

УДК 636.2.084:591.132/.133

А.Н. КОТ<sup>1</sup>, В.Ф. РАДЧИКОВ<sup>1</sup>, В.П. ЦАЙ<sup>1</sup>, И.Ф. ГОРЛОВ<sup>2</sup>,  
Н.И. МОСОЛОВА<sup>2</sup>, С.И. КОНОНЕНКО<sup>3</sup>, В.Н. КУРТИНА<sup>4</sup>,  
С.Н. ПИЛЮК<sup>1</sup>, А.Я. РАЙХМАН<sup>5</sup>

**ПОКАЗАТЕЛИ РУБЦОВОГО ПИЩЕВАРЕНИЯ  
У МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА  
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СООТНОШЕНИЯ  
РАСЩЕПЛЯЕМОГО И НЕРАСЩЕПЛЯЕМОГО  
ПРОТЕИНА В РАЦИОНЕ**

<sup>1</sup>РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук  
Беларуси по животноводству»

<sup>2</sup>ГНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства  
и переработки мясомолочной продукции»

<sup>3</sup>ФГБНУ «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт  
животноводства»

<sup>4</sup>УО «Витебская ордена Знак Почёта государственная академия  
ветеринарной медицины»

<sup>5</sup>УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»

Изложены результаты исследований показателей рубцового пищеварения молодняка крупного рогатого скота в возрасте 12 месяцев при разном соотношении расщепляемого и нерасщепляемого протеина в рационах. Установлено, что оптимальное соотношение между расщепляемым и нерасщепляемым протеином составляет 70-60 : 30-40 в рационах бычков. Скармливание рационов с расщепляемостью протеина более 70 % способствует снижению ферментативной активности микрофлоры рубца, доли белкового азота и повышению количества аммиака, не носящие выраженный достоверный характер.

**Ключевые слова:** бычки, рационы, корма, расщепляемый протеин, нерасщепляемый протеин, рубцовое пищеварение, рационы.

A.N. KOT<sup>1</sup>, V.F. RADCHIKOV<sup>1</sup>, V.P. TSAI<sup>1</sup>, I.F. GORLOV<sup>2</sup>, N.I. MOSOLOVA<sup>2</sup>,  
S.I. KONONENKO<sup>3</sup>, V.N. KURTINA<sup>4</sup>, S.N. PILYUK<sup>1</sup>, A.Y. RAYKHMAN<sup>5</sup>

## RUMEN DIGESTION INDICATORS IN YOUNG CATTLE DEPENDING ON RATIO OF DEGRADABLE AND NON-DEGRADABLE PROTEIN IN DIET

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

<sup>2</sup>SEE «The Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production»

<sup>3</sup>FSBSI «North Caucasus Research Institute of Animal Breeding»

<sup>4</sup>Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine

<sup>5</sup>Belarusian State Agricultural Academy

Results of studies of indicators of rumen digestion in young cattle of 12 months of age at different ratio of degradable and non-degradable protein in diets are presented. It was determined that perfect ratio between degradable and non-degradable protein is 70-60: 30-40 in diets for steers. Feeding with diets with protein degradability over 70% reduces the enzymatic activity of rumen microflora, proportion of protein nitrogen and increase of amount of ammonia that are not significant.

**Key words:** steers, diets, feeds, degradable protein, non-degradable protein, rumen digestion.

**Введение.** Разные кормовые факторы и их соотношения различно влияют на процессы превращения питательных веществ и продуктивность животных. В соответствии с современными требованиями к системе кормления жвачных, последние должны быть обеспечены на достаточно высоком уровне как распадаемым, так и нераспадаемым в рубце протеином для оптимальной продукции микробного белка с целью обеспечения аминокислотами организма животного в необходимом количестве [1, 2].

Распадаемость характеризует скорость и величину гидролиза протеина в рубце под действием протеолитических ферментов до промежуточных и конечных продуктов, используемых в синтезе микробного белка. Определяется распадаемость отношением протеина, поступившего в двенадцатиперстную кишку к потребленному количеству с кормом [3]. Проблема протеинового питания жвачных животных особенно остро встала в связи с ростом продуктивности их и существенным изменением в технологии кормления и производства кормов [4, 5]. При этом протеин стал одним из важных лимитирующих факторов в системах интенсивного производства молока и мяса.

Защита протеина корма от распадаемости в рубце увеличивает питательность корма и продуктивность животного. Однако при скармливании жвачным обработанных кормов с целью «защиты» в них протеина от быстрого распада нужно следить, чтобы в рубце оставалось не менее 6-8 % сырого протеина, доступного для ферментации, иначе может снизиться переваримость и потребление корма вследствие не-

достатка азота для микроорганизмов рубца. Включение в состав рациона обработанных кормов с низкой степенью распадаемости протеина в рубце жвачных способствует увеличению поступления в дуоденум нераспавшегося протеина корма и тем самым повышению уровня обменного белка [3].

Необходимость всестороннего изучения скорости расщепления протеина обусловлена тем, что его распадающаяся фракция является источником азота для рубцовой микрофлоры, а нераспадающаяся в сочетании с микробным протеином при поступлении в нижележащие отделы желудочно-кишечного тракта, служит основным источником аминокислот для хозяина, определяющим уровень его продуктивности [5, 6]. Поэтому при балансировании рациона по протеиновой питательности необходимо подбирать компоненты рациона таким образом, чтобы протеин и энергия равномерно использовались животными в течение суток. Учёт качества протеина в рационах жвачных, особенно высокопродуктивных, является неперенным условием стабильного поддержания и дальнейшего увеличения продуктивности в зависимости от физиологического состояния животных.

Целью работы было установление закономерности протекания рубцового метаболизма у молодняка крупного рогатого скота в возрасте 6-12 месяцев при скармливании рационов с разным соотношением энергии, расщепляемого и нерасщепляемого протеина.

**Материал и методика исследований.** Исследования по изучению показателей использования азотистых веществ в сложном желудке бычков проводили методом *in vivo* в условиях физиологического корпуса РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», используя сложно-оперированных животных в возрасте 6-12 месяцев с вживленными канюлями рубца (Ø 2-5 см). Формирование групп животных в возрасте 6-12 месяцев осуществляли по принципу пар-аналогов в соответствии со схемой исследований (таблица 1).

Основной рацион (ОР) по набору кормов молодняка подопытных групп был одинаковым. Животные получали рацион по нормам ВАСХНИЛ [7] с расщепляемостью сырого протеина 80 %, 75, 70, 65 и 60 %, соответственно.

Для обеспечения необходимого соотношения расщепляемого и нерасщепляемого протеина комбикорма, используемые в кормлении подопытного скота, приготавливались на основе зерновой смеси, состоящей из ячменя и пшеницы, а также белковой витаминно-минеральной добавки (БВМД). В состав БВМД входили семена рапса и люпина, подвергнутые экструзии, а также ВМД.

Таблица 1 – Схема исследований

Группа	Количество животных, голов	Продолжительность опыта, дней	Особенность кормления
I опытная	4	30	ОР с соотношением расщепляемого протеина к нерасщепляемому 80:20
II опытная	4	30	ОР с соотношением расщепляемого протеина к нерасщепляемому 75:25
III опытная	4	30	ОР с соотношением расщепляемого протеина к нерасщепляемому 70:30
IV опытная	4	30	ОР с соотношением расщепляемого протеина к нерасщепляемому 65:35
V опытная	4	30	ОР с соотношением расщепляемого протеина к нерасщепляемому 60:40

Для получения характеристик распада протеина применяли метод *in sacco*, для чего проводили инкубацию образцов кормов в нейлоновых мешочках с диаметром пор 30-40 мкм, размером 25×9 см, прямоугольной формы, заплавленными или сшитыми двойным плотным стежком. Отношение длины к ширине составило 1,5×1,0, отношение массы пробы к общей площади мешочка – 10-15 мг на 1 см<sup>2</sup>. Инкубацию концентрированных кормов осуществляли в течение 6 часов, грубых – 24 часа (ГОСТ 28075-89). Содержание сырого протеина в кормах и сухом веществе остатка корма после его инкубации проводили по ГОСТ 13496.4-93 из одной и той же пробы корма.

Для изучения интенсивности процессов рубцового пищеварения бычков в летний и зимне-стойловый периоды проводили два физиологических опыта, продолжительностью каждого 30 дней. Для исследований отбирался молодняк 12-месячного возраста. Пробы содержимого рубца брали через фистулу спустя 2-2,5 часа после утреннего кормления в течение двух дней четыре раза в месяц.

В рубцовой жидкости, отфильтрованной через 4 слоя марли, определены: концентрация ионов водорода – с помощью электропотенциометра марки рН-340, общий и остаточный азот – по Кондрахину [8], белковый – по разнице между общим и остаточным [9], общее количество летучих жирных кислот (ЛЖК) – методом паровой дистилляции в аппарате Маркгамма, согласно методическим указаниям Н.В. Курилова и др. [10], И.П. Кондрахина [8]; аммиак – микродиффузным методом в чашках Конвея [8]; количество инфузорий – путём подсчёта в 4-

сетчатой камере Горяева [8].

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** Для изучения влияния различной расщепляемости сырого протеина в рубце животных в летний период на процессы рубцового пищеварения были составлены изоэнергетические рационы на основе разработанных комбикормов марки КР-3 с соотношением расщепляемого и нерасщепляемого протеина 80-60:20-40.

В структуре рационов подопытных групп на долю концентрированных кормов, представленных комбикормом и кормовой патокой, приходилось 53 % общей питательности.

Травяные корма в структуре рационов были представлены злаково-бобовой смесью и злаковым сеном и занимали 47 %. На долю сена от общей питательности рациона приходилось по 3,3% в I, II и III опытных группах с увеличением до 6,4 и 12,9 % в IV и V группах, соответственно (таблица 2).

Таблица 2 – Рационы молодняка по фактически потребленным кормам

Корм	Группа				
	I	II	III	IV	V
Трава злаково-бобовая	17,0	17,0	17,0	15,5	13,0
Сено злаковое	0,5	0,5	0,5	1,0	2,0
Комбикорм	3,2	3,1	3,0	3,0	3,0
Патока кормовая	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
В рационе содержится:					
кормовых единиц	7,35	7,37	7,35	7,35	7,29
обменной энергии, МДж	83,2	83,5	83,1	83,0	82,6
сухого вещества, кг	7,6	7,5	7,5	7,6	7,8
сырого протеина, г	1106	1066	1052	1062	1070
расщепляемого протеина, г	851	805	738	689	642
нерасщепляемого протеина,	255	261	315	373	428
переваримого протеина, г	765	735	730	730	724
кальция, г	63,0	62,3	61,4	61,1	60,4
фосфора, г	29,5	29,2	28,4	31,1	33,4
расщепляемость протеина,	78	75	70	65	60

Суточное потребление сухих веществ подопытными бычками находилось на уровне 7,5-7,8 кг/голову. Концентрация обменной энергии в сухом веществе рациона I, II, III и IV опытных групп составила 11,0-11,1 МДж/кг, в V – 10,7 МДж/кг. На долю сырого протеина в сухом веществе рационов приходилось 13,8-14,6 %.

По интенсивности процессов пищеварения в рубце можно судить о степени преобразования корма в преджелудках.

О состоянии ферментативных процессов, образовании метаболи-

тов, их всасывании и использовании в организме можно судить по реакции содержимого рубца.

Анализ основных показателей микробной ферментации углеводов и протеина в рубце указывает на специфическое влияние протеина разного качества на эти процессы (таблица 3). Показатель концентрации ионов водорода рубцового содержимого животных опытных групп имел тенденцию к закислению относительно значения контроля. Так, скармливание рационов с расщепляемостью протеина ниже 80 %, но выше 60 % способствовало смещению рН рубцовой жидкости в кислую сторону на 0,1-0,3 ед., достигнув значения 6,37 ед.

Таблица 3 – Основные показатели ферментации корма

Группа	рН	ЛЖК, ммоль/100 мл	Аммиак, мг/100 мл	Инфузории, тыс./мл
I	6,69±0,13	10,91±0,15	22,86±0,53	814,94±23,28
II	6,63±0,12	11,04±0,19	21,04±0,40	784,71±12,04
III	6,58±0,21	11,14±0,12	17,49±0,52 **	756,31±12,10
IV	6,44±0,10	12,26±0,12 **	13,31±1,45 **	723,94±14,65 *
V	6,37±0,16	12,37±0,16 **	9,79±2,27 *	695,09±24,70 *

Примечание: \* – P<0,05; \*\* – P<0,01.

В преджелудках могут всасываться многие вещества, среди которых особо важное значение имеют летучие жирные кислоты. Они всасываются в кровь и используются организмом жвачных в качестве источника энергии (до 70-80 % потребности в энергии).

Обобщив результаты по значениям рН и ЛЖК, следует отметить, что данные показатели имели обратную зависимость. Увеличение содержания ЛЖК в рубце на 13,4 % при снижении количества расщепляемого протеина в рационе до 60 % обеспечило снижение концентрации ионов водорода до уровня 6,37 ед. относительно I группы.

Защищённый денатурацией кормовой протеин становится малодоступным для протеолитических микроорганизмов рубца, что сопровождается снижением распадаемости протеина и приводит к меньшему образованию продуктов его распада.

Аммиак – конечный продукт превращения белковых и небелковых веществ корма. Он выполняет в рубце функцию общего метаболита процессов распада и бактериального синтеза. По уровню образования аммиака в рубце можно судить о балансе между утилизацией его рубцовыми бактериями, обменом в стенке рубца, всасыванием в воротную вену и прохождением в нижележащие отделы пищеварительного тракта, с одной стороны, и скоростью освобождения аммиака из различных кормов, с другой стороны [11].

Снижение расщепляемости сырого протеина рациона до 70-65 %

при повышенной интенсивности образования ЛЖК способствовало уменьшению концентрации аммиака на 23,5-57,2 % ( $P < 0,01$ ), в сравнении с I группой соответственно. Наиболее низкое содержание аммиака установлено в V опытной группе, получавшей рационы с расщепляемостью протеина 60 % – 9,79 мг/100 мл.

Расщепляемость протеина рационов на уровне 80 и 75 % не оказывала существенного влияния на численность инфузорий, которая находилась в пределах 814,9-784,7 тыс./мл. Ингибирование развития инфузорий отмечено в IV и V опытных группах, выразившееся в снижении их количества на 11,17-14,71 % ( $P < 0,05$ ) относительно I группы.

Для изучения влияния различной расщепляемости сырого протеина в рубце животных зимне-стойлового периода были составлены изокалорийные рационы (таблица 4) на основе разработанных комбикормов марки КР-3 с уровнем расщепляемости сырого протеина 60-80 %.

Таблица 4 – Среднесуточный рацион подопытных животных по фактически потребленным кормам, кг/гол.

Корм	Группа				
	I	II	III	IV	V
Сенаж злаковый	11,5	12,5	12,5	11,6	10,0
Сено злаковое	0,5	0,5	0,5	1,0	2,0
Комбикорм	3,3	3,2	3,1	3,2	3,2
Патока кормовая	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
В рационе содержится:					
кормовых единиц	7,65	7,65	7,65	7,65	7,67
обменной энергии, МДж	86,87	86,67	86,52	86,52	87,07
сухого вещества, кг	8,8	8,7	8,7	8,8	8,9
сырого протеина, г	1146	1100	1089	1141	1159
расщепляемого протеина, г	868	829	765	740	692
нерасщепляемого протеина, г	279	271	324	401	467
переваримого протеина, г	716	684	681	724	735
кальция, г	88,1	89,4	88,7	87,3	84,1
фосфора, г	36,7	36,6	36,0	38,4	40,2
Расщепляемость протеина, %	77	75	70	65	60

В структуре рациона на долю концентрированных кормов, представленных комбикормом и патокой, приходилось 53 %, из них на долю мелассы приходилось 0,5 %.

Травяные корма в рационах подопытного молодняка всех групп были представлены сенажом и сеном злаковыми. Травяные корма в структуре рациона занимают 47 % общей питательности.

Потребление сухих веществ подопытным молодняком находилось

на уровне 8,7-8,9 кг/голову. Содержание обменной энергии в сухом веществе рациона I, II и III опытных групп составило 9,9-10,0 МДж/кг, в IV и V опытных – по 9,8 МДж/кг, соответственно. На долю сырого протеина в сухом веществе рационов приходилось 12,6-13,0 %.

Остальные контролируемые показатели питательности рациона были учтены и сбалансированы в пределах норм.

Использование протеина кормов рубцовой микрофлорой в большой мере зависит от показателей рубцового пищеварения.

У животных всех опытных групп уровень активной реакции среды составил 6,2-6,5 ед., что соответствует оптимальному значению для жизнедеятельности микрофлоры (таблица 5).

Таблица 5 – Параметры ферментативно-микробиологических процессов в рубце бычков

Группа	pH	ЛЖК, ммоль/100 мл	Аммиак, мг/100 мл	Инфузории, тыс./мл
I	6,53±0,17	10,06±0,32	23,25±1,31	779,05±18,84
II	6,49±0,26	10,34±0,58	22,53±0,77	749,04±11,94
III	6,41±0,15	10,45±0,93	18,38±0,77 *	724,41±15,63
IV	6,27±0,06	11,46±0,62	14,26±0,87 **	700,26±20,24 *
V	6,18±0,20	11,68±0,42 *	10,41±1,34 *	681,29±19,93 *

Наиболее интенсивное накопление ЛЖК в рубцовом содержимом установлено в опытных IV и V группах. Так, молодняк V опытной группы превосходил животных I группы по концентрации ЛЖК на 16,1 % (P<0,05), что связано, по-видимому, с усилением бродильных процессов и наличием оптимальных условий для них.

Скармливание рационов с расщепляемостью протеина на уровне 70-60 % привело к достоверному уменьшению концентрации аммиака на 20,9-55,2 %.

Количество инфузорий в рубцовой жидкости у животных всех групп при летнем кормлении было больше, чем при зимнем. Результаты проведённых исследований свидетельствует, что наибольшее количество инфузорий было отмечено у животных I группы. В IV и V опытных группах численность инфузорий была достоверно ниже на 7,01-12,5 % (P<0,05) соответственно.

**Заключение.** Установлено, что снижение уровня расщепляемости сырого протеина с 80 % до 70-60 % в рационах бычков летнего периода способствует меньшему накоплению в рубцовой жидкости аммиака на 23,5-57,2 %, повышению концентрации ЛЖК на 13,4 %, снижению численности инфузорий на 14,7 %.

В зимний период использование рационов с расщепляемостью про-

теина 70-60 % привело к повышению концентрации ЛЖК на 3,9-16,1 %, уменьшению концентрации аммиака на 20,9-55,2 %, численности инфузорий рубца – на 7,0-12,5 %.

#### Литература

1. Алиев, А. А. Обмен веществ у жвачных животных / А. А. Алиев. – М. : НИЦ «Инженер», 1997. – 420 с.
2. Приёмы повышения продуктивности молодняка крупного рогатого скота : моногр. / В. Ф. Радчиков [и др.]. – Жодино, 2010. – 244 с.
3. Бондарь, Ю. В. Влияние рациона с разным качеством протеина на процессы рубцового пищеварения и эффективность использования питательных веществ бычками-кастратами при интенсивном выращивании : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Бондарь Ю.В. – Оренбург, 2000. – 22 с.
4. Эффективность использования питательных веществ рационов бычками в зависимости от фракционного состава протеина / В. Ф. Радчиков [и др.] // Научные основы повышения продуктивности сельскохозяйственных животных : сб. науч. тр. / СКНИИЖ. – Краснодар, 2009. – Ч. 2. – С. 216-218.
5. Нормирование протеинового питания жвачных / Н. В. Курилов [и др.] // Новое в кормлении высокопродуктивных животных. – М. : Агропромиздат, 1989. – С. 17-22.
6. Влияние кормов с низкой распадаемостью протеина в рубце на продуктивность откармливаемых бычков / В. П. Галочкина // Животноводство России. – 2004. – № 2. – С. 12-14.
7. Рубцовое пищеварение бычков при разном соотношении расщепляемого и нерасщепляемого протеина в рационе / В. Ф. Радчиков [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2013. – Т. 47, ч. 2. – С. 331-341.
8. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных : справ. пособие / под ред. А. П. Калашникова, Н. И. Клейменова. – М. : Агропромиздат, 1985. – 352 с.
9. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики : справочник / под ред. И. П. Кондрахина. – М. : КолосС, 2004. – 520 с.
10. Клиническая лабораторная диагностика в ветеринарии / И. П. Кондрахин [и др.]. – М. : Агропромиздат, 1985. – 287 с.
11. Изучение пищеварения у жвачных : методические указания / Н. В. Курилов [и др.] ; Всерос. науч.-исслед. ин-т физиологии и биохимии питания с.-х. животных. – Боровск, 1987. – 96 с.
12. Радчиков, В. Ф. Переваримость питательных веществ при включении в рацион плющенного консервированного ячменя / В. Ф. Радчиков, А. И. Козинец, А. А. Зеленковский // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т животноводства Нац. акад. наук Беларуси. – Жодино, 2005. – Т. 40. – С. 242-246.

(поступила 15.03.2016 г.)