиваний заданных кормов и их остатков. Во время 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 Кьендаля, 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 эксперимента и их обсуждение. Результаты наших исследований показали, что у бычков опытной группы наблюдалось снижение величины рН рубцового содержимого с 6,55 до 6,36, или на 3%, по сравнению с контролем (таблица 1). При этом в опытной группе отмечалось достоверное повышение концентрации летучих жирных кислот на 10,8 % ($P < 0,05$) по сравнению с контрольной группой. Известно, что величина рН рубцового содержимого зависит от концентрации летучих жирных кислот (уксусной, пропионовой, масляной) [4, с. 39].

Таблица 1 – Показатели рубцового пищеварения у бычков

Показатели	Группы	
	контрольная	опытная
рН	6,55±0,25	6,36±0,31
Азот, %	0,125±0,01	0,143±0,02*
Аммиак, мг %	15,39±2,9	13,11±2,3
ЛЖК, ммоль/л	93±3,6	103±2,9*

В содержимом рубца бычков опытной группы концентрация азота была выше на 0,018 п. п. при достоверной разнице ($P < 0,05$) по сравнению с молодняком контрольной группы. Известно, что содержание в рубцовой жидкости аммиака указывает на расщепляемость протеина. В исследованиях установлено снижение уровня аммиака у животных опытной группы на 17,4 % по сравнению с бычками контрольной группы, что свидетельствует о снижении расщепляемости протеина и улучшении его использования микроорганизмами для синтеза белка в организме.

Переваримость питательных веществ является основным показателем, который определяет продуктивное действие рациона. На основании полученных данных о потреблении кормов рациона и выделении продуктов обмена определены коэффициенты переваримости питательных веществ (таблица 2). Установлено, что коэффициенты переваримости питательных веществ у подопытных бычков имели некоторые

межгрупповые отличия. Так, переваримость сухого вещества в опытной группе оказалось выше на 3,28 п. п. ($P < 0,05$).

Таблица 2 – Переваримость питательных веществ рациона, %

Показатели	Группы	
	контрольная	опытная
Сухое вещество	58,06±1,63	61,34±2,22*
Органическое вещество	62,03±1,47	64,08±1,24
БЭВ	68,45±2,70	72,38±2,83
Жир	58,77±4,52	62,93±3,61
Протеин	54,58±1,68	58,65±1,34*
Клетчатка	58,70±2,86	60,73±1,79

По переваримости органического вещества, БЭВ, жира и клетчатки просматривалась положительная тенденция у бычков опытной группы по сравнению с контрольной группой. Следует отметить, что было установлено достоверное превосходство молодняка опытной группы над сверстниками контрольной группы по переваримости протеина на 4,07 п. п. ($P < 0,05$). На наш взгляд, это обусловлено введением в рацион бычков опытной группы повышенных норм микроэлементов, которые, как известно, играют важную роль в белковом обмене.

Среднесуточный баланс минеральных веществ и витаминов представлен в таблице 3. Установлено, что при практически одинаковом поступлении в организм и выделении с калом и мочой кальция и фосфора у бычков опытной группы их отложение в теле было выше соответственно на 0,5 и 0,4 г, а использовано от принятого – на 1,0 и 1,5 п. п. по сравнению с животными контрольной группы.

По балансу микроэлементов отмечаются определённые различия, что связано с более высоким поступлением этих элементов в организм бычков опытной группы. Так, бычками опытной группы, по сравнению с контрольной группой, было потреблено на 25 % больше меди, при этом её больше выделено с калом и мочой, но и отложено в теле на 5,6 мг ($P < 0,01$) больше, а использовано организмом от принятого количества – на 4,2 п. п. Такая же закономерность прослеживается по балансу цинка и кобальта, которых было отложено в организме бычков опытной группы соответственно на 84 ($P < 0,001$) и 0,56 мг ($P < 0,05$), а использовано – на 5,2 и 3,5 п.п. больше, чем у бычков контрольной группы.

В нашем балансовом опыте установлена невысокая усвояемость марганца (на уровне 12,8-14,2 %), причём разница между контрольной и опытной группой составила 1,4 п. п. При изучении баланса йода установлено, что его отложение в теле бычков опытной группы было более чем в 2 раза ($P < 0,01$) выше по сравнению с аналогами контрольной группы, а процент использования – на 3,7 п. п. Выделение йода с

мочой у бычков обеих групп было на уровне 32 % от всех выделений, а по другим микроэлементам, кроме селена, – от 3,5 до 8,0 %.

Таблица 3 – Среднесуточный баланс и использование минеральных веществ и витаминов

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	35,9±0,31	24,1±0,35	0,4±0,05	11,4±0,48	31,8
Фосфор, г					
Контрольная	21,9±0,18	14,5±0,26	0,4±0,02	7,0±0,32	32,0
Опытная	22,1±0,21	14,4±0,38	0,3±0,03	7,4±0,27	33,5
Медь, мг					
Контрольная	46,1±0,58	31,6±0,47	1,8±0,08	12,7±0,69	27,5
Опытная	57,6±0,60	37,4±0,39	1,9±0,06	18,3±0,54**	31,7
Цинк, мг					
Контрольная	192±3,16	94,5±2,47	8,8±1,29	88,7±2,38	46,2
Опытная	336±6,22	148,6±4,18	14,7±1,54	172,7±3,61***	51,4
Кобальт, мг					
Контрольная	3,12±0,15	1,81±0,09	0,20±0,01	1,11±0,14	35,1
Опытная	4,32±0,27	2,39±0,21	0,26±0,01	1,67±0,11*	38,6
Марганец, мг					
Контрольная	288,0±5,26	229,3±3,99	21,8±0,67	36,9±0,59	12,8
Опытная	460,8±4,83	358,6±4,01	36,8±0,52	65,4±0,47***	14,2
Йод, мг					
Контрольная	1,44±0,04	0,65±0,02	0,47±0,01	0,32±0,02	22,4
Опытная	2,88±0,06	1,21±0,03	0,92±0,02	0,75±0,03**	26,1
Селен, мг					
Контрольная	0,48±0,03	0,29±0,02	0,11±0,01	0,08±0,01	17,3
Опытная	1,92±0,05	0,95±0,04	0,34±0,01	0,63±0,03***	32,9
Витамин А, мг					
Контрольная	2,88±0,25	1,37±0,17	0,22±0,06	1,29±0,15	44,9
Опытная	4,86±0,29	2,05±0,26	0,38±0,09	2,43±0,12**	50,1
Витамин D, мг					
Контрольная	132±2,51	87,4±3,01	11,9±1,09	32,7±0,52	24,8
Опытная	216±3,38	132,3±3,64	19,8±1,21	63,9±0,64***	29,6
Витамин E, мг					
Контрольная	144±2,98	99,3±2,15	17,5±1,39	27,2±0,46	18,9
Опытная	288±3,73	186,7±2,68	34,2±2,08	67,1±0,52***	23,3

Отдельной интерпретации требует баланс селена. В связи с тем, что бычки опытной группы получали повышенную дозу селена в органической форме, это поспособствовало более высокому отложению его в теле животных и использованию (усвоению) в 1,9 раза ($P < 0,001$) больше, чем у сверстников контрольной группы, в рационе которых использовали неорганическую форму селена. Известно, что хелатные соединения микроэлементов усваиваются в 1,5–2 раза больше, чем не-

органические соли.

Наиболее высокий уровень использования витаминов установлен у бычков опытной группы по сравнению с контрольной. Так, при более высоком поступлении в организм животных витаминов А, D и E, отложение их в теле было выше почти в 2 раза ($P < 0,01 - 0,001$), хотя с калом и мочой выделялось также больше. Бычками опытной группы было использовано витамина А на 5,2 п. п. больше, витамина D – на 4,8 и витамина E – на 4,4 процентных пункта, чем аналогами контрольной группы.

Заключение. Установлена эффективность использования повышенного уровня витаминов и микроэлементов в оптимизации метаболизма бычков, на что указывает увеличение количества азота в рубцовой жидкости на 0,018 п. п. ($P < 0,05$), летучих жирных кислот – на 10,8% ($P < 0,05$), переваримости сухого вещества корма – на 3,28 п. п. ($P < 0,05$), протеина – на 4,07 п. п. ($P < 0,05$), большее усвоение минеральных веществ – на 1,0-5,2 п.п., органического селена – в 1,9 раза, жирорастворимых витаминов – на 4,4-5,2 процентных пункта.

Литература

1. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных : справ. пособие / А. П. Калашников [и др.]. – Москва, 2003. – 456 с.
2. Вастьянов, В. Качество спермы быков / В. Вастьянов, А. Желтиков // Животноводство России. – 2010. – № 6. – С. 41–42.
3. Карпеня, С. Л. Качество спермы и естественная резистентность быков-производителей при введении в рацион комплекса витаминов и минеральных веществ : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.02.02 ; 06.02.04 / С. Л. Карпеня. – Витебск, 2009. – 116 с.
4. Радчиков, В. Ф. Нормирование рационов молодняка крупного рогатого скота по селену : монография / В. Ф. Радчиков. – Жодино, 2008. – 124 с.
5. Физиология сельскохозяйственных животных : учеб. пособие / Ю. И. Никитин [и др.]; под ред. Ю.И. Никитина. – Минск : Техноперспектива, 2006. – 463 с.
6. Георгиевский, В. И. Физиология сельскохозяйственных животных / В. И. Георгиевский. – Москва : Агропромиздат, 1990. – 511 с.
7. Георгиевский, В. И. Минеральное питание животных / В. И. Георгиевский, Б. И. Анненков, В. Т. Самохин. – Москва : Колос, 1979. – 471 с.
8. Витаминно-минеральное питание племенных бычков и быков-производителей : монография / М. М. Карпеня [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2012. – 104 с.
9. Нормирование витаминно-минерального питания молочного скота : справочное пособие / И. И. Горячев [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2015. – 33 с.
10. Разработка, производство и эффективность применения премиксов в кормлении молочного скота : монография / И. И. Горячев [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2014. – 170 с.
11. Конверсия корма племенными бычками в продукцию при скармливании рационов с разным качеством протеина / В. К. Гурин [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2016. – Т. 51, ч. 1. – С. 257–266.

Поступила 22.03.2019 г.