

Е.Г. КОТ, В.П. БУЧЕНКО

ОСОБЕННОСТИ ФЕРМЕНТАТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ В РУБЦЕ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ В ПЕРИОД СУХОСТОЯ

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

Целью работы явилось изучение протекания ферментативных процессов в рубце высокопродуктивных коров в период сухостоя. Установлено, что в зимний период снижение расщепляемости протеина на 74,71 и 73,6 % в обеих фазах сухостойного периода способствовало повышению переваримости питательных веществ на 3,4-5,3 и 3,0-6,6 %.

Ключевые слова: коровы, сухостойный период, рубцовое пищеварение, переваримость.

E.G. KOT, V.P. BUCHENKO

FEATURES OF FERMENTATIVE PROCESSES IN RUMEN OF HIGHLY PRODUCTIVE COWS DURING DRY PERIOD

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

The aim of the work was to study the occurrence of enzymatic processes in the rumen of highly productive cows during dry period. It was determined that in the winter period reduction of protein degradability by 74,71 and 73,6 % in both phases of the dry period contributed to increase in digestibility of nutrients by 3,4-5,3 and 3,0-6,6 %.

Key words: cows, dry period, rumen digestion, digestibility.

Введение. Наиболее критически значимый отрезок времени, определяющий здоровье и продуктивность коров в ходе лактации, это так называемый «околотельный период», который включает в себя 3 недели до отёла и 2-3 недели после отёла. Для высокопродуктивной коровы сухостойный период является периодом отдыха и восстановления. В это время заживают повреждения в рубце, и корова может подготовиться к новому периоду лактации. Важно, чтобы корова не накопила слишком много жира перед отёлом. Корова должна быть в прекрасной физической форме для последующей лактации [1, 2].

Пищеварительный аппарат жвачных приспособлен к употреблению и усвоению больших количеств грубых растительных кормов, основным компонентом которых является клетчатка, занимающая в рационе жвачных 40-50 %. Её содержание в различных растениях в расчёте на сухое вещество колеблется в пределах 25-50 %. Жвачные животные

утилизируют до 80 % всей поступившей с кормом клетчатки и 60-65 % её подвергается различным превращениям в рубце.

Рубец рассматривают как большую бродильную камеру с подвижными стенками. Съеденный корм находится в рубце до тех пор, пока не достигнет определённой степени измельчения и только тогда переходит в последующие отделы пищеварительного тракта. Измельчается корм в результате периодически повторяющейся жвачки.

В рубце переваривается до 70 % сухого вещества рациона, причём это происходит без участия пищеварительных ферментов самого животного. Расщепление клетчатки и других волокнистых структур осуществляется ферментами микроорганизмов, содержащихся в сетчатом желудке. В нём протекают сложные микробиологические и биохимические процессы. Корм в рубце задерживается длительное время, например, при скармливании сена через 24 ч в рубце остаётся ещё половина съеденной порции. Задержка корма в рубце способствует созданию благоприятных условий для рубцовых процессов и сбраживания трудноперевариваемых компонентов корма.

Реакция содержимого рубца у здорового животного при нормальной организации кормления постоянно поддерживается в пределах pH 6,5-7,4 и смещается в кислую сторону в период наиболее интенсивного сбраживания корма. В этот момент образование органических кислот брожения превалирует над их всасыванием и нейтрализацией.

Периодическое поступление в рубец корма, оптимальная реакция среды и постоянная температура в нём, непрерывное поступление слюны из ротовой полости и ионов из стенки преджелудков, перемешивание и продвижение пищевых масс, всасывание промежуточных и конечных продуктов обмена микроорганизмов в кровь и лимфу – всё это создаёт благоприятные условия для жизнедеятельности, роста и размножения микрофлоры и развивающихся под её воздействием ферментативных процессов.

Ферментативные процессы в рубце дают корове следующие преимущества:

1. Возможность получения энергии из сложных углеводов, содержащихся в клетчатке и в волокнистых структурах растений.

2. Возможность компенсации белковой и азотной недостаточности. Микроорганизмы рубца обладают способностью использовать небелковый азот для образования белка собственных клеток, который затем используется для образования животного белка.

3. Синтез витаминов группы В и витамина К. В большинстве случаев при нормальном функционировании рубца организм коровы способен обеспечить собственные потребности в этих веществах.

Энергия – это первый по важности нормируемый показатель. Она

необходима как для поддержания жизни, так и для производства продукции. Источником энергии являются корма. В настоящее время оценка энергетической питательности кормов ведётся в овсяных кормовых единицах и по обменной энергии. Овсяная кормовая единица базируется на продуктивном действии переваримых веществ, то есть на их способности к образованию жира. Одна кормовая единица равна по жируотложению 150 г жира. Но у лактирующих животных иное направление продуктивности. Такая единица для них менее подходит, чем для животных на откорме. Поэтому было предложено оценивать питательность кормов и потребность животных по обменной энергии, которая включает энергию продукции, или чистую энергию, и энергию теплопродукции, или на поддержание жизни, тогда как овсяная кормовая единица отражает только продуктивную энергию, притом рассчитанную по жируотложению [3, 4, 5].

При усвоении протеина корма у жвачных животных ведущая роль принадлежит бактериям и инфузориям, населяющим рубец. С их помощью расщепляется более 40 % протеина. Белки корма расщепляются протеолитическими ферментами микробного происхождения до аминокислот, которые затем дезаминируются с образованием аммиака, углекислоты, летучих жирных кислот и метана. Образующийся аммиак служит материалом для синтеза белка микроорганизмами. Следовательно, в рубце жвачных параллельно идут два процесса: расщепление кормового белка до аммиака и биосинтез микробного белка, пригодного для синтеза белка тела животного. Отмирающие бактерии, поступая в сычуг и тонкий кишечник, перевариваются наряду с нерасщеплённым кормовым протеином. Однако некоторую часть аммиака бактерии не успевают усвоить, он всасывается в кровь и в печени превращается в мочевины, которая затем выделяется с мочой и частично со слюной. Но если аммиак поступает в кровь в больших количествах, нарушается функция печени, возникает отравление. К тому же увеличение всасывания аммиака в кровь ведёт к снижению использования азота корма [1, 6, 7].

Чтобы не допускать дисбаланса между распадом кормового белка и синтезом белка бактериального, предотвратить избыточное всасывание аммиака в кровь, необходимо создать оптимальные условия для жизнедеятельности микрофлоры. Основными из этих условий являются: соотношение между расщепляемым и нерасщепляемым протеином, а также обеспеченность легкоусвояемыми углеводами [2, 8].

Одним из способов, позволяющих повысить степень использования протеина кормов без существенных изменений условий производства, является обеспечение нужного энергетического уровня рациона. Как известно, жвачные отличаются сравнительно низкой эффективностью

использования протеина рационов.

Обычно протеин с высокой растворимостью имеет и более высокую переваримость и наоборот. Недостаток растворимых фракций протеина в рационах жвачных ограничивает ферментацию, избыток, наоборот, её усиливает, что приводит к потере азота с восавшимся в кровь аммиаком, который микроорганизмы не успели использовать для синтеза белка своего тела. Поэтому высокая расщепляемость протеина в рубце нежелательна и доля нерасщепляемого протеина в процентах от сырого должна возрастать с 30 при удое 12 кг до 43 при удое 44 кг [4, 8, 9, 10].

Целью работы явилось изучение протекания ферментативных процессов в рубце высокопродуктивных коров в период сухостоя.

Материал и методика исследований. Для достижения поставленной цели был проведён физиологический опыт на клинически здоровых коровах белорусской чёрно-пёстрой породы с удоем 7-10 тыс. кг и более за последнюю законченную лактацию, живой массой 600-650 кг, 2-3 лактации, отобранных по принципу пар-аналогов согласно методике А.И. Овсянникова [11].

Опыты проводили на животных в сухостойный период. Было сформировано 4 группы (по 2 группы на каждый период) по три головы в каждой группе со средними внутри групповыми показателями молочной продуктивности и живой массы. Рационы составлялись на основе норм, разработанных РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» [12]. При проведении физиологических исследований условия содержания животных были одинаковыми.

Для изучения рубцового пищеварения у коров были проведены 4 операции по канюлированию рубца. Пробы содержимого рубца отобраны 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, определялись:

- концентрация ионов водорода (рН) – электропотенциометром марки рН-340;
- общий и остаточный азот – методом Kjeldahl (2004), белковый – по разнице между общим и остаточным;
- общее количество ЛЖК – методом паровой дистилляции в аппарате Маркгама [5];
- аммиак – микродиффузным методом в чашках Конвея [13];
- количество инфузорий – путём подсчёта в 4-сетчатой камере Горяева.

Цифровой материал проведённых исследований обработан методом вариационной статистики на персональном компьютере с использова-

нием пакета анализа табличного процессора Microsoft Office Excel 2007. Статистическая обработка результатов анализа проводилась с учётом критерия достоверности по Стьюденту.

Результаты эксперимента и их обсуждение. На основании проведённых исследований была разработана структура рационов для сухостойных коров первого и второго периодов в зимне-стойловый период.

Корма, входящие в состав рациона, задавались в виде кормосмеси, состоящей в первом опыте (I фаза сухостоя): в контроле – из сенажа злакового и сена злакового многолетнего, в опытной группе – из сенажа злаково-бобового и сена злакового многолетнего; во втором случае (II фаза сухостойного периода) – из сенажа, силоса, сена и комбикорма. Полисоли задавались в отдельных кормушках при свободном доступе.

На основании учёта данных по поедаемости (таблица 1) задаваемой в кормушках кормосмеси установлено, что животные всех групп были практически полностью обеспечены питательными и минеральными веществами.

Таблица 1 – Рационы для стельных сухостойных коров

Показатели	I фаза сухостоя		II фаза сухостоя	
	кон- трольная	опытная	кон- трольная	опытная
1	2	3	4	5
Сенаж злаковый, кг	36	-	14	-
Сенаж злаково- бобовый, кг	-	36	-	14
Сено злаковых мно- голетних трав, кг	2	2	2	1,5
Силос кукурузный (31% СВ), кг	-	-	13	13
Комбикорм- концентрат, кг	-	-	3,5	3,5
В рационе содержится:				
Обменной энергии, МДж	140,9	141,7	135,4	138,3
Сухого вещества, кг	14,61	14,76	13,59	13,8
Сырого протеина, г	2063	2087	2064	2076
РП, г	1567,9	1559,2	1564,5	1527,9
НРП, г	495,1	527,8	499,5	548,1
Переваримого про- теина, г	1177,5	1254	1360	1400
Сырого жира, г	462,1	474	461	516

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
Сырой клетчатки, г	3675	3478	3122	3001
НДК, г	1543,5	1391,2	1248,8	1200,4
Кальция, г	114,8	120	94,9	121,1
Фосфора, г	47,8	60,1	56,0	74,7
Магния, г	33,0	33,0	39,7	40,2

В первую фазу содержание сырого протеина в сухом веществе в контрольной и опытной группах составило 141,2 и 141,4 г с распадаемостью в рубце 76,0 и 74,71 %, переваримого протеина – 80,6 и 84,9 г. Концентрация обменной энергии (КОЭ) составила 9,58 и 9,6 МДЖ/кг. Содержание сырой клетчатки составило 25,1 и 23,6 %, НДК – 42 и 40 %.

Содержание сырого протеина в сухом веществе во вторую фазу составило: в опытной группе – 150,4 г, в контроле – 151,9 г, с распадаемостью в рубце соответственно 75,4 и 74,4 %. Содержание переваримого протеина составило 100 и 101,4 г, концентрация обменной энергии (КОЭ) – 9,96 и 10,02 МДЖ/кг в сухом веществе, сырой клетчатки – 22,9 и 21,7 %, НДК составило 40 % в обеих группах.

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

В цепи пищеварительных процессов, протекающих в организме жвачных животных, наиболее сложным является рубцовое пищеварение.

Обмен протеина у жвачных тесно связан с функцией рубца. Часть азотистых соединений, доступных для микрофлоры, подвергается в рубце сложным превращениям, в результате которых они всасываются через стенку в циркулирующую кровь. Другая часть вместе с пищевой массой поступает в сычуг и, продвигаясь по кишечнику, переваривается примерно так же, как у животных с однокамерным желудком. Считается, что процессы, проходящие в рубце, обеспечивают высокую эффективность использования кормового протеина [9].

Анализ основных показателей микробной ферментации углеводов и протеина в рубце указывает на специфическое влияние протеина разного качества на эти процессы (таблица 2). По реакции содержимого рубца можно судить о состоянии ферментативных процессов, образовании метаболитов, их всасывании и использовании в организме.

Показатель концентрации ионов водорода рубцового содержимого животных опытных групп имел тенденцию к некоторому закислению относительно значения контроля. Скармливание рационов в первую фазу сухостойного периода способствовало смещению рН рубцовой

жидкости в кислую сторону на 0,02 ед., достигнув значения 6,65 ед., во второй фазе этот показатель снизился на 0,05 ед. по сравнению с контрольной группой.

Таблица 2 – Основные показатели ферментации корма, $\bar{X} \pm S_x$

Группа	pH	ЛЖК, ммоль/100 мл	Аммиак, мг/100 мл	Инфузо- рии, тыс./мл
I фаза сухостоя (первый опыт)				
контрольная	6,67±0,13	9,91±0,15	7,46 ±0,53	498,2±12,69
опытная	6,65±0,10	10,41±0,19	6,84±0,29	486,7±12,31
II фаза сухостоя (второй опыт)				
контрольная	6,41±0,11	9,96±0,09	8,02±0,45	496,7±7,79
опытная	6,36±0,17	10,24±0,48	6,91 ±0,57	488,9±4,51

Обобщив результаты по значениям pH и ЛЖК следует отметить, что данные показатели имели обратную зависимость. Увеличение содержания ЛЖК в рубце на 5,1 % при снижении количества расщепляемого протеина в рационе до 74,71 % обеспечило снижение концентрации ионов водорода до уровня 6,65 ед. относительно контрольной группы (I фаза сухостоя). Во второй фазе снижение расщепляемости протеина в рационе до 73,6 % привело к повышению интенсивности накопления ЛЖК на 2,8 % при смещении pH до 6,36 ед.

Снижение расщепляемости сырого протеина рационов до 74,71-73,6 % при повышенной интенсивности образования ЛЖК способствовало уменьшению концентрации аммиака на 8,31-13,84 мг/100 мл, чем в контрольных группах, соответственно.

Расщепляемость протеина рационов на уровне 74,71 и 73,6 % не оказывала существенного влияния на численность инфузорий, которая находилась в пределах 486,7-488,9 тыс./мл.

При расчёте переваримости по результатам физиологического опыта в период сухостоя (первая и вторая фаза) установили, что переваримость питательных веществ сухостойными коровами во всех группах была достаточно высокой (таблица 3). Однако в сравнении с животными контрольной группы переваримость питательных веществ у животных I и II периода в опытных группах несколько отличалась. Так, переваримость сухого вещества в первой и во второй фазе сухостойного периода в опытных группах повысилась на 3,4 и 3,0 п.п. по сравнению с контрольными группами. Установлена тенденция увеличения переваримости органического вещества на 4,5 и 3,9 п.п., сырой клетчатки – на 5,3 и 6,6, сырого протеина – на 3,7 и 5,0, БЭВ – на 5,1 и 5,5 п.п. соответственно.

Таблица 3 – Коэффициенты переваримости питательных веществ, %, ($\bar{X} \pm S_x$)

Показатели	Группы			
	I фаза сухостоя		II фаза сухостоя	
	контроль- ная	опытная	контроль- ная	опытная
Сухое вещество	65,2±1,60	67,4±0,80	65,9±0,90	67,6±1,10
Органическое вещество	68,3±1,40	71,4±0,60	67,9±1,10	70,6±1,60
Сырой жир	63,1±1,65	64,3±1,23	63,4±0,98	64,9±0,90
Сырой протеин	64,8±0,80	67,2±0,10	63,9±0,85	67,1±1,13
Сырая клетчатка	61,8±0,50	65,4±0,91	62,2±0,60	66,3±0,75
БЭВ	71,2±1,50	74,8±0,60	71,3±1,02	75,2±1,35

Однако достоверной разницы между группами установлено не было. По остальным показателям значительной разницы не обнаружено.

Таким образом, основываясь на данных физиологического опыта, можно сделать вывод о том, что в период сухостоя переваримость всех основных питательных веществ находилась на достаточно высоком уровне и по сравнению с контрольными группами имела тенденцию к повышению.

Заключение. Снижение уровня распадаемости протеина до 74,71% в зимний период у сухостойных высокопродуктивных коров (I фаза) привело к росту комплекса ЛЖК на 5,1 и снижению концентрации аммиака на 8,31 %, однако не оказывала существенного влияния на численность инфузорий, которая находилась в пределах 486,7-488,9 тыс./мл. Во второй фазе сухостойного периода при снижении расщепляемости протеина до 73,6 % произошло смещение рН в опытной группе до 6,36 в кислую сторону, содержание ЛЖК наоборот повысилось на 2,8 %, что способствовало снижению содержания аммиака в рубцовой жидкости на 13,84 %.

В зимний период снижение расщепляемости протеина на 74,71 и 73,6 % в обеих фазах сухостойного периода способствовало повышению переваримости питательных веществ на 3,4-5,3 и 3,0-6,6 %.

Литература

1. 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.
2. Киселев, С. Полноценное кормление коров / С. Киселев, М. Петухов // Животноводство России. – 2005. - № 6. – С. 47-48
3. Алиев, А. А. Обмен веществ у жвачных животных / А. А. Алиев. – М. : НИЦ «Инженер», 1997. – 420 с.

4. Ёрсков, Э. Р. Протеиновое питание жвачных животных / Ё. Р. Ерсков ; под редакцией В. И. Георгиевского. – М. : Агропромиздат, 1985. – 183 с.
5. 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.
6. Гибадуллина, Ф. С. Повышение эффективности использования протеина в рационах лактирующих коров / Ф. С. Гибадуллина // Кормопроизводство. – 2006. – № 8. – С. 30-31.
7. Долгов, И. А. Микрофауна рубца и ее роль в питании животных // Сельскохозяйственные животные: физиологические и биохимические параметры организма : справочное пособие / И. А. Долгов, С. И. Долгова ; под ред. В.Б. Решетов. – Боровск, 2002. – С. 50-71.
8. Иоффе, В. Б. Практика кормления молочного скота : пособие для зоотехников и заводящих ферм / В. Б. Иоффе. – Молодечно : Победа, 2005. – 164 с.
9. Коршунов, В. Н. Биосинтез микробного белка в рубце коров в зависимости от качества протеина / В. Н. Коршунов, Н. В. Курилов. – М., 1985. – 85 с.
10. Косолапов, В. Качество и эффективность кормов / В. Косолапов, А. Фицев, А. Гаганов // Животноводство России. – 2010. - № 11. – С. 50-52.
11. Овсянников, А. И. Основы опытного дела в животноводстве : учебное пособие / А. И. Овсянников. – М. : Колос, 1976. – 304 с.
12. Нормы кормления крупного рогатого скота : справочник / Н. А. Попков [и др.]. – Жодино : РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», 2011. – 260 с.
13. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики : справочник / И. П. Кондрахин [и др.] ; под ред. И. П. Кондрахина, 2004. – 520 с.

(поступила 11.03.2015 г.)

УДК 633.321:631.552.2

А.Г. ПОДОЛЯК, А.Ф. КАРПЕНКО, Т.В. ЛАСЬКО

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЙ НА ЗООТЕХНИЧЕСКОЕ КАЧЕСТВО КОРМОВ И МИГРАЦИЮ РАДИОНУКЛИДОВ

РНИУП «Институт радиологии»

На основании трёхлетних исследований установлено, что при залужении многолетними злаковыми травами сенокосов на низинных торфяно-болотных почвах с низким содержанием фосфора, калия и загрязнённых радионуклидами наиболее эффективно вносить минеральные удобрения в дозах: азотные – 60 кг/га д.в., фосфорные – 60-90 кг/га д.в., калийные – 180-240 кг д.в. и медные – 200 г/га. При данной системе удобрений получена наиболее высокая урожайность многолетних трав, наименьшие параметры перехода радионуклидов в растения и оптимальные показатели зоотехнического качества кормов.

Ключевые слова: торфяно-болотные почвы, удобрения, радионуклиды, питательность кормов.