

В.П. ЦАЙ¹, Л.В. ВОЛКОВ², М.А. ДАШКЕВИЧ³,
В.О. ЛЕМЕШЕВСКИЙ⁴

ОСОБЕННОСТИ РУБЦОВОГО ПИЩЕВАРЕНИЯ РЕМОНТНЫХ БЫЧКОВ ПРИ РАЗНОЙ СТРУКТУРЕ РАЦИОНОВ

¹РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по животноводству»

²УО «Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия
ветеринарной медицины»

³РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по земледелию»

⁴УО «Полесский государственный университет»

Оптимизация рационов ремонтных бычков путём ввода в их состав кормовой свёклы, сенажа и кукурузного силоса позволяет повысить влажность рациона с 19 до 54 %, снизить уровень клетчатки с 26,4 до 22,6 %. Скармливание таких рационов способствует активизации микробиологических процессов в рубце: в рубцовой жидкости повышается количество ЛЖК со 102 до 120 ммоль/л, азота – с 0,209 до 0,222, снижается уровень аммиака с 24,1 до 22,0 мг%, повышается переваримость всех питательных веществ на 2,81-4,56 п.п.

Ключевые слова: ремонтные бычки, рационы, структура рационов, рубцовое пищеварение, переваримость питательных веществ.

V.P. TSAI¹, L.V. VOLKOV², M.A. DASHKEVICH³, V.O. LEMESHEVSKIY⁴

PECULIARITIES OF RUMEN DIGESTION OF REPLACEMENT STEERS AT DIFFERENT DIET STRUCTURE

¹RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus
on Animal Husbandry»

²Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine

³RUE «Research and Practical center of the National Academy of Sciences of Belarus
for Arable Farming»

⁴Polesky State University

Optimization of diets for replacement steers by implementation of feed beet, hay silage and corn silage allows raising humidity of diet from 19 to 54 %, reducing fiber level from 26,4 to 22,6 %. Feeding with these diets helps to activate microbial processes in the rumen: the amount of VFA increases in rumen fluid from 102 to 120 mmol/l, nitrogen - from 0,209 to 0,222, ammonia level is reduced from 24,1 to 22,0 mg%, digestibility of all nutrients is increased by 2,81-4,56 percentage points.

Key words: replacement steers, diets, diets structure, rumen digestion, nutrients digestibility.

Введение. Рост и развитие животных, их физиологическое состоя-

ние, продуктивность определяются закономерностями обмена веществ и энергии, которые подчинены общим биологическим законам и являются основой формирования продуктивности животных. Знание биологических закономерностей превращения питательных веществ и энергии в организме, использование их при кормлении позволяет выращивать племенных животных с крепким костяком, плотной мускулатурой и высокой воспроизводительной способностью [1, 2, 3].

Источником питательных веществ и энергии для животных является корм, который в пищеварительном тракте подвергается сложным превращениям и в дальнейшем используется для построения составных частей клеток и выполнения различных физиологических функций.

Питательные вещества и энергия корма, потребляемые животными, используются в двух направлениях. Одна часть их расходуется на образование продукции – прироста массы тела, молока, шерсти, а другая – на жизнедеятельность животного. Затраты питательных веществ на образование продукции и жизнедеятельность неодинаковые. Наибольшая их часть расходуется на поддержание жизненных функций животных и только 10-30 % идёт на образование продукции [4, 5, 6, 7].

В настоящее время в республике применяется круглогодовая однотипная система кормления ремонтных бычков с использованием сена и концентратов, в зимний период дополнительно вводят морковь. Такой малокомпонентный рацион может быть использован при наличии высококачественного сена, специальных комбикормов, премиксов и кормовых добавок. В практических условиях не всегда предоставляется возможность заготовить сено высокого качества, а используемый в рационах ремонтных бычков комбикорм К-66 в период выращивания с 6- до 16-месячного возраста предназначен для взрослых быков-производителей. Белковая часть в нём представлена импортными компонентами. В то же время в республике появились новые сорта люпина, гороха, рапса, которые могут быть использованы в составе комбикорма для племенного молодняка. Имеющиеся данные литературы свидетельствуют о том, что тип кормления, структура рационов оказывают существенное влияние на качество и количество спермопродукции, воспроизводительные функции быков-производителей. Однако вопросы кормления ремонтных бычков с 6- до 16-месячного возраста в условиях республики изучены недостаточно.

В связи с этим целью наших исследований стала оптимизация состава комбикормов и структуры рационов для ремонтных бычков, способствующих повышению использования питательных веществ и энергии рационов.

Материал и методика исследований. Разработка оптимальной структуры рационов для выращивания ремонтных бычков от 6- до 16-месячного возраста проводилась в условиях физиологического корпуса РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». Для опыта были отобраны 4 группы животных чёрно-пёстрой породы средней живой массой 200-202 кг (таблица 1). В ходе работ решались задачи, связанные с разработкой структуры рационов, изучением процессов рубцового метаболизма, переваримости и использования питательных веществ и энергии корма.

Таблица 1 – Схема физиологического опыта

Группы	Количество животных в группе, гол.	Особенности кормления
I	4	Сено – 45 %, концентраты – 50 %, морковь – 5 %
II	4	Сено – 40 %, концентраты – 50 %, морковь – 5 %, свёкла – 5 %
III	4	Сено – 20 %, концентраты – 50 %, свёкла – 10 %, сенаж – 15 %, морковь – 5 %
IV	4	Сено – 10 %, концентраты – 50 %, свёкла – 5 %, сенаж – 15 %, силос – 15 %, морковь – 5 %

В опыте испытывались разные по структуре рационы, изучено их влияние на переваримость и использование питательных веществ рационов.

Для контроля за процессами пищеварения в преджелудках проводили анализ содержимого рубца, взятие которого у подопытных бычков проводили спустя 2,5-3 часа после утреннего кормления через фистулы, установленные в рубце. В образцах отфильтрованной через 4 слоя марли проб рубцовой жидкости определяли:

- концентрацию ионов водорода – электропотенциометром рН-340;
- общий и небелковый азот – методом Кьельдаля;
- аммиак – микродиффузным методом в чашках Конвея;
- общее количество летучих жирных кислот (ЛЖК) – методом паровой дистилляции в аппарате Маркгамма.

Учёт съеденных кормов, количество выделений (кал, моча), а также отбор средних образцов (корма и их остатки, кал и моча) для лабораторных исследований проводили по методике ВИЖ [8].

Уровень обменной энергии у животных определяли на основе баланса энергии с учётом его основных показателей и рассчитывали по уравнениям [9, 10].

Химический анализ кормов и продуктов обмена проводили в лаборатории качества продуктов животноводства и кормов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» по схеме общего зоотехнического анализа: первоначальная, гигроскопичная и общая влага; общий азот, сырая клетчатка, сырой жир, сырая зола; кальций, фосфор; сухое и органическое вещество, каротин.

Коэффициент продуктивного использования энергии корма (КПИ) определяли по методике Н.Г. Григорьева, Н.П. Волкова [11] по следующим алгоритмам:

$$\text{ОЭ поддержания} = 8 + 0,09 \times M,$$

где M – живая масса животного, кг

Затем определяли чистую энергию прироста:

$$\text{Э прироста МДж} = (\text{СП}(6,28 + 0,0188 \times M) / (1 - \text{СП} \times 0,3),$$

где СП – среднесуточный прирост, кг

$$\text{КПИ} = (\text{Э прироста МДж}) / (\text{Э на поддержание МДж})$$

Далее определяли количество ОЭ, пошедшей на синтез продукции по разности ОЭ рациона и обменной энергии поддержания:

$$\text{ОЭ на продукцию (МДж)} = \text{ОЭ рациона} - \text{ОЭ поддержания}.$$

Цифровой материал физиологического опыта обработан методом вариационной статистики, статистическая обработка результатов анализа проведена по методу Стьюдента [12] на персональном компьютере с использованием пакета статистики Microsoft Excel.

Результаты эксперимента и их обсуждение. При выращивании ремонтных бычков необходимо определить такой тип кормления и структуру рационов, которые оказались бы наиболее приемлемыми с точки зрения интенсивности роста животных, эффективности использования корма, обеспечивали бы формирование крепкого костяка, плотной мускулатуры и высокой воспроизводительной способности животных.

Структура рациона оказывает существенное влияние на соотношение основных низкомолекулярных кислот в рубце (уксусной, пропионовой и масляной). Поступление большого количества белка в рубец приводит к увеличению рН, исключение из рационов сочных кормов снижает уровень ЛЖК [13]. Включение в рацион корнеплодов (кормовой свёклы, турнепса, сахарной свёклы) оказывает стимулирующее действие на образование ЛЖК в рубце.

Поэтому типы кормления и структура рациона являются главными факторами, обеспечивающими поступление с кормами питательных веществ, которые оказывают существенное влияние на ферментативные процессы в рубце, образование продуктов гидролиза и использование их в обмене веществ.

В наших исследованиях рационы между группами различались по соотношению грубых, сочных и концентрированных кормов. Структура рационов рассчитана по энергетической питательности. Количество сена в рационах подопытных бычков было уменьшено с 46 % в I группе до 11 % в IV. Сенаж в структуре рационов бычков III и IV групп занимал по 21 и 15 %. Силос, свёклу и морковь сушёную включали в рацион бычков IV группы. Комбикорм занимал во всех группах 48-50 %.

При увеличении в структуре рациона силоса, сенажа и свеклы кормовой значительно повысилась его влажность. Если в I группе она была 19 %, то в IV группе достигла 54 % (таблица 2).

Таблица 2 – Показатели питательности рационов
(по фактически съеденным кормам)

Показатели	Группы			
	I	II	III	IV
Влажность рациона, %	19	33	47	54
Содержание в 1 кг сухого вещества обменной энергии, МДж	9,53	9,75	9,67	9,83
Кормовые единицы	5,67	5,69	5,81	5,92
Обменная энергия, МДж	67,18	66,79	65,20	64,51
Сухое вещество, кг	7,05	6,84	6,74	6,56
Сырой протеин, г	1073	1036	957	895
в. т. ч. переваримый, г	748	730	671	639
Расщепляемый протеин, г	692	663	611	591
Нерасщепляемый протеин, г	381	373	346	302
Сырой жир, г	178	169	162	176
Сырая клетчатка, г	1869	1725	1682	1482
Крахмал, г	968	965	989	958
Сахар, г	489	543	549	541
Кальций, г	56	52	56	52
Фосфор, г	31	30	32	33

Анализ потребления кормов рационов подопытными бычками показал, что поедаемость сена во II группе оказалась ниже, чем в I и составила 5,2 кг, или на 10 % меньше, а бычки III и IV групп съедали этот корм без остатков. Снижение количества сена, съеденного бычками II группы, связано с включением в рационы кормовой свеклы. Сенаж и силос подопытные животные съедали без остатков. Корнеплоды также полностью поедались.

Энергетическая питательность рационов по кормовым единицам оказалась выше у бычков, получавших в рационе свеклу и морковь.

Установлена незаметная тенденция снижения энергетической питательности рационов у животных опытных групп. Бычки II, III и IV групп потребили несколько меньше сухого вещества – на 3-7 %. У животных этих групп оказалось ниже потребление с кормом протеина – на 3-17 %, клетчатки – на 12 % (в IV по сравнению с I группой), животные II и III групп были лучше обеспечены сахаром.

Концентрация обменной энергии в 1 кг сухого вещества в I группе составила 9,53 МДж, во II, III и IV группах она повысилась на 1,5-3,1%.

Рацион кормления бычков I группы отличался повышенным содержанием клетчатки – 26,4 % против 22,6 % в IV группе. Содержание легкосбраживаемых углеводов (сахар + крахмал) в I группе составило 20,6 %, во II, III и IV было на уровне 22,4-22,9 %. Животные IV группы были лучше обеспечены каротином. Энерго-протеиновое отношение (ЭПО), характеризующее отношение количества протеина к энергии рациона, в I и II группах это соотношение составило 15,95 и 15,14, в III и IV – 14,68 и 13,99.

Рассматривая показатели рубцового пищеварения (таблица 3) следует отметить, что скармливание рационов с разной структурой определённым образом сказалась на рубцовом метаболизме.

Таблица 3 – Качественные показатели рубцового пищеварения

Показатели	Группы			
	I	II	III	IV
ЛЖК, ммоль/л	102±3,10	115±2,82	112±3,20	120±2,71*
РН	6,22±0,2	6,19±0,21	6,13±0,23	5,9±0,23
Азот, %	0,209±0,03	0,212±0,01	0,213±0,003	0,222±0,008**
Аммиак, мг%	24,1±4,2	23,5±9,8	22,1±8,5	22,0±8,5

Рацион бычков I группы, состоящий из сена, концентратов и сушеной моркови, по сравнению со II, в состав рациона которой дополнительно была включена кормовая свёкла, оказал неодинаковое влияние на микробиологические процессы в рубце. Так, добавление в рацион бычков II группы свеклы кормовой повысило содержание ЛЖК со 102 до 115 ммоль/л, или на 12,7 %, при этом, общее количество азота в рубцовой жидкости увеличилось с 0,209 до 0,212 %, одновременно несколько снизилась концентрация аммиака. В большей мере эти различия отмечены у бычков III и IV групп, в состав рационов которых были включены сенаж и силос. Так, содержание азота в содержимом рубца бычков IV группы составило 0,222 %, ЛЖК – 120 ммоль/л, концентрация аммиака уменьшилась до 22 мг%, что свидетельствует об интенсификации ферментативных процессов в рубце и более эффективному использованию азота корма бычками IV группы по сравнению с

другими группами. При увеличении сочности рациона включением в его состав силоса, сенажа и свёклы в различных соотношениях увеличилось содержание ЛЖК и незначительно снизился показатель рН. Это явилось результатом более высокой концентрации в рационах II, III и IV групп легкосбраживаемых углеводов.

Следовательно, включение в рационы опытных групп сочных кормов (свёкла кормовая, силос кукурузный и сенаж) позволило более полно сбалансировать рационы по энергии, протеину, углеводам, минеральным и биологически активным веществам, что положительно сказалось на ферментативных процессах в рубце. Об этом свидетельствуют и данные, полученные в опыте по изучению переваримости питательных веществ рационов (таблица 4).

Таблица 4 – Коэффициенты переваримости питательных веществ рациона, %

Показатели	Группы			
	I	II	III	IV
Сухое вещество	64,38±2,3	65,21±0,6	65,14±2,4	67,57±2,9
Органическое вещество	65,56±2,2	66,23±0,5	66,42±2,3	68,37±2,7
Протеин	62,12±1,1	64,91±1,2	66,23±4,1	66,24±1,0*
БЭВ	71,46±0,4	72,79±0,9	73,10±1,1	74,44±1,0**
Жир	47,57±4,2	48,93±1,9	49,52±10,1	46,83±9,7
Клетчатка	56,14±3,0	58,86±0,7	59,12±4,0	60,7±4,1

В таблице 5 представлены основные показатели трансформации энергии рациона в энергию прироста живой массы, из которой следует, что бычки опытных групп имели более высокие данные по эффективности использования энергии корма на прирост живой массы.

Таблица 5 – Основные показатели трансформации энергии корма в энергию прироста живой массы бычков

Группы	Энергия прироста, МДж/сут.	Конверсия энергии рациона в прирост живой массы, %	Затраты обменной энергии на 1 МДж в приросте живой массы, МДж	Затраты кормов на 1 кг прироста	
				к. ед.	сырого протеина, г
I	12,75	18,98	5,27	6,29	1190
II	12,86	19,25	5,19	6,27	1141
III	13,30	20,40	4,90	6,25	1029
IV	13,73	21,28	4,70	6,24	943

Включение в рационы сочных кормов способствовало повышению переваримости всех питательных веществ во II, III и IV группах. Так, переваримость органического вещества, протеина, клетчатки, БЭВ у бычков IV группы, по сравнению с I, оказалась выше соответственно на 2,81 п. п., 4,12, 4,56 и 2,98 п. п. Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что использование многокомпонентных рационов путём включения в них грубых, сочных и концентрированных кормов позволяет повысить биологическую полноценность рационов. Отрицательное влияние на переваримость питательных веществ рационов в I группе оказало повышенное содержание клетчатки (26,4 %) при норме 17-22 %.

Так, если у животных I группы конверсия энергии рациона в прирост живой массы составила 18,98 %, то во II группе – 19,25, в III – 20,4, в IV – 21,28 %. Затраты энергии рационов в расчёте на 1 МДж энергии прироста снизилась до 4,70-5,19 МДж против 5,27 МДж в контрольной группе. Аналогичные изменения отмечены по затратам кормовых единиц и сырого протеина в расчёте на 1 кг прироста живой массы. Коэффициенты продуктивного использования энергии рациона составил в контрольной группе 0,47, в III и IV группах – 0,54 и 0,59 соответственно.

Заключение. Оптимизация рационов ремонтных бычков путём ввода в их состав кормовой свёклы, сенажа и кукурузного силоса позволяет повысить биологическую и энергетическую ценность рациона, концентрацию энергии в сухом веществе до 9,83 МДж, влажность рациона – с 19 до 54 %, снизить уровень клетчатки с 26,4 до 22,6 %, обеспечить содержание легкорастворимых углеводов (сахар + крахмал) 22,9 %. Скармливание таких рационов способствует активизации микробиологических процессов в рубце: в рубцовой жидкости повышается количество ЛЖК со 102 до 120 ммоль/л, азота – с 0,209 до 0,222, снижается уровень аммиака с 24,1 до 22,0 мг%, повышается переваримость всех питательных веществ на 2,81-4,56 п.п., эффективность использования азота – с 40,2 до 50,8 %.

Литература

1. Новые сорта зерна крестоцветных и зернобобовых культур в рационах ремонтных телок / В. Ф. Радчиков [и др.] // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2014. – Т. 51, № 2. – С. 64-68. – Авт. также : Шейко И.П., Гурин В.К., Куртина В.Н., Цай В.П., Кот А.Н., Сапсалева Т.Л.
2. Особенности рубцового пищеварения нетелей при скармливании рационов в летний и зимний периоды / В. П. Цай [и др.] // Фундаментальные и прикладные проблемы повышения продуктивности животных и конкурентоспособности продукции животноводства в современных экономических условиях АПК РФ : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ульяновск, 2015. – Т. 1: Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов. – С. 300-303. – Авт. также: Радчиков В.Ф. Гурин В.К., Кот А.Н., Глинкова А.М., Будько В.М.

3. Местные источники энергии и белка в рационах племенных телок / Н. А. Яцко [и др.] // Учёные записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак почёта» государственная академия ветеринарной медицины». – 2011. – Т. 47, № 1. – С. 471-474. – Авт. также : Радчиков В.Ф., Гурин В.К., Цай В.П.
4. Показатели рубцового пищеварения и переваримость питательных веществ бычками при скармливании рационов с разной расщепляемостью протеина / Ю. Ю. Ковалевская [и др.] // Учёные записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак почёта» государственная академия ветеринарной медицины». – 2011. – Т. 47, № 1. – С. 385-388. – Авт. также: Радчиков В.Ф., Гурин В.К., Цай В.П.
5. Лемешевский, В. О. Эффективность использования обменной энергии и протеина в зависимости от продуктивности крупного рогатого скота / В. О. Лемешевский, В. П. Цай // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. – 2012. – Т. 2, № 1. – С. 173-176.
6. Лемешевский, В. О. Нормы потребности молодняка крупного рогатого скота в энергии и протеине / В. О. Лемешевский, В. П. Цай // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. – 2012. – Т. 2, № 1. – С. 176-179.
7. Зависимость пищеварения в рубце бычков от соотношения расщепляемого и нерасщепляемого протеина в рационе / В. Ф. Радчиков [и др.] // Учёные записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак почёта» государственная академия ветеринарной медицины». – 2013. – Т. 49, № 2, ч. 1. – С. 227-231. – Авт. также : Сучкова И.В., Шарейко Н.А., Цай В.П., Кононенко С.И., Пиллук С.Н.
8. Томмэ, М. Ф. Методика определения переваримости кормов и рационов / М. Ф. Томмэ, А. В. Модянов. – М., 1969. – 390 с.
9. Агафонов, В. И. Метод расчёта баланса энергии у животных : справ. пособие / В. И. Агафонов, В. Б. Решетов. – Боровск, 1997. – 356 с.
10. Изучение обмена энергии и энергетического питания у сельскохозяйственных животных : мет. рек. – Боровск, 1986. – 58 с.
11. Григорьев, Н. Г. Эффективность использования энергии кормов при выращивании и откорме молодняка крупного рогатого скота / Н. Г. Григорьев, Н. П. Волков // Сельскохозяйственная биология. – 1986. - № 6. – С. 70-73.
12. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Изд. 3-е, исправл. – Мн. : Вышэйшая школа, 1973. – 320 с.
13. Соловьёв, А. М. Образование и всасывание продуктов углеводного обмена в рубце овец / А. М. Соловьёв // Бюлл. ВНИИФБПСХЖ. – Боровск, 1967. – Вып. 1. – С. 60-63.

(поступила 26.03.2015 г.)