

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СТРУКТУРНЫЕ УГЛЕВОДЫ
В КОРМЛЕНИИ МОЛОЧНОГО СКОТА



УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
по дисциплине «Кормление животных»
для обучающихся по направлению подготовки 36.03.02 - Зоотехния

Орел, 2016

УДК 636:001.89

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры частной зоотехнии
ВГАУ им.Императора Петра I

Пронина Е.А.

доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры частной зоотехнии и
биотехнологии ФГБОУ ВО Орловский ГАУ

Шендаков А.И.

Мошкина С.В. Структурные углеводы в кормлении молочного скота: учебно-методическое пособие / С.В. Мошкина, Н.В. Абрамкова, Т.Ю. Колганова. – Орел, 2016. – 56 с.

АВТОРЫ:

Мошкина Светлана Владимировна - кандидат биологических наук, доцент кафедры зоогигиены и кормления сельскохозяйственных животных ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет»

Абрамкова Наталья Валерьевна - кандидат биологических наук, доцент кафедры зоогигиены и кормления сельскохозяйственных животных ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет»

Колганова Татьяна Юрьевна - аспирант кафедры зоогигиены и кормления сельскохозяйственных животных ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет»

Учебно-методическое пособие предназначено для обучающихся по направлению подготовки 36.03.02 – Зоотехния (уровень бакалавриата).

Учебно-методическое пособие рассмотрено и рекомендовано методической комиссией факультета Биотехнологии и ветеринарной медицины ФГБОУ ВО Орловский ГАУ /протокол № ____ от _____ 20__ года/

Учебно-методическое пособие рассмотрено и утверждено Методическим советом ФГБОУ ВО Орловский ГАУ.

УДК 636:001.89

© ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, 2016

© Мошкина С.В., Абрамкова Н.В., Колганова Т.Ю.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ОБЩАЯ ОЦЕНКА ПИТАТЕЛЬНОСТИ КОРМОВ	5
2. ПОНЯТИЕ О ПИТАТЕЛЬНОСТИ КОРМА И СОВРЕМЕННАЯ СХЕМА ЗООТЕХНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА КОРМОВ	10
2.1. Характеристика структурных углеводов	13
2.2. Методики определения клетчатки с помощью нейтрального и кислого детергента	16
3. ВЗАИМОСВЯЗЬ СОДЕРЖАНИЯ НДК И КДК С ПОТРЕБЛЕНИЕМ СУХОГО ВЕЩЕСТВА И ОБМЕННОЙ ЭНЕРГИЕЙ КОРМА	23
4. ПЕРЕВАРИВАНИЕ И ОБМЕН УГЛЕВОДОВ В ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОМ ТРАКТЕ ЖВАЧНЫХ ЖИВОТНЫХ	28
4.1. Переваривание структурных углеводов в рубцовом содержимом жвачных животных	38
4.2. Влияние количества структурных углеводов на обменные процессы в пищеварительном тракте животных	43
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	53
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	54

ВВЕДЕНИЕ

Создание прочной кормовой базы – это не только увеличение производства и повышение качества кормов разных видов, но прежде всего внедрение высокоэффективных способов и средств их производства, приготовления, способствующих высокой усвояемости животными питательных веществ, содержащихся в кормах и обеспечивающих их рациональное использование.

Кормление влияет на развитие, интенсивность роста, массу тела и воспроизводительные функции животного. Только при полном обеспечении скота и птицы высококачественными кормами можно успешно развивать животноводство. Из всех факторов окружающей среды самое большое влияние на продуктивность оказывает кормление. В структуре себестоимости продукции животноводства доля кормов составляет при производстве молока 50 – 55 %, говядины – 65 – 70 %, свинины – 70 – 75 %.

В современном животноводстве большое внимание уделяется обеспечению сбалансированного питания животных. Применяя научно основанные системы кормления, можно повысить продуктивность животных и эффективно использовать корма. В процессе питания составные вещества воздействуют на организм животного не изолировано друг от друга, а в комплексе. Сбалансированность составных веществ корма в соответствии с потребностями животных – основной показатель этого комплекса.

Для животноводства важно не только количество, но главным образом, качество кормов, то есть их ценность определяемая содержанием питательных веществ. Полноценными считаются такие рационы и корма, которые содержат все необходимые для организма животного вещества и способны в течение длительного времени обеспечить нормальные управления всех его физиологических функций.

Углеводы являются одним из важнейших компонентов биохимического состава кормов. Количественное содержание их в рационе питания в огромной степени определяет состояние жизнедеятельности организма животного в целом.

Обычно растительные углеводы разделяют на две группы: волокнистые (структурные) и не волокнистые (неструктурные). Структурные углеводы – это углеводы входящие в состав клетчатки кормов растительного происхождения. Все остальные виды углеводов являются неструктурными.

В странах с высоко развитой технологией молочного животноводства к концу 90-х годов прошлого столетия взамен сырой клетчатки приняли к использованию новый набор параметров углеводного состава кормов, а так же технологию их измерения и применения для балансирования рационов.

Наиболее трудно переваримой фракцией НДК является лигнин (древесина). Большое содержание лигнина соответствует низшему качеству (переваримости) клетчатки. Лигнин является признаком зрелости растения. По мере созревания содержание лигнина в клетках растений увеличивается, переваримость и питательная ценность корма снижается.

В целом НДК является индикатором качества (переваримости и питательности) кормов растительного происхождения. Соотношение между составляющими НДК определяет переваримость, а значит и питательное качество растительного корма. Кроме того, в связи с тем, что клетчатка является самой объемной фракцией корма, по содержанию НДК так же оценивают потенциальную поедаемость рациона (наполняемость рубца) животным, с учетом вместимости рубца.

Неструктурные углеводы это быстро усваиваемые в организме углеводы, в число которых входят простые сахара, фруктоза, крахмал и другие. Они хорошо абсорбируются, оказывают сильное влияние на содержание сахара в крови (гликемическая реакция), частично усваиваются микроорганизмами в рубце. В отечественной практике традиционно для анализа формируемого рациона использовались значения содержаемого в корме сахара и крахмала, как отдельные его параметры. Были разработаны нормы для этих углеводов.

Изучению основных функций углеводов в кормлении молочного скота, обмена углеводов в пищеварительном тракте животных, влияния их на продуктивные качества и функционирование организма посвящено данное учебно-методическое пособие.

1. ОБЩАЯ ОЦЕНКА ПИТАТЕЛЬНОСТИ КОРМОВ

Под общей оценкой питательности кормов подразумевают способность восполнить потребность животных в пище. Оценить корм по питательности можно в процессе его потребления животным по физиологическому состоянию и по изменению продуктивности данного животного. На основании проведенных исследований по оценке влияния отдельных питательных веществ в жизнедеятельности организма животного были сделаны выводы о том, что необходимо всесторонне изучать оценку питательности кормов. В эту оценку входит химический состав корма, его энергетическая ценность, переваримость питательных веществ, протеиновой, минеральной и витаминной питательности [].

Во время определения питательности кормов учитывается количество обеспечиваемой энергии. Эта энергия, которая необходима для обеспечения процессов жизнедеятельности организма, образуется во время окисления продуктов расщепления углеводов, жиров и белков. Общее количество кислоты энергии, которое выделяется во время полного сгорания корма, отнесенное к единице массы корма, называется валовой энергией данного корма. Но определенная часть этой энергии уходит с неперевариваемыми остатками и калом, и являются недопустимой для организма.

По установленным нормам животным разных видов, но с учетом их физиологического состояния, продуктивности и возраста учтены определенные показатели: количество энергии, сырой протеин, сухое вещество, переваримый протеин, метионин, лизин, цистин, сахара, сырая клетчатка, крахмал, кальций, сырой жир, калий, фосфор, натрий, сера, магний, хлор, железо, цинк, медь, кобальт, марганец, каротин, йод и витамины.

На основании норм кормления животных составляется рацион кормления. Рацион – необходимое количество и качество кормов, которое соответствует нормам потребности животного в энергии, питательных и биологически активных веществ при заданном уровне продуктивности. Это обеспечивает сохранность здоровья и обеспечивает получение продукции высокого качества.

Рационы составляются на определенные промежутки времени. Это может быть сутки, месяц, декада. Составляется он для каждой группы животных отдельно. Они периодически корректируются и пересматриваются. Если составленный рацион по основным

показателям питательно соответствует потребностям животных, то его называют сбалансированным. Так же во время составления рациона учитывают его себестоимость.

При кормлении животных важное место занимает структура рациона, это соотношение различных групп и видов кормов: сочных, грубых и концентрированных. Выражается она в процентах от общей питательности. Соблюдать структуру рациона необходимо для нормальных процессов пищеварения и соблюдения соотношения питательных веществ в рационе [1].

По мнению, как отечественных, так и зарубежных ученых, в том числе и специалистов итальянской фирмы Nutristar S.p.A., сбалансированные рационы, дают возможность увеличить надои, экономя при этом комбикорм, решить проблемы кетозов и ацидозов и сильно сократить сервис-период.

Лозунгом итальянской фирмы Nutristar S.p.A. является 65:35. Это означает, что идеальный рацион должен содержать 65% жёстких кормов и 35% концентратов.

Программа кормления Ruminology, предложенная итальянской фирмой Nutristar S.p.A., включает 5 шагов.

Первый шаг. Разработка идеального образа кормления начинается с исследования непосредственно в хозяйствах. На фермах специалисты компании Nutristar анализируют полнсмешанный корм с помощью партикометра (рисунок 1), прибора, который позволяет понять правильность выбора состава кормосмеси и оценить её эффективность. Обычно, в 5 этапов производится просеивание корма сетками различного калибра, последнее сито служит как собиратель.



Рисунок 1 – Партикометр

В настоящее время существуют разные модификации данного инструмента (пенсильванские сита). Но смысл их работы одинаков –

определить качество составления кормосмеси с целью лучшей степени ее переваримости.

Размер частиц оказывает большое влияние на корову, например, достаточная длина грубых кормов необходима для правильной работы рубца. Ацидозы, ламиниты – самые распространенные проблемы для промышленного производства молока при не соблюдении структуры корма. Исходя из этого, надо быть полностью уверенными в том, что у коровы нет возможности выбирать ингредиенты корма из приготовленной кормовой смеси на протяжении всей лактации, это очень важно для правильной работы рубца.

Для этого зоотехник должен иметь возможность правильно измерить размеры частиц корма. Такие данные очень важны для составления оптимальной кормосмеси. Менеджмент (управление) размерами частиц корма начинается с уборки кормов в оптимальной стадии зрелости (спелости). Правильное измельчение ингредиентов корма помогает достичь оптимальных размеров частиц в кормосмеси. Помимо непосредственно измерения размеров частиц корма, требуется еще произвести анализ полученных результатов. Партикометр простой и эффективный способ измерить результаты подготовки кормов к скармливанию. Кормовая смесь начинает «работать» тогда, когда она правильно подготовлена (порезана) миксером. Анализ с помощью данного инструмента позволит понять состояние кормовой смеси, которую потребляет корова, предотвратить избирательное потребление кормов и тем самым предотвратить проблемы, например, с метаболизмом или продуктивностью.

Для начала использования необходимо правильно собрать инструмент. Верхний бокс – самые большие отверстия, далее бокс с меньшим диаметром и последний бокс без отверстий. Кладем пробы корма в верхний бокс. Пробу корма надо брать в нескольких местах с кормового стола. Встряхиваем партикометр 5-6 раз и поворачиваем на четверть. При встряхивании не должно быть вертикальных движений. Этот процесс необходимо повторить семь раз, в общей сложности 40-45 встряхиваний. Измерения нужно проводить несколько раз в день — после 4, 8, 12 и 24 часов после кормления.

Второй шаг. Следующим шагом полносмешанный корм исследуется с помощью прибора матометр (рисунок 2), с помощью которого определяется та часть корма, которая переваривается животным и его отдельные составляющие.

Третий шаг. Оценка и анализ фекалий животного осуществляется на приборе фекометр (рисунок 3), позволяющем

оценить количество действительно переваренной нейтрально детергентной клетчатки и метаболитически использованного крахмала в рубце и кишечнике. Отфильтрованные остатки отправляются на полный анализ в лабораторию Nutristar.

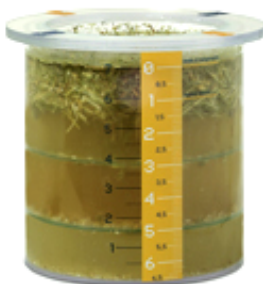


Рисунок 2 – Матометр



Рисунок 3 – Фекометр

Четвёртый шаг. Данные и образцы, собранные согласно статистического протокола, кодируются и пересылаются в лабораторию Nutristar для дальнейшей обработки. Кроме классических анализов, элементы рациона оцениваются также посредством

интерполяции анализов химических и физических индексов процесса переваривания пищи NDF-R, ADF-R (кислотно детергентная клетчатка) и индексов контроля. Для всех полнсмешанных кормов лаборатория Nutristar осуществляет анализы фракций протеинов Cornell и NDF, перевариваемых животными.

Пятый шаг. Программа Software *ru* перерабатывает с максимальной точностью результаты практических и химических анализов в индексы контроля, необходимые для разработки сбалансированного рациона. Кроме того данная программа предоставляет животноводу некоторые дополнительные сведения, которые могут быть полезны для оптимизации процесса выращивания скота (как, например, масса фекалий для ежегодной переработки) и прогнозирования количества произведённого молока.

Использование системы Ruminology позволяет с высокой точностью определить недостаток (или избыток) питательных веществ и своевременно откорректировать рацион [].

2. ПОНЯТИЕ О ПИТАТЕЛЬНОСТИ КОРМА И СОВРЕМЕННАЯ СХЕМА ЗООТЕХНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА КОРМОВ

Среди многочисленных условий внешней среды, влияющих на живой организм, на интенсивность и направленность обмена веществ в нем, первостепенная роль принадлежит питанию, другими словами, насколько организм снабжен веществами, обеспечивающими процессы ассимиляции (синтеза). Пища, или корм, представляет собой материал, который после поедания животными может быть переварен и использован. В более широком смысле «пищей» для животных называют кормовые средства. Кормовыми средствами, используемыми для питания сельскохозяйственных животных, служат в большинстве случаев растительные корма. В ограниченных количествах используются животными и корма животного происхождения (КЖП), такие, как рыбная, мясо-костная, мясная, кровяная мука, молоко и продукты его переработки (обрат, сыворотка, пахта).

Растения и животные содержат многие сходные химические элементы. Такие элементы, как углерод, кислород, водород, азот (органогены), составляют основную массу растительного и животного вещества.

Состав тела растений и животных не имеет принципиальных различий по набору элементов, хотя количества их различны. Основу сухого вещества обоих объектов составляют углерод, кислород, водород. Меньше всего среди органогенов содержится азота, хотя именно он играет решающую роль в жизни растений и животных. В растениях содержится примерно в 3 раза меньше азота, чем в организме животного, а он - основной лимитирующий элемент белка. В этом различии по содержанию азота и берет свое начало очень сложная проблема дефицита кормового белка (протеина).

К 60-м годам XIX в. была выяснена роль в питании животных отдельных групп органических, минеральных, биологически активных веществ и разработана схема химического анализа растительных кормов. С 30-х г. XX в. ее называют схемой зоотехнического анализа кормов. В настоящее время детализированная схема с соответствующими дополнениями применяется для анализа растительных и животных продуктов во всех странах мира.

Любой корм содержит воду и сухое вещество. Сухое вещество в свою очередь состоит из органической и неорганической части. В органическую часть корма входят: азотсодержащие вещества (сырой

протеин), т.е. белки и амиды, безазотистые вещества (сырой жир и углеводы). Углеводы подразделяются на сырую клетчатку и безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ) крахмал и сахара. Неорганическая часть корма (сырая зола) представлена макро-, микроэлементами.

Термин «сырой» означает, что в данной группе содержится не чистое вещество, а и другие сопутствующие соединения, определяемые совместно при проведении анализа по существующим методикам. При анализе продуктов животного происхождения из схемы исключают определение сырой клетчатки, которой нет в теле животного.

Вода это основная главная часть растительной и животной клетки. Ее содержание в теле новорожденного измеряется от 75 до 80%. У откормленного взрослого животного она снижается до 50%. Вода в теле животного выполняет функцию растворителя. С ней все питательные вещества разносятся по организму, а продукты распада удаляются из организма.

Содержание воды в кормах сильно варьирует и может колебаться от 13 % в концентратах до 90 % и более в некоторых корнеплодах. Содержание воды в растениях зависит от фазы вегетации; молодые растения содержат больше воды, чем старые. Чем больше в корме воды и меньше сухого вещества, тем ниже его питательная ценность.

Сухое вещество корма разделяют на органические и неорганические вещества, в первых определяют - протеин, жир, клетчатку, безазотистые экстрактивные вещества и отдельные витамины, в других - отдельные элементы минерального питания животных - кальций, фосфор, магний, железо, медь, кобальт и др.

Главным компонентом сухого вещества растений являются *углеводы*, причем это справедливо для всех растений и многих семян: только семена масличных культур составляют исключение - они содержат большие количества белков и липидов в форме жира или масла.

Углеводы наиболее распространены в живой природе и на их долю приходится более 2/3 органического вещества растений. В процессе окислительного превращения они обеспечивают все живые клетки энергией.

Углеводы входят в состав клеточных оболочек и других структур, участвуют в защитных реакциях организма, играют исключительно важную роль в первом этапе синтеза белков в клетках

растений и микроорганизмов как связующее звено между неживой и живой природой.

По химическому составу углеводы подразделяются на *моносахариды*, *олигосахариды* и *полисахариды*, а также сложные углеводы - *гликопротеиды*, *гликолипиды*, *гликозиды*.

Моносахариды делятся на пентозы и гексозы. Олигосахариды образуются из 2-9 остатков моносахаридов, соответственно различаются дисахариды, трисахариды и т. д.

В природе в свободном состоянии находятся *глюкоза* и *фруктоза*; из дисахаридов – *сахароза* (тростниковый сахар), *лактоза* (молочный сахар), *манноза* (солодовый сахар) и из трисахаридов – *рафиноза* (обычный сахар).

Полисахариды состоят из большого числа пентозных и гексозных остатков и подразделяются на неструктурные (крахмал, декстрины, фруктозаны, пектиновые вещества) и структурные (целлюлоза, гемицеллюлоза).

Крахмал состоит из амилозы (20-28%) и амилопектина (72-80%), нерастворим в воде, при нагревании образует желатинообразный раствор.

Декстрины - промежуточные продукты гидролиза крахмала. Они придают вкус хлебной корке и частично обожженным зерновым кормам.

Фруктозаны - резервные вещества в корнях, стеблях и семенах растений. *Инулин* - один из фруктозанов, заменяет крахмал в листьях и корнях.

Пектиновые вещества встречаются в стенках клеток и в межклеточном веществе растений.

Целлюлоза является главной составной частью клеточных стенок растений. Целлюлоза может быть гидролизована до глюкозы кислотами и ферментом целлобиозой.

Гемицеллюлозы - это полимеры пентоз и гектоз, которые гидролизуются до сахара и уроновых кислот.

Лигнин тесно связан с углеводами и во многом определяет усвояемость структурных углеводов.

Технология CNCPS (CPM), разработанная с участием корнуэлльского университета США использует при зоотехническом анализе подробную детализацию компонентов всех углеводов корма (около десяти параметров), однако это требует наличия в лабораториях специального оборудования, высокой квалификации лаборантов и специалистов по кормлению и значительно удорожает услуги

лабораторий, хотя выигрыш от такой детализации пока еще не совсем очевиден.

В технологии NRC обобщенный параметр НСУ не является лабораторно измеряемым параметром. Величина НСУ оценивается расчетным путем из выражения, описывающего состав сухого вещества корма

$$СВ = \text{Сырой протеин} + \text{НДК} + \text{НСУ} + \text{Жир} + \text{Зола} - \text{НДКСП}$$

Здесь НДКСП – сырой протеин, содержащийся в НДК, уже учтенный в значении Сырого протеина в целом. Чтобы избежать повторного учета, его вычитают из суммы всех составляющих сухого вещества.

Углеводы, как структурные, так и неструктурные, влияют на такие важные процессы как:

- ✓ потребление сухого вещества;
- ✓ производство молока (содержание молочного жира и надои);
- ✓ здоровья рубца и уровень его рН, концентрация в нем летучих жирных кислот;
- ✓ жвачная деятельность животного, производство слюны и здоровье коровы в целом.

2.1 Характеристика структурных углеводов

Углеводы являются одним из важнейших компонентов биохимического состава кормов. Количественное содержание их в рационе питания в огромной степени определяет состояние жизнедеятельности организма животного в целом.

Обычно растительные углеводы разделяют на две группы: волокнистые (структурные) и не волокнистые (неструктурные). Структурные углеводы – это углеводы входящие в состав клетчатки кормов растительного происхождения. Все остальные виды углеводов являются неструктурными.

В устаревшей зоотехнической практике для оценки содержания структурных углеводов в рационах использовался единственный параметр – сырая клетчатка. Ее, в свою очередь, измеряют путем кипячения образца в кислоте, а после — в щелочи. Термин «сырая клетчатка» является обобщающим для всех углеводов, составляющих структуру растительной клетки. То есть, остаток содержит менее усваиваемые углеводы, преимущественно состоящие из целлюлозы и некоторого количества лигнина. Сырая клетчатка является информативной, однако дает лишь общее представление о составе

клеточных стенок, по ее содержанием определяют небольшую разницу в степени усвояемости. Настоящая же картина по содержанию углеводов является искаженной.

Естественно, что и понимание характера воздействия клетчатки на пищеварительные процессы в желудочно-кишечном тракте животного так же имеют обобщенный характер, несмотря на то, что в состав структурных углеводов входят весьма значительно отличающиеся друг от друга по своим физическим, химическим и биологическим свойствам углеводы.

Другими словами, использование только сырой клетчатки для оценки питательных свойств растительного корма не обеспечивает получение качественно сбалансированного рациона.

Актуальный метод по оценке фракции волокон кормов был разработан в 1960-е годы П. Дж. ван Соестом. Поскольку сырая клетчатка не позволяет точно оценить содержание энергии в кормах для жвачных животных, была разработана новая система определения: метод ван Соеста, заключающийся в измерении нейтрально-детергентной клетчатки, кислотно-детергентной клетчатки, фракций и кислоты растворимого лигнина. Кроме того, голландская лаборатория BLGG AgroXpertus разработала собственный метод для анализа переваримости нейтрально-детергентной клетчатки. Благодаря этому известна не только количество, но и питательная доступность структурных углеводов, поэтому таким образом можно точно определить энергию корма.

Так как поставщиками нейтрально-детергентной клетчатки в рационе являются объемные корма (сено, сенаж, силос и др.), характеризующиеся наличием больших размеров стеблей растений, то имеет смысл оценить необходимость их измельчения перед подачей рациона.

Предположение исходит из особенностей поедания коровами объемных кормов. Если частицы растений имеют крупные размеры, то корова при поедании сортирует их, т.е. выбирает более мелкие фракции, из-за чего наиболее крупная часть корма коровой не поедается. А это означает, что ранее рассчитанный сбалансированный рацион не реализован и ожидаемые результаты не будут достигнуты. Следовательно объемный корм нужно измельчать.

В рационе главными источниками структурных углеводов, как правило, есть такие корма: люцерна (сенаж и сено), кукурузный силос и солома. Когда используют корма высокого качества (с большим содержанием высокопереваримой нейтрально-детергентной клетчатки

(НДК, NDF)) или когда в корме ограничены уровни нейтрально-детергентной клетчатки (NDF), кислотно-детергентной клетчатки (КДК, ADF) и кислотно-детергентного лигнина (КДЛ, ADL), количество корма может быть уменьшена. В этом случае такие составляющие корма, как жом свекольный (сухой), пивная дробина (влага), пшеничные отруби и оболочки сои, является богатым источником NDF, ADF и ADL.

Современные лаборатории могут обеспечить специалистов подробной информацией о составе структурных углеводов растений, используемых в кормлении КРС.

При этом, нейтрально-детергентная клетчатка (NDF) характеризует исключительно клеточные стенки продукта: количество гемицеллюлозы, целлюлозы и лигнина. Уровень и переваримость NDF в значительной степени объясняет ценность ингредиента. Содержание NDF в рационе коррелирует с количеством произведенного молока. Ведь нейтрально-детергентная клетчатка нужна коровам в качестве структурного источника, а гемицеллюлоза, основная составляющая NDF, является таким компонентом, повышает надои. Переваривание NDF (%) — характеризует уровень усвояемости клеточных стенок растений.

NDF состоит из целлюлозы (частично переваривается), гемицеллюлозы (почти полностью перевариваемая) и лигнина. Особенно содержание лигнина и лигнификации самых клеточных стенок имеют критическое влияние на переваримость продукта. Высокий уровень переваримости NDF является свидетельством высокой усвояемости корма.

ADF - часть фракции NDF, что указывает на количество целлюлозы и лигнина. Целлюлоза частично может использоваться в качестве источника энергии и на конечном этапе трансформируется в молочный жир.

ADL - является частью клеток растения (лигнин), которая вообще не переваривается и выходит из организма животного вместе с фекалиями. Однако лигнин имеет большое значение для коров, ведь он обеспечивает тактильную стимуляцию для потребления рациона.

В сухостойных период очень важно поддерживать относительно ограниченное количество энергии. На практике это означает, что в рационе должно быть относительно высокий уровень клетчатки с концентратами высокого качества. Но крайне важно то, чтобы клетчатка в рационе была высокопереваримой.

В период непосредственно после отела и на пике лактации содержание клетчатки в рационе обычно должен быть на минимальном уровне. Это будет обеспечивать хорошее функционирование рубца и достаточное количество материала для жвачки.

В конце лактации плотность питательных веществ уменьшается, что приводит к увеличению в рационе уровня NDF, ADF и ADL. Кроме их содержания, большое значение имеет переваримость этих компонентов. Например, высокий уровень усвоения NDF способствует увеличению выработки молока.

Неструктурные углеводы (НСУ) это быстро усваиваемые в организме углеводы, в число которых входят простые сахара, фруктоза, крахмал и другие. Они хорошо абсорбируются, оказывают сильное влияние на содержание сахара в крови (гликемическая реакция), частично усваиваются микроорганизмами в рубце. В отечественной практике традиционно для анализа формируемого рациона использовались значения содержимого в корме сахара и крахмала, как отдельные его параметры. Были разработаны нормы для этих углеводов.

В некоторых зарубежных технологиях такого разделения углеводов не применялось, а использовался обобщенный совокупный параметр NSC (Non structural carbohydrates – неструктурные углеводы). Такой подход, как и в случае сырой клетчатки, не позволял получать достаточно точную оценку формируемого рациона. В настоящее время все технологии используют крахмал и сахар как отдельные компоненты НСУ.

2.2 Методики определения клетчатки с помощью нейтрального и кислого детергента

Используемый на протяжении ста лет показатель содержания сырой клетчатки, в качестве отрицательной характеристики качества корма утратил свое значение. Негативной стороной показателя сырой клетчатки является то, что с увеличением ее уровня в рационе происходит снижение переваримости, а значит и энергетической ценности корма. Однако жвачные животные в состоянии переваривать большое количество гемицеллюлоз и целлюлозы кормов. А их возможность переваривать сырую клетчатку ограничивается объемом желудочно-кишечного тракта и содержанием лигнина в рационе.

Таким образом, сырая клетчатка дает лишь приблизительное представление о различиях в степени переваримости кормов.

Второй серьезной проблемой является то, что в процессе химического анализа корма под действием кислот и щелочей часть гемицеллюлоз, целлюлозы и лигнина растворяется и фильтруется и при подсчете учитывается в БЭВ. Таким образом, истинная картина содержания углеводов искажается.

Исследованиями лаборатории физиологии ВИЖ установлено, что сырая клетчатка различных кормов, кала и дуоденального химуса включает в себя от 83 до 96% целлюлозы, от 6 до 25% гемицеллюлоз и до 33% лигнина. В ходе определения клетчатки установлено, что в БЭВ переходят от 4 до 17% целлюлозы, от 77 до 94% гемицеллюлоз и от 68 до 100% лигнина сухого вещества образца.

Исследования показали, что содержание гемицеллюлоз и целлюлозы в кормах в сумме составляет 46-60%, что значительно превышает количество, определяемой сырой клетчатки (28-35%).

Недостатки в методике определения послужили причиной для разработки новых систем анализа, что и было предложено в 1965 г. Питером Ван Соестом. Метод основан на разделении корма на две фракции: растворимую в нейтральном детергенте и представляющую наиболее переваримую часть корма, состоящую из белков, жиров, углеводов; и нерастворимую в нейтральном детергенте и представляющую плохо переваримую часть корма клеточных стенок, состоящих из гемицеллюлоз целлюлозы и лигнина, лигнифицированного азота и нерастворимой золы. Последующее воздействие на образец корма кислым детергентом (основан на растворе ацетилтриметиламмония бромистого) позволяет добиться растворения 82 - 84% гемицеллюлоз, а добавление серной кислоты удаляет из остатка целлюлозу.

Фракционирование углеводов по методу Ван Соеста схематически представлено в таблице 1.

Таким образом, нейтрально-детергентной клетчаткой (НДК) является сумма структурных углеводов клеточной стенки, состоящих из гемицеллюлоз, целлюлозы и лигнина, а кислотно-детергентная клетчатка (КДК) – целлюлоза + лигнин.

Необходимо отметить, что НДК не входит в состав сырой клетчатки, как и сырая клетчатка не является частью НДК. Определение сырой клетчатки по Геннибергу и Штоману и нейтрально-детергентной по Ван Соесту являются совершенно самостоятельными методами определения клетчатки.

Таблица 1 – Фракции растительных углеводов и их характеристика

Фракции	Компоненты
Клеточное содержимое – растворимое в нейтральном детергенте	Крахмал, сахар, липиды органические кислоты, растворимый протеин, небелковый азот, пектин.
Составляющие клеточной стенки – нерастворимые в нейтральном детергенте – НДК	
1 Растворимые в кислом детергенте	Гемицеллюлозы,
2 Нерастворимые в кислом детергенте - КДК	Целлюлоза, Лигнин, кремнезем

НДК – показатель, который лучше всего дифференцирует в растительном корме структурные углеводы от неструктурных. НДК включает наибольшее число химических соединений по сравнению с сырой клетчаткой.

Определение нейтрально-детергентной клетчатки в кормах

Реактивы: Дистиллированная вода - 1000 мл; лаурилсульфат натрия - 30г; двухводная двунариевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТА) -18,61г; тетраборнокислый натрий (бура) - 6,81 г; двуэвмещенный фосфорнокислый натрий безводный - 4,56г; моноэтиловый эфир этиленгликоля - 10 мл; декагидронафталин (декалин); сульфит натрия безводный; ацетон.

Приборы: Весы аналитические; плитка электрическая закрытая или песочная, муфельная печь; сушильный шкаф; колбы конические на 250мл со шлифом; обратные холодильники; воронки Бюхнера; колба Бунзена; насос водоструйный; фильтры бумажные; эксикатор; бюксы; колбы мерные на 1000мл; рН-метр; стаканы на 100мл; тигли.

Приготовление детергента: Раствор нейтрального детергента готовится строго в следующем порядке.

1. Навеску ЭДТА и буры поместить в стакан, добавить немного воды и подогреть до растворения.

2. В другом стакане растворить лаурилсульфат натрия и добавить моноэтиловый эфир этиленгликоля.

3. В третий стакан поместить двуэвмещенный фосфорнокислый натрий добавить воды и подогреть до растворения.

4. Смешать первый раствор со вторым, после чего, добавить третий.

5. Раствор довести до 1000мл (рН - 6,9-7,1).

Ход анализа: Навеску (0,5г) размолотого воздушно-сухого образца корма поместить в 250мл колбу со шлифом, добавить 50мл детергента, 1мл декалина и 0,25г сульфита натрия; Колбу закрыть обратным холодильником и поставить на плитку, в течение 5-10 мин. интенсивно нагреть до кипения. Далее нагрев уменьшить и поддерживать равномерное слабое кипение 60 мин., начиная от начала кипения. При кипении возможно прилипание на стенки колбы частиц корма, которые необходимо смывать, аккуратно встряхивая колбу. После гидролиза клетчатку профильтровать через предварительно взвешенный фильтр на воронке Бюхнера, соединенной с колбой Бунзена водоструйным насосом. Остатки корма на фильтре несколько раз промыть горячей водой, затем ацетоном. Фильтр с клетчаткой сушат в бюксе при 100°C 6-8 час охлаждают в эксикаторе и взвешивают. По разнице между навеской образца и навеской с фильтра рассчитать количество НДК. Для получения обеззоленной клетчатки, фильтр с клетчаткой озолить в муфельной печи при 5000С.

Определение кислотнo-детергентной клетчатки в кормах

Реактивы: Ацетилтриметиламмоний бромистый - 20 г; 1.0 Н. раствор серной кислоты -1000 мл; дегидронафталин (декалин); ацетон.

Приборы: Аналогичные определению НДК

Приготовление детергента: Ацетилтриметиламмоний бромистый растворить в серной кислоте.

Ход анализа: Определение КДК ведется аналогично определению НДК.

Определение кислотнo- детергентного лигнина в кормах

Реактивы: Раствор 72% серной кислоты - 10мл,

Приборы: Конические колбы на 250 мл; стеклянные палочки; бумажные фильтры; сушильный шкаф; эксикатор; воронки Бюхнера.

Ход анализа: Остаток пробы корма, обработанный кислым детергентом, смыть с фильтра небольшим количеством ацетона в коническую колбу. После испарения растворителя в колбу добавить серную кислоту и выдержать содержимое при комнатной температуре в течение 3 час, периодически помешивая стеклянной палочкой. Далее

кислоту разбавить 150 мл воды. Гидролизат профильтровать через предварительно взвешенный фильтр, тщательно промывая горячей водой. Фильтр с лигнином высушить при 1000С, охладить в эксикаторе и взвесить. Расчетным путем определить количество лигнина.

Определение структурных углеводов в кале, химусе и комбикормах

Определение НДК в кале, химусе и комбикормах иногда из-за присутствия в этих веществах крахмала, который, забивая поры фильтра, препятствуют процессу фильтрации. Поэтому перед началом определения, образец необходимо обработать раствором 52% хлорной кислоты. Для этого навеску помещают в стаканчик и добавляют 4мл 52% хлорной кислоты, после чего, доливают 100 мл воды, доводят до кипения и фильтруют, промывая горячей водой. Остаток с фильтра смывают нейтральным детергентом (50 мл) в конические колбы, где будет проводиться гидролиз. В дальнейшем анализ проводится по вышеуказанной методике.

Пример расчета: По разности между массой фильтра с осадком и чистого фильтра вычисляют массу НДК, КДК и лигнина исследуемого образца. Процентное содержание веществ рассчитывается по формуле: $X = B100/A$, где А – навеска исследуемого образца; В – масса вещества (НДК, КДК, лигнин).

Количество гемицеллюлоз и целлюлозы определяют по разности:

Гемицеллюлозы = НДК - КДК

Целлюлоза = КДК – лигнин



Рисунок 4 - Определение НДС. Гидролиз



Рисунок 5 - Определение НДС. Фильтрация



Рисунок 6 - Определение НДС. Промывка ацетоном.



Рисунок 7 – Прибор фирмы Foss для определение НДС и КДК

3. ВЗАИМОСВЯЗЬ СОДЕРЖАНИЯ НДК И КДК С ПОТРЕБЛЕНИЕМ СУХОГО ВЕЩЕСТВА И ОБМЕННОЙ ЭНЕРГИЕЙ КОРМА

В зависимости от вида корма количество НДК может варьировать в значительных пределах. Так, анализ кормов методом *in situ*, показал, что содержание в них НДК колеблется от 6% (кукурузный глютен) до 92% (кукурузные початки) а степень переваривания в течение 24 часов - от 14% (арахисовая шелуха) до 77 и 78% (пивная дробина и соевый шрот). Высокое содержание НДК отмечено в грубых кормах - солома до 84%; более низкое в сочных - свекла кормовая - 17%; концентратах - ячмень (зерно) - 19%, а бобовых - от 53 до 77%. При этом содержание НДК в листовой пластине растения выше, чем в листовом влагалище.

Количество КДК в кормах ниже количества НДК, так как в составе первой отсутствуют гемицеллюлозы. Так в газонной траве уровень КДК составил 32%, соломе пшеничной - 56%, свекле кормовой - 10%, сене луговом -30%.

Регрессионное уравнение позволяет подсчитать кислотно - детергентную клетчатку исходя из нейтрально - детергентной.

Так для силоса кукурузного это уравнение выглядит в следующем виде:

$$\text{КДК \%} = - 1,15 + 0,62 \text{ НДК}$$

для травяного фуража:

$$\text{КДК\%} = 6,89 + 0,50 \text{ НДК (}$$

для бобового фуража:

$$\text{КДК\%} = - 0,73 + 0,82 \text{ НДК}$$

На содержание углеводов в злаковых и бобовых травах и кормах, приготовленных из них, оказывают существенное влияние вид растения, сорт, стадия роста, климат, уровень удобрения, технология заготовки кормов, способы их подготовки к скармливанию и др. Данные о содержании фракций углеводов в злаковых культурах по фазам вегетации приведены в таблице 2.

На протяжении периода вегетации содержание воды и сырого протеина в злаковых травах снижается, а содержание компонентов клеточных стенок (гемицеллюлоз, целлюлоз и лигнина) возрастает. В то же время количество водорастворимых углеводов (в основном глюкозы, фруктозы и сахарозы) несколько снижается.

Таблица 2 - Содержание углеводов в злаковых травах по фазам вегетации, % от абсолютно сухого вещества (данные ВНИИ кормов)

Культура и фаза вегетации	Сухое вещество, %	Сырой протеин	Зола	Водораствор. углеводы	Крахмал	Целлюлоза	Гемицеллюлоза	Лигнин
Кострец безостый:								
трубкование	20,07	22,23	9,23	13,50	6,0	23,76	11,56	4,22
колошение	24,8	14,69	7,24	11,44	3,83	26,71	15,26	4,74
начало цветения	30,42	8,88	5,63	11,28	3,72	34,83	17,59	9,69
Овсяница:								
трубкование	19,67	18,45	7,84	14,55	6,36	25,69	14,53	4,03
колошение	29,04	13,12	8,44	8,88	2,99	30,15	15,80	5,99
начало цветения	34,35	10,81	6,85	6,34	2,56	34,92	19,09	8,74
Тимофеевка луговая:								
трубкование	23,69	16,90	6,32	7,17	4,43	27,09	11,95	4,6
колошение	30,98	12,87	8,76	7,12	4,55	28,09	13,32	5,8
начало цветения	33,99	8,56	4,94	5,00	4,24	31,79	17,00	5,85

В бобовых культурах главным запасным полисахаридом является крахмал в отличие от фруктозида в злаковых. Наибольшим содержанием крахмала отличаются вика и горох, особенно в конце вегетации. При этом по мере развития этих видов растений количество крахмала возрастает (таблица 3).

Таблица 3 - Содержание фракций углеводов в бобовых культурах, % на сухое вещество (данные ВНИИ кормов)

Культура и фаза вегетации	Сырая клетчатка	Водорастворимые углеводы	Крахмал	Гемицеллюлоза	Целлюлоза	Лигнин
Люцерна:						
стеблевание	21,67	9,4	1,7	6,5	20,0	8,6
бутонизация	26,40	5,8	1,5	9,7	23,9	8,1
цветение	32,89	5,5	1,2	10,2	22,0	10,4
Клевер луговой:						
стеблевание	15,75	12,9	1,7	8,0	17,2	6,7
бутонизация	27,23	10,7	1,2	7,6	23,9	9,0
цветение	32,11	10,5	1,5	7,9	25,6	11,7
Горох:						
бутонизация	25,62	11,8	1,9	7,3	22,8	8,22
цветение	26,25	17,6	5,7	6,5	22,3	7,22
молочная спелость	27,88	15,2	10,3	10,5	21,8	7,61
восковая спелость	30,61	5,0	13,6	10,9	24,3	8,16
Вика яровая:						
бутонизация	23,5	4,5	1,6	8,3	21,0	7,64
цветение	25,3	4,5	1,5	8,4	22,8	8,63
восковая спелость	25,02	6,6	15,8	7,1	20,5	8,7

Основными сахарами водорастворимой фракции углеводов в бобовых являются фруктоза, глюкоза и сахароза. Содержание водорастворимых углеводов в люцерне и клевере луговом по мере их роста и развития заметно снижается.

Фракции гемицеллюлозы, целлюлозы и сырой клетчатки по мере роста и развития бобовых культур заметно увеличиваются. Это относится и к содержанию лигнина, количество которого в люцерне и клевере увеличивается по мере их роста и развития.

Следовательно, вид кормовой культуры, фаза ее развития во многом определяют и содержание отдельных фракций углеводов в кормах.

Приемы технологического воздействия при заготовке и хранении кормов также оказывают значительное влияние на содержание углеводов. Процесс сушки и провяливания трав при приготовлении сена и сенажа в большей степени оказывает влияние на содержание водорастворимых углеводов, чем остальных питательных веществ. Фактор силосования (брожение корма) существенно влияет на содержание водорастворимых углеводов, крахмала, гемицеллюлоз как основных питательных веществ для жизнедеятельности микроорганизмов в силосе.

Таким образом, при заготовке любых видов кормов технологический процесс должен обеспечивать минимальные изменения в содержании и соотношении питательных веществ в сравнении с зеленой массой.

Степень расщепляемости НДК регулируется аналогичными факторами, влияющими на расщепление сырой клетчатки. В разных кормах этот показатель варьирует в значительных пределах. Методом *in situ* установлено, что степень переваривания (24 час) НДК арахисовой шелухи равна 13,5%, а пивной дробины и соевого шрота - 76,6 и 78% соответственно.

Исследование бобовых трав (основные сорта вики) на предмет деградации и рубце НДК выявило корреляцию между расщепляемостью НДК и ее содержанием в кормах ($r = -0,829$), а также между расщепляемостью НДК и содержанием КДК ($r = -0,826$).

Нейтрально-детергентной клетчатке принадлежит важная роль в регуляции количества корма, которое животное может потребить. Поскольку поедаемость может ограничиваться количеством поступающей в рубец клетчатки, то даже те корма, которые содержат небольшое количество структурных углеводов, например, зерно, могут снижать потребление сухого вещества.

Как было отмечено выше, каждый корм имеет свою степень распадаемости НДК в рубце. Труднорасщепляемая НДК остается в рубце дольше, что поддерживает высокий уровень наполнения рубца после приема корма, снижая, таким образом, общее потребление корма с одновременным снижением продуктивности животного.

Однако, корма с быстродеградируемой НДК в рубце, могут проходить через желудочно - кишечный тракт с большей скоростью, способствуя потреблению повышенного количества корма. Например,

увеличение степени расщепляемости НДК кукурузного силоса на 13% увеличивает потребление сухого вещества на 5,5%.

В опытах на баранах, получавших сено, выявлена высокая степень корреляции между потреблением сухого вещества рациона и процентом клеточных стенок $r = -0,89$, а в опытах на бычках - $r = 0,76$.

Исходя из этого, чем ниже уровень НДК в корме, тем выше потребление сухого вещества. Для высокопродуктивных коров (40 кг/день) рекомендуется оптимизировать рационы с содержанием в них НДК не более 32%, а для коров с более низкой продуктивностью (20 кг/день) - не более 44%, с тем, чтобы не минимизировать потребление кормов. При этом было установлено, что задержка НДК в рубце тесно коррелировала со временем нахождения в нем лигнина ($r=0,93$). Таким образом, показатель НДК можно использовать для прогнозирования потребления сухого вещества корма жвачными.

Исходя из изложенного, можно сделать выводы, почему НДК является наиболее приемлемой для прогнозирования потребления корма:

- НДК учитывает все переваримые и непереваримые углеводные составляющие корма.

- содержание НДК в грубом корме определяет его потребление

- показатель НДК связан с переваримостью и снижением переваримости при высоких уровнях потребления корма.

Показатель кислотно - детергентной клетчатки в большей степени коррелирует с переваримостью сухого вещества корма ($r = -0,75$), чем с его потреблением ($r = -0,46$). Однако, в опытах на бычках - кастратах, получавших сено из сорго и суданки, была обнаружена высокая степень корреляции между потреблением сухого вещества и переваримостью органического е содержанием КДК ($r^2=0,96$).

В настоящее время разработаны линейные уравнения регрессии для вычисления потребления и переваримости сухого вещества с учетом показателя НДК в кормах.

$$ПСВ=53,71-66,3*НДК$$

где

ПСВ - потребление сухого вещества на 100 кг ЖМ, г

НДК - содержание нейтрально-детергентной клетчатки в корме, %

$$КпСВ = 116,17+(-1,38031)*КДК$$

где

КпСВ – коэффициент переваримости сухого вещества, %

КДК – содержание кислотно-детергентной клетчатки в корме, %

Кроме этого на основании проведенных исследований и обобщения научных данных были разработаны следующие уравнения регрессии для расчета обменной энергии в кормах с учетом показателя НДК.

Важно помнить, что расчет БЭВ для уравнений ведется с учетом показателя НДК, а не сырой клетчатки.

Сено

$$ОЭ = 5,884 + 0,002 * НДК$$

$$ОЭ = 1,945 + 0,001 * НДК + 0,020 * СП - 0,034 * СЖ + 0,008 * БЭВ$$

Зерно

$$ОЭ = 11,691 - 0,004 * НДК$$

$$ОЭ = -1,153 - 0,002 * НДК + 0,021 * СП + 0,040 * СЖ + 0,014 * БЭВ$$

Сенаж

$$ОЭ = 4,617 - 0,003 * НДК$$

$$ОЭ = 0,539 + 0,002 * НДК + 0,018 * СП + 0,048 * СЖ + 0,004 * БЭВ$$

Силос

$$ОЭ = 12,246 - 0,051 * НДК$$

$$ОЭ = 5,361 - 0,183 * НДК + 0,534 * СП - 1,271 * СЖ + 0,292 * БЭВ$$

где

ОЭ – обменная энергия, МДж

НДК - нейтрально-детергентная клетчатка, г

СП – сырой протеин, г

СЖ – сырой жир, г

БЭВ – безазотистые экстрактивные вещества (рассчитаны с учетом НДК), г

4. ПЕРЕВАРИВАНИЕ И ОБМЕН УГЛЕВОДОВ В ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОМ ТРАКТЕ ЖВАЧНЫХ ЖИВОТНЫХ

Пищеварение – это физиологический процесс, заключающийся в пищеварении питательных веществ корма из сложных химических соединений в более простые, доступные для усвоения организмом животного. Сельскохозяйственные животные поедают главным образом растительные корма, состоящие из азотистых и безазотистых соединений и минеральных солей. В состав первых входят белки, аминокислоты, аммонийные соли и др. В состав безазотистых соединений входят жир, клетчатка, экстрактивные вещества. Кроме того, в кормовых продуктах находятся вода, а также витамины и

ферменты. Что бы усвоился корм, он должен предварительно пройти через пищеварительный канал и «перевариться». Не подвергается пищеварительному процессу глюкоза и растворимые в воде соли, а также некоторые простые органические вещества.

Большая часть корма поступает в организм животного в нерастворимом виде. Механическая, химическая и биологическая обработка корма в пищеварительном тракте приводит к образованию растворимых питательных веществ. Затем они проникают через стенку пищеварительного канала в кровь и лимфу. Не всосавшаяся часть корма вместе с калом удаляется через анальное отверстие. Жевание, перемешивание корма в желудке и кишечнике означает механическое измельчение корма. При этом ферменты пищеварительных соков, а также ферменты самих поедаемых растений осуществляет химическую обработку корма. Кроме того, корм, особенно у жвачных, подвергается обработке микробами, содержащимися в пищеварительном тракте.[1]

Оптимальный уровень клетчатки в рационах зависит от продуктивности животных, их физиологического состояния, структуры кормления и других факторов. Для коров оптимальное количество сырой клетчатки в сухом веществе рациона должно быть 17 – 22 %, причем не менее 14% должна составлять клетчатка грубых кормов. Для высокопродуктивных коров это количество должно быть на уровне 16 – 18%. Снижение клетчатки ниже 16 % сопровождается нарушением процессов пищеварения, изменением соотношений ЛЖК и уменьшением жира в молоке. Избыточное содержание клетчатки снижает переваримость и использование других питательных веществ. Попадая в пищеварительный тракт животных, клетчатка подвергается воздействию целлюлозалитических ферментов, которые выделяются микроорганизмами, расщепляющими клетчатку. В результате этого образуется большое количество ЛЖК. Соотношение ЛЖК в рубце зависит от состава рациона, его сбалансированности и режима кормления. В среднем на долю уксусной кислоты приходится 65 %, пропионовой – 20 % и масляной – 15 %. Если в рационе много грубых кормов, богатых клетчаткой, то в рубце увеличивается содержание уксусной кислоты, а сочные и концентрированные корма вызывают увеличение пропионовой и масляной кислот. Уксусная кислота – источник энергии для организма и предшественник жира молока, пропионовая – источник глюкозы. Увеличение уксусной кислоты в рубце улучшает использование азота, повышает уровень белка в молоке коров. Переваримость клетчатки зависит от наличия в рационе легкопереваримых углеводов (крахмала и сахара). При их избыточном

количестве в рубце снижается реакция среды (рН 5,0 – 5,5 при норме 6,5 – 7,0) и создаются неблагоприятные условия для роста и размножения микроорганизмов, расщепляющих клетчатку. Для успешного использования клетчатки в рубце необходимо наличие определенного количества азота. Наиболее благоприятные условия для микроорганизмов рубца, расщепляющих клетчатку, создаются тогда, когда содержание сырого протеина в сухом веществе составляет 12,5 %, а уровень легкопереваримых углеводов – не более 30 %. В первые 2 – 3 часа после кормления максимально перевариваются сахара, через 3 – 6 – крахмал и 6 – 8 часов – клетчатка. Основными источниками сахара у коров являются пропионовая кислота и незначительно – масляная и молочная. Повышение концентрации пропионовой кислоты в рубце способствует снижению кетоновых тел, повышению сахара в крови и белка в молоке коров, а также лучшему использованию азота корма. Молочная железа – основной потребитель сахара в организме лактирующей коровы, который является не только энергетическим материалом для организма, но и источником для образования аминокислот белков молока, синтезируемых в ней. Недостаток сахаров оказывает отрицательное воздействие на рост и активность рубцовой микрофлоры, а их избыточное количество вызывает резкое увеличение кислотности в рубце, накопление большого количества молочной кислоты. Лучше всего микробиологические процессы в рубце протекают, когда соотношение протеина и сахара составляет 1 : 1,2, т. е. на 1 кг переваримого протеина приходится 1,2 кг растворимых углеводов (сахаров). Пропионовая кислота – основной предшественник для образования глюкозы. У лактирующих коров она служит источником молочного сахара, способствует нормальному усвоению ЛЖК в тканевом обмене и необходима для синтеза жира молока. При высоком уровне пропионовой кислоты организм животного использует энергию в большей степени для отложения жира в теле и в меньшей – для синтеза молока. Если низкая кислотность рубца держится длительное время, то происходит угнетение полезной микрофлоры рубца, что может спровоцировать воспаление суставов конечностей. Масляная кислота поступает в кровь и идет на образование кетоновых тел. Кетоновые тела – нормальные метаболиты, которые используются тканями как источник энергии. Однако их избыток в организме ведет к нарушению обмена веществ. При наличии достаточного количества глюкозы кетоновые тела утилизируются организмом. Наряду с сахаром нужно контролировать и поступление с кормами крахмала. Сахар, полученный при гидролизе

крахмала в кишечнике, всасывается из него в неизменном виде и является не только дешевым источником энергии для организма, но и служит для синтеза белка молока в молочной железе. Крахмала в рационе должно быть больше чем сахара. Оптимальное его количество для лактирующих коров – 1,5 г крахмала на 1,0 г сахара. Количество крахмала в рационе коров зависит от их продуктивности. При удое до 10 кг на 1 к. ед. должно приходиться 110 г крахмала, при удое 11 – 20 кг – 135 г, при удое выше 30 кг – 180 г. В рубце коров переваривается до 90 % крахмала кормов, а остальная его часть – в кишечнике. Крахмал целого зерна переваривается в рубце на 70 %, а плющенного – до 90 %. Часто молочную продуктивность животных пытаются повысить, увеличивая в рационе дозу концентрированных кормов. При этом забывают, что разные концентраты по-разному действуют на организм. Если в рацион молочных коров вводят концентраты, богатые белком, то в рубце уменьшается содержание уксусной кислоты, увеличивается доля пропионовой и масляной кислот и снижается процент жира в молоке. При этом количество масляной кислоты будет значительно выше, чем пропионовой. Иное влияние на организм оказывают концентрированные корма, которые содержат много крахмала, особенно кукурузного. Такой рацион способствует образованию большого количества пропионовой кислоты, которая вызывает повышение сахара в крови и снижение кетоновых тел в организме. При включении в рацион большого количества свеклы удои коров заметно снижаются. Можно предположить, что вследствие повышения обмена веществ в организме возникает повышенная потребность в энергии, для обеспечения которой используется большое количество глюкозы, синтезируемой из пропионовой кислоты. В результате не хватает глюкозы для синтеза молочного сахара и удои снижаются. Количество сахарной свеклы в сутки не должно превышать 20 кг, при этом лучше её скармливать 3 – 4 раза в день по 5 – 7 кг в дачу. При кормлении животных силосом, бардой и другими кислыми кормами в преджелудки поступает большее количество органических кислот, из которых наибольшее количество приходится на молочную кислоту. При скармливании в сутки только 20 кг и более силоса корова ежедневно получает от 340 до 440 г смеси органических кислот, в том числе более 300 г молочной. Наличие большого количества молочной кислоты приводит к нарушению рубцового пищеварения (рН рубца снижается до 5,0 – 5,5 при норме 6,5 – 7,0), что ведет к гибели полезной микрофлоры. Существенных изменений в соотношении ЛЖК не происходит, когда силос

скармливают в смеси с другими кормами (сено, сенаж, концентраты). У высокопродуктивных коров часто встречается заболевание, носящее название кетонемии или кетоза – нарушение обмена веществ, для которого характерно повышение содержания кетоновых тел в жидкостях тела и снижение уровня глюкозы в крови. Снабжение организма глюкозой у жвачных лимитируется тем обстоятельством, что она образуется в основном из пропионовой кислоты. Период высоких удоев (первые два месяца лактации), а также последний месяц стельности коров являются наиболее опасными, поскольку они благоприятны для развития кетоза. Основная причина его возникновения у коров – неоправданное увеличение скармливания концентрированных кормов. У страдающих кетозом коров обычно наблюдается: уменьшение аппетита, снижение удоев, понижение уровня сахара и повышение содержания кетоновых тел в крови. В рубце животных образуются вредные продукты распада белка, которые усиливают интоксикацию организма. Добавление к рациону легкопереваримых углеводов улучшает энергетический баланс микроорганизмов и предупреждает возникновение кетоза.

Углеводы - наиболее преобладающая часть растений. На их долю приходится более 2/3 органического вещества. В процессе превращения они обеспечивают все живые клетки энергией, участвуют в защитных реакциях организма. По химическому составу углеводы подразделяются на сахараиды, полисахаридаы и гетерополисахаридаы.

Термин «сахар» относится к углеводам, содержащим не более девяти остатков моносахаридаов. Их часто называют «олигосахаридаы» (oligo – несколько). К полисахаридаам относятся углеводаы, которые при гидролизе дают определенные простые сахара: глюкозу – глюкозаны, фруктозу – фруктозаны, ксилозу - ксиланы и т.д. Гетерополисахаридаы при гидролизе дают смесь моносахараов производных продуктоваов. В природе в свободном состоянии из моносахаридаов находятса глюкоза и фруктоза, из дисахаридаов – сахароза (тростниковый сахара), манноза (солодовый сахара) и из трисахаридаов – раффиноза (обычный сахара). Важное свойство сахараов (моносахаридаов) – способность их вступать в реакции с фосфорной кислотой, образуя энергетические комплексы в промежуточном обмене. Полисахаридаы состоят из большого числа пентозных и генсозных остатков, имеют высокую молекулярную массу и подразделяются на неструктурные (крахмал, декстрины, фруктозины, пектиновые вещества) и структурные (целлюлоза, гемицеллюлоза).

У жвачных животных основная масса углеводов сбраживается в рубце, образуя уксусную, пропионовую и масляную кислоты, которые всасываются в кровь и являются начальными метаболитами углеводно-жирового обмена. У животных с однокамерным желудком до 60% потребности в энергии удовлетворяется за счет глюкозы, поступающей с кормом, а у жвачных лишь 10% энергии образуется за счет использования глюкозы и 60-70% - за счет окисления летучих жирных кислот.

Целлюлоза вместе с гемицеллюлозами, пектиновыми веществами и лигнином составляет клетчатку, содержание которой в растительных кормах достигает 50 %. Так, в древесине ее содержится 40-50%, в сене луговом — 24-30, соломе злаков — 28-40, в волокнах льна — до 90 и в хлопчатнике — до 95-98 %. Клубни же картофеля содержат лишь 1 % клетчатки, семена пшеницы, ржи — 2-3, овса, риса и проса — 10-15 и зернобобовых — 3-5 %. В связи с большой ролью клетчатки в обеспечении энергетических потребностей жвачных животных изучению закономерностей ее превращения у жвачных посвящено много исследований. Основное питательное значение из веществ входящих в состав клетчатки, имеет целлюлоза. Целлюлоза является полисахаридом, составляющим главную массу клеточных стенок растений, а также оболочек семян растений. Она нерастворима в воде, при гидролизе же в крепкой серной кислоте распадается с образованием глюкозы.

Гемицеллюлозы. Под этим названием объединяют большую группу высокомолекулярных полисахаридов, сопровождающих в растениях целлюлозу. Гемицеллюлозы содержатся в одревесневших частях растений: соломе, древесине, оболочках семян, кукурузных початках. В соломе и древесине содержание гемицеллюлоз достигает 20-40 %. Гемицеллюлозы гидролизуются кислотами легче, чем целлюлоза. При этом образуются галактоза, ксилоза, арабиноза, уроновые кислоты, манноза и глюкоза. В зависимости от входящего в их состав главного моносахарида гемицеллюлозы подразделяют на гексозаны, маннаны, галактаны или пентозаны ксиланы и арабинаны. Галактаны — во многих растениях, а также входят в состав клеточных стенок соломы, древесины и многих семян; ксиланы — в соломе (до 28 %), древесине (в дубовой — до 25 %) и растительных волокнах. При гидролизе ксиланов и арабинанов в качестве основных моносахаридов получают ксилозу и арабинозу соответственно. В растительных тканях кроме пентозанов также содержатся метилиентозаны, дающие при гидролизе с кислотами метилпентозы. При продолжительном

кипячении с крепкой соляной кислотой пентозаны образуют фурфурол.

Многие гемицеллюлозы содержат полиурониды, образующие при гидролизе уроновые кислоты. Такие полиуронидные гемицеллюлозы состоят из остатков галактуроновой кислоты и ксилозы либо из остатков галактуроновой кислоты и арабинозы. Так, например, пшеничная солома содержит гемицеллюлозу состоящую из уроновой кислоты, арабинозы и ксилозы примерно в соотношениях 1:1:23. Гемицеллюлозы, содержащиеся в кукурузных кочерыжках, состоят на 5,2 % из остатков глюкоуроновой кислоты и на 94,8 % — из остатков ксилозы.

Пектиновые вещества представляют собой высокомолекулярные соединения углеводной природы, содержащиеся в большом количестве в ягодах, фруктах, клубнях и стеблях растений. В растениях пектиновые вещества присутствуют в виде нерастворимого протопектина и частично—в виде растворимого пектина. Протопектин переходит в растворимый пектин лишь после обработки разбавленными кислотами или под воздействием особого фермента — протопектиназы.

Пектин в основном присутствует в межклеточном веществе растений, и при его разрушении облегчается доступ к углеводам и другим веществам растительной клетки. В растениях содержится от 1,5 (кострецовое сено) до 9 % (белый клевер) пектина.

Из полисахаридов наиболее часто учитывается содержание в кормах крахмала и клетчатки, состоящей из целлюлозы, гемицеллюлозы и лигнина. Крахмал состоит из амилозы – 20-28% и амилопектина на 72-80%, содержится в основном в клубнях (24-30%) и зернах (50-70%). Он является важнейшим компонентом рациона сельскохозяйственных животных, обеспечивая их энергией.

В составе клетчатки целлюлоза – наиболее распространенный структурный полисахарид растений. В организме не образуются ферменты, способные гидролизовать целлюлозу. Но ее могут расщеплять ферменты, образуемые микробами пищеварительного тракта, особенно у жвачных. Конечным продуктом этой ферментации являются смесь кислот (уксусная, пропионовая и масляная) и газы – метан, углекислый и др.

Гемицеллюлоза представляет собой группу соединений, сопутствующих целлюлозе, т.е. является вместе с ней опорным веществом растений, труднопереваримых в организме животных. Жвачные переваривают ее в таких же количествах, как и целлюлозу.

Лигнин не является углеводом, но обычно он структурно связан с целлюлозой и гемицеллюлозой. В сухом веществе трав его содержится 15-17%, соломы – 18-20%, подсолнечной лузги – 25-35%. Считается, что лигнин практически не переваривается животными.

Степень переваривания отдельных углеводов в пищеварительном тракте у моногастричных и жвачных животных существенно отличается. Рационы свиней и птицы должны содержать моносахара и полсахариды, которые легко гидролизуются в пищеварительном тракте, поэтому основное переваривание клетчатки у свиней происходит с помощью микроорганизмов, населяющих толстый отдел кишечника. Считается нормой для моногастричных животных содержание клетчатки в сухом веществе рациона в пределах 3,5-5,5%, максимум 8%.

У жвачных животных основным местом переваривания углеводов являются преджелудки, где переваривается от 54 до 75% питательных веществ корма. Считается, что 95% сахара и крахмала и до 54% клетчатки расщепляется в преджелудках и лишь небольшое количество растворимых углеводов (до 15%) переходит в нижележащие отделы пищеварительного тракта.

Расщепляемость клетчатки по отношению к другим компонентам корма зависит от ее структуры, типа кормления животного и характера микробной ферментации в желудочно-кишечном тракте жвачных. Ее переваривание необходимо рассматривать как взаимосвязанные процесс с другими питательными веществами – протеином, легкопереваримыми углеводами (сахар, крахмал), макро- и микроэлементами, жирами и витаминами. Это связано с тем, что в указанных веществах нуждаются микроорганизмы желудочно-кишечного тракта для своего развития и соответственно для активности целлюлозорасщепляющей микрофлоры.[2]

Переваримость растений снижается по мере созревания, из-за того что с возрастом фибриллы сходятся и доступ к целлюлозе возможен лишь по концам разорванных волокон.[3] Следовательно после измельчения корма распад клетчатки идет легче. Клеточные оболочки содержат многочисленные соединения, которые частично соединены с углеводами. Одним из их представителей является лигнин, фенольные мономеры Ацетил-группы и кремневая кислота.

Переваривание труднодоступных (трудногидролизуемых) углеводов. Переваривание труднодоступных углеводов в пищеварительном тракте жвачных связано исключительно с деятельностью микроорганизмов, населяющих преджелудки

животных. Известно, что пищеварительные железы как моногастричных, так и жвачных не имеют ферментов, воздействующих на целлюлозу, гемицеллюлозу и пектин. И лишь микроорганизмы преджелудков выделяют соответствующие ферменты, расщепляющие эти вещества и доводящие их до конечных продуктов, используемых организмом животных. Переваривание целлюлозы и утилизация продуктов ее метаболизма у жвачных является одной из самых важных функций рубцовых организмов. Сбраживание целлюлозы сложной микробной популяцией приводит к образованию важных для организма жвачных метаболитов, а разрушение клеточных стенок растений делает доступными для организма питательные вещества самой растительной клетки.

Способностью расщеплять целлюлозу обладают многие широко распространенные микроорганизмы, а не только истинные целлюлозолитические бактерии. В процессе расщепления целлюлозы в рубце целлюлозолитические микроорганизмы не выделяют в свободном виде ферментов (целлюлоз) во внешнюю среду.

Расщепление целлюлозы осуществляется при непосредственном контакте микроорганизмов с субстратом. Считают, что фермент целлюлоза у рубцовых бактерий локализован на поверхности клетки и расщепление целлюлозы с помощью ферментов до простых сахаров протекает в три стадии:

- расщепление целлюлозы до низкомолекулярных полисахаридов, которые могут быть нерастворимыми, но легко сбраживаются;
- ферментативный гидролиз этих полисахаридов, в результате которого образуются глюкоза и целлобиоза;
- гидролиз целлобиозы до глюкозы под воздействием фермента целлобиозы.

Дальнейшая ферментация продуктов расщепления целлюлозы идет обычным путем. Образующаяся глюкоза подвергается сбраживанию до летучих жирных кислот, которые затем всасываются в кровь. Механизм расщепления глюкозы у всех видов бактерий, по-видимому, в основном одинаков, хотя конечные продукты распада могут различаться, так как все виды микроорганизмов по-разному используют глюкозу. Так, при аэробном распаде целлюлозы идет обильное газообразование (с преимуществом углекислого газа), при этом побочными продуктами являются муравьиная и уксусная кислоты. Некоторые виды микроорганизмов образуют лишь следы жирных кислот. При анаэробном же расщеплении образуются

органические кислоты (уксусная и масляная) и газы (углекислый газ, метан и водород).

Гемицеллюлозы большей частью хорошо перевариваются в пищеварительном тракте жвачных. Все виды целлюлозолитических рубцовых бактерий ферментируют гемицеллюлозы с образованием промежуточных и конечных продуктов ферментации. Важнейший представитель гемицеллюлозы — ксилан расщепляется рядом штаммов рубцовых бактерий и некоторыми видами простейших с образованием ксилоолигосахаридов, ксилобиозы и ксилозы. Последняя образуется путем гидролитического расщепления ксилобиозы. Основным продуктом распада ксилозы, как и других моносахаридов, являются летучие жирные кислоты. Бактерии рубца до 30 % добавленных пентоз превращают в гексозополисахариды.

В противоположность целлюлазе, расщепляющей целлюлозу, ксилаза ферментирующая ксилозу, найдена в свободном виде в рубцовой жидкости, а также в клетках бактерий.

Перевариванию гемицеллюлоз способствуют и простейшие. Жвачные переваривают гемицеллюлозы в кормах примерно с одинаковой скоростью и в одинаковых количествах, как и целлюлозу.

Переваримость гемицеллюлоз при различных рационах составляет 58-68 %.

Процесс расщепления пектина сложен и требует наличия нескольких ферментов — протопектиназы, пектинметоксилазы и собственно пектиназы. Скорость ферментации пектина зависит от вида жвачного животного, времени, прошедшего после кормления, и ряда других факторов. Например, в рубце овец переваривается 75—90% поступивших с кормом пектиновых веществ. Фермент пектиназа постоянно присутствует в рубцовой жидкости жвачных.

Пектины ферментируются бактериями и простейшими. Главными продуктами расщепления пектиновых веществ являются галактуроновая кислота и метанол. Метанол медленно сбраживается, а галактуроновая кислота, очевидно, подвергается декарбоксилированию, превращаясь в ксилозу. Сбраживание 100 мкмоль пектина бактериями рубца дает 102-114 мкмоль ацетата, 36-38 пропионата, 0,4-бутирата и до 1,0 мкмоль лактата.

Хотя переваривание целлюлозы, гемицеллюлоз и пектина происходит под влиянием соответствующих ферментов, вырабатываемых микроорганизмами преджелудков, степень их переваримости уступает переваримости крахмала. Если крахмал переваривается в пищеварительном тракте жвачных на 97-99 %, то

трудногидролизуемые углеводы (целлюлоза, гемицеллюлозы и пектин) в зависимости от содержания лигнина в корме, съеденного количества корма и состава рациона перевариваются на 40-75 %. При этом большая часть переваривающихся углеводов исчезает в рубце. Технологическая подготовка корма, например размалывание или гранулирование, оказывает влияние на степень и место переваривания целлюлозы, понижая ее переваримость в рубце и несколько повышая в толстом отделе кишечника. При содержании животных на рационах, в состав которых входит зерно, послерубцовое переваривание целлюлозы с увеличением доли зерна также увеличивается.

4.1 Переваривание структурных углеводов в рубцовом содержимом жвачных животных

В процессе превращения углеводы обеспечивают все живые клетки энергией, участвуют в защитных реакциях организма.

Углеводы поступают в желудок животных в виде сахаров, крахмала, гемицеллюлозы, целлюлозы и некоторых других соединений.

У жвачных животных основная масса углеводов сбраживается в рубце, образуя уксусную, пропионовую и масляную кислоты, которые всасываются в кровь и являются начальными метаболитами углеводно-жирового обмена.

У животных с однокамерным желудком до 60% потребности в энергии удовлетворяется за счет глюкозы, поступающей с кормом, а у жвачных 60-70% энергии образуется за счет окисления летучих жирных кислот.

Гемицеллюлоза представляет собой группу соединений, сопутствующих целлюлозе, т.е. является вместе с ней опорным веществом растений, трудно переваримых в организме животных. Жвачные переваривают ее в таких же количествах, как и целлюлозу.

Лигнин не является углеводом, но обычно он структурно связан с целлюлозой и гемицеллюлозой. Считается, что лигнин практически не переваривается животными.

Степень переваривания отдельных углеводов в пищеварительном тракте у моногастричных и жвачных животных существенно отличается. Рационы свиней и птицы должны содержать моносахара и полисахариды, которые легко гидролизуются в пищеварительном тракте, поэтому основное переваривание клетчатки

у свиней происходит с помощью микроорганизмов, населяющих толстый отдел кишечника. Считается нормой для моногастричных животных содержание клетчатки в сухом веществе рациона в пределах 3,5-5,5%, максимум 8%.

У жвачных животных основным местом переваривания углеводов являются преджелудки, где переваривается от 54 до 75% питательных веществ корма. Считается, что 95% сахара и крахмала и до 54% клетчатки расщепляется в преджелудках и лишь небольшое количество растворимых углеводов (до 15%) переходит в нижележащие отделы пищеварительного тракта.

Организм животных может переносить углеводное голодание в течение продолжительного времени, так как углеводы частично образуются при расщеплении жиров и белков. Из-за повышенного потребления белка азотистое равновесие нарушается, и с мочой выделяется больше азота.

Повышенное потребление жиров при углеводном голодании приводит к повышенному распаду жирных кислот в печени с образованием избыточных количеств ацетоуксусной кислоты, ацетона и бетаоксимасляной кислоты (кетонные тела), в результате в организме может возникнуть кетоз.

Углеводное голодание чаще всего наблюдается при нарушении сахарно-протеинового соотношения в рационе.

Клетчатка создает необходимый объем, физическую структуру, а также рыхлость кормовой массы. Она обеспечивает нормальную работу желудка, перистальтику кишечника, является важным источником летучих жирных кислот, особенно уксусной и пропионовой. Количество клетчатки по отношению к общему содержанию в рационе углеводов должно составлять примерно 1:3. Нарушение этого соотношения приводит к изменениям в пищеварении и снижению продуктивности.

В рубце жвачных существует множество различных микроорганизмов — бактерий и простейших. Благодаря их активной деятельности питательные вещества корма подвергаются сложным превращениям, вследствие чего образуются летучие жирные кислоты, аммиак, аминокислоты, используемые организмом в процессе обмена. Наряду с превращением составных частей корма в соединения, доступные для усвоения в преджелудках, происходит синтез жизненно важных аминокислот, витаминов. Поступая в нижерасположенные отделы пищеварительного канала, бактерии и простейшие перевариваются и обеспечивают организм жвачных полноценными белками.

Росту и развитию большого количества разнообразной по составу микрофлоры и микрофауны способствуют определенные благоприятные условия среды в рубце, в том числе рН содержимого, постоянный ионный состав, непрерывное снабжение микроорганизмов питательной средой (кормом), анаэробные условия.

Бактерии и простейшие очень тесно реагируют на изменения кормления и содержания животных. Например, количество инфузорий увеличивается при добавке к рациону достаточного количества сена, углеводистых кормов. Если же в рационе преобладает силос, количество простейших уменьшается, изменяется их видовой состав. Летом при кормлении зелеными кормами их, как правило, становится больше по сравнению с зимним рационом. Почти полностью они исчезают при голодании, патологическом состоянии преджелудков, атонии, тимпании рубца, травматическом ретикулоперитоните.

Определение количества инфузорий. В рубце у жвачных находится примерно 100 видов инфузорий. Преимущественно они представлены классом Ciliata, в который входят две большие группы: подкласс Holotricha и подкласс Spirotricha. Инфузии первой группы равнореснитчатые (вся их поверхность равномерно покрыта ресничками). Подкласс Spirotricha (малореснитчатые) в рубце составляет 60-80 % общего количества инфузорий.

Наличие в рубце большого количества инфузорий свидетельствует о нормальном и эффективном течении ферментативных процессов. Наиболее чувствительны к изменениям среды рубца большие инфузии. При неблагоприятных условиях существования в рубце они исчезают в первую очередь и появляются при нормализации процессов последними.

Видовой состав простейших определяют только в свежем содержимом рубца. Для этого каплю его наносят на предметное стекло, накрывают покровным стеклом и рассматривают по микроскопом вначале при малом (окуляр х7, объектив х10), затем при большом (окуляр х7, объектив х40) увеличении в слегка затемненном поле зрения. Поскольку инфузии, особенно большие, при комнатной температуре быстро теряют подвижность, то можно пользоваться столиком с подогревом (температура 38-39 °С). Для более детального определения строения инфузорий препарат лучше покрасить раствором Люголя или приготовить мазок и рассматривать его при большом увеличении или под иммерсией.

Реактив: 0,85%-ный раствор NaCl, слегка окрашенный метиленовым синим.

Оборудование: микроскоп; счетная камера с сеткой Горяева; лейкоцитарный меланжер.

Ход определения. В пробирку отбирают 5 мл профильтрованного содержимого рубца (жидкую часть) и добавляют 0,1 мл 4%-ного раствора формалина для фиксации инфузорий. Это позволяет подсчитывать количество инфузорий в течение 20—24 ч после взятия содержимого рубца. Содержимое пробирки тщательно перемешивают, набирают жидкость в лейкоцитарный смеситель (меланжер) до метки 1, а до метки 11 - изотонический раствор натрия хлорида, предварительно окрашенный раствором метиленового синего. Встряхивают 1-2 мин и получают разведение пробы в 10 раз.

В камеру с сеткой Горяева под покровное стекло вносят 1 каплю жидкости (первую каплю выдувают на вату). Инфузории подсчитывают в 100 больших квадратах. Общее количество инфузорий в 1 мм^3 (1 мкл) определяют по формуле

$$x = AC/nSh, \text{ т. е. } x = A * 25,$$

где x — количество инфузорий в 1 мм^3 (1 мкл); A — количество подсчитанных инфузорий; C — разведение пробы; n — количество квадратов, в которых подсчитывали инфузории (100); S — площадь одного квадрата (1/25); h — высота камеры (0,1).

Количество инфузорий в 1 мл содержимого рубца определяют по формуле $x = A * 1000$, ибо 1 мл = 1000 мкл.

В 1 мл жидкости рубца находится от 500 тыс. до 1,2 млн инфузорий. Количество их уменьшается при различных патологиях. Особенно мало инфузорий (70—100 тыс./мл) при смещении сычуга (А. В. Чуб, 2002).

Подсчет бактерий. Бактерии играют важную роль в процессах пищеварения жвачных животных. Они подвергают ферментному расщеплению целлюлозу (основной компонент грубых кормов), крахмал, моносахариды, кислоты (молочную, янтарную, муравьиную), липиды, принимают участие в превращении азотистых соединений. Наряду с основными видами существует ряд бактерий, которые не имеют функционального значения в рубцовом пищеварении, а попадают в рубец с кормом и водой.

Чисто рубцовые бактерии должны отвечать определенным требованиям:

- 1) выделенные из рубца микроорганизмы должны быть анаэробными;
- 2) бактерии должны присутствовать в рубце в количестве не менее чем 1 млн в 1 мл содержимого;

3) по 10 штаммов данного вида бактерий должно быть выделено не менее чем от двух животных;

4) культуры данного вида бактерий должны присутствовать в рубце животных различных географических зон;

5) конечные продукты обмена веществ полученных культур микроорганизмов должны быть типичными рубцовыми метаболитами.

В 1 мл рубцового содержимого присутствует 10^9 — 10^{10} бактерий.

Реактив: 0,85%-ный раствор NaCl.

Оборудование: микроскоп; микропипетки.

Ход определения. Содержимое рубца разводят стерильным изотоническим раствором натрия хлорида в соотношении 1:1000. Микропипеткой отбирают 0,01 мл этого разведения и профлампированной петлей размазывают его на предметном стекле на площади 1 см^2 . Как правило, делают 3-4 мазка. Мазок высушивают над пламенем спиртовки и красят по Грамму. Готовый мазок исследуют под иммерсией. Подсчитывают бактерии в определенном количестве типичных полей зрения. В связи с тем что мазок не всегда получается равномерным, поля зрения для подсчета необходимо брать по всему мазку, а лучше по диагонали. В каждом мазке подсчитывают не менее 10 полей зрения и выводят среднее значение для одного поля.

Чтобы определить общее количество бактерий всего мазка, уточняют площадь поля зрения микроскопа. Так как площадь круга составляет $\frac{\pi}{4}d^2$, то необходимо измерить диаметр поля (в мм) с помощью объект-микрометра. Площадь мазка 100 мм^2 , деленная на площадь поля зрения под микроскопом, равна количеству полей зрения в мазке. Поскольку мазок приготовлен из 0,01 мл жидкости, то количество полей зрения в мазке, умноженное на 100, дает количество полей зрения в 1 мл рубцовой жидкости, разведенной до 10^3 (1:1000). Все эти арифметические подсчеты можно объединить формулой $10000 : 3,1417 * r^2$, где 3,1417 — коэффициент, на который следует умножить среднее количество клеток в поле зрения микроскопа.

Таким образом, подсчитав необходимое количество полей зрения (по 10 в трех мазках), суммируют общее количество бактерий и вычисляют среднее количество бактерий в одном поле зрения. Полученное число умножают на коэффициент и степень разведения. Коэффициент остается постоянным до тех пор, пока объектив, положение тубуса и окуляр микроскопа не меняются.

Пример. Определяем коэффициент. Диаметр поля зрения микроскопа 0,132 мм, соответственно его радиус — 0,066 мм, а π составляет 0,004356:

$$\frac{10\,000}{3,1417 \cdot 0,004356} = \frac{10\,000}{0,0137}$$

Подсчитав 30 полей зрения (по 10 в трех мазках), определили, что в поле зрения в среднем находится 15 микробных клеток.

Соответственно $15 \cdot 10000 / 0,0137 \cdot 1000 = 10,9$ млрд = $1,09 \cdot 10^{10}$ микробных клеток в 1 мл рубцовой жидкости.

4.2 Влияние количества структурных углеводов на обменные процессы в пищеварительном тракте животных

В комплексе мероприятий по достижению высокой продуктивности животных важную роль играет полноценное кормление, обеспечивающее комплекс питательных веществ и правильное соотношение их для поддержания нормального течения обменных и синтетических процессов в организме. Большая роль при этом наряду с протеином отводится легкопереваримым углеводам и сахара-протеиному соотношению рационов. В последние годы накоплен значительный экспериментальный материал о положительном влиянии легкопереваримых углеводов и сахаро-протеинового соотношения на течение микробных процессов в рубце, переваримость и усвоение питательных веществ кормов. Установлено также, что степень влияния кормов на молочную продуктивность коров и прироста откармливаемого молодняка зависит от состава входящих в них углеводов. Так, корма, содержащие растворимые сахара, оказывают более заметное влияние на образование жира, молока, чем корма, богатые крахмалом. Неодинаковое влияние крахмала и сахара на сложный процесс лактации коров подтвердил и М. И. Книга. В его опытах было отмечено, что при замене в рационе коров сахарной свеклы картофелем удой снижались на 2-3 %. При этом коровы, получавшие в рационе картофель, больше прибавляли в массе, чем животные, которым скармливали сахарную или кормовую свеклу.

Различия в характере влияния на секрецию и состав молока кормов, богатых крахмалом или сахаром, обусловлены скоростью сбраживания этих углеводов в рубце коров и конечными продуктами их ферментации. Рационы жвачных животных всегда содержат определенное количество легкопереваримых углеводов, однако в зависимости от набора кормов количество сахара или крахмала в них

различно. Так, при наличии в рационе большого количества корнеплодов, кормовой патоки; хорошего злакового сена уровень содержания сахара будет высоким, тогда как преобладание в рационе зерновых концентратов или картофеля всегда будет вести к увеличению крахмала.

Доминирование в рационе растворимых сахаров обуславливает быстрое их сбраживание в рубце до низкомолекулярных жирных кислот с образованием молочной кислоты, которая способствует снижению рН в рубце до 5-5,5. Эти условия являются благоприятными для развития маслянокислой и пропионовой флоры. В рубце образуется много масляной и пропионовой кислот. Притом, если пропионовая кислота является предшественником глюкозы в организме, то из масляной кислоты синтезируется оксимасляная кислота - один из важных предшественников жира молока. В связи с увеличением рубце при ферментации Сахаров масляной и пропионовой кислот количество уксусной кислоты несколько снижается.

Сравнительная характеристика бродильных процессов в рубце у валухов при скармливании им сахарной свеклы или картофеля была получена в большом эксперименте, проведенном А. С. Сапуном, Л. Д. Халеновой и П. Ф. Перетягиным. Авторы установили, что при добавке сахарной свеклы по сравнению с добавкой картофеля заметно повышалось общее количество ЛЖК. Такое влияние сахарной свеклы сохранялось и при замене 50 % свеклы картофелем. Кроме того, при добавке сахарной свеклы частично снижалось содержание уксусной кислоты при одновременном увеличении пропионовой. Влияние сахарной свеклы и картофеля на рубцовые процессы авторами было изучено при разных вариантах кормления.

Заслуживают большого внимания исследования Э. Г. Даниленко и Н. И. Шупарской по изучению влияния уровня и соотношения в рационах сахара и крахмала на рубцовый метаболизм, переваримость и использование питательных веществ, а также на молочную продуктивность коров. Отмечено, что при использовании лактирующим коровам рационов, богатых крахмалистыми или сахаристыми кормами, заметно увеличивалось содержание ЛЖК в рубце. Наблюдалось значительное повышение доли пропионовой кислоты за счет снижения уксусной и масляной кислот. Оптимальным содержанием сахара и крахмала в рационе авторы считают 130-140 г на 1 корм. ед. При этом среднесуточные удои поддерживаются на

высоком уровне, увеличивается содержание белка в молоке и снижаются затраты питательных веществ на производство 1 кг молока.

Молочная продуктивность коров при введении в рацион разного количества сахара детально была изучена М. И. Книгой. Он пришел к заключению, что для высокопродуктивных коров оптимальным количеством сахара в рационе является 180 г на 1 корм. ед. При таком количестве сахара увеличивались удои, содержание жира и казеина в молоке. В результате общее количество жира в суточном удое увеличивалось на 16-17 %.

Таким образом, введение в рацион кормов, богатых сахаром, таких, как сахарная и кормовая свекла, меласса, способствует повышению удоев и увеличению содержания жира в молоке. Оптимальное количество сахара в рационе нормализует пищеварительные и обменные процессы, повышает резервную щелочность крови, уменьшает количество кетоновых тел в организме.

При недостатке легкопереваримых углеводов в рационе не только нарушаются процессы микробального превращения питательных веществ в преджелудках и снижается переваримость и усвоение их организмом, но также нарушается воспроизводительная функция животных, снижается их продуктивность. Недостаток углеводистого питания в период стельности ведет к рождению слаборазвитого молодняка, подверженного заболеванию диспепсией.

Наряду с нормированием общего количества растворимых сахаров в рационе в последние годы стали уделять большое внимание также соотношению в рационе сахара и протеина. Это соотношение имеет большое значение для эффективного усвоения азота корма, переваривания клетчатки в пищеварительном тракте, а также для более рационального использования белков организмом животных. Так, П. Д. Пшеничный предлагает при силосном типе кормления кроме общепринятых показателей балансировать рационы по сахаро-протеиновому соотношению и считает оптимальной величиной этого соотношения для рационов крупного рогатого скота 1-1,5, т.е. на единицу переваримого протеина должно приходиться 1-1,5 единицы сахара.

По данным М. И. Книги, наиболее высокая продуктивность у коров отмечалась, когда в рационе на 100 г переваримого протеина приходилось 180 г сахара, или 1 кг сахарной свеклы на 1 кг молока. А. Л. Буткявичене на основе собственных опытов и обобщения результатов опытов других исследователей приходит к выводу, что

при кормлении высокопродуктивных коров сахаро-протеиновое соотношение должно быть в пределах 1,2-1,5.

В исследованиях Н. В. Курилова, проведенных на лактирующих коровах, установлено, что сахаро-протеиновое соотношение оказывает различное влияние в зависимости от состава рациона. При одинаковом сахаро-протеиновом соотношении, но разном наборе кормов степень переваримости и использования питательных веществ рациона различна. Добавка к рациону крахмалистых кормов хотя и мало изменяет сахаро-протеиновое соотношение, однако значительно повышает использование питательных веществ. Так, при содержании животных на сеноконцентратном рационе с достаточным количеством крахмала сахаропротеиновое соотношение в пределах 1,0-1,2 будет эффективным для переваривания и утилизации питательных веществ кормов.

В рационах, содержащих силос, лучше используются питательные вещества при сахаро-протеиновом соотношении 1,2-1,5. Снижение сахаро-протеинового соотношения до 0,4-0,6, так же как и повышение до 2,4, ведет к заметному ухудшению усвоения питательных веществ и изменениям в обмене веществ, хотя клинических проявлений эти изменения еще не вызывают.

Несмотря на кажущиеся на первый взгляд некоторые различия в рекомендациях ряда авторов, оптимальное сахаро-протеиновое соотношение рационов для лактирующих коров лежит в пределах 1,0-1,5. Имеющиеся различия связаны с общим фоном кормления и составом рациона, а также с уровнем продуктивности подопытных коров. Сахаро-протеиновое соотношение рациона для высокопродуктивных коров будет несколько выше, чем для среднепродуктивных. Содержание сахара в рационе также должно быть выше при использовании большого количества силосованных кормов или других кормов, богатых органическими кислотами.

Сейчас принято считать, что в условиях обычного кормления наиболее целесообразным сахаро-протеиновым соотношением является 1,2-1,3 для лактирующих коров, а для овец и откармливаемого молодняка крупного рогатого скота - 1,0.

Потребность в растворимых углеводах особенно возрастает при включении в рацион таких кормов, как силос, кислый жом, пивная дробина, барда, синтетические азотистые вещества, т.е. кормов, содержащих органические кислоты или азотистые вещества. При обильном длительном скармливании кислых кормов (силоса, жома, барды), особенно при недостатке в рационах легкоусвояемых

углеводов, может наступить патология обмена веществ у жвачных животных с резким снижением продуктивности. Это часто встречается в хозяйствах, расположенных в районах возделывания сахарной свеклы и кукурузы на силос. При силосножомовом кислом типе кормления дойных и сухостойных коров, когда в рационе бывает до 20-30 кг силоса и 20-30 кг кислого жома, отсутствуют корма, богатые легкоусвояемыми углеводами, а иногда и сена, отмечается высокая заболеваемость и гибель новорожденных телят от диспепсии. Сахаро-протеиновое соотношение в таких рационах обычно не превышает 0,5.

Нарушения обмена веществ с последующим снижением продуктивности нередко наблюдается у животных в хозяйствах, расположенных вокруг крупных городов и промышленных центров, в отдельных племенных совхозах, а также в хозяйствах зоны выращивания технических культур вследствие белкового перекорма и недостаточного содержания в рационах легкопереваримых углеводов. Меласса (кормовая патока) богата растворимыми сахаромисахарозой (преимущественно), глюкозой и фруктозой. В ней много калия и натрия и мало кальция и фосфора. Мелассу можно использовать для сдобривания кормов в количестве до 1-1,5 кг на корову в день, а также в виде жидкой добавки вместе с мочевиной и фосфорной кислотой при откорме скота. Кроме того, можно ее применять в качестве связующего вещества при приготовлении гранул или полнорационных брикетов. Перед употреблением мелассу следует разводить водой в соотношении 1:3÷1:4. Меласса — хороший источник минеральных веществ, за исключением фосфора и кальция; она содержит в большом количестве легкодоступные углеводы и до 5 % азота, причем около 1/3 из которого составляет азот аминокислот.

Кроме мелассы в качестве источника растворимых Сахаров в рационах коров и молодняка крупного рогатого скота можно использовать сахарную свеклу как в сыром виде, так и в сушеном.

Так, по данным датских и бельгийских исследователей, замен 50 % концентратов в высокоэнергетических рационах кормовой свеклой не снизила прирост бычков составил от 1017 до 1150 г при массе животных от 226 до 525 кг.

Наряду с растворимыми сахарами важным представителем легкопереваримых углеводов является и крахмал. Преобладание в рационе кормов, богатых крахмалом, ведет к быстрому сбраживанию его в рубце, хотя и более медленному, чем растворимых сахаров. При этом в качестве промежуточного продукта образуется молочная кислота, которая ферментируется в дальнейшем с образованием

летучих жирных кислот. Кроме того, отмечается снижение величины рН в рубце, однако она остается в пределах 6,0-6,5. В этих условиях идет интенсивное образование пропионовой кислоты — важного предшественника глюкозы в организме жвачных.

Основными кормами, богатыми крахмалом, являются зерновые концентраты и картофель. Концентрированные корма — неотъемлемая часть рационов лактирующих коров и молодняка. В рационах молочного скота концентраты должны составлять от 25 до 30 % рациона, а в рационах высокопродуктивных коров — от 35 до 40 % и больше. Картофель — ценный корм для крупного рогатого скота. Наряду с большим количеством крахмала он содержит около 2 % протеина, витамины С и В. Белок картофеля отличается высокой полноценностью, переваримость органического вещества картофеля — до 85 %. Картофель можно скармливать крупному рогатому скоту в довольно больших количествах (от 20-30 кг), но после предварительного приучения. Перед скармливанием картофель моют и измельчают. Телятам до 3-4-месячного возраста дают вареный картофель. Молодняку старшего возраста его можно скармливать сырым.

При переводе животноводства на промышленную основу в связи с необходимостью значительного повышения продуктивности скота возрастает роль концентрированных кормов. Вместе с положительным влиянием высокого уровня зерновых концентратов на молочную продуктивность наблюдается существенное снижение содержания жира в молоке. Это особенно часто встречается, когда из-за плохого качества грубых кормов количество их в рационе уменьшают и увеличивают количество зерновых концентратов. Снижение жирномолочности особенно часто стало наблюдаться в связи с повышением продуктивности стада и увеличением энергетического питания коров при использовании в рационах большого количества зерна, а также в связи с переходом на новую технологию ведения скотоводства с применением в кормлении гранул, содержащих концентраты и тонкоизмельченные грубые корма.

Одной из важных причин снижения жира в молоке коров является нарушение процессов бактериальной ферментации корма в рубце, связанное с поступлением большого количества крахмала в составе зерновых концентратов и недостатком грубых кормов, содержащих клетчатку. Снижение жирности молока наступает в зимнестойловый период тогда, когда рацион содержит менее 25-30 % объемистых кормов (сена, силоса, сенажа) от общего состава рациона,

а количество зерновых концентратов достигает 45-55 %, т.е. тогда, когда уровень клетчатки в сухом веществе рациона падает до 13 % и ниже. При этом чем меньше содержится клетчатки и больше вводится зерновых концентратов, тем меньше жира в молоке. Так, если при 10 % клетчатки жирномолочность снижается с 3,6 до 3 %, то при уровне клетчатки 3,6 % она падает до 1,4-1,8 %. Уменьшение жира в молоке также наблюдается, если содержание гранул из концентратов и тонкоизмельченных грубых кормов превышает 30-40 % от общего рациона. Увеличение количества крахмала в рационе и уменьшение клетчатки ведет к изменениям бродильных процессов в рубце, закислению содержимого, снижению pH до 6,0-6,4, увеличению концентрации свободных жирных кислот в рубцовой жидкости и ухудшению их всасывания. В рубце повышается содержание пропионовой кислоты и снижается уксусной. Соотношение уксусной кислоты к пропионовой снижается с 3:1 до 1,2-2,0:1. В кровь поступает значительно меньше уксусной кислоты, являющейся основным предшественником жирных кислот молока от C4 до C15 в исключительно и обеспечивающей вместе с (β -оксималяной кислотой) синтез почти 40-50 % жирных кислот молока. Снижение поступления ацетата в кровь уменьшает также синтез в молочной железе одной из весьма важных кислот — пальмитиновой, что ведет к нарушению отношения насыщенных кислот к ненасыщенным. Преобладание последних, в свою очередь, тормозит процессы синтеза жира в молочной железе. Вместе с тем поступление большого количества пропионовой кислоты из пищеварительного тракта обуславливает увеличение количества глюкозы в организме, стимулирующей синтез и выделение в кровь инсулина.

Инсулин, угнетая активность липолитических ферментов и жировых депо, уменьшает поступление в кровь свободных жирных кислот, которые, участвуя в образовании триглицеридов, а затем и липопротеидов в печени, обеспечивают синтез жирных кислот молочного жира от C15 и выше. При этом доля вклада жирных кислот депонированного жира в образовании жирных кислот молока составляет около 50-60 %.

Для предупреждения перечисленных нарушений необходимо при составлении рационов учитывать в них соотношение грубых, сочных и концентрированных кормов. Оптимальным уровнем клетчатки в сухом веществе рациона для переваривания питательных веществ и поддержания жирномолочности в период установившейся лактации следует считать 17-20 %, что соответствует приблизительно

40 % объемистых кормов (сена, силоса, сенажа) по питательности. Для высокопродуктивных коров в период раздоя содержание клетчатки в сухом веществе рациона может быть снижено до 14 %, или до 30 % объемистых кормов в рационе по питательности. Большая часть клетчатки должна быть структурной и вводиться в рацион в составе объемистых кормов. При использовании в рационе гранул из концентратов и тонкоизмельченных грубых кормов количество их не должно превышать 30-40 % от общего количества рациона. При этом необходимо предусматривать обязательное введение в рацион объемистых кормов хорошего качества. Эти корма, как богатые крупноволокнистой клетчаткой, будут способствовать более длительной задержке корма в преджелудках, тщательному их пережевыванию и перевариванию. Высокая продуктивность животных может быть сохранена только при хорошем качестве объемистых кормов. Объемистые корма содержат в основном все необходимые питательные вещества в тех соотношениях, которые удовлетворяют потребность жвачных животных. Особое внимание необходимо уделять содержанию в рационе сена. Сено имеет в своем составе растворимые сахара, количество которых примерно такое же, как и в кормовой свекле, легкодоступный протеин, а также относительно хорошо переваримую клетчатку. Сена в рационе коров должно быть не менее 1 кг на 100 г массы животного.

В связи с тем что при высококонцентратном кормлении снижается уровень грубых кормов и повышается содержание в рационе крахмала, возникает необходимость нормирования этого углевода как одного из важных факторов, оказывающих влияние на жирномолочность коров.

Для сохранения здоровья, поддержания высокой жирности молока и длительного хозяйственного использования коров необходимо правильно сочетать в рационе корма, содержащие растворимые сахара и крахмал. Количество сахара в рационе для среднепродуктивных коров не должно превышать 2 кг, а для высокопродуктивных — 2,5 кг на голову в сутки, или не более 10 % от сухого вещества рациона.

При откорме молодняка крупного рогатого скота на рационах с высоким уровнем концентратов (до 60 % и выше от общей питательности) в пищеварительный тракт поступает большое количество крахмала. В связи с этим в рубце изменяется величина рН, концентрация летучих жирных кислот и их соотношение. Снижение рН в рубце, в свою очередь, способствует развитию бактерий,

расщепляющих крахмал. В результате в рубцовой жидкости увеличивается содержание пропионовой кислоты, лучше используется азот корма и снижается нерациональный расход аминокислот в печени на образование глюкозы. Все это оказывает благоприятное влияние на жиरोотложение и синтез белка в организме. Однако повышение доли пропионовой кислоты в преджелудках не может быть беспредельным, потому что величина синтеза жира ограничена и находится в определенном соотношении с синтезом белка. Высокая концентрация пропионовой кислоты в рубце обычно связана с увеличением уровня зерна и уменьшением структурной клетчатки в рационе. При низком содержании структурной клетчатки наблюдается агония преджелудков, паракератоз слизистой рубца, появление абсцессов в печени. Чтобы избежать этих явлений, высокий уровень зерновых концентратов должен сочетаться с определенным количеством структурных. При этом в рубце бычков образуется 40-50 % уксусной кислоты и 25-30 % пропионовой, т.е. соотношение этих кислот изменяется в пределах 1,7:1 вместо наблюдаемого при низкоконтратном кормлении 3:1.

При высококонцентратном кормлении необходимо также иметь в виду, что чем выше доля концентратов в рационе, тем больше скорость продвижения химуса через сетку и книжку. В опытах на коровах установлено, что при высокой доле концентратов только 40 % переваримой энергии рациона всасывается в рубце, а при высокой доле грубых кормов — 60 %. Разница в усвояемости переваримой энергии объясняется образованием небольшого количества ЛЖК в преджелудках вследствие повышенной скорости продвижения масс корма и поступлением в кишечник большого количества способного к гидролизу крахмала. Это позволяет лучше использовать энергию корма, особенно при откорме бычков, за счет ферментативного распада крахмала в кишечнике, происходящего с меньшей потерей энергии. Однако если в содержимом тонкого кишечника при быстром продвижении масс сухое вещество составляет 5 % и более, а доля негидролизованного крахмала высокая, то процесс пищеварения нарушается. Чаще всего это наблюдается при скормливании богатых крахмалом концентратов.

Откорм молодняка крупного рогатого скота на одних концентратах даже с повышенным содержанием клетчатки (например, овса) без дачи минимального количества структурных грубых кормов практически невозможен. Имеется определенная потребность в грубом корме, и если ее не удовлетворять, то уменьшается аппетит, снижается

слуноотделение, нарушаются пищеварительные функции, появляются абсцессы печени и распадаются сосочки слизистой рубца. Этот минимум грубых кормов равен 5-10% от состава рациона, который может быть обеспечен за счет сена, силоса, сенажа и соломы.

Существует множество научных публикаций о влиянии нейтрально-детергентно клетчатки и ее переваримости на потребление сухого вещества и продуктивность коров. Например, в исследовании С. Кендалл и др. (2009) группе коров голштинской породы на 50-м дне лактации скармливали рацион, состоящий из пшеничной соломы, кукурузного силоса, люцерновой сенажа и концентрированных кормов. Добавляя разное количество соломы (высокий показатель NDF с низкой усвояемостью), исследователи создали два NDF-уровня рационов: 280 и 320 г / кг сухого вещества. Путем использования различной степени обработки соломы они создали разницу в переваримости корма для каждого уровня NDF: высокая переваримость (ОП) и низкая переваримость (НП). Таким образом, в конце опыта было создано четыре разных уровня: 280 ЧП (280 г NDF, низкая переваримость), 280 ВП (280 г NDF, высокая переваримость), 320 ЧП и 320 ОП, соответственно. Оптимальным для получения высоких надоев молока оказался уровень 280 ИП. Поэтому крайне важно выращивать и получать урожаи кормов таким образом, чтобы уровни NDF, ADF и ADL были относительно низкими: в сочетании с отличной усвояемостью NDF — это путь к получению высокой молочной продуктивности от здоровых коров при низких затратах на их кормление.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Среди всех продуктов животноводства молоко имеет особое значение. Это единственный пищевой продукт, который обеспечивает молодой организм млекопитающих всеми необходимыми питательными веществами. Поэтому молочное скотоводство в России, как и в большинстве стран мира, является ведущей отраслью. Молоко и молочные продукты являются одними из основных компонентов в питании человека, и главная задача производителей - получить не только "большое" молоко, а продукт высокого качества с заданными свойствами, т. е. соответствующий требованиям стандартов. Качество молока сегодня - это четкая система мероприятий, предупреждающих причину и определяющих пути устранения возможных отклонений от нормы. Поэтому одна из главнейших задач в получении молока высокого качества - это создание кормовой базы на кормах с высокой питательностью.

Высокий рост продуктивности животных, постоянное развитие биологических наук, усовершенствование техники кормления и технологий заготовки кормов, приводит к совершенствованию оценки и параметров кормления, выяснению потребности животных в питательных веществах для удовлетворения потребностей их организма. В науке постоянно происходит пересмотр и изменения норм кормления, так же пересмотр методов оценки питательности кормов. Для увеличения использования питательных веществ корма необходимо повысить его переваримость. Это может быть выполнено только при достаточных знаниях обо всех биологических и физиологических процессах переваривания кормов, о связи этих процессов с составом рациона и физиологическим состоянием животного.

В полноценном рационе большое значение имеет количество грубых кормов. Уровень грубых кормов (клетчатки) в рационе является важным фактором который влияет на потребление, переваримость и использование энергии переваримых веществ. Главной составной частью этих кормов являются структурные углеводы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Государственная программа «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013 – 2020 годы» [Электронный ресурс]. Дата последнего обращения: 02.02.2016
2. Буряков, Н. П. Кормление высокопродуктивного молочного скота [Текст] / Н. П. Буряков. - М.: Проспект. - 2009. - 416 с.
3. Буряков, Н. П. Нормирование рационов в России и Нидерландах / Н. П. Буряков, Е. П. Демидова // Животноводство России. - 2012. - № 5. - С. 61–63.
4. Быкова М.Ю. Влияние разного уровня клетчатки на продуктивность бычков на откорме [Текст] / М.Ю. Быкова, Ф.С. Гибадуллина // Достижения науки и техники АПК. - 2010, № 8. - С. 57-58
5. Воробьева С.В. Физиологическое обоснование потребления сухого вещества рационов крупным рогатым скотом в зависимости от содержания структурных углеводов в кормах. Автореферат док. дисс. / Дубровицы. - 2003. - 34 с.
6. Гагарина, О.Ю. Оптимизация кормления молочного скота как фактор повышения продуктивности [Текст] / О.Ю. Гагарина, С.В. Мошкина / Материалы международной студенческой научной конференции Белгородского государственного аграрного университета имени В.Я. Горина, 30 марта – 1 апреля, 2015 г. – 2015. - С. 118.
7. Калинин, В.А. Молочная продуктивность коров при различных типах кормления и способах скармливания кормов [Текст] / В.А. Калинин, А.С. Козлов // Вестник ОрелГАУ. –2013. -№ 1. –С. 118-121.
8. Кавардаков, В.Я. Кормление крупного рогатого скота [Текст] / В.Я. Кавардаков. – Ростов-на-Дону: Феникс. 2008. – 461 с.
9. Кердяшов, Н.Н. Биологические основы полноценного кормления высокопродуктивного молочного скота [Текст] / Н.Н. Кердяшов. – Пенза: Изд-во Пенза. ГСХА, 2009. – 192 с.
10. Козлов, А.С. Оптимизация структуры кормовой базы и организация полноценного кормления высокопродуктивных животных в молочном скотоводстве [Текст] / А.С.Козлов, С.В.Мошкина, А.А.Дедкова, И.А.Козлов // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2009. – Т. 17. - № 2. - С. 18
11. Крупин, Е.О. Молочная продуктивность, состав и качество молока высокопродуктивных коров на фоне направленного регулирования обмена веществ [Текст] / Е.О. Крупин, М.Г. Зухрабов, Ш.К. Шакиров // Ученые записки Казанской государственной

академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2010. – Т. 203. – С. 134-140.

12. Курдоглян, А.А. Кормление высокопродуктивных коров чернопестрой породы в период раздоя [Текст] / А.А. Курдоглян // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2012. – № 12. – С. 42-49.

13. Кураленко Н. Значение углеводов в питании высокопродуктивных коров [Текст] / Н. Кураленко // Молоч. и мясн. скотоводство 2002. - № 2. - С. 14-16.

14. Лаптев, Г.Ю. Фактор повышения молочной продуктивности коров в период раздоя [Текст] / Г.Ю. Лаптев, С.В. Полуляшная, Р.В. Некрасов, И.О. Киринос // Зоотехния. –2008. – № 10. –С. 10-11.

15. Моисеев И.В. Фактическое потребление корма при разном количестве структурных углеводов в рационе [Текст] / И.В.Моисеев, Г.К.Дускаев, Г.И.Левахин, Д.А. Бреус // Вестн. мясного скотоводства / Всерос. науч.-исслед. ин-т мясного скотоводства. Оренбург, 2006. - Вып. 59, т. 1. - С. 215-218

16. Мошкина, С. В. Пути повышения эффективности молочного скотоводства [Текст] /С.В. Мошкина, Ю.Б. Феофилова, Н.В. Абрамкова // Главный зоотехник. – 2012, № 9. - С.27-29

17. Мошкина, С. В. Научное обоснование кормления высокопродуктивного молочного скота [Текст] /С.В. Мошкина, А.С.Козлов // Вестник ОрелГАУ. – 2010. - № 2(17). – С.22-24

18. Мысик, А. Т. Питательность кормов, потребности животных и нормирование кормления [Текст]/ А. Т. Мысик //Зоотехния.-2007.- №1.-С. 7-13.

19. Калашников, А.П. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Справочное пособие. 3-е издание переработанное и дополненное [Текст] / Под. ред Калашникова А.П., Фисинина В.И., Щеглова В.В., Клейменова Н.И. – Москва. - 2003. – С. 456

20. Рааб, Л. Кормление коров в транзитный период. Без риска / Л. Рааб. – 2012. [Электронный ресурс]. <http://asstor.by/stati/statuya-2.html> Дата последнего обращения: 05.02.2016

21. Рядчиков, В.Г. Основы питания и кормления сельскохозяйственных животных [Текст] / В.Г. Рядчиков.- Краснодар: КГАУ. - 2014. -С. 616

22. Семина Н.Н. Потребление и переваримость структурных углеводов у бычков мясных и молочных пород в период откорма [Текст] / Н.Н. Семина // Проблемы биологии продуктивных животных, 2010; N 1. - С. 104-110

23. Сердюкова, Т. Влияние кормов на качество молока [Текст] /Т. Сердюкова // Переработка молока. –2010. - №9. – С. 1-6.
24. Сетейкин, С.В. Руководство по молочному скотоводству. Рекомендации [Текст] / Под редакцией С.В. Сетейкина - Красноярск: Министерство сельского хозяйства и продовольственной политики Красноярского края. - 2014. - С. 82
25. Хотмирова О.В. Потребление кормов и жевательная активность у коров при разном уровне нейтрально детергентной клетчатки в рационе // Проблемы биологии продуктивных животных, 2009. - № 1. - С. 58-66
26. <http://soft-agro.com/korovy/7000-1-moloka-iz-osnovnogo-korma-pravda-ili-mechty.html> [Электронный ресурс]. Дата последнего обращения: 13.02.2016
27. http://www.dairynews.ru/dairyfarm/osobennosti_kormlenija_vysokoproduktivnyh_korov.html [Электронный ресурс]. Дата последнего обращения: 10.02.2016
28. <http://www.nutristar.ru> [Электронный ресурс]. Дата последнего обращения: 06.02.2016

СТРАНИЦА ДЛЯ ЗАМЕТОК