

На правах рукописи

ХОТМИРОВА ОЛЕСЯ ВЛАДИМИРОВНА

**РУБЦОВОЕ ПИЩЕВАРЕНИЕ
У ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ МОЛОЧНЫХ КОРОВ
В НАЧАЛЕ ЛАКТАЦИИ
ПРИ РАЗНОМ УРОВНЕ ФРАКЦИЙ КЛЕТЧАТКИ В РАЦИОНЕ**

03.00.13-физиология

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Боровск-2009

Диссертационная работа выполнена в лаборатории пищеварения и межклеточного обмена ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания сельскохозяйственных животных».

Научный руководитель

доктор биологических наук
Харитонов Евгений Леонидович

Официальные оппоненты:

кандидат биологических наук
Боголюбова Надежда Владимировна

доктор биологических наук
Решетов Вадим Борисович

Ведущее учреждение: ФГОУ ВПО Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева

Защита диссертации состоится 28 октября 2009 года в 10 часов на заседании диссертационного совета Д 006.030.01 при Всероссийском научно-исследовательском институте физиологии, биохимии и питания сельскохозяйственных животных.

Адрес института: 249013, Калужская область, г. Боровск, пос. Институт, ВНИИФБиП с.-х. животных. Телефон – 8(495)-9963415, факс – 8(48438) 4-20-08.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Всероссийского научно-исследовательского института физиологии, биохимии и питания сельскохозяйственных животных.

Автореферат разослан

сентября 2009 года

Ученый секретарь
по защите докторских и кандидатских
диссертаций Д 006.030.01,
кандидат биологических наук

Лазаренко В.П.

1. Общая характеристика работы

Актуальность работы. Повышение эффективности использования кормов сельскохозяйственными животными с последующим увеличением уровня и качества получаемой от них продукции является одной из важнейших проблем сельскохозяйственной биологической науки. Продуктивность жвачных животных в условиях соответствующего питания решающим образом зависит от реализации их потенциала продуктивности. Постоянное развитие биологических наук, высокий рост продуктивности животных, совершенствование техники кормления и технологий заготовки кормов, заставляет совершенствовать оценку и параметры кормления, уточнять потребность животных в питательных веществах для удовлетворения потребностей их организма. В мировой науке постоянно происходит пересмотр и изменение норм кормления, и пересмотр методов оценки питательности кормов (Бергнер Х., 1973, Кальницкий Б.Д., 2007, Рядчиков В.Г., 2008).

В системе полноценного кормления сельскохозяйственных животных большое значение имеет обеспеченность их грубыми кормами (Курилов Н.В. 1987). Питательное значение клетчатки в кормлении жвачных животных было только недавно отнесено к важным проблемам. Современное развитие в области питания жвачных показывает, что энергия (переваримая, обменная, чистая) и протеин являются не единственными существенными факторами питания обеспечивающих оптимальное кормление. Уровень грубых кормов (клетчатки) в рационе является важным фактором, влияющим на потребление, переваримость и использование энергии переваримых веществ. Главной составной частью этих кормов являются структурные углеводы.

Жвачные животные и молочные коровы, в частности, требуют адекватного количества клетчатки для адекватной руминации, стимулирования жевательной деятельности и переваривания целлюлозы, что обуславливает и нормальную жирность молока. Это поддерживается оптимальным уровнем рН рубцового содержимого, необходимого для жизнедеятельности целлюлолитических микроорганизмов, что характеризуется высоким отношением ацетата к пропионату, необходимым для нормального липидного метаболизма у коров (Курилов Н.В., 1987; Mertens D.R., 1997; Pereira M.N., 2000; Leiva E., 2000).

Чтобы отвечать потребностям в энергии высокопродуктивных молочных коров в рационы включают большое количество концентратов и высококачественных грубых кормов, содержащих относительно низкое количество клетчатки. Внедрение прогрессивных технологий заготовки грубых и сочных кормов позволило получать корма с пониженным содержанием в них клетчатки. В результате этих двух причин на практике скармливают значительно меньше клетчатки, чем требуется по существующим нормам.

В связи с этим остается открытым вопрос о минимальном и оптимальном уровне клетчатки в рационе для высокопродуктивных молочных коров. Поэтому представляет значительный научный и практический интерес изучение физиологических механизмов и разработка критериев адекватности

структуры рациона, поддержания нормальной моторики рубца высокопродуктивных молочных коров.

Цель и задачи исследований. Целью нашей работы являлось: изучение процессов рубцового пищеварения и продуктивности у молочных коров в начале лактации. Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

- определить физиологически оптимальные и минимальные уровни содержания фракций клетчатки в рационах высокопродуктивных коров в начальную фазу лактации;
- изучение влияния количества и качества грубых кормов на сократительную способность рубца и выявление их оптимальных величин;
- изучение влияния уровня клетчатки и ее источников (сено, силос) на переваривание кормов в желудочно-кишечном тракте.

Научная новизна исследований заключается в получении новых данных о роли клетчатки в регуляции пищеварения и продуктивности лактирующих коров. Результаты работы могут быть использованы при совершенствовании системы питания лактирующих коров, обеспечивающей повышение продуктивности и качества продукции при производстве молока.

Практическая значимость работы. На основе полученных данных возможно уточнение норм нейтрально - детергентной клетчатки в рационах лактирующих коров в первые месяцы лактации, соблюдение которых позволяет более полно реализовывать генетический продуктивный потенциал животных и повышать эффективность молочного производства.

Положения, выносимые на защиту:

1. Функция потребления корма и жевательная активность и рубцовое пищеварение определяются уровнем клетчатки в рационах, видом и качеством грубого корма, количественным соотношением грубых и концентрированных кормов;
2. Оптимальным уровнем содержания нейтрально-детергентной клетчатки в рационах молочных коров по месяцам лактации является: 31,3, 35,1 и 38,0% НДК от сухого вещества рациона в 1-й, 2-й и 3-й месяц лактации.

Апробация результатов исследований. Основные положения диссертационной работы, представлены на 2-ой научно-практической конференции «Научные основы повышения продуктивности сельскохозяйственных животных» (Краснодар, 2009), межд. научно-практ. конф. посвященной 100-летию д.б.н., профессора С.Я. Зафрена «Актуальные проблемы заготовки, хранения и рационального использования кормов» (Москва, 2009), а также на межлабораторном совещании ВНИИФБиП (Боровск, 2009).

Публикация материалов. По материалам диссертации опубликовано 3 научные статьи, в том числе одна в издании, рекомендованном ВАК Министерства образования и науки РФ.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа изложена на 121 страницах, состоит из введения, обзора литературы, собственных исследований, заключения, выводов, предложений практике, списка литературы, включающего 224 источника, в том числе 163-на иностранных языках.

2. Материалы и методы исследований

Экспериментальная работа проводилась в условиях вивария института ВНИИФБиП с.-х. животных методом групп и периодов. Было сформировано три группы коров, по три головы в группе, содержащихся во время стойлового периода при 3-х разовом доении, свободном доступе к воде и при 3-х разовом кормлении.

Таблица 1

Рационы кормления коров

Показатели	Периоды опыта и группы животных								
	I			II			III		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Сено козлятниковое, кг	2	2	2	2	2	2	5	3,7	2
Силос кукурузный, кг	20	10	0	0	0	0	20	25	30
Силос разнотравный, кг	0	10	20	20	25	30	0	0	0
Комбикорм, кг	9	9	9	12	10,5	9	10	10	10
НДК в сухом веществе рациона, %	29	31,3	33,5	32,1	35,1	38,1	38,2	37,9	37,6
Сырая клетчатка в сухом веществе рациона, %	14,2	14,9	15,6	14,9	16,3	17,8	18,1	17,8	17,6

I период опыта проводился с 15 по 45 день лактации. Коровы разных групп получали рационы, различающиеся по виду силоса с разным содержанием НДК: кукурузный (43,6% НДК) и разнотравный (55,1% НДК). В первой группе содержание НДК в рационе было 29%, во второй 31,3% и в третьей 33,5% (табл.1).

II период опыта проводился с 45 по 75 дни лактации. В рационах коров содержание НДК было увеличено по сравнению с первым периодом опыта. Различие в содержании НДК в рационе достигалось за счет разного соотношения грубых и концентрированных кормов. В первой группе оно составляло 26:74, во второй 33:67, а в третьей 39:61 (табл.1).

III период опыта проводился с 75 по 105 день лактации на рационах с одинаковым содержанием НДК, приблизительно 38% в каждой группе. Разница между группами заключалась в различном наборе грубых кормов (сено-силос), обеспечивающем заданный уровень клетчатки (табл.1).

В конце каждого периода проводили определение потребления, пищевой активности, изучали состояние рубцового пищеварения, эвакуаторную функцию преджелудков, переваримость и распадаемость основных питательных веществ кормов рациона, баланс азота, молочную продуктивность.

Проведены балансовые опыты (Овсянников В.Д., 1979) по учету потребленного корма, выделенного количества мочи, кала и молока. Определе-

ние скорости эвакуации содержимого рубца осуществляли по индикаторной методике с использованием окиси хрома (Smiht A.M., 1995). Для характеристики ферментативных и микробиологических процессов в преджелудках были получены образцы рубцовой жидкости до и после кормления при помощи пищеводного зонда. Был определен уровень рН-потенциометрически, концентрация аммиака (микродиффузионным методом по Конвею), летучие жирные кислоты (ЛЖК) методом паровой дистилляции на аппарате Маркгама с последующей отгонкой на газовом хроматографе (Цвет-800), целлюлозолитическая и амилолитическая активность микрофлоры (Мет. указания по изучению пищеварения жвачных, Боровск, 1987). В пробах кормов, кала определяли уровень сухого вещества, золы, целлюлозы, гемицеллюлоз, лигнина (Van-Soest P.J., 1967), сырой клетчатки (Изучение пищеварения жвачных, 1972). На основе этих исследований было определено потребление и переваривание фракций клетчатки в желудочно-кишечном тракте. Осуществлялся суточный подсчет количества жевательных движений за один жевательный период, количество жевательных периодов в сутки путем ручного хронометража в течении суток.

Для получения характеристик распада фракций клетчатки применяли метод *in sacco* (Orskov E.R., 1977). Для этого проводили инкубацию образцов кормов, приготовленных на мельницах с ситами для получения образцов с размером частиц 0,25-2мм., в нейлоновых мешочках (9x16; артикул ткани – 56003) за 12 (комбикорм) и 24 часа (сено и силос).

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Влияние разного уровня НДК на потребление корма и жевательную активность молочных коров

В I периоде опыта повышение уровня клетчатки в рационе за счет использования двух видов силоса с разным содержанием НДК приводило к незначительному увеличению потребления грубых кормов 44; 45,5 и 46,0% от СВ рациона (табл.2). Отмечено большее потребление фракций клетчатки во 2-й и 3-й группах по сравнению с 1-й группой (сырой клетчатки на 7,4 и 13,6%, гемицеллюлоз на 14,8 и 27,3% и целлюлозы 8,7 и 14,8%) на протяжении 30 первых дней лактации. Соответственно отмечено снижение потребления неструктурных углеводов (на 5,4 и 12,8%).

С увеличением содержания клетчатки в 3-й группе наблюдалось заметное увеличение времени, затраченного на пережевывание 1 кг сухого вещества: на 24% ($P<0,05$) и 35% ($P<0,05$); на 1 кг потребленной НДК на 6% и 20% соответственно (табл. 3).

Время, затраченное на один жевательный период, количество жевательных движений за один жевательный период, время, затраченное, на жевательные периоды в сутки также было значительно выше, чем в 1-й и 2-й группах на 20 и 27,4%.

Во II периоде опыта дальнейшее повышение содержания НДК в рационе за счет изменения соотношения доли грубых и концентрированных кормов (1-ая группа 57,6%, 2-ая 49,8%, 3-я группа 42,3 % концентрированных

кормов от СВ рациона), не приводило к снижению общего потребления кормов (табл. 2). В то же время при увеличении содержания комбикорма в рационе на 1 кг потребление грубых кормов снижалось в среднем на 1,2 кг СВ. Общее потребление сухого вещества на 100 кг живой массы на 45-75-й день лактации составило 3,8 кг, что соответствует высокому уровню потребления, особенно для данного месяца лактации. За счет большего потребления грубых кормов рационы коров 2 и 3-й группы по сравнению с 1-й группой обеспечивали большее потребление клетчатки на 9,6 и 24,5%, и ее фракций за счет снижения потребления протеина на 2,8 и 2,6%, и неструктурных углеводов на 7,1 и 12,6%.

Таблица 2

Фактическое потребление питательных веществ

Показатели	Периоды опыта и группы животных								
	I			II			III		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Сухое вещество, кг	14,2± 0,1	14,5± 0,10	14,6± 0,05	16,6± 0,1	16,4± 0,4	16,8± 0,2	17,9± 0,2	17,7± 0,8	17,6± 0,1
Органическое вещество, кг	13,2± 0,10	13,4± 0,1	13,4± 0,05	15,3± 0,13	15,1± 0,4	15,41 ±0,20	16,5± 0,2	16,3± 0,1	16,2± 0,1
Сырой протеин, г	2178 ±11,2	2278± 20,2 ^{1,3}	2364± 8,97 ^{1,2}	2694± 15,7	2594± 53,1 ¹	2578± 25,6 ¹	2903± 26	2834± 0,88 ^{1,3}	2772± 18 ^{1,2}
Сырая зола, г	1985± 24,9	2132± 38,4 ^{1,3}	2255± 15,7 ^{1,2}	1341± 11,6	1359± 44,9	1446± 19,3	1361± 15	1356± 0,73	1360± 7,66
Сырая клетчатка, г	943 ±6,4	1074± 11,9 ^{1,3}	1202± 5,3 ^{1,2}	2380± 44,4	2584± 119	2927± 65,7	3222± 50,1	3132± 1,91	3059± 30,9
Сырой жир, г	445,6 ±3,5	457,± 2,7 ^{1,3}	464,± 1,1 ^{1,2}	531 ±3,5	523 ±14,1	537 ±5,8	519 ±4,9	527 ±0,3	540 ±1,7
Неструктурные углеводы, г	6583± 41,8	6218± 19,3 ^{1,3}	5740± 34,4 ^{1,2}	6971± 22,4	6440± 80,3 ^{1,3}	6022± 36,9 ^{1,2}	6353± 37	6345± 1,8	6319± 18,5
Гемипцеллюлозы, г	1702± 18,7	1954± 19,6 ^{1,3}	2168± 11,7 ^{1,2}	2371± 44,2	2545± 112 ^{1,3}	2842± 64,1 ^{1,2}	2864± 42,9	2873± 2,2	2904± 20,4
Целлюлоза, г	1630± 18,6	1772± 21,6 ^{1,3}	1872± 13,8 ^{1,2}	1893± 32,9	2039± 91,5 ^{1,3}	2293± 49,2 ^{1,2}	2643± 40,3	2529± 1,2 ^{1,3}	2423± 28 ^{1,2}

Примечание: Здесь и далее 1;2;3-достоверность различий ($P < 0,05$) при сравнении с соответствующей группой.

В 1-й группе коров из-за наибольшего количества концентратов в рационе и наименьшего содержания грубого корма произошло заметное снижение времени, затраченного на пережевывание 1 кг сухого вещества на 26,5%, по сравнению со 2-й группой, и на 8,2% с 3-й группой соответственно (табл.3). В то же время, продолжительность пережевывания 1 кг НДК в этой группе не отличалась от 2-й группы, а от 3-й отличалась на 20%. Соответственно снизилось время, затраченное на один жвачный период, время, затраченное на все жевательные периоды в сутки, количество жевательных перио-

дов в сутки. Но количество жевательных движений было больше на 6,7%, чем в других группах, получавших большее количество грубого корма. Из-за сниженного механического раздражения рецепторов рубца частицами грубого корма, снижалась частота рубцовых сокращений. Затраты на пережевывание корма были наименьшими, следовательно, снизилось выделение слюны и затраты энергии были наименьшими. Повышение доли концентратов в рационе привело к смещению жвачки с ночных часов на дневные.

Таблица 3

Показатели жевательной активности

Показатели	Периоды опыта и группы животных								
	I			II			III		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Длительность одного жевательного периода, мин	28,0 ±4	25,4 ±1,9	35,0 ±7,5	28,3 ±0,3	31,6 ±3,3	29,6 ±1,8	23,3 ±3,9	30,3 ±2,3	29,67 ±0,6
Количество жевательных движений за один период, мин	46,3 ±1,8	42,3 ±1,8	53,3 ±11,5	49,3 ±6,5	46 ±4,9	46 ±7,7	42,6 ±1,8	36,6 ±4,4	56,33 ±17,1
Количество жевательных периодов в сутки	8± 1,1 ^{2,3}	10,6± 0,3 ^{1,3}	9 ±1,1	10± 0,5	11,3 ±0,8	10,6 ±0,33	10,6 ±1,4	10,3 ±0,8	11 ±0,5
Длительность всех жевательных периодов в сутки, мин	214,6 ±20,8	273 ±16,2	300,3 ±48,3	283,6 ±19,4	360 ±52,2	316 ±19,2	291 ±4,0	309,3 ±1,7	326,3 ±18,2
Количество сокращений рубца за 2 минуты	3,6 ±0,3	4,0 ±0,5	3,6 ±0,3	4,6 ±0,3	4,6 ±0,3	4,3 ±0,3	4,3 ±0,3	4,3 ±0,3	4,3 ±0,3
Продолжительность жвачки на 1кг сухого вещества, мин	15,1± 1,4	18,7± 1,1 ^{1,3}	20,4± 3,2 ^{1,2}	17,0 ±1,1	21,8 ±3,04	18,7 ±1,06	16,3± 0,3	17,4± 0,10 ^{1,3}	17,9± 0,9 ^{1,2}
Продолжительность жвачки на 1кг НДК, мин	50 ±6	53 ±6	60 ±11	55,1 ±3	64,8 ±9	50,3 ±3	40 ±0,01	50 ±0,1 ¹	53 ±3 ¹

В III периоде опыта коровы трех групп получали рационы с одним уровнем клетчатки, но с разным ее преимущественным источником. Не выявлено существенного влияния вида основного корма на потребление кормов (табл. 2).

Изучение жевательной активности коров в III периоде опыта показало, что при увеличении содержания доли силоса в рационах коров 2-й и 3-й групп затрачивали больше времени на пережевывания 1 кг сухого вещества на 7 и 10%, и на пережевывание 1 кг НДК на 25% и 32,5% соответственно (табл. 3). Таким образом, сено по сравнению с силосом, требует меньших затрат на пережевывание и при этом, вероятно, меньше выделяется слюны. Количество рубцовых сокращений в трех группах было одинаковым.

Влияние соотношения силоса и сена изучалось рядом авторов (Woodford S., 1988; Grant R., 1992), но все исследования были направлены на выявление большей значимости одного из кормов в рационе и его влияние на продуктивность, и пищеварение у высокопродуктивных молочных коров. Опубликовано небольшое количество работ непосредственно направленных на изучение жевательной активности и потребления корма при различном соотношении грубых кормов.

На основании вышеизложенного, можно заключить, что на жевательную активность у молочных коров, большое влияние оказывает структура рациона и соотношение различных видов корма в нем. Изучение жевательной активности (количество жевательных периодов, количество жевательных движений за один жевательный период, общая длительность жевательного периода) на протяжении всего эксперимента позволило выявить факторы, непосредственно влияющие на увеличение или снижение жевательной активности и потребления корма.

Увеличение уровня НДК в рационе привело к закономерному увеличению жевательной активности, т.к. клетчатка требует более длительного времени на пережевывание и разрушение растительных стенок с последующим выходом питательных веществ. Вследствие увеличения показателей жевательной активности соответственно происходит и увеличение выделения слюны, как главного регулятора рН рубцового содержимого.

Вариации в соотношении грубых и концентрированных кормов в рационе приводят к изменению характера жевательной активности. Увеличение количества концентрированных кормов приводит к снижению жевательной активности из-за снижения потребления грубых кормов, требующих более длительного пережевывания.

Изменение соотношения сена и силоса в рационе не привело к четко выраженным изменениям в жевательной активности. У коров, получавших в рационе большее количество силоса, чем сена увеличивалось время затрачиваемое на пережевывание корма. Это произошло по всей вероятности из-за того, что качество силоса было лучше, чем качество сена.

Проведенные исследования показали, что уровень потребления корма и жевательная активность в значительной мере определяются содержанием клетчатки в рационе и разновидностью ее источников.

3.2 Влияние разного уровня фракций клетчатки на показатели рубцового пищеварения

Результаты исследования рубцового пищеварения в I периоде опыта показали, что как среднесуточные, так и динамика изменений показателей ферментации в рубце между группами не имели значительных изменений. С увеличением клетчатки в рационах произошло некоторое увеличение уровня рН (табл. 4).

Таблица 4

Среднесуточные показатели ферментативно-микробиологических процессов в рубце коров

Показатели	Периоды опыта и группы животных								
	I			II			III		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
рН	6,66± 0,33	6,69± 0,12	6,8± 0,14	6,68± 0,16	6,71± 0,11	6,8± 0,14	7,03± 0,29	6,92± 0,20	6,96± 0,22
Аммиак, мг%	8,64± 0,39	9,66± 0,52	8,07± 0,74	8,65± 0,42	7,59± 0,49	8,07± 0,74	5,81± 0,31	5,78± 1,70	5,13± 1,16
ЛЖК, мМоль/10 0мл	9,37± 0,9	9,76± 0,52	10,5± 0,96	11,2± 0,46	10,5± 1,11	10,5± 0,96	9,3± 2,07	9,3± 1,69	8,46± 1,26
Ацетат, %	67,7± 0,62	68,1± 1,24	69,7± 0,7 ^{1,2}	66,5± 0,55	67,9± 0,76 ¹	69,7± 0,7 ^{1,2}	65,1± 2,0	65,4± 3,04	67,0± 1,78
Пропио- нат, %	16,3± 0,51	15,0± 0,21	15,8± 0,4 ^{1,2}	19,3± 0,55	18,4± 0,35 ¹	15,8± 0,4 ^{1,2}	18,0± 1,48	18,2± 1,85	16,4± 1,56
Бутират, %	15,9± 1,12	16,8± 1,19	14,5± 0,14 ²	14,0± 0,06	13,6± 0,91	14,5± 0,14 ²	16,8± 0,51	16,3± 1,18	16,5± 0,22
Число бактерий, млрд/мл	9,8± 0,05	9,16± 0,25	9,6± 0,56	8,83± 0,58	9,43± 0,71	9,6± 0,56	8,33± 0,24	8,96± 0,53	9,06± 0,48
Число ин- фузорий, тыс/мл	341± 98	608± 104	296± 56,4	293,3 ±31,8	278± 31	296± 56,4	311,6 ±62,2	436,6 ±70,8	273± 25,2 ²
Амилоли- тическая актив- ность Е/мл	33,3± 5,49	32,6± 4,14	37,5± 1,47	35,6± 2,82	36,5± 2,1	37,5± 1,47	25,0± 0,85	29,1± 2,88	31± 0,89 ¹
Целлюло- золитиче- ская ак- тивность, %	14,2± 2,19	14,5± 1,96	12,7± 2,89	11,4± 2,86	18,6± 3,36	12,7± 2,89	10,46 ±1,84	12,1± 0,93	13,3± 0,56

В среднесуточных показателях микробной активности по мере увеличения количества НДК и сырой клетчатки в группах происходило закономерное незначительное повышение целлюлозолитической активности. Отмечено наибольшее число инфузорий во 2-й группе.

Во II периоде опыта различие в составе кормов рационов отразилось на среднесуточных показателях рубцовой ферментации. Из-за большего содержания комбикорма в рационе 1-й группы по сравнению со 2-й и 3-й, рН рубцового содержимого был несколько ниже и выше уровень ЛЖК и аммиака.

Снижение доли концентратов в рационах 2-й и 3-й групп приводило к закономерному повышению доли ацетата за счет снижения пропионата в рубцовой жидкости на 4 и 18%. При этом во 2-й группе отмечено наиболее высокие значения целлюлозолитической активности.

В III периоде опыта по мере увеличения количества силоса в рационах трех групп не наблюдалось изменения показателей ферментации (табл. 4).

В 3-й группе получавшей наибольшее количество силоса по сравнению с 1-й и 2-й группами особенно заметно увеличение микробной активности. Амилолитическая активность выше, чем в 1-й на 19,4% и во 2-й на 6,1%, а целлюлозолитическая на 21,3 и 9% соответственно.

Обобщая результаты проведенных исследований, можно сделать следующее заключение. Микробная активность и общее количество образующихся продуктов ферментации кормов - ЛЖК, аммиак, рН, в основном определяются составом рациона. Во все периоды опыта, при различных рационах в рубце протекали интенсивные ферментативные процессы, обеспечивающие организм молочной коровы в должной мере всеми необходимыми продуктами ферментации, влияющие на продуктивность и физиологическое состояние всего организма в целом. На микробную активность большое влияние оказывало качество и количество грубых кормов, а также содержание концентрированных кормов в рационе. Однако, как показали проведенные исследования, учет только свойств кормов и их соотношения, характеризующих способность к ферментации, недостаточен для предсказания переваримости кормов в преджелудках, о чем свидетельствует разный уровень рубцовых ферментативных процессов.

3.3 Скорость эвакуации содержимого из преджелудков коров при содержании их на рационах с различным содержанием фракций клетчатки в рационе

Результаты изучения скорости оттока в I периоде опыта показали, что с увеличением содержания НДК в рационе произошло закономерное ее увеличение. Максимальная скорость оттока наблюдалась в 3-й группе при 33,5%-ном содержании НДК в рационе (табл. 5). Она была выше, чем в 1-й группе на 2% и во 2-й на 3,5%. По-видимому, при таком содержании клетчатки происходило максимальное стимулирование сокращений рубцовой стенки.

Во II периоде опыта, результаты показали прямолинейный обратный характер зависимости оттока от увеличения доли концентрированных кормов в рационе. Самая высокая скорость оттока наблюдалась в 1-й группе, в рационе которой содержалось больше концентратов и меньше клетчатки по сравнению с двумя другими группами (табл.5). Скорость была выше, чем во 2-й и 3-й группах на 9,1 и 22% соответственно. Чем больше в рационе содержалось концентрированных кормов при уменьшении содержания клетчатки, тем выше скорость эвакуации. Это связано с тем, что частицы концентриро-

ванных кормов меньше и соответственно они имеют наиболее большую скорость оттока, чем частицы грубого корма.

В III периоде опыта с увеличением доли силоса в рационе происходит и увеличение скорости оттока. Самой большой она была в 3-й группе получавшей в своем рационе больше силоса, чем сена, хотя уровень содержания НДК в рационе был примерно одинаковым 38% (табл.5). Скорость оттока в 3-й группе была выше, чем в 1-й и 2-й на 38 и 28,4% соответственно. Возможно, это увеличение скорости связано с тем, что силос более мягкий и сочный корм, чем сено. При потреблении, он более легко подвергается измельчению и в рубце быстрее переваривается микрофлорой.

Таблица 5

Скорость эвакуации содержимого из рубца за три периода опыта,
%/час

Периоды опыта	Группы		
	1-я	2-я	3-я
I	7,71±0,25	7,59±0,88	7,87±0,72
II	7,83±0,24	7,12±1,09	6,11±0,15
III	3,67±0,45	4,24±0,42	5,92±0,39

Делая вывод на основании выше изложенного, можно сказать, что на переваримость питательных веществ, особенно в преджелудках большое влияние оказывает оборот содержимого в рубце. Взаимосвязь между составом рациона, оборотом содержимого в рубце и переваримостью сложная (Bull L., 1979). Это обуславливается тем, что на различных рационах может изменяться не только скорость оттока, но и скорость ферментации. В переваривании всех питательных веществ в рубце эвакуаторная функция преджелудков является одним из определяющих моментов. Увеличение скорости эвакуации приводит к снижению распадаемости в первую очередь компонентов концентрированных кормов протеина и крахмала и увеличению эффективности микробного синтеза. Определяющее значение на скорость эвакуации имеют такие факторы как: уровень кормления и потребление НДК кормов рациона.

3.4 Переваривание и усвоение питательных веществ корма у коров при разном уровне клетчатки в рационе

Анализ данных переваривания питательных веществ в желудочно-кишечном тракте коров в I периоде опыта показал, что животные в начале лактации имели высокий уровень переваримости всех питательных веществ (табл. 6). Это говорит о том, что рационы были достаточно хорошо сбалансированы и обеспечивали интенсивность пищеварительных процессов в рубце и кишечнике коров. В то же время переваримость фракций клетчатки и количество переваренных веществ (гемицеллюлоз и целлюлозы) возрастала по мере увеличения их содержания в рационе. В 3-й группе содержащей в рационе наибольшее количество НДК (33,5%) по сравнению с 1-й (29%) и со 2-й (31,5%) переваримость гемицеллюлозы выше, чем в 1-й группе на 42,8% и во 2-й на 26,1%, а целлюлозы на 17,4 и 6,4% соответственно. Также с увеличением содержания НДК в рационе происходит повышение переваримости

сырого протеина и сырого жира. В 3-й группе переваримость протеина выше на 6,7 и 7,1% по сравнению с 1-й и 2-й группами, а жира на 5,1 и 2,4% соответственно.

Показатели эффективности использования азота по всем используемым критериям во все периоды была на высоком уровне (табл. 7). Если эффективность использования принятого и переваренного азота на молоко была самая высокая у коров 2-й группы, то по эффективности общего усвоения (молоко+отложение) значения в этой группе были самыми низкими, что вероятно связано с меньшей эффективностью использования азота на молоко по сравнению с эффективностью отложения в этот период лактации.

Таким образом, использование в начале лактации рационов с содержанием сырой клетчатки 14,2-14,8-15,6% от сухого вещества (СВ) рациона не приводит к нарушению пищеварительных процессов на уровне преджелудков и кишечника.

Во II периоде опыта не отмечено депрессии переваривания клетчатки при высоком уровне концентратов в 1-ой группе, хотя переваримость сырой клетчатки в данной группе была самая низкая (табл. 6). Ниже, чем во 2-й на 17,4% и в 3-й группе на 38%. Увеличение переваримости гемицеллюлозы и целлюлозы происходило по мере уменьшения концентратов в рационе. В 3-й группе получавшей наименьшее количество концентратов, переваримость гемицеллюлозы выше, чем в 1-й на 4,3% и во 2-й на 9,6%, а переваримость целлюлозы выше на 5,8 и 1,6% соответственно.

У коров 2-й группы более эффективное и достоверное использование азота на молокообразование и практически одинаковая эффективность общего использования (на молокообразование и отложение). У 1-й и 3-й групп эффективность использования азота приблизительно на одинаковом уровне (табл. 7).

Таким образом, использование в начале лактации рационов с содержанием сырой клетчатки 15,3-16,8-18,% от сухого вещества (СВ) рациона не приводит к нарушению пищеварительных процессов на уровне преджелудков и кишечника.

В III периоде опыта по количеству переваренных питательных веществ и переваримости различий в показателях между группами не выявлено, за исключением переваривания и переваримости протеина и целлюлозы у коров 3-й группы (табл. 6). Вероятно, это обусловлено более высокой переваримостью протеина и целлюлозы данного силоса по сравнению с сеном.

Эффективность использования азота на молоко и отложения тела между группами была приблизительно одинаковой, различия были незначительными (табл. 7). Небольшая разница просматривается между 1-й и 3-й группами в выделении азота с молоком от переваренного. В 3-й группе эффективность использования азота выше на 9,1% по сравнению с 1-й. Со 2-й группой разница была незначительной.

Переваривание питательных веществ в желудочно-кишечном

Группы		Сухое вещество	Органическое вещество	Сырой протеин	Сырая клетчатка	Сырой жир	Неструктурные углеводы	Гемипеллюлозы	Целлюлоза
I период									
1	г	9527 ±152	9171 ±108	1575 ±14	896,7 ±66	335 ±2,6	5601 ±41	703,5 ±94	1071 ±83
	%	66,7 ±1,2	68,8 ±1,0	72,1 ±1,2	44,8 ±3,1	74,9 ±1,1	84,9 ±1,1	40,9 ±5,0	65,0 ±3,8
2	г	9683 ±86	9212 ±6	1637 ±19	927 ±28	352 ±3,8	5281 ±83	908 ±76	1213 ±15
	%	66,5 ±0,8	68,3 ±0,1	71,8 ±0,4	43,5 ±0,9	77,0 ±1,1	84,9 ±1,5	46,4 ±3,5	68,4 ±1,6
3	г	10096 ±21	9425 ±195	1827 ±19	1100 ±29	395 ±38,8	4657 ±193	1229 ±41	1296 ±27
	%	68,6 ±1,2	69,8 ±1,2	77,3 ±0,6	48,7 ±1,1	78,9 ±2,2	81,1 ±3,2	56,7 ±2,1	69,2 ±1,4
II период									
1	г	11412 ±166	10851±1 70	1922 ±24	1048 ±26	411 ±3,0	6015 ±128	1372 ±26	1225 ±43
	%	68,4 ±0,3	70,7 ±0,4	71,3 ±1,0 ^{2,3}	44,0 ±0,2	77,2 ±0,1	86,2 ±1,6	57,8 ±0,1 ^{2,3}	64,7 ±1,1
2	г	10842 ±280	10300±2 65	1756 ±25	1224 ±60	394 ±18,7	5436 ±97,5	1396 ±112	1379 ±51
	%	65,8 ±1,0	68,1 ±1,0	67,7 ±0,7	47,7 ±1,1	75,1 ±1,4	84,4 ±1,5	54,6 ±2,8	67,6 ±0,5
3	г	10904 ±194	10322±1 7	1725 ±31	1440 ±23	399 ±13,8	4887 ±88	1718 ±45	1578 ±73
	%	64,6 ±0,6	66,9 ±0,6	66,9 ±0,5	49,2 ±0,8	74,2 ±2,1	81,1 ±1,9	60,4 ±1,0 ^{1,2}	68,7 ±2,2
III период									
1	г	11692 ±50	11096±5 1	1960 ±1,3	1667 ±20	377,8 ±5,3	5382 ±97	1521 ±99	1771 ±12
	%	65,2 ±0,5	66,9 ±0,6	67,5 ±0,6	51,7 ±0,2	72,7 ±0,8	84,7 ±1,7	52,9 ±2,8	67,0 ±1,4
2	г	11220 ±108	10684±1 26	1879 ±29	1618 ±31	379 ±3,63	5117 ±39	1579 ±9,1	1652 ±77
	%	63,3 ±0,6	65,3 ±0,7	66,3 ±0,1	51,6 ±0,9	77,8 ±0,6	80,6 ±0,6	54,9 ±0,3	65,3 ±3,0
3	г	11300 ±176	10786±1 43	1893 ±19	1656 ±28	387 ±10,6	5308 ±45	1469 ±56	1692 ±22 ¹
	%	64,9 ±0,2	67,1 ±0,1	68,8 ±0,1 ^{1,2}	54,9 ±0,6	72,4 ±2,1	83,9 ±0,3	51,3 ±1,3	70,8 ±0,4 ¹

По полученным данным изучения процессов пищеварения не выявлено существенной разницы между применением сена и силоса в рационах коров. В то же время показатели во 2-й группе были более стабильными, из чего следует, что в рационы следует включать сено от 2-х до 3-х кг.

Таким образом, проведенные исследования показали, что переваривание фракций клетчатки в желудочно-кишечном тракте коров определяется комплексом факторов, зависящих от животного и характеристик рациона - структуры рациона и качества кормов или их доступности к перевариванию. Для полного баланса субстратов и метаболитов, поступающих из пищеварительного тракта жвачных, необходимо знать содержание всех фракций структурных полисахаридов в рационе и их переваривание в желудочно-кишечном тракте.

Таблица 7

Эффективность использования азота в организме коров, %

Показатели	Группы и периоды								
	I			II			III		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Выделено с молоком от принятого	28,6± 2,52	30,6± 3,11	27,8± 2,34	25,2± 2,1	27,4± 1,84	24,2± 5,03	22,4± 1,45	23,4± 0,44	24,9± 1,85
Выделено с молоком от переваренного	39,7± 4,08	42,3± 4,40	36,0± 2,79	34,5± 3,27	40,5± 2,57	36,0± 7,3	32,9± 2,33	35,4± 0,95	36,2± 2,66
Усвоено от принятого	35,0± 2,71	31,3± 1,41	36,8± 3,33	38,4± 1,53	32,8± 0,23 ¹	33,5± 1,0	29,2± 0,52	29,5± 2,44	29,2± 0,87
Усвоено от переваренного	48,4± 3,15	43,6± 2,22	47,6± 4,08	53,7± 1,44	48,5± 0,62	49,7± 0,98	40,4± 0,6	40,0± 2,37	39,4± 1,35
Выделено азота мочи от принятого	38,4± 2,86	40,7± 1,85	40,5± 2,94	32,9± 0,69	34,8± 0,81	33,8± 0,38	40,2± 0,8	39,7± 0,98	41,7± 0,96
Выделено азота мочи от переваренного	53,3± 4,73	56,7± 2,22	52,4± 4,08	46,2± 1,44	51,5± 0,62	50,2± 0,98	59,5± 0,6	59,9± 2,37	60,6± 1,35

3.5 Сравнение методов переваримости кормов методами *in sacco* и *in vivo*

Расчет переваримости фракций клетчатки в рационе во все периоды опыта осуществляли двумя методами - *in sacco* и *in vivo* с последующим их сравнением (табл. 8).

По результатам всех опытов выявлена прямая корреляционная зависимость переваримости целлюлозы в желудочно-кишечном тракте коров определенная методом *in vivo* ($r=0,55$; $p<0,05$) и *in sacco* ($r=0,98$; $p<0,05$) с содержанием НДК в рационе. Аналогичные показатели по перевариванию гемицеллюлоз составили 0,61 и 0,86 соответственно, при $p<0,05$. Таким образом, оба метода оказались довольно чувствительными к изменению уровня клетчатки в рационе и показывали одну направленность. В то же время абсолютного совпадения данных, полученных разными методами, добиться не удалось. Если в среднем за весь опыт средняя переваримость фракции гемицеллюлоз, определенная методом *in vivo* хорошо сопоставима с методом *in sacco* и составила $53\pm 2,85$ и $52,8\pm 1,93$, то переваримость целлюлозы по второму методу была всегда ниже - $58,6\pm 2,45$ и $67,7\pm 1,35$ соответственно. В связи с этим и коэффициент корреляции между двумя методами составил для гемицеллюлоз 0,84 ($P<0,05$), а для целлюлозы только 0,54 ($P<0,05$).

В результате исследований установлено, что переваримость целлюлозы и гемицеллюлоз, т. е. доступной части структурных полисахаридов, молочными коровами зависит от их количества в рационе, от вида и качества кормов в рационе. Повышение переваримости наиболее характерно для фракции целлюлозы приблизительно для всех групп оно составило 68%. Увеличение переваримости гемицеллюлоз при повышении их уровня в рационе менее выражено.

Таблица 8

Сравнение расчетного и прямого метода определения переваривания фракций клетчатки в преджелудках

Группы	Переваримость НДК		Переваримость гемицеллюлозы		Переваримость целлюлозы	
	In sacco	In vivo	In sacco	In vivo	In sacco	In vivo
I период опыта						
1 -я	27,8	40,5	43,3	40,9	50,8	65,0
2 -я	23,7	42,8	50,4	46,4	54,8	68,4
3 -я	36,6	52,0	53,9	56,7	58,3	69,2
II период опыта						
1 -я	41,5	54,2	53,2	57,8	56,7	64,7
2 -я	42,0	52,2	54,3	54,6	59,6	67,6
3 -я	42,7	55,7	55,8	60,4	62,0	68,7
III период опыта						
1 -я	32,5	49,6	55,4	52,9	62,3	67,0
2 -я	35,9	50,0	55,3	54,9	61,8	67,8
3 -я	39,4	48,6	55,4	51,3	61,2	70,8

4. Влияние разного уровня фракций клетчатки в рационе на молочную продуктивность коров в первые месяцы лактации

В I периоде опыта, когда рационы различались по виду силоса и различным содержанием НДК, наибольший уровень молочной продуктивности

коров отмечен у коров 2-й группы на 21,4% ($P<0,5$) и 7,3% по сравнению с 1-й и 3-й группами соответственно (табл. 9). Выделение жира с молоком во 2-й группе было больше по сравнению с 1-й группой на 16,9% и меньше по сравнению с 3-й группой на 14,3%. А выделение белка с молоком было больше на 10,9 и 5,9% соответственно. Содержание в рационе молочных коров НДК 31,3% является оптимальным для молочной продуктивности.

Таблица 9

Молочная продуктивность коров во все периоды опыта

Группы коров	Удой, кг	Липиды, %	Протеин, %	Энергия удоя, МДж	Выделено липидов, г/сут	Выделено протеина, г/сут
I период						
1-я	18,4±1,54	4,1±0,24	3,5±0,03	56,8±5,75	762,8±99	637,0±60
2-я	23,4±2,09 ¹	3,9±0,41	3,0±0,12	67,5±6,73	918,9±127	715,4±73
3-я	21,7±1,57 ¹	4,4±0,33	3,1±0,16	72,4±6,4 ^{1,2}	958,3±104	673,2±58
II период						
1-я	19,6±1,63	3,6±0,32	3,5±0,06	60,1±5,51	692±52,7	695,5±56
2-я	23,9±0,83	3,4±0,06	3,0±0,05 ₁	69,5±2,59	810±35,2	725,3±37
3-я	21,9±4,15	4,2±0,29 ²	2,9±0,1 ¹	71,1±13,4	923±179	639,7±113
III период						
1-я	18,0±1,60	4,01±0,3	3,7±0,08	57,9±4,7	718±66	660±47
2-я	22,64±1,1	3,9±0,17	3,0±0,1 ¹	71,3±1,9 ¹	880,4±42	679±13
3-я	23,25±2,2	4,09±0,1	3,0±0,1 ¹	74,2±7,1 ¹	948,9±90	702±58

Во II периоде опыта увеличение содержания НДК в рационе за счет изменения соотношения грубых и концентрированных кормов оказало положительное влияние на молочную продуктивность (табл. 9). Среднесуточный удой был выше у коров 2-й группы, когда уровень НДК составлял 32,6% на 17,9 и 8,4%, чем в 1-й и 3-й группах. Однако в этот период наблюдалось снижение жира на 6 и 23% в молоке, по сравнению с первым периодом. У животных 3-й группы количество выделенного жира с молоком было больше на 25,03 и 12,24% по сравнению с 1-й и 2-й группами, но при этом отмечено снижение выделения белка на 20,7 и 3,4% соответственно.

В III периоде опыта содержание НДК в рационах трех групп коров было одинаковым, но разница достигалась различным соотношением силоса и сена. При увеличении количества силоса в рационе коров произошло и увеличение молочной продуктивности (табл.9). В 3-й группе она была больше, чем в 1-й на 22,5% и во 2-й на 2,6%. Процентное содержание молочного белка было больше у коров 1-й группы на 18,9%, чем во 2-й и 3-й группах ($P<0,5$).

Молочная продуктивность у коров на протяжении всего опыта была на хорошем уровне. Для 1-й и 2-й группы самая большая продуктивность наблюдалась во 2-й период опыта, когда животные получали наибольшее количество концентратов и содержание НДК в рационе было 32,9 и 36%. В 3-й

группе увеличение продуктивности наблюдалось в третий период опыта, что может быть связано с тем, что во втором периоде коровы 3-й группы получали наименьшее количество концентратов, по сравнению с двумя другими группами и уровень НДК был 39,1%.

5. ВЫВОДЫ

1. Функция потребления корма и жевательная активность определяются уровнем клетчатки в рационах коров и ее преимущественным источником. Увеличение уровня НДК в рационе с 29 до 35,1% , как за счет качества грубых кормов, так и за счет изменения соотношения грубых и концентрированных кормов приводило к закономерному увеличению жевательной активности (количество жевательных периодов, количество жевательных движений за один жевательный период, общее время жевательного периода). Продолжительность жвачки на 1 кг сухого вещества от 10 до 35%, продолжительность жвачки на 1 кг НДК от 6 до 20%. При этом более выраженное влияние на эти показатели оказывает источник клетчатки из силоса, по сравнению с сеном.

2. Низкое содержание НДК в рационах коров на уровне 29-33% (от сухого вещества рациона), как за счет использования высококачественных грубых кормов (НДК 40%), так за счет высокой доли концентратов (74% от сухого вещества рациона) не приводит к нарушениям рубцового пищеварения. При увеличении уровня клетчатки в рационе происходит стабилизация уровня рН рубцового содержимого и увеличение образования уксусной кислоты.

3. Эвакуаторная функция преджелудков у коров зависит от уровня клетчатки в рационе и вида корма. Скорость эвакуации кормовых частиц из рубца возрастает при увеличении потребления нейтрально-детергентной клетчатки кормов рациона за счет снижения качества основных кормов ($r=0,71$; $P<0,05$), содержания концентрированных кормов в рационе с 61 до 74% от СВ ($r=0,99$; $p<0,05$) и доли силоса от 33 до 52% от СВ вещества рациона за счет снижения сена ($r=0,96$; $p<0,05$).

4. Переваримость фракций клетчатки (гемицеллюлозы и целлюлоза) имеет прямую зависимость от уровня содержания НДК в рационе. При возрастании содержания НДК в рационе от 29 до 38,1% от СВ происходило увеличение переваримости в желудочно-кишечном тракте гемицеллюлоз с 41 до 60,4% ($r=0,825$; $p<0,05$) и целлюлозы с 65 до 69% ($r=0,6$; $p<0,05$).

5. За весь опыт средняя переваримость фракции гемицеллюлоз, определенная методом *in vivo* хорошо сопоставима с методом *in sacco* и составила $53\pm 2,85$ и $52,8\pm 1,93$, то переваримость целлюлозы по второму методу была всегда ниже - $58,6\pm 2,45$ и $67,7\pm 1,35$ соответственно. В связи с этим коэффициент корреляции между двумя методами составил для гемицеллюлоз 0,84 ($P<0,05$), а для целлюлозы только 0,54 ($P<0,05$).

6. Нормирование содержания нейтрально-детергентной клетчатки в рационах молочных коров по месяцам лактации на оптимальном уровне (31,3, 35,1 и 38,0% НДК от сухого вещества рациона в 1-й, 2-й и 3-й месяц лактации) позволяет оптимизировать эффективность конверсии протеина корма в

молочную продукцию, полнее реализовывать генетический потенциал, более эффективно расходовать корма при меньшем напряжении обменных процессов в организме.

6. Предложения практике

Результаты работы могут быть использованы при совершенствовании системы питания лактирующих коров для уточнения норм нейтрально - дегергентной клетчатки в рационах в первые месяцы лактации.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Хотмирова, О.В. Потребление кормов и жевательная активность у коров при разном уровне фракций клетчатки в рационе/ О.В. Хотмирова//Проблемы биологии продуктивных животных - Боровск. - 2009.-№ 1.- С. 58-66.

2. Хотмирова, О.В. Влияние разного уровня фракций клетчатки в рационе высокопродуктивных молочных коров на рубцовое пищеварение/ О.В. Хотмирова// Научные основы повышения продуктивности сельскохозяйственных животных: сб. науч. трудов.- СКНИИЖ - Краснодар, 2009. - Ч.1.- С.196-198.

3. Хотмирова, О.В.Процессы пищеварения у коров при разном уровне клетчатки в рационе/ Харитонов Е.Л., Хотмирова О.В./Актуальные проблемы заготовки, хранения и рационального использования кормов. Мат межд. научно-практ. конф. Посвященной 100-летию д.б.н., профессора С.Я. Зафрена, - М.:ФГУ РЦСК 2009.-С.181-189 .