

А. Долженкова, А. Г. Лобанок, Н. А. Шарейко, А. С. Гайдук // Перспективные ферментные препараты и биотехнологические процессы в технологиях продуктов питания и кормов : сб. материалов конф. – Москва, 2016. – С. 383-394.

22. Физиологическое состояние и продуктивность бычков при скармливании молотого и экструдированного зерна пелюшки / А. Н. Кот, Д. М. Богданович, В. П. Цай, М. М. Брошков, В. В. Данчук, М. М. Карпеня, Е. А. Долженкова, И. В. Сучкова, В. В. Букас // Прогрессивные и инновационные технологии в молочном и мясном скотоводстве : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Витебск, 2021. – Витебск, 2021. – С. 112-119.

23. Эффективность скармливания молочного сахара в составе заменителей цельного молока для телят / Г. Н. Радчикова, Т. Л. Сапсалёва, Е. И. Приловская, С. А. Ярошевич, И. В. Богданович, Т. М. Натынчик, А. Н. Шевцов, В. М. Будько, С. Н. Пиллок, С. Н. Разумовский // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2019. – Т. 54, ч. 2. – С. 75-82.

24. Эффективность использования кормовой добавки на основе молочного сырья в кормлении цыплят-бройлеров и телят / Н. А. Шарейко, Л. И. Сапунова, Н. П. Разумовский, Сандул А.В., Жалнеровская А.В., Синцерова А.М., Летунович Е.В., Козлова Н.В., Долженкова Е.А. // Учёные записки УО «Витебская ордена Знак почёта государственная академия ветеринарной медицины». – 2011. – Т. 47, № 2-1. – С. 329-333.

25. Протеин – важный компонент заменителей цельного молока для телят / Г. Н. Радчикова, А. Н. Кот, Н. А. Шарейко, О. Ф. Ганущенко, Л. А. Возмитель, В. В. Букас, И. В. Сучкова, В. Н. Куртина // Научное обеспечение животноводства Сибири : материалы II междунар. науч.-практ. конф. – Красноярск, 2018. – С. 194-198.

26. Влияние использования заменителя обезжиренного молока с различным вводом протеина на продуктивность телят старше 65-дневного возраста / Т. Л. Сапсалёва, Г. Н. Радчикова, Г. В. Бесараб, С. А. Ярошевич, Е. П. Симоненко, М. В. Джумкова, И. С. Серяков, А. Я. Райхман, В. А. Голубицкий, В. В. Карелин, Д. В. Медведева, Т. Л. Голубенко // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2021. – Т. 56, ч. 2. – С. 23-32.

Поступила 17.03.2022 г.

УДК 636.2.085.2:612.3

<https://doi.org/10.47612/0134-9732-2022-57-1-258-266>

А.А. КУРЕПИН

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНОГО СОДЕРЖАНИЯ НЕЙТРАЛЬНО-ДЕТЕРГЕНТНОЙ И КИСЛОТНО-ДЕТЕРГЕНТНОЙ КЛЕТЧАТКИ В РАЦИОНЕ ЖИВОТНЫХ В ПЕРВУЮ ФАЗУ ЛАКТАЦИИ НА РУБЦОВОЕ ПИЩЕВАРЕНИЕ

Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь

Основным лимитирующим фактором в потреблении жвачными животными большого количества объёмистых кормов является наличие в растениях клетчатки, увеличение которой свыше оптимального уровня отрицательно сказывается на пищеварении, приводя к снижению переваримости питательных веществ рациона. Изменяя структуру рациона и соотношение питательных

веществ в рационе, можно стимулировать или угнетать как общий характер рубцовых процессов, так и уровень утилизации питательных веществ. В статье представлены материалы работы, целью которой было изучить влияние различного содержания нейтрально-детергентной и кислотного-детергентной клетчатки в рационе животных в первую фазу лактации на рубцовое пищеварение. Исследования показали, что скормливание коровам контрольной и опытных групп в первые 100 дней лактации рационов с различным содержанием структурных углеводов предопределило некоторые изменения микробиологической и ферментативной активности рубцового пищеварения.

Ключевые слова: рубцовое пищеварение, летучие жирные кислоты, нейтрально-детергентная и кислотного-детергентная клетчатка, структурные углеводы.

A. A. KUREPIN

EFFECT OF DIFFERENT CONTENTS OF NEUTRAL DETERGENT AND ACID DETERGENT FIBER IN THE DIET OF ANIMALS DURING THE FIRST PHASE OF LACTATION ON RUMINAL DIGESTION

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

The main limiting factor in the consumption by ruminants of large quantities of bulk feed is the presence of fiber in plants, an increase in which above the optimal level has a negative impact on digestion, leading to a decrease in the digestibility of nutrients in the diet. By changing the structure of the diet and the ratio of nutrients in the diet, it is possible to stimulate or inhibit both the general nature of rumen processes and the level of nutrient utilization. This article presents the materials of the work aimed at studying the effect of different content of neutral detergent and acid detergent fiber in the diet of animals during the first phase of lactation on ruminal digestion. Studies showed that feeding cows of control and experimental groups in the first 100 days of lactation with diets with different content of structural carbohydrates predetermined some changes in the microbiological and enzymatic activity of ruminal digestion.

Keywords: ruminal digestion, volatile fatty acids, neutral detergent and acid detergent fiber, structural carbohydrates.

Введение. Основным лимитирующим фактором в потреблении жвачными животными большого количества объёмистых кормов является наличие в растениях клетчатки, снижающей переваримость питательных веществ, что тормозит процесс освобождения рубца от корма. В последние годы широкое распространение получил метод определения нейтрально-детергентной (НДК) и кислотного-детергентной (КДК) клетчатки. Установлено, что уровень НДК в корме связан с

потреблением сухого вещества, а показатель КДК – с переваримостью. При этом каждый корм имеет свою степень распадаемости НДК в рубце. Трудно расщепляемая НДК остаётся в рубце дольше, снижая общее потребление корма. Корма с быстро деградируемой НДК проходят через желудочно-кишечный тракт с большей скоростью, способствуя повышенному потреблению корма [1, 2].

Сбраживание клетчатки в рубце до гексозы варьирует в значительных пределах в зависимости от состава рациона, дальнейшее сбраживание гексозы идёт с образованием ЛЖК. При увеличении в рационе легкопереваримых углеводов (сахаров, крахмала) использование клетчатки снижается и повышается с увеличением содержания белка. Способностью расщепления клетчатки обладают многие микроорганизмы. Увеличение клетчатки свыше оптимального уровня (16-22 % от сухого вещества) отрицательно сказывается на пищеварении, приводя к снижению переваримости питательных веществ рациона [3].

Анатомо-морфологическое строение пищеварительного аппарата жвачных животных, обуславливающее своеобразие физиологических функций организма, и наличие богатой микрофлоры и микрофауны в преджелудках, способствующей разложению большого количества растительного корма, придают характерные особенности процессам пищеварения. Для гармоничного развития микробной популяции рубца, а следовательно, и для идущих в нём ферментативных процессов, большое значение имеет тип кормления, вид корма, набор кормов в рационе, содержание энергии и других питательных веществ.

Таким образом, изменяя структуру рациона и соотношение в нём питательных веществ, можно стимулировать или угнетать как общий характер рубцовых процессов, так и уровень утилизации питательных веществ.

Цель работы – изучить влияние различного содержания нейтрально-детергентной и кислотной-детергентной клетчатки в рационе животных в первую фазу лактации на рубцовое пищеварение.

Материал и методика исследований. Общая концепция и основные методы исследований определены с целью и поставленными задачами данной работы и заключаются в разработке и совершенствовании системы оценки кормов и нормирования НДК и КДК в рационах коров.

Основной рацион по набору кормов контрольной и опытных групп одинаковые. Различная структура рационов и сочетание кормов создавались за счёт разной дачи концентрированных и грубых кормов, при этом нормировалось различное содержание НДК и КДК в рационах. Животные I контрольной группы за период опыта получали рацион с содержанием НДК 30-31 % и КДК 19-20 %, животные II опытной группы – 32-33 и 21-22 % соответственно, в рационе животных III

опытной группы содержание НДК варьировало с 34 до 35 %, а КДК – 22-23%.

На фоне научно-хозяйственного опыта проведён физиологический опыт, в котором учитывали поедаемость кормов (ежедневно по каждому животному), показатели рубцовой жидкости.

НДК и КДК определяли с применением полуавтоматического анализатора FIWE-6 [4], а также согласно методике Курилова Н.В. [5] и модифицированной методике Van-Soest [6].

Для изучения рубцового пищеварения у коров при помощи пищевого зонда производили взятие рубцового содержимого спустя 3 часа после утреннего кормления (по 3 животных от каждой группы). В образцах отфильтрованной через 4 слоя марли рубцовой жидкости определяли: величину pH – на pH-метре 150М; общий и небелковый азот – методом Къельдаля, белковый азот – по разнице между общим и небелковым; аммиак – микродиффузным методом в чашках Конвея; количество бактерий, целлюлозолитическую и амилитическую активности; количество инфузорий; общее количество летучих жирных кислот (ЛЖК) с определением их производных – согласно методическим указаниям Н.В. Курилова и др. [5], И.П. Кондрахина [7].

Цифровые материалы научно-хозяйственных и физиологических опытов обработаны методом вариационной статистики [8] на персональном компьютере с использованием пакета статистики Microsoft Excel. Статистическая обработка результатов анализа проведена по методу Стьюдента [9]. Вероятность различий считалось достоверной при $P < 0,05$.

Результаты эксперимента и их обсуждение. Одна из особенностей питания жвачных животных – их способность использовать значительные количества структурных и неструктурных углеводов. Её расщепление в преджелудках до более простых углеводов осуществляется целлюлозлитическими микроорганизмами, бродильная активность которых в зависимости от удовлетворения пищевых потребностей может значительно изменяться.

Активность рубцовой микрофлоры самый весомый фактор, поскольку микрофлора прямым физическим и химическим воздействием расщепляет клетчатку. На активность рубцовой микрофлоры, прежде всего, влияет постоянство среды обитания. Микроорганизмы рубца предпочитают развиваться в бескислородной среде с низкой кислотностью (pH=6,8-6,4) при нормальной температуре тела.

Для нормального развития микрофлоры ей также необходимо сбалансированное по количеству и скорости расщепления поступление углеводного и азотсодержащего сырья.

Среда рубца благодаря анаэробным условиям способствует росту

микроорганизмов, для которых рН этого отдела пищеварительного тракта является оптимальным. Бактерии рубца – наиболее распространённая группа микроорганизмов, хотя в количественном отношении они не всегда преобладают в общей массе микробиоты.

Таким образом, уделяя внимание вопросам физиологического кормления и повышения активности рубцовой микрофлоры, можно повысить эффективность молочного животноводства путём использования оптимального соотношения структурных углеводов в рационах лактирующих коров.

В наших исследованиях нами изучено рубцовое пищеварение, количественное содержание бактерий рубца и ферментативная активность рубцовой жидкости животных, получавших рационы с различным соотношением структурных углеводов в рационах.

Различное содержание структурных углеводов в рационах контрольной и опытных животных предопределило некоторые изменения микробиологической и ферментативной активности (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели рубцового пищеварения, ($\bar{X} \pm S\bar{x}$)

Показатель	Группа		
	I контрольная	II опытная	III опытная
рН	6,33±0,04	6,54±0,32	6,69±0,04
Аммиак (NH ₃), мг/%	15,94±1,12	11,14±1,25*	12,32±0,97
ЛЖК, ммоль/100 мл в том числе соотношение органических кислот, %:			
уксусная кислота	9,88±0,33	11,13±0,26*	10,90±0,20
пропионовая кислота	58,95±0,42	61,11±0,64	60,22±0,51
масляная кислота	25,02±0,86	26,74±1,12	26,49±0,98
Инфузории, тыс./шт. в 1 мл	10,31±0,95	8,63±1,24	8,41±1,16
Бактерии, млрд/мл	521,16±29,64	663,22±35,32*	634,31±46,66
Целлюлозолитическая активность, ед./мл	8,58±0,89	9,99±0,64	9,51±1,02
Амилолитическая активность, ед./мл	9,61±0,74	13,66±0,52**	12,80±0,8*
Общий	28,42±3,8	30,8±3,63	29,4±4,01
Небелковый	126,16±2,66	122,62±3,33*	125,55±2,94
Белковый	34,34±1,31	26,95±1,54	30,39±1,43
Белковый	91,82±2,2	95,67±2,63*	95,16±2,49*

Из полученных данных следует, что различие в содержании структурных углеводов в рационах животных отразилось по-разному на интенсивности и направленности образования летучих жирных кислот и их производных, что в последствии отразилось в активности жизнедеятельности микроорганизмов, как простейших (инфузорий), так и

бактерий, а также увеличении целлюлозлитической и амилалитической активности.

По концентрации водородных ионов в рубцовой жидкости можно судить об интенсивности и направленности микробиологических процессов жвачных животных. Как отмечает Воробьёва С.В., от этого показателя зависит уровень и соотношение ЛЖК, концентрация аммиака, жизнедеятельность микроорганизмов, населяющих рубец и их активность [10].

pH среды рубцовой жидкости у животных всех групп находилась в пределах физиологических норм и составляла 6,33-6,69 ед. У животных контрольной группы pH среды рубцовой жидкости было на уровне 6,33 ед., однако с увеличением содержания структурных углеводов в сухом веществе рациона (с 32 до 34 % НДК и с 22 до 23 % КДК) у животных II и III опытных групп pH среды рубцовой жидкости было на уровне 6,54-6,69 ед., что на 0,21 и 0,36 ед. выше по отношению к животным контрольной группы. Это связано со снижением потребления кормов и меньшей жевательной активностью в контрольной группе, за счёт чего происходило снижение поступления слюны, как буфера среды. Данное изменение подтверждается выводами Хотмировой О.В., которая также отмечает, что увеличение доли структурных углеводов в сухом веществе рациона приводит к увеличению жевательной активности, за счёт чего происходит увеличение выделения слюны, как главного регулятора pH рубцового содержимого [11].

Снижение pH среды на 0,15 ед. у животных II опытной группы по отношению к своим аналогам III опытной группы связано с повышением концентрации ЛЖК (> на 7,48 %), что объясняется усилением бактериальной ферментации корма, а также доминирующим влиянием содержания ЛЖК на концентрацию водородных ионов [12].

В период проведения опыта в рубцовой жидкости животных опытных групп общее количество ЛЖК было выше по отношению к контролю. О менее интенсивном протекании гидролиза углеводов в преджелудках животных является свидетельствует снижение общего количества ЛЖК и амилалитической активности [13]. Так, у животных II опытной группы количество ЛЖК было на уровне 11,13 ммоль/100 мл, что больше на 12,65% ($P < 0,05$), чем у контроля и на 2,11 %, чем у животных III опытной группы. Животные III опытной группы превосходили животных контрольной группы по этому показателю на 10,32 %. Увеличение ЛЖК в рубце опытных групп объясняется высокой интенсивностью бродильных процессов за счёт сбраживания углеводов, так как основная масса энергии растительных кормов, потребляемых животными представлена, углеводами, состоящими из мно-, ди-, три- полисахаридов, которые ферментируются до ЛЖК, а также других

низкомолекулярных соединений.

Различное содержание НДК и КДК в сухом веществе рациона животных предопределило различие в концентрации кислот брожения. У животных опытных групп отмечается увеличение концентрации ацетата (уксусной кислоты) на 2,16 и 1,27 п. п. и пропионата (пропионовой кислоты) на 1,68 и 1,47 п. п. при снижении масляной кислоты на 1,68 и 1,9 п. п. соответственно по отношению к животным контрольной группы, что согласуется с данными, ранее полученными Чмырём И.А., который отмечает, что с увеличением сырой клетчатки и НДК в рационе животных концентрация главных кислот брожения – ацетата и пропионата – в рубцовом содержимом увеличивалась [14].

О степени усвояемости азота кормов, а также общей направленности процессов рубцового пищеварения можно судить по содержанию азотистых компонентов, которые являются конечными продуктами распада и синтеза питательных веществ. Так, у животных II опытной группы содержание общего азота было ниже на 2,8 и на 2,39 % по отношению к животным контрольной и III опытных групп соответственно. Содержание белкового азота во II и III опытных группах было выше на 3,6 и 4,19 % по отношению к контролю. Снижение общего азота в рубцовой жидкости животных опытных групп указывает на лучшее использование протеина организмом животного.

В рубцовой жидкости животных контрольной группы содержания аммиака было выше, чем у животных опытных групп и составляло 15,94 мг/%. В научной литературе отмечается, что высокое содержание аммиака свидетельствует о его низком усвоении микроорганизмами и высокими потерями азота. У животных II и III опытных групп отмечалось снижение уровня аммиака в рубцовой жидкости соответственно на 4,8 ($P < 0,05$) и 3,62 мг/% по отношению к контролю, это, скорее всего, связано с большей доступностью энергии получаемой из структурных углеводов в рубце животных опытных групп, что способствовало интенсивному протеканию азотистого обмена. Также снижение концентрации аммиака в рубце животных, свидетельствует о лучшем его использовании микрофлорой рубца для биосинтеза, что способствует более эффективному использованию протеина организмом животного.

Оптимальным рН среды для развития жизнедеятельности полезной микрофлоры считается в пределах 6,5-7,2 ед. В полученных нами данных у животных опытных групп рН среды рубцовой жидкости находилось на уровне 6,54-6,69 ед., что не являлось отрицательным фактором для развития и жизнедеятельности микроорганизмов. По количеству содержания инфузорий животные II и III опытных групп превосходили своих аналогов контрольной группы на 27,25 ($P < 0,05$) и 21,7 %. Одним из важнейших показателей рубцового пищеварения является

количество бактерий, роль которых велика, особенно в переваривании клетчатки [10]. В полученных нами данных по содержанию бактерий в рубцовой жидкости животных следует, что животные II и III опытных групп, где содержание структурных углеводов в сухом веществе рационов было выше по отношению к контролю превосходили на 16,43 и 10,8% животных контрольной группы, в то же время следует отметить, что животные III опытной группы на 4,8 % уступали животным II опытной группы.

Заключение. Скармливание рациона лакирующим коровам в первые 100 дней лактации с содержанием НДК 32-33 % и КДК 21-22 % (при среднем показателе за опыт по фактически потребленному рациону с содержанием НДК 32,6 %, КДК – 21,5 %) позволило установить, что различное содержание структурных углеводов в рационах контрольной и опытных животных предопределило некоторые изменения микробиологической и ферментативной активности рубцового пищеварения. Так, с увеличением содержания структурных углеводов в сухом веществе рациона (с 32 до 34 % НДК и с 22 до 23 % КДК) у животных II и III опытных групп рН среды рубцовой жидкости было на уровне 6,54-6,69 ед., что на 0,21 и 0,36 ед. выше по отношению к животным контрольной группы. Снижение рН среды на 0,15 ед. у животных II опытной группы по отношению к своим аналогам III опытной группы связано с повышением концентрации ЛЖК (> на 7,48 %). Так, у животных II опытной группы количество ЛЖК было на уровне 11,13 ммоль/100 мл, что на 12,65 % ($P < 0,05$) больше контроля и на 2,11 % больше, чем у животных III опытной группы. Также у животных опытных групп отмечается увеличение концентрации ацетата (уксусной кислоты) на 2,16 и 1,27 п. п. и пропионата (пропионовой кислоты) на 1,68 и 1,47 п. п. при снижении масляной кислоты на 1,68 и 1,9 п. п. соответственно по отношению к животным контрольной группы.

Содержание общего азота у животных II опытной группы было ниже на 2,8 и на 2,39 % по отношению к животным контрольной и III опытной группам соответственно. Содержание белкового азота во II и III опытных группах было выше на 3,6 и 4,19 % по отношению к контролю. Снижение общего азота в рубцовой жидкости животных опытных групп указывает на лучшее использование протеина организмом животного.

В рубцовой жидкости животных контрольной группы содержания аммиака было выше, чем у животных опытных групп и составляло 15,94 мг/%. У животных II и III опытных групп отмечалось снижение уровня аммиака в рубцовой жидкости соответственно на 4,8 ($P < 0,05$) и 3,62 мг/% по отношению к контролю. рН среды рубцовой жидкости находился на уровне 6,54-6,69 ед., что не являлось отрицательным фактором для развития и жизнедеятельности микроорганизмов. По

количественному содержанию инфузорий животные II и III опытных групп превосходили своих аналогов контрольной группы на 27,25 ($P < 0,05$) и 21,7 %. В полученных нами данных по содержанию бактерий в рубцовой жидкости животных следует, что животные II и III опытных групп, где содержание структурных углеводов в сухом веществе рационов было выше по отношению к контролю превосходили на 16,43 и 10,8 % животных контрольной группы, в то же время следует отметить, что животные III опытной группы на 4,8 % уступали животным II опытной группы.

Литература

1. Щеглов, В. В. Принципы рационального использования кормов / В. В. Щеглов // Эффективность использования кормов. – Москва : Московский рабочий, 1986. – С. 13-26.
2. Волякин, О. Г. Показатели белкового обмена у высокопродуктивных коров в зависимости от растворимости протеина кормов / О. Г. Волякин, В. И. Козленко // Биохимия сельского хозяйства и продовольственная программа. – Москва, 1987. – С. 42.
3. Тараканов, Б. В. Микрофлора и метаболизм азотистых веществ в пищеварительном тракте лактирующих коров при разных соотношения объемистых и концентрированных кормов в рационе / Б. В. Тараканов // Физиология и биохимия питания сельскохозяйственных животных : сб. науч. тр. – Боровск, 1980. – Т. 24. – С. 44-54.
4. ГОСТ 13496.2-91. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения сырой клетчатки. – Введ. 01.07.1992. – 6 с.
5. Изучение пищеварения у жвачных : методические указания / Н. В. Курилов [и др.]. – Боровск, 1987. – 96 с.
6. Van Soest, P. J. Determination of plant cell-wall constituents / P. J. Van Soest, R. H. Wine // J. Assoc. Anal. Chem. – 1968. – Vol. 50. – P. 50-55.
7. Кондрахин, И. П. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики : справочник / И. П. Кондрахин. – Москва : КолосС, 2004. – 520 с.
8. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Изд. 3-е, исправл. – Минск : Вышэйшая школа, 1973. – 320 с.
9. Математические расчеты селекционных признаков в животноводстве : методические указания / С. Г. Менчукова [и др.]. – Горки, 1989. – 65 с.
10. Воробьева, С. В. Физиологическое обоснование потребления сухого вещества рационов крупным рогатым скотом в зависимости от содержания структурных углеводов в кормах : дис. ... д-ра биол. наук / Воробьева С.В. – Дубровицы, 2003. – 252 с.
11. Хотмирова, О. В. Рубцовое пищеварение у высокопродуктивных молочных коров в начале лактации при разном уровне фракций клетчатки в рационе : автореф. ... канд. биол. Наук / Хотмирова О.В. – Боровск, 2009. – 19 с.
12. Грушкин, А. Г. Процессы образования и всасывания ЛЖК в рубце овец и их влияние на размеры эпителиального слоя / А. Г. Грушкин, А. В. Шемораков // Известия ТСХА. – 1998. – Вып. 2. – С. 185-193.
13. Головин, А. В. Влияние структурных углеводов на продуктивность и рубцовое пищеварение новотельных коров / А. В. Головин // Фундаментальные и прикладные аспекты кормления сельскохозяйственных животных : материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. А.П. Калашникова, Дубровицы, 13-16 июня 2018 г. – Дубровицы, 2018. – С. 62-64.
14. Чмырь, И. А. Особенности липидного обмена и молочная продуктивность у перелоек при использовании малокомпонентных рационов : автореф. ... канд. биол. Наук / Чмырь И.А. – п. Дубровицы, 2001. – 20 с.

Поступила 15.06.2022 г.