

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермская государственная сельскохозяйственная академия
имени академика Д.Н. Прянишникова»

В.А. Ситников, Н.А. Морозков

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕРНА ОЗИМОЙ РЖИ
ЭКСТРУЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ
В КОРМЛЕНИИ КОРОВ**

Монография

Пермь
ИТЦ «Прокрость»
2016

УДК 636.085.6: 636.084.523
ББК 45.45
С-412

Рецензенты:

Л.П. Ярмоц – д-р с.-х. наук, профессор, заведующий кафедрой кормления и разведения сельскохозяйственных животных ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»;

А.М. Гурьянов - д-р с.-х. наук, профессор, директор ФГБНУ «Мордовский научно-исследовательский институт сельского хозяйства» Россельхозакадемии.

С-412 Ситников, В.А.

Использование зерна озимой ржи экструзионной обработки в кормлении коров : монография / В.А. Ситников, Н.А. Морозков; М-во с.-х. РФ, федеральное гос. бюджетное образов. учреждение высшего образования «Пермская гос. с.-х. акад. им. акад. Д.Н. Прянишникова». – Пермь : ИПЦ «Прокрость», 2016. - 134 с.
ISBN 978-5-94279-325-8

В монографии приведены результаты исследований по использованию в кормлении коров зерна озимой ржи экструзионной обработки в составе концентратной части рациона.

Монография предназначена для студентов, магистрантов, аспирантов, преподавателей аграрных вузов, научных сотрудников, специалистов сельского хозяйства.

УДК 636.085.6: 636.084.523
ББК 45.45

Печатается по решению ученого совета Пермской государственной сельскохозяйственной академии имени академика Д.Н. Прянишникова.

Научное издание

Ситников Владимир Алексеевич,
Морозков Николай Александрович

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕРНА ОЗИМОЙ РЖИ ЭКСТРУЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ
В КОРМЛЕНИИ КОРОВ**

Монография

Подписано в печать 05.10.2016 г. Формат 60×80 1/16
Усл. печ. л. 8,37. Тираж 50 экз. Заказ №132.

ИПЦ «Прокрость»

Пермской государственной сельскохозяйственной академии
имени академика Д.Н. Прянишникова
614990, Россия, г. Пермь, ул. Петропавловская, 23
Тел. (342) 210-35-34

ISBN 978-5-94279-325-8

© Ситников В.А., 2016
© Морозков Н.А., 2016
© ИПЦ «Прокрость», 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	7
1.1 Особенности пищеварения и обмена веществ у жвачных животных.....	7
1.2 Роль углеводов в кормлении жвачных животных.....	30
1.3 Источники углеводов для жвачных животных.....	42
1.4 Подготовка зерновых кормов к скармливанию.....	47
1.5 Использование зерна озимой ржи в кормлении животных	63
2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	67
2.1 Питательные достоинства зерна озимой ржи экструзионной переработки.....	67
2.2 Кормление и содержание подопытных животных.....	73
2.3 Переваримость питательных веществ рационов.....	78
2.4 Использование энергии, обмен азота у лактирующих коров.....	81
2.5 Обмен минеральных веществ.....	87
2.6 Молочная продуктивность и качество молока.....	89
2.7 Воспроизводительные способности подопытных животных.....	96
2.8 Биохимический состав крови.....	103
2.9 Экономическая эффективность использования зерна озимой ржи экструзионной обработки	118
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	121
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	123

ВВЕДЕНИЕ

Изыскание методов, направленных на рост продуктивности животных на основе эффективного использования питательных веществ кормов, связано с изучением закономерностей обмена веществ и энергии в организме, анализом физиологических механизмов регуляции переваривания, всасывания и распределения питательных веществ корма. Знание этих закономерностей дает возможность выявить пути снижения непродуктивных затрат организма и повысить коэффициент полезного действия корма [71].

В последние годы в России из-за диспаритета цен на продукцию сельского хозяйства и услуг на её производство, а отсюда низкой платежеспособности хозяйств значительно сократилось производство и потребление комбикормов, премиксов и различных кормовых добавок. В 1985 году в России производилось около 50 млн. тонн комбикормов, а к 1998 году производство их снизилось до 8,7 млн. тонн. В 2013 году производство комбикормов достигло 20 млн. тонн. За последние 5 лет производство комбикормов увеличивается ежегодно на 7-10%. Без обогащения зерновой части рациона высокобелковыми, углеводистыми добавками, макро-микроэлементами любых видов животных заметно снижается продуктивность, плодовитость животных и сохранность молодняка, ухудшается качество продукции животноводства, падает рентабельность отрасли [104; 6].

Многие хозяйства видят выход из такого положения в замене полноценного комбикорма на фуражное зерно собственного производства. Однако в общем количестве зерна, используемого в настоящее время на кормовые цели, слишком велик удельный вес пшеницы, ячменя, овса (около 60%),

использование ржи в производстве комбикормов для сельскохозяйственных животных составляет 8-12% от её валового сбора. Что говорит о необоснованно малом её применении в кормлении скота [74].

Резервом укрепления кормовой базы и организации рационального и полноценного кормления сельскохозяйственных животных может служить озимая рожь. Её высокая адаптивная способность стабильно давать высокие урожаи зерна на почвах различного уровня плодородия, агротехническая значимость в севообороте и в сырьевом конвейере, характеризуют озимую рожь как культуру низкого экономического риска. В России озимая рожь занимает четвертое место в структуре валового сбора зерна, то есть является важной и стабильной злаковой культурой [70; 158].

В Пермском крае по данным В.А. Волошина озимая рожь стабильно дает урожаи 17,8 ц/га на площади 28 тыс. га, все остальные злаковые на уровне 15 ц/га, но при этом их посевы превышают 95 тыс. га, о каких севооборотах может идти речь [36].

По сравнению с другими злаковыми культурами озимая рожь имеет полноценный белок, богатый лизином, и довольно высокий уровень обменной энергии. Но в ней содержатся такие антипитательные вещества, как фитиновая кислота, пентозаны, пектины, β -глюканы, танины, ингибиторы трипсина и химотрипсина, β -алкилрезорцины. Общее же количество некрахмалистых полисахаридов в зерне ржи достигает 17,5%, поэтому использование её в кормлении животных ограничено до 30% для жвачных, до 20% – для свиней и до 5–7% для птицы [102; 149].

Наиболее действенными способами снижения антипитательных веществ являются – селекция озимой ржи на качество,

а также эффективные технологические приёмы: механические, влажно-баротермические и ферментативные [83; 49; 81].

Важным приёмом, позволяющим повысить долю зерна озимой ржи в кормлении сельскохозяйственных животных, является экструзия, обеспечивающая повышение биологической полноценности корма. При экструзии уменьшается содержание клетчатки и изменяется её структура, происходит инактивация ингибиторов пищеварительного тракта, нейтрализация токсических веществ, стерилизация продукта, улучшение вкусовых качеств. Все это способствует улучшению поедаемости кормов, переваримости и использованию питательных веществ рациона, повышению качества получаемой продукции, снижению затрат кормов. Данный метод позволяет заменять другие злаковые зерносмеси без риска нарушения пищеварения [68; 185; 123; 155; 156; 218; 158; 159; 172; 173; 174; 130; 150; 193; 208; 205; 217].

Таким образом, устранение антипитательных свойств и повышение питательной ценности зерна озимой ржи путём экструзионной переработки актуально для увеличения её доли в составе концентратной части рациона животных и увеличения объема ее производства на кормовые цели. Это позволит повысить урожайность сельскохозяйственных культур за счет правильной организации севооборотов, снизит напряженность весенне–полевых работ.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Особенности пищеварения и обмена веществ у жвачных животных

Пищеварение – это физиологический процесс, заключающийся в превращении питательных веществ корма из сложных химических соединений в более простые, доступные для усвоения организмом [47].

Особенностью пищеварения жвачных животных и, в частности КРС, является то, что процесс получения энергии из кормов у них происходит в две стадии. Первая стадия – получение энергии из корма в виде летучих жирных кислот, образующихся в результате ферментации корма микроорганизмами в рубце. Таким образом, корова получает примерно 70% энергии для жизнедеятельности и производства продукции. Вторая стадия – получение питательных веществ из корма путем переваривания в желудке и кишечнике, это 30% энергии для жизнедеятельности и производства продукции и структурные питательные вещества – белки, жиры и углеводы [147].

Вопрос о взаимоотношении кормления и продуктивности животных является и очень старым и в то же время одним из наиболее злободневных. «Вопросы кормления сельскохозяйственных животных, подбор кормов и учет экономической эффективности последних представляет одну из наиболее разработанных глав современной зоотехнии», – писал ещё в 30-е годы XX в. М.М. Завадский, один из основоположников физиологии сельскохозяйственных животных [110].

Не вызывает сомнений, что продуктивность животных зависит от количества и состава корма, но не меньшее значе-

ние имеет их физиологическое состояние, особенности пищеварения и обмена веществ. Без знания этих особенностей невозможна рациональная организация кормления. В связи с этим возникает необходимость в изучении особенностей кормового статуса, который можно определить как совокупность конституционных, физиологических и продуктивных качеств, характеризующих полноценность питания индивидуума. С этой точки зрения недопустим односторонний подход, когда кормовые условия считаются единственным фактором, формирующим продуктивность животных. При организации кормления сельскохозяйственных животных необходимо учитывать всю совокупность внешних факторов среды (размещение, эксплуатацию, микроклимат и т. д.) в единстве с наследственностью организма и состоянием физиологических функций животного [5].

По данным А.П. Калашникова и др., С.Н. Хохрина, Н.Г. Макарецца, полноценное кормление относится к числу важнейших условий, формирующих уровень продуктивности. В структуре затрат на производство продукции на долю кормов приходится от 35% до 70%. И это не случайно, так как пища является не только источником энергетического и пластического материала, но и регулятором обменных процессов. Понимание природы воздействия питания на продуктивность в значительной степени определяется степенью расшифровки конкретных путей влияния пищевых веществ на метаболизм [123; 187; 108; 109].

В самом общем виде требования к питанию состоят в его соответствии потребностям организма в количественном (энергетическом) и качественном отношениях. У высокопродуктивных животных потребность в питательных веществах повышена. Объясняется это тем, что питательные вещества используются не только на поддержание жизнеспособности

организма и самообновления тканей, но и на обеспечение сильно возросших в связи с созданием продукта синтетических процессов.

При организации кормления сельскохозяйственных животных необходимо учитывать видовые и индивидуальные потребности в питательных веществах. Вместе с тем необходимо знание общетеоретических основ питания, тех общих принципов, на основе которых возможно достижение высокой продуктивности и эффективности использования кормов. Ясно, что практика кормления может быть построена на достаточно глубоко обоснованной теории [110].

Разработка научных основ питания ведет начало с работ немецкого химика Юстуса Либиха, который в 1840 г., сформулировал «закон минимума». В соответствии с этим законом урожайность растений зависит от находящегося в минимуме «фактора роста». Под «фактором роста» Либих понимал факторы среды (температура, свет, влажность и др.). Этот закон хорошо иллюстрируется бочкой, собранной из клепок разной высоты. Сколько воды в такую бочку ни лей, её уровень никогда не поднимется выше самой короткой доски.

Закон минимума приложим не только к питанию растений, но и к питанию любых живых существ. Позднее Э.А. Мичерлихом было сформулировано правило совокупного действия факторов, которое может быть дополнением к закону Либиха. Согласно этому закону, продуктивность биологической системы определяется всей совокупностью действующих факторов. В.Р. Вильямс сформулировал закон независимости факторов. Эти законы объединяются в принцип лимитирующих (ограничивающих) факторов. Названные законы послужили базой для разработки строго сбалансированных рационов. С точки зрения технолога организм живот-

ного можно рассматривать как сложную технологическую систему, своеобразное «производство», вырабатывающее продукты из биохимического «сырья». Знание организма сельскохозяйственного животного и его потребностей позволяет с большой долей вероятности не только прогнозировать возможные колебания продуктивности, но и корректировать её изменением характера питания [110].

Потребление корма – начальный этап сложного процесса питания животных, и в свете современных представлений его следует рассматривать в первую очередь как решающий фактор регуляции обмена энергии и уровня продуктивности животных [84].

Вариабельность продуктивного потенциала корма на 70% связана с поедаемостью его и на 30% – с переваримостью. Между поедаемостью корма и концентрацией энергии существует тесная взаимосвязь: уровень концентрации энергии в корме в значительной мере определяет его поедаемость и наоборот, повышение поедаемости корма (в результате различных технологических приёмов подготовки его к скармливанию) снижает требуемый уровень концентрации для удовлетворения потребностей животного в энергии. Уменьшение поедаемости корма на 10% оказывает на поступление энергии такое же влияние, как и снижение переваримости на 6% [14].

Поедание корма представляет собой сложный физиологический процесс, управляемый центральной нервной системой и регламентируемый двумя факторами – голодом и насыщением. Голод у животного возникает вследствие отсутствия или недостаточного поступления корма в организм. По достижении насыщения организма потребность в пище уменьшается. На степень насыщения организма большое влияние оказывает аппетит. Он тесно связан с деятельностью пищевого центра, преимущественно с его отделами в гипота-

ламусе и коре больших полушарий головного мозга. Возбуждение аппетита зависит от содержания в крови продуктов межклеточного обмена, уровня усвоения их клетчаткой, количества в тканях воды. Состояния жировых запасов, сокращения желудка, понижения температуры тела, а также от многих внешних раздражителей, связанных с условно-рефлекторной деятельностью.

Установлены связи между количеством высвобождающегося во время кормления тепла, окружающей температурой и поеданием корма. При скармливании лактирующим коровам кормов богатых сырой клетчаткой в условиях тепла и высокой влажности воздуха быстрее возрастала ректальная температура, чем при потреблении кормов, бедных сырой клетчаткой [111].

Равнозначно с термостатической регуляцией существенное влияние на потребление корма оказывает концентрация отдельных веществ в крови. Высокий уровень эстрогенов в крови перед отелом угнетает аппетит. У жвачных основными сигнальными веществами, регулирующими потребление корма, служат метаболиты рубцового пищеварения. В частности, таким веществом является ацетат. Первостепенная роль этого соединения в регуляции приема корма становится очевидной, если учесть, что в желудочно-кишечном тракте жвачных гораздо больше ацетата, чем глюкозы [30].

В последние годы доказана возможность вызывать депрессию приема корма масляной кислотой и кетоновыми телами, повышенная концентрация которых после приема корма активизирует гипоталамический центр насыщения и угнетает процесс дальнейшего потребления корма [181; 145].

По Г.Ф. Нурбакову, определенное влияние на уровень потребления корма оказывает живая масса животного. Такая коррелятивная зависимость была обнаружена и у крупного

рогатого скота. У лактирующих животных уровень потребления корма на единицу живой массы несколько выше и возрастает с числом лактаций. Из этого видно, что продуктивные возможности животного и связанная с ними потребность в энергии решающим образом влияют на уровень потребления корма. Большое влияние на поедаемость кормов оказывает стадия лактации коров. В первый период лактации коровы потребляют 30% сухого вещества от общего количества за лактацию, во второй период – 27%, в третий период – 21–24%, сухостойный период – 20 – 22%. Безусловно, поедаемость кормов зависит от их качества. Если силос первого класса содержит 0,8 кормовых ед. в сухом веществе, 15% протеина и 27% клетчатки, то такого силоса коровы съедают по 30 – 35 кг, если же силос содержит 32 – 35% клетчатки, только 10 – 12% протеина и хотя бы следы масляной кислоты, то поедаемость силоса уменьшается в два раза [124].

Существенные коррективы в уровень потребления корма вносят физические и химические его характеристики, а так же режим и техника кормления животных. При использовании корма с низким содержанием клетчатки и соответствующей структурой он поедается в больших количествах до полного насыщения питательными веществами. При поедании кормов, богатых клетчаткой и бедных питательными веществами, происходит так называемое механическое насыщение, которое не удовлетворяет потребность животных в энергии, и соответствующий уровень продуктивности.

Увеличить потребление корма можно более частым кормлением, а также удлинением продолжительности кормления. Скорость продвижения и расщепления корма в желудочно-кишечном тракте также немаловажный фактор, определяющий потребление корма. Между переваримостью и по-

едаемостью корма существует прямая корреляция, однако в зависимости от конкретного вида корма она имеет свои особенности. Сухое вещество силоса характеризуется более высокой переваримостью, чем сено (63% против 60%). Хотя эта разница кажется незначительной, однако при условии скармливания этих кормов вволю она может стать значительной. В свою очередь, скорость прохождения кормовой массы зависит от скорости усвоения питательных веществ, и имеются доказательства, что показатель переваримости, обычно составляющий 60-65%, снижается до критических пределов. Потребление сухого вещества грубых кормов может значительно снижаться, если переваримость органического вещества менее 65% [88].

Низкий уровень сырого протеина в рационе жвачных (3-4% в 1 кг сухого вещества) резко уменьшает поедаемость корма. При добавлении в рацион мочевины этот показатель повышается почти на 40%. При перекармливании коров азотистыми веществами, особенно при недостаточном обеспечении рациона энергией, отмечается снижение потребности корма (на 5-10%), уменьшение бактериального синтеза, повышение образования мочевины в организме жвачных животных. Образуются фолликулярные кисты и кисты желтого тела, учащаются случаи эндометрита.

Значительное влияние на потребление корма оказывает его минеральный состав, который формирует специфические вкусовые свойства и воздействует на хеморецепторы пищеварительных органов.

Физические характеристики корма также в значительной мере определяют его потребление. Уменьшение размеров частиц путем их измельчения и прессования существенно увеличивает потребление корма, скорость его прохождения

через желудочно-кишечный тракт и заметно снижает переваримость клетчатки. Однако в этом случае снижение переваримости питательных веществ, вследствие повышенного потребления корма сопровождается уменьшением потерь в виде метана и мочевины, в результате чего обменная энергия потребленного корма снижается незначительно. Измельчение корма основано на гипотезе, предполагающей, что растительный корм (волокно) с частицами длиной более 1 см способствует жеванию и секреции слюны, которая помогает нейтрализовать кислоты, образуемые в течение микробного переваривания корма в рубце. В США проводились исследования с целью определения рекомендуемых размеров частиц фуража (силос кукурузный и сено) и полно смешанного рациона. Уменьшенный размер длины частиц фуража сокращает время, потраченное на жевание, и уменьшает объём слюны, чтобы буферизировать содержимое рубца, вызывает снижение рН. Когда уровень рН падает ниже 6, что связано с увеличением количества молочной кислоты и уменьшением соотношения ацетата и пропионата, ухудшается переваривание клетчатки и снижается жирность молока. Установлено, что потребление частиц более 19 мм отрицательно коррелирует с рН рубца ниже 5,8. Рекомендуемый размер частиц моно корма полно смешанного рациона был установлен следующий: (доля частиц корма, % сухого вещества) <19мм – 5±3%, 19 – 8мм – 40±10%, 8 – 1,18мм – 40±10%, <1,18мм – <20%. Оптимально измельченные грубые корма должны обеспечить необходимое количество клетчатки. Мелкое измельчение корма ведет к снижению доли эффективной клетчатки и ухудшает процессы брожения в рубце. Измельченный корм быстрее пережевывается животным и скорость его продвижения по желудочно-кишечному тракту увеличивается,

животное начинает больше потреблять корма, а вместе с ним и полноценного сухого вещества. За счет этого можно повысить у жвачных потребление переваримой энергии [75; 93].

Удовлетворение потребности коровы в питательных веществах тесно связано с достижением максимальных удоев и одновременно с хорошей плодовитостью. Наилучшим способом удовлетворения потребностей коровы и, соответственно, микрофлоры рубца является скормливание кормов в виде кормосмеси. Скормливание полноценных кормовых смесей – способ кормления, при котором корове единым «пакетом» предлагают питательные вещества, рассчитанные на удовлетворение всех ее потребностей. Преимущество кормосмеси заключается в равномерности протекания процессов пищеварения, поскольку с каждой порцией коровы принимают сбалансированный рацион. Для микрофлоры рубца создаются оптимальные условия, поскольку все питательные вещества и структурообразующие компоненты корма поступают в равномерном соотношении. Колебания величины рН 6,5–7,0 в рубце практически отсутствуют, чем предупреждаются нарушения нормального метаболизма (ацидозы) и достигается более эффективное использование корма. При оптимальном перемешивании кормов выборочное поедание компонентов практически невозможно. Корове не следует предлагать концентраты в чистом виде. Когда корм смешан до однородной субстанции, то животное с каждой порцией корма получает необходимые энергию, протеин, минеральные вещества, витамины и необходимые инкрустирующие вещества, чтобы поставить в рубец жизненно важную клетчатку. Во всех смешанных рационах количество сухого вещества должно составлять 45-50% [167; 176; 178; 30].

Полноценность кормосмеси по протеину на уровне 75-80% может быть обеспечена кормами с содержанием 14-15% сырого протеина при 45-55% водосолерастворимых фракций. Полноценная кормосмесь должна обеспечить организм коровы сырой клетчаткой не менее чем на 18% от сухого вещества, но не более, чем на 26%. Главное её назначение – обеспечить коров летучими жирными кислотами, которые, как известно, образуются микроорганизмами рубца из сырой клетчатки. Но следует помнить, что избыток грубоволокнистых кормов снижает энергетическую ценность кормосмеси [67].

Сопоставление отдельных видов консервированных кормов, широко используемых в практике скотоводства, указывает на существенные различия в потреблении их животными. Консервирование предотвращает деятельность вредных организмов и направляет полезные молочнокислые бактерии на преобразование содержащихся в корме сахаров в молочную кислоту. Молочная кислота в свою очередь превращается в рубце в пропионовую кислоту, которая является важнейшим источником энергии, оказывающим влияние на молочную продуктивность коровы [105; 182].

В частности, силоса жвачные поедают примерно на 20% меньше, чем сена (в пересчете на сухое вещество). Отмеченные различия между сеном и силосом уменьшаются при увеличении содержания сухого вещества в силосуемой массе. Поедаемость силоса повышается при добавлении мелассы, ферментных препаратов, специальных консервантов в процессе закладки зеленой массы. Различия в потреблении сена и сенажа при добавлении в рацион концентрированных кормов практически сглаживаются. Добавление в рацион до 3,5 кг концентратов повышает поедаемость объёмистых кормов среднего и плохого качества. Дальнейшее увеличение дозы

концентратов приводит к вытеснению из рациона объёмистых кормов, при этом, чем выше содержание в них обменной энергии, тем больше процент замещения. В среднем 1 кг скормленных концентратов снижает поедаемость объёмистых кормов на 0,3 – 0,4 кг [89].

На первом этапе обмена веществ между животным организмом и внешней средой стоит подготовка питательных веществ к всасыванию, то есть переваривание корма. В ротовой полости жвачных осуществляется пережевывание корма и обильное смачивание его слюной. В процессе жевания, регулирующей функцию слюноотделения, корм измельчается до частиц величиной 1,2 – 1,6 мм. Слюна выделяется четырьмя парами желез в количестве, зависящем от физико-химических свойств сухого вещества потребленных кормов. Так, на 1 кг сухого вещества силосного рациона в сутки выделяется около 14 л слюны, на 1 кг сухого вещества травы – 32, а на 1 кг сухого вещества сенно-концентратного рациона – 17 л. Общий объем суточного выделения слюны у крупного рогатого скота достигает 180 л.

Измельченный и увлажненный слюной корм попадает в первый отдел сложного желудка – рубец, где он перерабатывается микроорганизмами. У взрослого крупного рогатого скота желудок морфологически и функционально можно разделить на четыре отдела: рубец, состоящий из двух мешков, сетка, книжка и собственно желудок – сычуг, снабженный пищеварительными железами. Ёмкость преджелудков жвачных достаточно велика, рубец коровы вмещает 80 – 120 литров, что связано с необходимостью длительного пребывания в них корма, поскольку для микробиологических процессов требуется определенное время [58].

Через 30 – 70 минут после поедания корма начинается отрыгивание пищевых кормов обратно в ротовую полость

для повторного пережевывания. Повторно пережеванная порция корма, обильно увлажненная слюной, проглатывается и вновь перемешивается с содержимым рубца и сетки.

Быстрота продвижения съеденного и пережеванного после отрыгивания корма от пищевода до сычуга зависит от объема и состава корма, степени его размельчения и содержания в нем жидкости. Попавшая в сычуг пищевая масса обрабатывается соляной кислотой и сычужным соком и начинает перевариваться.

Одновременно с постоянным перемешиванием в результате ритмических сокращений мышц, с обновлением и периодическим перемешиванием содержимого в преджелудках жвачных протекают многочисленные биохимические процессы, связанные с жизнедеятельностью бактерий и простейших. В преджелудках жвачных встречается до 120 видов инфузорий и бактерий, а их количество в 1 мл рубцовой жидкости варьирует от 20000 до 2000000 особей [2]. Многие бактерии рубца являются строгими анаэробами [210; 175], кроме того, значительная часть микроорганизмов рубца представлена некультивируемыми видами в искусственной среде, однако активными в процессах рубцовой ферментации [211].

В связи с этим актуальным является поиск более простых и точных методов для качественного и количественного изучения микрофлоры рубца жвачных. Одним из наиболее перспективных на сегодняшний день является T-RFLP (Terminal restriction fragment length polymorphism) – молекулярно-биологический метод для изучения структуры микробной экосистемы. Данный метод позволяет оценить состояние микрофлоры в желудочно-кишечном тракте животных и определить патогенные микроорганизмы, включая некультивируемые виды [220]. Целесообразность применения этого метода для изучения микрофлоры рубца доказана

многочисленными исследованиями ученых США и ЕС [209]. В США созданы базы данных для идентификации бактерий по длине фрагментов ДНК (Fragment Sorter и др.). В отличие от традиционных методов микробиологии данный прием T-RFLP позволяет анализировать практически все микроорганизмы, существующие в экосистеме [99; 100].

Ферменты бактерий и простейших способны превращать основные питательные вещества корма в форму, доступную для использования самими микроорганизмами. Сами же они и продукты их обмена используются организмом животного.

Микрофлоре рубца для осуществления жизненных функций и синтеза сложных веществ, входящих в состав их тела, необходимы источники углерода, водорода, кислорода, азота и доступной энергии, источниками которых служат высокомолекулярные вещества растительных кормов. Переваривая эти сложные высокомолекулярные продукты своими ферментами для себя, микроорганизмы оставляют в содержимом рубца разрушенные структурные образования тканей растений, содержащие частично гидролизованные органические соединения, и конечные продукты собственного обмена веществ.

Не использованные микроорганизмами, но значительно преобразованные питательные вещества корма и синтезированные ими органические вещества тела перемещаются в нижележащие отделы желудочно-кишечного тракта и перевариваются в нем пищеварительными ферментами. Конечные продукты обмена микрофлоры всасываются в рубце и используются в качестве промежуточных продуктов обмена веществ. При этом потери энергии и отдельных элементов питания в процессе преобразования корма в рубце могут быть весьма существенные, что следует учитывать при орга-

низации рационального кормления животных. Изменение видового состава кормов в рационе приводит к перестройке соотношения отдельных видов в популяции микроорганизмов рубца и, следовательно, к изменению направленности биохимической деятельности микрофлоры преджелудков [46; 163].

Преобразование углеводов в рубце у жвачных животных происходит путем расщепления их с образованием жирных кислот. Оставшаяся часть углеводов, поступивших в кишечник, представляют собой соединения, входящие в состав клеток микроорганизмов рубца. Эти углеводы представлены главным образом веществами клеточных оболочек, а также гликогеноподобным запасным углеводом простейших.

Целлюлоза имеет большое значение в кормлении жвачных животных, хотя еще недостаточно известно о химизме ее ферментативного расщепления в рубце. Установлено, что на переваримость клетчатки в рубце оказывают влияние степень ее лигнификации, физические свойства корма и другие факторы, воздействующие на жизнь бактерий. К последним можно отнести изменение рН рубцовой жидкости из-за недостатка или избытка растворимых фракций протеина, недостатка некоторых минеральных веществ и т.д.

Скармливание сильно измельченных кормов сокращает время нахождения данного корма в рубце, что влечет резкое снижение переваримости клетчатки. По данным исследований Н.В. Курилова и др., максимальная переваримость целлюлозы наблюдается при величине рН рубцовой жидкости в пределах 6,5 – 6,85, что достигается скармливанием 2 г сахара на 1 кг живой массы животного в сутки [95].

Лучшие показатели по переваримости сырой клетчатки установлены при содержании в рационе 40% фракций протеина, от общего содержания сырого протеина. По данным ряда исследований, при добавке в рацион солей фосфора и железа

возрастает активность микроорганизмов, расщепляющих целлюлозу, а повышенное потребление кормовой соли снижает переваримость клетчатки.

По сравнению с клетчаткой крахмал легко деполимеризуется до глюкозы под действием пищеварительного сока в тонком кишечнике и рубец не служит необходимым органом для его переваривания. Сбраживание крахмала в рубце протекает очень медленно и является неэффективным процессом по сравнению с гидролизом в тонком кишечнике, который ведет к быстрому всасыванию глюкозы и содействует прямому включению крахмала в энергетический обмен организма. К тому же образование метана в качестве побочного продукта сбраживания углеводов в рубце представляет собой потерю энергии. Но, тем не менее, крахмал необходим как основной углерод, потребляемый простейшими. Они используют его как энергетическое вещество и откладывают про запас в виде гликогенподобного соединения. В меньшей степени крахмал как питательное вещество нужен бактериям.

Гемицеллюлоза и пектиновые вещества (полисахариды) сбраживаются микроорганизмами рубца, они ферментируются всеми видами целлюлозолитических бактерий с образованием жирных кислот.

Поступившие с кормом сахара активно сбраживаются бактериями и простейшими рубца. В результате сбраживания глюкозы, фруктозы и сахарозы образуются молочная, уксусная, пропионовая и масляная кислоты. Мальтоза, лактоза и галактоза сбраживаются медленнее. Скорость сбраживания простых углеводов зависит от типа рациона. Основной конечный продукт сбраживания углеводов в рубце – жирные кислоты. Их вид и количество играют важную роль в жизнедеятельности животного. В зависимости от соотношения питательных веществ в рационе общее количество, а также доля

отдельных свободных жирных кислот могут повышаться или понижаться [98].

Уксусная кислота составляет, как правило, основную долю жирных кислот. Она образуется в процессе расщепления полисахаридов, при этом в качестве промежуточных продуктов появляются гексозы и пировиноградная кислота. При кормлении животных сеном и травой образование уксусной кислоты происходит более интенсивно. Ацетат после поступления в кровь используется преимущественно в жировом обмене, особенно в синтезе молочного жира.

Пропионовая кислота образуется преимущественно при расщеплении микроорганизмами неструктурных легкопереваримых углеводов – крахмала и сахара, содержащихся в зерновых компонентах. В процессе дальнейших превращений в качестве промежуточных продуктов появляются малоновая, фумаровая и янтарная кислоты. После поступления в кровь пропионат используется в углеводном обмене и участвует в образовании глюкозы и галактозы. Энергия пропионовой кислоты используется преимущественно для образования молока [147].

Масляная кислота образуется после расщепления кормовых белков. Её количество увеличивается после кормления свеклой в результате соединения уксусной и пропионовой кислот или конденсации двух молекул уксусной кислоты.

Преобразование азотистых веществ корма также тесно связано с функциями рубца жвачных животных. Поступившие в рубец белки и азотсодержащие вещества небелковой природы подвергаются воздействию протеолитических ферментов, вырабатываемых микроорганизмами.

На начальной стадии разрушения белковой молекулы осуществляется под действием бактериальных ферментов, которые разрывают пептидные связи в молекуле с образова-

нием полипептидов. Затем полипептиды подвергаются воздействию пептидаз, в результате чего образуются олигопептиды, состоящие из 2 – 3 аминокислот, которые в свою очередь распадаются при участии дипептидазы до аминокислот. Аминокислоты частично дезаминируются и используются микроорганизмами для синтеза белка собственных тканей. В рубце очень обширная группа микроорганизмов, которая использует аммиак в качестве источника азота для синтеза аминокислот. Однако при быстром разрушении поступающих в рубец протеинов образуется много аммиака и микроорганизмы не в состоянии его усвоить.

В основе современного представления об азотистом обмене в организме жвачных животных положены три вывода: 1) количество образующегося в рубце аммиака зависит от типа белка и углеводов, поступивших в рубец; 2) значительное количество аммиака непосредственно из рубца всасывается в венозную кровь и поступает в печень; 3) некоторое количество всосавшегося аммиака возвращается в рубец через стенку и со слюной [13]. Исследования подтверждают, что всосавшийся из рубца аммиак поступает в печень и превращается в мочевины. Мочевина выделяется с мочой или частично возвращается в рубец. По мнению многих исследователей, всасывание аммиака в рубце – бесполезная потеря азота. Имеются сведения, что в рубце гидролизуются от 40 до 80% поступающего с кормом протеина.

Так как степень и скорость разрушения протеина под действием бактериальных ферментов определяются растворимостью протеина в жидкости рубца. При хорошей растворимости протеины в рубце гидролизуются быстрее, а следовательно, здесь всасывается больше аммиака, что ведет к большим потерям азота. Если учесть, что между растворимостью протеина и содержанием в нем лимитирующих аминокислот

существует прямая зависимость, то очевидна невосполнимость этих потерь за счет преобразований белка в рубце.

Для получения высоких удоев и хорошего качества молока большое значение имеет уровень белкового питания. По представлению В.Т. Головань и др., степень использования кормового протеина на молокообразование зависит от ряда факторов, это: концентрация обменной энергии в рационе, уровня сырого протеина, степени его распадаемости в рубце. Результаты их исследований показали, что в первую треть лактации включение в состав рациона коров комбикорма с низкой распадаемостью протеина в рубце способствует достоверному увеличению содержания белка в молоке с 3,4% до 3,61% [48].

В опыте Н.Г. Макарецва, путем подбора компонентов с пониженной естественной расщепляемостью их протеинов был составлен рацион с распадаемостью протеина – 61 – 64%, что привело к увеличению молочной продуктивности на 12,6% за первую треть лактации [106].

Как считает Н.В. Барабанщиков, снижение уровня переваримого протеина в рационах коров до 80 г на 1 кормовую единицу приводит к уменьшению содержания жира и белка в молоке, а увеличение переваримого протеина до 125 г на 1 кормовую единицу, способствует повышению содержания жира (на 0,16%) и белка (на 0,21%) в молоке [9].

Следовательно, рацион, обеспечивающий максимальное использование азота, должен содержать протеин хорошей переваримости в кишечнике и низкой растворимости в рубце. При таком рационе можно ожидать, что в рубце животных будет образовываться небольшое количество аммиака необходимое для синтеза белка рубцовыми микроорганизмами.

Рубец жвачных животных имеет определенное значение и в преобразовании липидов. Под действием липаз бактери-

ального происхождения часть сырого жира корма гидролизуется в рубце. Образовавшиеся ненасыщенные жирные кислоты гидрогенизируются. Основное место переваривания жира – двенадцатиперстная кишка.

При изучении количественных характеристик рубцового пищеварения в опытах на животных с анастомозом, наложенным в области двенадцатиперстной кишки, количество сырого жира, поступающего с химусом в течение суток из желудка в кишечник, всегда значительно превосходит количество потребленного сырого жира. Это объясняется тем, что в эфирный экстракт включаются высокомолекулярные жирные кислоты, образовавшиеся в рубце в результате дезаминирования аминокислот. Уже на первом этапе пищеварения протеин начинает использоваться как источник энергии.

Наиболее высокий уровень липидов наблюдается в пик лактации (7,5–10,7 ммоль/л). Недостаточное количество энергии в рационах коров в период повышенной секреции молока после отела обуславливает мобилизацию жира из депо. У здоровых животных повышение уровня холестерина в крови является следствием недостаточного поступления легкопереваримых углеводов с кормами [194]. Пониженное содержание холестерина в сыворотке крови также служит показателем больших энергетических затрат животных во время отела и неполного восстановления организма, что, скорее всего, связано с нарушением липидного обмена. Учитывая, что синтез холестерина осуществляется из молекул ацетилкоэнзима, можно считать, что в организме коров нет их избытка. Это свидетельствует о низкой вероятности избыточного кетогенеза или недостаточной калорийности рационов [11].

В рубце крупного рогатого скота происходит биосинтез витаминов дополнительно к тем, которые корова получает с кормом. В результате продуцируемое молоко оказывается

значительно обогащенным рибофлавином, тиамином, никотиновой кислотой, пантотеновой кислотой, пиридоксином, витамином В₁₂ и другими витаминами комплекса В. Синтезируется в рубце и витамин К. Витамины А, Д, Е или предшественники витаминов А и Д должны доставляться в организм жвачного животного с кормом. Каротин, поступающий с кормом, может быть разрушен в рубце, и, несмотря на его наличие в кормах рациона, молоко будет обеднено им, а также может развиваться А-витаминоз и у коровы и у ее приплода [62].

Установлено, что содержание некоторых минеральных веществ в молоке зависит от уровня обеспеченности ими коров. Это относится к содержанию в молоке кальция, железа и некоторых микроэлементов. В рубце всасывается значительное количество различных растворимых в рубцовом содержимом минеральных веществ. Основным фактором в поддержании неорганического состава содержимого рубца являются минеральные вещества слюны, выделяемой коровами в больших количествах. Из прочих особенностей минерального обмена является образование микроорганизмами витамина В₁₂ при условии достаточного содержания кобальта в рубцовом содержимом, так как организм животного не способен накапливать кобальт и его ежедневное поступление с кормом обязательно, а также включение серы, сульфатов в аминокислоты (цистин и метионин), в белок рубцового содержимого и белок молока. Для эффективного использования азота в организме жвачных в процессе микробной ферментации необходимо, чтобы на каждые 30 г азота приходилось не менее 2-3 г серы [78].

В рубце возможны нарушения функций обмена веществ, выражающиеся в форме кетоза, токсемии беременности, тимпаните, в снижении жирномолочности, избыточном образовании молочной кислоты, с одной стороны, или

аммиака – с другой. Возможны нарушения обмена, вызываемые сапонитами, нитритами и нитратами, в основе которых лежит диспропорция в составе и свойствах кормовых рационов или поступление с кормом некоторых специфических веществ [186; 187].

Для решения данной проблемы в последние годы в кормлении крупного рогатого скота применяют культуры высушенных живых клеток дрожжей, которые сохраняют, в отличие от кормовых и гидролизных дрожжей, способность к ферментации. Живые дрожжи – это мягкий и эффективный способ корректировать недостатки кормления высокопродуктивных коров. В рубце жвачных они создают анаэробную среду, которая способствует развитию полезной микрофлоры. Для своего роста дрожжи используют кислород рубца, тем самым улучшая условия для роста целлюлозолитических бактерий – анаэробов. Кроме того пробиотические дрожжи продуцируют ферменты, которые расщепляют питательные вещества кормов, в том числе клетчатку. Последовательная и быстрая ферментация грубой клетчатки увеличивает производство бактериального белка, повышает образование свободных жирных кислот – источника энергии для организма, снижает содержание аммиака в рубце, так как он расходуется на образование бактериального белка. Жизнедеятельность живых пробиотических дрожжей в рубце жвачных сокращает образование молочной кислоты, что позволяет контролировать уровень кислотности в рубце. В конечном итоге влияние дрожжей на брожение в рубце благотворно сказывается на здоровье коровы, способствует повышению молочной продуктивности и качественных показателей молока [80].

К особенностям слизистой оболочки сычуга следует отнести секрецию муцина, выполняющего роль протекторанта. Основным продуктом, секретиром, выделяющимся железами слизистой

оболочки сычуга, – сычужный сок, в состав которого входят в основном соляная кислота и пепсин. Главный раздражитель, стимулирующий секрецию сычужного сока, – продвижение содержимого желудка. Липаз и амилаз в сычужном соке не содержится. Биохимические процессы пищеварения в тонком отделе кишечника (двенадцатиперстная, тощая и подвздошная кишки) обусловлены составом выделяемых в его просвет секретов. Главную роль в процессах пищеварения в тонком отделе кишечника выполняют ферменты кишечного и поджелудочного соков, а также составные части желчи.

Переваривание белков продолжается вначале с участием трипсина и химотрипсина поджелудочного сока. При оптимальном рН 7,8 оба эти фермента способствуют расщеплению нативного бактериального белка, а также дальнейшему гидролизу образовавшихся под действием пепсина в сычуге промежуточных продуктов расщепления белка. Устойчивые к действию трипсина и химотрипсина промежуточные продукты переваривания белков (полипептиды и дипептиды) под действием карбосипептидаз поджелудочного сока, аминополлипептидаз и дипептидаз кишечного сока также расщепляются до аминокислот, всасывающихся в основном в тонком кишечнике. После растворения клеточных мембран бактерий и простейших содержащиеся в клетке нуклеопротеиды, углеводы, жиры, жирные кислоты и витамины группы В подвергаются дальнейшему перевариванию.

Дошедшие до кишечника углеводы расщепляются под действием амилазы сока поджелудочной железы. Образующиеся при этом дисахариды подвергаются дальнейшему гидролизу под действием олигаз. Конечный продукт гидролиза углеводов в кишечнике – моносахариды, способные к всасыванию.

Желчь и липазы поджелудочного и кишечного сока участвуют в переваривании жиров в тонком отделе кишечника. Всасывание насыщенных и ненасыщенных жирных кислот происходит в среднем и нижнем отделах тонкого кишечника с участием желчных кислот, выполняющих роль переносчиков. В процессе прохождения пищевых масс через тонкий отдел кишечника всасываются не всосавшиеся в рубце минеральные вещества и витамины.

Прошедшие через тонкий отдел кишечника пищевые массы подвергаются дальнейшему перевариванию в толстом отделе кишечника. Здесь под действием ферментов, вырабатываемых бактериями, происходит остаточное переваривание не расщепившихся целлюлозы и белков. Продукты гидролиза, образующиеся в процессе остаточного расщепления углеводов, белков и жиров, частично всасываются и частично выделяются с калом. Остаточному всасыванию в толстом отделе кишечника жвачных подвергается вода, некоторые соли, аминокислоты и глюкоза [15].

Высокая молочная продуктивность требует оптимизации рационов с целью создания необходимых условий для осуществления основных физиологических функций – пищеварения, дыхания, воспроизводства, инициации иммунологических реакций, витаминно-минерального обмена. Интенсивность обменных процессов у высокопродуктивных животных усиливается при поступлении в их организм протеина, углеводов, липидов, витаминов, макро – и микроэлементов в оптимальном сочетании и в строго определенном соотношении между собой и с учетом физиологической потребности [11].

Продуктивность сельскохозяйственных животных возросла за счет целенаправленного разведения, улучшения кормления и содержания. У молочных коров она достигает 4000–10 000 кг молока и более за лактацию [212; 177].

В целях повышения качества молока необходимо принимать во внимание и изучать многие факторы, способствующие увеличению в нем общего количества сухого вещества, жира, белков, сахара, минеральных веществ, витаминов. Так как при удое 4 – 6 тыс. кг молока за лактацию корова продуцирует 144 – 220 кг белка, 150 – 250 кг жира, 200 – 300 кг лактозы, 6 – 9 кг кальция и 4,5 – 7 кг фосфора. Это большая нагрузка на обменные процессы в организме, а значит, необходимо высококачественное кормление [195].

В значительной степени это обусловлено наследственными свойствами животных. Однако наряду с племенной работой следует использовать и другие факторы, направленные на улучшение состава молока. Важнейшим из них, оказывающим влияние на химический состав молока, является кормление. При этом важны количество, качество и соотношение отдельных кормов, входящих в состав рациона для молочного скота, который должен быть экономически выгодным [113].

1.2 Роль углеводов в кормлении жвачных животных

К важнейшим группам органических соединений, синтезируемых и используемых клетками организма, относятся углеводы. Различают простые и сложные углеводы. Сложные углеводы, или полисахариды, состоят из остатков большого количества молекул простых углеводов – моносахаридов. Углеводы выполняют многообразную роль в организме животного. Некоторые углеводы, соединяясь с белками и липидами, образуют структурные компоненты клеток и их оболочек. Рибоза и дезоксирибоза играют очень важную роль в качестве составных частей ДНК и РНК [47].

Углеводы необходимы животным, так как их количество в корме определяет уровень энергетического питания. Из них как из веществ, легко подвергающихся распаду в организме, высвобождается энергия. Углеводы влияют на интенсивность обмена жиров и протеинов, входят в состав гормонов, коферментов и других биологически активных веществ. Нормированное кормление дойных коров должно основываться на знании их потребности в энергии, питательных и биологически активных веществах, необходимых для синтеза молока, сохранения в норме воспроизводительных функций и здоровья [62; 201; 55].

Потребность в питательных веществах изменяется в зависимости от уровня продуктивности, живой массы, физиологического состояния, возраста животного и других факторов. Для получения высокой молочной продуктивности особое значение имеет обеспечение рационов энергией. При этом необходимо учитывать тесную связь между уровнем потребления корма и концентрацией энергии в нем. При балансировании рационов по энергии и питательным веществам учитывают содержание сухого вещества и концентрацию энергии и питательных веществ в нем. Для поддержания нормального состояния обмена веществ, жвачным животным необходимы конкретные углеводы, входящие в состав корма. Обычно за счет углеводов, и в меньшей степени за счет жира и протеина удовлетворяется потребность организма в энергии [114].

На крупных фермах и комплексах коровы получают полнорационные кормосмеси, приготовленные в миксерах. Нормы потребности в питательных веществах основаны на факториальном методе. Расчет суточного рациона и концентрации питательных веществ осуществляют по сухому веще-

ству. В среднем коровы потребляют 2,8 – 3,2 кг сухого вещества в расчете на 100 кг живой массы, а высокопродуктивные – 3,5 – 3,8 кг и в отдельных случаях – до 4 – 4,7 кг. С увеличением удоя должна увеличиваться и концентрация энергии в 1 кг сухого вещества рациона. В противном случае животное не сможет удовлетворить потребность в энергии. Наименьшим содержанием энергии в 1 кг сухого вещества должно быть не ниже 0,8 ЭКЕ, или 8 МДж обменной энергии. У лактирующих коров с удоем 28 кг и более в сутки концентрация энергии в 1 кг сухого вещества может достигнуть 1,14 ЭКЕ, или 11,4 МДж обменной энергии [34; 108; 144].

У новотельных высокопродуктивных коров в первые 10 недель лактации потребность в энергии не обеспечивается за счет поступления с кормами. Поэтому полное удовлетворение животного в энергии на образование молока происходит за счет использования резервов тела, в основном жировой ткани. Расходование депонированного жира у коров начинается уже за 1 – 2 недели до отела (в ряде случаев на фоне еще продолжающегося нарастания количества белка в теле) и резко возрастает после отела [214]. Мобилизация жировых запасов у коров повышенной и средней упитанности обычно длится 1 – 2 месяца, напротив, у животных низкой упитанности израсходованные запасы жира могут восстанавливаться уже с первых недель лактации [215; 125; 133]. За счет внутренних энергетических резервов коровы могут дать до 1000 кг и более молока, тогда как резервы белка ограничены и их хватает не более, как на 100 – 125 кг молока. В результате у коров отмечается снижение упитанности и живой массы в среднем от 0,5 до 1,5 кг в сутки, допускается потеря живой массы коров до 1 кг в сутки, что удовлетворяет потребность в энергии для синтеза примерно 9 кг молока [5].

Несмотря на то, что энергия тела более эффективно используется в процессе синтеза молока, чем энергия корма (соответственно 82 и 64%), все же процесс «сдаивания с тела» является нежелательным. Большое снижение живой массы у коров приводит в последующем к снижению воспроизводительной способности животных и их молочной продуктивности, а также к дополнительным затратам энергии (на 16%) для восполнения жировой ткани тела [204].

Многие ученые считают, что первопричина возникновения кетоза – гипогликемия, неадекватность полученной с кормами энергии ее расходу. При недостаточном поступлении в кровь глюкозы и основного ее источника – пропионовой кислоты, увеличение ее расхода на образование большого количества молока снижается утилизация уксусной и масляной кислот – инициаторов кетогенных процессов [96; 72].

Основным источником энергии для жвачных животных служат углеводы (сахар, крахмал, клетчатка), составляющие основную часть органического вещества растительных кормов (от 40 до 80%). Поэтому количественно в питании животных углеводы занимают первое место, хотя в теле животных углеводов практически не содержится, за исключением небольшого количества глюкозы, а также гликогена в печени и мышцах [187].

Уровень энергетического питания в организме сельскохозяйственного животного определяют такие углеводы как: крахмал, сахароза, глюкоза, мальтоза, фруктоза и другие. При окислении 1 г углеводов в организме животных выделяется 17,17 кДж энергии. Углеводы оказывают влияние на интенсивность обмена жиров и белков. Энергетические углеводы в организме окисляются до углекислого газа и воды с выделением энергии, которая необходима для поддержания нор-

мальной температуры тела, работы мышц и внутренних органов. Избыточное количество углеводов в организме откладывается в виде жира. Таким образом, углеводы в виде гликогена и жира являются резервными веществами в теле животных. Углеводы необходимы для работы мышц и тканевого дыхания клеток с окислением до углекислоты и воды, причем освобождающаяся энергия идет на обеспечение процессов мышечного сокращения. При мышечной работе содержание глюкозы в крови и гликогена в мышцах снижается. Снижение уровня глюкозы в крови вызывает расщепление гликогена печени. И этот процесс продолжается до тех пор, пока содержание глюкозы в крови не дойдет до нормального уровня [126; 41].

Структурным материалом в организме животного являются такие углеводы, как лактоза, манноза, галактоза, рафиноза, рибоза и другие, они входят в состав клеток, органов и тканей. Структурные углеводы принимают участие в синтезе аминокислот в организме, способствуют повышению в 2 раза усвоения кальция, содержащегося в корме, ускоряют процессы окостенения костной ткани. Скармливание кормов, содержащих структурные углеводы, особенно полезно молодняку, беременным и лактирующим животным, у которых минерализация костяка и образование кальциевых соединений в молоке имеют первостепенное значение. Длительное кормление животных по рационам с недостаточным количеством кормов, содержащих структурные углеводы, сопровождается задержкой роста, снижением продуктивности и увеличением костных заболеваний.

Углеводы в организме могут легко превращаться в жиры. При концентратном типе кормления коров происходит превращение пропионовой кислоты в глюкозу, в результате

создаются условия для синтеза жира в тканях организма (коровы жиреют). Контролем этого служит снижение уровня общих липидов в крови (норма около 800 мг %). Этот процесс происходит не только при избыточном употреблении с кормом углеводов, ведущем к ожирению, но и при нормальном содержании углеводов в рационе, когда масса животного остается без изменений. Значение углеводов в организме животных не исчерпывается их использованием как энергетического материала и способностью превращаться в жиры. Углеводы играют большую роль в экономном расходовании белков, а также в синтезе белков тела и составных частей молока животных [186].

Для жвачных животных углеводы необходимы не только как источник энергии и вещества для выполнения обменных функций, но и для обеспечения условий нормального функционирования микрофлоры рубца. Деятельность микроорганизмов (инфузорий, простейших), населяющих рубец жвачных, зависит от углеводного состава кормового рациона и требует разных форм углеводов – в одном случае легко и быстро усвояемых и интенсивно ферментируемых, это сахар и крахмал, иногда умеренно или трудно усвояемых, таких как клетчатка, декстрин, инулин и другие. Так, для ускорения микробного синтеза аминокислот и витаминов группы В и К в рубце жвачных животных необходим сахар корма, а для синтеза низкомолекулярных летучих жирных кислот (ЛЖК), являющихся предшественниками жира молока, требуется клетчатка корма. Поэтому при нормировании углеводного питания жвачных животных особое внимание обращают на регулирование содержания в кормовых рационах сахара и клетчатки. Недостаток в кормах этих углеводов у дойных коров ведет к снижению синтеза аминокислот и витаминов в

организме и катастрофическому падению жирности молока. Понижение жирности чаще всего наблюдается при кормлении коров по рационам, в структуре которых грубые корма, богатые клетчаткой, составляют менее 35% переваримого сухого вещества [110].

Особенно необходима клетчатка для дойных коров в пастбищный период. Недостаток клетчатки в молодой траве повсеместно является главной причиной снижения жирности молока в первые 3-5 недель пребывания животных на пастбище. В этот период уровень клетчатки в рационе может снизиться до 10% и содержание жира в молоке соответственно с 3,6 снижается до 3 %. И только по мере вегетации растений, когда содержание клетчатки в них повышается до 22–23%, жирность молока у коров восстанавливается. Но если дополнительно к пастбищному корму в течение двух недель после выгона животных на пастбище давать коровам сено хорошего качества, то жирность молока удерживается практически на исходном уровне. Поэтому на первый период пастбищного содержания коров на ферме надо иметь запас сена с содержанием 9,5 МДж обменной энергии в 1 кг сухого вещества или добавлять сахаросодержащие корма, поскольку молодая трава содержит мало клетчатки и имеет недостаточную концентрацию сахаров. При пониженном содержании клетчатки в кормах целесообразно включать в рационы минеральные буферные смеси. Наилучший эффект получается при совместном использовании бикарбоната натрия, бикарбоната калия и карбоната магния в количестве до 0,5% от сухого вещества рациона. Для восстановления жирномолочности коров рекомендуется также применять ацетат натрия в дозе 300 – 500 г на голову в сутки [186; 188; 108; 109].

Функцию по поддержанию генетически обусловленного уровня жирномолочности коров выполняет не сама по себе клетчатка рациона, а продукты ее микробного расщепления в преджелудках животного. Образующиеся при этом низкомолекулярные летучие жирные кислоты – уксусная, пропионовая и масляная – всасываются в кровь, поступают в молочную железу, где и принимают участие в синтезе примерно половины всего молочного жира в удое. Необходимо отметить, что такое участие этих кислот в биосинтезе молочного жира обеспечивается лишь в том случае, если они образуются в соотношении: 60–70% уксусная кислота, 15–20% пропионовая, 5–15% масляная. Данное соотношение жирных кислот у лактирующих животных достигается при оптимальном уровне клетчатки в рационах коров, равном 18–26% от сухого вещества. Поэтому, содержание клетчатки в рационах разных видов и половозрастных групп животных неодинаково. Например, уровень клетчатки в рационах коров зависит от их продуктивности и периода (фазы) лактации. Когда в кормах рациона недостает клетчатки, то у животных уменьшается выделение слюны, которая имеет высокую щелочность (рН=8,1), в результате снижается кислотность в рубце, что приводит к уменьшению количества и ослаблению активности микрофлоры, расщепляющей клетчатку, и, как следствие, к образованию в рубце большого количества уксусной кислоты [25; 5; 55; 147].

В США для высокопродуктивных коров установлена норма сырой клетчатки в пределах 15% от сухого вещества. Избыточное количество сырой клетчатки в рационах снижает переваримость не только её, но и других питательных веществ. Сырая клетчатка дает приблизительное представление о различиях в степени переваримости кормов. В процессе

химического анализа корма под действием кислот и щелочей часть гемицеллюлоз, целлюлозы и лигнина растворяется, фильтруется и при подсчете учитывается в биологически экстрактивных веществах (БЭВ). То есть истинная картина содержания углеводов искажается [38].

Более полную информацию о качестве корма и его переваривании можно получить при определении нейтрально-детергентной и кислотно-детергентной фракций структурных углеводов, включающих целлюлозу, гемицеллюлозу и лигнин. Под нейтрально-детергентной клетчаткой (НДК) подразумевается сумма структурных углеводов клеточной стенки, состоящей из гемицеллюлозы, целлюлозы и лигнина, а под кислотно-детергентной клетчаткой (КДК) – целлюлозу+лигнин. Если количество НДК коррелирует с потреблением сухого вещества корма, то КДК – с его переваримостью. Каждый корм имеет свою степень распадаемости НДК в рубце: трудно расщепляемая остается в нем дольше, поддерживая высокий уровень наполнения и снижая общее количество съедаемого корма и продуктивность животного. Корма с быстро-детергируемой НДК в рубце могут проходить через желудочно-кишечный тракт с большей скоростью, а значит, их требуется больше. Чем ниже уровень НДК в корме, тем выше потребление сухого вещества. Следовательно, этот показатель подходит для прогнозирования затрат сухого вещества [79; 38].

Следует учитывать, что общее содержание крахмала в рационе не должно ингибировать переваривание клетчатки за счет снижения рН и приводить к снижению жира в молоке за счет интенсивного образования пропионовой кислоты и снижения доли уксусной. Это происходит при содержании крахмала в рационе в пределах 13-23% от сухого вещества рацио-

на. Норма сахара в рационе не должна превышать 13% от сухого вещества [79].

Из группы углеводов для животных большое значение имеют пектиновые вещества, которые обладают бактерицидными свойствами. Физиологическая функция пектинов заключается в том, что они защищают организм от различных токсических веществ, образующихся в результате обмена. Пектины способствуют выведению из организма тяжелых металлов. Много пектиновых веществ содержится в свекле, моркови и других корнеплодах.

Важнейшими кормовыми факторами, повышения эффективности использования энергии рациона высокопродуктивными коровами, являются уровень и соотношение клетчатки, легкогидролизуемых углеводов (сахар, крахмал) и легкорастворимых фракций протеина. Нормой содержания в рационах дойных коров следует считать: сахара – 8 – 10%, крахмала – 10 – 13%, клетчатки – 20 – 25% от сухого вещества рациона [79].

Оптимальное поступление сахара в рубец (1 – 2 г на 1 кг живой массы) оказывает стимулирующее действие на переваримость клетчатки микроорганизмами. Для эффективного использования клетчатки и других питательных веществ кормов необходимо определенное соотношение легко – и трудногидролизуемых углеводов и протеина в рационе.

Оптимальное количество клетчатки в рационе коров в процентах от сухого вещества составляет 28 при суточном удое до 10 кг молока, 24 при удое 11 – 20 кг, 20 при удое 20 – 30 кг и 18 – 16 при удое свыше 30 кг. При этом для высокоудойных коров крайне важно учитывать в рационе содержание структурной клетчатки (оптимальный уровень составляет 12%), которая содержится в основном в грубых кормах и оказывает положительное воздействие на течение ферментатив-

ных процессов в преджелудках, образование уксусной кислоты и повышение содержания жира в молоке [29; 108; 109].

Нормирование сахаропротеинового соотношения в рационах жвачных является необходимым для нормального течения физиологических процессов в организме животного. При этом лучше усваивается протеин, органические кислоты, каротин и минеральные вещества корма, повышается микробный синтез аминокислот и витаминов группы В и К, а также создаются более благоприятные условия для жизнедеятельности полезной микрофлоры в рубце. Это способствует сохранению здоровья и повышению продуктивности.

Длительное нарушение сахаропротеинового соотношения в рационах стельных коров приводит к рождению физиологически незрелых телят и к более частым заболеваниям телят диспепсией. Недостаток или избыток сахара и крахмала, неправильное соотношение их между собой, и с протеином, сопровождается нарушением углеводно-жирового обмена, что сопровождается повышением в крови уровня кетоновых тел и приводит к кетозу. Низкая концентрация сахара и крахмала в рационе снижает резервную щелочность в крови, значительно увеличивает сроки инволюции половых органов, тормозит возбуждение полового цикла у коров, нарушает выработку гипофизом гонадотропного гормона и созревания яйцеклеток [140; 141; 54].

Интенсивность биоэнергетических процессов в организме животных зависит от уровня углеводов в рационе. Известны два магистральных пути, по которым происходит расщепление и полное окисление углеводов корма в организме: гликолитическое и окислительное фосфорилирование. Варьируя соотношением крахмала и протеина, можно регулировать эти метаболические пути, играющие важную роль в углеводном и энергетическом обменах. Для эффективного

использования комбикормов в рационах дойных коров на каждые 100 г переваримого протеина должно содержаться 80–150 г сахара и в 1,5–2 раза больше крахмала. Снижение сахаропротеинового отношения до 0,4 – 0,5 ведет к ухудшению переваримости и усвояемости питательных веществ рациона [94; 117].

Избыток сахара неблагоприятно отражается на переваримости сложных углеводов, прежде всего сырой клетчатки [26].

Рассматривая механизм сберегающего действия сахара в отношении незаменимых жирных кислот, следует помнить о том, что они являются крайними позициями единого процесса углеводно-жирового обмена. Следует также учитывать два крупных положения современной физиологии. Первым из них является положение о поэтапном усвоении и использовании питательных веществ. Вторым – факт наличия сезонных особенностей в протекании процессов обмена у жвачных, которые особенно заметны при стойлово-пастбищной системе содержания молочного скота [86].

Одним из аспектов поэтапного усвоения является путь от углеводов корма через ЛЖК рубцового содержимого к триглицеридам молочной железы и запасующих тканей. Именно на этом пути эффективно влияние инсулина. Другой аспект предполагает использование жирных кислот кормов на биосинтез холестерина и его эфиров, а также фосфолипидов. Именно эта сторона обмена липидов нарушается в условиях конца зимнего стойлового содержания в районах с продолжительной зимой. Этому способствует и порча незаменимых жирных кислот в кормах при хранении и связанный с этим недостаток названных кислот для удовлетворения текущих обменных нужд организма весной. В то же время, особенно при усиленной эксплуатации коров и в периоды

критических физиологических состояний, создается повышенная потребность и в полноценных энергетических веществах, и в незаменимых жирных кислотах. Именно поэтому в эти периоды и на таких животных получают максимальный эффект от скармливания добавочного сахара [101].

Создание более высоких концентраций незаменимых жирных кислот за счет участия сахара и инсулина в размещении заменимых жирных кислот в работающих и депонирующих тканях – это лишь промежуточный этап продуктивного действия сахара. Заключительным следует считать использование линоленовой и особенно линолевой кислоты клетками секреторных тканей, каковыми являются и яичник, и молочная железа, на построение липидной основы биомембран. Мембранообразование является основой для формирования мультиферментных комплексов биосинтеза новых веществ, через который идет улучшение продуктивных и репродуктивных качеств в данном случае лактирующих коров [90].

1.3 Источники углеводов для жвачных животных

Основным источником углеводов для жвачных животных служат корма растительного происхождения, в которых углеводы по физико-химическим свойствам делятся на моносахариды (фруктоза, глюкоза, галактоза, манноза, рибоза, ксилоза, арабиноза), дисахариды (мальтоза, сахароза, лактоза, целлобиоза), трисахариды (раффиноза) и полисахариды (крахмал, клетчатка, декстрин, инулин, гликоген печени, пектиновые вещества). По роли, которую углеводы играют в обмене веществ, они делятся на энергетические (крахмал, сахароза, глюкоза, мальтоза, фруктоза и др.) и структурные (лактоза, манноза, галактоза, рафиноза, рибоза и др.). Лактозы много в молоке; маннозы – в зерне ячменя и пшеницы, хвое,

дрожжах; галактозы – в корнеклубнеплодах, бахчевых, льняном семени, жмыхах; раффинозы – в сахарной свекле, в зернах ржи и пшеницы. По превращениям в пищеварительном тракте животных углеводы делятся на легкоусвояемые (все моносахариды, дисахариды и из полисахаридов – крахмал) и трудноусвояемые (все полисахариды, кроме крахмала). При исследовании биохимического состава кормов выделяют клетчатку и безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ) [187; 112].

В больших количествах содержатся сахара в сухом веществе корней сахарной (50–55%), полусахарной (40–50%), кормовой свекле (30–35%) и кормовой патоке (60–65%). Скармливание их значительно улучшает использование протеина, минеральных солей, витаминов. В данном случае запасы витамина D расходуются довольно экономно. Кроме того, скармливание коровам турнепса, моркови, кормовой свеклы в зимнее время увеличивает содержание жира в молоке. Введение в зимний рацион картофеля повышает удои, не влияя при этом на жирность молока и качество получаемого из него масла [188].

В сухом веществе злаковых трав в ранние фазы вегетации содержание сахара может достигать 10–12%, а в злаковом сене – 5–8%. В меньших размерах накапливаются сахара в зеленой массе бобовых культур. Многолетние травы в ранние фазы вегетации содержат оптимальное количество легкопереваримых питательных и биологически активных веществ. У бобовых – это начало (позднеспелые сорта) и полная бутонизация, у злаковых – выход в трубку. Но в это время затруднена консервация сырья из-за повышенного содержания в траве белка и воды. Поэтому основу кормосырьевого конвейера должны составлять специальные посе- вы много-

летних бобовых трав и однолетних смесей, которые следует использовать как сырьё для заготовки сена, сенажа и кормов искусственной сушки. В таком конвейере многолетним травам отводится 70–80% площади. Доля однолетних трав, дающих сырьё рано весной и осенью, когда многолетние травы в силу биологических особенностей не обеспечивают потребности в питательной зелёной массе, должна составлять 20–30%. По результатам всесторонних научных исследований, проведенных отделом кормопроизводства Пермского НИИ сельского хозяйства установлено, что кормосырьевой конвейер на основе бобовых культур гарантирует бесперебойное поступление зеленой массы с концентрацией обменной энергии не ниже 10 МДж в 1 кг абсолютно сухого вещества и содержанием протеина более 18% в течение 120–130 дней – с мая по сентябрь, с высоким коэффициентом энергетической эффективности [36].

Злаковые травы оказывают большую роль в укреплении кормовой базы животноводства. При соблюдении технологии заготовки кормов многолетние злаки обеспечивают самые дешевые и высококачественные корма. В среднем злаковые травы, убранные до колошения, дают довольно концентрированный корм: содержат – 18,1% сырого протеина, 3,9% жира, 44% безазотистых экстрактивных веществ и не более 25% клетчатки (на абсолютно сухое вещество). В период традиционной уборки на сено (фаза цветения) содержание протеина уменьшается до 10–11%, а удельный вес клетчатки увеличивается до 30–32% [223; 224; 179].

Высокая технологичность приготовления силоса из провяленных трав (30-40% сухого вещества) и сведение к минимуму потерь питательных веществ делает этот способ консервирования более эффективным, чем сенажирование и

сушка. При быстром (не более суток) провяливание трав в ясную или даже пасмурную погоду в скошенных растениях гидролизуются сложные углеводы, преимущественно гемицеллюлозы, отчего в подсушенной массе увеличивается содержание сахаров до 20% в 1 кг сухого вещества корма. Реакции сопровождаются также переаминированием аминокислот и образованием биологически активных веществ. При провяливание дольше суток (до влажности 50-55%) интенсивно окисляются сахара и частично гидролизуются протеиновые соединения. Качество полученного корма снижается даже в сравнении с исходной растительной массой [19; 120].

Запаздывание со сроками кошения трав приводит к недостатку как важнейших компонентов корма – обменной энергии и протеина, так и к ухудшению прочих показателей. Количество обменной энергии в травостоях растет до фазы «начало цветения», далее держать зелёную массу в поле невыгодно, содержание обменной энергии в кормовом сырье начинает снижаться. Эта закономерность является общей для подавляющего большинства травянистых растений. Своевременное скашивание травы является самым важным условием получения кормов высокого качества. В понятии «своевременное», кроме выбора оптимальной фазы развития растений, входит правильный выбор времени в течение суток. Лучшим сроком считается скашивание в утренние часы, начиная от рассвета и до 10-11 часов. В этот период растения имеют максимально высокое качество травы и, что не менее важно, хорошо сохнут в течение оставшейся части суток. В основе этой рекомендации учтены физиологические основы быстрого увядания растений. Кроме того, только утреннее скашивание позволяет завершить все процессы по заготовке сенажа в течение одних суток и избежать потерь сухой массы и питательных веществ при сушке ночью. Если растения

скашивать во второй половине дня, то они лежат в поле более суток, и начинается нарастающий процесс потери сухого вещества. При низком качестве корма значительная часть энергии растений не усваивается и не участвует в обменных процессах. В России средняя концентрация обменной энергии в травяных объёмистых кормах составляет 8,5 МДж на 1 кг сухого вещества корма. Этой энергии хватает на поддержание жизни коровы и получения 5 – 6 кг удоя в сутки. Поэтому недостающую до нормы потребности обменную энергию и протеин восполняют за счет скармливания повышенных доз концентратов [23].

Высокое питательное качество сенокосных кормов превосходит концентрированные корма более низкой стоимостью и лучшим приспособлением к пищеварительному тракту скота [221; 222].

Крахмал преимущественно накапливается в семенах и клубнеплодах (до 50–70% сухого вещества). Вегетативная масса растений содержит небольшое количество крахмала – 1,5–2%. В земляной груше (топинамбур) найдена особая форма крахмала – инулин. Сахар и крахмал служат источником энергии не только для организма жвачных, но и для микрофлоры преджелудков. Поэтому для эффективного использования питательных веществ рациона содержание сахара и крахмала должно быть в определенных соотношениях с концентрацией протеина. Углеводно-протеиновое отношение (сахар + крахмал к протеину) должно составлять 2,5–3 [55].

Содержание клетчатки зависит от вида и фазы развития растений. В молодых растениях находится в основном целлюлоза, а в процессе роста происходит накопление лигнина: в большей степени в стеблях и в меньшей – в листьях. Мало лигнина в корнеклубнеплодах.

Содержание сырой клетчатки в соломе озимых злаков достигает 40–45%, а в соломе яровых культур – 30–35%. В зерне овса и ячменя содержится 5–9% сырой клетчатки, а в зерне кукурузы и пшеницы – 2–4%.

Между количеством сырой клетчатки в корме и его питательной ценностью существует обратная связь. Как повышенный, так и пониженный уровень клетчатки в рационах животных отрицательно влияют на использование питательных веществ. Поэтому, содержание клетчатки в рационах коров по периодам физиологического цикла должно быть разным. Так, содержание сырой клетчатки в 1 кг сухого вещества рациона у коров в сухостойный период с 60 по 20 день до отела должно быть на уровне до 26%, с 20 дня до отела – в пределах 23%, с отела до 15 дня лактации – от 15 до 20%, с 15 по 120 день лактации – 15-20%, со 121 по 260 день лактации – 18-22%, с 261 дня лактации до запуска – не более 26%. Для поддержания высокого уровня энергии в рационах лактирующих коров применяют корма с высокой энергетической питательностью – зерновые корма [21].

1.4 Подготовка зерновых кормов к скармливанию

Интенсивное животноводство не может развиваться без производства достаточного количества концентрированных кормов, так как они в единице объёма содержат наибольшее количество легкопереваримых питательных веществ. Особый удельный вес из концентратов занимают зерновые корма и комбикорма. По химическому составу зерновые корма делят на богатые углеводами (зерна злаковых) и протеином (зерна бобовых). Они отличаются высокой энергетической питательностью (от 1 до 1,3 ЭКЕ в 1 кг корма), хорошей переваримостью органического вещества (70-90%), большим со-

держанием фосфора, витаминов группы В (особенно тиамин) и витамином Е [57].

Однако зерновые корма имеют и существенные недостатки: протеин зерновых кормов обладает относительно низкой биологической ценностью; в них мало кальция и почти отсутствует каротин. Умеренные дачи зерновых кормов повышают питательность и полноценность рационов, а следовательно, способствуют увеличению продуктивности сельскохозяйственных животных. Концентраты в рационах коров в среднем составляют около 25% питательности, при кормлении высокопродуктивных коров – 35–45% и больше [123].

Высокий уровень концентратного питания нежелателен. При этом у животных могут происходить нарушения белкового и минерального обменов; возможны заболевания печени, почек и других органов; снижается воспроизводительная функция коров; нарушается рубцовое пищеварение, повышается кислотность рубцовой жидкости, изменяется соотношение летучих жирных кислот – накапливается пропионовая кислота и резко уменьшается образование уксусной, что вызывает снижение жира в молоке на 0,4–0,5% [60].

Наряду с увеличением производства фуражного зерна не менее важно повышение эффективности его использования. Зерновые корма надо скармливать после специальной подготовки. Подготовка кормов значительно повышает переваримость и усвояемость питательных веществ животными. При скармливании неподготовленного зерна потери составляют 10–25%. Подготовка зерновых кормов к скармливанию подразделяется на приемы: механические (измельчение, дробление, плющение, смешивание, гранулирование), тепловые (запаривание, варка, поджаривание, микронизация), биологические (проращивание, ферментация, осолаживание,

дрожжевание), химические (обработка влажного зерна органическими кислотами), влаготепловые (экспандирование, экструдирование, кавитация, флакирование, гидробаротермическая обработка) [109].

Измельчение и дробление зерна – наиболее простые и доступные способы, в результате применения которых разрушаются поверхностные пленки и улучшается переваривание питательных веществ зерна, а также увеличивается его поедаемость. Степень измельчения зерна влияет на поедаемость, скорость прохождения через желудочно-кишечный тракт и находится в тесной зависимости от возраста и особенности пищеварения различных видов сельскохозяйственных животных. Для крупного рогатого скота рекомендуется средняя и большая крупность помола зерна (величина частиц- 1,5-4 мм).

Плющение зерна – перспективный способ подготовки зерна к скармливанию. Плющенное зерно успешно используется в рационах крупного рогатого скота. Влаготепловая обработка зерна с последующим его плющением (флакирование) способствует улучшению вкусовых качеств и поедаемости кормов, повышает питательную ценность углеводного и протеинового комплексов в зернах злаковых и бобовых культур, снижает затраты энергии организма животного на переваривание питательных веществ корма. В процессе переработки происходит расщепление сложных сахаров, крахмал утрачивает первоначальную структуру и легко подвергается воздействию фермента амилазы. Плющение зерна предполагает для его хранения и последующего скармливания консервирование.

При консервировании плющеного зерна происходит частичное ферментативное расщепление крахмала, «растворе-

ние» протеиновых оболочек крахмальных зерен в результате биохимических и микробиологических процессов. Плющение с консервированием позволяет использовать в кормлении животных зерно озимой ржи, которое обладает определенными недостатками. Это способствует повышению питательной ценности углеводного и протеинового комплексов, позволяет снизить содержание антипитательных веществ в зерне озимой ржи. Содержание переваримого протеина в корме после хранения было на 22% больше, чем в исходном материале. Содержание переваримой клетчатки снизилось с 23,59 до 16,63 г/кг, а переваримых безазотистых экстрактивных веществ незначительно увеличилось с 758,01 до 766,16 г/кг абсолютно сухого вещества. Скармливание дойным коровам плющеной консервированной ржи в количестве 37,5% от массы зерновой части концентрированных кормов не оказало отрицательного влияния на физиологическое состояние животных [143].

По данным С. Спиридонова, в плющеном консервированном ячмене содержание сахара в зерне повысилось в 1,7 раза, содержание клетчатки снизилось на 22,5%, а крахмала – на 26% [164].

По результатам исследований Г. Лаптева, переваримость плющеного зерна, полученного с биопрепаратом Биотроф-600, составила 88,6% и оказалась выше, чем заготовленного с химическим консервантом (85,8-86,5%) [97].

Осолаживание концентрированных кормов проводят в теплом помещении (18–20 °С) в специальных ёмкостях (ящик, корыто, чан) путём смешивания 100 кг дробленого зерна со 150–200 л воды температурой 90 °С, добавляют 1–2% солода (пророщенного ячменя, овса или ржи) от массы дробленого зерна и после тщательного перемешивания

оставляют на 3–4 часа, поддерживая температуру 55–60 °С. В процессе осолаживания часть имеющегося в корме крахмала под действием фермента зерна диастазы превращается в сахар (мальтозу). Корм хорошо поедается всеми животными, так как под действием ферментов содержание сахара в нем повышается с 1–2 до 8–12% и корм приобретает сладковатый вкус [198].

Дрожжевание концентрированных кормов. На 100 кг мучного корма берут 0,5-1 кг пекарских дрожжей и разводят в теплой воде. В ёмкость для дрожжевания вливают 100-150 л теплой воды при температуре 35-40 °С, добавляют разведенные дрожжи и при перемешивании вносят мучной зерновой корм. Оптимальная температура для дрожжевания считается 20-25 °С. Через каждые 30-40 мин массу необходимо перемешивать, что будет способствовать усиленному размножению дрожжевых клеток. Через 6-8 часов дрожжёванный корм можно скармливать крупному рогатому скоту. Животных приучают к жидким кормовым дрожжам постепенно и дают следующие дозы, кг: дойным коровам в зависимости от продуктивности – 5–15; сухостойным коровам – 5; молодняку крупного рогатого скота в возрасте от 6 до 12 месяцев – 5–8 кг; молодняку крупного рогатого скота от 12 до 18 месяцев – 8–10 кг [56].

Проращивание зерна проводится для повышения его питательности за счет осахаривания крахмала, увеличения содержания растворимых азотистых соединений, витаминов группы В и витамина Е. В состав зеленых кормов входят природные антиоксиданты, способствующие понижению окислительных процессов в организме животного, а также обеспечивающие общую резистентность всего организма. Зерно вначале замачивают до набухания, а затем проращи-

вают на противнях с сетчатым дном в течение 3–5 дней в условиях тепла и достаточного освещения. Пророщенное зерно скармливают производителям всех видов за 2–3 недели и в период их интенсивного использования [42].

Гидропонный корм получают при проращивании зерна злаковых или бобовых в течение 7-8 дней на специальных растворах при интенсивном освещении. Опыты на лактирующих коровах показывают, что гидропонный корм значительно повышает надой молока и его жирность. Ученые утверждают, что пророщенное зерно превосходит натуральное по содержанию протеина, незаменимых аминокислот, микроэлементов, витаминов Е и группы В. В процессе проращивания активизированные ферменты превращают сложные питательные вещества в простые соединения, что повышает усвояемость питательных веществ. В частности, крахмал разлагается до простых сахаров, белки – до аминокислот, жиры – до жирных кислот [136; 32].

Разработана технология производства комбинированного зеленого корма (КЗК) на субстрате биофос – в основу технологии получения которого положена ускоренная биоферментация навоза, помета, торфа, опилок, соломы и других углеродсодержащих субстратов аэробными термофильными микроорганизмами. Зерно проращивается до высоты 15-18 см при температуре 16-18 °С, люминесцентном освещении (ЛД 40) и относительной влажности 75-80%. Рекомендуется скармливать молодняку КРС и сухостойным коровам, что позволяет уменьшить расход концентратов в рационе на 30% [61].

Ферментация зерновых кормов. Умелый подбор ферментного препарата с определенной активностью (целлюлазной, ксиланазной, β-глюканазной и другие) или композиции ферментов в соответствии с составом кормосмеси повышают

переваримость питательных веществ корма. Улучшается белковый, углеводный и жировой обмен веществ в организме животного [102; 37].

Из зерновых злаков коровам ограничивают только рожь, поскольку она сильно набухает и может содержать алкалоидные производные резорцина – яда общего действия. Однако наука разработала специальные микробиологические ферментные добавки (МЭК-СХ-1;2;3;4), которые позволяют беспрепятственно скармливать рожь и другие зерновые корма с высоким содержанием некрахмалистых полисахаридов (НПС) в больших объемах [134].

Микронизация зерна. Сущность метода состоит в том, что зерно, в том числе и с повышенной влажностью, по мере продвижения по транспортеру подвергается инфракрасному облучению (длина волн 2-6 мк), идет нагрев зерна до 120⁰С. Для этой цели применяют кварцевые галогеновые лампы КГИ-220-1000. Инфракрасные лучи проникают в зерно и вызывают интенсивную вибрацию молекул, под действием трения быстро вырабатывается внутреннее тепло, и за счет испарения воды повышается давление. За время прохождения зерна под инфракрасными лучами, которое измеряется десятками секунд, зерно становится мягким, разбухает и растрескивается. В результате микронизации разрушается углеводно-лигнинный комплекс и особенно крахмал, образуются промежуточные продукты его гидролиза – декстрины. Положительный эффект микронизации также связан с гибелью микрофлоры, развивающейся при неблагоприятных условиях заготовки и хранения зерна. Биополимеры зерна (углеводы, белки) подвергаются тем же структурным изменениям, которые происходят при гидротермической и баротермической обработке. Установлено, что микронизация меняет

структуру безазотистых экстрактивных веществ, увеличивая их содержание до 9,5-14,5%. После обработки зерна в процессе микронизации его плющат и охлаждают. Без плющения оно может быстро восстановить свое естественное состояние [164; 115].

Экспандирование. Под экспандированием понимается технология обработки измельченного зерна, результате кратковременной температурной обработки под высоким давлением. В процессе экспандирования зерно подвергается кратковременному (4–5 сек) тепловому воздействию паром с последующим сжатием в экспандере до давления 30 атм. На выходе из экспандера комбикорм попадает в область низкого давления, в этот момент происходит как бы вспучивание продукта, разрываются связи на клеточном уровне, модифицируется крахмал, повышается доступность углеводов действию пищеварительных ферментов [17].

Подготовка зерновых компонентов к скармливанию проводится с помощью специального оборудования – экспандеров. В отличие от существующих способов влаготепловой обработки, этот метод расплющивания зерна с одновременной обработкой его паром при избыточном давлении 1,5–2,0 атм. Выполняют процесс экспандирования при температуре 110–120 °С (температура гранул на выходе из экспандера). Экспандирование концентратов улучшает их гигиенические и питательные качества. Крахмал при этом способе гидролизуются, а антипитательные факторы – разрушаются. Экспандирование является эффективным способом обеззараживания корма. В результате экспандирования происходит 99% очистка кормов от спор, грибов, бактерий и других носителей инфекций. При повышении температуры нагрева комбикормов до 130–150 °С происходит 100% очистка зерновых кормов от токсических веществ [170].

Способ кондиционирования зерновых кормов с помощью анаэробной пастеризации (АП). Процесс заключается в том, что корм или его компоненты обрабатываются в течение определенного времени газовой смесью, состоящей в основном из водяного пара и двуокиси углерода. Общая температура газа не превышает 83 °С. Обработка происходит почти без кислорода, что обеспечивает эффективное уничтожение бактерий и одновременное образование угольной кислоты, которая снижает величину рН. Устройство анаэробной пастеризации работает почти без давления и без паровых котлов. После кондиционирования продукт поступает на гранулирование. Преимущества кондиционирования: устранение сальмонелл и колибактерий, сохранение витаминов, улучшение усвояемости крахмала и белка, достижение хорошего качества готового корма, увеличение срока его хранения без образования плесени и микотоксинов, возможность использования более дешевого сырья, так как при этом улучшается его вкус, устраняются ингибиторы и запахи [121].

Гидробаротермическая обработка. При этом способе давление в сочетании с высокой температурой в водной среде воздействует частично на клетчатку, переводя ее в более усвояемую форму, и на крахмал, превращая его через декстринизацию в сахар. Обеспеченность микроорганизмов сахаром способствует лучшему усвоению объемистых кормов. Применение технологии гидролиза позволяет обогащать любой зерновой и растительный концентрат без применения консервантов и токсичных веществ. Сырье (концентраты) завозят автотранспортом и разгружают в завальную яму, откуда концентраты с помощью норрии подаются в бункер-накопитель с помощью шнекового транспортера, а затем концентраты поступают в смеситель в требуемом количестве.

В смесителе концентраты перемешивают с технической водой до гидромодуля 1:3–1:5 таким образом, чтобы масса была однородной, без комков. Полученную массу выдерживают в течение 40 минут для пропитывания. Из смесителя массу подают в дозирующий бак, рассчитанный на объем одного гидролизера. Из дозирующего бака фекальным насосом массу подают в гидролизер для проведения гидролиза. В гидролизере масса подогревается до температуры 130 °С и выдерживается в течении 30 минут, при этом масса перемешивается при помощи острого пара. При достижении давления в гидролизере 0,12 МПа проводят сдвдку неконденсируемых газов [150].

Для выгрузки гидролизной массы используют внутреннее давление в гидролизере. За счет давления масса выдавливается из гидролизера и подается в смеситель-выпариватель, где теряет от 80% до 50% влажности за счет перемешивания и нагрева. Выпаривание проводят при температуре не выше 111 °С для сохранения биологической ценности продукта. Далее готовый продукт подается в машину.

Особенность этого метода в том, что гидролиз проводится при оптимальном давлении 0,2 МПа и оптимальной температуре 130 °С. Такое сочетание при выдержке 30 минут позволяет максимально повысить содержание моносахаров, олигосахаридов и декстринов. Гидролизная зерносмесь имеет приятный запах (карамели, свежееиспеченного поджаренного хлеба) и сладкая на вкус. Кроме того воздействие высокой температуры (более 110 градусов) и давления, ведет к уничтожению патогенной микрофлоры, разрушению токсических веществ, что позволяет продукту не портиться даже в жидком виде в течение 3- 4х летних дней и сохранять свои свойства [151].

Коровы эффективнее используют питательные вещества рациона, за счет их перехода в наиболее усвояемые формы в процессе гидролизной обработки зерносмеси. Огромный плюс данного метода в том, что продукт производства можно реализовать на нескольких стадиях технологического процесса. По окончании гидролиза можно реализовать гидролизат – массу как корм, значительно обогащенный моносахаридами или отправить на дрожжевание, после чего высушить и использовать в качестве кормовой добавки в сухом или влажном виде. Таким образом, гидролизная обработка зерна способствует лучшей усвояемости и переваримости концентрированного корма, а также увеличению молочной продуктивности дойных коров [25].

Известно, что в сложном желудке жвачных животных клетчатка частично переваривается и обрабатывается большими колониями микроорганизмов, населяющих рубец. Животным с таким желудком, для сохранения моторики желудочно-кишечного тракта, часть кормов необходимо сохранять в первоизданном или частично обработанном виде, а меньшую часть желательнее кавитационно раздробить, разволокнить и перевести часть клетчатки (целлюлозы) в крахмал и сахара.

Кавитационный способ приготовления жидких комбикормов из фуражного зерна (зерна злаков и бобовых культур) и отходов зернопереработки (дробленое зерно, семена сорных растений и т.д.) включает кавитационную обработку фуражного зерна, которую осуществляют путем кавитационного диспергирования в водном растворе фуражного зерна, представляющего собой зерна злаков и бобовых культур, и отходов зернопереработки до достижения температуры смеси 60–80 °С, при которой происходит перевод крахмала в легкоусваиваемые вещества и клейстеризация полученной суспен-

зии. Такими веществами чаще всего бывают моносахариды, дисахариды, трисахариды (глюкоза, фруктоза, сорбоза, мальтоза, галактоза и т.д.).

Фуражное зерно (зерна злаков и бобовых культур или отходы зернопереработки, доставленные автомобилем, подается весовыми дозаторами, а затем ленточным конвейером в смеситель. В смеситель заливается вода, необходимые минеральные добавки и микроэлементы. Лопастной турбиной злаки приводятся во взвешенное состояние в смесителе, затем зерно-водяная смесь подается в кавитационный диспергатор, а из него обратно в смеситель. В процессе кавитационного диспергирования осуществляется деструкция клеточных структур, выделяется в раствор крахмал и клейковина. По окончании кавитационной обработки смесь поступает в сборный смеситель.

Сущность кавитационного воздействия на растительное сырье заключается в следующем: клетчатка (целлюлоза), как и крахмал, является природным полимером. Оказалось, что эти вещества имеют одинаковые по составу структурные звенья и, следовательно, одну и ту же молекулярную формулу $(C_6H_{10}O_5)_n$. Молекулы целлюлозы и крахмала различаются структурой. Молекулы крахмала имеют линейную, а чаще всего разветвленную структуру, молекулы же целлюлозы – только линейную структуру. Этим объясняется, что целлюлоза, имеющая значительно большее значения n , образует такие волокнистые материалы как хлопок, лен, пенька и т.д. В процессе кавитационного диспергирования растительного сырья в водном растворе часть клетчатки преобразуется в крахмал, а под действием высоких температур в области схлопывания кавитационных пузырьков происходит частичный гидролиз крахмала в сахара. Суммарно гидролиз целлюлозы может быть выражен тем же уравнением, что и гидролиз крахмала: $(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O = nC_6H_{12}O_6$ [128].

При прохождении смеси компонента с водой через кавитационный диспергатор, в конструктивно задуманных местах, которого существуют зоны пониженного и повышенного давления, смесь подвергается резким знакопеременным нагрузкам. При понижении в смеси давления ниже давления насыщенных водяных паров (в зависимости от давления и температуры) в смеси интенсивно вскипающая вода образует множество кавитационных пузырьков. При перемещении смеси в зону повышенного давления пузырьки исчезают, схлопываются, в точках исчезновения которых, как известно, возникают локальные зоны с высокими температурами и давлениями. Если пузырьки сохранили на момент исчезновения шарообразную форму, то все коллизии происходят в центре бывшего пузырька, а если форма пузырька была деформирована гидродинамическими воздействиями, то при исчезновении происходит образование высокоэнергичных кумулятивных струек. Порождаемые ими ударные волны обладают энергией, превышающей не только Ван-Дер-Вальсовские связи, но и C – C связи в органических соединениях, что обеспечивает дезинтеграцию и деструкцию растительных компонентов, инициируются и интенсифицируются физико-химические процессы переработки исходного сырья [191].

Одним из эффективных методов подготовки кормов к скармливанию является экструзия.

Экструзия – обработка целого зерна под действием высокого давления и температуры, в значительной степени повышающая усвояемость питательных веществ. Процесс экструзии заключается в том, что измельчённое зерно, попадая в пресс-экструдер, под действием высокого давления (25 – 60 атм.) и трения разогревается до 150 – 180 °С и превращается в гомогенную массу. При выходе из пресс – экструдера из-за большого перепада давления гомогенная масса вспучивается

(происходит её «взрыв»). В результате такой обработки крахмал зерна расщепляется до декстринов разной степени сложности и простых сахаров, которые легко перевариваются и усваиваются организмом животного. Экструдированные корма охотнее поедаются животными, при этом уменьшаются случаи желудочно-кишечных заболеваний, повышается продуктивность. По данным исследований Е.В. Славнова и др., (2008), В.А. Ситникова и др., (2008), А.А. Шевцова (2011), в экструдированном зерне содержание сахара увеличилось в 2 раза, декстринов – почти в 5 раз [155; 149; 197].

В опыте Н. Швецова (2009), обработка пшеницы и ячменя методом экструзии привела к увеличению питательности экспериментальных комбикормов на 1-2,1% по сравнению с контрольным вариантом, а также к повышению содержания в них переваримого протеина на 0,4–0,9%, безазотистых экстрактивных веществ – на 0,2–0,4 и сахара – на 1,6–3,2% [196].

Усвояемость экструдированных зерновых кормов увеличивается до 90%, или на 25-30% по сравнению с размолотым зерном. Благодаря высокой степени стерильности экструдированный корм имеет длительные сроки хранения. Полностью или частично разрушаются антипитательные соединения, такие как уреазы, ингибиторы протеаз, трипсина. Содержание растворимых веществ возрастает в 5 – 8 раз [16; 192].

Такие зерновые корма, как рожь и сорго, применяются в кормлении животных в ограниченном количестве из-за наличия в них антипитательных и даже ядовитых (зерновые сорго) веществ. После термической обработки их удельный вес в комбикормах для крупного рогатого скота можно значительно повысить. Одним из способов подготовки таких зерновых к скармливанию является баротермическая обработка (экструдирование). При экструдировании происходят глубокие

изменения в структуре органических веществ зерновых. Повышается содержание сахара, снижается расщепляемость протеина. Последний фактор имеет немаловажное значение, поскольку протеины с низкой расщепляемостью меньше подвергаются распаду микрофлорой рубца и используются в кишечнике, обеспечивая организм необходимым количеством аминокислот [129].

«Защита» протеина экструдированием кормов от чрезмерной деградации в рубце жвачных животных также положительно влияет на продуктивность животных [183]. Дело в том, что в процессе экструдирования кормов усвояемость питательных веществ резко повышается в результате набухания и разрыва оболочек растительных клеток, происходит денатурация белков. Введение в рацион дойных коров комбикормов-концентратов с отдельным и комплексным включением в него экструдированного зерна пшеницы и ячменя по 15% от массы каждого компонента позволяет увеличить среднесуточный удой молока на 6,5% ($p < 0,05$) и содержание в нем жира, белка, каротина и витамина А на 0,1; 0,12; 4,8 и 7,0% соответственно [146].

Способ получения корма для жвачных, включающий измельчение и экструдирование зерна и карбамида, отличающийся тем, что в качестве зерна выбирают зерно ржи и сорго, которые перед экструдированием увлажняют раствором карбамида, причем на 100 кг зерна расходуют 10–11 л воды с температурой 70–80 °С и 10–11 кг карбамида. Как пластификатор и сорбент, в зерновую массу вводили бентонит натрия в количестве 5,0%, а экструзию проводят при влажности 19–22%, температура 130–140 °С, давление 3,5–4,0 МПа. Скармливание крупному рогатому скоту на откорме комбикормов с экструдированными рожью и сорго, сбалансированных по протеину карбамидными концентратами, приготовленными

по новому способу, положительно сказалось на использовании питательных веществ рационов. Так, переваримость органического вещества повысилась на 4,76–5,02%, сырого протеина – на 4,87–5,25%, БЭВ – на 3,94–4,19%, а сырой клетчатки – на 7,41–7,74%. Отложенное количество в теле азота увеличилось на 3,19–3,28%, а коэффициент его использования от переваримого – на 0,81–0,58% [129].

Способ получения кормовой добавки на основе карбамида, патоки и подсолнечного фуза разработали во Всероссийском НИИ мясного скотоводства. Измельченное зерно ржи 60% увлажняют в смесителе смесью подсолнечного фуза (13%), кормовой патоки (12%) и карбамида (15%). Полученную влажную смесь экструдировывают в течение 8–10 с при температуре 130–140 °С и давлении 8–14 МПа. Введение этой добавки в комбикорм в количестве 20% позволило исключить из их состава дорогостоящие белковые компоненты (шрот, жмыхи, мясокостную и рыбную муку) и повысить долю ржи до 33–46% взамен части более дорогих зерновых компонентов – пшеницы и ячменя. У откормочного скота улучшаются показатели по убойному выходу мякоти, снижаются затраты энергии на прирост живой массы на 7,05–9,25%. Стоимость комбикорма снижается с 270,0 руб./ц до 255,5 руб./ц (на 5,4%) [130].

Применение кормов экструзионной переработки ведет к повышению скорости роста животных и качества получаемой от них продукции, снижению затрат кормов и стоимости рациона за счет использования в кормлении скота более дешевых зерновых кормов не имеющих значительного продовольственного назначения. Метод экструзии позволяет даже на ранних стадиях развития животных заменять дорогие корма животного происхождения растительными белками экструдированных зернобобовых [68; 180; 44].

1.5 Использование зерна озимой ржи в кормлении животных

За последние годы на кормовые цели расходуется 8–12% от общего производства ржи. Обычно на фуражные цели используется рожь, не соответствующая требованиям на продовольственное зерно.

По сравнению с другими злаковыми культурами рожь имеет полноценный белок, богатый лизином, и довольно высокий уровень обменной энергии [102]. Сравнительный анализ питательной ценности зерновых на основании данных В.Н. Баканова и В.К. Менькина, Н.Г. Макарецва, С.Н. Хохрина, представлен в таблице 1 [8; 107; 187].

Согласно химическому составу рожь имеет высокую протеиновую питательность – 12,3% сырого протеина, незначительно уступая только пшенице по его содержанию (на 0,8%).

Таблица 1

Биохимический состав и питательность зерна
основных злаковых культур

Культура	Содержание, %					В 1 кг корма			
	сырой протеин	сырой жир	сырая клетчатка	БЭВ	сырая зола	корм. ед., кг	МДж КРС	переваримый прот., г	крахмал, г
Овёс	11,0	4,7	9,8	58,2	3,4	1,0	9,2	79	320
Ячмень	10,1	2,1	4,0	68,0	2,8	1,21	10,5	111	560
Рожь	12,3	2,0	2,4	68,4	1,9	1,18	10,3	91	518
Пшеница	13,1	2,3	2,7	67,2	1,7	1,2	10,8	106	515
Кукуруза	10,3	4,2	3,8	65,3	1,4	1,33	12,2	73	555

Качество протеина ржи характеризуется значительным количеством водо – и солерастворимых фракций. Доля аль-

буминов составляет 25%, глобулинов – 30% [185]. Что касается общей питательности, то рожь не уступает овсу, а по содержанию крахмала превосходит овес, пшеницу, ячмень, имея его в своем составе 518 г в кг.

По аминокислотному составу рожь не уступает основным фуражным культурам, и даже превосходит их (табл. 2). И при такой высокой питательности рожь не является основным компонентом комбикормов [128].

Таблица 2

Содержание незаменимых аминокислот в зернах злаков (г/кг)

Аминокислоты	Кукуруза	Овес	Ячмень	Пшеница	Рожь
Лизин	2,9	3,6	4,4	3,9	4,4
Метионин	1,9	1,6	1,8	2,1	1,7
Гистидин	2,1	1,9	2,4	2,9	2,7
Триптофан	0,8	1,4	1,6	1,8	1,1
Треонин	3,5	3,5	3,7	3,9	3,8
Валин	5,4	5,9	5,9	6,0	6,1
Аргинин	4,1	6,6	5,2	7,0	5,8
Лейцин	12,2	7,8	7,7	9,4	7,8
Изолейцин	4,6	5,0	4,9	5,9	5,2
Фенилаланин	4,8	5,5	5,9	6,9	5,8

Несмотря на высокую энергетическую и протеиновую питательность сходную с другими видами зерна, зерно ржи не находит пока широкого применения из-за некоторых специфических особенностей ее химического состава.

Низкая кормовая ценность этой культуры объясняется высоким содержанием в ней антипитательных факторов, понижающих ее поедаемость и усвояемость животными. К ним относятся пектиновые вещества, пентозаны, глюкоаны, алкалоидные производные β – алкилрезорцинов, ингибиторы трипсина. Существенным недостатком ржи является поражение спорыньей. Наличие ее в корме приводит к снижению поедаемости и абортам.

Содержание β – алкилрезорцинов в муке и зерне озимой ржи находится в пределах 1200 – 600 мг в 1 кг зерна, а общее содержание антипитательных веществ в озимой ржи может достигать 17,5% (табл. 3) [20; 139; 26; 43; 171]. Специфическая структура крахмальных зерен, способность пектиновых веществ и растворимых белков связывать воду; все эти вещества в пищеварительном тракте животных образуют высоковязкие растворы, а наличие фитиновой кислоты, пентозанов, пектинов, β -глюканов, танинов, ингибиторов пищеварительных ферментов трипсина и химотрипсина, β -алкилрезорцинов, токсинов грибкового происхождения затрудняет действие пищеварительных ферментов [20; 139; 189; 26; 187; 172; 185; 207].

Таблица 3

Антипитательные свойства зерна озимой ржи

№ п/п	Свойство	Количество
1	Пентозаны	6,0 – 10,0 % от БЭВ
2	Пектины	7,0 – 8,0 % от БЭВ
3	β -глюканы	3,0 – 4,0 % от БЭВ
4	Фитиновая кислота	1,0 – 1,2 % от БЭВ
5	β – алкилрезорцины, единиц	160
6	Ингибитор трипсина	10 – 20 мг/100 г
7	Спорынья	0,1 % от сухого вещества

Присутствие в зерне ржи антипитательных веществ снижает поедаемость ее, поэтому зерно ржи рекомендуется скармливать животным после предварительной подготовки.

В питании человека такой проблемы нет, так как рожь в сыром виде не используется, а ржаной хлеб, приготовляемый из муки озимой ржи, подвергается термической обработке. При такой обработке происходит инактивация ингибиторов, при

этом несколько снижается переваримость в связи с образованием труднопереваримых углеводно-белковых комплексов.

В животноводстве зерно озимой ржи не рекомендуется использовать в размолотом виде в кормлении даже жвачных животных. Оно должно скармливаться в заквашенном, дрожжеванном, осоложенном и печеном виде для жвачных животных в количестве не более 30% от дачи концентратов, свиньям – не более 20%, птице – не более 5% [8; 139; 187; 109].

По сообщению Т. Ленковой, А. Люцина (2002), рожь лучше подвергать ферментативной обработке, чем пропускать через экструдер. Ферментные препараты расщепляют алкалоиды, и такой путь менее затрачен, чем использование экструзионной обработки. Недостаток экструзионной переработки заключается в высоких затратах электроэнергии, что является сдерживающим фактором для широкого ее использования [102].

В то же время, по мнению ряда исследователей экструзионная переработка зерна ржи приводит к значительному повышению атакуемости углеводных и белковых субстратов зерна ржи гидролитическими ферментами пищеварительного тракта, что обуславливает существенное возрастание его пищевой ценности [153; 154; 156; 157; 158; 159; 162: 87; 131; 138; 185; 149; 174]. Оценка эффективности использования экструдатов зерна озимой ржи в качестве корма является логическим продолжением работ в этом направлении.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Питательные достоинства зерна озимой ржи экструзионной переработки

Для подготовки экструдатов ржи использовалась опытная установка, охарактеризованная в статье В.М. Пестова с соавторами (2006) и представленная на рисунке 1. Она состоит из экструзионного блока, блока подготовки зерна, системы подачи воды, системы контроля и управления. Секции корпуса прессующего шнека выполнены по внутреннему диаметру с продольными нарезками. Блок подготовки зерна состоит из загрузчика и увлажнителя.



Рис. 1. Экспериментальная установка

Увлажнитель предназначен для повышения содержания воды в исходном продукте до необходимого уровня перед подачей его в экструзионный блок, одновременно он транспортирует зерно или зерновую крошку от загрузочного шнека к прессующему. Система контроля и управления обеспечивает контроль и управление параметрами рабочего процесса экструдирования. Конструктивно она состоит из шкафа управления, датчиков, исполнительных устройств, комплекта кабелей. На лицевой панели управления расположены: приборы регулирования температурного режима по трем зонам экструдера, приборы контроля давления экструзии, частоты вращения загрузчика, увлажнителя и основного шнека; датчики частоты вращения загрузчика, увлажнителя и основного шнека; кнопки включения-выключения, сигнальные лампы отклонения от нормальных режимов работы. Установка может комплектоваться системой компьютерного контроля, предназначенной для фиксации параметров процесса, информации о нештатных режимах, создания базы данных, визуализации параметров в виде графиков, работы с несколькими экструзионными установками.

Основные технические характеристики установки: производительность – до 200 кг/час; температурное воздействие – до 200 °С; диаметр прессующего шнека – 63 мм; диапазон изменения частоты вращения прессующего шнека – 25– 200 мин⁻¹; частоты вращения приводов увлажнителя и загрузчика – регулируемые; подача водяного насоса – 0-40 л/час; суммарная номинальная мощность электронагревателей по трем зонам – 3 кВт.

При экструдировании продукта большое значение имеет давление, развиваемое прессующим шнеком перед экструзионной головкой. Это давление экструзии определяет рабочую

точку и самоустанавливается в зависимости от напорности шнека и гидродинамического сопротивления головки. В установке предусмотрено регулирование давления экструзии в процессе работы за счет изменения геометрии канала [154].

Экструзионная обработка целого зерна ржи в связи с его заостренной формой и малым размером в диаметре не давала возможности получать вспученный продукт, характеризовавшийся нужными свойствами. Поэтому с целью доведения зерна ржи до требуемой влажности оно было подвергнуто дроблению.

По данным предварительной тарировки, позволяющей согласовать работу отдельных узлов в процессе экструзии, было выбрано несколько режимов работы экструдера, отличающихся частотой вращения, температурами по зонам и давлением экструзии, процесс переработки увлажненной крошки озимой ржи был устойчив, массовая производительность была доведена до 180 – 200 кг/час. Исходя из качественных показателей и производительности установки, был определен наилучший режим: влажность крошки зерна – 22-23%; температура, увлажнителя – 40 мин⁻¹, загрузчика – 32 мин⁻¹; давление экструзии 6,8 – 7,0 МПа.

Для сравнительного анализа на данной установке экструзионной обработке было подвергнуто зерно пшеницы.

В таблице 5 приведены данные анализа химического состава зерна, проведенного в лаборатории Федерального государственного учреждения государственный центр агрохимической службы «Пермский».

В связи с различным содержанием воды в исходном зерне и экструдатах, показатели даны в расчете на абсолютно сухое вещество. Как и можно было предположить, экструзионная переработка не вносит значительных изменений в со-

держании питательных веществ и общей питательности при пересчете на абсолютно сухое вещество. Общая питательность в кормовых единицах и обменной энергии оказалась одинаковой в обоих видах кормов, до и после экструзии – в пределах 12,5 МДж или 1,25 энергетических кормовых единиц в озимой ржи и пшенице, соответственно.

В экструдате произошло некоторое уменьшение содержания протеина на 3,9 г., которое, по-видимому, вызвано разрушением свободных аминокислот в результате воздействия высокой температуры и давления на протеин зерна.

Содержание клетчатки в озимой ржи после экструзии уменьшилось на 1%, что в количественном выражении составило 9 г. Очевидно, при экструзионной переработке происходит частичный гидролиз клетчатки, переводя её составную часть – целлюлозу – в более простые сахара.

В экструдате уменьшилось содержание сырого жира, в результате воздействия высокого давления и температуры на жир зерна.

Таблица 5

Питательность 1 кг зерна озимой ржи и пшеницы
до и после экструзионной переработки

Показатель	Рожь			Пшеница		
	до экструзии	после экструзии	±	до экструзии	после экструзии	±
1. ЭКЕ	1,25	1,25	0	1,25	1,25	0
2. Обменная энергия, МДж	12,54	12,54	0	12,5	12,5	0
3. Сырой протеин, г	131,8	127,9	-3,9	145,3	139,4	-5,9
4. Сахар, г	74,4	120,3	+45,9	42,0	102,4	+60,4
5. Кальций, г	0,92	0,92	0	0,82	0,82	0
6. Фосфор, г	5,16	5,16	0	5,47	5,47	0

Более значительные изменения в результате экструзионной обработки произошли в составе безазотистых экстрактивных веществ, а конкретно – в крахмале. Эти выводы согласуются с данными других исследователей [153].

Количество сахара в экструдатах по сравнению с исходным материалом увеличилось на 61 – 142% (46 – 60г) и составило для экструдата озимой ржи и пшеницы, соответственно, 120 г и 102 г в 1 кг сухого вещества.

Для более глубокой оценки энергетической и биологической ценности экструдированного зерна ржи было изучено содержание в нем свободной глюкозы, как главного энергетического компонента пищи животных, а также содержание свободного аминного азота, характеризующего доступность низкомолекулярных пептидных соединений и аминокислот для всасывания в пищеварительном тракте.

Для определения глюкозы пробы тонко измельчали в лабораторной мельнице, к навескам полученных образцов добавляли фосфатный буферный раствор, перемешивали, вносили раствор препарата амилоглюкозидазы приготовленный из таблеток медицинского препарата МЕЗИМ-форте. Для оценки уровня эндогенного гидролиза и ферментативного расщепления полисахаридов в контрольном варианте вместо раствора фермента вносили физраствор. Пробы инкубировали в течение 2 часов при температуре +37 °С. В последующем во все пробы добавляли реактив, приготовленный на основе аминофеназола, глюкозооксидазы, пероксидазы и карболовой кислоты, затем добавлялся 0,2N NaOH; в растворах определяли оптическую плотность и сравнивали с пробой без Мезима-форте (табл. 6).

Определение содержания свободного аминокислотного азота низкомолекулярных соединений вели в тех же образцах только с использованием нингидрина, который дает при взаимодействии с аминокислотами окрашенный комплекс.

Надежность и сравнительная простота использованных биохимических методов исследования позволили получить и оценить данные относительного содержания свободной глюкозы и аминного азота в исходных образцах зерна ржи и полученных из них экструдированных продуктов. В таблице 5 приведены результаты исследований содержания свободной глюкозы и аминокислотного азота растворимых соединений в экстрадатах (столбцы 2-й 5-й) и после обработки экстрадатов зерна ржи пищеварительными ферментами препарата «Мезим-форте» (столбцы 3-й и 6-й). В четвертом и седьмом столбцах таблицы дано приращение содержания свободных глюкозы и аминокислотного азота, соответственно.

Представленные в таблице 6 данные указывают на то, что экструзия приводит к существенному изменению состояния полимерных углеводных и белковых компонентов зерна с увеличением их доступности для амилоглюкозидаз и протеаз. Сравнительные биохимические исследования содержания в исходном зерне и продукте его экструзионной переработки свободной глюкозы и общего аминокислотного азота аминокислот и низкомолекулярных пептидных соединений, а также атакуемости белковых и углеводных компонентов пищеварительными ферментами показали значительное повышение в опытных образцах уровня обоих показателей.

Таблица 6

Изменение содержания свободной глюкозы и аминокислоты
растворимых соединений после экструзии
и обработки экструдатов зерна ржи
препаратом пищеварительных ферментов

Образцы	Содержание свободной глюкозы в экструдате до и после мезима			Содержание свобод. аминокислоты в экструдате до и после мезима		
	свобод. глюкоза, мг/%	свобод. глюкоза + мезим, мг/%	приращение, мг/%	аминокислоты, мг/%	аминокислоты + мезим, мг/%	приращение, мг/%
Исход рожь	16.5	70.85	54.35	1.38	2.61	1.23
экструдат	4.96	178.73	173.77	1.32	2.81	1.49

Полученные данные свидетельствуют о значительном возрастании в процессе экструзии пищевой ценности конечных продуктов.

Так, при ферментативной обработке образцов водной фазы суспензии зерна содержание свободной глюкозы в них возрастает на 10,6%, в то время как в образце такой же фазы экструдата – более чем в 25 раз. Эти данные отражают большую доступность олиго – и полисахаридов для пищеварительных ферментов после экструзионного воздействия на зерно.

2.2 Кормление и содержание подопытных животных

Все животные находились на привязи, в условиях стойлового содержания на ферме с проектной вместимостью 200 голов. Доение коров осуществлялось с помощью доильной

установки АДМ-8, 2 раза в день. Для измерения объема молока на доильной установке использовали устройство для индивидуального учета молока – УЗМ-1. Раздача кормов производилась вручную. Из поголовья коров методом аналогичных групп были сформированы две группы: одна – опытная, а вторая – контрольная. В таблицах 7-8 представлены рационы во время балансового опыта, рассчитанные на основании данных лабораторного анализа питательности кормов. У коров опытной группы концентратная часть рациона состояла из 7 кг экструдата озимой ржи, а контрольной группы – из 7 кг злаково-бобовой зерносмеси (5% горох, 15% ячмень, 60% пшеница, 20% овес). К концентратной части дополнительно давалось по 0,45 кг БМВД (ООО «Провими»), что составляет 6% от состава концентратной части рациона.

В таблицах 7 и 8 представлены рационы кормления подопытных коров.

В 1 кг сухого вещества рациона коров контрольной группы содержалось: обменной энергии – 9,56 МДж, сырого протеина – 12,76%, сырого жира – 3,37%, сырой клетчатки – 27,67%, БЭВ – 23,80%, в том числе сахара – 3,08%; при сахаропротеиновом отношении – 0,32; отношение между кальцием и фосфором 2,5: 1. В 1 кг сухого вещества у коров опытной группы было обменной энергии – 9,78 МДж (+2,30%), сырого протеина – 12,63% (-3,25%), сырого жира – 2,66% (-2,66), сырой клетчатки – 23,93% (-13,50), БЭВ – 24,41% (+2,56%), в том числе сахара – 5,86%; при сахаропротеиновом отношении – 0,62; отношение между кальцием и фосфором – 2,3: 1.

Сахаропротеиновое отношение - 0,32: 1 (норма 0,89: 1).

Кальций - фосфорное отношение - 2,5: 1 (норма 1,4: 1).

Таблица 7

Рацион кормления коров контрольной группы
(живая масса 550 кг, суточный надой 20 кг)

Показатель	Корм					Дано в рационе	Требуется по норме
	сено клеверо-тимфеечное	силос клеверный	дёрж смеси концентратов	БВМД	соль поваренная		
Суточная дача, кг	4,0	32,0	7,0	0,45	0,11		
ЭКЕ	2,52	7,56	7,24	0,14		17,46	17,7
ОЭ, МДЖ	25,2	75,6	72,4	1,4		174,6	177
Сухое вещество, кг	3,44	8,43	6,01	0,38		18,26	18,9
Сырой протеин, г	173	1219	817	121		2330	2440
Переваримый протеин, г	95	853	630	93		1671	1610
Сырая клетчатка, г	1442	2806	790	16		5054	4540
Крахмал, г	44	124	3605	11		3784	2124
Сахар, г	140	155	240	28		563	1416
Сырой жир, г	49	332	222	13		616	485
Соль поваренная, г						110	110
Кальций, г	11,9	140,1	5,6	9,4		167,0	110
Фосфор, г	8,28	26,97	27,16	8,11		70,52	78
Калий, г	56,0	133,3	23,8	4,2		217,3	118
Магний, г	3,6	15,5	7,0	3,9		30	30
Сера, г	4,8	12,4	2,8	19,4		39,4	38
Железо, мг	2096	1395	280	96		3867	1210
Медь, мг	8,0	71,3	46,2	7,7		133,2	140
Цинк, мг	68,4	124,0	161,0	327,6		681	905
Кобальт, мг	0,8	-	0,7	9,4		10,9	10,6
Марганец, мг	212	973	324	149		1658	905
Йод, мг	1,2	3,1	0,7	6,9		11,9	12,1
Каротин, мг	110	1171	-	67		1348	680
Витамин Д, МЕ	1,60	1,30	-	0,02		2,92	15,1
Витамин Е, мг	360	2542	83	375		3360	605

Таблица 8

Рацион кормления коров опытной группы
(живая масса 550 кг, суточный надой 20 кг)

Показатель	Корм					Дано в рационе	Требуется по норме
	сено клеверо- тимоее	силос клеверный ллюц	экструдированная рожь	БВМД	соль поваренная		
Суточная дача, кг	4,0	32,0	7,0	0,45	0,11		
ЭКЕ	2,52	7,56	8,02	0,14		18,24	17,7
ОЭ, МДЖ	25,2	75,6	80,2	1,44		182,4	177
Сухое вещество, кг	3,44	8,43	6,40	0,38		18,65	18,9
Сырой протеин, г	173	1219	844	121		2357	2440
Переваримый протеин, г	95	853	641	93		1682	1610
Сырая клетчатка, г	1442	2806	200	16		4464	4540
Крахмал, г	44	124	3280	11		3459	2124
Сахар, г	140	155	771	28		1094	1416
Сырой жир, г	49	332	103	13		497	485
Соль поваренная, г						110	110
Кальций, г	11,9	140,1	4,6	9,4		166,0	110
Фосфор, г	8,28	26,97	32,41	8,10		75,76	78
Калий, г	56,0	133,3	24,0	4,2		217,5	118
Магний, г	3,6	15,5	7,1	3,9		30,1	30
Сера, г	4,8	12,4	2,83	19,4		39,43	38
Железо, мг	2096	1395	283	96		3870	1210
Медь, мг	8,0	71,3	46,7	7,7		133,7	140
Цинк, мг	68,4	124,0	162,7	327,6		682,7	905
Кобальт, мг	0,8	-	0,7	9,4		10,9	10,6
Марганец, мг	212	973	328	149		1664	905
Йод, мг	1,2	3,1	0,7	6,9		11,9	12,1
Каротин, мг	110	1171	-	67		1348	680
Витамин Д, тыс. МЕ	1,60	1,30	-	0,02		2,92	15,1
Витамин Е, мг	360	2542	83	375		3360	605

Сахаропротеиновое отношение - 0,62: 1,0 (норма 0,89: 1).

Кальций-фосфорное отношение - 2,3: 1,0 (норма 1,4: 1).

Общая питательность концентратной части рациона коров опытной группы получилась несколько выше, так как содержание БЭВ оказалось больше на 27,42% в результате экс-

трузии, что и обеспечило более высокую энергетическую ценность экструдата зерна озимой ржи.

Потребности животных по основным питательным веществам данными рационами были обеспечены за исключением сахара. В контрольной группе животных дефицит по сахару составил 853 г при сахаропротеиновом отношении 0,32: 1,0, в опытной – 322 г или за счет использования экструдата озимой ржи он сократился на 531 г. Следует отметить, что и в опытной группе коров полностью удовлетворить потребность по сахару не удалось данным количеством экструдата озимой ржи.

В расчете на 1 ЭКЕ в рационе коров контрольной группы приходилось (г): переваримого протеина – 95,70, кальция – 9,56, фосфора – 4,03, каротина – 77 мг. Сырой протеин в сухом веществе рациона занимал 12,76%, сырой жир – 3,37, сырая клетчатка – 27,67, БЭВ – 23,80, в том числе сахар – 3,08%, сахаропротеиновое отношение – 0,32, отношение между кальцием и фосфором 2,5:1.

У животных опытной группы рацион несколько отличался по содержанию питательных и минеральных веществ, чем в контроле. В расчете на 1 ЭКЕ рациона коров опытной группы приходилось (г): переваримого протеина – 92,21, кальция – 9,1, фосфора – 4,15, каротина – 74 мг. Сырой протеин в сухом веществе рациона занимал 12,63%, сырой жир – 2,66, сырая клетчатка – 23,93, БЭВ – 24,41, в том числе сахар – 5,86%, сахаропротеиновое отношение – 0,62, отношение между кальцием и фосфором – 2,3: 1.

Соотношение кормов в рационе коров контрольной группы (в % от общей питательности) составило: сено клеверотимофеечное – 14,43%, силос из бобовых трав (люцерна – 30%, клеверотимофеечная смесь – 70%) – 43,29%, concentra-

ты – 42,26%. В рационе животных опытной группы доля кормов была близкой к контролю и составила: сено клеверотимофеечное и силос были в том же соотношении, концентраты – 44,73%. Таким образом, рационы кормления коров в ООО «Семеновское», в основном соответствовали нормам кормления [123].

Кроме того, за счет использования в рационе кормления коров опытной группы экструдата из дерти озимой ржи, вместо злаково-бобовой зерносмеси, обеспеченность по сахару возросла на 94,31%.

2.3 Переваримость питательных веществ рационов

Рассматривая в целом процесс переваривания корма у сельскохозяйственных животных, можно сказать, что переваримость представляет собой последовательный ферментативный гидролиз пищевых полимеров (белков, жиров и углеводов) сначала до промежуточных продуктов, а затем до мономеров – аминокислот, моносахаридов и жирных кислот. Эти вещества в растворенном виде легко всасываются в кишечнике и поступают в кровь и лимфу с последующим использованием для синтеза сложных органических соединений тела животных и продукции. Непереваренная часть корма выводится из пищеварительного тракта животного в виде кала [219; 108; 109].

Одной из главных проблем в использовании питательных веществ является повышение степени переваримости кормов в пищеварительном тракте животных и создание наиболее благоприятных условий для их диссимиляции в организме [27].

По утверждению В.И. Георгиевский и др., (1979), переваримость и использование питательных веществ корма находится в прямой зависимости от физиологического состояния организма, а также породных особенностей и возраста животного [45].

Исследованиями: Л.К. Эрнста (1977), Л.В. Зборовского (1982), Г.А. Богданова (1990), установлено, что неполное переваривание приводит к большим потерям питательных веществ, Увеличивается разрыв между их количеством, содержанием в корме и количеством, усвоенным животным. В итоге продуктивная ценность рационов зависит, во-первых, от их переваримости и, во-вторых, от эффективности использования переваренных питательных веществ [201; 73; 15].

С целью определения переваримости и использования питательных веществ рационов в период с 13 по 19 января 2006 года на фоне научно-производственного опыта был проведен физиологический на 3 коровах-аналогах из каждой группы. Корм каждому животному задавался индивидуально (табл. 9).

Таблица 9

Среднесуточное потребление кормов в физиологическом опыте (кг/гол), ($\bar{X} \pm s\bar{x}$)

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Сено клеверотимофеечное	3,33±0,26	3,90±0,21
Силос клеверный	31,51±0,72	30,73±0,88
Концентрированный корм	7,00	7,00
БВМД	0,45	0,45
В рационе содержалось: сухого вещества,	18,75±0,44	18,44±0,43
ЭКЕ	17,53±0,60	18,03±0,48
Обменной энергии, МДж	175,28±6,03	180,29±4,79

Ежедневный учет съеденных животными кормов и анализ их биохимического состава позволили установить количество питательных веществ, потребленных за период балансового опыта. Из таблицы 9 следует, что коровы опытной группы потребили сухого вещества меньше на 1,7%, но обменной энергии больше на 4,56% по сравнению с контрольными животными.

Важным показателем использования подопытными ко-
ровами питательных веществ испытываемых рационов являются коэффициенты переваримости, определяемые отношением переваренных веществ к потребленным в процентах. Коэффициенты переваримости питательных веществ представлены в таблице 10.

Таблица 10

Коэффициенты переваримости питательных веществ корма,
% ($\bar{X} \pm S\bar{x}$)

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Сухое вещество	56,79±1,05	58,97±0,97
Органическое вещество	57,04±0,78	59,20±0,62
Сырой протеин	50,92±0,83	51,45±0,53
Сырой жир	78,26±0,37**	75,09±0,62
Сырая клетчатка	63,84±2,32	65,71±1,94
БЭВ	53,38±2,42	57,28±1,36

Потребление коровами опытной группы экструдата озимой ржи привело к небольшим различиям в коэффициентах переваримости питательных веществ. Так, у коров опытной группы были выше коэффициенты переваримости сухого вещества на 2,18%, органического вещества – на 2,16%, сырого протеина – на 0,53%, сырой клетчатки – на 1,87%, БЭВ – на 3,90%, но переваримость сырого жира меньше на–3,17% ($P < 0,01$). Разница по остальным показателям коэффициентов

переваримости между животными опытной и контрольной группами оказалась недостоверной в связи со значительными отклонениями внутри групп.

Поскольку коэффициенты переваримости основных (протеин, клетчатка, безазотистые экстрактивные вещества) органических веществ и в целом его оказались выше у коров опытной группы, то можно утверждать, что скармливание экструдата дерти зерна озимой ржи оказало положительное влияние на процессы пищеварения в желудочно-кишечном тракте жвачных.

2.4 Использование энергии, обмен азота у лактирующих коров

Энергия питательных веществ корма часто является лимитирующим фактором в обеспечении высокой продуктивности коров, поскольку суточная их потребность в энергии на поддержание жизни, образование тепла тела и на продукцию молока довольно высока, а в значительной части объемистых кормов, особенно в кормах низкого качества, энергии содержится на $1/2 - 1/3$ меньше, чем в исходной зеленой массе. Поэтому из-за недостатка энергии в кормах рациона в отдельные периоды года у значительной части коров стада снижается продуктивность. Дойной корове весом 550 кг со среднесуточным удоем 24 кг молока жирностью 3,5% в основных факторах питания при концентрации обменной энергии рациона 11 МДж требуется в сутки на поддержание жизни 59 МДж (34,9% ОЭ рациона), а на продукцию 1 кг молока – 4,6 МДж. При более низкой концентрации обменной энергии (например, 9 и 8 МДж) нормы обменной энергии и переваримого протеина на продуцирование 1 кг молока увеличивают соответственно на 2,5 и 5% [52].

При суточном продуцировании 20 кг молока переваримость рациона может составлять около 75%, а содержание клетчатки в сухом веществе около 20%; при удое 30 кг молока соответственно 80% и 14-16%. Если потребность высокопродуктивных коров в энергии на поддержание жизни и образование молока не удовлетворяется полностью кормом, то определенное количество энергии может извлекаться из резервов тела, главным образом в результате распада жировой ткани. Однако синтез составных частей молока с точки зрения эффективности выгоднее при прямом использовании энергии, поступающей из пищеварительного тракта, так как при образовании жира затрачивается примерно 16% энергии [96].

Снижение аппетита у животного оказывает такое же влияние на его энергоснабжение, как и ухудшение переваримости. Следовательно, для более полного обеспечения поголовья энергией необходимо повышать потребление кормов, что в значительной мере зависит от их качества, способов обработки, кратности и очередности скармливания [137].

Принятое количество энергии коровы используют на поддержание жизни, продуцирование молока и привес. Недостаточное снабжение коров энергией отрицательно влияет не только на их молочную продуктивность, но и на плодовитость.

Содержание энергии в рационах рассчитывали по следующим уравнениям регрессии:

$$\text{ВЭ} = 24,24 \cdot \text{СП} + 38,87 \cdot \text{СЖ} + 18,39 \cdot \text{СК} + 17,14 \cdot \text{БЭВ}$$

$$\text{ОЭ} = 17,46 \cdot \text{ПП} + 31,23 \cdot \text{ПЖ} + 13,65 \cdot \text{ПК} + 14,78 \cdot \text{ПБЭВ}$$

На основании данных физиологического опыта, химического состава кормов, кормовых остатков, кала, молока и

мочи было рассчитано распределение и использование энергии рационов (табл. 11) [187; 108; 50; 51; 199].

У коров опытной группы отмечена тенденция к лучшему использованию валовой и обменной энергии на производство молока и к сокращению тепловых потерь. Так, животные контрольной и опытной групп потребили практически одинаковое количество валовой энергии при незначительной разнице в пользу контрольной группы. Они получили энергии на 0,51 МДж больше (0,15%), чем в опытной группе. Однако животные опытной группы меньше на 5,79 МДж (на 4,96% при $P > 0,05$) выделили энергии в кале, что сказалось на количестве переваримой энергии. Коровы опытной группы имели ее на 5,31 МДж больше (на 3,02%) чем контрольные.

Следует отметить, что энергия теплопродукции у животных обеих групп имела незначительную разницу, если считать затраты на жизнедеятельность организма в процентном отношении от переваримой энергии одинаковой.

Таблица 11

Распределение и использование энергии у коров (в среднем за сутки, МДж), ($\bar{X} \pm S\bar{x}$)

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Потребление ВЭ корма	324,60±7,58	324,09±7,45
Выделено энергии в кале	122,36±2,12	116,57±1,47 *
Потери с СН ₄ теплотой ферментации	16,23±0,38	16,20±0,37
% от ПЭ	8,72	8,46
Переваримая энергия	186,01±5,99	191,32±5,74
% от ВЭ	57,30	59,03
Выделено с мочой	10,73±0,32	11,03±1,01
% от ПЭ	5,77	5,77
Обменная энергия	175,28±6,03	180,29±4,79
ОЭ % от ВЭ	54,00	55,63
Теплопродукция	114,72±3,42	117,20±4,86
% от ОЭ	65,45	65,01
Энергия молока	60,57±3,03	63,09±0,47
Эффективность использования ОЭ на молоко, %	34,56	34,99

Таким образом, коровы опытной группы, получая экстракт дерти озимой ржи, несколько эффективнее использовали обменную энергию на образование молока (34,99% в опытной и 34,56% в контрольной группе). Коровы контрольной группы меньше использовали обменной энергии на продукцию на 2,52 МДж (на 4,16%), разница, полученная между группами статистически не достоверна.

Изучению обмена энергии, азота, минеральных веществ придают большое значение, так как от их состояния зависит продуктивность животных, здоровье и продолжительность продуктивного использования. Как считает Л.П. Ярмоц на состояние обмена веществ и энергии влияют многие факторы, среди которых большое значение имеет лактация. В начальный период лактации на синтез молока частично используются энергетические резервы организма, что может привести к отрицательному балансу азота, углерода и других веществ. Энергия и белок в организме коров начинают резервироваться тогда, когда животные обеспечены сверх потребностей на стельность, поддержание жизни и продуктивность. Как правило, резервы накапливаются спустя 3-4 месяца лактации и при суточном удое не выше 20-25 кг [203].

Уровень поступления энергии в организм определяется количеством потребляемого корма и концентрацией в нем энергии, что особенно важно для высокопродуктивных животных. Часть потребляемой с кормом энергии выделяется в форме непереваримых питательных веществ с калом, метаном, образующимся в процессе ферментации в рубце, а также в форме органических соединений мочи. Часть поступающих с кормом азотистых веществ выделяется в моче и кале. Оставшийся в теле азот идет на восстановление потерянных в результате эндогенных превращений азотистых веществ, а

также может быть отложен в теле, в мышечной ткани или выделен с молоком [126].

Система нормирования протеинового питания животных основана на переваримом и сыром протеине, которой предполагается, что переваримый протеин полностью усваивается животным организмом [187].

Установлено, что такой подход справедлив для моногастричных животных. У жвачных животных протекают более сложные процессы превращения сырого и переваримого протеина кормов, такие, как образование микробного белка в преджелудках из азотистых веществ кормов, рециркуляция азота в организме и использование аминокислот [168].

Расчет потребности протеина на синтез молока проводится по содержанию белка в молоке. Система нормирования протеинового питания животных, основанная на переваримом и сыром протеине, отражает только количественную сторону потребности коров в протеине. Контроль уровня расщепляемого (РП) и нерасщепляемого (НРП) в рубце протеина, поступающего с рационом, возможен в системе нормирования протеинового питания молочных коров, основанной на доступном обменном белке. Известно, что около 80% от РП используется на микробный синтез, с рационом его должно поступать 9,6 г на 1 МДж ОЭ. Требуемое количество НРП изменяется в зависимости от общей потребности в сыром протеине [4].

Об использовании протеина коровами можно судить по балансу азота, в его использовании между контрольной и опытной группами имеются некоторые различия (таблица 12).

Потребление азота из суточного рациона большим было у коров контрольной группы, и они получали его на 9,03 г (на 2,47%) больше, чем животные опытной группы.

Но расход азота в контроле получился нерациональным. Больше было выделено азота коровами контрольной группы в кале на 3,53%, чем в опытной группе. Поскольку молочная продуктивность у коров опытной группы была несколько выше контрольной, то они больше аналогов выделяли азота с молоком на 3,19 г, или на 3,36%. Использование азота на молоко у коров опытной группы было выше от принятого на 1,5% и от переваренного на 2,43%, по сравнению с контрольной группой.

Баланс азота был положительным у животных обеих групп.

Таблица 12

Баланс и использование азота подопытными животными
(г/гол), ($\bar{X} \pm s\bar{x}$)

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Поступило с кормом	374,49±9,81	365,46±8,93
Выделено с калом	183,69±4,55	177,41±5,20
Переварено	190,80	188,05
Выделено с мочой	80,66±2,14	73,96±6,75
Выделено с молоком	94,84±6,45	98,03±2,25
Использовано, %:		
от принятого,	31,73	31,22
от переваренного	62,28	60,67
В том числе на молоко, %:		
от принятого,	25,32	26,82
от переваренного	49,70	52,13
Отложено в теле (баланс)	15,30±2,43	16,06±4,35

Таким образом, замена концентратной части рациона из злаково-бобовой зерносмеси на экструдат озимой ржи оказала положительное влияние на использование азота коровами опытной группы.

В связи с тем, что обмен азота тесно связан с обменом минеральных веществ, в опыте изучалось усвоение животными кальция и фосфора.

2.5 Обмен минеральных веществ

Существенное значение при определении полноценности кормления сельскохозяйственных животных имеет минеральное питание. Из-за недостаточного поступления минеральных веществ с кормами, нарушений в их соотношении ухудшается поедаемость корма и его переваримость, а это ведет к снижению интенсивности роста, молочной продуктивности, нарушению воспроизводства, возникновению заболеваний [77; 78; 82; 28].

Потребность животных в минеральных веществах колеблется в зависимости от возраста, физиологического состояния, технологии и условий содержания, типа кормления и уровня продуктивности. С повышением продуктивности активизируются обменные процессы в организме, увеличивается выделение минеральных веществ с молоком, а в связи с этим возрастает потребность в них животных. В условиях содержания скота на промышленных комплексах при ограниченной подвижности на 20-25% повышается потребность в кальции и фосфоре [33; 182].

Роль кальция в организме очень велика, но самой важной функцией его является то, что он связан с белком и используется для образования костной ткани. Более того, кальций может быть фактором, предотвращающим торможение процесса переваривания сырой клетчатки, когда животные получают повышенное количество витаминов в рационе [78].

Для оценки обеспеченности животных минеральными веществами имеет значение не только валовое содержание их в скармливаемых кормах, но и степень усвоения организмом (таблица 13-14).

Для производства молока корова может мобилизовать из костей 1400-1700 г кальция, что соответствует 1200-1500 кг молока. За сутки из кости освобождается и вновь накапливается 45-80 г кальция. Многие авторы утверждают, что количество обмениваемого кальция составляет до 60% всего кальция в организме. Таким образом, животные в течение длительного времени для жизнедеятельности и производства продукции могут использовать кальций из костей. В тоже время такое заимствование может быть до определенного предела. Большой расход этого важного элемента может привести к остеомалации [69; 103].

Таблица 13

Баланс и использование кальция, г/гол ($\bar{X} \pm s\bar{x}$)

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Принято с кормом	168,27±3,40	164,14±4,66
Выделено с калом	96,99±1,15	94,07±4,56
Усвоено,	71,28	70,07
Коэффициент усвояемости, %	42,33±1,51	42,71±1,80
Выделено с мочой	13,27±0,57	10,48±0,95*
Использовано	58,00	59,59
% от принятого	34,47	36,30
% от переваренного	81,37	85,04
Выделено с молоком	42,40±2,81	42,40±1,12
Использовано:		
% на образование молока от принятого	25,20	25,83
% на образование молока от усвоенного	59,48	60,51
Отложено в теле (баланс), + / -	+15,60±4,44	+17,19±3,71

Фосфор также является важнейшей структурной единицей костной ткани животных и до 80-85% его находится в скелете, а 15-20% в других тканях, выполняя различные функции [59].

В опыте у животных обеих групп баланс кальция и фосфора был положительным, однако, отложение их имело некоторые различия.

Коровы опытной группы потребили с кормом кальция на 4,13 г (2,51%) меньше, чем контрольные, а фосфора на 2,64 г (3,68%) больше. С калом и мочой животные контрольной группы выделили кальция больше на 5,71 г (3,39%), а фосфора – на 3,13 г (4,36%) больше, чем животные опытной группы.

Таблица 14

Баланс и использование фосфора, г/гол ($\bar{X} \pm S\bar{x}$)

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Принято с кормом	71,71±2,38	74,35±1,83
Выделено с калом	40,82±2,11	30,50±1,41
усвоено	30,88±3,16	43,85±3,23
Коэффициент усвояемости, %	43,01±3,55	58,90±2,95
Выделено с мочой	12,31±1,91	19,50±3,10
Использовано	18,57±3,12	24,35±2,13
в % от принятого	25,89	32,75
% от переваренного	60,13	55,53
Выделено с молоком	17,09±0,80	17,36±0,21
Использовано: % на образование молока от принятого	23,83	23,35
% на образование молока от усвоенного	55,34	39,60
Отложено в теле (баланс), ±	1,48±0,96	6,98±1,90 *

С молоком коровы обеих групп кальция выделили одинаковое количество, а фосфора коровы опытной группы выделили несколько больше на 0,28 г (1,60%). Лучшее усвоение минеральной части рациона от принятого наблюдалось у коров опытной группы: кальция на 2,50%, фосфора отложили в теле на 5,5 г больше ($P < 0,05$).

2.6 Молочная продуктивность и качество молока

Основным критерием, позволяющим оценить сбалансированность и полноценность кормления коров, качественной и количественной характеристикой рациона, является их молочная продуктивность (А.Г. Юсупова, 1995).

В таблице 15 представлены показатели молочной продуктивности подопытных животных в балансовом опыте.

Суточные надои коров во время проведения физиологического опыта были практически на одном уровне. Разница составила 0,15% в пользу коров опытной группы. В пересчете на базисную (3,4%) и 4%-ную жирность молока по суточному удою достоверность разницы биометрической обработкой не подтверждена. Разница по массовой доле жира и массовой доле белка между показателями групп составила 0,22% и 0,10%, соответственно, в пользу коров опытной группы.

Что касается суточного выхода молочного жира и белка, то коровы опытной группы продуцировали их достоверно выше при $P < 0,001$.

Таблица 15

Молочная продуктивность коров в физиологическом опыте, в среднем на голову ($\bar{X} \pm s\bar{x}$)

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Среднесуточный удой молока фактической жирности, кг	19,90±1,33	19,93±0,29
Массовая доля в молоке: – жира, % – белка, %	3,84±0,21 3,07±3,12	4,06±0,47 3,17±4,91
Среднесуточный удой молока базисной жирности (3,4%), кг	22,51±0,67	23,82±0,41
Суточный удой молока 4% жирности, кг	19,14±0,71	20,25±0,53
Суточная продукция: – молочного жира, г – молочного белка, г	765,4±2,34 611,7±4,16	809,8±1,41*** 632,3±1,45***

В таблице 16 и 17 представлены физико-химические показатели молока подопытных животных в научно-хозяйственном опыте.

В научно-хозяйственном опыте, при почти одинаковом уровне протеинового питания в рационе, по содержанию массовой доли белка молоко коров обеих групп не отлича-

лось, а по уровню массовой доли жира в ходе опыта выявлены некоторые различия.

Что касается массовой доли жира, то в молоке животных опытной группы его было больше в количественном отношении на 0,15%, а в процентном – на 4,0%, по сравнению с коровами контрольной группы у которых он выразился величиной 3,93% ($P > 0,05$), что согласуется с увеличением обеспеченности рациона по сахару опытной группы за счет экструдата зерна озимой ржи.

Обобщая данные многих исследований можно сказать, что условия кормления животных оказывают большое влияние на состав и качество молока.

Таблица 16

Физико-химические показатели молока
подопытных животных, n-13 ($\bar{X} \pm S\bar{x}$)

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
На начало опыта		
Массовая доля жира, %	3,77±0,06	3,80±0,03
Массовая доля белка, %	3,12±0,02	3,12±0,02
СОМ, %	12,32±0,03	12,39±0,06
СОМО, %	8,55±0,05	8,57±0,06
Кальций, %	0,15±0,07	0,14±0,06
Фосфор, %	0,083±0,05	0,085±0,04
Кислотность, °Т	15,30±0,08	15,17±0,06
Плотность, г/см ³	1,029±0,01	1,029±0,01
Кальций-фосфорное отношение	1,80:1	1,70:1

Анализируя технологические свойства молока можно сказать, что все учитываемые физико-химические показатели молока контрольной и опытной групп коров отвечали требованиям ГОСТ 52054 – 2003 «Молоко натуральное коровье – сырое» [3].

Молоко коров опытной группы более отвечало технологическим параметрам при кислотности $16,07 \pm 0,10$ градуса Тернера, что позволяет приготовить масло и сыр хорошего качества. При кислотности $14,17$ °Тернера молоко для производства сыра не годится.

Так же следует отметить, что усвояемость зольной части рациона у коров опытной группы, получавших концентраты в виде экструдированной озимой ржи, была выше на $1,86\%$ и составила $53,84\%$ ($P < 0,01$), по сравнению с коровами контрольной группы – $51,98\%$ ($P < 0,05$), а отсюда возможно увеличение количества зольных элементов в молоке.

Таблица 17

Физико-химические показатели молока

подопытных животных, в среднем за опыт, $n=13$ ($\bar{X} \pm S\bar{x}$)

Массовая доля жира, %	$3,78 \pm 0,04$	$3,93 \pm 0,05$
Массовая доля белка, %	$3,12 \pm 0,03$	$3,13 \pm 0,03$
СОМ, %	$12,34 \pm 0,13$	$12,54 \pm 0,11$
СОМО, %	$8,56 \pm 0,06$	$8,61 \pm 0,12$
Кальций, г	$0,14 \pm 0,01$	$0,15 \pm 0,01$
Фосфор, г	$0,09 \pm 0,01$	$0,09 \pm 0,01$
Кислотность, °Т	$14,17 \pm 0,09$	$16,07 \pm 0,10$
Плотность, г/см ³	$1,029 \pm 0,05$	$1,029 \pm 0,03$
Кальций-фосфорное отношение	1,61:1	1,55:1

В опыте содержание кальция и фосфора в молоке коров опытной группы составило $0,15$ и $0,09$ г соответственно, что выше, чем в молоке коров контрольной группы на $6,7\%$ кальция и на $10,4\%$ фосфора, поэтому кислотность молока коров опытной группы была выше на $1,9\%$ и составила $16,07$ °Т. Кальций находится в молоке в легкоусвояемой и хорошо сбалансированной с фосфором форме. Соли кальция имеют

огромное значение для процессов переработки молока. Недостаточное количество солей (ионов) кальция обуславливает медленное сычужное свертывание молока (в сыроделии считается нормальным содержание 125-130 мг/% кальция в молоке), а их избыток вызывает коагуляцию белков молока при стерилизации. Содержание кальция в молоке, заготавливаемом в РФ, колеблется от 100 до 140 мг/%, среднее количество кальция составляет 110-126 мг/%. Около 22% всего количества кальция прочно связано с казеином (от его содержания зависит размер казеиновых мицелл и их устойчивость), остальные 78% составляют фосфаты и цитраты. Большая часть этих солей (в основном фосфаты кальция) содержится в коллоидном состоянии (в виде агрегатов молекул) и небольшая часть (около 30%) - в виде истинного раствора [91; 12].

Сравнивая данные по физическим свойствам молока, следует отметить, что плотность молока по обеим группам практически не различалась и находилась в пределах 1,029 г/см³. Плотность сборного коровьего молока должна находиться в диапазоне 1,027 – 1,032 г/см³. Плотность натурального молока не должна быть ниже 1,027 г/см³ или 27 °А [127; 152].

В целом за научно-производственный опыт получены следующие показатели молочной продуктивности (табл. 18).

За 150 дней лактации от коров опытной группы было надоено молока с фактической жирностью на 169 кг (6,53%) ($P < 0,001$) больше, чем в контрольной, а молочного жира больше на 10,53 кг (10,76%) ($P < 0,001$). В пересчете на молочный жир и молоко базисной жирности, разрыв в показателях в пользу коров опытной группы, получавших в рационе экструдат озимой ржи, увеличивается.

Таблица 18

Молочная продуктивность коров за 150 дней лактации,
 $n = 13 (\bar{X} \pm s\bar{x})$

Группа	Надой, кг	Массовая доля, %		Выход	
		жира	белка	жира, кг	белка, кг
Контрольная	2588±21,44	3,78±0,06	3,12±0,03	97,82±1,21	80,75±1,76
Опытная	2757±27,03***	3,93±0,04	3,13±0,03	108,35±1,58 ***	86,29±2,11

Последующее влияние скармливания экструдата зерна озимой ржи коровам установлено за 305 дней лактации (табл. 19).

За 305 дней лактации от животных контрольной группы получили меньше молока на 451 кг, или на 8,75%. Введение в рацион кормления коров опытной группы экструдата зерна озимой ржи положительно сказалось на продуктивности последующих месяцев лактации, то есть проявляется эффект пролонгирования действия экструдата зерна озимой ржи. В результате это позволило получить за 305 дней лактации молока больше на 451 кг или на 8,75% по сравнению с контрольными животными.

Таблица 19

Молочная продуктивность за 305 дней лактации, $n=13 (\bar{X} \pm s\bar{x})$

Группа	Надой, кг	Массовая доля жира, %	Выход молочного жира, кг
Контрольная	4705±58,11	3,85±0,03	181,14±3,12
Опытная	5156±23,38*	3,98±0,04	205,20±2,99

В период проведения научно-хозяйственного опыта прослеживалось изменение молочной продуктивности коров по месяцам лактации. Лактационная кривая у коров опытной группы располагалась на более высоком уровне, по сравнению с аналогами контрольной группы и была более стабильной (рис. 2).

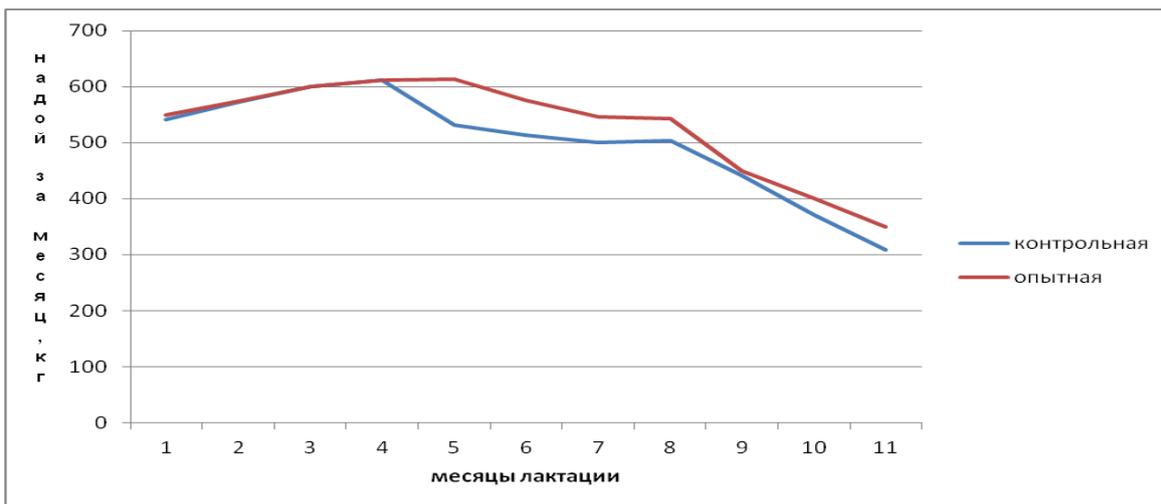


Рис. 2. Изменение молочной продуктивности коров по месяцам лактации

Лактационная кривая обусловлена уровнем молочной продуктивности и индивидуальными особенностями физиологического состояния коров, а также уровнем кормления и условиями содержания. Лактационные кривые коров в начале лактации характеризуются возрастающей секрецией молока. При этом высший суточный удой проявляется на втором - третьем месяцах лактации, а у низкопродуктивных даже на первом месяце, а затем, в одних случаях, медленно, в других, особенно с наступлением стельности, секреция молока начинает быстро снижаться. У коров обильномолочных пород после достижения максимального удоя снижение его в последующие месяцы лактации составляет 6%, а у малопродуктивных - 9-12% в месяц. Обильномолочность коров зависит от длительности и уровня повышения удоев после отела и степени последующего понижения их к концу лактации. Этот процесс называется падением лактационной кривой. Наиболее желательный тип коров для производства молока - это первый и второй типы. Коровы с устойчивой лактационной кривой, как правило, используются в стаде дольше, и им свойственна более высокая пожизненная молочная продуктивность [66].

Повышение среднесуточных удоев у коров опытной группы сопровождалось увеличением жирности молока на 0,13%, по сравнению с контрольными животными. Выявлено незначительное различие в содержании кальция и фосфора в молоке в пользу коров опытной группы. Кальция в молоке коров опытной группы было больше на 0,01 г (7,1%) и составило 0,15 г, в то время как и фосфора было больше на 0,01 г (11,5%) ($P < 0,01$), чем у аналогов контрольной группы. По результатам биохимических анализов, в молоке и моче опытной группы коров содержание кетоновых тел было в пределах нормы и составляло: в молоке 3,68 мг/%, в моче – 6,94 мг/%. В то время, как у коров контрольной группы этот показатель и в молоке, и в моче был на уровне 9,45 мг/% и 12,17 мг/% соответственно, при норме содержания кетоновых тел в молоке 6 – 8 мг/% и в моче – 9 – 10 мг/%. Это говорит о том, что экструдат озимой ржи был более полноценным кормом, чем зерновая смесь из пшеницы, ячменя, овса и гороха [149; 151; 159; 118; 119].

2.7 Воспроизводительные способности подопытных животных

Воспроизведение крупного рогатого скота представляет собой главное звено в жизненном цикле животных. Лактация по существу является его побочным продуктом, поэтому экономическая эффективность молочного скотоводства обусловлена способностью коров к воспроизведению. Реализация генетического потенциала продуктивности и ускорения селекционного прогресса также может базироваться только на основе повышения уровня плодовитости маточного поголовья и сохранности молодняка [18].

Воспроизводительные способности коров используются недостаточно. По разным оценкам, в целом по стране от каждой ста коров получают лишь от 70 до 80 телят, а сервис-период составляет 100-140 дней. Значительный ущерб воспроизводству стада наносят аборт и мертворожденный приплод. По этим причинам в хозяйствах Российской Федерации недополучают 2-7% телят. Остается малой продолжительность хозяйственного использования коров – 3-4 лактации. Бесплодие и низкий выход, гибель телят могут быть следствием недостаточного и неполноценного кормления животных, нарушений условий их содержания и эксплуатации, правил ветеринарного обслуживания и организации искусственного осеменения, неудовлетворительного выращивания ремонтного молодняка и других факторов. Через ухудшение воспроизводительных качеств животных проходят практически все хозяйства, в которых отсутствуют нормальные условия кормления и содержания скота [65].

Воспроизведение крупного рогатого скота подчинено строгому годовому ритму. При этом важно определить оптимальный срок первого осеменения коров после отела (индифференц-период). Раньше первую охоту после отела считали окончанием периода восстановления матки. В настоящее время известно, что время ранней первой охоты (между 15 и 30-м днем) восстановление еще не закончено. Продолжительность восстановительного периода у крупного рогатого скота в среднем составляет 28-50 дней. При родовых осложнениях и различных нарушениях восстановление затягивается. Половые пути, эндометрий восстанавливаются в течение 30 дней только у 10% коров, в течение 60 дней – у 75%, в течение 90 дней – у 95% коров [22].

В таблице 20 приведены данные по воспроизводительной функции подопытных животных. Полученные данные воспроизводительной функции коров раскрывают скрытые причины торможения процесса воспроизведения. Процессы воспроизведения сельскохозяйственных животных в отношении биологической полноценности питания являются более требовательными, чем все другие жизненные процессы. Избирательность воспроизводительных процессов к условиям жизни наиболее строга и своеобразна. Если организм не находит в окружающей среде всех необходимых для жизни и развития условий, то прежде всего прекращаются процессы размножения, но организм может еще долгое время поддерживать основные проявления жизни, как бы выжидая возобновление необходимых условий [116].

Таблица 20

Показатели воспроизводительной функции коров

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Всего коров в группе, гол	13	13
Отелилось, гол	11	13
Получено жизнеспособных телят, гол	8	13
Пришли в охоту через 28-30 дней после отела	5	9
Оплодотворяемость от 1 ^{-го} осеменения, гол	-	-
Оплодотворяемость от 2 ^{-го} осеменения, гол	5	7
Оплодотворяемость от 3 ^{-го} осеменения и более, гол	8	6

В нашем случае за счет эксрудированной ржи повысилось содержание сахара в рационе коров опытной группы на 48,5%, при этом улучшилась биологическая полноценность рациона, что положительно повлияло на воспроизводительные функции коров опытной группы. О результатах успеш-

ного послеродового восстановления свидетельствует показатель прихода в охоту коров на 28-30 день после отела: 53,8% коров опытной группы пришли в охоту на 28-30 день, в то время как у коров контрольной группы это выразилось величиной – 15,3%. Всего коров, ставших стельными в период лактации: в опытной группе – 100%, в контрольной – 76,9%, что ниже опытной группы на 23,1%.

Сервис-период – один из самых распространенных показателей в повседневной работе специалистов. Контроль за ним позволяет ежедневно оценивать ситуацию с воспроизводством в стаде, регулировать сроки осеменения коров, принимать меры по повышению их оплодотворяемости. Сервис-период обуславливает длину лактации, сухостоя, межотельного периода, регулярность отелов, выход телят на 100 коров, в конечном счете, продолжительность и эффективность использования коров, уровень их молочной продуктивности [18; 10].

В таблице 21 приведены данные, характеризующие изменение воспроизводительных способностей подопытных коров. Необходимым условием ежегодного получения от коровы одного теленка, является продолжительность сервис-периода не более 80 дней. Большинство ученых и практиков придерживаются мнения, что первое осеменение коров после отела должно проходить на 60-80 день. Зарубежные ученые E.D. Fielden и др., M. Ron придерживаются аналогичного мнения по поводу нецелесообразности раннего осеменения высокопродуктивных коров, считая, что осеменять коров следует по истечении 60 дней после отела [206; 216].

По данным М.С. Гавриленко, Г.С. Шарапы (1990), программой повышения плодовитости молочного скота в США предусматривается интервал от отела до первого осеменения до 80 дней (в среднем 75 дней), а в Канаде – 70 дней [40].

Таблица 21

Воспроизводительные способности коров

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Сервис-период, дней	131,4±5,8	108,3±6,7 *
Индекс осеменения	2,1	1,9
Межотельный период, дней	470,2±13,3	389,2±7,0
Продолжительность лактации, дней	414,3±12,2	331,1±6,2

В эксперименте сервис-период у коров опытной группы оказался меньше, чем в контрольной на 23,1 дня (21,3%, $P < 0,05$) и составил 108,3 дня.

Использование в рационе кормления коров опытной группы экструдированной ржи способствовало сокращению продолжительности сервис-периода на 23,1 дня, по сравнению с коровами контрольной группы, у которых продолжительность сервис-периода составила 131,4 дня.

Оптимальной продолжительностью лактации считается 305 дней, сухостойного периода – 60 дней. В сумме они составляют межотельный период. Одним из показателей воспроизводительной способности коров является интервал между отелами. Оптимальным считается межотельный интервал в 365 дней, так как он наиболее выгоден в отношении удоя и рентабельности производства молока. Чем выше удой, тем длиннее сервис период [132].

Продолжительность межотельного интервала у коров опытной группы была меньше на 20,8%, чем в контрольной и составила 389 день. В нашем эксперименте межотельный период у коров опытной группы выше нормы на 24 дня, но меньше чем у коров контрольной группы на 81 день (на 17,2%).

Для высокопродуктивных коров допускается небольшое (1-1,5 месяца) превышение межотельного периода.

Динамика показателей воспроизводства отражена на рис. 3.

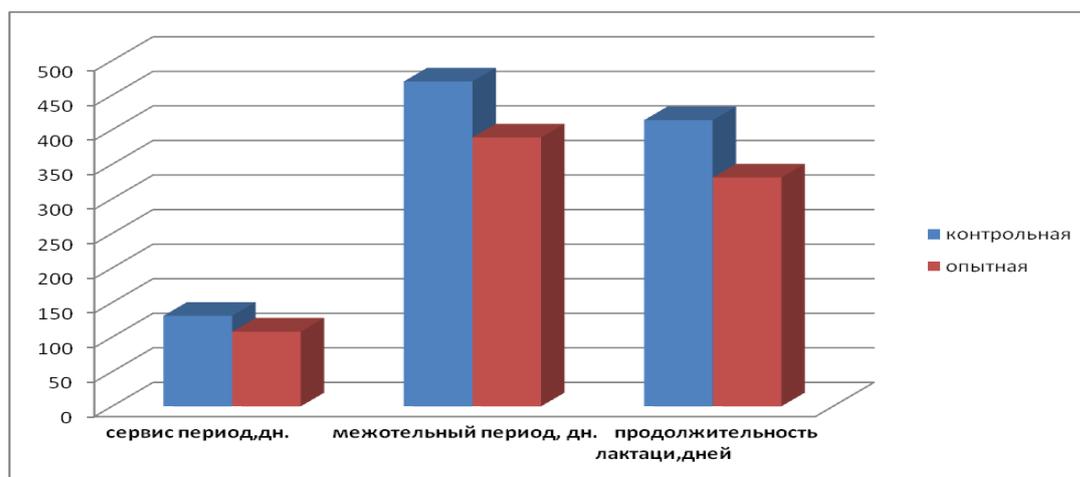


Рис. 3. Воспроизводительная способность подопытных животных

Показатель результативности осеменения – индекс осеменения (число осеменений на одну стельность). При привязном содержании индекс осеменения коров должен составлять 1,7, при беспривязном – 1,9. Индекс осеменения в нашем эксперименте составил у коров опытной группы 1,9, что ниже, чем у коров контрольной группы на 10,5%. У коров контрольной группы этот показатель составил – 2,1. Показатель оплодотворяемости (индекс осеменения) повышается с увеличением длительности сервис-периода, соответственно, 108 и 131 день. Такие показатели благоприятно сказываются на выходе телят (ВТ) от 100 коров.

$$ВТ = \frac{365 - СП}{285} \times 100$$

Как утверждает (Н. Сударев, 2012), выход телят (ВТ) – один из основных экономических показателей. В большей степени он зависит от продолжительности сервис-периода. Увеличение интервала от отела до плодотворного осеменения сопряжено со снижением выхода телят на 100 коров, увеличением длительности лактации и межотельного периода (МПО) в целом.

В эксперименте по опытной группе коров получены лучшие результаты межотельного периода и выхода телят (МОП – 389 день, ВТ – 93,5%), у которых сервис-период сравнительно короткий – 108,3 дня. Более продолжительный межотельный период и низкий выход телят наблюдается у коров контрольной группы (МОП – 470 дней, ВТ – 87,8%).

В таблице 22 приведен расчет эффективности скармливания экструдата на воспроизводительные способности коров. Основная причина ухудшения воспроизводительных функций (помимо послеродовых осложнений и ошибок при организации осеменения) – сбои в обмене веществ. Для профилактики акушерско-гинекологических заболеваний у маточного поголовья необходимо постоянно держать под контролем обменные процессы в организме животных и не допускать нарушений нейрогуморальной регуляции половых и других функций [1].

Таблица 22

Расчет экономической эффективности влияния
экструдированной ржи
на воспроизводительные способности коров, n = 13

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Продолжительность сервис-периода, дней	131,4	108,3
Дней бесплодия	51,4	28,3
Недополучено молока: - за 1 день бесплодия, кг - за все дни бесплодия, кг	5,0 257,0	5,0 141,5
Цена реализации 1 ц молока, руб.	1680,0	1680,0
Стоимость недополученного молока, руб.	4317,6	2377,2
Выход телят, %	87,8	93,5
Количество недополученных телят, голов	12,2	6,5
Стоимость 1 теленка (3,6 ц молока), руб.	6048,0	6048,0
Стоимость недополученных телят (в расчете на 1 голову), руб.	5675,8	3024,0
Потери от бесплодия (в расчете на 1 корову), руб.	9993,4	5401,2
Эффективность на 1 корову от сокращения сервис-периода, руб.	-	4592,2

Проблема нарушения обмена веществ напрямую связана с высококонцентратным типом кормления, недостатком грубых кормов в рационах и с их несбалансированностью по белкам, углеводам, витаминам и минералам. Правильное питание оказывает огромное влияние на воспроизводство и здоровье стада. Стратегия при этом состоит в поддержании у животного средней упитанности тела в любом физиологическом состоянии.

Исходя из данных таблицы 21 при расчете экономической эффективности влияния экструдированной ржи на воспроизводительные функции коровы были определены дни бесплодия (продолжительность сервис-периода минус 80 дней). За каждый день бесплодия хозяйство теряет 5 кг молока от коровы, это позволило определить стоимость недополученного молока. По фактической длительности сервис-периода определен выход телят по группам.

Учитывая, что стоимость теленка условно приравнивается к 3,6 ц молока, были высчитаны потери от недополучения телят. Получено телят от коров опытной группы 93,5% (на 5,7 %) больше, по сравнению с результатом выхода телят по контрольной группе коров. Потери от бесплодия коров прослеживаются и у коров опытной группы, но они значительно ниже (на 45,9%). В результате за счет сокращения сервис-периода у коров опытной группы эффективность составила 4592,2 рублей.

2.8 Биохимический состав крови

Кровь является той средой, через которую клетки тела получают все необходимые вещества для их жизнедеятельности. В свою очередь, через кровь происходит удаление из ор-

ганов продуктов жизнедеятельности. Недостаточное или, наоборот, избыточное поступление элементов питания нарушает характер метаболических процессов в тканях, что отражается на составе крови [24]. Картина крови свидетельствует о нормальных или патологических процессах, происходящих в организме животного [7].

Выявление количественного содержания биохимических компонентов в крови, биологических жидкостях, тканях здоровых животных и их изменений при заболеваниях позволяет с помощью лабораторных исследований провести своевременную диагностику (при отсутствии клинического проявления) болезни. Кроме того, биохимические исследования дают возможность контролировать и полноценность кормления. При установлении изменений биохимических показателей на ранних стадиях нарушений их удастся привести к норме с помощью сбалансированного кормления [31].

Контроль за кормлением высокопродуктивных коров необходимо проводить тремя методами: зоотехническим, клиническим, биохимическим. Необходимо проводить анализ крови, как минимум на содержание общего белка, глюкозы, кетоновых тел, кальция, неорганического фосфора, каротина, витамина А и резервную щёлочность [35].

Для оценки влияния того или иного фактора на организм животных важное значение имеет исследование крови. В связи с этим (перед началом проведения физиологического опыта и по завершении его) проведено изучение показателей, характеризующих состояние основного обмена в крови коров (таблица 23-24).

Причиной увеличения содержания общего белка в крови животных могут быть кетозы, токсическая дистрофия или воспаление печени. Увеличение общего белка в основном

происходит за счет γ -глобулинов. В опыте произошло небольшое снижение γ -глобулинов: в контрольной группе на 1,32%, в опытной – на 5,03%, но в пределах нормативных значений.

Как отмечает Е.В. Громыко (2005), необходимо учесть, что по уровню общего белка нельзя оценить уровень питания, так как этот показатель может изменяться под воздействием многих факторов, не относящихся непосредственно к протеиновому питанию, но характерных для некоторых нарушений обмена веществ и функции печени [53].

Для выявления недостатка протеина в рационе определяется концентрация альбуминов в сыворотке крови.

Таблица 23

Биохимический состав сыворотки крови подопытных коров на начало опыта, $n=3$ ($\bar{X} \pm S\bar{x}$)

№ п/п	Показатель	Норма	Группа	
			контрольная	опытная
1.	Общий белок, г/л	72-86	80,88±1,53	78,61±1,42
2.	Альбумин, %	30-50	38,37±2,42	37,05±2,82
3.	α -глобулин, %	12-20	11,88±1,24	12,6±1,57
4.	β -глобулин, %	10-16	9,56±0,82	11,55±0,47
5.	γ -глобулин, %	25-40	40,45±3,27	38,75±1,91
6.	АсАт, И/л	35-85	47,08±2,56	44,86±2,20
7.	АлАт, И/л	5-42	31,29±3,53	29,83±2,06
8.	Витамин Е, мкмоль/л	3-34	7,70±1,28	7,50±1,04
9.	Каротин, мкмоль/л	7,5-18,6	12,82±0,51	14,21±0,84
10.	Витамин В, мкмоль/л	0,7-2,7	1,91±0,12	1,81±0,12
11.	Сахар, ммоль/л	2,2-3,3	1,22±0,10	1,06±0,10
12.	Хлориды, ммоль/л	95,7-108,6	95,74±1,75	94,21±2,14
13.	Натрий, ммоль/л	139-147	201,51±6,0	208,4±11,38
14.	Калий, ммоль/л	4,1-4,86	5,17±0,17	6,02±0,66
15.	Кальций, ммоль/л	2,5-3,13	2,72±0,06	2,53±0,05*
16.	Фосфор, ммоль/л	1,45-1,94	1,75±0,05	1,75±0,04
17.	Магний, ммоль/л	0,82-1,23	1,21±0,33	0,87±0,05
18.	Железо, мкмоль/л	17,9-29	17,90±3,15	16,27±2,16
19.	Мочевина, ммоль/л	3,34-6,68	9,87±0,18	9,29±0,49
20.	Щелочной резерв, об. %СО ₂	46-66	43,13±1,44	42,42±1,68
21.	Медь, мкмоль/л	14-17	24,36±2,53	17,38±2,71

Таблица 24

Биохимический состав сыворотки крови подопытных коров
по окончании опыта, n=3 ($\bar{X} \pm S\bar{x}$)

№ п/п	Показатель	Норма	Группа	
			контрольная	опытная
1	Общий белок, г/л	72-86	82,56±2,16	84,43±1,78
2	Альбумин, %	30-50	25,77±0,96	22,77±0,96*
3	α-глобулин, %	12-20	11,00±0,94	16,90±0,96***
4	β-глобулин, %	10-16	25,83±2,35	23,7±52,24
5	γ-глобулин, %	25-40	39,13±1,94	33,72±3,90
6	Щелочной резерв, об.%CO ₂	46-66	54,90±1,46	53,26±1,63
7	АсАТ, И/л	38-85	30,54±2,33	37,39±1,17*
8	АлАТ, И/л	5-42	12,07±1,66	15,35±1,12
9	Щелочная фосфатаза, И/л	6,6-23,4	13,8±1,57	6,80±0,89
10	Витамин Е, мкм/л	3-34	15,64±0,95	17,00±1,24
11	Каротин, мкм/л	7,5-18,6	12,94±0,63	12,62±0,52
12	Витамин В, мкм/л	0,7-2,7	1,12±0,12	1,11±0,07
13	Сахар, мм/л	2,2-3,3	1,94±0,08	2,30±0,11
14	Хлориды, мм/л	95,7-108,6	80,95±1,29	93,86±2,51***
15	Натрий, мм/л	139-147	143,83±30,72	131,79±10,54
16	Калий, мм/л	4,1-4,86	3,69±0,17	3,43±0,11
17	Кальций, мм/л	2,5-3,13	2,89±0,10	3,41±0,18**
18	Фосфор, мм/л	1,45-1,94	2,07±0,06	2,05±0,05
19	Магний, мм/л	0,82-1,23	0,74±0,05	0,88±0,06*
20	Железо, мкм/л	17,9-29	35,33±7,18	35,84±6,55
21	Мочевина, мм/л	3,34-6,68	10,87±0,43	8,10±0,39

Эти белки в процессе гидролиза используются для синтеза специфических белков тканей, их считают аминокислотным резервом организма, и резкое снижение их уровня на фоне нормативных показателей активности аминотрансфераз и альдолаз свидетельствует об аминокислотном и белковом дефиците в организме коров.

При сбалансированном фазовом кормлении концентрация общего белка и его фракций в сыворотке крови коров на разных стадиях лактации и сухостойном периоде претерпевают существенные изменения [135].

В общем количестве белка альбумины должны занимать 40%; глобулины: альфа – около 17%, бета – около 13%, гам-

ма – около 30%. Альбумины являются самой мелкодисперсной и быстро продвигающейся фракцией. Они обеспечивают растворимость и транспорт промежуточных продуктов обмена от одной ткани к другой, после предварительного гидролиза освобождают аминокислоты, используемые для синтеза специфических белков. Повышение содержания альбуминовой фракции напрямую связано с продуктивностью животных. Содержание альбуминовых фракций на начало опыта в среднем составило у коров контрольной группы 38,37%, у опытной – 37,05% (при норме 30-50), но на конец опыта произошло существенное снижение в обеих группах: в контрольной на 12,6%, в опытной – на 14,28%, при том ниже нормативных значений.

Содержание альбуминов в сыворотке крови обеих групп было ниже минимальной нормы: в контрольной на 4,23%, в опытной – на 7,23%. Это вероятно связано с изменением физиологического состояния животных. Содержание альбуминовой фракции наиболее высокое наблюдается в начале лактации, а затем снижается к 5 месяцу лактации [122].

Сывороточные глобулины (грубодисперсные коллоиды) разделяются на α -, β -, γ -глобулины. Транспортная функция глобулинов более специфична по сравнению с альбумином. В крови α -глобулины специализированны как белки-носители, что объясняется их высокой реакционной способностью, обеспечивающей им возможность соединяться со многими веществами (липидами, углеводами, жирорастворимыми витаминами, желчными пигментами) [190].

В наших исследованиях содержание α -глобулинов в плазме крови коров опытной группы на конец опыта было больше на 5,9%, чем у контрольных и составило $16,90 \pm 0,96\%$ (при норме 12-20). У коров контрольной группы этот показа-

тель был ниже наименьшего предела на 1,0% и составил 11,00%±0,94.

Решение проблемы белкового обмена у высокопродуктивных молочных коров и рационального использования протеина корма позволит повысить продуктивность коров, улучшить качество молока, получить более жизнеспособный молодняк.

Контролируя в крови и молоке азот мочевины, можно определить, как сбалансировать рацион кормления и сделать его экономически выгодным и сохранить здоровье животных. Содержание мочевины в крови и биологическая ценность протеинов коррелируют друг с другом. Поэтому для оценки качества белка в практических условиях наиболее пригоден метод определения концентрации мочевины в крови и молоке, который вполне может заменить собой метод определения баланса азота, как более современный [142].

Определение соответствия количества сырого протеина в рационе биологическим потребностям организма коров проводится и по концентрации мочевины в сыворотке крови. Доказано, что мочевина крови очень точно отражает концентрацию аммиака в рубце жвачных животных (В.В. Казарцев, 1986). Около 80% сырого протеина рациона подвергается в рубце гидролизу до аминокислот с последующим их дезаминированием до аммиака. При достаточном поступлении энергии аммиак используется микрофлорой рубца для построения белков своего тела и на образование микробиального белка, которые перевариваются в кишечнике. Избыток же аммиака всасывается в кровь, попадает в печень, где преобразуется в мочевины. Поэтому по уровню мочевины в комплексе с данными по концентрации альбуминов и глюкозы в сыворотке крови можно с большой точностью оценить сбалансирован-

ность рациона на всех стадиях лактации коров по энерго-протеиновому отношению и установить дефицит или избыток сырого протеина в сухом веществе рациона. Но при этом необходимо исключить функциональные нарушения печени, учесть степени усвоения кормовых протеинов.

Преимущественно при проведении биохимических исследований устанавливается недостаточная обеспеченность коров сахаром. Наиболее часто наблюдается снижение сахара при дефиците в кормах легкоусвояемых углеводов, при избыточном потреблении глюкозы организмом с использованием повышенных норм концентратов (60-70% по питательности рациона), когда в рационах преобладают кислые корма, содержащие в большом количестве уксусную и масляную кислоты.

При недостаточном обеспечении коров сахаром, особенно в преддородный период и в I фазе лактации, организм стремится компенсировать энергетический дефицит путем сжигания жиров, в результате чего происходит концентрация холестерина в крови и образование кетоновых тел, что приводит к жировому перерождению печени, снижению продуктивности коров, бесплодию и рождению молодняка с низкой жизнеспособностью [39].

Уровень глюкозы в крови жвачных невысок, но довольно стабилен и удерживается у здоровых животных в пределах 40 – 60 мг/% или 2,2 – 4,0 ммоль/л поддерживается за счет действия гормонов. Поддержание глюкозы в крови на таком уровне возможно при условии, что потребление глюкозы тканями в период интенсивной лактации должно сопровождаться увеличением поступления её в кровь и, наоборот, уменьшение потребления при сухостое – соответствующим уменьшением поступления [92].

Всасывание глюкозы из пищеварительного тракта у жвачных происходит в очень малых количествах, а содержание пополняется в основном за счет её синтеза и распада гликогена. Возникновение гипогликемического состояния организма (снижение уровня глюкозы в крови) носит адаптационный характер и указывает не только на неудовлетворительное кормление, но и на отсутствие запасов гликогена в печени, мышцах и является показателем нарушения углеводного обмена. Тем не менее, для обеспечения высокой продуктивности организм коровы посредством нейрогуморальной регуляции мобилизует не только гликоген из его депо, но и резервный жир и жирные кислоты, а также белок в форме липопротеидов, что в последующем приводит к развитию гиперкетонемии [39; 53].

Содержание сахара в сыворотке крови подопытных животных на начало и в конце опыта находилось ниже нормы, так, варьирование показателей составило от 0,77 до 1,54 ммоль/л и 1,82 до 2,36 ммоль/л, соответственно. Средний уровень содержания сахара в сыворотке крови коров на начало и конец опыта составил: в контрольной группе – $1,22 \pm 0,10$ и $1,94 \pm 0,08$ ммоль/л, в опытной группе – $1,06 \pm 0,10$ и $2,30 \pm 0,11$ ммоль/л (при норме 2,22-3,33 ммоль/л). Содержание сахара в крови подопытных животных в ходе эксперимента несколько повысилось, в контрольной группе на 0,72 ммоль/л (37,2%), в опытной группе коров – на 1,24 ммоль/л (53,9%), полагаем, что это связано с улучшением кормления и контролем за скармливанием кормов. Но у коров опытной группы, имевших более обеспеченный сахаром суточный рацион кормления, содержание сахара в крови на конец опыта стало больше чем у коров контрольной группы на 0,36 ммоль/л (15,7%).

Поскольку основным источником глюкозы являются легкопереваримые углеводы, в сухом веществе кормового рациона должно быть 17,5 – 23,0% легкоферментируемых углеводов, в том числе 8,8 – 10,3% сахара в зависимости от суточного удоя; у стельных сухостойных коров – около 18,5% углеводов, из них около половины сахара. Кроме того, при контроле углеводного питания учитывают сахаропротеиновое отношение, которое в норме составляет 0,8: 1,2 (на каждые 100 г переваримого протеина рациона должно приходиться минимально 80 г и максимально 120 г сахара) [187].

Порядок изменения содержания липидов в крови животных в течение опыта был практически одинаковым. Колебания по содержанию холестерина наблюдались в пределах от 5,8 до 9,6 ммоль/л. Животные, у которых превышение нормы составило 1,6 раза (норма содержания 4,5-6,0 ммоль/л), вероятно обусловлено усилением липидного обмена в связи с интенсивным продуцированием молока.

Обеспечение продуктивности коров достаточным количеством макро- и микроэлементов способствует повышению их продуктивности, улучшению воспроизводительной способности и сохранению здоровья животных.

Уровень кальция в крови здоровых животных зависит от содержания в рационе кальция, фосфора, магния, витамина D, состояния гормональной и пищеварительной систем, почек и других органов. Содержание кальция в крови падает при длительном дефиците его в рационе, плохом усвоении вследствие недостатка витамина D и паратгормона. Гипокальциемия сопровождается остеодистрофией, рахит, послеродовой парез, гипофункцию околощитовидных желез, она возможна при нефрозе и нефрите [92].

На начало опыта уровень кальция и фосфора в крови коров обеих групп находился в пределах нормы. У коров контрольной группы содержание кальция составляло 2,72 ммоль/л, опытной – 2,53 ммоль/л (при норме 2,5 – 3,13 ммоль/л). Содержание фосфора у обеих групп было на одинаковом уровне и составляло: у коров контрольной группы – 1,75 ммоль/л, в опытной – 1,75 ммоль/л (при норме 1,45-1,94 ммоль/л).

На конец опыта произошло увеличение, как кальция, так и фосфора в крови коров и контрольной и опытной групп. Значительно, за время опыта увеличилось содержание кальция в крови у коров опытной группы и составило 3,41 ммоль/л (34,7%), контрольной – 2,89 ммоль/л (16,5%). У коров опытной группы содержание кальция в крови по сравнению с контрольной группой было выше на 0,52 ммоль/л (11,8%) и выше нормы на 0,28 ммоль/л (10,9%). Содержание фосфора на конец опыта в обеих группах было выше нормы: у коров опытной группы на 0,11 ммоль/л (10,5%), контрольной – на 0,13 ммоль/л (10,7%).

Содержание неорганического фосфора в крови коров становится повышенным в 1-ой и 2-ой фазах лактации, то есть в периоды раздоя и максимального удоя, стимулирующихся концентрированными кормами. В период запуска и сухостоя коров этот элемент в крови снижается до нормы этого периода от 0,81 до 0,13 ммоль/л [53].

Роль микроэлементов в обмене веществ объясняется их способностью взаимодействовать с белками, в частности с ферментами гормонами как специфическими активаторами метаболизма. Из всех микроэлементов наибольшее значение имеют цинк, марганец, кобальт, медь, йод.

Оценка результатов анализа на содержание в крови железа показала, что содержание этого элемента в крови коров на начало опыта в контрольной группе было на минимальном уровне и составляло 17,90 мкмоль/л (при норме 17,9 – 29 мкмоль/л), но выше чем у коров опытной группы на 1,63 мкмоль/л (11,0%). На конец опыта содержание железа в крови коров составило: в контрольной группе – 35,33 мкмоль/л, – опытной – 35,84 мкмоль/л, что выше нормы максимального содержания в контрольной группе – на 6,33 мкмоль/л (12,2%), – опытной – на 6,84 мкмоль/л (12,3%). Вероятнее всего, повышенное содержание железа в крови подопытных животных в нашем случае связано с повышенным содержанием железа в кормах скармливаемых рационов и откладыванием в организме экзогенного железа в виде трехвалентного оксида железа [85].

Железо необходимо для синтеза гемоглобина, в котором сосредоточено более половины его запасов в организме. Как переносчик кислорода, железо способствует усилению обмена питательных веществ внутри клетки. Оно также входит в состав ряда ферментов [82].

Роль витаминов в общем обмене трудно переоценить, так как, находясь в составе коферментов, они являются необходимыми структурными элементами катализаторов, участвующих в превращении белков, жиров, углеводов и других веществ [39].

Для оценки обеспеченности организма коров витамином за счет кормов рациона рекомендуется использовать показатель уровня каротина и витамина А в сыворотке крови [76].

Сельскохозяйственные животные нуждаются в поступлении каротиноидов и витамина А с кормами, причем коровы способны накапливать максимум каротина без предварительного его превращения в витамин [202].

Предшественником витамина А (ретинола) является каротин (альфа-, бета - и гамма), поступающий в организм животного с кормом. Наибольшей провитаминной активностью обладает бета-каротин.

В сыворотке крови у всех обследованных животных на конец опыта отмечается содержание каротина в пределах нормы и варьирует от 9,31 до 16,66 мкмоль/л (при норме от 7,5 до 18,6 мкмоль/л). Содержание каротина в сыворотке крови коров опытной группы на конец опыта незначительно снизилось на 1,59 мкмоль/л (11,2%) и составило $12,62 \pm 0,52$ мкмоль/л, но находилось в пределах нормы. Разница в содержании каротина в крови коров опытной и контрольной групп составила 0,32 мкмоль/л в пользу коров контрольной группы, но она незначительная и недостоверная. В период опыта основу рациона составлял силос из бобовых трав (смесь люцерны-козлятника и клевера), благодаря которому уровень каротина в крови коров был в пределах нормы.

Содержащиеся в сыворотке крови коров ферменты переаминирования АЛТ (АлАТ) и АСТ (АсАТ) связаны с уровнем молочной продуктивности и породной принадлежностью животных и, следовательно, могут служить интерьерным ориентиром при углубленной селекции высокопродуктивного молочного скота. У коров голштинофризской породы при высоких удоях (свыше 7000 кг молока) резко возрастают обменные процессы всех систем. У них выявлена повышенная, по сравнению с другими породами молочного направления, активность ферментов АЛТ и АСТ в среднем на 6,23 ед/л и 18,8%; на 38,43 ед/л и 29,3%, соответственно [200].

В научно-хозяйственном опыте у подопытных животных ферменты переаминирования АлАТ и АсАТ находились в пределах допустимой нормы (по АЛТ – 38-85 И/л),

(по АСТ – 5-42 И/л). На начало опыта величины содержания этих ферментов были выше у коров контрольной группы, а на конец опыта они стали большими в крови коров опытной группы по АСТ на 6,8 И/л (или 18,4%), что выразилось величиной $37,39 \pm 1,84$ И/л; по АЛТ, соответственно – на 3,28 И/л (или 21,4%) и 15,35 И/л. Содержание фермента АСТ в обеих группах было ниже нормы. Это может свидетельствовать об отсутствии воспалительных процессов во внутренних органах коров.

Синтетическую функцию печени можно оценить с помощью исследования активности ферментов переаминирования АлАТ и АсАТ, основной функцией которых является синтез и распад определенных аминокислот в организме. Достоверное увеличение этих показателей в крови животных будет указывать на нарушение функции печени и напряженность белкового обмена [64].

Щелочная фосфатаза содержится во всех органах и тканях животных, особенно много её в костной ткани, печени, слизистой оболочке кишечника. Активность щелочной фосфатазы в сыворотке возрастает обычно при заболеваниях костей, сопровождающихся пролиферацией остеобластов, и при поражении печени, особенно с явлениями холестаза. При повреждении паренхимы печени отмечается умеренное повышение щелочной фосфатазы, при желтой атрофии печени – резкое. Содержание щелочной фосфатазы у обследованных животных обеих подопытных групп находилось в пределах физиологической нормы (6,6- 23,4 И/л), но имелись различия по величине этого показателя. На начало опыта содержание щелочной фосфатазы у коров контрольной группы было выше, чем у опытной, на 1,22 И/л (11,3%) и составило

10,56±0,09 И/л. На конец опыта разница в показателях составила в 2 раза, то есть содержание щелочной фосфатазы у коров контрольной группы в среднем находилось на уровне 13,8±1,57 И/л и увеличилось за время опыта на 3,24 И/л (13,0%), тогда как этот показатель у коров опытной группы уменьшился на 2,54 И/л (13,7%) и составил 6,8 И/л. Увеличение щелочной фосфатазы у коров контрольной группы связано с меньшей, по сравнению с опытной группой, обеспеченностью рациона углеводсодержащими кормами с легкорезорбируемыми основаниями. Щелочная фосфатаза катализирует гидролитическое расщепление монофосфорных эфиров, приводя к увеличению содержания фосфатионов [31].

В организме животных постоянство кислотно-щелочного равновесия (рН) поддерживается четырьмя основными системами: гемоглобиновой, бикарбонатной, фосфатной, белковой. В клинической практике большое значение придается бикарбонатной буферной системе, так как она наиболее лабильна и быстрее других систем реагирует на различные сдвиги в организме. Состояние бикарбонатной буферной системы оценивают по определению резервной щелочности (запасов бикарбонатов) плазмы крови. Согласно физиологическим нормам щелочной резерв у крупного рогатого скота равен 46-66 об. %СО₂. Резервная щелочность относится к числу показателей правильного кормления животных. Определение этого показателя имеет большое значение при установлении ацидоза, который возникает у животных в результате нарушения обмена веществ. Снижение резервной щелочности в крови ниже 40 об. %СО₂ свидетельствует о сдвиге кислотно-щелочного баланса в сторону ацидоза [92].

На конец опыта у коров контрольной группы щелочной резерв составил 54,90 об. %СО₂, в опытной группе – 53,26 об. %СО₂. Следовательно, животные получали достаточное количество минеральных веществ, что и обеспечило нормальное течение обменных процессов в организме.

Перед постановкой на опыт (таблица 22) разница в биохимических показателях крови была недостоверной, все показатели коров опытной и контрольной групп были на уровне минимальной нормы и в её границах имели незначительные отклонения. Это может, говорит о том, что уровень кормления подопытных коров в ООО «Семёновское» обеспечивал сравнительно хорошую продуктивность.

Хотя на конец опыта показатели биохимического состава крови коров обеих групп находились в пределах нормы, но разница в показателях была высокодостоверной по содержанию фракций белка α-глобулинов при $P < 0,001$, хлоридов при $P < 0,001$, достоверной по содержанию альбуминов, магния, фермента крови АсАТ.

Результаты исследования отобранных проб крови коров в нашем физиологическом опыте показали, что содержание мочевины и на начало и на конец опыта было высокое в обеих группах коров. На конец опыта этот показатель повысился еще в контрольной группе с 9,87 до 10,87 (на 1%), в опытной – с 9,29 до 10,10 (0,8%) при норме 3,34-6,68 ммоль/л. По результатам исследований состава крови коров контрольной и опытной групп о высокой степени усвоения протеина говорить нельзя.

Таким образом, в результате проведенных исследований можно сделать вывод, что введение в рацион коров опытной группы экструдата зерна озимой ржи оказало положительное влияние на состав крови животных.

2.9 Экономическая эффективность использования зерна озимой ржи экструзионной обработки

Хозяйственная деятельность предприятия характеризуется прежде всего размером полученной прибыли, которая в молочном скотоводстве зависит от количества произведенной продукции, закупочных цен и затрат на нее.

Продуктивность – важнейший фактор, определяющий финансовое благополучие отрасли, поэтому ее повышение – не самоцель, а средство получения прибыли [185].

Эффективность любого корма и оборудования, применяемых в животноводстве, определяет система показателей. Важнейшими из них являются: производительность (затраты труда на голову или продукцию), эксплуатационные затраты (оплата труда, затраты на текущий ремонт, техническое обслуживание, электроэнергию), экономические показатели (затраты кормов в натуральном и денежном выражении на единицу продукции), срок окупаемости капиталовложений на приобретение нового оборудования для приготовления концентрированных кормов. Расчет стоимости концентратной части рациона производили, исходя из рекомендаций Министерства сельского хозяйства РФ и Министерства сельского хозяйства Пермского края по расчетным прогнозируемым ценам на сельскохозяйственные культуры для заключения договоров страхования в 2012 году.

Согласно таблице 25 стоимость 1 ц зерновой смеси составила 597,45 руб., превысив стоимость 1 ц озимой ржи на 87,05 руб., при этом даже после экструдирования, которое несколько увеличило стоимость озимой ржи, разница в ее пользу составила 62,75 руб. Расчеты по затратам на экструдирование проведены на основании фактических данных, ис-

ходя из 8 кВт/час на 1 ц. Суточный рацион обеих групп животных включал по 7 кг концентрированных кормов, стоимость концентратной части рациона составила по контрольной и опытной группам 41,82 руб. и 37,43 руб., соответственно. Замена концентратной части на экструдат зерна озимой ржи привела к удешевлению суточного рациона в среднем на 4,39 руб., (8,7%).

Таблица 25

Расчет стоимости 1ц концентратов

№	Культура	% ввода	Средняя цена 1ц руб.	Стоимость введенного корма, руб.	Затраты на экструирование 1ц руб.	Стоимость корма, руб.
1	Пшеница	60	637,3	382,38	0	-
2	Овес	20	498,7	99,74	0	-
3	Ячмень	15	570,2	85,53	0	-
4	Горох	5	595,9	29,80	0	-
	Итого	100		597,45	0	597,45
1	Рожь	100	510,4	510,4	24,30	534,70
	Разница			-87,05		-62,75

В таблице 26 дан расчет экономической эффективности использования зерна озимой ржи экструзионной обработки в кормлении коров.

Согласно этому расчету, надои на корову за пять месяцев составили 2588 кг и 2757 кг (при суточных удоях 17,2 кг и 18,4 кг) в контрольной и опытной группах, соответственно. От коров опытной группы получено молока больше на 6,53%.

В целом за счет замены зерновой смеси на экструдат озимой ржи от 13 животных опытной группы за 5 месяцев получен чистый доход - 156500 руб.

Выручка от реализации молока была больше в опытной группе по сравнению с контрольной на 8,88%. Даже при одинаковом уровне кормления, экономия при использовании в

рационе коров озимой ржи экструзионной переработки в ходе проведения эксперимента в денежном выражении составила 5315 руб. на 1 голову.

Таблица 26

Расчет экономической эффективности зерна ржи
экструзионной обработки

Показатель	Группы	
	контрольная	опытная
Количество животных в группе, гол.	13	13
Надоеено молока, ц	336,44	358,41
Надой молока за 150 дней на голову, кг	2588	2757
Средняя массовая доля жира, %	3,78	3,93
Средняя массовая доля белка, %	3,12	3,13
Закупочная цена 1 ц молока (базисной жирности 3,4% и белка 2,9%), руб.	1680	1680
Надбавка за жир, руб.	38	53
Надбавка за белок, руб.	44	46
Цена реализации за 1 ц молока, руб.	1762	1779
Получено телят, гол	10	12
Получено телят в расчете на 100 коров, гол	87,8	93,5
Получено молока с учетом пересчета телят на молоко, ц	372,44	401,61
Выручка от реализации молока, тыс. руб.	656,2	714,5
Общие производственные затраты, тыс. руб.	568,8	558,0
в том числе: зарплата	159,2	160,2
корма	295,3	286,7
прочие прямые затраты	83,1	80,9
накладные расходы	31,2	30,2
Себестоимость 1 ц молока, руб.	1512,60	1389,40
Чистый доход, тыс. руб.	87,4	156,5
Экономический эффект, тыс. руб.	-	69,1
Экономический эффект на одну голову, руб.	-	5315

Проведенный расчет эффективности показал, что скармливание экструдата озимой ржи коровам опытной группы обеспечило получение большей прибыли, по сравнению с коровами контрольной группы, получавшей концентратную часть рациона в виде злаково-бобовой зерносмеси, и скармливание экструдата зерна озимой ржи дойным коровам экономически целесообразно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Экструзия как способ подготовки концентрированных кормов повышает углеводную полноценность озимой ржи за счет воздействия температуры, давления, сдвига, влаги на крахмал и частично клетчатку с гидролизом их до глюкозы. Содержание легкосбраживаемых углеводов после экструзии увеличивается на 61,8%, по сравнению с исходным продуктом.

Замена концентратной части рациона, состоящей из дерти зерносмеси (пшеница, овес, ячмень, горох), на экструдат зерна озимой ржи повысила содержание сахара в рационе коров опытной группы на 531 г (48,5%).

В результате экструзионной переработки зерна озимой ржи, повышается доступность содержимого экструдата воздействию пищеварительных ферментов желудка, что способствует лучшей переваримости не только органического вещества (в нашем опыте 58,9%), но и золы - 53,84%.

Коровы опытной группы, получавшие экструдат озимой ржи, использовали обменную энергию рациона на молоко более эффективно (на 0,43%), по сравнению животными в контроле, при положительных балансах азота, кальция и фосфора.

Скармливание экструдата озимой ржи коровам опытной группы в научно-хозяйственном опыте привело к повышению надоя (в среднем на корову) на 169 кг (6,53%) при одновременном повышении массовой доли жира в молоке на 0,13%, по сравнению с аналогами контрольной группы.

Использование экструдата озимой ржи оказало положительное влияние на воспроизводительные способности коров, выразившиеся в сокращении сервис – периода на 23 дня (5,7%), межотельного периода на 81 день (20,8%).

Применение в кормлении животных опытной группы экструдированной ржи привело к повышению в крови содержания глюкозы на 1,24 ммоль/л (53,9%) и составляло 2,30 ммоль/л, по сравнению с содержанием глюкозы в крови на начало опыта (при норме 2,22-3,33 ммоль/л). В тоже время содержание глюкозы в крови коров контрольной группы было на уровне 1,94 ммоль/л, что ниже нормы на 12,61%.

Включение в рацион кормления коров опытной группы зерна озимой ржи экструзионной переработки дало экономию затрат кормов на производстве 1 кг молока равное 0,02 ЭЖЕ, увеличение общего надоя на 6,53% и улучшение качественных показателей молока, выразившейся в денежном эквиваленте суммой 5315 руб., на 1 корову.

Интенсификация использования ржи позволит хозяйствам, довольно часто страдающим от нехватки традиционных зерновых культур, значительно снизить долю затрат на корма в структуре себестоимости продукции животноводства и, тем самым, повысить рентабельность производства.

Для получения качественного экструдата из сухого зерна озимой ржи его необходимо превратить в крупку и увлажнять до – 22-23%.

Экструдер при работе в зимний период должен находиться в условиях плюсовых температур, что повышает надежность работы установки и обеспечивает получение качественного кормового продукта.

В целях оптимизации рационов кормления коров по сахару, получения более качественной продукции, а также повышения рентабельности производства молока, рекомендуем включать зерно озимой ржи экструзионной переработки в рационы дойных коров с заменой до 100% концентратной части суточного рациона.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агалакова Т.В., Тяпугин Е.А. Методы интенсификации воспроизводства крупного рогатого скота.- Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2013. - 216 с.
2. Алёхин Ю., Моргунова В. Регулирование рубцового пищеварения факторами кормления //Главный зоотехник, 2007. №10. – С.27–29.
3. Аникин А.Н., Лифанов Р.М. Технологические свойства молока // Молочная промышленность, 2008. №9. - С.19.
4. Аникин А.С. Принципы нормирования потребностей в протеине для дойных коров /А.С. Аникин, Р.В. Некрасов, Н.Г. Первов, А.Т. Мысик //Зоотехния, 2012. №9. - С.5-7.
5. Архипов А.В. Необходимость контроля полноценности кормления высокопродуктивных коров //Главный зоотехник, 2006. №4. – С.35-43.
6. Афанасьев В.А. Нужен ли буренке собственный комбикормовый завод // Поволжье Агро, 2012. №6. - С.16.
7. Афонский С.И. Биохимия животных. М.: Высшая школа, 1970. – 612 с.
8. Баканов В.Н., Менькин В.К. Кормление сельскохозяйственных животных. М.: Агропромиздат, 1989. – 511 с.
9. Барабанщиков Н.В. Молочное дело. 2-е издание переработанное и дополненное. М.: Агропромиздат, 1990. – 350 с.
10. Батанов С.Д., Воторопина М.В., Шкарупа Е.И. Продуктивное долголетие и воспроизводительные качества коров черно-пестрой породы отечественной и голландской селекции //Зоотехния, 2011. №3. - С.2-4.
11. Батраков А.Я. Показатели метаболизма у высокопродуктивных коров / А.Я. Батраков, Р.М. Васильев, Т.К. Донская, С.В. Васильева //Ветеринария, 2012. №6. - С.49-52.
12. Белов А.П. Лаборатория против фальсификаций: молоко и молочное сырье //Молочная промышленность, 2005. №2. - С.15.
13. Богданов Г.А. Организация кормления коров в условиях промышленного производства молока //Технология производства молока на промышленной основе. М.: Колос, 1978. №8. - С.44-48.
14. Богданов Г.А., Привало О.Е. Сенаж и силос. М.: Колос, 1983. – 319 с.
15. Богданов Г.А. Кормление сельскохозяйственных животных. М.: ВО «Агропромиздат», 1990. – 624 с.
16. Болотова Н.С. Экструдированные рапс и ячмень в рационах молодняка крупного рогатого скота //Кормопроизводство, 2011. №5. - С.45.
17. Богославский С.Н. Технологическая цепь зернофуражного производства //Научный журнал Куб ГАУ, 2008. №40(6). - С.1-16.
18. Болгов А.Е., Карманова Е.П. Повышение воспроизводительной способности молочных коров: учебное пособие – СПб.: Издательство «Лань», 2010. – 224 с.
19. Бондарев В. Силос: способы заготовки и качество //Животноводство России, 2005. №4. - С.35-36.
20. Боярский Л.Г. Производство и использование кормов. М.: Росагропромиздат, 1988. – 222 с.
21. Боярский Л.Г. Технология кормов и полноценное кормление сельскохозяйственных животных. Ростов-на-Дону: издательство «Феникс», 2001. – 416 с.
22. Братанов К., Бальбеж Х., Вежник З. и др. Теория и практика воспроизведения животных /К. Братанов, Х. Бальбеж, З. Вежник и др.,- М.: Колос, 1984. – 272 с.

23. Бубенщиков Е.П., Гуляев, В.М. Сенаж в упаковке. Пермь, 2012. – 61 с.
24. Булатов А.П., Лушников Н.А. Основы консервирования и использования растительных кормов. Челябинск: Южно-Уральское кн. изд-во, 1992. – 224 с.
25. Булатов А.П., Лушников Н.А., Усков Г.Е. Технологические основы производства, переработки и хранения продукции животноводства. Курган: «Зауралье», 1999. – 375 с.
26. Булатов А.П., Ярмоц Л.П. Кормовая база современного животноводства. Курган: ГИПП «Зауралье», 2002. – 240 с.
27. Булатов А.П., Курдогрян А.А. Раздой коров: теория и практика. Изд.-во ПК «Зауралье» Курган, 2006. – 232 с.
28. Булатов А.П., Лушников Н.А., Усков Г.Е., Азаубаева Г.С. Рациональное использование протеина: теория и практика.- Изд.-во ПК «Зауралье» Курган, 2006. – 208 с.
29. Булатов А.П., Курдогрян А.А. Эффективное использование рапса и кормового животного жира при раздое коров //Зоотехния, 2007. №8. – С.15–17.
30. Буряков Н.П. Рекомендации по кормовым средствам для крупного рогатого скота //Кормопроизводство, 2011. №5. - С.9.
31. Васильева Е.А. Клиническая биохимия сельскохозяйственных животных. М.: Россельхозиздат, 1982. – 254 с.
32. Вендин С.В., Саенко Ю.В. Проращивание семян ячменя на витаминный корм свиноматкам и пороссятам-отъемышам //Кормопроизводство, 2011. №11. С. 42-43.
33. Венедиктов А.М., Магомедов М.Ш. Значение кормовых фосфатов // Животноводство, 1979. №10. - С.44-48.
34. Венедиктов А.М. Кормление сельскохозяйственных животных /А.М. Венедиктов, П.И. Викторов, Н.В. Груздев и др., М.: Россельхозиздат, 1988. – 340 с.
35. Волгин В.И. Кормление высокопродуктивных коров в Ленинградской области /В.И. Волгин, Л.В. Романенко, А.С. Бибикова, З.Л. Федорова //Ваш сельский консультант, 2008. №1. - С.32-34.
36. Волошин В.А. Кормосырьевой конвейер – каждому хозяйству // Наука – производству (кормопроизводство и животноводство): сборник статей. Пермь: 2005. - С.6-10.
37. Волюнкина М. Эффективность использования ферментных препаратов в рационах молочных коров //Главный зоотехник, 2011. №9. - С.30-33.
38. Воробьева С., Драганов И. Критерии углеводного питания жвачных // Животноводство России, 2005. №2. - С.47-48.
39. Воскобойник В.Ф. Ветеринарное обеспечение высокой продуктивности коров. М.: Росагропромиздат, 1988. – 254 с.
40. Гавриленко М.С., Шарапа Г.С. Повышение воспроизводительной способности коров //Зоотехния, 1990. № 1. - С.17-19.
41. Газизов Ф.Х. Инновации в кормопроизводстве. Пермь, 1992. – 71 с.
42. Гайда В.К., Верхотуров В.В., Бахарева О.С. Проросшее зерно как источник природных антиоксидантов //Кормопроизводство, 2011. №8. - С.31-32.
43. Гайдай И.И. Конверсия протеина и энергии корма в мясную продукцию при использовании экструдированной ржи //Зоотехния, 2007. №2. - С.11-13.
44. Галиев Б.Х. Влияние комбикормов, приготовленных экструдированном сорго с мочевиной, на обмен энергии у бычков симментальской породы /Б.Х. Галиев, И.А. Рахимжанова, Р.Ш. Абдулгазизов, Г.В. Павленко // Кормопроизводство, 2011. №11. - С.39-41.
45. Георгиевский В.И., Анненков Б.Н., Самохин В.Т. Минеральное питание животных. М.: Колос, 1979. - 471 с.

46. Гжицкий С.З. Биологическая функция стенки рубца крупного рогатого скота /С.З. Гжицкий, В.И. Скороходов, О.Г. Малик, И.С. Фиктаж //Повышение эффективности использования питательных веществ рационов. М.: 1972. – С.13-26.
47. Голиков А.Н., Паршутин, Г.В. Физиология сельскохозяйственных животных. М.: Колос, 1980. – 480 с.
48. Головань В.Т., Подворок Н.И. Как увеличить содержание белка в молоке коров //Переработка молока, 2006. №5. - С.17-19.
49. Гончаренко А.А., Тимошенко А.С. Вязкость водного экстракта зерна озимой ржи как универсальный признак при селекции на целевое использование // Сельскохозяйственная биология, 2007. №3. - С.24-25.
50. Григорьев Н.Г., Гаганов А.П. Разработка адаптивно-вариабельных норм кормления //Материалы II Межд. конф. «Актуальные проблемы биологии в животноводстве». Боровск, 1997. - С.60-71.
51. Григорьев Н.Г. К вопросу о современных проблемах в оценке питательности кормов и нормировании кормления животных //Сельскохозяйственная биология, 2001. №2. - С.89-100.
52. Григорьев Н.Г., Гаганов А.П., Исаенков Н.И.. Технология применения вариабельных норм потребности крупного рогатого скота в сухом веществе, обменной энергии и переваримом протеине при разных уровнях продуктивности и качества кормов (практическое методическое руководство, 2-е переработанное и дополненное издание). Москва, 2002. – 88 с.
53. Громько Е.В. Оценка состояния организма коров методами биохимии // Экологический вестник Северного Кавказа, 2005. №2. - С.80-94.
54. Груздев Н.В., Полежаев В.В., Бельденков А.И. Физиологический профиль пищеварения у высокопродуктивных коров при разном уровне легкопереваримых углеводов в рационе //Повышение продуктивности сельскохозяйственных животных на основе интенсивных технологий. Саранск, 1989. - С.80-91.
55. Гурьянов А.М. Микроминеральное питание свиней. Саранск, 2007. – 404 с.
56. Гурьянов А.М. Справочник по кормовым добавкам: рекомендации / Под редакцией А.М. Гурьянова. – Саранск, 1999. – 58 с.
57. Гурьянов А.М. Справочник: технология кормов /Под ред. А.М. Гурьянова. – Саранск, 2007. – 354 с.
58. Гусев В. Кормление коров в критический период //Животноводство России, 2009. №12. - С.50.
59. Девяткин А.И., Ткаченко Е.И. Новое в кормлении крупного рогатого скота. М.: Колос, 1983. – 188 с.
60. Девяткин А.И. Рациональное использование кормов. М.: Агропромиздат, 1990. – 254 с.
61. Дектярев В.П., Баграмян А.С., Белоусов С.Н. Эффективность приготовления и использования в рационах крупного рогатого скота пророщенного на субстрате биофос овса //Кормопроизводство, 2013. №1. - С.37-38.
62. Дмитроченко А.П., Пшеничный П.Д. Кормление сельскохозяйственных животных. Л.: Колос, 1975. – 480 с.
63. Долгосрочная целевая программа: «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия в Пермском крае на 2013-2020 годы». Пермь, 2012. – 85 с.
64. Донник И.М. Особенности адаптации крупного рогатого скота к неблагоприятным экологическим факторам окружающей среды //Ветеринария Кургани, 2009. №5. - С.16-17.

65. Дунин И.М., Охапкин С.К. Порода и породообразование. М.: 1999. – 49 с.
66. Емельянов А.С. Лактационная деятельность коров и управление ею. Вологда, 1953. – 256 с.
67. Емельянов А.С., Углина Р.В., Забегалова Н.Н. Кормление коров на комплексах с учетом использования аминокислот рациона //Вестник сельскохозяйственной науки, 1977. №1. - С.72-76.
68. Жариков Я.А. Продуктивность и обмен веществ у молодняка свиней при использовании экструдированных кормов и комплекса микроэлементов: автореф. дис. канд. с.-х. наук: 06.02.02. Киров, 1998. – 22 с.
69. Жуков В., Пазанова В. Питательные и минеральные вещества в рационе молочных коров //Молочное и мясное скотоводство, 2003. №4. - С.23-25.
70. Жученко А.А. Рожь – стратегическая культура в обеспечении продовольственной безопасности России в условиях глобального и локального изменения погодно-климатических условий. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2009. – 52 с.
71. Залепухин А.Г., Галиев Б.Х. Влияние уровня концентратов в рационе и обмен веществ у мясных коров //Молочное и мясное скотоводство, 2002. №4. – С. 14.
72. Заяц В., Кветковская А., Надаринская М. Пропиленгликоль против кетоза //Животноводство России, 2009. №12. – С.27–28.
73. Зборовский Л.В., Лебенгарц Я.З., Нестеров В.И. Выращивание помесных телок при разном уровне кормления //Животноводство, 1982. №7. - С.58-59.
74. Зверкова З.Н. Эффективность использования зерна озимой ржи при кормлении крупного рогатого скота: автореф. дис. канд. с.-х. наук: 06.02.08 – М.: 2010. – 18 с.
75. Зельнер В.Р., Коноплев Е.Г. Приготовление и использование полнорационных кормов в промышленном животноводстве. М.: ВНИИТЭИСХ, 1972. – 80 с.
76. Казарцев В.В., Ратошный А.Н. Унифицированная система биохимического контроля за состоянием обмена веществ коров //Зоотехния. Вып. 3.- 1986. - С.323-330.
77. Кальницкий Б.Д., Харитонов О.В. Обеспеченность минеральными веществами коров разной продуктивности при содержании на типовых рационах // Новое в питании сельскохозяйственных животных. Научные труды. Боровск, 1979. Том XXI. - С.28-35.
78. Кальницкий Б.Д., Харитонов О.В., Калашник В.И. Особенности минерального питания высокопродуктивных молочных коров //Новое в кормлении высокопродуктивных коров. М.: ВО «Агропромиздат», 1989. - С.51-59.
79. Кальницкий Б.Д., Харитонов Е.Л. Новые разработки по совершенствованию питания молочного скота //Зоотехния, 2001. №11. – С.20–25.
80. Катрин Гротхаус. Значение живых дрожжей в кормлении животных // Молочное и мясное скотоводство, 2012. №1. – С.16-17.
81. Кедрова Л.И. Генофонд озимой ржи для создания сортов кормового направления /Л.И. Кедрова, Е.И. Уткина, Е.С. Парфенова, И.А. Устюжанин // Зерновое хозяйство, 2007. №2. - С.24-25.
82. Клейменов Н.И., Магомедов М.Ш., Венедиктов А.М. Минеральное питание скота на комплексах и фермах. М.: Россельхозиздат, 1987. – 191 с.
83. Кобылянский В.Д. Рожь. Л.: 1982. – 242 с.
84. Комиссарова Т.Н., Воробьева Н.В. Переваримость питательных веществ сенажа в упаковке //Зоотехния, 2010. №7. - С.30-31.
85. Кононский А.И. Биохимия животных. М.: Колос, 1992. – 187 с.

86. Корнилов А.И., Безбородов В.А. Роль сахара в углеводно-жировом обмене у молочных коров //Кормление и разведение молочных пород крупного рогатого скота на Северо-Западе РСФСР. Сборник научных трудов. Л.: 1982. - 72 с.
87. Коробов А., Машанин А. Эффективность использования экструдированной ржи в рационах свиней на откорме //Свиноводство, 2005. №2. - С.17-18.
88. Косолапов В., Фицев А, Гаганов А. Качество и эффективность кормов // Животноводство России, 2010. №11. - С.50-52.
89. Косолапов В., Фицев А, Гаганов А. Качество кормов и рентабельность производства //Животноводство России, 2011. №8. - С.61-63.
90. Котык А., Яначек К. Мембранный транспорт. М.: «Мир», 1980. - 338 с.
91. Крусь Г.Н., Шалыгина А.М., Волокитина З.В. Методы исследования молока и молочных продуктов. Издательство: Колос, 2000. – 368 с.
92. Кузнецов С.Г., Кузнецова Т.С., Кузнецов А.С. Биохимические критерии полноценности кормления животных //Ветеринария, 2008. №4. - С.3-9.
93. Кумарин С. Залог успеха – полноценное кормление скота // Животноводство России, 2011. №4. – С.54-55.
94. Кураленко Н.Н. Значение углеводов в питании высокопродуктивных коров //Молочное и мясное скотоводство, 2002. №2. – С.14-16.
95. Курилов Н.В., Кроткова А.П. Физиология и биохимия пищеварения животных. М.: Колос, 1971. – 432 с.
96. Лабуда Я., Демченко П.В. Кормление высокопродуктивных животных. М.: Колос, 1976. – 336 с.
97. Лаптев Г.Ю. Биоконсервант для плющеного зерна //Животноводство России, 2004. №10. - С.49.
98. Лаптев Г.Ю., Солдатова В.В., Семёнова А.С. Причины и следствие лактатного ацидоза //Сельскохозяйственные вести, 2006. №4(67) – С.19.
99. Лаптев Г.Ю., Кряжевских Л.А. Микробиология рубца крупного рогатого скота //Животноводство России, 2008. №10. – С.56-56.
100. Лаптев Г.Ю., Ильина Л.А. Рациональное кормление высокопродуктивных коров //Кормопроизводство, 2011. №10. – С.44-45.
101. Ленинджер А. Биохимия. М.: «Мир», 1976. – 957 с.
102. Ленкова Т., Лющин А. Эффективность МЭК подтверждают ученые // Животноводство России, 2002. №5. - С.36-37.
103. Любимов А.И., Кислякова Е.М., Софронова И.В. Молочная продуктивность и показатели воспроизводства коров-первотелок при включении в рационы разных форм глюконата кальция //Зоотехния, 2012. №3. - С.9-11.
104. Мазник А.П., Хазина З.И. Справочник по комбикормам. М.: Колос, 1982. – 192 с.
105. Мак-Дональд П. Биохимия силоса /Пер. с англ. Н.М. Спичкина; под ред. и с предисл. К.И. Каменской. М.: Агропромиздат, 1985. – 272 с.
106. Макарецев Н.Г., Рахимов И.Х., Вторых Э.А. Использование комбикормов и рационов с разной распадаемостью протеина в кормлении высокопродуктивных коров //Информационный лист. Калуга: ЦНТИ, 1988. – 4 с.
107. Макарецев Н.Г. Кормление сельскохозяйственных животных: учебник. Калуга: ГУП «Облиздат», 1999. – 646 с.
108. Макарецев Н.Г. Кормление сельскохозяйственных животных. Калуга: Изд-во научной литературы Н.Ф. Бочкаревой, 2007. – 608 с.

109. Макарец Н.Г. Кормление сельскохозяйственных животных: учебник для вузов. 3-е издание. Калуга: Изд-во «Ноосфера», 2012. – 640 с.
110. Максимюк Н.Н., Скопичев В.Г. Физиология кормления животных. СПб.:*М.: *Краснодар. Изд.-во «Лань», 2004. – 255 с.
111. Мананков А.В. Белое и черное в кормлении коров //Животноводство России, 2010. №12. - С.27-28.
112. Мананков А.В. Белое и черное в кормлении коров //Ценовик, 2010. №11. - С.32-33.
113. Маркова К.В. Улучшение состава и свойств молока. М.: Россельхозиздат, 1969. – 128 с.
114. Мартюшов В.М., Материкин А.М., Лысов А.В. Использование углеводов в метаболизме и методы изучения потребности в них //Методы исследований питания сельскохозяйственных животных. – Боровск, 1998. – С.305-315.
115. Миколайчик И.Н. Микронизированное зерно и ферменты для свиней // Животноводство России.- 2004.- №6. - С.41.
116. Милованов В.К. Биология воспроизведения и искусственное осеменение животных. - М.: Изд-во сельхоз. литературы, журналов и плакатов, 1962. - Ч. 1. – 696 с.
117. Михайлов В.В., Овчаренков Э.В. Влияние рационов с разным крахмалопротеиновым соотношением на использование углеводов корма в организме тёлочек //Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии, М.: 2005. - №4. – С.101-105.
118. Морозков Н.А., Ситников В.А. Экструзионная переработка зерна озимой ржи - путь к здоровью животных //Пермский край земли, 2011.- №21. - С.52-53.
119. Морозков Н.А. Эффективность использования зерна озимой ржи экструзионной обработки в кормлении дойных коров: диссертация на соискание ученой степени к.с.-х.н. (06.02.08) Оренбург, 2013. – 165 с.
120. Мукраж И. Основа эффективного руководства – экономика // Аграрная тема, 2009. - №3(6). - С.42-48.
121. Некрашевич В.Ф. Научно-техническое обоснование технологии и средств механизации приготовления кормовых гранул и брикетов с заданными физико-механическими свойствами: автореф. дис. д. т. наук: 05.20.01 /.- Рязань, 1982. – 26 с.
122. Николаев Л.А. Биохимия: учебник. - М.: Колос, 1995. – 520 с.
123. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Справочное пособие /Под ред. А.П. Калашникова, В.И. Фисинина, В.В. Щеглова, Н.И. Клейменова. – М.: Россельхозакадемия, 2003. – 456 с.
124. Нурбаков Г.Ф. Кормление высокопродуктивных коров //Наука производству (кормопроизводство и животноводство) Сборник статей. - Пермь, 2005. – С.47-57.
125. Овчаренко Э.В., Попова А.С., Медведев И.К. Особенности углеводно-жирового обмена у крупного рогатого скота //Тр. ВНИИ физиологии, биохимии и питания сельскохозяйственных животных: Боровск, 1979. - Т.21. - С.12-27.
126. Овчаренко Э.В. Медведев И.К. Обмен энергии у коров в период раздоя // Биохимические основы высокой продуктивности сельскохозяйственных животных: сб. научных трудов. - Т. XXX11.- Боровск, 1986. - С.45-55.
127. Олконен А.Г. Производство высококачественного молока. М.: Колос, 1982. – 173 с.

128. Патент РФ № 2006113749/13 от 21.04 2006. Способ приготовления жидких кормов и установка для его осуществления /А.Д. Патраков, В.В. Гурков, О.П. Яковлев.- Барнаул, 2006.
129. Патент РФ на изобретение № 2322081 от 20.04.2008. Способ приготовления кормов для жвачных животных /Г.И. Левахин, Р.Ф. Мангутов, Б.Х. Галиев, А.Г. Мещеряков, Ю.И. Левахин, Г.В. Павленко, К.М. Джуламанов.- Оренбург, 2008.
130. Патент РФ на изобретение №2452192 от 07.05.2010. Способ получения кормовой добавки на основе карбамида, патоки и подсолнечного фуза /Б.Х. Галиев, И.А. Рахимжанова, А.Г. Мещеряков и др.- Оренбург, 2012.
131. Пестов В.М. Экструзионная установка для переработки крахмалосодержащих продуктов /В.М. Пестов, В.А. Бабушкин, Е.В. Славнов, А.И. Судаков, В.А. Ситников, Н.А. Морозков //Комбикорма, 2006. - №3. - С.31-32.
132. Пешук Л. Воспроизводительная способность коров //Молочное и мясное скотоводство, 2002. - №7. - С.13-15.
133. Подобед Л.И. Основы эффективного кормления дойных коров.- Одесса, 2000. – 206 с.
134. Попов Н. Кормление и содержание высокопродуктивных коров // Животноводство России, 2001. - №1. - С.24-25.
135. Порфирьев И.А. Обмен веществ и продуктивность. Нарушения обмена веществ у высокопродуктивных молочных коров при различных условиях содержания и кормления //Сельскохозяйственная биология. Вып. 2. - 2001. - С.27-41.
136. Походня Г., Федорчук Е, Шабловский В. Пророщенное зерно для свиноматок //Животноводство России, 2009. - №8. - С.59-61.
137. Ратошный А. Полноценное кормление коров //Животноводство России, 2010. - №6. - С.39.
138. Рахимжанова И.А. Абдулгазизов Р.Ш., Галиев Б.Х. Биодоступность и обмен макроэлементов у полигастрических при использовании экструдированных кормов //Вестник ОГУ. - 2006. - №5. - С.226-228.
139. Рекомендации по использованию комбикормов с пониженным уровнем животного белка /В.И. Фисинин, И.А. Егоров, П.Н. Панькова и др. – М.: Сергиев Посад, 1998. - 27 с.
140. Рекомендации. Зоотехническая оценка качества кормов для крупного рогатого скота. /Под ред. Р.В. Русакова, В.И. Нечета, Т.В. Агалаковой, Т.М. Галкиной.- Киров, 2005. - 78 с.
141. Рой Дж.Х. Выращивание телят /Перевод с английского к.б.н. В.Р. Зельнера и к.с.-х.н. Н.А. Смекалова с предисловием д.с.-х.н П.В. Демченко. М.: Колос, 1973. - 358 с.
142. Романенко Л.В., Волгин В.И., Фёдорова З.Л. Снижение эмиссии аммиака с помощью стратегий кормления //Успехи современного естествознания, 2011. - №5. - С.121-122.
143. Русаков Р.В., Ведякина Е.В. Влияние скармливания плющеной консервированной ржи на показатели продуктивности дойных коров //Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Саранск, 2008. - С.88-91.
144. Рядчиков В. Почему болеют высокопродуктивные коровы // Животноводство России, 2010. - №12. – С.31-33.
145. Рядчиков В.Г. Оптимизация уровня концентратов в рационе коров в переходный период /В.Г. Рядчиков, Д.П. Дубинина, Т.А. Сень, О.Г. Шляхова // Зоотехния, 2012. - №1. - С.10-12.

146. Саламахин С.П. Молочная продуктивность коров при скармливании комбикормов-концентратов с экструдированным зерном пшеницы и ячменя: автореф. дис. канд. с.-х. наук: 06.02.04. Белгород, 2009. - 20 с.
147. Семёнов В.А., Миронов В.А. Особенности адаптации импортного высокопродуктивного скота молочных пород // Развитие животноводства, 2009. - №5. - С.14-19.
148. Синещев А.Д. Биохимия питания сельскохозяйственных животных. - М.: Колос, 1965. - 400 с.
149. Ситников В.А., Морозков Н.А., Славнов Е.В. Нетрадиционный способ подготовки концентрированных кормов и результаты скармливания их животным // Аграрный вестник Урала. - 2008. - №3(45). - С.52-55.
150. Ситников В.А. Повышение углеводной полноценности рационов кормления коров с использованием концентратов нетрадиционных способов подготовки их к скармливанию / В.А. Ситников, А.С. Семенов, С.Ю. Николаев, А.И. Панышев, Н.А. Морозков // Инновации аграрной науки – предприятиям АПК; Материалы Международной научно-практической конференции, Пермь: Изд-во ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2012. - Ч.2. - С.227-232.
151. Ситников В.А. Производство и скармливание экструдированного зерна озимой ржи / В.А. Ситников, М.А. Трутнев, Е.В. Пепеляева, Н.Н. Морозков, Е.В. Славнов и др. - Пермь: Издательство ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2012. – 32 с.
152. Скопичев В.Г., Максимюк Н.Н. Молоко: учебное пособие. - СПб.: Проспект науки, 2011. – 368 с.
153. Славнов Е.В. Влияние экструзионной обработки на белково-углеводные компоненты зерна озимой ржи / Е.В. Славнов, В.А. Ситников, В.П. Коробов, Н.А. Морозков // Межвузовский сборник научных трудов «Пермский аграрный вестник», выпуск 11. Пермь, 2004. - С.421-423.
154. Славнов Е.В., Коробов В.П., Ситников В.А. Технология переработки зерна озимой ржи, повышающая его пищевую ценность и экологическую чистоту // Тезисы докладов VI Международной конференции «Проблемы загрязнения окружающей среды», ИЭГМ, Пермь, 2005. - С.46.
155. Славнов Е.В., Коробов В.П., Лемкина Л.М. Получение концентрированных кормовых добавок экструзионной обработкой зерна озимой ржи с оценкой пищевой ценности // Аграрный вестник Урала, 2008. - №2(44). - С.80-83.
156. Славнов Е.В. Определение эффективного коэффициента фильтрации двухкомпонентной смеси / Е.В. Славнов, Н.В. Шакиров и др. // Аграрный вестник Урала, 2008. - №9(51). – С.58-60.
157. Славнов Е.В., Скульский О.И., Пестов В.М. Экструдер для крахмалосодержащих продуктов / Патент на изобретение № 2313998. Бюл. № 1, 10.01.2008. Пермь: 2008. - 3 с.
158. Славнов Е.В. Экструзия озимой ржи – один из путей развития кормовой базы на Урале / Е.В. Славнов, В.П. Коробов, В.А. Ситников // Вестник Пермского научного центра. - 2009. - № 3. - С.56-63.
159. Славнов Е.В. Наноструктурные изменения зерна озимой ржи в процессе экструзии / Е.В. Славнов, Е.А. Ляпунова и др. // Аграрный вестник Урала. - 2010. - № 5. - С.75-78.
160. Славнов Е.В., Коробов В.П. Изменения наноструктуры зерна озимой ржи в результате экструзии // Доклады РАСХН, 2010. - № 5. - С.49-52.
161. Славнов Е.В., Трутнев М.А. Способ привода экструдера // Решение о выдаче патента по заявке на предполагаемое изобретение № 2010127386 от 28.10.2011. - Пермь, 2011. – 3 с.

162. Славнов Е.В., Трутнев М.А., Пепеляева Е.В. Способ экструзионной переработки фуражного зерна /Патент РФ на изобретение № 2429712. Бюл. № 27, 27.09.2011. Пермь: 2011. – 3 с.
163. Солдатенков П.Ф. Обмен безазотистых веществ в пищеварительной системе и печени жвачных животных //Повышение эффективности использования питательных веществ рационов. - М.: 1972. - С.27-37.
164. Соловьев А., Брусков М., Зверев С. Микронизация зерна и ее преимущества //Животноводство России, 2002. - №8. - С.24.
165. Спиридонов А.И. зимой получать летние надои позволяет плющенное зерно //Животноводство России, 2002. - №5. - С.26.
166. Справочник по кормлению сельскохозяйственных животных /Сост. А.М. Венедиктов. – М.: Россельхозиздат, 1983. – 303 с.
167. Стяжкин В., Кутлембетов А. Что дает перевод коров на «единый корм» //Животноводство России, 2002. - №8. - С.28-31.
168. Стрекозов Н.И., Амерханов Х.А., Первов Н.Г. Молочное скотоводство России, Москва, 2007. – 604 с.
169. Сударев Н. Сдерживающие факторы воспроизводства в высокопродуктивном молочном стаде /Н. Сударев, Д. Абылкасымов и др. //Молочное и мясное скотоводство, 2012. - №1. - С.19-20.
170. Сыроватка В.И., Обухова Н.В., Комарчук А.С. Новые технические решения приготовления комбикормов в хозяйствах //Кормопроизводство, 2010. - №7. - С.42-45.
171. Сысуев В.А. Озимая рожь, возделывание, использование на пищевые, кормовые и технические цели. Проблемы и решения /В.А. Сысуев, Л.И. Кедрова, Н.К. Лаптева и др. – М.: ФНГУ «Росинформагротех», 2007.- 172 с.
172. Сысуев В.А. Способы обработки зерна ржи и эффективность их использования в кормлении крупного рогатого скота /В.А. Сысуев, Н.К. Лаптева, Л.И. Кедрова, Р.В. Русаков //Аграрная наука Евро-Северо-Востока.- 2008. - №11. - С.254-258.
173. Сысуев В.А. Расширение возможностей использования озимой ржи – важнейшая комплексная научная проблема //Аграрная наука Евро-Северо-Востока, 2008. - №11. - С.6-12.
174. Сысуев В.А. Научное обеспечение развития производства и использования фуражного зерна в Приволжском Федеральном округе Российской Федерации /В.А. Сысуев //Зернофураж России. Москва-Киров: ОАО «Дом печати – Вятка», 2009. – 384 с.
175. Тараканов Б.В. Методы исследования микрофлоры пищеварительного тракта сельскохозяйственных животных и птицы. – М.: Научный мир, 2006. – 188 с.
176. Тёвс А. Краткий справочник консультанта. Ноутулс.- Бонн / Москва / Казань, 2003. – 131 с.
177. Труфанов В.Г. Влияние паратипических факторов на молочную продуктивность коров голштинской породы /В.Г. Труфанов, Д.В. Новиков, К.С. Барышников, Н.В. Богданова //Зоотехния, 2012. - № 3. - С.6-7.
178. Трухачев В. Какой вариант кормления молочного скота лучше /В. Трухачёв, В. Кириаков, Н. Злыдне, А. Марынич //Животноводство России, 2009. - №9. - С.55-56.
179. Тюрикова Т.А. Злаковые травы – важные источники кормов // Наука – производству (кормопроизводство и животноводство) Сборник трудов. - Пермь, 2005. - С.20-21.

180. Усков Г.Е., Иванов В.С. Использование экструдированной сои с бентонитом в схемах кормления телят молочного периода //Аграрный вестник Урала, 2007. - №5(41). - С.51-52.
181. Уша Б.В., Беляков И.М., Пушкарев Р.П. Клиническая диагностика внутренних незаразных болезней животных. М.: Колос, 2004. – 487 с.
182. Фаритов Т.А. Корма и кормовые добавки для животных. Москва*Краснодар*СПб.: Изд. «Лань», 2010. – 304 с.
183. Фицев А.И. Воронкова Ф.В., Алимбеков С.С. Способ эффективного использования протеина при кормлении высокопродуктивных коров //Зоотехния, 1989. - №7. - С.26.
184. Фицев А.И., Григорьев Н.Г., Гаганов А.П. Низкие удои дохода не дадут //Животноводство России, 2004. - №6. - С.5-6.
185. Фицев А.И., Косолапов В.М. Зоотехническая оценка использования ржи в рационах сельскохозяйственных животных //Кормопроизводство, 2007. - №1. - С.27-30.
186. Хохрин С.Н. Сбалансированное кормление молочных коров и контроль его полноценности //Лекция для студентов ветеринарного факультета. – Л.:, 1980. – 31 с.
187. Хохрин С.Н. Кормление сельскохозяйственных животных. - М.: «КолосС», 2004. – 692 с.
188. Хусаинов В., Фенченко Н. Пути снижения потерь мясо-молочной продукции //Молочное и мясное скотоводство, 2005. - №2. - С.20-21.
189. Чернышев Н.И., Панин И.Г. Компоненты комбикормов. – Воронеж, 2000. – 121 с.
190. Чечеткин А.В. Биохимия животных /А.В. Чечеткин, И.Д. Головацкий, П.А. Калиман и др.,- М.: Высшая школа, 1982. – 511 с.
191. Чугаев Р.Р. Гидравлика. - М.: Энергия, Ленинградское отделение, 1971. – 672 с.
192. Шагалиев Ф., Назыров В., Хасанова Ф. Экструдированные корма для коров //Животноводство России, 2012. - №10. - С.59.
193. Шагалиев Ф.М. Экструзия для повышения продуктивности коров /Ф.М. Шагалиев, И.Н. Ахметова, Ф.Ф. Хасанова, В.К. Назыров, Г.Ф. Нигматуллина //Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Пермского НИИСХ (3-5 июля 2013 г.), Т.3, животноводство, Пермь.- 2013. - С.193-196.
194. Шамберев Ю.Н., Эртуев М.М., Прохоров И.П. Биохимические показатели крови у высокопродуктивных коров черно-пестрой породы //Зоотехния, Вып. 4. - 1986. - С.129-137.
195. Шарыгина А. Факторы кормления и жирность молока // Животноводство России, 2013. - №3. - С.59.
196. Швецов Н., Приходня Г., Саламахин С. Новые комбикорма с экструдированным зерном //Животноводство России, 2009. - №10. - С.43-44.
197. Шевцов А.А. Микроструктура кормов как объект экструзионной технологии /А.А. Шевцов, В.Н. Василенко, О.Н. Ожерельева, Е.В. Бабич // Кормопроизводство, 2011. - №2. - С.43-44.
198. Шевченко Н.И., Черемнякова Л.Н., Машкина Е.И. Влияние осоложенных концентрированных кормов на молочную продуктивность коров // Сибирский вестник сельскохозяйственных наук, 2009. - № 9. - С.47-50.
199. Щеглов В.В. Новые аспекты нормирования питания лактирующих коров // Мат. II Межд. конф. «Актуальные проблемы биологии в животноводстве», Боровск, 1997. - С.72-81.

200. Эдригевич Е.В., Раевская В.В. Интерьер сельскохозяйственных животных. - М.: Колос, 1978. – 254 с.
201. Эрнст Л.К., Духин И.П., Зельнер В.Р. Влияние длительного использования рационов различной физической формы и их смеси на процессы питания у коров //Труды ВИЖ, 1977. - Т.37. - С.113-129.
202. Юдин М.Ф. Болезни. Физиологическое состояние организма коров в разные сезоны года //Ветеринария, Вып. 2. - 2001. - С.38-56.
203. Ярмоц Л.П. Полноценное кормление высокопродуктивного молочного скота. - Курган: Зауралье, 2002. – 160 с.
204. Bewley J.M., Schulz M.M. Review: An Interdisciplinary Review of Bodu Condition Scoring for Dairy Gattle //The Professional Animal Scientist.- 2008.- Vol.24.- P.507-529.
205. Fadel J.G. Effects of extrusion cooking of barley on ileal and fecal digestibilities of dietaru components in pigs /J.G. Fadel et al //Ganad. J. anim. Sc. 1988.- Vol.68.- №3. - P.891-897.
206. Fielden E.D. Some aspects of reproductive performance in selected town supply dairy herds /E.D. Fielden, R.E. Harris, K.L. Macmillan, S.L. Shrestha //N.Z. Vet. J.- 1980.- №28.- P.131-132, 141-142.
207. Fogarty W.M., Ward O.P. Pectic Substances and pectinolytic enzymes / Process biochemstru, 1972.- Vol.7.- №8. - P.37-41.
208. Haythornthwait A. Extrusion as a tool for improved nutritional value of feeds //Feed Compounder. 1986.- Vol.6.- 11. - P.15-19.
209. Harinder P.S. Makkar, Christopher S., Sweenney Mc. Methods in Gut Microbial Ekology for Ruminants //Springer.- 2005.- P.17-20.
210. Hungate R.E. A roll tube method for cultivation of strict anaerobes /R.E. Hungate, J.R. Norris, D.W. Ribbons (eds) //Methods in microbiology, Akademic Press, London and-NewVork.- 1969. - Vol.38. - P.117-132.
211. Kent A.D., Smith D.J., Triplett E.W. Webbased phylogenetic assignment tool for analysis of terminal restriction fragment length polymorphism profiles of microbial communities //Appl. Environ. Microbiol.- 2003.- Vol.69. - P.67-76.
212. Kolb E. Forsohritt – berichte fur die Landwischaff. – Berlin, 1964. – 39 p.
213. Lotthammer K., Ahlers D. Biologische Rastzeit und Nahrstoffersorgung bei leistungskuhen (klinische Kurzmittei lung) //Dtsch. Tierarztl.Wschr.- 1977.- Bd. 77.- №3. - P.57-58.
214. Metz S.H. Regulering van de vermobilisatie in onderhuids vetweefsel van reinderen in de periode round de partus. Utrecht.- 1973. - 92 p.
215. Moe P.W., Tyrrell H.T., Flatt W.P.J. Energetik of badu tissue mobilization // Dairy Sci, 1971.- Vol.54.- №4. - P.548-553.
216. Ron M., Bar-Anan R., Wiggans G.R. Factjrs affecting conception rate of Israeli Holstein cattle //J. Dairy Sci, 1984.- №67. - P.854-860.
217. Roth-Maier D.A., Kirchgessner M. Rohe and extrudierte einheimische Sojabohnen in Stoffwechsel und Mastversuhen mit Schweinen //Landw. Forsch.- 1989.- P.205-215.
218. Slavnov E.V., Korobov V.P. Change in the Nanostructure of Winter Rye Grain as a Result of Extrusion //Russian Agricultural Sciences, 2010.- Vol.36, №5, P.384-387.
219. Soboll S., Scholz R., Heldt H. Subcellular metabolite conce n tration //Eur. J. Biochem.- 2000.- Vol.87.- §2 – P.377-390.

220. Schutte U.M.E., Abdo Z., Bent S.J., Shyu C., Williams C.J., Pierson J.D. Advances in the use of terminal restriction fragment length polymorphism (T-RFLP) analysis of 16S rRNA genes to characterize microbial communities //Appl. Microbiol. Biotechnol. – 2004. - Vol.80. - P.365-380.
221. Wrobel B. Wartość pokarmowa różnie konserwowanych pasz z użytków zielonych //Wies Jutra nr.- 2003.- Vol.4(57). - P.30-31.
222. Wrobel B. Jakość pasz objętościowych z użytków zielonych i ich rola w żywieniu przżuwaczy /B. Wrobel //Wies Jutra/- 2008.- Vol.3(116). - P.15-17.
223. Zastawny J. Wartość pokarmowa różnie konserwowanych pasz objętościowych z użytków zielonych w świetle badań chemicznych i zootechnicznych.- Falenty: Wydaw. IMUZ.- 1993. - 102 p.
224. Zastawny J., Paluch B. The influence of technology of preservation on the nutritive value of roughages from grassland //Proceedings of the XI th International Silage Conference, 8-11 September 1996. – Aberystwyth, - P.204-205.
225. Van Denmark N.D., Salisbury G.W. The relation of the postpartum breeding interval to reproductive efficiency in the dairy cow //J. Anim. Sci.- 1950.- №9. - P.307-313