

**В. Ф. Радчиков¹, Ю. Ю. Ковалевская¹, А. Н. Кот¹, Н. А. Мосолова²,
О. Ф. Ганущенко³, А. А. Астренков⁴, В. В. Никончук⁵, С. А. Цалко⁵**

¹ РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»

г. Жодино, Республика Беларусь

E-mail: labkrs@mail.ru

² ГНУ «Поволжский научно-исследовательский институт
производства и переработки мясомолочной продукции»

г. Волгоград, Российская Федерация

³ УО «Витебская государственная академия ветеринарной медицины»

г. Витебск, Республика Беларусь

⁴ УО «Полесский государственный университет»

г. Пинск, Республика Беларусь

⁵ РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: npc_mol@mail.ru

ПРОЦЕССЫ В ПИЩЕВАРЕНИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ КОРМА ПРИ РАЗНОМ СООТНОШЕНИИ РАСЩЕПЛЯЕМОГО И НЕРАСЩЕПЛЯЕМОГО ПРОТЕИНА

Аннотация. Снижение распадаемости протеина за счет изменения процентного соотношения РП:НРП на 3, 9 и 11 % способствует увеличению концентрации ЛЖК на 18 (P < 0,05), 17 (P < 0,01) и 14 %, инфузорий на 12–16 % (P < 0,05), снижению уровня аммиака на 11,5 % мг/100 мл, повышению переваримости сухого вещества на 1,5 (P < 0,05) %, органического вещества на 2,3 (P < 0,05) %, сырого протеина на 7,4 (P < 0,05) %. Наиболее оптимальным следует считать соотношения РП:НРП 67:33 и 61:39.

Ключевые слова: рацион, расщепляемый и нерасщепляемый протеин, переваримость.

**V. F. Radchikov¹, Yu. Y. Kovalevskay¹, A. N. Kot¹, N. A. Mosolova²,
O. F. Ganushchenko³, A. A. Astrenkov⁴, V. V. Nikonchuk⁵, S. A. Tsalko⁵**

¹ RUE "SPC NAS of Belarus on Animal Husbandry"

Zhodino, Republic of Belarus

E-mail: labkrs@mail.ru

² GNU "Volga Research Institute of Production and Processing of Meat and Dairy Products"

Volgograd, Russian Federation

³ EI "Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine"

Vitebsk, Republic of Belarus

⁴ EI "Polessky State University"

Pinsk, Republic of Belarus

⁵ RUE "SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization"

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: npc_mol@mail.ru

PROCESSES IN DIGESTION AND THE USE OF FEED NUTRIENTS WITH A DIFFERENT RATIO OF CLEAVABLE AND NON-CLEAVABLE PROTEIN

Abstract. Reduction of protein breakdown, due to changes in the percentage of RP:NRP by 3, 9 and 11 % increases the concentration of LVH by 18 (P < 0,05), 17 (P < 0,01) and 14 %, infusoria by 12–16 % (P < 0,05), reducing the level of ammonia by 11,5 %, mg / 100 ml, increasing the digestibility of dry matter by 1,5 (P < 0,05) %, organic matter by 2,3 (P < 0,05) %, crude protein by 7,4 (P < 0,05) %. The most optimal ratio should be considered RP:NRP 67:33 and 61:39.

Keywords: diet, cleavable and non-cleavable protein, digestibility.

Введение

В настоящее время много исследований направлено на изучение процессов пищеварения и обмена веществ в пищеварительном тракте жвачных с целью повышения эффективности использования и усвоения питательных веществ рационов [1–3].

Рубцовое пищеварение является наиболее сложным во всей цепи пищеварительных процессов, происходящих в организме жвачных животных. Рубец рассматривают как бродильную камеру, в которой переваривается до 70 % сухого вещества рациона, причем это происходит без участия пищеварительных ферментов [4–7].

По интенсивности протекающих в рубце процессов можно судить о преобразовании кормов в преджелудках и их влиянии на обмен веществ и продуктивность животных.

Многими исследованиями установлено, что за счет микробной ферментации удовлетворяется потребность жвачных в энергии до 80 %, в белке – от 30 до 50 %, в значительной мере в макро- и микроэлементах и витаминах. Микрофлорой рубца переваривается от 50 до 70 % сырой клетчатки рациона [8, 9].

В связи с этим подбор оптимальных кормовых субстратов открывает перспективу целенаправленной стимуляции синтеза микробного белка в рубце жвачных [10, 11].

Важным показателем питательной ценности кормов и состояния пищеварительной системы, зависящим от степени развития желудочно-кишечного тракта, количества потребленных питательных веществ и соотношения между отдельными компонентами кормов, является переваримость питательных веществ [12, 13].

Рост и мясная продуктивность животных тесно взаимосвязаны с обменом веществ. Обменные функции соответствуют непрерывной смене составных частей крови и тканей.

В клетках и тканях животных постоянно проходит процесс синтеза и распада веществ. Он осуществляется за счет поступления в организм с кормом питательных веществ, которые используются в качестве пластического материала для построения тела животного.

Следовательно, кормление животных – основной фактор, определяющий эффективность трансформации питательных веществ корма и продуктивность микробной популяции рубца. Поэтому очевидно, что при организации кормления следует учитывать не только уровень питания самого животного, но и состояние микрофлоры его преджелудков [14, 15].

Основная часть

Цель исследований – изучить показатели рубцового пищеварения и переваримость питательных веществ бычками при использовании кормов с разной расщепляемостью протеина.

Исследования проведены в условиях физиологического корпуса РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». Для этого были сформированы три опытных группы и I контрольная группа по три головы в каждой, продолжительность опыта составила 30 дней.

Различия в кормлении заключались в том, что животные контрольной группы получали рацион, сбалансированный по нормам РАСХН, в кормлении бычков опытных групп изменяли количество расщепляемого и нерасщепляемого протеина, уровень которого регулировали за счет включения в состав комбикормов различного количества компонентов, прошедших обработку (экструдирование).

Для определения относительной распадаемости протеина и изучения процессов рубцового пищеварения были проведены операции на животных по канюлированию рубца с установлением фистул. Принцип метода определения относительной распадаемости протеина заключается в инкубировании кормов, помещенных в мешочек из синтетической ткани, в рубце животных. Пробы корма выдерживали в рубце и затем определяли процент потери азота.

Взятие рубцового содержимого у подопытных бычков проводили спустя 2,5–3 часа после утреннего кормления через хронические фистулы рубца с помощью корнцанга. В образцах проб рубцовой жидкости, отфильтрованной через 4 слоя марли, определяли: концентрацию ионов водорода – электропотенциометром рН-340; общий и небелковый азот – методом Кьельдаля,

белковый азот – по разнице между общим и небелковым; аммиак – микродиффузным методом в чашках Конвея; количество инфузорий – путем подсчета в 4-сетчатой камере Горяева при разведении формалином 1:4; общее количество летучих жирных кислот (ЛЖК) – методом паровой дистилляции в аппарате Маркгамма согласно методическим указаниям Н. В. Курилова.

Исследованиями установлено (табл. 1), что животные I контрольной группы получали рацион с соотношением расщепляемого протеина (РП) и нерасщепляемого протеина (НРП) 70:30. Соотношение РП:НРП у бычков II и III опытных групп составило 67:33 и 61:39 соответственно. Расщепляемость протеина у животных IV опытной группы снизилась до 59 %.

Таблица 1. Рубцовое пищеварение

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
pH	7,0 ± 0,1	6,5 ± 0,2	6,7 ± 0,3	6,8 ± 0,2
ЛЖК, ммоль/100 мл	10,1 ± 0,3	12,0 ± 0,3*	11,8 ± 0,2*	11,5 ± 0,5
Инфузории, тыс./100 мл	430,5 ± 10,9	499 ± 12,9*	482 ± 7,4*	478 ± 15,7
Аммиак (NH ₃), мг/100 мл	20,2 ± 0,7	17,1 ± 0,3*	17,9 ± 0,6	18,5 ± 0,4

Примечание: * – P < 0,05

Установлено также, что снижение расщепляемости протеина за счет изменения процентного соотношения РП:НРП сопровождалось значительным увеличением концентрации ЛЖК у животных II, III, и IV опытных групп, а именно на 18 (P < 0,05), 17 (P < 0,01), 14 % соответственно. Данный факт указывает на то, что в рубце животных II и III опытных групп достаточно высокая активность броидильных процессов.

Для жизнедеятельности полезной микрофлоры рубца, в первую очередь инфузорий, необходима оптимальная реакция содержимого рубца, которая должна соответствовать уровню pH 6,5–7,2.

Уровень pH в рубце животных всех групп составил 6,5–7,0, что соответствует оптимальному значению для жизнедеятельности микрофлоры.

Известно, что в повышении эффективности использования питательных веществ кормов огромная роль принадлежит микрофлоре рубца, которая представлена в основном инфузориями. В преджелудках животных происходит не только процесс механической подготовки кормов, но и интенсивный распад питательных веществ.

Инфузориям присуща избирательность к условиям существования в рубце жвачных. Различия в составе рационов ведут к изменению количественного состава инфузорий. Между структурой рациона и родовым составом инфузорий имеется прямая зависимость: при скармливании кормов, богатых углеводами и белками, инфузорий больше, чем в случае скармливания кормов, содержащих малое количество указанных веществ.

Анализируя результаты проведенных исследований, можно отметить, что наибольшее количество инфузорий отмечено у животных II и III опытных групп, показатель, по сравнению с контролем, выше на 16 и 12 % соответственно (P < 0,05).

Из полученных данных видно, что снижение расщепляемого протеина при хорошо сбалансированном кормлении обусловило лучшее использование азота корма, на что указывает меньшее содержание аммиака в рубце, а именно у животных III опытной группы уровень аммиака на 11,5 % меньше, чем у животных I контрольной группы. Выявленные межгрупповые различия у животных II опытной группы и I контрольной оказались статистически достоверными и уровень аммиака был ниже на 15 % (P < 0,05) в сравнении с контрольной группой.

Обмен азота у животных имел свои особенности. Эти особенности находят свое отражение в изменениях уровня белкового и небелкового азота в рубцовой жидкости и представлены в табл. 2.

Исследования азотистого обмена в рубце опытных животных показали, что количество общего азота в рубцовой жидкости было несколько выше у животных II и III группы, что на 6,8 (P < 0,05) и 5 (P < 0,05) % превысило животных контрольной группы. Такую разницу в количе-

Таблица 2. Концентрация азотистых веществ в рубцовой жидкости

Показатель		Группа			
		I	II	III	IV
Азот, мг/100 мл	Общий	175,9 ± 2,0	187,9 ± 1,7*	184,8 ± 1,1*	182,7 ± 2,3
	Небелковый	58,3 ± 2,3	61,1 ± 2,5	60,5 ± 1,9	60,3 ± 2,0
	Белковый	117,6 ± 1,2	126,8 ± 1,8*	124,3 ± 1,1*	122,4 ± 2,7

Примечание: * – P < 0,05

стве общего азота мы склонны объяснить тем, что, повышенный уровень расщепляемого протеина у животных I контрольной группы вызвал усиленный гидролиз азотистых веществ корма и образование большего количества аммиака (20,2 мг/100 мл), последний, всасываясь в кровь, снижал уровень общего азота в рубцовой жидкости.

Интенсивное образование аммиака и значительное накопление его в рубце животных I контрольной группы вызвало угнетение синтетических микроорганизмов, что отразилось на содержании белкового азота. Количество белкового азота у животных II и III опытных групп было равно 126,8 и 124,3 мг/100 мл, что на 6,8 % (P < 0,05) и 5,7 % (P < 0,05) выше, чем у животных I контрольной группы.

Таким образом, повышение уровня расщепляемого протеина в рационах I контрольной группы привело к нерациональному расходованию кормового белка, о чем свидетельствует низкий уровень общего азота в содержимом рубца.

Напротив, снижение уровня расщепляемого протеина у животных II, III, IV групп при хорошо сбалансированном кормлении обусловило лучшее использование азота корма, на что указывает большее содержание азотистых фракций в рубце.

Увеличение показателей переваримости питательных веществ корма может служить важным критерием, выступающим в пользу целесообразности использования той или иной разработки в области кормления животных. Это объясняется тем, что повышение переваримости корма позволяет существенно снизить себестоимость животноводческой продукции, где затраты на корма могут составлять более 50 % [15].

На основании данных потребления кормов рационов и выделения продуктов обмена определены коэффициенты переваримости питательных веществ (табл. 3).

Таблица 3. Коэффициенты переваримости, %

Питательные вещества	Группа			
	I	II	III	IV
Сухое вещество	64,2 ± 0,3	64,1 ± 2,5	65,7 ± 0,2*	63,8 ± 0,5
Органическое вещество	67,6 ± 0,4	67,5 ± 2,4	69,9 ± 0,4*	66,9 ± 0,5
Сырой протеин	59,9 ± 1,6	61,7 ± 4,4	67,3 ± 1,0*	63,1 ± 0,9
Сырой жир	47,1 ± 4,7	57,2 ± 9,0	56,1 ± 2,4	55,2 ± 0,7
Сырая клетчатка	51,8 ± 1,3	49,9 ± 3,0	52,6 ± 2,4	50,4 ± 0,8
БЭВ	73,1 ± 0,8	72,7 ± 1,7	73,2 ± 1,3	72,3 ± 0,6

Примечание: * – P < 0,05

Лучшей способностью к перевариванию питательных веществ рационов отличались бычки III группы, уровень расщепляемости протеина рациона которых составил 61 %.

Животные III опытной группы лучше переваривали сухое вещество на 1,5 (P < 0,05) %, органическое вещество на 2,3 (P < 0,05) % по сравнению с контрольной группой.

Наши результаты согласуются с исследованиями других авторов, наблюдавших увеличение переваримости питательных веществ, используя различные способы защиты протеина корма от преждевременного распада в рубце.

Исследованиями доказано, что уменьшение доли расщепляемого протеина способствовало повышению переваримости сырого протеина у животных II, III и IV опытных групп на 1,8; 7,4 (P < 0,05) и 3,2 % по сравнению с животными I контрольной группы, также выбор оптимального соотношения РП:НРП в рационах опытных групп способствовал лучшему перевариванию сырого жира и был выше на 10,1; 9 и 8,1 % в сравнении с контролем. Переваримость БЭВ была практически одинаковой.

Заключение

Уменьшение степени расщепления протеина в рубце за счет изменения процентного соотношения РП:НРП на 3, 9 и 11 % способствует увеличению концентрации ЛЖК на 18 (P < 0,05), 17 (P < 0,01) и 14 %, инфузорий на 12–16 % (P < 0,05), снижению уровня аммиака на 11,5 % мг/100 мл, повышению переваримости сухого вещества на 1,5 (P < 0,05) %, органического вещества на 2,3 (P < 0,05) %, сырого протеина на 7,4 (P < 0,05) %.

Наиболее эффективным является соотношение РП:НРП 67:33 и 61:39.

Список использованных источников

1. Влияние разных способов переработки зерна на обмен веществ и продуктивность молодняка крупного рогатого скота / Г. В. Бесараб [и др.] // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Брянск, 26–27 мая 2022 г. – Брянск : Брянский ГАУ, 2022. – С. 226–230.
2. Эффективность скармливания молодняку крупного рогатого скота новой энергетической добавки / Г. В. Бесараб [и др.] // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Брянск, 26–27 мая 2022 г. – Брянск : Брянский ГАУ, 2022. – С. 267–271.
3. Регулирование обменной энергии в рационе за счёт рапсового масла / А. М. Глинкова [и др.] // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Брянск, 26–27 мая 2022 г. – Брянск : Брянский ГАУ, 2022. – С. 271–276.
4. Возможность балансирования рационов молодняка крупного рогатого скота за счёт местных масличных и бобовых культур / А. М. Глинкова [и др.] // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Брянск, 26–27 мая 2022 г. – Брянск : Брянский ГАУ, 2022. – С. 212–216.
5. Природная кормовая добавка в кормлении молодняка крупного рогатого скота / Г. Н. Радчикова [и др.] // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Брянск, 26–27 мая 2022 г. – Брянск : Брянский ГАУ, 2022. – С. 253–257.
6. Эффективность скармливания коровам кормовой добавки «ПМК» / Д. М. Богданович [и др.] // Актуальные направления инновационного развития животноводства и современные технологии производства продуктов питания : материалы междунар. научн.-практич. конф. – пос. Персиановский, 2020. – С. 98–105.
7. Влияние рекомбинантного лактоферрина человека на биологическую полноценность и санитарное качество спермы хряков / Д. М. Богданович [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси. – 2018. – Т. 53. – № 1. – С. 21–28.
8. Природный минеральный сорбент в кормлении молодняка крупного рогатого скота / Г. В. Бесараб [и др.] // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Брянск, 26–27 мая 2022 г. – Брянск : Брянский ГАУ, 2022. – С. 221–225.
9. Физиологическое состояние и продуктивность телят при скармливании комбикорма КР-1 с включением экструдированного обогатителя / С. Л. Шинкарева [и др.] // Научные основы производства и обеспечения качества биологических препаратов для АПК : материалы Междунар. научн.-практич. конф., посвящ. 50-летию института. – Щелково : ВНИТИБП, 2019. – С. 437–441.
10. Влияние скармливания экструдированного обогатителя на обмен веществ и продуктивность молодняка крупного рогатого скота / Г. Н. Радчикова [и др.] // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Брянск, 26–27 мая 2022 г. – Брянск : Брянский ГАУ, 2022. – С. 290–294.
11. Продуктивные и воспроизводительные показатели племенных бычков в зависимости от качества протеина в рационе / Г. Н. Радчикова [и др.] // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Брянск, 26–27 мая 2022 г. – Брянск : Брянский ГАУ, 2022. – С. 299–304.

12. Кормовые добавки в рационах молодняка крупного рогатого скота / А. М. Глинкова [и др.] // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Брянск, 26–27 мая 2022 г. – Брянск : Брянский ГАУ, 2022. – С. 258–262.
13. Богданович, Д. М. Влияние разных доз сапропеля на трансформацию энергии рационов в продукцию и продуктивность молодняка крупного рогатого скота / Д. М. Богданович, Н. П. Разумовский // Совершенствование региональных породных ресурсов мясного скота и повышение их генетического потенциала в целях наращивания производства высококачественной отечественной говядины : материалы Междунар. науч. конф. – Элиста, 2020. – С. 64–68.
14. Белково-витаминно-минеральные добавки с использованием узколистного люпина и карбамида в рационах молодняка крупного рогатого скота / Т. Л. Сапсалёва [и др.] // Инновационные подходы к развитию устойчивых аграрно-пищевых систем : материалы Междунар. науч.-практ. конференции. – Волгоград, 2022. – С. 22–27.
15. Продуктивность молодняка крупного рогатого скота в зависимости от содержания в рационе расщепляемого протеина / Г. Н. Радчикова [и др.] // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Брянск, 26–27 мая 2022 г. – Брянск : Брянский ГАУ, 2022. – С. 262–267.