

УДК 636.2.082.31:636.2.083 + 636.2.085.55

## РУБЦОВОЕ ПИЩЕВАРЕНИЕ, ПЕРЕВАРИМОСТЬ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ КОРМА ПРИ РАЗНОЙ СТРУКТУРЕ РАЦИОНА

\*Радчиков В.Ф., \*Цай В.П., \*\*Яцко Н.А., \*\*Сучкова И.В., \*\*Шарейко Н.А., \*Курепин А.А.

\*РУП «Научно – практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»,  
г. Жодино, Республика Беларусь

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

*Скармливание ремонтным бычкам рационов с включением кормовой свеклы, сенажа и кукурузного силоса позволяет повысить биологическую и энергетическую ценность рациона, снизить уровень клетчатки с 26,4% до 22,6%, что способствует активизации микробиологических процессов в рубце – в рубцовой жидкости повышается количество ЛЖК на 17,6%, азота – на 6,2%, снижается уровень аммиака на 8,7%, повышается переваримость всех питательных веществ на 2,81-4,56 п.п.*

*Feeding rations repair bulls inclusion of fodder beet, silage and corn silage allows, increase the biological and dietary energy, reduce fat from 26.4% to 22.6%, which helps to activate the microbial processes in the rumen - in rumen fluid, increasing the number of VFA by 17.6%, nitrogen - by 6.2%, reduced the ammonia level of 8.7%, increasing the digestibility of nutrients - to 2,81-4,56 p.p.*

**Введение.** Рост и развитие животных являются сложным биологическим процессом, существенное влияние на который оказывают наследственность и условия внешней среды, в частности, кормление. Классики русской зоотехнической науки и ведущие ученые в своих исследованиях показали, что условия кормления могут в значительной степени изменить внешнюю форму животных, процессы обмена, рост органов и тканей, продуктивность животных.

Исследованиями [2, 5, 6, 8, 10] установлено, что только сбалансированное с нормами кормление может обеспечить интенсивное выращивание молодняка, получение хорошо развитых животных с крепкой конституцией и высокой продуктивностью, продолжительным хозяйственным и племенным использованием. Одним из существенных условий обеспечения полноценного кормления при выращивании племенных бычков является структура рациона. По данным В.И. Шляхтунова и др. [11], в рационы бычков с 7- до 16-месячного возраста необходимо включить сена 3-5 кг, сенажа, силоса и комбикорма – 3-4 кг. При этом сено должно быть высокого качества, из сочных кормов лучше всего использовать кормовую морковь, которая служит источником каротина. Из зерновых кормов авторы предлагают овес, который богаче белком по сравнению с кукурузой, он содержит значительно больше лизина. Сено из люцерны можно включать в рацион до 50% по питательности. Предлагается следующая структура рационов на зимний период: грубые корма – 25-30%, сочные – 20-30 и концентраты – 40-50%, на летний период количество концентратов может быть снижено до 35-45%.

Целью данного опыта явилось повышение эффективности использования питательных веществ и энергии рационов бычками путем оптимизации структуры рационов.

**Материал и методика исследований.** Исследования по разработке оптимальной структуры рационов ремонтных бычков при выращивании в период с 6 до 16 месячного возраста выполнены на молодняке черно-пестрой породы РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству». В ходе работы решались вопросы, связанные с разработкой структуры рационов, изучением процессов рубцового метаболизма, переваримости и использования питательных веществ и энергии корма.

Реализация поставленных задач осуществлялась в физиологическом опыте, проведенном на молодняке крупного рогатого скота черно-пестрой породы в условиях физиологического корпуса РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству» по схеме, представленной в таблице 119.

Таблица 119 – Схема опыта

Группы	Кол-во животных в группе, гол.	Особенности кормления
I	4	Сено 45%, концентраты 50%, морковь 5%
II	4	Сено 40%, концентраты 50%, морковь 5%, свекла 5%
III	4	Сено 20%, концентраты 50%, свекла 10%, сенаж 15%, морковь 5%
IV	4	Сено 10%, концентраты 50%, свекла 5%, сенаж 15%, силос 15%, морковь 5%

Физиологический опыт проведен на четырех группах бычков по четыре головы в каждой, живой массой 200-202 кг. 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 рубцового содержимого у подопытных бычков в физиологических опытах проводили спустя 2,5-3 часа после утреннего кормления через хронические фистулы рубца. В образцах отфильтрованных 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.

Учет съеденных кормов, количество выделений (кал, моча), а также отбор средних образцов (корма и их остатки, кал и моча) для лабораторных исследований проводили по методике ВИЖА (М. Ф. Томмэ, А. В. Модянов) [9].

Уровень обменной энергии у животных определяли на основе баланса энергии с учетом его основных показателей и рассчитывали по уравнениям [1, 4].

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, БЭВ, каротин.

Коэффициент продуктивного использования энергии корма (КПИ) определяли по методике Н.Г. Григорьева, Н.П. Волкова [3] по следующим алгоритмам:

ОЭ поддержания =  $8 + 0,09 \times M$ , где M – живая масса животного, кг

Затем определяли чистую энергию прироста:

$\text{Э прироста МДж} = \frac{\text{СП}(6,28 + 0,0188 \cdot M)}{1 - \text{СП} \cdot 0,3}$ , где СП – среднесуточный прирост, кг

$\text{КПИ} = \frac{\text{Э прироста МДж}}{\text{Э на поддержание МДж}}$

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

ОЭ на продукцию (МДж) = ОЭ рациона – ОЭ поддержания.

Цифровой материал физиологического опыта обработан методом вариационной статистики, статистическая обработка результатов анализа проведена по методу Стьюдента [7] на персональном компьютере с использованием пакета статистики Microsoft Excel.

**Результаты исследований.** Эффективность использования питательных веществ и трансформация энергии корма в продукцию связана с типом кормления и структурой рационов. Поэтому 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). Это обусловлено содержанием легко- и труднорастворимых углеводов, белков, которые создают более или менее благоприятные условия для развития уксуснокислых, пропионовокислых и маслянокислых бактерий. В нормальных условиях рН содержимого рубца колеблется в пределах 5,6-7,5. Поступление большого количества белка в рубец приводит к увеличению рН, исключение из рационов сочных кормов снижает уровень ЛЖК [8]. Включение в рацион корнеплодов (кормовой свеклы, турнепса, сахарной свеклы) оказывает стимулирующее действие на образование ЛЖК в рубце. Таким образом, типы кормления и структура рациона, определяющие соотношение грубых, сочных и концентрированных кормов, являются главными факторами, обеспечивающими поступление с кормами белков, жиров, углеводов и других элементов питания, которые оказывают существенное влияние на ферментативные процессы в рубце, образование продуктов гидролиза и использование их в обмене веществ.

Рационы между группами различались по соотношению грубых, сочных и концентрированных кормов. Структура рационов рассчитана по содержанию кормовых единиц. Количество сена в рационах подопытных бычков было уменьшено с 46% в первой группе до 11% в четвертой. Сенаж в структуре рационов бычков третьей и четвертой групп занимал по 21 и 15%. Силос, свеклу и морковь сушеную включали в рацион бычков четвертой группы. Комбикорм занимал во всех группах 48-50%.

С увеличением в структуре рациона доли силоса, сенажа и свеклы кормовой значительно повысилась его влажность. Если в первой группе она была 19 %, то в четвертой группе достигла 54% (таблица 120).

Таблица 120 - Питательность рационов

Показатели	Группы			
	I	II	III	IV
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

Это в большей степени соответствует физиологическим потребностям жвачных животных. Анализ

потребления кормов рационов подопытными бычками показал, что поедаемость сена во второй группе оказалась несколько ниже, чем в первой, и составила 5,2 кг, или на 10% меньше. Бычки третьей и четвертой групп съедали этот корм без остатков. Снижение количества сена, съеденного бычками второй 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. Отмечена тенденция незначительного снижения энергетической питательности рационов у животных опытных групп. Бычки второй, третьей и четвертой 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 четвертой по сравнению с первой группой), животные второй и третьей групп были лучше обеспечены сахаром.

Потребление сухого вещества, протеина, клетчатки было выше у животных первой группы по сравнению со всеми остальными. По количеству потребления минеральных веществ существенных различий между группами не установлено.

Концентрация обменной энергии в 1 кг сухого вещества в первой группе составила 9,53 МДж, во второй, третьей и четвертой группах она несколько повысилась (таблица 121).

**Таблица 121 - Характеристика рационов подопытных бычков**

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
сырой клетчатки, %	26,4	25,1	24,9	22,6
сырого протеина, %	15,2	15,1	14,2	13,7
сахар + крахмал, %	20,6	22,4	22,8	22,9
каротина, мг	26	26	34	43
Сахаропротеиновое отношение	0,7	0,7	0,8	0,7
ЭПО, г/1 МДж	15,95	15,49	14,68	13,99

Рацион кормления бычков первой 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 второй, третьей и четвертой было на уровне 22,4-22,9%. Животные четвертой группы были лучше обеспечены каротином. Энергопротеиновое отношение (ЭПО), характеризующее отношение количества протеина к энергии рациона. В первой и второй группах это соотношение составило 15,95 и 15,149, в третьей и четвертой – 14,68 и 13,99.

Рассматривая показатели рубцового пищеварения (таблица 122), следует отметить, что разная структура рационов определенным образом сказалась на рубцовом метаболизме.

**Таблица 122 - 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 первой группы, состоящий из сена, концентратов и сушеной моркови, по сравнению со второй, в состав рациона которой дополнительно была включена кормовая свекла, оказал неодинаковое влияние на микробиологические процессы в рубце. Так, добавление в рацион бычков второй 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 третьей и четвертой групп, в состав рационов которых были включены сенаж и силос. Так, содержание азота в содержимом рубца бычков четвертой группы составило 0,222%, ЛЖК – 120 ммоль/л, концентрация аммиака уменьшилась до 22 мг%, что свидетельствует об интенсификации ферментативных процессов в рубце и более эффективном использовании азота корма бычками четвертой группы по сравнению с другими группами. Следовательно, включение в рационы опытных групп сочных кормов (свекла 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. Так, из данных таблицы 5 видно, что включение в рационы бычков сочных кормов способствовало повышению переваримости всех питательных веществ во второй, третьей и четвертой группах. Важным показателем использования корма животными являются коэффициенты переваримости. В данном случае увеличение сочности рациона положительно сказалось на коэффициентах переваримости. Наиболее очевидно это различие проявилось у животных четвертой группы, в рационе которой были свекла кормовая и кукурузный силос.

Таблица 123 - 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

Так, переваримость органического вещества, протеина, клетчатки, БЭВ у бычков четвертой группы, по сравнению с первой, оказалась выше соответственно на 2,81 п.п., 4,12, 4,56 и 2,98 процентных пункта. Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что включение в рацион грубых, сочных и концентрированных кормов позволяет повысить биологическую полноценность рационов. Отрицательное влияние на переваримость питательных веществ рационов в первой группе оказало повышенное содержание клетчатки (26,4%) при оптимальной норме 17-22%.

В таблице 6 представлены основные показатели трансформации энергии рациона в энергию прироста живой массы, из которых следует, что бычки опытных групп имели более высокую эффективность использования энергии корма на прирост живой массы.

Таблица 124 - 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	
				корм. 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

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

**Заключение.** Оптимизация рационов ремонтных бычков путем ввода в их состав кормовой свеклы, 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 процентов.

**Литература.** 1. Агафонов, В. И. Метод расчета баланса энергии у животных : справ. пособие / В. И. Агафонов, В. Б. Решетов. – Боровск, 1997. – 356 с. 2. Горячев, И. И. Естественная резистентность и репродуктивная способность племенных бычков при использовании в их рационах премиксов с различным содержанием селена / И. И. Горячев, М. М. Карпеня, Ю. В. Шамич // Проблемы интенсификации производства продуктов животноводства : тезисы докладов международной научно-практической конференции (9-10 октября 2008 г.). – Жодино, 2008. – С. 178-180. 3. 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. 4. Изучение обмена энергии и энергетического питания у с.-х. животных : мет. рекомендации. – Боровск, 1986. – 58 с. 5. Курилов, Н. В. Переваривание углеводов в преджелудках и образование глюкозы в печени жвачных / Н. В. Курилов, А. А. Материкин, С. Я. Щеглов // Доклады ВАСХНИЛ. – 1973. - № 12. – С. 17-19. 6. Пиллюк, Н. В. Проблема использования местных минеральных источников в кормлении сельскохозяйственных животных в Республике Беларусь / Н. В. Пиллюк // НТИ и рынок. – 1996. - № 11. – С. 43-45. 7. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Изд. 3-е, исправл. – Мн. : Вышэйшая школа, 1973. – 320 с. 8. Соловьев, А. М. Образование и всасывание продуктов углеводного обмена в рубце овец / А. М. Соловьев // Бюлл. ВНИИФБГСХЖ. – Боровск, 1967. – Вып. 1. – С. 60-63. 9. Томма, М. Ф. Методика определения переваримости кормов и рационов / М. Ф. Томма, А. В. Модянов. – М., 1969. – 390 с. 10. Удрис, Г. А. Влияние некоторых элементов на обмен веществ и реактивность животного организма / Г. А. Удрис // Биологически активные вещества на службе народного хозяйства и здравоохранения : сб. работ VI межвуз. конф. – Саратов, 1973. – С. 60-62. 11. Шляхтунов, В. И. Диаметр мускульных волокон и рост мышц в зависимости от разных факторов наследственности и среды / В. И. Шляхтунов // Научные основы развития животноводства в БССР. – Мн., 1984. – Вып. 14. – С. 34-40.

Статья передана в печать 27.03.2013