Российская академия сельскохозяйственных наук

Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания сельскохозяйственных животных

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БИОЛОГИИ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

Материалы третьей Международной конференции

6 — 8 сентября 2000 г

ВНИИФБиП с.-х. животных

BiFiP

Россия, Боровск, 2001

ББК 45.2
УДК 636.018:577.1:612

Материалы третьей Международной конференции «Актуальные проблемы биологии в животноводстве» (6-8 сентября 2000 г.). Боровск, 2001. - 295 с.

В сборник включены доклады, представленные на симпозиумах «Физиология и биохимия питания» и «Регуляция метаболизма и продуктивности сельскохозяйственных животных»

ОРГКОМИТЕТ

Консультативный комитет:

Л.К. Эрнст
Б.Д. Кальницкий
А.В. Черекаев
А.А. Старков
Н.К. Шульгина
В.Л. Владимиров
В.А. Матвеев
Б.В. Тараканов
Е.Л. Харитонов
М.П. Кирилов
Н.Г. Григорьев
В.П. Рябых
В.П. Радченков

Исполнительный комитет:

Б.Д. Кальницкий — председатель
В.А. Матвеев — зам. председателя
Г.В. Дворянчикова — секретарь
Б.В. Тараканов
В.Б. Решетов
В.Г. Шевченко
В.П. Радченков
А.М. Материкин
В.П. Рябых
В.И. Агафонов
Е.Л. Харитонов
Г.Г. Черепанов
В.А. Галочкин

ISBN 5-901656-01-6
© Всероссийский НИИ физиологии, биохимии и питания сельскохозяйственных животных

Информация о третьей Международной конференции «Актуальные проблемы биологии в животноводстве»

С 6 по 8 сентября 2000 г во ВНИИ физиологии, биохимии и питания сельскохозяйственных животных (г. Боровск, Калужской области) проходила третья Международная конференция «Актуальные проблемы биологии в животноводстве», совпавшая с 40-летием образования института. На конференцию представили сообщения ученые из России, Германии, Чехии, Болгарии, Монголии, Украины, Белоруссии и стран СНГ. Для участия в конференции было подано более 250 заявок; прибыло и плодотворно работало 150 ученых из 70 научно-исследовательских институтов, высших учебных заведений и других организаций. В период проведения конференции состоялось два пленарных заседания, и работали три симпозиума: «Физиология и биохимия питания сельскохозяйственных животных», «Регуляция метаболизма и продуктивности с.-х. животных» и «Современные биотехнологии в животноводстве».

Симпозиум «Физиология и биохимия питания сельскохозяйственных животных» ставил задачу обобщить результаты экспериментальных исследований в области обоснования и практического использования систем питания высокопродуктивных животных, для более полного использования генетического потенциала животных. В представленных докладах были освещены результаты изучения процессов рубцового и кишечного пищеварения при разных условиях питания, использования биологически активных веществ в регуляции биохимических процессов в организме, всасывание и использование питательных веществ и образующихся из них в процессе переваривания, транспорта и метаболизма субстратов и распределение их между органами и тканями организма. Большое внимание было уделено современным методам оценки питательности кормов и рационов. По итогам дискуссии признано целесообразным продолжить разработку алгоритмов расчета образования субстратов в пищеварительном тракте коров как на основе прямых опытов, так и по установленным в опытах закономерностям переваривания и использования питательных веществ; изыскивать подходы к установлению потребности животных в отдельных субстратах на основной обмен и продуктивность; усилить координацию научных исследований в области физиологии и биохимии питания с.-х. животных; считать целесообразным создание в головных институтах рабочих групп по созданию информационных баз данных и провести рабочее совещание по унификации методов определения физиологических и биохимических показателей, связанных с совершенствованием систем питания животных.

На симпозиуме «Регуляция метаболизма и продуктивности с.-х. животных» основные доклады и сообщения были посвящены

обсуждению проблем гормональной регуляции обмена веществ, функциональной активности иммунной системы, воспроизводительной функции, а также использованию биологически активных веществ негормональной природы (аминокислот, аминов, минеральных и др. веществ) для регуляции метаболизма. Было отмечено, что в последние годы наметилась тенденция к свертыванию фундаментальных исследований по изучению регуляции метаболизма и продуктивности во многих научных учреждениях России, Белоруссии и Украины.

Участники симпозиума считают необходимым продолжить исследования по комплексному изучению (вплоть до гормонально-рецепторных воздействий) основных нейро-эндокринно-иммунных механизмов регуляции обмена веществ и продуктивности и поисков подходов для предотвращения отрицательного влияния стресс-факторов различной природы; продолжить работу по изучению гормонального статуса животных и по адаптации завозимого импортного скота; усилить исследования по разработке тестов прогнозирования продуктивности и долголетия животных; по совершенствованию и унификации методов определения гормонов и по изданию методических пособий и монографий по вопросам регуляции обмена веществ и продуктивности с.-х. животных.

На симпозиуме « Современные биотехнологии в животноводстве» были заслушаны сообщения по проблемам трансгенеза, маркерной селекции, эмбриогенезу, пробиотикам. Участники симпозиума отметили, что за период, прошедший со времени проведения второй Международной конференции в исследованиях по биотехнологии достигнуты определенные успехи. Созданы генно-инженерные конструкции, включающие человеческие гены эритропоэтина и гранулоцит-колонии стимулирующего фактора (ГКСФ) под промотором α-S_1-казеина, предназначенные для получения трансгенных животных, продуцирующих с молоком эти биологически активные вещества. Получены трансгенные кролики (Биотехцентр) и мыши (ВНИИФБиП) с интегрированным геном ГКСФ, способные выделять с молоком этот белок.

Завершено создание новых пробиотиков, получены рекомбинантные штаммы молочнокислых бактерий, экспрессирующих соматолиберин и показана перспективность их использования для повышения продуктивности животных и улучшения качества мяса.

Рекомендовано сосредоточить усилия в области биотехнологии на исследованиях в следующих направлениях: разработке и совершенствовании технологии получения трансгенных животных — суперпродуцентов биологически активных веществ фармакологического назначения; технологии клонирования животных путем пересадки ядер; создании с помощью традиционных и генно-инженерных методов высокоэффективных пробиотиков и на их основе комплексных препаратов нового поколения.

ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ НОРМИРОВАНИЯ ПИТАНИЯ ЖИВОТНЫХ, РЕГУЛЯЦИИ МЕТАБОЛИЗМА И ПРОДУКТИВНОСТИ

Б.Д. Кальницкий, Л.К. Эрнст

ВНИИ физиологии, биохимии и питания сельскохозяйственных животных

Эффективность науки определяется степенью содействия развитию соответствующей отрасли народного хозяйства и ценностью теоретических обобщений. Что сделано за прошедшие годы? Среди теоретических разработок в области физиологии и биохимии заслуживают внимания такие, как изучение процессов преджелудочного пищеварения у жвачных и выявление оптимальных условий для биосинтеза бактериального белка и аминокислот; исследование закономерностей белково-аминокислотного, энергетического, углеводного, липидного, минерального и витаминного обмена у жвачных животных и свиней; разработка теоретических основ сбалансированного питания животных; исследования молекулярно-биологических основ и некоторых регуляторных механизмов биосинтеза компонентов молока и мяса; изучение становления физиолого-биохимических функций у животных в раннем постнатальном онтогенезе и механизмов ферментных и метаболических адаптаций у молодняка в связи с различными технологическими приемами; выявление механизмов и разработка приемов регуляции воспроизводительной функции у крупного рогатого скота.

В результате исследований последних лет в области физиологии и биохимии питания жвачных получены обширные научные данные, раскрывающие принципиальные особенности пищеварения и обмена веществ. Эффективным стал переход на детализированные нормы кормления, в которых были обобщены и систематизированы исследования в области физиологии и биохимии питания животных. Эти нормы отражают усредненные потребности животных без учета влияния различных факторов.

Используемые в настоящее время системы оценки и нормирования питания основаны, как известно, на показателях обменной или чистой энергии, переваримого протеина и других питательных веществ корма. Но уже очевидно, что такая характеристика кормов недостаточна, например, для того, чтобы спрогнозировать образование компонентов молока или динамику отложения в теле жира и белка. Нужны новые подходы, так как действующая система оценки и нормирования по обменной энергии не позволяет оценить распределение энергии между молокообразованием и другими функциями организма. Традиционное нормирование должно быть дополнено разработками (приемами), позволяющими предсказывать продуктивное действие кормов.

Потребность животных обеспечивается в итоге набором нутриентов не только поступающих с кормом, но и образующихся в процессе пищеварения и вторичного метаболизма в тканях. Новая информация о балансе субстратных потоков позволит оптимизировать условия питания уже на уровне межуточного обмена веществ для осуществления разных физиологических функций. Для дальнейшей разработки системы нормированного питания необходимо обосновать,

какие фракции клетчатки и крахмала целесообразно определять, учитывая ферментацию и усвоение углеводов, протеина, а также процессы превращения энергии в рамках одной интегрированной модели, взаимодействие субстратов на уровне пищеварительного тракта, других органов и тканей. Поэтому наиболее актуальны работы в области системного моделирования сложных биологических процессов.

Будущая система нормирования питания животных, адекватного их физиологической потребности, разрабатываемая учеными в России и за рубежом, должна прогнозировать не только всасывание питательных веществ из пищеварительного тракта, но и распределение основных субстратов, лимитирующих процесс биосинтеза в организме, между молочной железой и другими органами и тканями, ростом и продуктивностью животного. Для эффективного применения этой системы необходимо широко внедрять экспресс-методы определения переваримости кормов, анализа компонентов клетчатки, характеристики степени расщепляемости протеина в рубце, биологической доступности нутриентов и т.д.

Теория питания, адекватного физиологическим потребностям, предполагает равенство притока и расхода субстратов за счет баланса множеств питательных компонентов кормов и физиологических потребностей животного в субстратах, получаемых в биохимических реакциях из питательных веществ в процессе их переваривания, транспорта и метаболизма. Развитие теории питания связано с решением задачи количественного учета процессов метаболизма и их оптимизации. Эффективность использования питательных веществ кормов зависит от того, каким набором всасывающихся субстратов она представлена на данном рационе.

Перед наукой в области животноводства стоит задача раскрытия биологической сущности высокой продуктивности животных и возможностей ею управлять. Теоретически максимум продуктивности животных может быть определен на уровне клетки, но перенести это на целый организм не всегда возможно из-за отсутствия достаточных знаний об интеграции всех биологических систем организма и их взаимосвязи с внутренними факторами среды. Однако, используя наши знания по отдельным крупным блокам метаболических циклов (например, глюконеогенез, образование предшественников и синтеза белка и жира молока, липогенез и липолиз и др.), представляется возможным управление отдельными процессами путем воздействия на эффективность трансформации питательных веществ корма в продукцию. Доказано, что обмен веществ в целом - процесс количественный, и для повышения продуктивности животных необходимо четкое осмысление границ возможных нагрузок субстратами-метаболитами для обеспечения эффективного синтеза составных компонентов молока и мяса.

Эффективность кормового протеина для жвачных определяется не только его белково-аминокислотным составом, но и физическими и физико-химическими характеристиками, в первую очередь, растворимостью и тесно связанной с ней деградируемостью протеина микроорганизмами в среде преджелудков. Продуктивный эффект, обусловленный прямым влиянием протеина, может достигать 75 %.

Отложение белка - результат интеграции серии метаболических процессов, контролирующих синтез и деградацию белка. Исследования в этой области показывают, что скорость синтеза белка в 5-6 раз превышает величину его отложения у растущих животных. Это значит,

что около 15-20 % потребностей животных в энергии расходуется на синтез белка, причем только одна пятая этого белка отложится в тканях. Из этого следует, что именно затраты на деградацию белка и окисление аминокислот будут определять эффективность чистого отложения белка. Очевидно, что имеются огромные резервы для увеличения скорости роста животных и эффективности использования субстратов путем регулирования баланса между синтезом и катаболизмом белка в организме.

Значительные вариации в затратах энергии на поддержание жизни у жвачных указывают на наличие возможностей снижения этих потребностей и использование больших количеств обменной энергии на продуктивные функции. Энергия, как известно, усваивается с разной эффективностью в зависимости от направления ее использования. Разная степень усвоения энергетических субстратов также будет зависеть от того, каким набором нутриентов обменная энергия представлена в данном типе рациона. При идеальных условиях кормления животных можно добиться снижения расхода энергии и питательных веществ корма на поддержание жизненных функций организма до 30 % и увеличения их использования на продуктивные цели.

Среди проведенных исследований следует отметить важность работ ученых в области пищеварения, всасывания и эффективности использования питательных веществ у высокопродуктивных животных; регуляции обмена веществ и энергии, животных в связи с их ростом, продуктивностью и физиологическим состоянием; молекулярно - биологических основ биосинтеза компонентов молока и мяса; регуляции роста, воспроизводительной функции и лактации животных.

По проблеме биосинтеза продуктов животноводства в нашей стране ведутся поисковые исследования и разрабатываются теоретические основы роста, дифференцировки и функциональной активности клеток молочной железы, мышечной и жировой тканей у животных, выращиваемых на мясо. При изучении биосинтеза компонентов молока установлены количественные параметры использования субстратов, из которых образуется жир и белок у продуктивных жвачных животных. Большое внимание уделено вопросам нейроэндокринной регуляции лактации. Идентифицированы гормоны, комплексное влияние которых обусловливает рост, развитие и функционирование молочной железы у крупного рогатого скота. Раскрыт ряд важнейших молекулярно-биологических и ультраструктурных закономерностей роста и развития молочной железы, обоснованы условия энергетического и протеинового питания для максимального образования и использования субстратов - предшественников молока у коров. Выявлены и количественно охарактеризованы основные структуры и процессы, влияющие на темпы наращивания массы скелетной мускулатуры в ходе онтогенеза. Ведутся исследования по изучению роли гормонов и субстратов в регуляции роста животных и их продуктивности.

В последние годы большое внимание уделяется также научным разработкам в области биотехнологии, одной из важнейших задач которой считают создание новых типов животных, по генетическому потенциалу значительно превосходящих существующие популяции. Из всех хозяйственно ценных признаков следует выделить темпы роста, молочную и мясную продуктивность и качественные показатели продуктов животноводства. Поэтому основная проблема заключается в получении трансгенов с интегрированными генными конструкциями,

связанными с воспроизводством, гормональными регуляторами роста, молочной и мясной продуктивностью, с повышенной устойчивостью к заболеваниям.

Другое важнейшее направление генной инженерии сельскохозяйственных животных - это получение таких особей, которые производили бы в организме биологически активные вещества, необходимые для человека (в медицине).

Кроме того, молекулярная генетика в животноводстве использует не только методы трансгенеза. Так, в селекции крупного рогатого скота применяется комплекс молекулярно-генетических маркеров, разрабатываемых на основе полиморфизма длин рестриктных фрагментов ДНК, генетической дактилоскопии и трудоемкой работы по картированию генов в геноме основных видов животных.

На базе иммунохимической инженерии и иммунологической технологии предложены способы оперативного мониторинга функционального состояния иммунной системы, информативные тесты для прогнозирования, а также практические приемы ее регуляции. Заложены теоретические основы и способы иммунокоррекции метаболизма с целью "биологического конструирования" животных новых типов с заданными признаками по резистентности, стрессустойчивости, качеству производимой продукции и низким затратам кормов на ее производство.

Исследователи работают над созданием пробиотиков. Разработаны регламенты производства ряда экологически чистых, безвредных пробиотиков, направленных на оптимизацию рубцового и кишечного пищеварения. Отселекционированы штаммы бактерий, активно продуцирующих пропинат, а также бактерий, обеспечивающих восстановление нитратов до аммония в рубце жвачных. На их основе изыскивают пробиотики для консервирования и производства экологически чистых кормов. Начата работа по получению рекомбинантных штаммов микроорганизмов.

Большое внимание уделяется вопросам теоретического обоснования и практического использования биохимических и химических препаратов для получения высококачественных кормов.

Таким образом, разработка биологических основ высокой продуктивности животных охватывает широкий фронт исследований и предполагает освоение принципиально новых методов и подходов, которые должны будут войти в практику животноводства XXI века. В предстоящие 5 - 10 лет необходимо сконцентрировать усилия на выполнении крупных программ фундаментальных исследований по следующим направлениям:

- изучению фундаментальных закономерностей питания и синтеза компонентов продуктов животноводства с целью оптимизации использования генетического потенциала продуктивности животных;
- исследованию биологической природы высокой продуктивности, созданию моделей оптимальных метаболических типов животных для использования в селекционно-племенной работе, биотехнологических разработках и системах питания;
- разработке эффективных биоинженерных и иммунохимических технологий получения животных с заданным потенциалом продуктивности, продуцентов биологически активных веществ, новых высококачественных штаммов микроорганизмов;

- закладке научных основ для получения экологически чистых продуктов питания и систем мониторинга качества продукции животноводства;

- формированию информационных систем по сбору и накоплению экспериментальных данных, особенно в области питания животных, причем в унифицированной форме, что будет способствовать разработке систем питания, способных прогнозировать продуктивное действие кормов.

НОРМИРОВАНИЕ ПИТАНИЯ ЖВАЧНЫХ ЖИВОТНЫХ НА ПРИНЦИПАХ СУБСТРАТНОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ МЕТАБОЛИЗМА

Е.Л. Харитонов, Б.Д. Кальницкий

Всероссийский НИИ физиологии, биохимии и питания с.-х. животных РАСХН

В последние годы в странах с развитым животноводством возникла необходимость в совершенствовании теории и практики нормирования питания крупного рогатого скота и, прежде всего, молочных коров, на основе современных научных достижений в оценке питательности кормов и рационов, и в физиологическом контроле полноценности кормления. В ряде стран поставлены на разработку и частично уже используются принципиально новые интегрированные системы нормированного питания жвачных, основанные на учете образования конечных продуктов переваривания питательных веществ кормов и ориентированные на использование в зоотехнической практике современной компьютерной техники. Изменение норм кормления сельскохозяйственных животных и пересмотр методов оценки питательности кормов в мировой науке являются непрерывными процессами. Необходимость совершенствования параметров кормления и оценки питательности кормов объясняется, прежде всего, развитием биологических наук и получением научной информации, позволяющей по-новому рассматривать известные факты, определять и уточнять потребность животных в питательных веществах и пути удовлетворения этих потребностей. Этому так же способствует значительный рост продуктивности животных, развитие техники кормления и технологий заготовки кормов.

Низкая продуктивность коров, короткое время использования высокопродуктивных коров наших пород, быстрое изнашивание завезенного импортного скота, высокие затраты кормов на единицу продукции вызывают необходимость совершенствования существующих норм кормления и у нас в стране.

Известно, что в принципе, животным для жизнедеятельности и продуктивности нужны, в конечном итоге, не корма и не химические компоненты их, а вещества-метаболиты, которые образуются в процессах переваривания и межуточного обмена, так как жвачные животные имеют принципиальные отличия физиологии и обмена веществ, которые изменяют количественные и качественные характеристики почти всех компонентов корма в процессе пищеварения и межуточного обмена.

Разрабатываемая в настоящее время в нашем институте система питания на основе субстратного обеспечения метаболизма, призвана во многом решить эту проблему. Основанная на знаниях о физиологических и биохимических процессах переваривания кормов,

количествах всасывающихся питательных веществ, их распределении, усвоении и дальнейшем использовании, система позволит более объективно оценивать потребность животных в питательных веществах и энергии и возможности рациона для их удовлетворения, что в свою очередь будет способствовать повышению эффективности использования кормов, регулированию качества продукции, снижению напряженности метаболизма, уменьшению количеств заболеваний, связанных с нарушением обмена веществ. В отличие от систем питания, основанных на принципах обменной энергии, эта система выходит за ее рамки и подразделяет ее составляющие на основные субстраты, используемые в обмене веществ.

При этом мы исходим из положения, что в зависимости от наполнения ОЭ разными веществами, эффективность ее использования на определенный вид продукции может быть различной, при этом происходит и изменение продуктивной направленности ее использования. Еще Кельнером (табл.1) была показана различная эффективность использования на жироотложение различных питательных веществ.

Таблица 1. ***Отложение энергии и эффективность использования чистых питательных веществ у крупного рогатого скота (1)***

Питательные вещества	Отложено энергии, кДж/г	Эффективность отложения, %
Крахмал	9,9	59
Протеин	9,3	49
Жир	22,7	63
Сахароза	7,5	50
Целлюлоза	10,0	68

Аналогичные результаты в дальнейшем были получены Хофманом для молочного скота (табл.2).

Таблица 2. ***Использование обменной энергии питательных веществ для производства молока у коров (2)***

Переваримые питательные Вещества	Сырой протеин	Сырой жир	Сырая клетчатка	БЭВ	Всего
Обменная энергия (кДж/г)	19,7	34,8	12,0	15,5	-
Энергия молока (кДж/г)	10,0	25,2	6,7	10,2	-
Использование для образования молока (%)	51	72	56	66	62
Использование для отложения (%)	40	95	53	55	54

Исторические предпосылки, лежащие в основе предлагаемых принципов, можно найти в работах Блэкстера, Арстронга, Рука, Холтера. Они проводили исследования по определению эффективности использования ОЭ в зависимости от ее наполнения различными веществами путем инфузии различных ЛЖК и их смесей в рубец лактирующих коров (табл.3).

Таблица 3. ***Использование энергии ЛЖК на жироотложение у овец (%) (3)***

ЛЖК	Эффективность использования ОЭ
Уксусная кислота	32,9
Пропионовая кислота	56,3
Масляная кислота	61,9

Однако, эти предпосылки не нашли своего приложения. Существующие системы также предполагают возможность создания определенного состава обменной энергии питательными веществами, особенно по протеину, в основном исходя из оптимальных соотношений питательных веществ в рационе для более полной ферментации в преджелудках, путем введения различных нормативных соотношений между питательными веществами рациона (сахаро-протеионовое отношение, отношение клетчатки к сумме сахара и крахмала). При этом не учитываются потребности продуктивных органов в определенных субстратных предшественниках. На уровне переваримых сырых питательных веществ учесть эти потребности бывает проблематично, т.к. устанавливаются корреляционные отношения между многофакторными величинами в обобщающем понятии – энергия. Более точные взаимоотношения возможно определять только с учетом составляющих веществ. На схемах 1а и 1б приведены составляющие энергии рациона, крови, молока и продуктов переваривания. В отличие от второй, первая схема не позволяет перейти к учету составляющих энергии, поскольку из сырых питательных веществ рациона невозможно прогнозировать состав продуктов переваривания.

Таким образом, концепция разрабатываемой системы сводится к определению потребностей животных в отдельных субстратах на энергетические и продуктивные цели, и их удовлетворению за счет оптимизации условий питания с учетом образования субстратов из кормов в процессах переваривания и в реакциях межуточного обмена в организме.

Известно, что большая часть субстратов, непосредственно участвующих в обмене, образуется и всасывается в пищеварительном тракте, тогда как другая образуется в процессах межуточного метаболизма в других органах и тканях. Поэтому основой такой системы.

Схема 1 а

Рацион	***Кровь***	***Молоко***
Сырой протеин	Ацетат	Лактоза
Сырая клетчатка	Пропионат	Протеин
Сырой жир	Кетоны	Жир
БЭВ	Глюкоза	
	Аминокислоты	
	Жирные кислоты	
Э кормов	~ Э животного	~ Э молока

Схема 1б

Рацион	***Продукты переваривания***	***Кровь***	***Молоко***
НБА	Ацетат	Ацетат	Лактоза
Распад. протеин	Пропионат	Пропионат	Протеин
Нераспад. протеин	Бутират	Кетоны	Жир
Раств. протеин ~	Кетоны ~	Аминок-ты	~
Целлюлоза	Жирные к-ты	Жирные к-ты	
Гемицеллюлоза		Лактат	
Липиды		Тепло	
Сахара			
Крахмал			

Схемы 1а и 1б. Составляющие энергии рациона, крови, продуктов переваривания и молока

служит блок пищеварения, в котором рассчитывается количественный состав всасывающихся питательных веществ. В настоящее время разработаны и апробированы подходы, позволяющие вести расчет количественных параметров всасывающихся метаболитов на основе данных о полной химической характеристике кормов различных рационов (табл.4). Этот блок реализован в виде компьютерной программы.

В дальнейшем производится коррекция всосавшейся субстратной смеси с учетом особенностей метаболизма в стенке желудочно-кишечного тракта, печени и эндогенных мобилизаций. Этот этап еще окончательно не доработан и предстоят дальнейшие исследования. Таким образом, определяются возможности данного рациона и резервов тела поставлять в межуточный обмен организма пластические и энергетические субстраты при определенных условиях кормления и с учетом характеристик животного и окружающей среды.

Таблица 4. *Образование субстратов и метаболитов в пищеварительном тракте коров при нормированном кормлении в зависимости от структуры рациона (г/сут на голову)*

Субстраты	Тип рациона					
	сено-концентр. (начало лактации)	силосно-сено-концентр.	силосно-сено-конц.	зеленый корм с концентратами		сено-конц (сухостой)
	50:50	65(конц.) 20(свек.) 15(гр. корм)	30(конц.) 5(свекла) 65(гр. корм.)	50(конц) 50(зел)	30 (конц.) 70 (зел.)	35 (конц.) 65(сено)
Аминокислоты	1486	1135	1142	1243	1182	965
Глюкоза	800	771	687	761	658	518
Ацетат	3520	2820	2840	2760	2800	2076
Пропионат	1710	1440	1280	1320	1280	960
Бутират	811	666	619	624	613	462

Высшие жирные кислоты	153	193	208	251	253	104
Обменная энергия, Мдж*	165	127,8	125	132	130	97
Энергия всасывающихся субстратов, Мдж	160	133	128	133	130	96,5

* Фактические данные, полученные в балансовых опытах

В блоке определения потребностей производится расчет необходимых субстратов как на функции теплообразования, так и продукции. В настоящее время потребности в отдельных субстратах определяются исходя из рассчитанных затрат обменной энергии на теплопродукцию, молокообразование, прирост массы тела и формирование плода. Затем потребности в энергии раскладываются в энергетических эквивалентах на составляющие субстраты, содержание которых было определено в специальных опытах. Рационы, совпадающие по содержанию общей обменной энергии с установленными потребностями, но с несбалансированной субстратной частью, корректируются. Расчет потребностей реализован в виде компьютерной программы и постоянно нами совершенствуется.

Различное использование метаболитов в органах и на уровне целого организма демонстрируется результатами проведенных нами опытов. Первым органом, который преобразует и поглощает всасывающуюся питательную смесь, является стенка ЖКТ (табл.5). Использовали три рациона, обеспечивающие разное соотношение ЛЖК и глюкозы в абсорбируемой смеси. При этом обнаружено, что в систему воротной вены поступают метаболиты уже в ином соотношении, чем образовались при пищеварении, что должно учитываться как при определении потребностей, так и при расчетах образующихся субстратов из кормов рациона.

Таблица 5. *Образование и поступление в кровь субстратов*

Субстраты	1 серия			2 серия			3 серия		
	г	МДж	%	г	МДж	%	г	МДж	%
Образованно в пищеварительном тракте для всасывания									
Ацетат	2016	28,6	19,7	1950	27,7	22,7	2338	33,3	25,5
Пропионат	721	14,5	10,0	706	14,2	11,6	754	15,2	11,7
Бутират	623	15,0	10,3	549	13,3	10,8	611	14,8	11,3
Глюкоза	1466	23,4	16,1	200	3,2	2,6	200	3,2	2,4
Аминок-ты	1400	33,6	23,1	1400	33,6	27,5	1400	33,6	25,8
Жирные к-ты	750	30,0	26,0	750	30,0	24,5	750	30,0	23,0
Поступило в кровь									
Ацетат	1848	26,3	24,3	1305	18,5	30,4	1853	26,3	28,1
Пропионат	277	5,6	5,1	416	8,4	15,5	739	14,9	16,0
Бутират	239	5,7	5,3	204	4,9	6,5	244	5,9	6,3
Кетоны	160	3,1	2,8	0	0	0	214	4,1	4,4
Глюкоза	766	12,2	11,2	-481	-7,6	-	-306	-4,8	-
Аминок-ты	946	22,7	20,9	743	17,8	24,0	602	14,4	25,4
Жирные к-ты	750	30,0	27,7	750	30,0	40,2	750	30,0	32,0

Анализ потоков метаболитов, поступающих в систему воротной вены, показал, что в энергетическом выражении в основном сохраняется соотношение между субстратами, образованными и поступившими из желудочно-кишечного тракта. При изменении уровня питания в результате снижения количества крахмала в рационе происходило некоторое перераспределение между количеством

поглощенных субстратов. Так, в 3-й серии отмечалось возрастание относительной доли ацетата и пропионата во всосавшейся смеси за счет прекращения поступления глюкозы.

Таким образом, можно заключить, что перераспределение доли субстратов в энергетическом обмене начинается с момента их всасывания в стенке желудочно-кишечного тракта и, судя по полученным данным, имеет вариабельный характер. Отмечено, что эффективность поглощения некоторых нутриентов кровью зависела не от их концентрации в притекающей крови, что характерно для других органов (молочная железа), а в большей мере от образования и поступления других метаболитов, например, поглощение пропионата и ацетата - от уровня образования глюкозы и аминокислот.

При инфузии в венозную кровь ацетата также наблюдалось изменение соотношения поглощаемых субстратов молочной железой (рис.1).

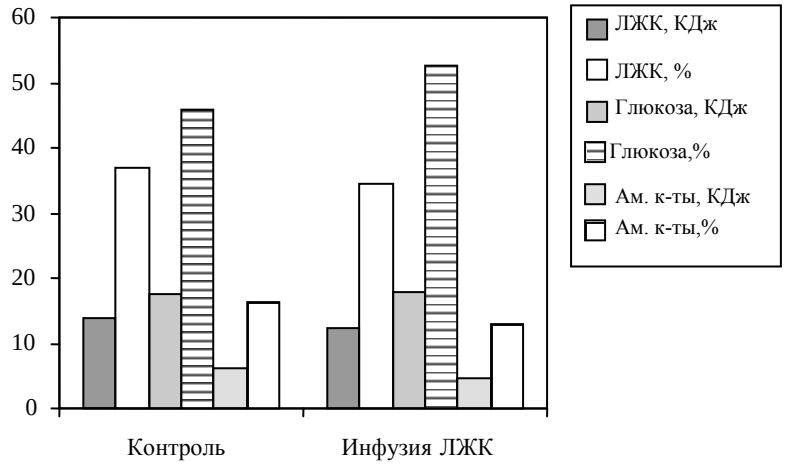


Рис. 1. Поглощение метаболитов молочной железой

При разработке критериев обеспеченности организма лактирующих коров в отдельных субстратах нами испытано восемь различных всасывающихся субстратных смесей. Методом инфузии в рубец и кишечник проводили перераспределение отдельных субстратов по сравнению с основным рационом (рис. 2).

Исходя из равенства затрат энергии на молокообразование и отложение у коров следовало ожидать, в не зависимости от направленности потоков метаболитов, постоянную эффективность использования продуктивной энергии. Однако, как показывают эти данные, общая эффективность использования энергии на продукцию зависела от состава ОЭ. При обработке в последующем результатов этих опытов по поглощению метаболитов молочной железой, что делали в период проведения опытов, будет определено, какой процесс - молокообразования или прироста изменял свою эффективность.

Таким образом, результаты этих опытов свидетельствуют, что в зависимости от того, какими субстратами представлена обменная энергия, будет зависеть перераспределение потоков на различные виды продукции и эффективность каждого процесса (поддержания, молокообразования, отложения и рост плода).

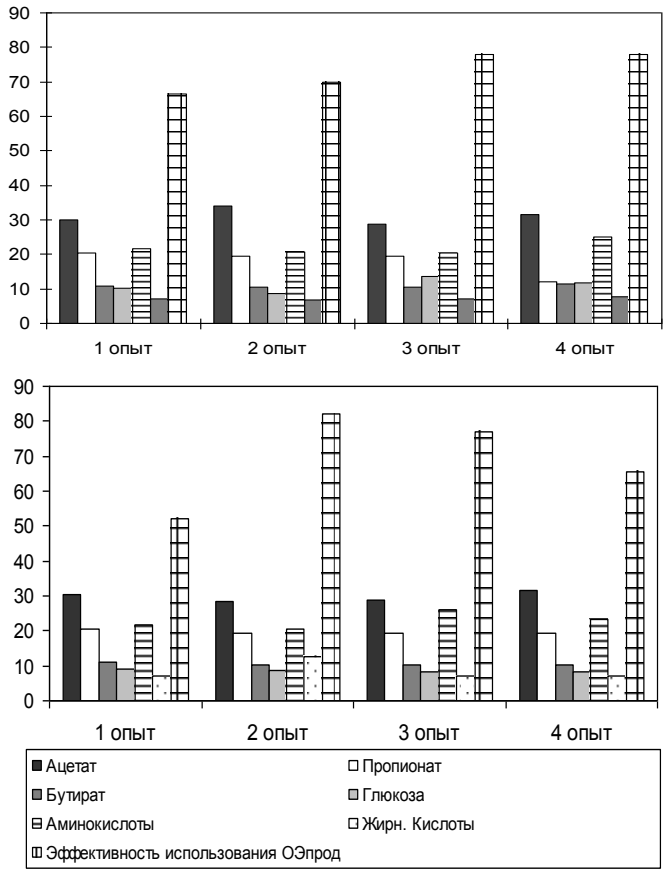


Рис 2. Эффективность использования обменной энергии на образование продукции в зависимости от соотношения образования субстратов в пищеварительном тракте коров: а) 1 опыт- контроль, 2опыт – увеличение доли ацетата, 3-глюкозы, 4-аминокислоты + глюкозы; б) 1 опыт- контроль, 2-повышение доли ВЖК, 3-аминокислот, 4-ацетата +аминокислот

Научно-производственная апробация отдельных элементов разрабатываемой субстратной системы питания показывает преимущество по сравнению с традиционной системой кормления по прогнозированию молочного удоя и химического состава молока.

Развитие теории питания жвачных базировалось на новых данных, полученных в физиологических экспериментах по количественной оценке конверсии компонентов кормов в преджелудках, последующего поступления продуктов всасывания в метаболический фонд и использования субстратов на биосинтез компонентов молока и теплопродукцию.

Установлены фундаментальные закономерности превращения питательных веществ корма в преджелудках и кишечнике в конечные продукты переваривания, и на их основе начаты исследования по системному моделированию биоценоза рубца. Разработанная первая версия модели позволяет вести прогнозирование образования конечных продуктов переваривания на всех типичных рационах для крупного рогатого скота. Практическое значение разработки состоит в том, что она дает основу для более эффективной оценки питательной ценности рациона и прогноза потоков всасывающихся субстратов, необходимого для оптимизации питания высокопродуктивного скота, в том числе для обоснования способов направленной регуляции образования и

соотношения всасывающихся субстратов, оказывающего влияние на качество получаемой продукции и на клинико-физиологическое состояние животного. Разработанная система оценки рационов в настоящее время может использоваться на практике для более точной оценки содержания обменной энергии в кормах в рамках существующей детализированной системы нормированного питания жвачных.

Выявленные закономерности использования субстратов стенкой пищеварительного тракта, печенью и молочной железой, а также факторы, влияющие на соотношение окисляющихся субстратов, позволяют сделать заключение, что кормление животных, адекватное их физиологическим потребностям, возможно лишь на основе прогнозирования не только количества обменной энергии и азотистого эквивалента, но и поступления основных субстратов и незаменимых факторов питания, лимитирующих процессы биосинтеза в организме.

Таким образом, развитие теории питания для жвачных животных базируется на новых методах прогнозирования процессов переваривания корма, усвоения и использования питательных веществ в организме с целью более точной оценки питательной ценности рационов и достижения эффективной конверсии корма в продукцию. Для применения полученных результатов в практике кормления необходимо ввести новый стандарт анализа кормов, предусматривающий характеристику составляющих структурных углеводов и протеина для жвачных животных с последующим накоплением статистических материалов для разных зон страны.

Несмотря на обширный экспериментальный материал по вопросам физиологии и биохимии питания жвачных животных, для полной реализации субстратного принципа оптимизации рационов необходимы дальнейшие исследования по целому ряду вопросов. Необходимо углубить теорию в направлении моделирования баланса основных энергетических и пластических субстратов и метаболитов на уровне органов и тканей. Недостаточно исследований по изучению вопроса о возможности целенаправленной регуляции образования количества и соотношения отдельных субстратов в пищеварительном тракте и межуточном обмене с тем, чтобы кормовыми, химическими и биологическими факторами изменять и корректировать направленность превращений и переваривание питательных веществ корма и соответственно - конверсию субстратов в продукцию животноводства нужного качества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kellner., 1904. Цитировано по Werner A. and Franke E.R., 1953. In: K. Nehring and A. Werner (Eds.) Untersuchungen uber den Starkewert verschiedener Futtermittel. Wiss. Abh. Dt. Acad. Landw.-Wiss. Berlin, Deutscer Bauernvergal, l, 335
2. Hofmann L., Jentsch W., Witenburg H., 1972. Arch. Tiernahr., 22, 721-742
3. Arstrong D.G., Blaxter K.L., 1957. Brit. J. Nutr., 11, 413.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ПИТАНИЯ НА ТЕПЛОПРОДУКЦИЮ РАЗЛИЧНО АДАПТИРОВАННЫХ ПОРОД КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

В. Иенч, Х.-Д. Маттхес, М. Дерно, В. Пастушенко

Forschungsinstitut fur die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere Dummerstorf, Justus von Liebig Weg 2, D-18059 Rostock, Deutschland

С экономической точки зрения различают интенсивный и экстенсивный типы сельскохозяйственного производства. Экстенсивное животноводство связано с редуцированием затрат путем применения рас, которые лучше адаптированы к окружающей среде и не требуют дополнительных помещений. В представленной работе исследован энергетический обмен крупного рогатого скота (КРС), а также проблемы регуляции обмена веществ различно адаптированных рас в условиях круглогодичного пастбищного содержания. Основной задачей было определение различий физиологии пород Schwarzbuntes Milchrind, Galloway и Highlind, а также установление причин, вызывающих адаптивную дифференциацию. В настоящем исследовании были приняты во внимание следующие параметры:

• пищеварение, ферментация в желудке, проходимость;

• энергетический обмен и обмен веществ при температуре окружающей среды 30, 18, и 3°C;

• поведение, активность, жвачные и питательные реакции;

• частота дыхания, пульс, частота сердечных сокращений;

• иммунологические показатели крови, нейрокининовый тест, регуляция теплопродукции;

• морфология волосяного покрова, кожи и пищеварительного тракта;

• влияние стрижки на теплопродукцию;

• убой, измерение органов, гистологические исследования.

Было проведено два эксперимента. Группу подопытных животных первого эксперимента составляли расы Schwarzbuntes Milchrind (SMR) и Galloway (G) по 8 молодых бычков в возрасте 11-12 месяцев в начале опыта, весом 260 кг. Во втором эксперименте участвовали 8 Highlind (H), со средним весом 210 кг в возрасте 9-10 месяцев. Первое исследование составляло 10 периодов кормления из 6 рационов, 4 из которых состояли из 2 уровней питания (табл. 1).

Таблица 1. ***Кормовые компоненты рационов и уровни питания животных (I эксперимент)***

Рацион	Кормовые компоненты в рационе	Ступени уровней питания[1]	
	% СМ	1	2
1	55% Iolium perene, 45% Ячмень	1,1	1,9
2	80% Iolium perene, 20% Ячмень	1,1	1,8
3	90% Травяной сухозеленый корм, 10% мелассированный сухой жом	1,0	1,5
4	90% Луговое сено, 10% melassierte Trockenschnitzel	1,0	1,4
5	100% Сено из заповедной зоны	1,0	-
6	100% Пшеничная солома (+ 42 г мочевины)	0,9	-

1) Уровень питания 1,0 = 450 kJ /kg $L^{M0,75}$ * д

Уровень питания 1 соответствовал 450 КДж/кг. Второе исследование составляло 7 периодов кормления из 4 рационов, один из которых состоял из 2 уровней питания (табл. 2).

Таблица 2. ***Кормовые компоненты рационов и уровней питания животных (II эксперимент)***

Рацион	Кормовые компоненты в рационе	Ступени уровней питания[1]	
	%СМ	1	2
1	40 % lolium perene, 40 %Травяной сухозеленый корм, 20 % Ячмень	1,1	1.8
2	50 % lolium perene, 50 % Сено из заповедной зоны	1.3	-
3	50 % lolium perene. 50 % Ржаная солома	1.1	-
4	80 %Травяной сухозеленый корм,20% Ячмень	1.5	-

[1)] Уровень питания 1,0 = 450 kJ /kg $L^{M0,75}$*д

Все рационы были подкреплены 40-50 г витаминно-минерализированной смеси. Энергетический и химический составы рационов детализированы в таблице 3.

Таблица 3. ***Энергетический и химический составы рационов***

Рацион	Брутто энергия	Орг. субстанц	Протеин	Жиры	Целлюлоза	NHЭ[1]	Волокна	Крахмал
Исследование 1 с Galloway-Bullen								
1	18,06	945	103	19	181	642	181	292
2	18,09	938	103	16	250	569	244	135
3	18,30	899	174	19	290	416	282	16
4	18,01	917	102	10	341	464	348	19
5	18,45	942	64	9	391	478	392	20
6	18,95	950	34[2]	14	443	459	497	2
Исследование 2 с Highland-Bullen								
1	18,11	919	134	20	222	543	220	1278
2	18,24	933	92	12	325	504	323	4
3	18,38	934	82	11	364	477	379	10
4	17,86	893	153	24	216	500	239	127

[1] N-несодержащие экстрагированные вещества = Орг. субстанция - Протеин – Жиры - Целлюлоза

[2] С дополнением мочевиной 54 г протеина/kg TS

Широкая вариация углеводов была выбрана для тестирования экстремальных пищеварительных возможностей рас КРС. Общие исследования обмена веществ проводились по разработанной нами методике (1). Определение величин энергообмена путем непрямой калориметрии описаны у Hoffmann & Schiernann (2).

Периоды оценки обмена веществ состояли из 18 дней предварительного кормления и 10 экспериментальных дней при t^{o}=18°C. В течение этих периодов теплопродукция измерялась каждые

24 часа при t^o=12 и 3-6 °C. В периоде общего обмена веществ в 4 рационе второго исследования замеры проводились после 7 дней адаптации при t^o=30, 18 и 3°C.

Как показали исследования, в первом эксперименте молодые **G** бычки принимали на 10% меньше корма, преимущественно концентрата, в рационе 1 и на 7% меньше соломы в рационе 6, чем **SMR**. Во втором эксперименте в рационе 4 было зарегистрировано влияние температуры окружающей среды. **H** принимали при t^o=30°C только 74% предложенного корма, что рассматривается как терморегуляторная реакция (табл. 4).

Таблица 4. ***Прием сухой массы, г/100 кг (особенности)***

Исследование	Рацион SMR[2]	СУП[1]	Температура °C	Galloway	Highland
1	1	2	18	1705	-
	1883				
1	6	1	18	1159	-
	1243				
2	4	1	30	-	1195
	1625				
2	4	1	18	-	1551
	1582				
2	4	1	3	-	1521
	1533				

[1]Ступень уровеней питания[1]
[2] Schwarzbuntes Milchrind

В таблице 5 указана усваиваемость рационов, оцененная на основе усвоенной энергии, органической субстанции и кормового белка.

Усвоенная энергия и органическая субстанция рационов снижались наряду с увеличением содержания целлюлозы. В эксперименте 1 первого рациона усвоенная энергия составила 77 % при содержании целлюлозы 180 г/кг сухой массы (СМ), шестого рациона 51 % при содержании целлюлозы 440 г/кг СМ. Во втором эксперименте первого рациона этот показатель составил 71 % при содержании целлюлозы 220 г/кг СМ, и третьего рациона - 57% при содержании целлюлозы 360 г/кг СМ. Соотношение между усвоенной энергией и содержанием целлюлозы было прослежено путем простого регрессионного анализа (табл. 6).

Таблица 6. ***Результаты простого регрессионного анализа между усвоенной энергией и содержанием целлюлозы***

Исследование	Раса	n	Коэффициент регрессии	Стандартное отклонение
1	Galloway	9	1,12	1,80
1	SMR	9	1,09	2,26
2	Highland	4	0,83	2,30
2	SMR	4	0,83	0,75

Увеличение содержания целлюлозы в корме на 1 % сопровождалось равнозначным снижением усвоенной энергией и органической субстанции. Предыдущее исследование (3) показало снижение усвоенной энергии на 3 % при повышении уровня питания на 1%.

Влияние температуры окружающей среды на усвояемость было зарегистрировано только у SMR (табл. 7).

Таблица 7. ***Усваиваемая энергия и органическая субстанция в зависимости от температуры окружающей среды***

	Температура окружающей среды	Усваиваемая энергия	Орг. субстанция %
Highland	30	66,6	70,4
	18	66,7	70,9
	3	66,9	70,6
SMR	30	66,5	70,5
	18	70,3*	72,1
	3	68,9*	72,4

* Достоверность (a = 0,05)

При температуре окружающей среды 18°C и 3°C у SMR была отмечена большая усвояемость, чем при 30°C. При исследовании телят (4) была отмечена недостоверная тенденция повышения усвояемости при to =25°C в сравнении с 15 и 5 °C. Вопрос влияния температуры дискутируется в литературе (4, 5-7) и пока остается открытым.

В таблице 8 представлена сравнительная характеристика усвояемости питательных веществ в зависимости от рас. Различие в усвояемости энергии и питательных веществ между расами было недостоверно. Статистически достоверная разница обнаружена в эксперименте 1, рацион 6 и 2 (уровень питания 2), в эксперименте 2, рацион 2 и 4 при температуре окружающей среды 18 и 3°C.

Статистический анализ желудочной ферментации и проходимости показал отсутствие достоверного влияния рас. В таблице 9 представлены показатели обратимой энергии и продукции CH_4.

Таблица 8. ***Различие в усвояемости энергии и питательных веществ (%) между Galloway (эксперимент 1), Highland (эксперимент 2) и SMR. SMR=100%.***

Рацион	СУП[1]	Энергия	Орг. субстанция	Протеин	Целлюлоза	NHЭ[2]	Температура окружающей среды °C
			Эксперимент 1				
1	1	-0,7	-0,7	-3,2	-0,2	-0,4	18
1	2	-3.8*	-3,2*	-2,8*	-5,6	-2,0	18
2	1	-0,5	-0,5	+0,4	-0,7	-0,6	18
2	2	+0,8	+0,5	+3,4	-0,4	+0,3	18
3	1	+0,9	+0,8	+1,7	+1,2	-0,2	18
3	2	+1,3	+1,1	+1,6	+1,3	+0,7	18
4	1	±0	-0,7	+2,8	-2,4	-0,3	18
4	2	+1,1	+1,0	+6,3*	-0,3	+1,0	18
5	1	-0,2	-0,6	-4,0	+0,8	-1,3	18
6	1	-1,8*	-2,1*	-3,8	-2,6*	-1,1	18
в средне		-0,3 ±1,6	-0,4 ±1,4	+0,2 ±3,5	-0,9 ±2,1	-0,4 ±0,9	
			Эксперимент 2				
1	1	+0,2	-0,6	+0,7	-1,0	-0,9	18
1	2	+0,3	-0,1	+2,3*	+0,3	-0,9	18
2	1	-2,7*	-3,0*	-1.3	-6,0*	-1,4	18
3	1	-1,2	-1,1	+2,8	-2.1	-1,2	18
4	1	+0,1	-0,1	-1,8	-2,4*	+1,2	18
4	1	-3,6*	-1,2	-0,6	-4,9*	+0,7	18
4	1	-2,0*	-1,8*	-3,0	-0,9	-1,9	3
в средне		-1,3 ±1,6	-1,1 ±1,0	-0,1 ±2,2	-2,4 ±2,3	-0,6 ±1,1	

[1] Ступень уровней питания

[2] N-несодержащие экстрагированные вещества = Орг. субстанция - Протеин - Жиры - Целлюлоза

* Достоверность (a = 0,05)

Таблица 9. ***Показатели обратимой энергии и продукции CH_4***

Рацион	СУП[1]	Температура °C	CH_4 – энергия	Обратимая энергия	Разница в результатах у SMR	
			1	2	1	2
			Эксперимент 1 с Galloway			
1	1	18	12,1±1,9	62,8±1,9	+0,2	-1,1
1	2	18	7,9±1,1	57,4±2,1	+0	-3,9*
2	1	18	12,0±1,2	60,1±1,7	-0,4	-0,1
2	2	18	10,0±0,5	58.2±2,4	+0,2	+0,7
3	1	18	11,8±0,4	51,6±1,1	+0,1	+0,5
3	2	18	8,6±0,3	52,7±0,5	+0,3	+1,3
4	1	18	10,6±1,0	46,5±1,7	-0,8	+1,4
4	2	18	9,8±0,3	46,5±0,7	+1,2	+0,3
5	1	18	10,2±0,6	40,8±1,1	+0,4	-0,7
6	1	18	7,3±0,7	41,6±1,8	-0,7	-1,2

				Im Mittel	+0,1±0,6	-0,3±1,6
			Эксперимент 2 с Highland			
1	1	18	8,6±0,4	59,6±1,2	-0,1	-0,1
1	2	18	8,0±0,5	57,2±1,3	+0,1	-0,1
2	1	18	7,4±0,3	49,6±0,6	-0,5*	-2,4*
3	1	18	7,7±0,4	46,3±1,2	+0	-1,2*
4	1	30	8,7±0,8	52,7±1,3	+0,7*	-1,5
4	1	18	7,7±0,2	55,8±1,8	-0,6*	-1,8
4	1	3	7,9±0,4	54,9±0,4	-0,6*	-1,0*
				Im Mittel	-0,1+0,5	-1,2±0,8

[1] Ступень уровней питания
*Достоверность (a == 0,05)

Несмотря на достоверную разницу в отдельных периодах, в общем влияние 3-х рас на показатели обратимой энергии и продукции метана не было статистически подтверждено. Потребность в обратимой энергии (ME) измерялась при температуре окружающей среды 18° C и оценивалась посредством простого регрессионного анализа (табл.10).

Таблица 10. ***Потребность в обратимой энергии и ее применение***

		Потребность в обратимой энергии kJ/kg	Использование ME %
Эксперимент 1	Galloway	356±65	47,7±5,4
	SMR	439±64	51,2±5,5
Эксперимент 2	Highland	381±28	53,4±2,2
	SMR	379±36	53,8±2,8

Была обнаружена существенная разница в энергетической потребности между расами **G** и **SMR**, в отличие от рас **H** и **SMR**. Следует обратить внимание на этот показатель у **SMR**, который отличался в экспериментах 1 и 2. Энергетическая потребность у **SMR** в эксперименте 1 соответствует ранее проведенным экспериментам (табл.11).

Таблица 11. ***Потребность в обратимой энергии у SMR, kJ ME/kg LM d***

Категория животных	kJ ME/kg$LM^{0,75}$*д	Литература	
Взрослые быки	452	Schiemann u.a.	(1971)

Коровы	454	Hoffmann u.a.	(1974)
Телята	455	Hoffmann u.a.	(1988)
Молодые бычки	490-418	Hoffmann u.a.	(1981)
	467	Hoffmann und Jentsch	(1994)

При этом обращает на себя внимание тот факт, что энергетическая потребность не является константной. Так, низкая величина во втором эксперименте соответствует ранее проведенным исследованиям (8-11). Среднее частичное применение обратимой энергии составило у **SMR** 51,2 ± 5,5% и 47,7± 5,4% у Galloway. Разница между расами статистически недостоверна. В эксперименте 2 вышеуказанные параметры составили у **SMR** 53,8 ± 2,8% и 53,4± 2,2% у HighIand. Разница между экспериментами 1 и 2 - есть следствие различия питательных компонентов рационов.

Результаты теплопродукции в зависимости от рациона и уровня питания представлены на рис. 1 (эксперимент 1) и рис. 2 (эксперимент 2). Полученные результаты соответствуют таковым энергетической потребности. Возрастающий уровень питания прямо пропорционален изменению теплопродукции. В таблице 12 представлена теплопродуктивная реакция животных на снижение температуры окружающей среды с 18°C до 12 и 4-6°C при различных уровнях питания. **SMR** реагировали повышением теплопродукции в ответ на снижение температуры на обоих уровнях питания, тогда как **G** и **H** показали отсутствие реакции.

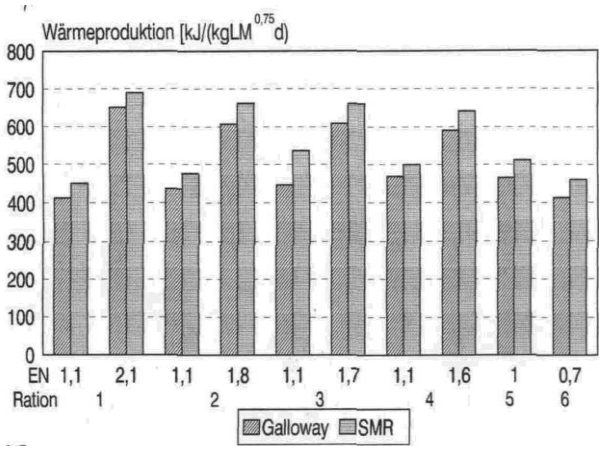


Рис. 1.Теплопродукция в зависимости от рациона и уровня питания. Эксперимент 1 при температуре окружающей среды 18°C

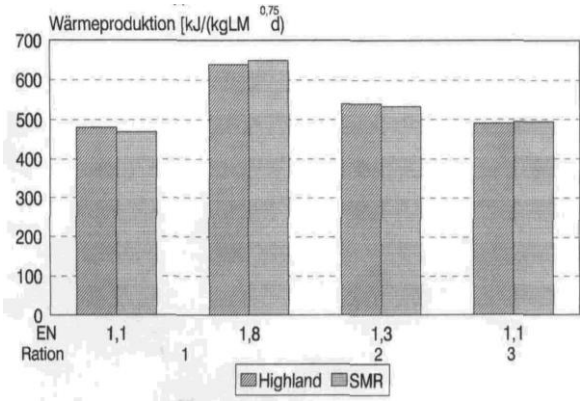


Рис. 2 Теплопродукция в зависимости от рациона и уровня питания. Эксперимент 2 при температуре окружающей среды 18°C.

Таблица 12. ***Теплопродукция в зависимости от температуры окружающей среды***

	СУП[1] kJ/kg LM$^{\circ,75}$*д	n	18°C	12°C в % ТП при 18° C	4-6°C
Galloway	1	6	441	99±1,5[a]	102±1,9[a]
SMR	1	6	490	109±5,9[b]	120±9,3[c]
Galloway	2	4	615	99±1,7[a]	100±1,7[a]
SMR	2	4	664	103±1,8[b]	108±4,2[c]
Highland	1	3	502	99±1,0[a]	101±1,5[a]
SMR	1	3	498	106±3,2[b]	121±3,6[c]
Highland	2	1	639	100	98
SMR	2	1	649	104	109

[1] Ступень уровней питания

Средние показатели с неодинаковыми буквами в приделах одного сравнения статистически отличаются (a=0,05)

Поведенческие реакции животных были также исследованы (табл. 13). Так **G** и **H** стояли меньше времени и лежали больше времени, чем **SMR**. Наблюдения показали среднее время стояния 25% для **G** и **H** и 50% для **SMR**. Сниженная активность расценивается положительно с точки зрения энергозатрат и состояния травяного покрова пастбища.

Таблица 13. ***Поведенческие реакции животных в зависимости от температуры окружающей среды***

	Температура °C	Время стояния %	Время лежания %
Galloway	18	24	76
	5	35	65
SMR	18	49	51
	5	55	45
Highland	18	17	83
	5	23	77
SMR	18	41	59
	5	44	56

Кожный и волосяной покровы представляют собой контактирующую с окружающей средой поверхность и играют важную роль в теплорегуляции. Результаты исследования этих параметров представлены в таблице 14.

Таблица 14. ***Морфометрические показатели кожного и волосяного покровов***

	Galloway	SMR	Highland	SMR

Вес шкуры в % к весу туши	9,8[a]	8,1[b]	10,5[a]	7,5[b]
Толщина кожи, см	0,70[a]	0,61[b]	0,.91[a]	0,67[b]
Длина шерсти, см	5,4[a]	1,7[b]	11,6[a]	2,0[b]
Плотность шерсти, число/см^2	1448[a]	1773[a]	1090[a]	1974[b]
Среднее сечение волоса, μm	40,6[a]	39,6[a]	49,3[a]	47,9[a]

Средние показатели с неодинаковыми буквами в приделах одного сравнения статистически отличаются (a=0.05)

Данные исследования показали лучшее изолирующее действие кожи и шерсти **G** и **H** по сравнению с **SMR**. Длина шерсти 10 см у **G** при пастбищном содержании редуцируется до 5,4 при содержании животных в помещении.

В серии измерений второго эксперимента была изучена теплорегуляция при низких температурах посредством изоляции. Эксперимент проводился на 4 **H**, начальным весом 407 ±3 кг, и 4 SMR, начальным весом 398±17 кг. В первой части эксперимента у животных был нормальный волосяной покров, во второй части они были подстрижены. В каждом измерительном периоде, который длился 12 дней, животные находились на рационе 4 и содержались первые 4 дня при t^o=30°C, следующие 4 дня при t^o=18°C и последние 4 дня при t^o=4°C. Данные исследования теплопродукции, приема корма и воды, ректальной температуры, а также времени стояния отражены в таблице 15.

В первой части эксперимента животные показали отсутствие теплопродуктивной реакции на изменение температуры. Они достигли 400 кг живого веса, потребляя полторы нормы потребности в корме. При 30°C бычки больше реагировали повышенным потреблением воды, нежели терморегуляторной реакцией. **H** характеризовались уменьшением приема корма на 28% при t^o=30°C, в то время как их теплопродукция соответствовала 18°C. При этой температуре прием воды увеличивался вдвое. Ректальная температура при этом составляла 40°C.

Несмотря на то, что длина волосяного покрова у исследуемых пород была различной, теплопродукция увеличивалась после стрижки при 4°C на 21% у **SMR** и на 19% у **H**. Учитывая разницу в приеме корма, влияние стрижки при снижении температуры окружающей среды сильнее проявляется у **SMR,** чем у **H**. Подстриженные **H** показали отсутствие изменений в приеме корма и ректальной температуре в ответ на изменение температуры. Прием воды был при t^o=30°C на 60 % больше. Время стояния в исследованных породах при t^o=18°C было ниже, чем

Таблица 15. ***Теплопродукция подстриженных и неподстриженных H и SMR***

Температура ^{o}C	Термопродукция кJ/kg LM^{0,75}*д	относит.	Прием корма, g/kgLM^{0,75}*d	Потребление воды, л/д	Ректальная температура ^{o}C	Время стояния, ч/д
Schwarzbunte, неподстриженные						
30	636±39	100	68	51±23	38,9±0,5 \	11,4±1,3

18	623±28	100	68	28±4	38,8±0,5	9,7±2,5
4	654±51	100	68	22±5	38,7±0,4	10,7±2,6
			Schwarzbunte, подстриженные			
30	646±44	102	67	34±9	38,9±0,6	11,2±3,2
18	656±43	105	68	27±4	38,8±0,6	12,7±5,6
4	792±53	121	68	22±4	38,5±0,6	14,3±4,5
			Highland, неподстриженные			
30	547±40	100	41±18	73±44	40,0±0,8	10,2±2,1
18	533±52	100	57±7	37±12	39,0±0,9	9,3±3,2
4	573±25	100	64±3	29±7	38,4±0,4	10,1±5,7
			Highland, подстриженные			
30	591±29	108	62±4	48±16	38,6±0,7	13,6±6,3
18	593±32	111	64±4	29±5	38,7±0,5	7,9±1,6
4	681±4	119	63±7	26±7	38,6±0,9	10,6±2,3

при t^o=30°C и 4°C, за исключением подстриженных **SMR**, время стояния которых было меньше. Если лежание рассматривать как комфортное состояние животных, t^o=18°C является наиболее оптимальной в сравнении с 30°C и 4°C.

Таким образом, молочные и смешанные породы КРС считаются непригодными для круглогодичного пастбищного содержания, вследствие ряда недостатков в энергетической потребности по сравнению с выносливыми породами Galloway и Highland. При средней температуре окружающей среды 15-20°C энергетическая потребность молочных пород возрастает на 5-10%. Это хорошо заметно при контроле времени их лежания и стояния. Кроме того, более продолжительная фаза покоя у выносливых пород расценивается положительно в отношении состояния и ухода за пастбищем. Теплопродуктивная реакция животных при низкой температуре является главным фактором при решении вопроса о круглогодичном пастбищном содержании. Теплопродукция SMR при температуре 4-6°C на 10% больше при высоком уровне потребления корма и на 20% больше при низком уровне потребления корма по сравнению с выносливыми породами, что сопровождается повышением энергетической потребности. Молочные породы могут при неблагоприятных условиях компенсировать потери энергии повышенным потреблением корма, что сопровождается повышением экономических затрат. Выносливые породы имеют при этом ряд преимуществ. Они хорошо переносят дождь и ветер при низкой температуре зимой, однако недостаточно хорошо адаптированы к высокой температуре летом. Поэтому, для избежания перегрева животные должны быть обеспечены солнечной защитой.

Сравнительные исследования физиологии пищеварения, обмена веществ и теплопродукции в зависимости от питания и температуры окружающей среды, выполненные на молодых бычках пород Schwarzbuntes Milchrind, Galloway и Highlind для определения пригодности их для круглогодичного пастбищного содержания, показали, что параметры пищеварения - желудочная секреция, пассаж, усвояемость, продукция метана - по расам не отличались.

Энергетическая потребность SMR составила в первом исследовании 440 kJ ME/kg LM0,75 d , во втором исследовании 380 kJ ME/kg LM0,75d. Для G и H эти показатели составили соответственно 360 и 380 kJ ME/kg LM0,75 d. Теплопродукция G и H не изменялась при снижении температуры с 18°C до 4-6°C, в то время как SMR реагировали усилением теплопродукции на 10 % при высоком и на 20 % при низком уровнях питания. Эксперименты были дополнены исследованием изолирующего действия кожного и волосяного покровов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Schiemann, R., K. Nehring, L. Hoffmann, W. Jentsch und A. Chudy: Energetische Futterbewertung und Energienormen: VEB Deutscher Landw.-Verlag, Berlin (1971)
2. Hoffmann, L. und R. Schiemann: Arch. Anim. Nutr. 30, 733 (1980)
3. Jentsch, W., L. Honmann und M. Beyer: Arch.Anim.Nutr. 44, 63 (1993)
4. Jentsch, W., M. Beyer, M. Derno und H. Franz: Arch. Tierz. 39, (1996) (im Druck)
5. Kaiser, D. und J.H. Weniger: Arch. Tierz. 36, 607 (1993)
6. Kaiser, D. und J.H. Weniger: Arch. Tierz. 37, 19(1994)
7. Jentsch, W., M. Derno, H.-D. Matthes, B. Lohrke, S. Kuhla und H. Scholze: Arch. Anim. Nutr. 48, 159 (1995)
8. Honmann L. und W. Jentsch: Arch. Anim. Nutr. 46, 77 (1994)
9. Hoffmann, L., R. Schiemann und W. Jentsch: Arch. Anim. Nutr. 31, 481(1981)
10. Hoffmann, L., R. Schiemann und W. Jentsch: Arch. Anim. Nutr. 38, 299(1988)
11. Hoffmann, L., R. Schiemann, W. Jentsch und G. Henseler: Arch. Anim. Nutr. 24, 245 (1974)

ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ АДАПТАПЦИЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА К КРУГЛОГОДИЧНОМУ ПАСТБИЩНОМУ СОДЕРЖАНИЮ. ВЛИЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ВОЗРАСТА И ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА НА КРИТИЧЕСКУЮ ТЕМПЕРАТУРУ

Х.-Д. Маттхес, В. Пастушенко, В. Йенч, М. Дерно

Forschungsinstitut fur die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere
Dummerstorf, Justus-von Liebig-Weg 2, 18059 Rostock, Deutschland

В восточной части Германии существует необходимость круглогодичного содержания мясных пород крупного рогатого скота (КРС). В 1990/9l годах наблюдалось резкое снижение поголовья КРС на пастбищных угодьях. Некоторые хозяйства остались без КРС. Наряду с этим появились фермеры, которые при помощи кредитов и дотаций приобрели преимущественно мясные породы. Благодаря интенсивному

обмену опытом с США и Канадой по их содержанию в зимний период (холодный ветер при температуре до -50°С), а также благодаря сложившимся экономическим условиям появился шанс внедрения круглогодичного пастбищного содержания. С 1992 года начались исследования в следующих научных направлениях: измерение теплопродукции при различной температуре окружающей среды, физиологические механизмы адаптации, роль изоляции, биохимических реакций и поведения в адаптации. На сегодняшний день известно, что различные породы КРС реагируют на изменение температуры окружающей среды различными поведенческими реакциями.

Зона комфорта КРС. Температура 15-20°С является оптимальной зоной, при которой наблюдается минимальная потеря тепла вследствие влияния окружающей среды. При повышении или понижении указанной температуры включаются адаптационные механизмы теплопродукции, которые отличаются в зависимости от породы КРС. При повышении температуры окружающей среды снижается теплопродукция организма. Животные лучше переносят жару, чем холод. В зимний период в адаптационный процесс включаются метаболические реакции. Важную роль при этом играет корм. При плохом рационе с недостаточным энергетическим содержанием животное не получает достаточно корма для восстановления потери тепла. На этот случай должно быть предусмотрено дополнительное подкармливание концентратами. При каждом снижении температуры окружающей среды на 1°С ниже зоны комфорта повышается энергетическая потребность на 1%.

Эффективная температура (температура, которую животное чувствует кожным покровом) может быть просчитана с учетом температуры окружающей среды и силы ветра. Например, при температуре окружающей среды -5°С и скорости ветра 20 км/ч эффективная температура составляет -12°С, что на 32°С ниже зоны комфорта. В норме при 20°С энергетическая потребность коровы составляет 20 Мкал, которая возрастает на 32% и доходит до 26Мкал. Кроме того снижается кровяное давление и температура тела. Таким образом КРС может активно адаптироваться к изменениям условий окружающей среды.

Опыт США и Канады показал, что весь КРС зиму проводит на пастбище. При этом следует учесть, что температура в некоторых районах снижается до -50°С. Несмотря на это адаптивные механизмы позволяют поддерживать температуру тела на постоянном уровне. Критическая температура окружающей среды и реакция животных представлены на рис. 1 (Bianca, 1968). Температура кожи в зависимости от температуры окружающей среды отражена в табл. 1 (1).

В представленном исследовании температура кожи составляла 34-35°С при температуре окружающей среды 20°С и снижалась до 18-28°С при снижении температуры окружающей среды до -5°С. При низкой температуре животные адаптировались при помощи поведенческих реакций (рис. 5). Различно адаптированные породы по-разному реагировали на холод.

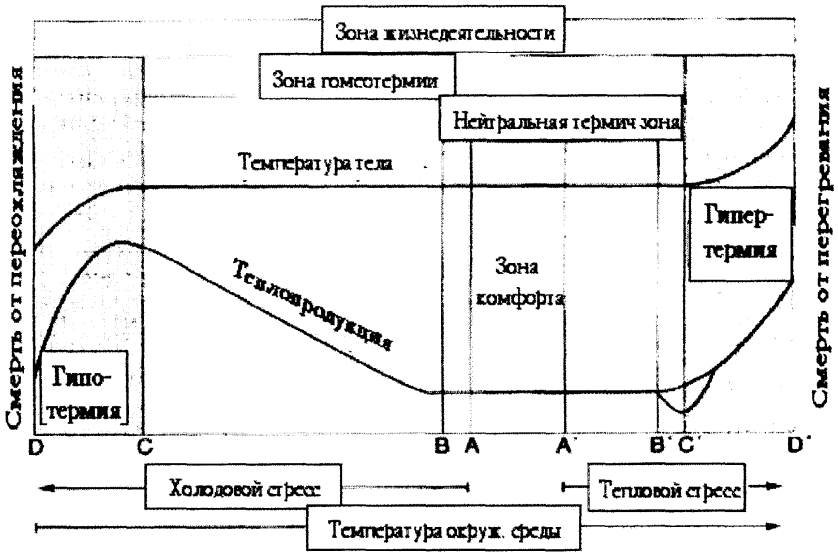


Рис. 1: Показатели критической температуры окружающей среды

Таблица 1. ***Температура кожи и ректальная температура молодых бычков породы Highland в зависимости от температуры окружающей среды***

ДИ[+]	КТ[+]	Ректальная	Живот	Спина	Бедро
1	6°C	38,68^{BC}	30,22^{I}	29,22^{F}	28,95^{F}
2	6°C	38,38^{C}	30,52^{HI}	30,30^{EF}	29,90^{F}
3	12°C	38,36^{C}	31,75^{GH}	31,85^{DE}	32,OO^{E}
4	12°C	38,45^{C}	32,68^{FG}	32,35^{EF}	31,85^{E}
5	18°C	38,43^{C}	33,95^{EF}	33,72^{CD}	33,70^{ED}
6	18°C	38,61^{BC}	34,40^{DE}	33,88^{CD}	33,80^{ED}
7	24°C	38,63^{BC}	35,55^{CD}	35,27^{BC}	35,58^{CD}
8	24°C	38,97^{BC}	36,08^{BC}	35,98^{BC}	36,08^{ABC}
9	30°C	39,34^{B}	37,38^{AB}	37,42^{AB}	37,60^{B}
10	30°C	40,49^{A}	38,58^{A}	38,58^{A}	38,58^{A}

Средние показатели с неодинаковыми буквами статистически отличаются (a=0,05)
ДИ= день исследования
КТ = температура респирационной камеры

Наиболее хорошо адаптированные животные породы Galloway проявляли меньшую двигательную активность в сравнении с менее адаптированными породами (табл. 2, рис. 3). Кроме того, животные реагировали на изменение температуры окружающей среды изменением частоты дыхания (табл. 3). Повышение частоты дыхания особенно хорошо заметно при повышении температуры. Исследования канадских ученых выделили следующие факторы, влияющие на термическую изоляцию (табл.4): вид животного, возраст, время

акклиматизации, волосяной покров, скорость ветра, которые проявляются в энергетической потребности (табл.6). Толщина кожи (табл. 5), структура волосяного и кожного покровов (2) играют при этом также немаловажную роль.

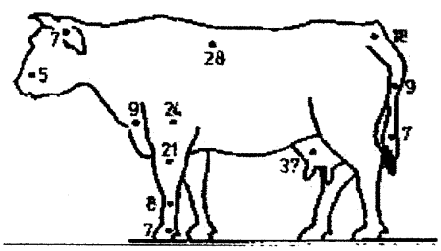
Таблица 2. ***Поведение пород при круглогодичном пастбищном содержании (13 наблюдений). Продолжительность в %/ч***

	SMR		Galloway	
	-2,5°C	0°C	-2,5°C	0 ^{0}C
Движение	43^a	31^b	22^a	17^b
Из них	19^a	14^a	14^{ab}	11^{ac}

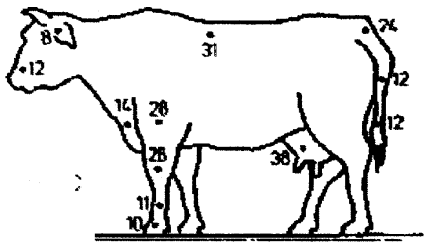
Средние показатели с неодинаковыми буквами статистически отличаются *(a~0.05)*

Таблица 3. ***Частота дыхания молодых бычков в зависимости от температуры***

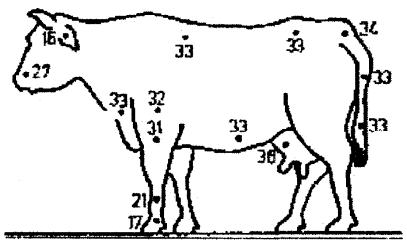
Показатели	SMR		Highland		Достоверн.
	χ /min	n	χ /min	n	a < 0.05
КТ 5°C 2. VT	12	88	18	72	*
КТ 18°C 2. VT	18	89	35	63	*
КТ 30°C 2., 8., 13 ДИ	54	270	93	252	*



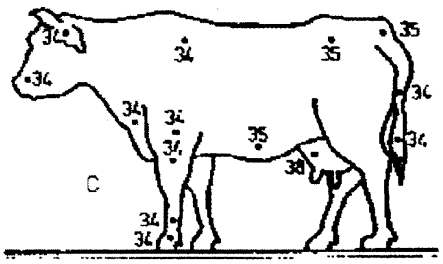
Температура *окр. среды* -5^{0}C



Температура окр. среды 5^{0}C



Температура окр. среды 15^{0}C



Температура огр. среды 20°C

Рис. 2. Температура кожи КРС в зависимости от температуры окружающей среды (Nichelmann, 1971)

Таблица 4. ***Оценка термической изоляции***
Пример: 500 кг Hereford середина зимы, слабый ветер (3)

Оценка		Пример
Порода		
мясная	22	
молочная	19	22
Возраст		
Взрослые	0	
18-24 мес	-2	
12-18 мес	-4	
6–12 мес	-6	0
Упитанность		
очень жирное	4	
жирное	2	
среднее	0	
худое	-2	
очень худое	-4	
истощенное	-6	+2
Акклиматизация к холоду		
1 мес	1	
2 мес		+2
Шерсть		
4 мм	+6	
Скорость ветра		
8 км/ч	-2	
16 км/ч	-4	
24 км/ч	-7	
32 км/ч	-10	-3
Термическая изоляция		29

Таблица 5. ***Толщина кожи КРС (4)***

	Толщина кожи	Эпидермис		Дерма		Подк. клетчатка	
	mm	mm	%	mm	%	mm	%
Ungarisches Steppenrind	4,5	0,051	1,13	1,225	27,22	3,227	71,71
Pinzgauer Rind	12,0	0,048	0,40	1,564	13,03	10,385	86,54

Таблица 6. ***Влияние акклиматизации и холода на энергетическую потребность мясных пород (5)***

Средняя эффективная температура (°C)	низкая	средняя	высокая
10	10	5	0
0	20	12	5
-10	35	25	15
-20	50	35	25
-30	65	50	40

Для слабоупитанных коров характерна более низкая критическая температура, т.е. они реагируют раньше на снижение температуры окружающей среды. Температура, при которой преобладают катаболические процессы в тканях, для поддержания температуры тела называется «нижняя критическая температура». Осенью трава желтеет, пастбища истощаются. Мясные породы телят питаются материнским молоком. Адекватное питание в этом случае играет более важную роль в репродуктивности, чем в развитии телят. Коровы, вследствие отела, теряют в весе, что в конечном итоге приводит к снижению репродуктивности. Слабоупитанные коровы хуже защищены от холода из-за недостаточной жировой изоляции. В холодный период у телят снижается пищеварение в результате повышения кишечной проходимости и изменения бактериальной активности желудка, что уменьшает время всасываемости (6). Пищеварение снижается на 0,2% у телят и на 0,1% у коров в ответ на 1 градус холодового стресса. Влияние упитанности на нижнюю критическую температуру представлено в таблице 7.

Таблица 7. ***Влияние упитанности на нижнюю критическую температуру (6)***

Корова 650kg			Телка 450kg		
	Ветер			Ветер	
	слабый	сильный (10 MPH)		слабый	сильный (10 MPH)
жирн.	-32	-27	жирн.	-20	- 14
норм.	-28	-21	норм.	- 17	-12
слабоупит.	-21	-15	худ.	- 12	-7

Методика оценки нижней критической температуры описана на рис. 6 (результаты канадских исследований), которая позволяет определить термическую изоляцию каждого животного из таблицы 4. При холодных климатических условиях возрастает потребность корма и его приём у молочных пород при температуре 14°C, тогда как у

мясных пород при температуре - 17°С. При адекватном питании животные находятся в хорошей форме (2,5-3 балла). При этом холод не влияет на продолжительность овуляционного цикла, продолжительность зачатия, структуру матки и раннее развитие эмбриона. Повышенная температуры окружающей среды снижает репродуктивную активность.

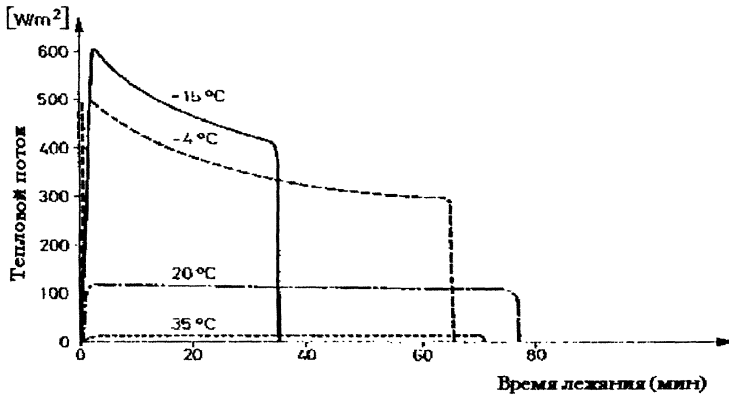


Рис.3. Теплообмен животного и земли в зависимости от температуры земли и времени лежания

Таблица 8. ***Комбинированный эффект ветра и температуры (3)***

Скорость ветра (км/ч)	-20	-15	-10	-5	0
0	-20	-15	-10	- 5	0
10	-23	- 17	- 12	- 8	- 4
20	-26	-21	- 15	- 12	- 8
30	-30	-25	- 18	- 16	- 12
40	-35	-30	-23	-20	- 15
50	-41	-36	-28	-26	-20
60	-51	-48	-42	-36	-31

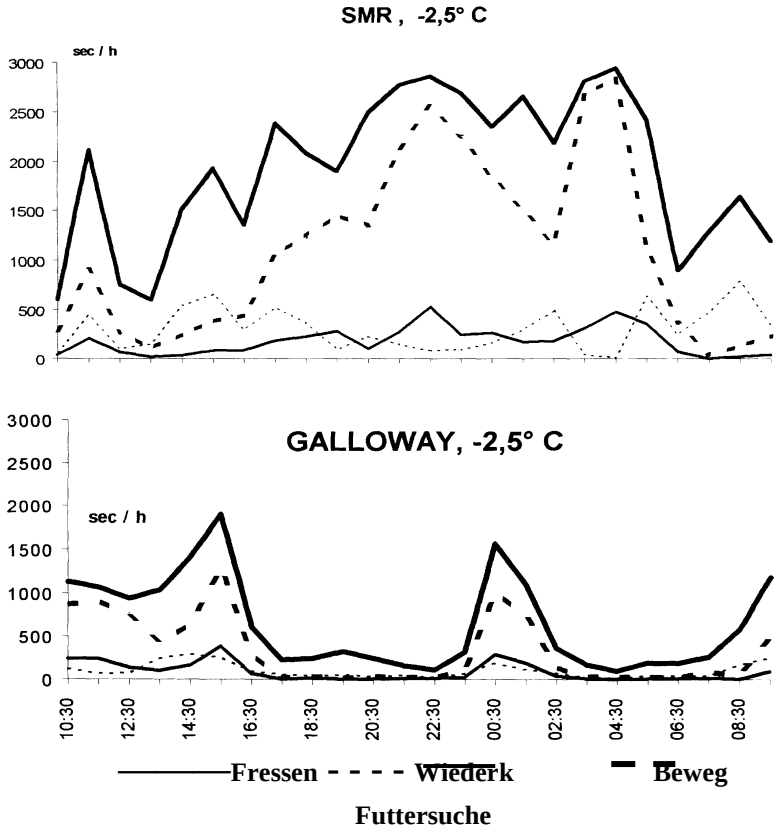


Рис.4. Поведенческие реакции SMR и Galloway на пастбище при температуре -2,5^{0}C

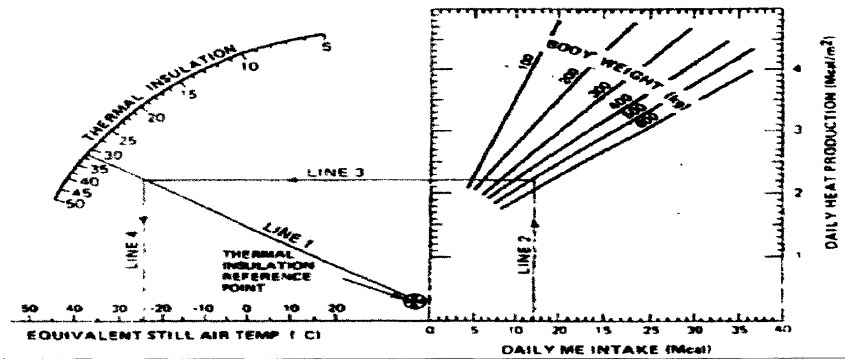


Рис. 5. Методика оценки нижней критической температуры одного животного с учетом термической изоляции, веса тела и дневной энергии потребления.

Ветер имеет выраженное отрицательное влияние на КРС. Животное становится чувствительнее к холоду в результате снижения эффективной температуры. При этом, в адаптивных целях, усиливается обмен веществ, что приводит к повышению теплопродукции (табл. 8).

Влияние ветра на теплопродукцию представлено на рис. 6 (8). Учитывая негативное влияние ветра, при пастбищном содержании должна быть предусмотрена защита, позволяющая редуцировать кормовые затраты.

Влажность, снижая изоляцию тела, имеет отрицательные последствия. Christopherson (8) доказал повышение теплопродукции на 24% при повышенной влажности, что сопровождалось соответствующим повышением потребности в корме. Возраст и стадия репродуктивного цикла так же вносят свои коррективы в адаптационные реакции на холод. Например, новорожденные хуже переносят холодовой стресс – вследствие большей поверхности тела и недостаточной теплопродукции из-за не сформировавшейся желудочной ферментации (табл. 9). Замечено так же непрямое влияние пониженной и повышенной температуры окружающей среды на иммунную систему.

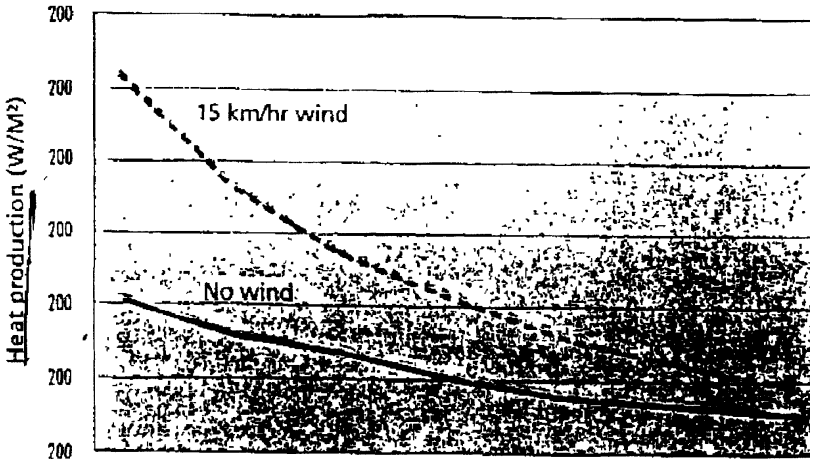


Рис. 6. Влияние температуры и ветра на теплопродукцию молодого бычка, массой 350 кг.

Таблица 9. ***Влияние возраста и физиологического статуса на критическую температуру молочных пород КРС (9)***

	Критическая температура (^{0}C)			
	низкая	литерат. данные	высокая	литерат. данные
Телёнок (41 Мол/день)	13	1	26	2
Телёнок (50-200 кг)	- 5	3	26	2
Корова (сухост. период)	- 14	4	25	3
Корова (цикл лактации)	-25	4	25	4

Рекомендации по ведению хозяйства. Ведение хозяйства при круглогодичном пастбищном содержании направлено на снижение холодового стресса и уменьшение затрат. Это значит, что животные должны подойти к зиме в хорошем состоянии (эффект изоляции); группировать животных нужно по состоянию упитанности (молодые и малоупитанные, остальные); не кормить замерзшим кормом; учитывать, что КРС потребляет больше корма на холоде, холодовой стресс компенсируется за счет корма, предназначенного для роста и

синтеза молока.

Снижение прироста массы составляет 300 г/день в течение 50-60 дней. В холодный период животные должны получать корм с высоким содержанием энергии посредством повышения доли кормового зерна на 10-20%. У животных повышается соотношение корм/прирост вследствие повышенного потребления энергии. Необходимо достаточное обеспечение свежей водой; протеиновое обогащение кормов; защита от ветра (лес, кустарники, горы и холмы, заграждения, направленные на север и запад); сухая подстилка и адекватный выбор пастбища с учетом сезона и погодных условий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Nichelmann, 1971. Zitiert bei Matthes, H.-D., u.a. Stand und Pespektiven der ganzjahrigen Freilandhaltung von Rindem. Voraussetzungen-Moglichkeiten-Probleme. Biopark Schriftenreihe 2. 6-16 (1997)
2. Jentsch, W., u.a. Einfluss von Temperatur und Futtemng auf die Warmeproduktion unterschiedlich adaptierte Rindrassen und Ableitung zum Erhaltungsbedarf. Stand und Pespektiven der ganzjahrigen Freilandhaltung von Rindem. Voraussetzungen-Moglichkeiten-Probleme. Biopark Schriftenreihe. 2, 17-29
3. Alberta Agriculture. Beef herd management. 1989
4. Staffe A. Haustier und Umwelt. Verlag Paul Haupt Bern
5. Bowden, D. M., et al.. Feeding beef cows and heifers. Publication 1670/E avail, from Communication Branch, Agric. Canada, Ottawa KIAOC7,1986,1-47
6. Robinson, S. Calculating the cost of prolonged cold- gain and feed afficiency take it on the chin. Cattlemen, Jan, 22-24 (1995)
7. Yarmecio, B. Getting Cows ready for winter. Alberta Beef, Sept.. 10-12 (1993)
8. Christopheson, B. Factor wind - chill into winter ration. Cattlemen, Jan. 24-26 (1995)
9. Hemsworth u.a. 1995 zitiert bei Matthes, H.-D., u.a. Stand und Pespektiven der ganzjahrigen Freilandhaltung von Rindern. Voraussetzungen-Moglichkeiten-Probleme. Biopark Schriftenreihe 2, 6-16 (1997)

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПИТАТЕЛЬНОЙ ЦЕННОСТИ ЗЕРНОБОБОВЫХ

А.И. Фицев, И.В. Малиевская, Ф.В. Воронкова, Л.М. Коровина
Всероссийский научно-исследовательский институт кормов
им.В.Р.Вильямса, РАСХН

Проблема кормового белка остаётся одной из нерешённых в науке и практике современного животноводства и кормопроизводства. Это связано в значительной степени с недостаточным производством

белковых кормов. Так, при минимальной потребности в них, равной 12 млн. т, в последние годы на нужды животноводства израсходовано лишь 1,8-2,0 млн. т. Анализ показывает, что в создавшейся ситуации расширение посевов и увеличение урожайности зернобобовых культур является важным направлением решения белковой проблемы. К 2005 г. для сбалансирования комбикормов, необходимых для производства запланированной животноводческой продукции, следует иметь 5 млн. т зерна бобовых со следующей структурой: горох – 72-78, вика – 10-15, люпин и кормовые бобы – 8-10, прочие зернобобовые – 2-5% (1). Значительная доля, приходящаяся в этой структуре на горох и вику, свидетельствует о необходимости проведения всесторонних исследований этих культур. Кроме количественных аспектов важное значение имеют исследования по улучшению качества зерна гороха и вики, разработке рациональных приёмов их использования при кормлении сельскохозяйственных животных. Улучшение качества зерна гороха и вики предполагает увеличение их энергетической и протеиновой питательности, повышение биологической ценности протеина путём выведения сортов с оптимальным аминокислотным составом, чистых от антипитательных факторов, увеличение доступности аминокислот на стадии усвоения белка животными.

Во ВНИИ кормов за период 1992-1999 гг. проведена оценка различных сортов гороха и вики с целью повышения эффективности производства и их использования при кормлении сельскохозяйственных животных. Комплексная оценка включала определение химического состава, антипитательных факторов, качественных характеристик протеина: аминокислотного состава и биологической ценности белка (расчётной и в научно-хозяйственных опытах).

Для исследований было отобрано 20 образцов гороха (14 районированных и 6 перспективных) и 17 образцов вики яровой (10 районированных сортов и 7 перспективных номеров). Химический состав определяли по общепринятым методикам зоотехнического анализа. Сырой протеин – на автоматическом анализаторе азота «Къельфосс»
(Дания), аминокислоты – на автоматическом анализаторе аминокислот «Хромаспек» (Англия), цианогликозиды – экспресс методом с помощью пикратных диагностических полосок (2), ингибитор трипсина – казеинолитическим методом Кокейда в модификации Бенкена И.И. (3). Биологическую ценность рассчитывали по методу Озира-Кюнау (4) и в научно-хозяйственных опытах на молодняке птицы (5).

Энергетическая ценность сухого вещества всех анализируемых образцов гороха довольно близка и составляет в среднем 12,28 МДж с колебаниями от 11,74 МДж (сорт Гусар) до 12,69 МДж (сорт Орловчанин). Оценивая данные таблицы 1, можно видеть, что Аз-26 имеет самое высокое содержание протеина в сухом веществе (СВ) – 27,1%. Более 25% содержат сорта и номера ПБ-91-315, 93-194, Зарянка, Зубр. Количество сырой клетчатки в СВ колеблется от 4,90 (Орловчанин) до 11,03% (Гусар). Её содержание в СВ тесно связано с энергетической ценностью протеина гороха. Коэффициент корреляции (r) между уровнем клетчатки и содержанием обменной энергии равен –

0,90±0,10. Количество жира в изучаемых сортах находится в пределах от 0,3% в СВ (ПБ-91-315) до 1,43% (Орпела) и 1,45% (Немчиновский 91). Его количество положительно коррелирует с энергетической ценностью изучаемых вариантов на уровне средней зависимости при r = 0,47±0,20.

Таблица 1. ***Содержание протеина, аминокислот, ингибитора трипсина и биологическая ценность белка гороха***

Сорта и номера	Сырой протеин, % в СВ	Аминокислоты, г/кг СВ		Ингибитор трипсина, мг/100г СВ	Биологическая ценность, % к белку яйца
		сумма	в т.ч. незаменимые		
Немчиновский 85	22,80	192,43	82,51	97	59,4
Флагман-1	22,90	188,24	82,24	136	57,6
Спрут	23,80	175,13	79,88	153	56,6
Орловчанин	21,90	184,07	87,43	139	68,1
Орпела	20,20	161,79	72,28	118	61,0
Спрут-2	24,20	208,76	96,67	175	62,3
Аз-26	27,10	230,35	112,06	77	73,3
Ус-89-1770	24,50	222,24	111,04	90	64,7
Батрак	23,70	209,68	99,19	110	73,1
Аз-23	24,30	225,88	106,47	81	69,9
Ус-89-841	22,30	204,37	96,07	80	71,6
Орловчанин-2	24,00	210,60	96,55	48	66,0
Орлус	23,10	206,83	95,71	72	65,4
ПБ-91-315	25,30	226,44	106,19	53	64,7
93-194	25,90	184,02	83,90	87	50,5
Зарянка	25,20	212,69	95,48	57	61,9
Норд 1993	22,50	173,41	71,13	108	52,3
Немчиновский 91	19,60	166,46	75,76	98	55,1
Зубр	25,70	203,72	97,58	77	62,7
Гусар	23,30	205,26	97,53	101	70,1

По абсолютному содержанию аминокислот выделяются сорта и номера Аз-26, Аз-23, ПБ-91-315, Ус-89-1770, Спрут-2, Зарянка. Сумма аминокислот коррелирует с общим содержанием протеина (r=0,98). Процентное содержание незаменимых аминокислот в сыром протеине оставляет 38,81 в среднем по всем вариантам. Однако колебания по этому показателю очень широкие. Самое низкое их количество обнаружено в горохе 93-194 – 32,4%, сорте Спрут – 33,6%, Немчиновском 91- 33,7%, а самое высокое у Ус-89-1770 – 45,3%, Аз-23 – 43,8%, Ус-89-841 – 43,1%. Все изучаемые варианты содержат лизин в количестве, полностью удовлетворяющем потребность в нём животных. Меньше всего его обнаружено в сухом веществе сортов Норд – 11,22 г/кг, Немчиновский 91 – 12,32 г/кг, Орпела – 12,83, больше всего – в Аз-23 – 18,18 г/кг, Аз-26 – 18,81 г/кг, сортах Батрак – 17,25 и Зубр – 17,00 г/кг. Серосодержащие аминокислоты метионин и цистин являются критическими аминокислотами протеина гороха. Количество метионина в изучаемых образцах колеблется в пределах 2,59 г/кг СВ (93-194) – 3,98 г/кг (Аз-23), цистина – от 0,67 (Норд) до 1,63 г/кг (Гусар). Наибольшее суммарное содержание указанных аминокислот обнаружено у сортов Батрак – 5,77, Орловчанин – 5,03,

Зубр – 4,87, Зарянка – 4,56 г/кг СВ. В процентах от сырого протеина (СП) это составляет: 2,6; 2,3; 1,9 и 1,8, соответственно. Биологическая ценность протеина гороха существенно зависит от аминокислотного состава. Данные таблицы 1 показывают, что наиболее биологически ценный белок имеют Аз-26 – 73,3%, Батрак – 73,1%, Ус-89-841 – 71,6%, Аз-23 – 69,9, Орловчанин – 68,1%. Сравнительно низкие показатели у сортов Норд – 52,3, Немчиновский 91 – 55,1, Спрут – 56,6% и у номера 93-194 – 50,5%.

Для сравнительной оценки в ростовых опытах на цыплятах бройлерах были взяты сорта Немчиновский 85, Флагман-1, Орловчанин, Спрут и Орпела. Горох вводили в таком количестве, чтобы протеин его составлял 50% от общего содержания протеина в комбикорме. В качестве контроля использовали кормосмесь с рыбной мукой и с соевым шротом. Продолжительность ростовых опытов 49 дней.

Обобщение и статобработка результатов исследований показали (табл. 2), что наличие ингибитора трипсина отрицательно коррелировало с содержанием метионина (% в СП) – r=-0,62±0,18, изолейцина – r=-0,59±0,19, фенилаланина – r=-0,66±0,16, гистидина – r=-0,58±0,19. Присутствие его в горохе сильно влияет на доступность аминокислот и в целом на усвоение белка. Процент усвоения как принятого, так и переваренного азота отрицательно коррелирует с содержанием ингибитора: r=-0,63±0,17, r=-0,51±0,21. В результате затраты сырого и переваримого протеина на 1 кг прироста сильно возрастают по мере увеличения ингибитора в кормосмеси – r=-0,67±0,16 и r=-0,51±0,21. Установлена высокая корреляционная взаимосвязь усвоения переваренного азота с количеством азота, выделенного с мочой, r=-0,89±0,004. Усвоение переваренного азота наиболее высоко коррелирует с доступностью серосодержащих аминокислот метионина+цистина (r=0,53±0,17), а также суммы незаменимых аминокислот (r=0,46±0,18). Присутствие в кормосмеси ингибитора трипсина зависит от доли введённого в кормосмесь гороха.

Таблица 2. ***Взаимосвязь качественных показателей гороха с использованием азота цыплятами-бройлерами***

У	**Х**	Уравнение регрессии	Коэффициент **корреляции** «r»	Значения коэф. F при p<0,05	
				t теорет.	t факт.
Усвоение принятого азота, %	Содержание ингибитора трипсина, мг/100 г	У=52,197-0,156Х	-0,63± 0,17	-3,60	-2,68
Усвоение переваренного азота, %	Содержание ингибитора трипсина, мг/100 г	У=55,979-0,124Х	-0,51±0,21	-2,42	-1,99
Затраты	Содержание ингибитора	У=697,158-2,931Х	-0,67±0,16	-4,16	-2,97

сырого протеина на 1 кг прироста,г	трипсина, мг/100 г				
Затраты переваримого протеина, г	Содержание ингибитора трипсина, мг/100 г	У=559,117-1,796Х	-0,58±0,19	-3,01	-2,35
Усвоение переваренного азота,%	Выделено азота в моче	У=86,044-2,253Х	-0,89±0,04	-18,51	-8,13
Процент белка в СВ печени	Содержание ингибитора трипсина, мг/100 г	У=70,247-0,171Х	-0,84±0,08	-10,18	-5,22

Таким образом, среди изучаемых сортов и номеров гороха наиболее ценными в кормовом отношении являются: Орловчанин-2, Орлус, Зарянка, Зубр, Аз-26, Ус-89-841, ПБ-91-315, 93-194. Эффективность использования корма и протеина в ростовых опытах на птице существенно зависит от наличия в рационе ингибитора трипсина, который понижает приросты бройлеров на 10,3-23,8%, усвоение принятого азота на 10,86-17,11%, переваренного – на 8,87-14,87%, что связано со
снижением доступности общей суммы и отдельных аминокислот, биологической ценности протеина рациона.

Среди традиционных зернобобовых культур важное значение в кормопроизводстве России имеет вика яровая (Vicia sativa). По объёмам производства она занимает второе место после гороха (1). Однако основной причиной, сдерживающей использование этой культуры в кормлении сельскохозяйственных животных, является наличие в её составе антипитательных веществ – цианогликозидов и ингибитора трипсина. С этой целью по аналогичной схеме была дана оценка зерна районированных сортов и перспективных номеров вики яровой на содержание в них сырого протеина, аминокислот, цианогликозидов и ингибитора трипсина (табл. 3).

Таблица 3. ***Содержание протеина, аминокислот, цианогликозидов, ингибитора трипсина и биологическая ценность белка вики яровой***

Сорта и номера	Сырой протеин, % в СВ	Аминокислоты, % в протеине		Цианогли-козиды, мг/100 г СВ	Ингибит. трипсина, мг/100 г СВ	Биологическая ценность, % к белку яйца
		сумма	в т.ч. незаменимые			
Луговская 83	25,0	93,6	43,0	11,0	83	59,4
Луговская 85	25,8	88,9	41,8	-	16	68,3
Луговчанка	25,9	92,0	43,?	1	75	64,4

Узуновская 83	27,1	89,4	41,6	-	107	63,3
Узуновская 91	25,7	92,4	42,4	-	100	66,2
Немчиновская 72	26,3	84,4	38,6	5	85	56,8
Вера	26,7	77,4	36,0	2	58	56,4
Орловская 84	26,5	84,3	38,3	0,5	168	50,6
Орловская 88	27,0	88,1	40,9	7	181	60,7
Орловская 91	26,6	89,3	41,2	2	133	59,4
Линия 2217	26,6	93,3	42,2	-	64	59,6
Линия 2219	26,8	92,8	42,6	-	75	59,6
Гибрид 476	25,1	93,6	43,0	-	60	63,8
Гибрид 477	25,2	93,6	42,9	-	52	63,8
Гибрид 479	27,1	90,3	41,4	8	134	60,2
Гибрид 482	27,3	83,6	37,9	-	93	50,8
Гибрид 484	25,5	84,6	38,3	0,5	70	51,3

Количество сырого протеина в изучаемых образцах колебалось от 25,0 до 27,3% в сухом веществе. Наиболее высоким содержанием его характеризовались образцы: Узуновская 83, гибрид 479, 482, Орловская 88. Доля аминокислот в протеине колебалась более существенно – от 77,4 до 93,6%. Самый низкий процент аминокислот в протеине содержит новый сорт Вера, в нём же отмечено и самое низкое содержание аминокислот. Циангликозиды в большинстве сортов и номеров отсутствуют. Однако районированные сорта Луговская 83, Орловская 88 и
Немчиновская 72 имеют высокое содержание циангликозидов. Неперспективным в этом отношении оказался гибрид 479. Сорта орловской селекции имеют значительное содержание ингибитора трипсина, что существенно снижает их кормовое достоинство. В целом биологическая ценность белка вики ниже, чем у гороха. Однако у таких образцов, как Луговская 85, Луговчанка, Узуновская 91, гибриды 476 и 477, она довольно высокая.

По сумме аминокислот, а также доле незаменимых аминокислот обнаружена идентичность таких пар, как гибриды 476 и 477, линии 2217 и 2219, сорта Орловская 88 и Орловская 91. Содержание отдельных аминокислот существенно колебалось в изучаемых образцах. Наибольшее количественное варьирование отмечено в наличии серосодержащих аминокислот и триптофана. Сорта Луговская 85, Узуновская 91, линии 2217, 2219 содержат более 3% цистина+метионина.

Однако последние две линии содержат в 2-3 раза более низкое количество триптофана (табл. 4). Это же относится и к сорту Луговская 83. Гибриды 476,477, 479, Узуновская 83 имеют средний уровень серосодержащих аминокислот и триптофана. Низкое содержание указанных аминокислот отмечено у гибридов 482 и 484, что существенно ограничивает биологическую ценность их белка. Биологическая ценность изучаемых сортов и гибридов находится в пределах 50,6-68,3%, что указывает на существенную вариабельность. Биологическую ценность белка вики Вера, Орловская 88, Орловская 91 лимитируют серосодержащие аминокислоты, в Луговской 83, Луговчанке, Орловской 84, линии 2219, гибридах 482 и 484 –

триптофан, в сорте Вера и гибриде 482 – треонин и лизин, Орловской 84 – гистидин.

Количественное варьирование отдельных аминокислот, а также различия в биологической ценности анализируемых сортов и номеров вики яровой свидетельствуют о генетической разнокачественности исследуемого материала, о неадекватности соотношений белковых фракций, в том числе трудногидролизуемых. В сочетании с продуктивностью, устойчивостью к неблагоприятным условиям, другими хозяйственно-полезными признаками полученный материал с успехом используется селекционерами института в селекции вики яровой по улучшению качества зерна для фуражных целей.

На основании данных биохимических исследований для биохимических исследований для более полной оценке был отобран номер 2217, свободный от синильной кислоты. Кормовое достоинство вики указанного номера проводили в сравнении с районированным сортом Немчиновская 72 на цыплятах-бройлерах. В состав рациона 1-й группы вводили 16% вики Немчиновская 72, 2-й – такое же количество вики №2217. Все остальные условия опыта были идентичны. Переваримость питательных веществ оказалась близкой и характеризовалась следующими коэффициентами, %: сухое вещество 66,57 и 65,12, органическое вещество – 69,25 и 68,07, сырой протеин – 87,66 и 88,57, сырой жир – 57,79 и 58,30, клетчатка – 15,74 и 13,79, БЭВ – 80,22 и 80,26. Усвояемость аминокислот как суммы, так и незаменимых оказалась выше №2217 по сравнению с Немчиновской 72. Суточный прирост цыплят в контрольном варианте за опыт составил 45,3 кг, у №2217- 46,0 г, затрачено корма на 1 кг прироста – 2,63 и 2,59 кг, соответственно.

Таблица 4. ***Содержание незаменимых аминоксилот в зерне вики яровой***

Аминокислоты, % от сырого протеина										
Сорта и номера	Треонин	валин	серосодержащие	изолейин	лейцин	фенилаланин	гистидин	лизин	Аргинин	триптофан
Луговская 83	3,55	4,49	2,89	3,71	7,25	4,24	2,35	6,20	8,14	0,16
Луговская 85	3,27	4,05	3,26	3,70	6,59	3,89	3,08	5,90	7,43	0,63
Луговчанка	3,37	4,40	2,72	4,57	6,63	4,24	3,47	6,27	7,84	0,23
Узуновская 83	3,14	3,93	2,84	4,26	6,33	4,04	2,74	5,89	8,10	0,37
Узуновская 91	3,26	4,36	3,16	3,72	6,72	4,18	2,69	6,17	7,68	0,42
Немчиновская 72	3,38	4,59	1,99	3,38	6,20	3,60	2,70	5,68	6,84	0,28
Вера	2,71	4,12	1,04	3,64	5,58	3,61	3,01	4,99	7,05	0,29
Орловская 84	3,07	3,85	1,38	3,25	6,67	3,98	2,04	6,13	7,76	0,20

Орловская 88	3,28	4,60	1,21	3,68	6,81	4,44	2,65	6,04	7,72	0,53
Орловская 91	3,35	4,56	0,86	3,69	6,85	4,50	2,84	6,26	7,83	0,44
Линия 2217	3,44	4,30	3,32	3,54	7,00	4,08	2,26	6,22	7,86	0,18
Линия 2219	3,35	4,26	3,03	3,63	7,24	4,18	2,33	6,30	8,13	0,19
Гибрид 476	3,41	4,34	2,60	3,64	7,38	4,32	2,40	6,14	8,34	0,41
Гибрид 477	3,28	4,28	2,65	3,79	7,18	4,49	2,46	6,24	8,13	0,36
Гибрид 479	3,31	4,12	2,44	3,48	6,79	4,09	2,52	5,91	8,38	0,32
Гибрид 482	2,96	4,12	1,35	3,33	6,40	3,99	2,31	5,60	7,63	0,20
Гибрид 484	3,24	4,02	1,39	3,40	6,80	4,15	2,21	5,91	7,08	0,12

Сравнительная оценка вики яровой № 2217 и Немчиновской 72 показала, что новый, представленный к районированию номер, не уступает стандартному сорту по кормовой ценности и может быть хорошим белковым компонентом в комбикормах для цыплят-бройлеров.

Таким образом, комплексная оценка зернобобовых позволяет определить перспективные направления их селекции с целью наиболее эффективного использования в кормлении животных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Михайличенко Б.П., Тащилин В.А., Шпаков А.С. и др., 1999.Концепция развития кормопроизводства в РФ. М., 70с
2. Ермаков А.И. и др., 1972. Методы биохимических исследований. Л.: Колос.
3. Бенкен И.И., Степанова С.И., 1986. Биохимические исследования культурных растений. Сб. тр., т. 107, Л.
4. Попов И.С., Дмитроченко А.П., Крылов В.М.,1975. Протеиновое питание животных. М.: Колос, 368 с
5. Ермаков В.И., Егоров И.А., Околелова Т.М. и др., 1992. Рекомендации по нормированию кормления сельскохозяйственной птицы. Сергиев Посад.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ И ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ СУБСТРАТАМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА У КОРОВ

В.И. Агафонов

ВНИИ физиологии, биохимии и питания сельскохозяйственных животных

Оптимизация рационов для лактирующих коров проводится на основе прогнозирования потребности в чистой и обменной энергии, и в отдельных питательных веществах. При этом учитывается живая масса

коров, величина удоя и содержание молочного жира. Регулируемыми факторами питания являются объем и структура рационов, количество энергии и основных групп питательных веществ, их соотношение относительно уровня обменной энергии (1).

Сложившиеся методы оптимизации рационов являются недостаточно точными, так как в них не учитываются новые данные по количественному использованию метаболитов в энергетическом обмене у коров в различные фазы лактации, что, в конечном счете, определяет ее эффективность. За последние годы разработан новый метод оценки питательности рационов и их оптимизации, учитывающий количественные показатели трансформации в желудочно-кишечном тракте питательных веществ корма в субстраты, доступные для усвоения: ацетат, пропионат, бутират, высшие жирные кислоты, аминокислоты, глюкозу (2-4). Создана программа для расчета образования доступных для усвоения субстратов в желудочно-кишечном тракте. Усовершенствована методика расчета субстратов, используемых в энергетическом обмене у коров (5).

В странах с развитым животноводством все большее внимание уделяется совершенствованию систем нормирования питания животных (6,7). Сложность создания новых систем связана с тем, что до нашего времени имеется мало количественных данных по трансформации питательных веществ корма в доступные для усвоения субстраты и их метаболизму в стенке желудочно-кишечного тракта, в печени, молочной железе, мышечной и жировой тканях. В конечном счете, необходимо разрабатывать методы определения потребности животных в отдельных субстратах. Первые попытки создания таких моделей и коммерческих компьютерных программ относятся к 1987-90 гг (8-10).

Предложенная концепция «субстратной обеспеченности метаболизма» не выходит за рамки принципа оценки корма и определения потребности животных в обменной энергии, но имеет решающее преимущество в характеристике структуры обменной энергии по количеству и соотношению доступных для усвоения субстратов, необходимых для обеспечения энергетического обмена и биосинтеза. Однако новая концепция выявляет и некоторые различия с принципом оценки по обменной энергии:

- величины доступных для усвоения субстратов нужно определять в рационах и выражать в граммах по каждому субстрату;
- одновременно необходимо рассчитывать величину «суммарной энергии субстратов, доступных для усвоения», на основании известных энергетических эквивалентов каждого субстрата (11).

Целью проведения исследований являлось совершенствование методов оценки питательности кормов и рационов и определение обеспеченности субстратами энергетических функций и биосинтеза компонентов продукции.

Суммарную энергию субстратов определяют по энергии переваримых питательных веществ, из которой вычитают потери энергии с метаном и тепловой ферментации по методам, разработанным ранее (12,13). Она характеризует энергию усвоенных питательных веществ или энергию абсорбированных питательных

веществ (14). Если при определении обменной энергии допускается возможность использование поправки только по метану, то величина «суммарной энергии субстратов, доступных для усвоения», должна более точно соответствовать энергетическому эквиваленту усвоенных субстратов.

Величина суммарной энергии доступных для усвоения субстратов является исходной для расчета количества основных групп субстратов, образующихся в преджелудках (ЛЖК) и в тонком кишечнике (ВЖК, аминокислоты, глюкоза), которые непосредственно усваиваются.

По соотношения ЛЖК в рубцовой жидкости проводится расчет количества ацетата, пропионата и бутирата, образующихся в преджелудках. Количество высших жирных кислот рассчитывают исходя из содержания общих липидов в рационе и с учетом синтеза липидов микроорганизмами в преджелудках. Коэффициент синтеза обычно не превышает 1,2 от количества общих липидов в рационе (15). Количество аминокислот рассчитывают с учетом количества протеина корма и эффективности трансформации протеина корма в протеин микроорганизмов в преджелудках, за счет использования ими расщепляемого в рубце протеина и переваримости нерасщепляемого протеина корма в тонком кишечнике (16). Образование глюкозы в тонком кишечнике рассчитывают по разности между суммарной энергией субстратов и энергетическими эквивалентами ЛЖК, ВЖК, аминокислот, с использованием калорического содержания энергии в 1 г глюкозы – 16,12 кДж (17).

Следовательно, в принятых расчетах общее содержание энергии в усвоенных субстратах должно соответствовать суммарной энергии субстратов, доступных для усвоения, что снижает вероятность ошибок при оценке питательности рационов.

В исследованиях на коровах использовали новые разработки при оценке питательности рационов - количественные данные по субстратам, образующимся в желудочно-кишечном тракте в результате пищеварения. В зависимости от содержания в рационах основных питательных веществ изменяется количество и соотношение образования в преджелудках ацетата, пропионата и бутирата, объем кишечного пищеварения, всасывания высших жирных кислот, аминокислот и глюкозы из кишечника (табл.1).

Большое количество проведенных исследований указывает на универсальность результатов преобразования питательных веществ корма в доступные для усвоения субстраты, за редким исключением, когда в преджелудки поступает определенное количество молочной кислоты с силосом, которая всасывается непосредственно через стенку рубца. Следует также отметить ограниченные возможности образования глюкозы в тонком кишечнике. Разработанные методы количественного определения глюкозы в тонком кишечнике недостаточно точны, а расчетные методы могут отражать лишь тенденцию в преобразовании части крахмала в глюкозу.

Более важным аспектом в разработке способов определения количества субстратов, образующихся в пищеварительном тракте, является возможность анализа их транспорта, распределения и

использования в организме на различные физиологические функции и на биосинтез компонентов продукции. На тканевом уровне может быть определена субстратная обеспеченность прежде всего продуктивных процессов и физиологических функций.

Использование ацетата в энергетическом обмене у коров является наиболее целесообразным при хорошей сбалансированности рациона. Однако, его поступление в кровь в первые 2-3 часа после кормления существенно превышает необходимый уровень потребности в этом субстрате энергетического обмена. Часть ацетата в этот период используется на синтез ВЖК с эффективностью 70-73% от исходного содержания энергии в ацетате. При длительных промежутках между кормлениями коров высшие жирные кислоты используются в энергетическом обмене и в этом случае итоговый результат существенно ниже прямого использования ацетата в энергетическом обмене (около 60%). На этой основе разработаны практические приемы, например, дробное (до 6 раз в сутки) скармливание концентратов лактирующим коровам (18), что способствует поддержанию оптимального уровня ЛЖК в рубце и поступлению их в кровь. Исходя из экспериментальных данных (19) можно предположить, что имеются генетически детерминированные механизмы преимущественного использования субстратов в энергетическом обмене. Эти механизмы четко проявляются у коров холмогорской и черно-пестрой пород. Примерно у 1/3 животных ацетат, поступивший в ткани, используется преимущественно на синтез ВЖК. По данным Э.В. Овчаренко (1990) таких животных можно отнести к «примитивному типу». Направленность обмена у таких животных связывается с синтезом жира и его накоплением в тканях, в ущерб функции лактации.

Использование ацетата в энергетическом обмене у коров происходит аналогично окислению ВЖК (механизм окисления двууглеродных фрагментов), с участием кофермента А (коэнзим А), непосредственно перед включением в цикл Кребса.

Установлены новые закономерности в использовании ацетата в энергетическом обмене у коров в начальный период лактации. В новотельный период, ввиду полного несоответствия уровня кормления коров с уровнем молочной продуктивности, наблюдается мобилизация энергии из жировых депо, достигающая 30 МДж и более в сутки. Калорийность суточного удоя на 5-й день лактации достигает 70 МДж. До 60 МДж составляет суточное теплообразование у коров в этот период.

В наших опытах суточный рацион новотельных коров содержал около 100 МДж обменной энергии. На долю ацетата приходилось более 40% обменной энергии. Отрицательный баланс энергии (-30 МДж/сутки) изменяет соотношение субстратов, используемых в тканевом обмене (табл. 1).

Таблица 1. ***Субстраты рациона и обеспеченность энергией и субстратами тканевого обмена (5-й день лактации)***

Субстраты	Субстраты рациона			Субстраты рациона с учетом мобилизации		
	г	МДж	%	г	МДж	%
Ацетат	3050	44,3	44,3	3050	44,3	34,1
Пропионат	645	13,4	13,4	645	13,4	10,3
Бутират	485	12,1	12,1	485	12,1	9,3
Аминокислоты	800	19,2	19,2	800	19,2	14,8
Высшие жирные кислоты	210	8,4	8,4	210	8,4	6,5
Глюкоза	160	2,6	2,6	160	2,6	2,0
За счет мобилизации:						
Высшие жирные кислоты	-	-	-	680	27,0	20,8
Глицерин	-	-	-	200	3,0	2,3
Итого	5350	100,0	100,0	6230	130	

На 15-й день лактации возросло потребление корма коровами до 134 МДж в сутки, что составляло 88,0% от общей величины обменной энергии, необходимой для осуществления физиологических функций и биосинтеза компонентов продукции. В суточном удое содержалось 72,25 МДж, теплообразование равнялось 75,6 МДж/сутки.

Мобилизация энергии у коров на 15-й день лактации составляла 18,25 МДж, в результате чего изменилось соотношение субстратов непосредственно в тканевом обмене. Снизилось относительное количество ацетата, пропионата, бутирата, повысилось относительное и абсолютное количество высших жирных кислот. Можно предположить, что мобилизация энергии и протеина из депо оптимизирует субстратный состав в соответствии с физиологическим состоянием новотельной коровы.

Таблица 2. ***Субстратная характеристика рациона коров на 15-й день лактации***

Субстраты	За счет корма			С учетом мобилизации		
	г	МДж	%	г	МДж	%
Ацетат	2900	42,49	31,71	2900	42,49	27,91
Пропионат	1150	23,87	17,81	1150	23,87	15,68
Бутират	850	21,19	15,81	850	21,19	13,82
Аминокислоты	1220	25,66	19,15	1220	25,66	16,85
Высшие жирные кислоты	310	12,33	9,20	310	12,33	9,20

Глюкоза, молочная кислота	525	8,46	6,31	525	8,46	5,56
За счет мобилизации:						
Аминокислоты	-	-	-	166	3,50	2,30
Высшие жирные кислоты	-	-	-	331	13,15	8,63
Глицерин	-	-	-	107	1,60	1,05
Итого	6955	134,00	100,00	7559	152,25	100,00

На 35-й день лактации потребление корма возросло до 146 МДж по обменной энергии, при дефиците 8,75МДж от потребности в обменной энергии. Калорийность суточного удоя незначительно снизилась и составляла 70,75 МДж, а теплообразование возросло до 84,8МДж, ввиду более низкой эффективности использования экзогеннных субстратов по сравнению с эндогенными. Общая величина обменной энергии у коров составляла 154,75 МДж. Возможность оптимизации субстратного состава за счет мобилизации жировых и белковых депо к 35 дню лактации снизилась в 2,1 раза, по сравнению с 15-м днем лактации (табл. 3).

Таблица 3. ***Субстратная характеристика рациона коров на 35-й день лактации***

Субстраты	За счет корма			С учетом мобилизации		
	г	МДж	%	г	МДж	%
Ацетат	3260	47,76	32,71	3260	47,76	30,86
Пропионат	1210	25,12	17,20	1210	25,12	16,23
Бутират	930	23,18	15,88	930	23,18	15,88
Аминокислоты	1240	25,56	17,51	1240	25,56	16,52
Высшие жирные кислоты	325	12,93	8,86	325	12,93	8,36
Глюкоза, молочная кислота	710	11,45	7,84	710	11,45	7,40
За счет мобилизации:						
Аминокислоты	-	-	-	23	0,95	0,61
Высшие жирные кислоты	-	-	-	175	6,95	4,49
Глицерин	-	-	-	56	0,85	0,55
Итого	7675	146,00	100,00	7929	154,75	100,00

При положительном балансе энергии у коров в периоды 75-90 и 105-120 дней лактации молочная продуктивность была ниже по

сравнению с пиком лактации на 3,6 кг и 5,8 кг, соответственно. Одновременно снизилась и калорийность 1 кг молока: с 3,06 МДж на 15-й день лактации до 2,81 МДж – к 35 дню лактации. Особенно значительное снижение калорийности установлено в период 75-90 дней – до 2,48 МДж/кг молока; в период 105-120 дней отмечена тенденция повышения калорийности молока. Баланс энергии у коров положительный (табл. 4).

Таблица 4. ***Субстратная характеристика рационов коров в периоды 75-90 и 105-120 дней лактации***

Субстраты	75-90 дней лактации			105-120 дней лактации		
	г	МДж	%	г	МДж	%
Ацетат	3090	45,27	30,63	2960	43,36	29,36
Пропионат	1290	26,78	18,12	1235	25,64	17,36
Бутират	910	22,69	15,35	870	21,69	14,69
Аминокислоты	1250	26,07	17,64	1280	27,28	18,47
Высшие жирные кислоты	460	18,29	12,37	480	19,09	12,92
Глюкоза, молочная кислота	540	8,70	5,89	660	10,64	7,20
Итого	7540	147,8	100,0	7485	147,7	100,0
Баланс энергии	-	+9,0	-	-	+16,0	-

В период раздоя коров и на протяжении первых 120 дней лактации не установлено существенных различий в трансформации питательных веществ корма в пищеварительном тракте в доступные для усвоения субстраты (табл. 5).

Таблица 5. ***Относительные величины образования субстратов из питательных веществ корма у коров, % по энергии***

Субстраты	Дни лактации			
	15	35	75-90	105-120
Ацетат	31,75	32,71	30,63	29,36
Пропионат	17,81	17,20	18,12	17,36
Бутират и др.	15,81	15,88	15,35	14,69
Аминокислоты	19,15	17,51	17,64	18,47
Высшие жирные кислоты	9,20	8,86	12,29	12,92
Глюкоза, молочная кислота	6,31	7,84	5,89	7,20
Итого	100,00	100,00	100,00	100,00

Суточный удой, кг	23,6	25,2	21,6	19,4
Калорийность удоя, МДж/сут	72,3	70,8	53,6	52,2
Калорийность 1 кг молока, МДж	3,06	2,81	2,48	2,69
Энергетический баланс у коров, ± МДж/сутки	- 18	- 9	+ 9	+ 16

Стабильность соотношения образующихся субстратов связана с постоянством структуры и состава рационов. На этом фоне следует отметить постепенное снижение величины суточного удоя у коров и существенные колебания калорийности суточного удоя и 1 кг молока. При дефиците энергии у коров в первые 35 дней лактации величина суточного удоя и его калорийность поддерживались за счет мобилиза-

Таблица 6. ***Использование энергии корма у коров в начальный период лактации***

Показатели	Ед. изм.	Дни лактации			
		15 n=4	35 n=4	75-90 n=3	105-120 n=3
Рационы:					
Сено зл.-боб. многол. трав	кг	4,4	4,3	2,0	2,7
Силос вико-овсяной	кг	22,7	24,0	15,7	14,7
Свекла кормовая	кг	7,5	12,0	13,5	12,0
Комбикорм	кг	6,8	7,5	7,0	7,0
В рационах содержится:					
Валовая энергия	МДж			279,1	276,6
Сырой протеин	г	1970	2173	2030	2116
Сумма аминокислот	г	1220	1240	1250	1280
Целлюлоза	г	2950	3078	2403	2579
Гемицеллюлозы	г	2660	2781	2251	2623
Лигнин	г	1030	1077	955	1009
Крахмал	г	2490	2750	2493	2652
Сахар	г	870	920	1246	887
Субстратная характеристика рационов:					
Суммарная энергия субстратов	МДж				
Ацетат	г	2900	3260	3090	2960
Пропионат	г	1150	1210	1290	1235
Бутират и др.	г	850	930	910	870
Высшие жирные кислоты	г	310	325	460	480
Аминокислоты	г	1220	1240	1250	1280
Глюкоза, молочная кислота	г	525	710	540	660
Субстраты, использованные в энергетическом обмене:					
Теплопродукция	МД	75,6	84,8	85,2	79,5

	ж				
Доля ТП от обменной энергии	%	51,12	54,50	57,68	54,53
Азотсодержащие вещества	г	420	470	500	530
Ацетат	г	830	1070	1390	2235
Глюкоза, молочная кислота	г	445	530	525	495
ВЖК и кетоновые тела	г	1225	1315	1230	745
Эффективность использования ОЭ на продукцию:					
Обменная энергия корма	МДж	129,9	146,6	147,7	145,8
Энергия удоя	МДж	72,3	70,8	53,5	52,2
Баланс энергии	МДж	(- 18)	(- 9)	(+ 9)	(+14,1)
Эффективность использования ОЭ на молоко	%	48,88	45,50	36,29	35,80
Эффективность использования ОЭ на прирост	%	-	-	6,09	9,67

ции энергетических резервов. При слабо положительном балансе энергии (75-90 дней лактации) отмечена самая низкая калорийность молока – 2,48 МДж/кг, а в дальнейшем, когда возросло отложение энергии в тканях, у коров наблюдалась тенденция повышения калорийности 1 кг молока (105-120 дней лактации). Таким образом, в начальный период лактации калорийность суточного удоя и 1 кг молока мало связана с составом и структурой рациона и, вероятно, с соотношением субстратов, образующихся из питательных веществ корма. Определяющую роль в данный период имеют компенсаторные механизмы, восполняющие не только дефицит энергии в рационе, но и дефицит предшественников для синтеза компонентов молока (табл. 5).

Использование субстратов в энергетическом обмене зависит от многих факторов. Универсальность энергетических процессов связана с тем, что все органические вещества, усвоенные организмом, являются источниками энергии. При поддерживающем уровне кормления можно добиться количественной эквивалентности усвоенных и окисленных субстратов у животных. Исключение составляют NH_2- радикалы, которые не окисляются в тканях, а являются источником образования мочевины в печени и почках, которая выводится с мочой (табл. 6).

При продуктивном обмене энергетические затраты связаны с обеспечением функции поддержания и необходимыми затратами на биосинтез компонентов продукции (на молоко, прирост массы и т.д.). На величину и эффективность энергозатрат влияют множество факторов, главными из которых являются уровень продуктивности и возможности в потреблении корма. У лактирующих коров в период раздоя и при высоком уровне молочной продуктивности установлены сложные взаимоотношения в использовании ЛЖК и высших жирных кислот в качестве источников энергии. Крайне низкое использование ацетата в энергетическом обмене у новотельных коров указывает на рост потребности в нем на синтез молочного жира. Предпочтительное

использование высших жирных кислот в энергетическом обмене в начале лактации означает существенное повышение эффективности энергетического обмена, но за счет ранее накопленных в организме резервов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Справочное пособие. 1. Крупный рогатый скот. Под ред. акад. РАСХН А.П. Калашникова и др. Знание, 1995. 400 с
2. Агафонов В.И., Решетов Б.В. 1991. Структура фонда субстратов в желудочно-кишечном тракте у лактирующих коров. В сб. Проблемы физиологии, биохимии и питания с.-х. животных. Отчет ВНИИФБиП за 1990-1991 годы. Боровск, 103-104.
3. Агафонов В.И., Волобуев В.П. 1993. Методика расчета количесва субстратов, образующихся в желудочно-кишечном тракте у коров. В сб. Проблемы физиологии, биохимия, биотехнологии и питания с.-х. животных. Отчет ВНИИФБиП за 1992-1993 гг. Боровск, 147-148.
4. Агафонов В.И. 1995. Нормирование энергии у жвачных животных по субстратной обеспеченности метаболизма. В сб. Актуальные проблемы биологии в животноводстве. Матнриалы 2-й Межд. конф. Боровск, 97-105.
5. Агафонов В.И., Решетов В.Б., Волобуев В.П. и др. 1999. Обеспеченность субстратами энергетических процессов у коров при различных уровнях кормления и продуктивности. В сб. Современные проблемы биотехнологии и биологии продуктивных животных. Сб. тр. ВНИИИФБиП, т.39, Боровск, 375-384.
6. The Cornell Net Carbohydrate and Protein System for Evaluating Cattle Diets. 1990, 34 p.
7. NRC. Nutrient Requirements of Beef Cattle. National Academy Press. Washington DS. 1997.
8. Baldwin R.L., France S. and Gill M. 1987. Metabolism of the lactation cow. 1. Animal elements of a mechanistic model. S. Dairy Res., 54, 77-105.
9. Sporndly R. 1990. Aspects on ration formulation based on a substrate system. Norveg. S. Agriculture Science. 5, 83-87.
10. Riss P.M., Danfaer A., Hvelpland T. et al. 1990. A model for the efficient use of new information within physiology, nutrition and breeding of dairy cows. Truk. Frederiksberg Bogtrykkery a.s., 68 h.
11. Агафонов В.И., Решетов В.Б. 1997. Метод расчета баланса энергии у животных. В сб. Методы биохмического анализа. Справочное пособие. Под ред. акад. РАСХН Б.Д. Кальницкого. 257-259.
12. Изучение обмена энергии и энергетического питания у сельскохозяйственных животных. Метод. указ. Боровск, 1986, 58 с
13. Обсуждение проекта Советской системы энергетического питания жвачных животных. Материалы заседания комиссии

ОНК от 22 февраля 1989 года и координационного совещания от 2 марта 1989 года, Боровск, 1989, 55 с
14. Агафонов В.И., Решетов В.Б. 1999. Оценка энергетической питательности кормов. Материалы координационного совещания 17 июня 1999 г. Боровск, 74-80.
15. Алиев А.А., Сорокин В.М. 1982. Липидный обмен у коров при различном соотношении в рационе грубых и концентрированных кормов. В сб. Обмен липидов и липидное питание сельскохозяйственных животных. Труды ВНИИФБиП, 3-10.
16. Практическое руководство по нормированию протеинового питания коров. Боровск, 1999.
17. Харитонов Е.Л., Материкин А.М. 1999. Образование субстратов и метаболитов в желудочно-кишечном тракте жвачных животных и возможные пути его регулирования. Материалы коорд. совещ., 66-74.

ОБЪЕКТИВНОСТЬ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОТЕИНА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Г.И. Левахин, А.Г. Мещеряков
Всероссийский НИИ мясного скотоводства

Попытки увеличить степень использования азотистых веществ кормов приводят к необходимости выявления факторов, влияющих на процессы превращения, всасывания и усвоения их жвачными животными. В использовании азота жвачными животными важным показателем является качественная характеристика протеина корма. С момента первых исследований в этом направлении (1) наукой накоплен значительный статистический материал по содержанию расщепляемого протеина в кормах (2-4). Между тем, на расщепляемость протеина кормов в рубце животных оказывает влияние целый ряд внешних факторов, не всегда учитываемых при проведении экспериментов. Как следует из результатов наших исследований, к их числу можно отнести неоднородность вегетативного состава зеленых растений, концентрацию обменной энергии (КОЭ) и качество скармливаемого протеина рациона.

Проведено две серии исследований по определению расщепляемости сырого протеина отдельных вегетативных частей растений, влиянию КОЭ рациона и качества протеина на степень расщепляемости протеина в рубце. Работа выполнена в условиях ОПХ «Экспериментальное» и комплексно-аналитической лаборатории ВНИИМСа на бычках герефордской породы. Расщепляемость протеина определяли методом in situ (2), путем инкубации корма в мешочках из синтетической ткани в рубце животных через наложенную хирургическим путем фистулу (5). Исследуемые корма, помещаемые в мешочек, обязательно входили в состав рациона кормления животных. Для определения расщепляемости протеина отдельных вегетативных частей проводили разделку растений, определяя процентное содержание листьев, стеблей и генеративных органов (табл. 1). Исходя из количества вегетативных частей и величины расщепляемости их

протеина, находили значения этого показателя для целого растения. Затем сравнивали и находили разницу с показателями расщепляемости протеина целого растения, полученную по общепринятой методике.

С целью изучения влияния КОЭ рациона и эффективности использования азотсодержащих веществ исследованию подвергалось рубцовое содержимое, взятое через 3 часа после кормления (6). С учетом предварительных данных о расщепляемости используемых кормов и норм кормления (7) были разработаны рационы, рассчитанные на получение 1000-1100 г среднесуточного прироста бычков.

Таблица 1. ***Структура вегетативных частей зеленой массы исследуемых растений, %***

Вегетативная часть	Фаза вегетации		
	Бутонизация	цветение	образование семян
	Люцерна		
Стебли	43,4±0,42	44,4±0,87	45,3±1,02
Листья	53,3±0,63	50,0±0,57	46,4±0,84
Генеративная часть	3,3±1,02	5,6±0,74	8,05±0,67
	Эспарцет		
Стебли	41,1±0,92	43,5±0,51	46,9±0,96
Листья	47,7±0,47	4 ,3±1,12	38,0±0,83
Генеративная часть	11,2±0,79	12,2±0,81	15,1±0,77
	Донник		
Стебли	46,6±0,51	59,8±0,74	61,3±0,93
Листья	52,4±0,89	38,3±0,90	34,0±1,26
Генеративная часть	1,0±0,97	1,9±0,43	4,7±0,54
	Суданская трава		
Стебли	53,0±0,26	56,5±1,03	60,0±1,14
Листья	47,0±0,94	20,5±1,12	30,0±1,18
Генеративная часть	–	23,0±0,93	10,0±1,23

Различия в значениях изучаемого фактора достигались с помощью изменения в составе рациона доли концентрированных кормов и использования белковых добавок с различным содержанием труднорасщепляемого протеина (табл. 2).

Таблица 2. ***Фактический рацион кормления подопытных бычков, кг/сут (2-е исследование)***

Показатель	Группа			
	1-я	2-я	3-я	4-я
Сено житняковое	4,35	1,98	4,23	2,00
Сенаж ячменный	6,20	5,90	6,80	6,20
Ячмень дробленный	3,30	4,20	3,20	4,50
Жмых подсолнечниковый	0,80	1,00	–	–
Мясокостная мука	–	–	0,63	0,75
Патока	0,70	1,50	1,00	1,50
В рационе содержится:				
сухого вещества	10,02	9,18	10,13	9,14
обменной энергии, МДж	95,20	96,80	96,50	96,40
сырого протеина	1,31	1,31	1,31	1,31
в т. ч. расщепляемого	1,02	0,92	0,91	0,86
нерасщепляемого	0,29	0,39	0,40	0,45
переваримого протеина	0,71	0,87	0,70	0,80
клетчатки	2,04	1,34	1,95	1,26
Концентрация ОЭ, МДж/кг СВ	9,50	10,55	9,53	10,55

Первой серией исследований было установлено, что расщепляемость протеина вегетативных частей растений имела неодинаковое значение и зависела как от фазы вегетации, так и от структуры вегетативных частей (табл. 3). В частности, рассматривая расщепляемость протеина вегетативных частей люцерны в период от бутонизации до цветения и образования семян, установлено повышение градиента расщепляемости протеина листьев и стеблей с 2,3 до 3,4 и 7,2%, а генеративных органов и стеблей с 1,5 до 2,6 и 8,6% соответственно. Для эспарцета данная закономерность изменялась от 2,3 до 3,2 и 0,7%, а разница между генеративными частями и стеблями была несколько ниже и изменялась с 1,1 до 1,5 и 0,5% соответственно.

Таблица 3. ***Расщепляемость протеина вегетативных частей и целого растения, %***

Части растения	Фаза вегетации		
	бутонизация	цветение	образование семян
Люцерна			
Стебли	70,9	68,9	61,9
Листья	73,2	72,3	69,1
Генератив. части	72,4	71,5	70,5
Целое растение: целиком*	73,7	71,8	68,2
по отдельным частям**	72,2	70,8	66,0
Эспарцет			
Стебли	70,1	68,8	65,7
Листья	72,4	72,0	66,4

Генератив. части	71,2	70,3	66,2
Целое растение: целиком*	70,8	69,8	66,3
по отдельным частям**	71,3	70,4	66,0
	Донник		
Стебли	70,4	69,7	63,5
Листья	74,5	73,1	68,2
Генератив. части	73,1	70,2	69,3
Целое растение: целиком*	71,3	69,4	67,1
По отдельным частям**	73,0	71,0	65,3
	Суданская трава		
Стебли	59,2	51,0	41,5
Листья	67,8	65,6	61,5
Генератив. части	-	65.6	63,3
Целое растение: целиком*	66,0	62,3	58,6
По отдельным частям**	63,2	56,7	49,7

Примечания: * – расщепляемость протеина целого растения, используемого в опытах целиком; ** – расщепляемость протеина целого растения, определенное расчетным путем по отдельным вегетативным частям.

Разница в содержании расщепляемого протеина между вегетативными частями другого бобового растения – донника имела неоднозначный характер и изменялась в аналогичные фазы при сопоставлении листьев и стеблей с 4,1 до 3,4 и 4,7%, генеративной части со стеблевой с 2,7 до 0,5 и 5,8% соответственно.

Следует отметить, что различия в расщепляемости протеина между отдельными вегетативными частями люцерны с каждой фазой вегетации увеличивались, а у эспарцета и донника в фазу образования семян и цветения несколько нивелировались. Существующая разница может быть еще более значительной, когда речь идет о высокорослых кормовых растениях. Так, для суданской травы по расщепляемости протеина стеблей и листьев в фазы выхода в трубку, цветения и образования семян она составила 8,6; 14,6 и 20,0%, генеративных частей и стеблей – 14,6 и 21,8% соответственно.

Значительный разброс величины по расщепляемости протеина растений суданки не позволяет точно определить значение этого показателя для целого растения обычным способом. Так, при сравнении точности последнего с усовершенствованным методом (основанном на знании процентной доли отдельных вегетативных частей в урожае и их расщепляемости), разница по расщепляемости протеина целого растения в фазу бутонизации составила – 2,8%, цветения – 5,6% и образования семян – 8,9%. Для бобовых растений наиболее низкие различия обнаружены у эспарцета (от 0,3 до 0,6%), тогда как у донника и люцерны они доходили в фазу образования семян до 1,8-2,2% соответственно. Эти результаты следует учитывать

при формировании новой динамической системы оценки качества кормов, включающей в себя усредненные данные по отдельным кормам. Но при этом следует учитывать и характеристики рациона, на фоне которого определяется расщепляемость протеина кормов.

Вторая серия опытов проводилась для определения влияния КОЭ и качества протеина рациона на степень расщепляемости протеина в рубце. Физиолого-биохимические исследования содержимого рубца позволили установить тесную корреляционную зависимость степени расщепляемости протеина от КОЭ рациона и качества скармливаемого протеина (r – 0,9943; 0,9371). В частности, увеличение КОЭ с 9,50 до 10,50 МДж/кг СВ во 2-й группе привело к снижению концентрации общего азота в содержимом рубца на 32,1 ммоль/л или на 10,9% (табл. 4). При этом наибольшее снижение отмечалось для остаточного азота – 31,0%, белкового азота на 7,9%. Использование рациона с трудно расщепляемым протеином при повышении КОЭ с 9,53 до 10,55 МДж/кг способствовало аналогичному снижению содержания общего азота на 33,4 ммоль/л. Оно происходило в основном за счет остаточного азота, концентрация которого уменьшалась на 21,4 ммоль/л. Концентрация ЛЖК также находилась в определенной зависимости от насыщенности корма обменной энергией. Так, увеличение уровня КОЭ с 9,5-9,53 до 10,55 МДж/кг СВ способствовало повышению содержания ЛЖК при

Таблица 4. ***Характеристика состава содержимого рубца через 3 часа после кормления***

Показатель	Группа			
	1-я	2-я	3-я	4-я
Общий азот, ммоль/л	326,3±6,42	294,3±3,08	206,4±2,70	173,0±1,87
Белковый азот, ммоль/л	276,0±3,67	255,8±3,60	138,0±4,05	126,0±2,16
Остаточный азот, ммоль/л	50,3±1,43	38,4±3,96	68,4±4,97	47,0±2,63
РН	7,15±0,17	6,22±0,14	7,01±0,15	6,16±0,16
ЛЖК, ммоль/л	7,10±0,11	10,60±0,18	9,10±0,53	11,80±0,17
Аммиак, ммоль/л	25,20±0,82	19,30±0,46	18,97±0,42	14,60±0,25

включении в рацион подсолнечного жмыха на 49,3, при использовании мясокостной муки на 29,7%. Общая закономерность наблюдалась для концентрации аммиака в содержимом рубца, которая при повышении КОЭ в рационе снижалась на 30,6%. Однако, следует отметить, что скармливание рационов с высокой расщепляемостью протеина способствовало повышению концентрации аммиака в рубце на 32,8% по сравнению с рационами с труднорасщепляемым протеином.

Значительное влияние на концентрацию водородных ионов оказывают конечные продукты переваривания питательных веществ.

Анализ представленного материала свидетельствует о том, что повышение КОЭ рационов до 10,55 МДж/кг, независимо от качества протеина, входящего в них, приводит к сдвигу pH в кислую сторону. Это явление наблюдается на фоне замедления деятельности микроорганизмов рубца и уменьшения интенсивности ферментативных процессов. В частности, увеличение КОЭ рациона заметно угнетало развитие микрофлоры рубца, способствуя снижению количества инфузорий при использовании рационов со жмыхом и мясокостной мукой, соответственно на 54,9 и 36,3%($P<0,001$).

Повышение КОЭ рационов достоверно снижало содержание азота, как в бактериальной, так и инфузорной массе. Разница в биомассе бактерий между парами групп 1-2 и 3-4 составила 21,0 и 16,7%, а в инфузорной массе соответственно 16,0 и 17,3%. Это позволяет заключить, что повышение КОЭ рациона оказало заметное влияние на микробиологические процессы в рубце, что отразилось на динамике расщепляемости протеина отдельных кормовых средств и рационов (табл. 5). В частности, при повышении КОЭ с 9,5-9,3 до 10,55 МДж/кг СВ расщепляемость протеина ячменя дробленного снизилась на 9,7-10,0%, жмыха – на 9,1%, ячменного сенажа – на 6,7, сена житнякового – на 1,8, а мясокостной муки – на 1,1%.

Таблица 5. ***Фактическая расщепляемость протеина отдельных кормов и микрорационов, %***

Наименование корма	Группа			
	1-я	2-я	3-я	4-я
Жмых подсолнечн.	83,04±0,79	73,95±0,29	-	-
Мясокостная мука	–	–	43,47±0,35	42,37±0,23
Сенаж ячменный	67,51±1,03	60,77±0,29	69,62±0,35	61,46±0,40
Ячмень дробленный	89,93±0,57	79,93±0,35	87,83±0,44	78,16±0,11
Сено житняковое	68,74±0,31	66,92±0,30	69,45±0,76	67,69±0,20
Микрорацион	78,20±0,62	72,42±0,34	70,30±0,71	68,02±0,35

Включение в состав рациона мясокостной муки как источника труднорасщепляемого протеина в рубце, способствовало снижению расщепляемости протеина микрорационов на 4,4-7,9%. На этом фоне изменение расщепляемости протеина других кормов, входящих в состав рациона, было неоднозначным. Так, протеин ячменя при введении мясокостной муки снижал свою расщепляемость на 1,77-2,10%, а расщепляемость протеина сена и сенажа, напротив, увеличивалась соответственно на 0,71 и 2,11% ($P>0,05$). При этом изменение биомассы было тоже недостоверным, ее количество снизилось на 5,6-9,5% ($P>0,05$). Это позволяет заключить, что насыщенность рациона энергией оказывает более выраженное влияние на микрофлору, чем качественная характеристика протеина.

Рассматривая повышение концентрации обменной энергии в рационе как результат увеличения доли концентратов, можно предпо-

ложить, что столь характерное влияние КОЭ могло стать результатом изменения состава биоценозов микроорганизмов в рубце. Это проявляется как вследствие снижения уровня pH рубцовой жидкости (8), так и изменения трофических отношений между микроорганизмами (9). Последнее, вероятно, выражалось в уменьшении доли целлюлозолитических штаммов и соответствующем снижении доступности для расщепления протеинов, защищенных клеточной стенкой для других микроорганизмов.

Таким образом, можно заключить, что расщепляемость протеина отдельных кормовых средств не является постоянной величиной. Это позволяет более критично относится к данным, полученным разными авторами, без учета состава рациона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Sum E., Acta Biol. Exp. Varsovie, 1938.12, 192.
2. Григорьев Н.Г., Фицев А.И., Воронкова Ф.В., Методические указания по оценке качества протеина растительных кормов для жвачных животных. М.: ВАСХНИЛ, 1985. 50 с.
3. Григорьев Н.Г., Волков Н.П., Воробьев Е.С. и др. Биологическая полноценность кормов. М.: Агропромиздат, 1989. 287с.
4. Фицев А.И. Научное обоснование новой системы оценки качества протеина кормов для жвачных животных. Автореф. дисс. д.с.-х.н. 1995. 50 с.
5. Алиев А.А., Экспериментальная хирургия. Учебное пособие. М., 1997. 91-105
6. Курилов Н.В. и др. Изучение пищеварения у жвачных. 1975.Боровск.
7. Калугин Н.В. и др. Кормление молодняка крупного рогатого скота мясных пород при интенсивном выращивании на мясо. Оренбург, 1990. 51 с.
8. Тараканов Б.В., Николичева Т.А., Формирование и метаболическая активность целлюлозолитической микрофлоры в рубце коров при разных уровнях клетчатки в рационе. Тр. ВНИИФБиП с.-х. животных, Боровск, 1998. Т.19, 63-70
9. Пивняк И.Г., Тараканов Б.В., Микробиология пищеварения жвачных. М., 1982. 246 с.

РАЗРАБОТКА И ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЭНЕРГОПРОТЕИНОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ ДЛЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Н. Г. Григорьев, А. П. Гаганов, Н. Г. Исаенков
Всероссийский научно-исследовательский институт кормов им. В. Р. Вильямса, РАСХН

В настоящее время из-за отсутствия денежных средств в хозяйствах в кормлении скота используют зерно собственного помола, отруби и относительно дешевые, низкокачественные по содержанию в

них энергии и протеина комбикорма, что приводит к снижению продуктивности животных, перерасходу кормов на единицу продукции и убыточности скотоводства. Считается, что концентратный тип кормления приводит к различным заболеваниям и снижению продуктивного долголетия коров. Для нормализации процессов рубцового пищеварения рекомендуют включать в рационы лактирующих коров корма, богатые водорастворимыми углеводами (сахарная и кормовая свекла, патока и т. д.). Однако в исследованиях Воробьева Е. С. и сотр. (1,2) замена 1,5 кг патоки на 1,3 кг кукурузного крахмала, при идентичности остальных составляющих рациона у коров, не отразилась на молочной продуктивности (21 кг) и способствовала повышению содержания белка в молоке с 2,95 до 3,31 %. В материалах совместного заседания бюро отделения зоотехнии РАСХН и ученого совета ВНИИФБиП (3) также говорится, что из крахмала и сахара в рубце жвачных синтезируется практически одинаковое количество летучих жирных кислот. В исследованиях Клейменова Н. И., Груздева Н. И. (4) установлено, что различные уровни сахара и крахмала и их соотношение с протеином не оказали существенного влияния на молочную продуктивность животных.

Целью проведенных исследований явилась разработка рецептуры малокомпонентных энергопротеиновых концентратов (ЭПК), обладающих свойствами увеличивать синтез микробного белка, и определение возможности замены ими трудоемкой и имеющей высокую себестоимость кормовой свеклы в рационах лактирующих коров.

В физиологических опытах на валухах определяли уровень ввода семян рапса (15 и 25 % по СВ) в ЭПК, синтез микробиального белка, влияние вида злакового зерна в их составе и замены ЭПК всей кормовой свеклы рационов (5-6 %) на переваримость питательных веществ рационов. Лучшие рецепты испытывали в научно-хозяйственных опытах на бычках (3 месяца) и лактирующих коровах (2 месяца). Готовили ЭПК на маслопрессе ПШМ-250 и экструдере КМЗ-2У. Исследования проведены согласно общеизвестным методикам.

В качестве зернового компонента испытывали овес, ячмень, пшеницу, рожь и кукурузу (81 %), семена рапса – 15 %, карбамид – 2 % и минеральные добавки – 2 %. Состав минеральных добавок был следующим: трикальцийфосфат – 1,3 %, сульфат натрия – 0,5 %, окись магния – 0,2 %. Один вариант ЭПК состоял из зерна пшеницы – 71 %, семян рапса – 25 %, карбамида – 2 % и минеральных добавок – 2 %. Два рецепта ЭПК содержали по 64 % ячменя или кукурузы, по 25 % семян рапса, по 4,8 % карбамида и по 6 % минеральных добавок указанного ранее состава (табл. 1). Перечисленные рецепты ЭПК содержали 18-25 % сырого протеина, до 14 МДж обменной энергии и включались в состав рационов в количестве 25 %, с рожью и кукурузой – 30; 32 % (по СВ) соответственно.

Таблица 1. ***Состав изучаемых энергопротеиновых концентратов***

Компоненты	*Номера рецептов и составные части, % по СВ*									
ЭПК	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Пшеница	71	81								

Овес			81							
Ячмень				81			64		82	50
Рожь					81					
Кукуруза						81		64		32
Рапс	25	15	15	15	15	15	25,2	25,2	12,6	12,6
Карбамид	2	2	2	2	2	2	4,8	4,8	2,4	2,4
Минеральные добавки	2	2	2	2	2	2	6	6	3	3
Итого	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Основу рационов составлял злаковый силос, содержащий от 17,6 до 23,7 % сухого вещества, и в нем от 11,3 до 13,1 % сырого протеина и от 32,3 до 36,2 % сырой клетчатки. Злаковое сено включали в состав рационов в количестве 8-11 % (по СВ). Вначале были проведены исследования по изучению влияния разного уровня семян рапса (25 и 15 %) в составе ЭПК на переваримость питательных веществ рационов (табл. 2). Уменьшение уровня семян рапса в ЭПК с 25 до 15 % не отразилось на переваримости сырого протеина (79 %), сырой клетчатки (70 %) и БЭВ (74 %), понизило переваримость сырого жира с 83 до 78 % (на 5 %) и несколько повысило переваримость сухого вещества (с 71 до 72 %). Замена зерна пшеницы рожью не отразилась существенным образом на переваримости сухого вещества, БЭВ, сырых протеина, жира, клетчатки (соответственно 71; 78; 77; 77 и 68 %). Недостаточно высокие коэффициенты переваримости сухого вещества (68 и 62 %), сырой клетчатки (63 и 54 %) и БЭВ (66 и 67 %) зафиксированы при использовании ЭПК с овсом и ячменем. При этом сырой протеин и жир переваривались достаточно хорошо (76; 79 и 76; 81 %). Низкая переваримость сухого вещества, сырой клетчатки и БЭВ, возможно, обусловлена недостаточным уровнем ЭПК в рационах. Промежуточное положение по переваримости питательных веществ занимал рацион, содержащий в своем составе ЭПК с кукурузой (СВ – 68 %, СП – 73 %, СЖ – 77 %, СК – 73 %, БЭВ – 71 %).

Таблица 2. ***Переваримость питательных веществ рационов при скармливании ЭПК валухам***

№ ЭПК	Злаковое зерно в ЭПК	ЭПК в рационе, % по СВ	Коэффициенты переваримости, %				
			СВ	СП	СЖ	СК	БЭВ
1	Пшеница	25	71	79	83	70	74
2	Пшеница	25	72	79	78	70	74
3	Овес	25	68	76	76	63	66
4	Ячмень	25	62	79	81	54	67
5	Рожь	30	71	77	77	68	78
6	Кукуруза	32	68	73	77	73	71

Данные проведенных исследований свидетельствуют о необходимости включать в состав рационов около 30 % (по сухому веществу) ЭПК, если концентрация сырой клетчатки в злаковом силосе достигает 36 %.

В физиологических опытах на валухах определяли возможность замены кормовой свеклы (5-6 % по СВ) в рационах на ЭПК (табл. 3). Исследованиями установлено повышение переваримости сухого

вещества на 3 %, сырого протеина на 7,5 %, сырого жира на 3,1 %, сырой клетчатки на 4,1 % и БЭВ на 1,5 % в среднем при включении в рационы ЭПК с пшеницей, овсом, рожью и кукурузой. При этом на рационах, включавших в свой состав ЭПК с пшеницей и овсом, переваримость БЭВ была несколько ниже, чем при использовании в рационе кормовой свеклы. Однако общая тенденция свидетельствует о лучшей переваримости питательных веществ рационов при замене кормовой свеклы на ЭПК.

Таблица 3. ***Переваримость питательных веществ рационов при замене кормовой свеклы (5-6 % по СВ) на аналогичное количество ЭПК (по СВ) у валухов***

№ ЭПК	Злаковое зерно в ЭПК	ЭПК в рационе, % по СВ	Коэффициенты переваримости, %				
			СВ	СП	СЖ	СК	БЭВ
2	Пшеница	а – 20	71	76	76	68	75
		б – 25	72	79	78	70	74
3	Овес	а – 20	66	71	75	65	69
		б – 25	68	76	76	69	66
5	Рожь	а – 24	69	70	76	66	76
		б – 30	71	77	77	68	78
6	Кукуруза	**а – 26**	65	67	72	68	65
		б – 32	68	73	77	71	71

Анализ рубцового содержимого показал, что существует тенденция к увеличению в нем содержания сухого вещества, концентрации инфузорий и снижению уровня аммиачного азота через 3 и 6 часов на рационах без свеклы. По другим показателям (pH, общий, небелковый, белковый азот и ЛЖК) закономерностей, свидетельствующих об их увеличении или уменьшении, не установлено.

Во ВНИИФБиП профессором Материкиным А. М. и сотрудниками проведены исследования по влиянию двух рецептов ЭПК, содержащих 64 % зерна ячменя и кукурузы, 25,2 % семян рапса, 4,8 % карбамида и 6 % минеральных добавок на процессы ферментации в рубце на фоне скармливания клеверо-тимофеечного сена валухам. В первый период опыта указанные ЭПК включали в рацион в количестве 20 %, во второй период – уровень их был снижен в 2 раза при соответственной замене зерном из ячменя. Содержание семян рапса во второй период опыта было уменьшено с 26,2 до 12,6 %, карбамида с 4,8 до 2,4 % и минеральных добавок с 6 до 3 %. В первый период опытов при испытании в составе рациона ЭПК с ячменем зафиксировано более высокое содержание мочевины как в рубце, так и в крови и более низкий уровень белкового азота и ЛЖК, чем на рационе, содержащем ЭПК с кукурузой. В соотношении кислот брожения принципиальных различий не установлено. Отмечается незначительная тенденция в увеличении синтеза микробиального белка при испытании рецепта ЭПК с кукурузой (19,2 и 19,8 г/кг ПСВ). Значительные изменения произошли во второй период опытов. Замена 50 % ЭПК зерном из ячменя существенно повлияла на процессы ферментации в рубце валухов. При этом обозначилась тенденция в уменьшении количества

уксусной кислоты и увеличении пропионовой и масляной, а так же резко возрос синтез микробиального белка у валухов, получавших оба рецепта.

Рацион, содержащий ЭПК с ячменем, обеспечил повышение синтеза микробиального белка с 19,2 до 27 г азота белка/кг ПСВ или почти на 41 %, а содержащий ЭПК с кукурузой – с 19,8 до 24,1 г азота микробиального белка/кг ЭПК, или на 21,7 %. В целом уровень синтеза микробиального белка при испытании ЭПК с зерном из ячменя превосходил аналогичный показатель ЭПК с зерном из кукурузы на 12 %.

В результате проведенных исследований установлено, что большинство проверенных рецептов обеспечивает высокую переваримость в рационах сухого вещества (68-72 %), а протеина в диапазоне 73-79 % – при введении ЭПК в их состав в количестве 25-32 %. Включение 15 % семян рапса в ЭПК можно считать достаточным уровнем, позволяющим обеспечить высокую переваримость питательных веществ рационов и синтез микробиального белка. Замена кормовой свеклы (5-6 % по СВ) на аналогичное по СВ количество ЭПК в рационах валухов повышала переваримость питательных веществ рационов и не оказывала существенного влияния на показатели процессов, происходящих в рубце. Результаты исследований, проведенных во ВНИИФБиП, показали перспективу использования проверенных рецептов ЭПК в рационах крупного рогатого скота и, особенно, молочных коров, поскольку их использование в составе рационов позволяет обеспечить высокий уровень синтеза микробиального белка как при включении только самих ЭПК, так и при их комбинации с ячменем (1: 1).

Полученные данные послужили основанием для проведения научно- хозяйственных опытов по использованию ЭПК в рационах крупного рогатого скота. Исследования были проведены на бычках голштинской породы (живая масса 213-265 кг), подобранных по принципу аналогов (табл. 4). Состав энергопротеинового концентрата был следующим: зерно ячменя – 80,5 %, семена рапса – 15 %, карбамид – 2,5 %, минеральные добавки – 2 %.

Таблица 4. ***Результаты опытов по использованию ЭПК в рационах бычков***

Показатель		Группа	
		контрольная	опытная
Живая масса, кг	в начале опыта	213,9	213,9
	в конце опыта	255,2	255,2
Валовой прирост, кг		41,3	51,8
Среднесуточный прирост, г		469	589
Энергия, МДж	обменная	55,5	59,5
	поддержания	29,3	29,8
	продукции	5,93	7,85
Затраты на 1 кг прироста, кг	СВ	12,5	10,8
	ОЭ	118,3	101,0
	СП	13,11	1314
Затраты сверхподдерживающей ОЭ на 1 МДж энергии продукции, МДж		378	4,41

Рацион животных состоял из силоса кукурузного, злакового сена и концентрированных кормов. В контрольной группе в качестве концентратов использовали комбикорм (2,4 кг), а в опытной его заменили аналогичным количеством ЭПК. Бычки контрольной группы потребляли 5,87 кг сухого вещества, 55,5 МДж обменной энергии, 615 г сырого протеина, а в опытной – 6,37 кг сухого вещества, 69,5 МДж обменной энергии и 774 г сырого протеина. За период опыта живая масса у бычков контрольной группы увеличилась на 41,3 кг, а в опытной – на 51,8 кг, что на 10,5 кг больше. Среднесуточный прирост живой массы в контрольной группе составил 546 г, а в опытной – 689 г. Опытная группа превосходила контрольную по приросту живой массы на 120 г или на 25,6 %. Замена 2,4 кг комбикорма на аналогичное количество ЭПК способствовала снижению затрат на 1 кг прироста живой массы по сухому веществу на 13,6 %, обменной энергии на 14,6 %. По сырому протеину эти величины оказались практически одинаковыми. Затраты сверхподдерживающей обменной энергии на синтез 1 МДж энергии в продукции составили в контрольной группе 4,41 МДж, а в опытной – 3,78 МДж. В результате эффективность продуктивного использования обменной энергии в опытной группе увеличилась с 22,6 до 26,4 % или на 16,8 % (относительных).

Проведены исследования (табл. 5) по использованию в рационах голштинских коров ЭПК следующего состава: зерно ячменя - 79,8%, семена рапса – 15%, карбамид – 2,5%, минеральные добавки – 2,7%. Рацион животных включал в себя силос и сено из злаковых трав и концентраты. Коровы 1-й группы получали 5 кг комбикорма и 2 кг ЭПК, 2-й группы – 3 кг комбикорма и 4 кг ЭПК, содержащих соответственно 14,6 и 18,8 % сырого протеина. Животные 1-й группы потребляли 12,8 кг сухого вещества рациона, 130,1 МДж обменной энергии и 1579 г сырого протеина, 2-й группы соответственно 13,5 кг, 136, МДж и 1736 г. Содержание остальных питательных веществ соответствовало существующим нормативным данным и существенно не различалось.

Таблица 5. ***Результаты опытов по использованию ЭПК в рационах коров***

Показатель		Группы	
		первая	Вторая
Валовое производство молока, кг		796,3	1013,1
Среднесуточный удой, г		13,1	16,6
Энергия, МДж	обменная	130,1	136,9
	поддержания	56,5	54,5
	продукции	37,1	46,8
Затраты на 1 кг молока, кг	СВ	0,97	0,82
	ОЭ	9,9	8,2
	СП	120,5	104,6
Затраты сверхподдерживающей ОЭ на 1 МДж энергии продукции, МДж		1,98	1,76

За период опыта от животных 1-й группы получено 796,3 кг, а 2-й – 1013,1 кг натурального молока, что на 216,8 кг больше. Увеличение ЭПК в рационах коров с 2 до 4 кг способствовало

повышению среднесуточного удоя с 13,1 до 16,6 кг или на 3,5 кг (26,7 %). Затраты на 1 кг молока в 1-й и 2-й группах соответственно составили: сухого вещества 0,97 и 0,81 кг, обменной энергии 9,9 и 8,2 МДж, сырого протеина 120,5 и 104,6 г, концентратов – 382 и 301 г. Количество сверхподдерживающей обменной энергии, затраченной на синтез 1 МДж энергии молока, оказалось равным в 1-й группе 1,98 МДж, во 2-й 1,76 МДж. В результате эффективность использования обменной энергии в 1-й группе составила 50,4 %, во 2-й 56,8, что на 12,7 % (относительных) больше.

Для подтверждения полученных в научно-хозяйственных опытах данных была проведена производственная проверка в ПНО "Пойма" Московской области Луховицкого района на поголовье в 2200 коров. Для этого были приобретены два экструдера и смонтирована линия по производству ЭПК. Одновременно с включением 2,5 кг энергопротеиновых концентратов из рациона исключили кормовую свеклу. В летний период готовили ЭПК без мочевины. Производственная проверка проведена в 1998, 1999 гг. и продолжалась в 2000 г. Основные рационы в период производственной проверки и в 1997 г. были идентичными: сенаж из злаково-бобовых трав, силос кукурузный и злаковое сено. Концентраты нормировали из расчета 350 г на 1 кг молока.

За время производственной проверки молочная продуктивность возросла с 4232 кг (1997 г.), до 5193 кг (1998 г.) и до 5890 кг (1999 г.), или на 1658 кг (39,2 %), причем за стойловый период – на 1076 кг (46 %). В 2000 г. продуктивность увеличилась за полгода более чем на 400 кг по сравнению с 1999 г.

Таким образом, успешное развитие скотоводства в значительной мере обусловлено эффективностью комбикормовой промышленности и сбалансированностью рационов по всем нормативным показателям и, в первую очередь, по энергии и протеину. Разработанные и апробированные рецепты ЭПК содержат до 14 МДж обменной энергии и до 19 % сырого протеина, обладают высокими кормовыми и санитарными качествами. Включение их в рацион коров значительно повышает молочную продуктивность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев Е. С. и др., 1985. Использование лактирующими коровами углеводов кормов в летний период. Технология заготовки, качество и рациональное использование кормов: Науч. тр. ВИК. М., 32, 149-155
2. Воробьев Е. С., 1992. Жировой обмен у жвачных при разной структуре рациона. Зоотехния, 2, 10-12
3. Материалы совместного заседания бюро отделения зоотехнии РАСХН и Ученого совета Всероссийского НИИ физиологии, биохимии и питания сельскохозяйственных животных по проблеме: "Современные подходы к оценке питательности кормов и нормированию питания жвачных животных". Боровск: ВНИИФБиП, 1998.

4. Клейменов Н.И., Груздев Н. И., 1986. Нормирование кормления крупного рогатого скота в условиях интенсификации животноводства. Научные основы полноценного кормления сельскохозяйственных животных. М.: Агропромиздат, 14-21

РУБЦОВОЕ ПИЩЕВАРЕНИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЙ СТАТУС КРОВИ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ ПРИ СКАРМЛИВАНИИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

М.П. Кирилов, С.В. Кумарин, В.Н. Виноградов, А.В. Головин, Я.М. Бадалов
ВНИИ животноводства

Отличительной особенностью обмена веществ у высокопродуктивных коров в период раздоя и разгара лактации (первые 100-120 дней после отела) является то, что достаточно большие пластические и энергетические потребности молокообразования не могут быть полностью покрыты за счет питательных веществ, поступающих с кормами, в связи с чем для синтеза молока в этот период в значительных количествах используются белки мышечных тканей и липиды жировых депо, накопленные организмом животного во второй половине лактации и, особенно, в сухостойный период (2). Интенсивное окисление резервных липидов в организме высокопродуктивных коров сопровождается, как правило, накоплением и выделением с молоком и мочой недоокисленных продуктов – ацетоуксусной кислоты и ацетона, что приводит к заболеванию кетозом (ацетонемией), являющимся наиболее распространенным нарушением обмена веществ у коров (1). Следовательно, при кетозах в организме высокопродуктивных коров создается парадоксальная ситуация: при дефиците энергии из организма с мочой и молоком выводятся имеющие высокий биоэнергетический потенциал метаболиты (кетоновые тела). Следует отметить, что при окислении одного моля ацетоуксусной кислоты до воды и углекислого газа выделяется около 400 ккал энергии (6).

Не вдаваясь детально в этиологию кетозов, можно считать, что одной из причин накопления кетоновых тел в организме высокопродуктивных коров может быть недостаточная концентрация коферментов, участвующих в окислительно-восстановительных реакциях цикла трикарбоновых кислот. В этом случае скармливание животным никотиновой кислоты может предотвращать развитие кетозов, поскольку она является предшественником двух таких функционально-активных коферментов как НАД и НАДФ.

Несмотря на то, что в литературе накоплены определенные сведения об эффективности скармливания в оптимальных дозах никотиновой кислоты, способы обогащения ею рационов высокопродуктивных коров разработаны недостаточно. Одним из таких способов может быть введение ее в премиксы для высокопродуктивных коров (4).

Исходя из вышеизложенного, в ВИЖе была проведена серия исследований по разработке и апробации для высокопродуктивных коров премикса с никотиновой кислотой. Для этой цели на основе существующего премикса П60-6М, предназначенного для обогащения комбикормов-концентратов и балансирующих добавок для высокопродуктивных коров, был разработан рецепт премикса П60-6М-1 с включением в его состав никотиновой кислоты, исходя из расчета, чтобы коровы получали ее в сутки 6 г. Премикс включали в состав комбикорма-концентрата К60-1-89, который предназначен для балансирования рационов высокопродуктивных коров.

Всего проведено три научно-хозяйственных, один физиологический и один производственный опыт на коровах с удоем свыше 6000 кг молока в год. В физиологических исследованиях было установлено статистически достоверное повышение переваримости питательных веществ у коров опытных групп при скармливании им в комбикорме-концентрате премикса П60-6М-1.

Исследования показали, что переваримость сухого вещества у животных опытных групп была выше на 1,56-2,23%, органического вещества - на 2,8-3,0, протеина - на 0,8-1,6, жира - на 1,4-2,5%, клетчатки - на 3,0-3,2 и БЭВ - на 3,1-3,5%, чем у коров контрольной группы. Различия переваримости питательных веществ были статистически достоверны, за исключением протеина. Следовательно, результаты физиологических исследований позволяют с уверенностью констатировать, что скармливание высокопродуктивным коровам премикса с никотиновой кислотой повышает переваримость питательных веществ кормов рациона в новотельный период.

При изучении показателей рубцового пищеварения установлено, что скармливание высокопродуктивным коровам премикса с никотиновой кислотой повышало концентрацию общего и белкового азота по сравнению с контролем в 1,5-2 раза (табл.1). Это, вероятно, свидетельствует об усилении биосинтетических процессов в рубце.

Убедительным доказательством вышесказанного служат данные о плотности микрофлоры в рубце животных. Установлено, что концентрация сухого вещества бактерий в рубцовом химусе коров опытных групп, получавших никотиновую кислоту, была выше, чем у коров в контроле в 1,9-2 раза ($p<0,05$). Аналогичная зависимость установлена и при определении концентрации в рубцовом химусе сухого вещества простейших, хотя различия по этому показателю между животными контрольной и опытных групп были не столь отчетливы и статистически недостоверны. Можно говорить лишь о тенденции повышения плотности простейших в рубце под влиянием премикса, содержащего никотиновую кислоту.

*Таблица 1.**Показатели рубцового пищеварения у высокопродуктивных коров при скармливании премикса с никотиновой кислотой***

Показатели	Группы		
	1-я (контрольная)	2-я (опытная)	3-я (опытная)

Концентрация азота, мг/100 мл:			
общего	82,3±18,76	129,3±8,31	137,6± 12,25
остаточного	31,0±1,52	34,0±2,30	34,3±1,45
белкового	51,3±17,16	95,3±6,06	103,3±10,86
Плотность микрофлоры, мг сух. вещества в 100 мл:			
бактерий	811±251	1521±123*	1635±185*
простейших	1526±345	1764±489	1786±311
Концентрация аммиака, мг в 100 мл	9,42±0,93	12,80±4,38	13,26±2,57
Концентрация ЛЖК, мМоль в 100мл	9,45±0,46	13,51±1,12	13,24±0,89
Доля отдельных кислот,%:			
уксусной	46,8±2,03	38,7±1,16*	40,5±2,64
пропионовой	23,9±1,89	29,6±0,8*	28,4±1,79
масляной	13,1±0,73	16,7±2,16	13,0±1,49
изовалерановой	1,81±0,30	3,32±0,01*	1,56±0,30
валерьяновой	7,39±1,15	6,54±0,55	6,24±0,52
капроновой	7,01±1,33	5,14±0,31	9,24±2,55

* - Различия с контрольной группой статистически достоверны при значении $p<0,05$.

Поскольку увеличение количества микробной биомассы тесно сопряжено с бродильными процессами, являющимися источником энергии, при усилении биосинтеза в рубце коров опытных групп можно было ожидать повышения концентрации летучих жирных кислот (ЛЖК), как конечных продуктов сбраживания углеводов. И действительно, как показали исследования, в рубцовом химусе коров опытных групп концентрация суммы ЛЖК была выше на 40-43%, чем таковая в контроле.

Кроме того, биохимические исследования рубцового содержимого позволили установить влияние премикса с никотиновой кислотой не только на интенсивность, но и на направленность бродильных процессов. Так, в рубце коров опытных групп в общем количестве летучих жирных кислот снижалась доля уксусной кислоты с одновременным повышением доли пропионата и незначительным изменением доли бутирата. Учитывая антикетогенные свойства пропионата, можно предположить, что никотиновая кислота проявляла свое антикетогенное действие на стадии рубцового пищеварения, сдвигая направленность бродильных процессов в сторону увеличения образования пропионовой кислоты.

Следствием усиления биосинтетических процессов и повышения плотности микробной биомассы в рубце может быть увеличение поступления из сложного желудка в кишечник белков микробного происхождения, полноценность которых выше белков растительных кормов. Это предположение подтверждается результатами исследований обмена азота, которые свидетельствуют о том, что коровы, получавшие с премиксом никотиновую кислоту, более рационально использовали поступающий из желудочно-кишечного

тракта набор аминокислот. Косвенным подтверждением этого предположения служит и снижение активности аминотрансфераз (АЛТ и АСТ) в крови коров опытных групп (табл.2).

Можно предположить, что отмеченная тенденция к снижению активности аминотрансфераз была обусловлена более высокой, чем в контроле, адекватностью набора аминокислот, поступающих из пищеварительного тракта, потребностям животных. Хотя нельзя исключить и другое объяснение снижения активности аминотрансфераз в крови коров опытных групп, которое может быть связано у них с меньшим, по сравнению с контролем, использованием эндогенных аминокислот на синтез белка, так как известно, что "сдаивание" коров, как правило, сопровождается увеличением активности аминотрансфераз.

Результаты изучения липидного обмена коров, получавших с премиксом никотиновую кислоту, показали, что у них из кишечника в кровь ежедневно поступало на 43-44 г липидов больше, чем у их контрольных аналогов. Отсюда правомерно было ожидать повышения концентрации общих липидов в крови коров опытных групп. Однако, этого не наблюдалось, и даже, наоборот, их концентрация в крови коров 2-й группы была на 29% ниже, чем в контроле. Это, вероятно, связано с тем, что в организме коров опытных групп липиды интенсивно утилизировались как на синтез молочного жира, так и на энергетические цели.

При характеристике липидного обмена большое значение придают липидному индексу, отражающему отношение концентрации фосфолипидов к концентрации общих липидов. Теоретической предпосылкой расчета этого индекса служит то обстоятельство, что фосфолипиды являются весьма подвижной фракцией, вследствие чего, их относят к транспортной форме липидов, энергия сгорания которых идет на обеспечение биоэнергетических превращений. Следовательно, чем выше интенсивность липидного обмена, тем больше значение липидного индекса (7).

Таблица 2. ***Биохимические показатели крови коров при скармливании премикса с никотиновой кислотой***

Показатели	Группы		
	1-я (контрольная)	2-я (опытная)	3-я (опытная)
Концентрация:			
общего азота, мг/100 мл	2664±118	2624±60	2782±62
белка сыворотки крови, %	7,65±0,08	8,00±0,20	8,33±0,23
аминного азота, мг/100 мл	7,53±1.36	7,00±0,26	7,43±1,14
небелкового азота, мг/100 мл	36,2±1,12	33,5±0,85	37,8±1,84
мочевины, мг/100 мл	26,0±1,52	24,0±1,00	22,3±0,32
Активность амиотрансфераз, МЕ			
АСТ	67,7±2,33	64.7±2,33	63,0±4,35
АЛТ	27,0±1,52	24,4±3,48	27,0±4,35

Концентрация	23,7±2,40	28,3±2,60	26,3±6,22
Активность амилазы, ед.	13,0±4,57	16,2±2,59	16,7±1,32
Концентрация, мг/100 мл:			
общих липидов	493±6,2	382+57,2	493+15,1
фосфолипидов	212+19,0	191+30,3	213+9,7
холестерина	165±6,8	144±17,5	178±2,4
Липидный индекс	0,43	0,50	0,45
Сумма кетоновых тел, мг/100 мл	1,36±0,01	1,49±0,05	1,50±0,07
в т.ч. β-оксимасляная кислота	1,01±0,05	1,31 ±0,05*	1,33±0,11
ацетон+ацетоуксусная кислота	0,35±0,05	0,18±0,03**	0,16±0,05
Отношение β -оксимасляной кислоты к сумме ацетона и ацетоуксусной кислоты	2,89	7,28	8,31

Различия с контролем статистически достоверны при значении: * $p<0,05$, ** $p<0,01$.

В проведенных исследованиях липидный индекс в крови коров опытных групп был на 5-16% выше контроля. Эти данные свидетельствуют, что в организме животных, получавших премикс с никотиновой кислотой, липидный обмен шел более интенсивно. Подтверждением последнего является более высокая концентрация (на 9,6-18,3%) кетоновых тел в крови коров опытных групп. Кетоновые тела (β-оксимасляная, ацетоуксусная кислоты и ацетон) постоянно присутствуют в крови животных и являются нормальными метаболитами углеводно-жирового обмена. Особенно много их образуется при распаде высших жирных кислот. Ацетоуксусная кислота при нормальном течении процесса окисления отдает ацильный остаток в цикл трикарбоновых кислот, где он окисляется до CO_2 и H_2O, выделяя большое количество энергии. При недостатке же углеводов, НАД и НАДФ ацетоуксусная кислота декарбоксилируется с образованием ацетона, который может накапливаться в значительных количествах. Отсюда в ветеринарной практике кетоз (кетонемию) часто отождествляют с ацетонемией. В связи с этим, для определения субклинических форм кетозов рассчитывают отношение концентрации β-оксимасляной кислоты к сумме концентраций ацетоуксусной кислоты и ацетона, имея при этом ввиду, что у здоровых коров это отношение составляет 7-10, а у больных - 2-3 (1).

В настоящих исследованиях было установлено, что в крови коров опытных групп, получавших премикс с никотиновой кислотой, суммарная концентрация кетоновых тел была выше, чем в крови контрольных животных. Однако, это происходило только за счет повышения концентрации β-оксимасляной кислоты, тогда как концентрация ацетоуксусной кислоты и ацетона у них была ниже, чем в контроле. Расчеты показали, что отношение концентрации β-оксимасляной кислоты к сумме концентраций ацетоуксусной кислоты и ацетона в крови коров опытных групп находилось в пределах, характерных для здоровых животных (7,28-8,31), чего нельзя сказать о контрольной группе, где это отношение было ниже в 2,5-2,9 раза (2,89).

Отмеченные выше изменения в переваримости и использовании питательных веществ, интенсивности и направленности обменных

процессов в желудочно-кишечном тракте и в организме в целом у коров опытных групп не могли не сказаться на уровне молочной продуктивности. Во всех научно-хозяйственных и производственном опытах молочная продуктивность коров, получавших премикс с никотиновой кислотой, была выше, чем у животных контрольной группы.

В последние годы в отечественном животноводстве все большее распространение находит скармливание цеолитовых туфов, действующее начало которых – цеолиты обладают высокой поверхностной активностью. Природные цеолиты - это микропористые каркасные алюмосиликаты кристаллической структуры с каналами и пустотами. Благодаря строго определенным размерам пор внутренних полостей природные цеолиты обладают молекулярно-ситовыми свойствами и являются хорошим адсорбентом для многих органических и неорганических соединений. В полость цеолитов могут проникать только те молекулы, величина которых не превышает размеров их пор - от 2 до
9 нм.(3)

Биологическое действие цеолитов проявляется в первую очередь в желудочно-кишечном тракте. Оно многогранно и обусловлено, в основном, их буферными, ионообменными и сорбционными свойствами. Обладая большой активной поверхностью (несколько сот $м^2/г$) они селективно сорбируют NH_3, NH_4, NS_2, CH_4, $C0_2$, меркантан, воду, углеводороды, фенол, экзо- и эндотоксины, тяжелые металлы, радионуклиды, некоторые микроорганизмы и др.

По многочисленным данным в рубце жвачных цеолиты стабилизируют реакцию среды, повышают буферную емкость, регулируют количество аммиака и аммонийного азота, увеличивают содержание ЛЖК, главным образом пропионата, активируют сбраживание углеводов, биосинтез микробного белка и некоторых ферментов. Одним из важнейших механизмов действия цеолитовых туфов является их способность к иммобилизации ферментов желудочно-кишечного тракта, повышению их активности и стабильности (3).

Нами была проведена большая серия исследований, состоящая из 9 научно-хозяйственных, 7 физиологических и одного производственного опытов, по изучению эффективности и целесообразности использования цеолитовых туфов различных месторождений в качестве нетрадиционных компонентов в составе комбикормов-концентратов и балансирующих добавок для лактирующих коров.

В физиологических и биохимических исследованиях, проведенных на фоне научно-хозяйственных опытов, были получены данные, свидетельствующие о некоторых изменениях в процессах рубцового пищеварения и в биохимическом статусе крови. Прежде всего, было установлено, что включение в состав концентрированных кормов цеолитовых туфов способствовало активизации микробиологических процессов в рубце, что подтверждается увеличением плотности бактерий и простейших в рубце и снижением уровня аммиака в химусе. Хотя последнее могло произойти не столько за счет

более активного использования аммиака в процессах микробиологического синтеза, сколько за счет адсорбции его цеолитами. Очевидно, что оба эти фактора имеют сопряженный характер, то есть адсорбция цеолитами аммиака в первые 2-3 часа после приема корма и последующая реабсорбция создают оптимальные условия для биосинтетических процессов.

Косвенным подтверждением того факта, что у коров опытных групп под влиянием скармливания комбикормов-концентратов и балансирующих добавок с цеолитом менялись интенсивность и направленность бродильных процессов, а также усиливались биосинтетические процессы в рубце, являются данные о биохимическом статусе крови. Было установлено, что скармливание коровам туфов сопровождается некоторым снижением активности аминотрансфераз, повышением активности амилазы, уровня глюкозы и резким уменьшением концентрации мочевины в крови. Кроме того, в крови животных опытных групп было отмечено некоторое снижение уровня общих липидов, которое происходило, в основном, за счет нейтральных липидов, при одновременном возрастании липидного и азотистого индекса. Все это, очевидно, свидетельствует о позитивном влиянии цеолитового туфа на биосинтетические процессы в организме лактирующих коров, что полностью подтверждается ростом молочной продуктивности и улучшением воспроизводительных| функций.

Таким образом, проведенные исследования убедительно свидетельствуют о том, что изученные биологически активные вещества (ниацин и цеолиты) оказывают существенное влияние на интенсивность и направленность рубцового пищеварения жвачных, что сказывается на биохимическом статусе крови и, в конечном итоге, способствует повышению молочной продуктивности коров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жаров Л.В., Луцкий В.П. Проблема кетозов (ацетонемии) у крупного рогатого скота. Итоги науки, животноводства и ветеринарии (биологические основы). 1970, 35-36
2. Кирилов М.П., Федорова Р.П. Рациональное использование концентрированных кормов в молочном скотоводстве. Дубровицы, 1998, 282
3. Кузнецов С.Г. Использование природных цеолитов в животноводстве. Обзорная информация. М. 1994,44с.
4. Куроедов А.П. Ниацин в питании крупного рогатого скота. М.: ВНИИТЭИСХ. 1989, 2, 37-45
5. Куроедов А.П. Особенности выращивания и кормления высокопродуктивных коров. М.: ВНИИТЭИСХ, 1991, 1, 6-22
6. Малер Г., Кордес Ю. Основы биологической химии. М.: Мир. 1970,567.
7. Таранов М.Т. Изучение сдвигов обмена веществ у животных. Животноводство. 1983, 9, 49-50

TOTAL TRACT DIGESTIBILITY OF ALFALFA HAY MINERALS EVALUATED BY NYLON CAPSULE METHOD

J. Trinacty1, M. Simek1, R. Loucka2, J. Takahashi3
Research Institute of Animal Nutrition, s.r.o., Pohorelice, Czech Republic1
Research Institute of Animal Production, Prague-Uhrineves, Czech Republic2
Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro, Hokkaido, Japan3

Utilization of minerals depends on their release from feeds during passage through the digestive tract. As it is difficult to measure this process directly, there are various methods to be used for this purpose. Emanuele and Staples (1990) evaluated the release of Ca, Mg, P and Zn from six forages with the help of in vitro technique. They studied the release of minerals from the viewpoint of their binding to the plant cell wall. This technique was also used by Le Doux and Martz (1989) for the measurement of the release of Ca, P and Mg from alfalfa hay. Another most widely used method for this purpose has been the nylon bag method. Van Eys and Reid (1987) evaluated ruminal solubility of N, K, P, Ca, Mg and S from a red clover and tall fescue mixture. The same method was used by Le Doux and Martz (1991) when ruminal solubility of Ca, P, Mg and K from 4 forages was determined. Their trials resulted in the finding that ruminal solubility of the evaluated minerals was not a factor limiting mineral absorption. Disappearance of minerals from forages was also studied using the nylon bag method by Kabaija and Smith (1988), Emanuele and Staples (1990), Flachowsky and Grim (1992), Flachowsky et al. (1994), etc. Measurements of B, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, S, Sr and Zn in the rumen liquid phase were carried out by Joblin and Lee (1990). They measured the rate of minerals disappearance from the soluble pool of sheep fed alfalfa hay hourly. Absorption of released minerals was measured in metabolic trials on animals (Reid et al., 1987; Martz et al., 1990). The digestibility of minerals also depends on cation exchange capacity of the fibre. Ion-exchangeable groups in plant cell walls include carboxyl, amino, free aliphatic hydroxyls and phenolic hydroxyls which have some affinity for the binding of metal ions (Van Soest et al., 1991). The aim of the present trial was to measure total tract digestibility (TTD) of alfalfa hay macro and microminerals by the nylon capsule method (Trinacty et al., 1995).

Alfalfa was cut at the beginning of flowering, 1st cut, and dried in the field. The hay sample contained 185.3 g of crude protein, 288.9 g of crude fibre and 113.4 g of ash (g/kg of DM). The air-dried hay sample was milled to pass through 1.0 mm sieve with trapezoid perforations (Fritsch). The trial was performed on two dairy cows in the second lactation. The trial took 42 days and was divided into two 21-day periods. The cows were crossbred Black Pied Friesian x Czech Pied. The ration consisted of alfalfa hay (4 kg), corn silage 28.1 % DM (30 kg), and a mixture (6 kg) containing oat meal (17%), wheat meal (12%), alfalfa meal (12%), corn meal (25%), wheat bran (8%), soybean meal (23%), dicalcium phosphate (2.5%) and NaCI (0.5%). The ration was offered twice a day, at 6.00 a. m. and 3.00 p. m.

The capsules were made of nylon cloth (Uhelon, Hedva Moravska Trebova) with 42 u.m apertures. The capsule shape was lenticular, with 10mm external diameter and 8mm internal diameter (Trinacty et al., 1999). All capsules were marked by ineffaceable colour. The capsules were inserted between 5.30 and 6.00 a. m. hour on the first day of each period. They were applied orally by the balling gun device introduced by Corio (1976). Weighing of the samples to fill the capsules was made in charges. Each charge contained 180 capsules. The total amount of the sample used for one charge was divided by the total number of capsules in one charge. For one application into one cow 1 260 capsules were needed.

Excrements were collected in 3-hour intervals for the first 4 days of both periods and in 24 hour intervals for the following 17 days. The excrements were collected to vessels and were conserved with chloroform (Schiemann, 1981). The capsules were recovered from the excrements by washing against a 4mm screen, washed in an automatic washing-machine (3x4 min), and stored at -18 °C. The content of the capsules found during the first 4 days of each period was analysed, the capsules from the following 17 days were only collected for recovery determination. The influence of washing was separately tested on 270 pieces of capsules. They were only washed and stored at -18 °C, then their content was analy/.ed.

The 3-hour intervals were grouped into time sections (blocks) numbered 1, 2 and 3. The first time section ended when minimum 270 capsules were gained, the rest of the capsules from the following 3-hour intervals were consequently placed in time sections No. 2 and 3. Then the capsules of each individual time section were divided according to the analyses. For DM, ash and minerals determination 39%, for crude protein 29% and for saccharides determination 32% were consumed. The results of the DM, crude protein (Trinacty et al.. 1999) and saccharide (Svozil et al., 1998) analyses were already published. The capsules were cut, the rest of the capsules was separated from the sample under running water on a 1.9mm sieve and the samples were dried overnight at 60 °C.

The capsules contained only a small amount of the sample. For this reason the effect of the sample weight on the resulting value of dry matter, ash and minerals was tested. The test was performed for the sample weights of 5.0, 2.0, 1.0, 0.5 and 0.3 g. For each sample weight the determination was repeated six times.

The samples were analysed for DM by drying at 103 °C for 4 hours. Then the samples were ashed at 550 °C for 10 h. The ash was dissolved in 30 ml of 3 N HCI (AOAC, 1984). The content of minerals in the samples, except P, was determined by flame atomic absorption spectrophotometry (AAS) on a Perkin-El-mer model 4000 spectrophotometer (Perkin-Elmer Corp., Norwalk, CT). Phosphorus was determined color-imetrically by the molybdo-vanadate method (AOAC 1984). The results were evaluated by the multi factor analysis of variance with Statgraphic version 5.0. The capsule passage time (CPT) was calculated according to Thielemans et al. (1978).

The content of dry matter, ash and minerals in alfalfa hay determined for different weights of samples is mentioned in Table 1. As it is shown, the content of ash determined for sample weight 5.0 g was 109.1 g/kg, while for 0.3 g it was 94.7 g/kg of DM and the value of standard error of the mean (s.e.) increased from 0.62 to 0.91. On the contrary, only a minor

effect of decreased sample weight was found with macrominerals Ca, P, Mg and micromineral Mn. With these minerals only a small increase of the s.e. values was found. Slightly higher differences were found with K and Zn. K values were lower with the sample weight of 1.0 g (decreasing from 23.56 to 21.87 g/kg of DM), Zn values increased only with the 0.3 g sample weight. The highest differences were found in Cu values. With the sample weight of 5.0 g the determined content of Cu was 6.90, while with the 0.3 g it was 10.72 mg/kg of DM.

Table 1. ***Content of dry matter, ash and minerals in alfalfa hay for different sample weights***

Item	Units (DM)	5.0 g (s.e)	2.0 g (s.e.)	1.0 g (s.e.)	0.5 g (s.e.)	0.3g (s.e.)
DM	g/kg	919.6 (0.35)	922.1 (0.44)	924.2 (0.70)	922.8 (1.28)	922.2(2.94)
Ash	g/kg	109.1 (0.62)	105.6 (0.61)	103.7 (0.95)	100.6 (0.52)	94.7 (0.91)
Ca	g/kg	17.5 (0.07)	17.4 (0.05)	17.9(0.13)	18.1 (0.07)	18.4 (0.11)
P	g/kg	3.00 (0.004)	2.99 (0.008)	2.99 (0.005)	3.00 (0.012)	2.95 (0.016)
K	g/kg	23.6 (0.16)	23.2 (0.16)	21.9 (0.14)	21.9 (0.26)	21.2 (0.55)
Mg	g/kg	2.51 (0.04)	2.50 (0.02)	2.48 (0.02)	2.47 (0.01)	2.69 (0.08)
Cu	mg/kg	6.90(0.18)	6.96 (0.21)	7.19 (0.32)	10.33 (0.25)	10.72 (0.40)
Zn	mg/kg	24.3 (0.43)	24.1 (0.64)	24.0 (0.40)	24.1 (0.61)	29.9 (0.90)
Mn	mg/kg	40.5 (0.25)	39.4 (0.57)	40.6 (0.37)	40.6 (0.80)	41.8 (0.39)

s.e. - standard error

Following the above-mentioned results we decided to take the sample weight 0.5g for all analyses. Possible discrepancies in the digestibility value calculation were eliminated by the fact that all of the incubated and nonincubated sample analyses were carried out for a single sample weight (0.5 g).

The results of washing nylon capsules with alfalfa hay are mentioned in Table 2. The evaluation has resulted in the finding that 33.2% of dry matter was lost from the nylon capsules by washing. The highest value of disappearance resulting from washing from all of the minerals was found with K and Mg (98.4 and 80.8%), while the lowest disappearance was found with Ca and Zn (31.3 and 7.9%).

Table 2. ***Wash-off of dry matter, ash and minerals from alfalfa hay (s.e. values in brackets)***

Item (units)		Wash-off value
Dry matter	(%)	33.2 (0.95)
Ash	(%)	66.2 (2.25)
Ca	(%)	31.3 (1.17)
P	(%)	71.7 (0.74)
K	(%)	98.4 (0.19)
Mg	(%)	80.8 (1.07)
Cu	(%)	66.0 (1.85)
Zn	(%)	7.9 (3.26)

Mn	(%)	46.2 (7.40)

The effect of the individual periods and cows on TTD values is shown in Table 3.

Table 3. ***Mean values of CPT (h) and TTD (s.e. values in brackets) of dry matter, ash and minerals in individual periods and for individual cows (%)***

Item	Period		Cow	
	1	2	1	2
CPT	36.2 (5.84)	36.0 (5.87)	29.5 (3.28)"	42.7 (6.36)[11]
DM	67.6 (1.28)	67.6 (0.96)	70.0(1.27)	68.2 (0.90)
Ash	87.1 (0.77)	85.7 (0.62)	86.6 (0.58)	86.2 (0.90)
Ca	78.5 (1.44)	77.5 (1.93)	76.5 (1.62)	79.5 (1.53)
P	94.9 (0.22)	94.4 (0.33)	94.6 (0.38)	94.7 (0.20)
K	99.4 (0.08)	99.3 (0.14)	99.3 (0.12)	99.5 (0.11)
Mg	96.0 (0.30)	95.7 (0.46)	95.6 (0.46)	96.1 (0.25)
Cu	88.2 (4.69)	87.9 (2.03)	87.2 (4.76)	88.9 (1.79)
Zn	74.9 (2.30)	80.7 (1.71)	77.0(2.12)	78.5 (2.62)
Mn	58.2 (4.56)	74.9 (4.24)	68.0 (5.58)	65.1 (5.88)

Means in the same factor with different superscripts differ ($P < 0.05$)
CPT - capsule passage time, TTD - total tract digestibility.

As there were only small differences between capsule passage times (CPT) in periods 1 and 2 (36.2 vs. 36.0 h), no differences between the values of total tract digestibility of ash and minerals in periods 1 and 2 were expected. This assumption was confirmed in most cases. Larger, but not yet significant differences were found only with Zn, and especially Mn (58.2 vs. 74.9%). A significant difference($P < 0.05$) was found between CPT of cow 1 and 2 (29.5 vs. 42.7 h). This difference was probably caused by individual variability of animals and surpris ingly enough this finding had no influence on TTD of minerals, small differences were determined ($P > 0.05$) for Ca only (76.5 vs. 79.5%).

The highest effect on TTD of minerals was found in the area of passage time of capsules through the digestive tract, which is expressed for the individual time sections (Table 4). The differences between CPT of all individual time sections were significant ($P < 0.05$). A significant level ($P < 0.05$) was also achieved in the area of TTD values of ash and Ca obtained in time sections 1 and 3.

Table 4. ***Mean values of CPT (h) and TTD (s.e. values in brackets) of dry matter, ash and minerals in individual time sections and total means of digestibility (%)***

İtem	Time sections			Total average
	1	2	3	
CPT	24.5 (1.96)"	33.3 (2.93)[11]	50.4 (6.64)'	36.1 (0.49)
DM	64.8 (0.60)[1']	67.7 (0.92)	70.3 (0.18)[11]	67.6 (0.25)

Ash	84.8 (0.58)"	86.4 (0.28)	88.0 (0.84)[11]	86.4 (0.17)
Ca	73.8 (1.28)"	78.0(1.02)	82.1 (O^)[11]	78.0 (0.33)
P	94.5 (0.33)	95.0 (0.22)	94.5 (0.50)	94.6 (0.19)
K	99.3 (0.11)	99.3 (0.18)	99.6 (0.10)	99.4 (0.06)
Mg	95.3 (0.60)	96.2 (0.44)	96.1 (0.26)	95.8 (0.35)
Cu	83.7 (6.34)	88.4 (3.37)	92.0 (1.44)	88.0 (2.02)
Zn	74.3 (1.65)	76.7 (3.32)	82.3 (1.98)	77.8 (0.70)
Mn	56.6 (4.36)	65.1 (6.82)	77.9 (4.94)	66.5 (1.85)

Means in the time sections 1, 2 and 3 with different superscripts differ ($P < 0.05$) CPT - capsule passage time, TTD - total tract digestibility

On the contrary, negligible differences were found with minerals P, K and Mg, where the TTD values exceeded 94%. Relatively high and logical differences were found with all microminerals, but the variability increased with Zn, Cu and Mn (s.e. values varied between 1.44 and 6.82), which was the reason why the significant level was not achieved ($P > 0.05$).

Total average values of TTD of the minerals are presented in Table 4. Above 90% TTD value was found with P (94.6%), K (99.4%) and Mg (95.8%). The lowest value was determined for Mn (66.5%).

Le Doux and Martz (1991) found that 34.6% of Ca was washed from alfalfa hay with water, Emanuele and Staples (1990) mentioned the percentage of 46.7%, Joblin (1990) measured 33.8% of dissolved Ca in the rumen liquid. These values are slightly over our value (31.3%). Emanuele et al. (1991) evaluated TTD of Ca alfalfa hay using the mobile nylon bag method and their trials resulted in 91.0%. Using the nylon capsule method has resulted in our 78.0 %. We can see that our value is closer to the following values resulting from the use of the nylon bag method. Emanuele and Staples (1990) reported 59.3%, Le Doux and Martz (1991) 74.1%.

We found the high solubility of P and Mg in water (above 70%). Ledoux and Martz (1989) using in vitro method, reported 87 and 89%. Our TTD values of P and Mg (94.6 and 95.8%, respectively) were similar to the values found by Emanuele et al. (1991) using the mobile bag method with alfalfa hay (97.6 and 95.4%', respectively). The nylon bag method has resulted in the following values presented in literature (for P and Mg, respectively): 85.1 and 95.2% (Emanuelle and Staples, 1990), 74.3 and 93.5% (Le Doux and Martz, 1991) and 83% (Mg only) determined by Playne et al. (1978). As we can sec, while our P values were a little lower, the Mg values were comparable even to the literature data achieved by means of the nylon bag method, which means incubation in rumen only.

The highest solubility was found with K (98.4%'). Other authors also mentioned high values of this parameter with the alfalfa hay. According to Emanuele and Staples (1990) it was 98% within 2 h. Playne et al. (1978) using the nylon bag method reported 97%, while the use of the same method resulting in 99.9% was reported by Emanuele et al. (1991).

According to Joblin cf a!. (1990) only a small amount (15.9%) of the micromineral Cu was found in the rumen liquid phase of wethers fed alfalfa hay. We have found that 66.0% of Cu was washed from alfalfa hay. This value is closer to that mentioned by Emanuele and Staples (1990), who found 88.9%. solubility of alfalfa Cu in water. Using the nylon capsule

method we have obtained 88.0%' TTD. This is less that was achieved by Emanuele and Staples (1990) with the nylon bag method (92.9%).

Solubility of Zn from alfalfa hay is generally low, our value of 7.9% is in agreement with those mentioned in literature, which are below 26% (Johlin et al., 1990;

Emanuele and Staples, 1990). TTD value (77.8%) is similar to that obtained by Emanuele and Staples (1990) using the nylon bag method (79.4%).

We have found only a single literature value in Mn. Joblin et al. (1990) reported low Zn solubility in rumen liquid (15.1%), which was 46.2% in our case (in water).

While the highest mineral wash-off values for alfalfa hay samples were found with K and Mg, the lowest values were found with Ca and Zn. Significant effect ($P < 0.05$) of the passage time on total tract digestibility was found with the ash and Ca, negligible differences were determined with minerals P, K and Mg. High but not significant differences ($P > 0.05$) were obtained with Zn, Cu and Mn total tract digestibility. When our results were compared with the literature data on alfalfa hay minerals TTD, our value of Ca TTD was found slightly lower, while a good agreement was obtained with P, Mg and K. Our values of Cu and Zn TTD were close to the literature data obtained by the nylon bag method, and as for Mn, there is a lack of information in literature.

Acknowledgements

The authors would like to thank L. Polakova, M. Bzduchova, M. Fojtikova, V. Hiavacek, M. Jelmkova, J. Kriz, A. Kvapilova, Z. Lastovickova and M. Richter for their assistance in the research, and we would like to remember the researchers J. Dedek and B. Venci, who provided the basis for this work.

REFERENCES

1. AOAC (Association of Official Analytical Chemists), 1984. Official Methods of Analysis, 14th ed. AOAC, Washington, DC. 1141 p.
2. Corio N. N.: Pat. U.S.A. 3934584. Balling gun. 27. 6. 1976.
3. Emanuele S. M., Staples C. R. 1990. Ruminal release of minerals from six forage species. J. Anim. Sci., 68: 2052-2060.
4. Emanuele S. M., Staples C. R., Wilcox C. J. 1991. Extent and site of mineral release from six forage species incubated in mobile dacron bags. J. Anim. Sci., 69: 801-810.
5. Flachowsky G., Gain M. 1992. Influence of type of diet and incubation time on major elements release in sacco from Italian ryegrass, untreated and ammonia-treated wheat straw. Anim. Feed Sci. Tech., 36: 239-254.
6. Flachowsky G., Griin M., Polzin S., Kroneman H. 1994. In sacco dry matter degradability and Ca, Mg and P disappearance from Italian ryegrass, alfalfa hay and wheat straw in sheep and goats. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr., 77: 57-64.
7. Joblin K. N., Lee J. 1990. Movement of nutrient and non-nutrient elements in the liquid phase in sheep rumen. J. Anim. Sci., 68: 2067-2074.
8. Kabaija E., Smith 0. B. 1988. The effect of age of regrowth on content and release of manganese, iron, zinc and copper from four tropical forages incubated in sacco in rumen of sheep. Anim. Feed Sci. Tech., 20: 171-176.

9. Le Doux D. R., Martz F. A. 1989. In vitro determination of mineral solubility from forages. J. Dairy Sci., 72: 272-273.
10. Le Doux D. R., Martz F. A. 1991. Ruminal solubilization of selected macrominerals from forages and diets. J. Dairy Sci., 74: 1654-1661.
11. Martz F. A., Belo A. T., Weiss M. F., Belya R. L. 1990. The absorption of calcium and phosphorus from alfalfa and corn silage when fed to lactating cows. J. Dairy Sci., 73: 1288-1295.
12. Playne M. J., Echevaria M. G., Megarrity R. G. 1978. Release of nitrogen, sulphur, phosphorus, calcium, magnesium, potassium and sodium from four tropical hays during their digestion in nylon bags in the rumen. J. Sci. Food Agr., 29: 520-526.
13. Reid R. L., Templeton W. C., Ranney T. S., Thayne W. V. 1987. Digestibility, intake and mineral utilization of combinations of grasses and legumes by lambs. J. Anim. Sci. ,64: 1725-1734.
14. Schiemann R. 1981. Methodische Richtlinien zur Durch-fuhrung von Verdauungsversuchen fur die Futterwert-schatzung. Arch. Tierernahr., 3J: 1-19.
15. Svozil B., Trinacty J., Richter M. 1998 Digestibility of structural saccharides of alfalfa hay hemicellulose determined by a nylon capsule method. Czech J. Anim. Sci., 43: 71-76.
16. Thielemans M. F., Francois E., Bodart C., Thewis A. 1978. Mesure du transit gastrointestinal chez le pore a 1'aide des radiolanthanides. Comparaison avec le mouton. Ann. Biol.-Paris, 18 (2A): 237-243.
17. Trinacty J., Svozil B., Simek M. 1995. Digestibility evaluation of neutral sugars from hemicellulose of alfalfa hay by nylon capsule method. In: IV Int. Symp. on the Nutrition of Herbivores, Clermont-Ferrand, Ann. Zootech., Suppl. 44: 189.
18. Trinacty J., Simek M., Homolka P. 1999. Nylon capsule method and alfalfa hay crude protein digestibility evaluation. Anim. Feed Sci. Techn., 79, 1999: 269-278.
19. Van Eys J. E., Reid R. L. 1987. Ruminal solubility of nitrogen and minerals from fescue and fescue-red clover herbage. J. Anim. Sci., 65: 1101-1112.
20. Van Soest P. J., Robertson J. B., Lewis B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci., 74: 3583-3597.

THE EFFECT OF RAPE CAKES IN FEED MIXTURES ON THE CONTENT PARAMETERS OF COW MILK

M. Simek, M. Sustala, D. Vrzalova, J. Trinacty
Research Institute of Animal Nutrition, s.r.o., Pohorelice, Czech Republic

The objective of this work was to define the effect of cold pressed and hot pressed rape cakes in dairy cow feed on the content and yield of the basic milk components. The assessment was based on data obtained by the project of the National Agency for Agricultural Research (No. 7013 "Research into the Relationship between the Content of Rapeseed Feeds in the Assortment of Feed Mixtures for Dairy Cows and their Performance, Economy of Production and Composition of Milk").

As a result of an increased production of rapeseed in the Czech Republic the oil processing industry produces a large amount of rapeseed feed elements. In addition to the traditional rapeseed meal and hot pressed rape cakes, the production of cold pressed rape cakes has increased recently

in relation to the growth of rape processing outside the food industry. This has brought about a chance to replace a significant proportion of soybean protein in feed mixtures for dairy cows by rapeseed feeds. However, besides the question of the economy of such a substitution, there is a question how the change would affect milk composition.

Rapeseed meal has recently been the most common rapeseed component of the feed of dairy cows. The comparison of rapeseed and soybean meal has shown that after the substitution of the latter by the former the energetic value of the feed mixture remained within an acceptable range. The content of crude protein in rape-seed meal and cakes was lower. The biological nutritive value of the meal and the cakes was defined by the sum of essential amino acids. The index of the sum of essential amino acids in rapeseed meal "00" and cakes was 78.07 and 63.31, respectively (for soybean meal 100%) (Lichvar, 1997). Traditional formulations for complementary feed mixtures for dairy cows usually contain up to 15% of rapeseed meal (Zeman et al., 1998). There is still a considerable mistrust in rapeseed feed despite its high nutritive value, which is even more true about rape cakes.

Numerous trials focusing on rapeseed meal have proved that even with regard to the content of anti-quality components a higher proportion of rapeseed meal in the diet can be recommended without any significant negative effects on the health state, reproduction and performance of cows (Zech, 1995; Gutzwiller, 1996). No significant negative effects were observed in milk fat and protein content and milk yield reported by various authors dealing with rapeseed meal "00" in the diet of dairy cows with regard to their performance (Zech, 1995), 30% of rapeseed meal in feed mixtures for lac-tating cows (Munger, 1996), 70% of rapeseed meal in the protein concentrate of feed mixture, average daily intake of rapeseed meal 1.4 kg/head (Eyer, 1996), average daily intake of rapeseed meal 2.0 kg/head). As for the proteins, Zech (1995) even found a significant increase in their content in milk.

The assessment of rapeseed feed cannot be confined to anti-quality components and their content only, though. There are also the above-mentioned differences in the value and digestibility of nutrients and the amino acid composition. Comparisons of the nutritive value and chemical composition of rape cakes and rapeseed ,,00" meal have shown better digestibility of nutrients (crude fibre in particular) of the rape cakes, their higher proportion of usable lysine and their higher nutritive value resulting from a higher fat content and better digestibility of the cake nutrients. Regarding the differences in the nutritive value of different rapeseed feeds a parallel can be drawn between the effect of a higher proportion of rape cakes on the performance of dairy cows and that of full-fat rapeseed meal. Trials with higher proportions of full-fat rapeseed meal "00" (rape seed "00") in feed mixtures for dairy cows, in comparison to the results of the above experiments with rape-seed meal, yielded the following different conclusions:

In LVVG (1993) a significant reduction of the fat content in milk, an inclination towards a lower protein content and a higher milk yield were observed (with 15% of rapeseed in the mixture for lactating cows, or 1.3 kg/head/day). Jahreis et al. (1996) reported a significant decrease of the fat

and protein content in milk and a significant increase in milk yield (1.0 kg/head/day of rapeseed).

According to available literature, the way how the feed mixtures with a higher proportion of rape cakes affect milk composition and performance of dairy cows is comparable to the results of trials with rape seed "00" (full-fat rape seed meal). Pajtas et al. (1995) detected a significant increase of milk yield in trials with cold pressed rape cakes, but no significant changes in the fat and protein content (the average consumption of rape cakes was 1.46 kg/head/day), Jahreis et al. (1996) reported a significant reduction of fat and protein in milk when the diet contained 2.50 kg/head/day of cold pressed rape cakes, together with a significant increase in dairy cows' performance, LVVG (1995) performed their own trials with dairy cows and daily intake of 1.7 kg/head of cold pressed rape cakes (or 30% of rape cakes in the mixture for dairy cows), finding no significant changes in the fat or protein content in milk nor in milk yield. Part of Jahreis's et al. trial (1996) was application of a half of the usual portion of rape cakes (1.25 kg/head/day), which did not confirm the significant change in the dairy cows' performance resulting from the first part of the trial.

The comparable literature results mentioned above show that an increased proportion of rape cakes in feed mixtures can result in a slight reduction of fat and protein content in milk on the one hand, and on the other in increased milk yield. Despite this, such a comparison of the effects of higher proportions of rape cakes in feed mixtures for dairy cows is by no means unambiguous. As for the changes in the composition of milk the authors mostly concentrate on the fat component (regarded from the angle of changes in the fatty acid composition of milk fat) and less on the protein content. Our trial focused on investigations into the effect of higher proportions of rape cakes in feed mixtures for dairy cows, giving more weight to the total content of milk proteins and casein.

The trial was performed on fifteen dairy cows of Czech Pied cattle (or rather F_1 generation of Czech Pied x Montbeliard), individually stabled. The test animals were selected according to their live weight and performance. According to the Vebster classification the cows were classified 3 at the beginning of the trial, which means a good state of nutrition. The basic diet was based on corn silage (with 33.4% of dry matter) and alfalfa hay. The composition of the proposed feed mixtures and their nutritive values are summarised in Table 1. The dosage of mixtures for milk yield exceeding the usual performance of the basic diet was 0.45 kg per 1 kg of milk. Residues of feed were weighed and recorded daily. In the course of the trial laboratory analyses of the feed were performed in regular intervals. The amount of milk from the test animals was recorded daily. Samples of milk were extracted on the 50th, 70th, 100th, 130th, 160th, 200th, 250th, 270th and 305th day after calving and the content of solids, fat, total proteins, casein, and milk density were measured. Dry matter was determined by weighing, fat was determined using the acidobutyrometric method (according to Gerber), casein was determined by the Pfeif-fer method (Czech Commercial Standard No. 57 0530), protein content was determined by titration (protein titre of milk). The proposed feed mixtures were based on barley, corn, wheat, oats and protein components (flax,

soybean meal, cold pressed rape cakes 15.82% fat/DM, and hot pressed rape cakes 13.93% fat/DM). Rape cakes were obtained from rape oil production by cold pressing (feed mixture SI) and hot pressing at 105 °C (feed mixture S2). As for the minerals, the DOM 3 (Agricultural Cooperative at Moutnice) minerals and vitamin mix and feeding salt were used. The feed mixtures for dairy cows were designed as isonitrogenous (CP content 17%). Because of a higher proportion of fat in rape cakes the experimental mixtures showed higher energetic values than the control mixture (+0.28 MJ NEL for SI, +0.31 MJ NEL for S2).

Rape cakes were used in the experimental feed mixtures as replacement of a part of soybean meal. The proportion of soybean meal in the SO control mixture was 200 g/kg (Table 1).

Table 1. ***Ingredient and chemical formulation of the presented mixtures or lactating cows***

Ingredient	Mixture for lactating cows		
	SO	S1	S2
	% of DM		
Barley	15.0	15.0	10.0
Corn	35.0	35.0	30.0
Wheat	12.0	12.0	12.0
Oats	12.0	12.0	12.0
Flax	3.0	3.0	5.0
Soybean meal	20.0	5.0	3.0
Rapeseed cakes	0.0	15.0	0.0
Rapeseed expellers	0.0	0.0	25.0
MKP-DOM 3[0]	2.5	2.5	2.5
Feeding salt	0.5	0.5	0.5
Total	100.0	100.0	100.0
Chemical analysis	SO	S1	S2
		g/kg	
DM	880.00	890.00	880.00
CP	172.00	170.00	169.00
PDIN	118.95	108.87	127.35
PDIE	118.09	104.34	106.27
Ca	4.96	4.54	4.93
P	5.40	5.45	5.96
NEL, MJ	7.05	7.33	7.36

[1)]calcium 162.5 g/kg, phosphorus 34.7 g/kg, sodium 39.0 g/kg, magnesium 74.9 g/kg, zinc 193 mg/kg, manganese 216 mg/kg, iron 542 mg/kg, cobalt 20 mg/kg, iodine 20 mg/kg, vitamin A 17 500 i.u./kg, vitamin D 3 500 i.u./kg, vitamin E 40 mg/kg .

In the S1 feed mixture with cold pressed rape cakes 75% of soybean meal was replaced by the cakes. The average daily intake of rape cakes in S1 was 0.67 kg/head, which resulted in the daily intake of 106 g/head/day of rape oil. In the S2 feed mixture with hot pressed rape cakes, 85% of soybean meal was replaced by the cakes. The average daily intake of rape cakes in S2

was 1.09 kg/head, which resulted in the daily intake of 152 g/head/day of rape oil. The average daily dry matter intake was 20.17 kg/head for SO, 20.84 kg/head for Sland 20.56 kg/head for S2 (Table 2).

Table 2. ***Average daily nutrient intake from the diets***

Group	DM	CP	NEL	PDIN	PDIE	Fat		CF
	Kg	kg	MJ	Kg	kg	kg	% DM	kg
SO	20.17	2.65	121.99	1.69	1.74	0.61	3.03	4.32
S1	20.84	2.68	127.77	1.72	1.75	0.73	3.52	4.45
S2	20.56	2.76	125.90	1.78	1.73	0.70	3.43	4.46

For the average values of the content and yield of fat, proteins, casein, non-fat solids and solids see Table 3. The fat content in milk yielded after application of S 1 and S2 was virtually identical (4.36% and 4.34%, respectively) and did not differ from the control group either (SO 4.33%) ($P > 0.05$). In both experimental groups there was a trend towards higher daily yield of milk fat, namely +45 g with SI and +69 g with S2 ($/^3 > 0.05$).

Table 3. ***Average milk composition and production of milk components***

Characteristics		SO		S1		S2	
		Mean	s.e.	mean	s.e.	mean	s.e.
Protein content	(%)	3.29	0.04	3.19	0.03	3.22	0.03
Protein yield	(g/d)	573.38	24.09	590.52	16.81	617.92	23.86
Casein content	(%)	2.91^{A}	0.04	2.71^{B}	0.03	2.74^{B}	0.03
Casein yield	(g/d)	505.69	21.07	500.88	12.81	526.07	21.13
Casein / Protein	(%)	0.88^{A}	0.01	0.85^{B}	0.01	0.85^{B}	0.01
Fat content	(%)	4.33	0.09	4.36	0.09	4.34	0.06
Fat yield	(g/d)	757.75	31.53	802.66	23.36	826.96	33.23
Solids content	(%)	13.80	0.14	13.74	0.16	13.82	0.11
Solids yield	(g/d)	2 409.39	99.93	2 542.66	68.38	2 622.76	102.82
Solids-non-fat	(%)	9.47	0.09	9.38	0.11	9.49	0.09
Solids-non-fat yield	(g/d)	1 653.10	70.79	1 739.25	49.41	1 822.47	74.17

^{A,B} Treatment means of rows differ significantly ($P < 0.01$)

Fig. 1 shows the dynamics of milk fat content and daily yield in the form of a flow chart.

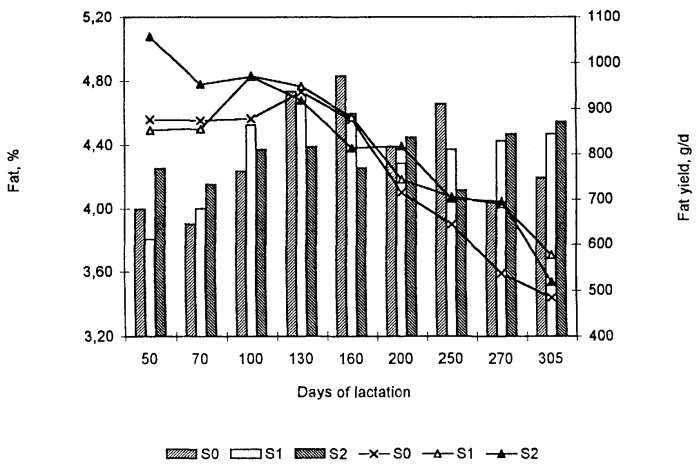


Fig. 1. Dinamics of milk fat content (bar chart) and Fat yield (line cyart)

A higher fat content in diets has negative effects on ruminal fermentation and lowers microbial activity, which results in decreased digestibility of crude fibre and organic matter and changed ratio of propionic and acetic acid (Sommer, 1997). Acetic acid is the main precursor of milk fat in the milk gland. Acetic acid is produced in the rumen from structural saccharides in the course of rumen fermentation, or results from beta oxidation of fatty acids in fat tissues of dairy cows (Kudrna et ul., 1998). A lack of milk fat precursors can also result in a decreased fat content in milk. Very high proportions of rapeseed feed (rape cakes and rape seed itself) can have a negative effect on fat content in milk. In a trial with dairy cows Pajtas et al. (1993) replaced one third of the grain in a feed mixture by cold pressed rape cakes with oil content of 15.5%. For the average daily rape cakes consumption of 1.46 kg/head/day they did not find any significant changes in the content of fat, proteins and lactose. On the contrary, Jahreis et al. (1996), who replaced 2.50 kg of feed mixture by rape cakes (with fat content of 16.0%), found a significant reduction of milk fat and protein content in milk. A similar result was achieved in the second part of the same trial, where 1 kg of full-fat rapeseed meal was used instead of the cakes. The effect of additional lipids on fat content in milk was not constant. Doreau and Chilliard (1992) suggested that it depended on an increase in the concentration of long-chain fatly acids in the diet and a decrease in the synthesis of medium- and short-chain fatty acids in the milk gland. However, there is a general trend of additional lipids lowering milk protein content, and especially casein content.

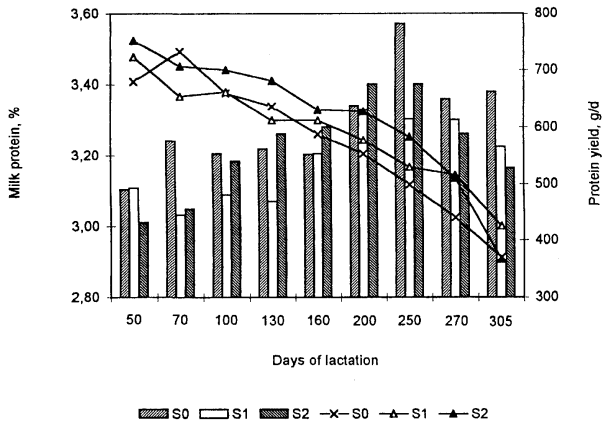
In our trial the intake of rapeseed feed linked with the intake of rape oil (Table 4) in the course of lactation did not probably reach the level which is able to affect the milk fat content. This partly corresponds to some of the published analyses of effects of rape cakes inclusion in the feed of dairy cows. See for example LVVG (1995) (average daily intake of cakes 1.75 kg/head), Jahreis et al. (1996) (the trial variant with 1.25 kg/head of cakes), and Lossmann et al. (1996) (a trial with 15% of rape cakes in the mixture). In none of the above trials any significant effect on fat content has been reported.

Table 4. ***Average daily intake of feed mixtures (kg DM/head)***

Group	Mixture intake	Fat intake	Rape feed intake	Rape oil intake
SO	4.10	0.144	0	0
SI	4.47	0.257	0.67	0.106
S2	4.37	0.235	1.09	0.152

There was a trend towards a certain decrease in protein content in the milk of the experimental dairy cows (Table 3). With the control group the average protein content was 3.29%. With the SI group (cold pressed rape cakes) the protein content was 3.19%, i.e. 0.10% less than in the control group, which was statistically insignificant. A similar result was found with the S2 group (hot pressed cakes), where the average content was 3.22%, i.e. 0.07% less than in the control group (P = 0.0671). The trend towards a lower protein content, however, did not manifest itself in the lower protein yield of either of the experimental groups. Rather to the contrary, the protein yield was higher with both groups, that is to say by 17.13 g/head/day with SI and by 44.53 g/head/day with S2, even if still statistically insignificant (P > 0.05). Fig. 2 shows the dynamics of protein content and yield in the form of a flow chart. A trend towards a continuous increase in protein content up to days 200-250 of the trial is evident from the flow chart. Then the protein content kept decreasing.

Fig.2. Dinamics of milk protein (bar chart) and protein yield (line chart



A decrease in a protein and fat content is sometimes explained as the effect of high intake of rape oil on nutrient digestibility in the fore-stomach of dairy cows (Munger, 1998; Jahreis et al., 1996; and others). The extent of this effect depends on the kind of bulky feed used, on the proportion of easily fermenting saccha-rides, and on the sort of fats and fatty acids used. A good example could be two trials with comparable intakes of rape cake oil (LVVG, 1995 - 444 g/head/day in average, and Jahreis et al., 1996 - 400 g/head/day of rape oil). Although in the case of LVVG the oil intake from the cakes was 11% higher, no significant decrease in fat or protein content was observed, and even a trend towards a certain increase in fat and protein content was found. The main difference between the two trials lay in the composition of the basic diet, which, in the case of the LVVG trial, contained grass silage, and mangel in one of the trial groups, in addition to corn silage and hay.

In the course of our trial it was not only total protein content in milk but also casein content that was measured (see Table 3). The average casein content measured in the SO control group was 2.91%, which made 88.40% of the total protein content. The average casein content value found with the S 1 group (rape cakes) was 2.71%, which was 0.20% less than in the control group. This difference was therefore statistically significant ($P < 0.01$). The proportion of casein in the total protein content decreased by 3.53% with the SI group (to 84.87%) ($P < 0.01$). A statistically significant decrease in casein content was also found with the S2 group, where the average casein content was 2.74% (-0.17%; $P < 0.01$). The proportion of casein in the total protein content was identical with the SI group (84.87%), which was significantly 3.53% less than in the control group ($P < 0.01$). With the SI group the average daily yield of casein was nearly identical with the control group (501 vs. 506 g/head/day; $P > 0.05$). With the S2 group the average daily yield of casein was slightly higher than with the control group (+19.96 g/head/day; $P > 0.05$). Fig. 3 showing the dynamics of casein content and yield in the form of a flow chart shows a clear trend towards a lower casein content in the milk yielded by groups SI and S2 during the lactation period, together with a trend towards a higher casein yield with S2.

Biological value of rape cakes and meal on the basis of lysine and methionine content and sum of ten essential amino acids (EAA) was defined by Sommer (1997), using an index of the EAA sum and the biological value of soybean meal (index 100%). His investigation resulted in the EAA index of 78.07 for rapeseed meal and 63.31 for rape cakes. With the assumption of a negative impact on ruminal fermentation and a decrease in micro-bial activity resulting in lower production of microbial proteins as the basic source of metabolisable amino acids, the biological value of protein feeds becomes significant.

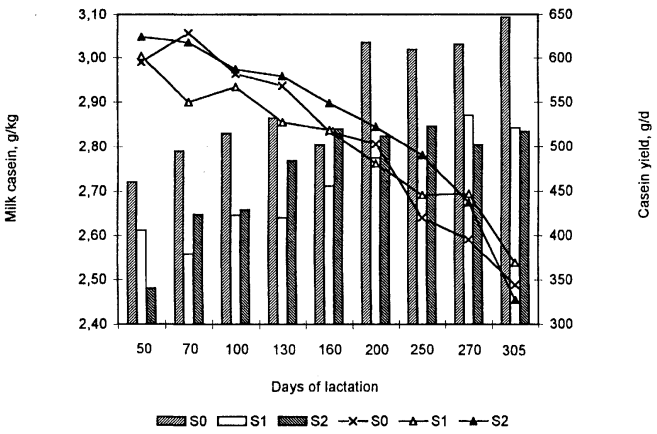


Fig. 3. Dinamics jf milk casein contentn (bar chart) and casein yield (line chart)

The amount and composition ofmciabolisable amino acids depend on the amount and composition of non-degraded protein of the feed actually digestible in the small intestine. Effective degradability of crude protein in rape cakes and meal was defined using in succo method by Sommer et al. (1993). The crude protein degradability was nearly identical for both rapeseed feeds (83.6 vs. 83.9). However, intestine digestibility of crude protein (measured by the enzymatic method) in rape cakes was lower by a half in comparison with rapeseed meal (31.2 vs. 59.5). Regarding solubility of crude protein, cold-pressed rape cakes show a disadvantage not only in comparison with soybean meal but also in comparison with rapeseed meal.

Another important indicator assessed in this trial was non-fat solids (see Table 3). While the average values of non-fat solids in milk were nearly identical with SO and S2, with SI the value was lower by nearly 0.10% ($P > 0.05$). Also a statistically insignificant difference occurred in dry matter content in SO, SI and S2. Fig. 4 showing the dynamics of the content and yield of non-fat solids during lactation in the form of a flow chart documents an obvious trend towards a higher yield of non-fat solids in groups SI and S2 in comparison to the control group. After the evaluation of the average daily yield of non-fat solids against the control group the difference proved to he statistically insignificant ($P > 0.05$).

In a trial performed on 15 dairy cows of Czech Pied cattle feed mixtures for lactating cows with a high proportion of oil cakes from different types of rapeseed pressing (cold pressing and hot pressing) were assessed (mixture SI with 15% of rape cakes from cold pressing, mixture S2 with 25% of rape cakes from hot pressing, against control mixture with 20% of soybean meal). One of the objectives of the trial was to assess the effect of experimental mixtures on the composition of milk, especially from the viewpoint of fat, protein, casein, solids and solids-non-fat content.

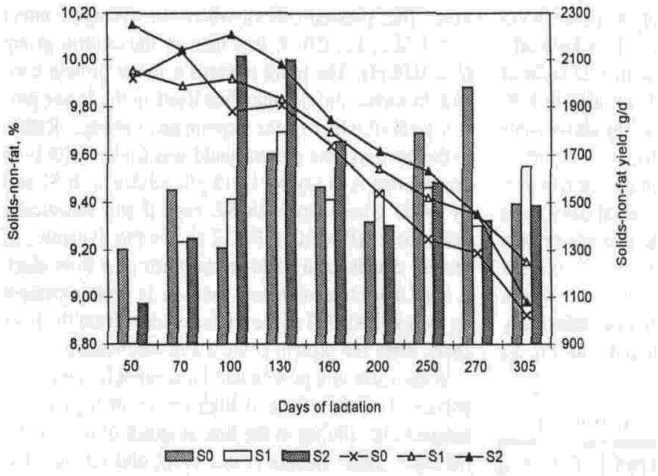


Fig. 4. Dinamics of content (bar chart) and yield of non-fat solids (line chart)

The content of milk fat was nearly identical for both experimental groups and control (4.33% for the control group, 4.36% for SI, and 4.33% for S2). The fat yield was higher for the experimental groups than for the control group (+44.9 g/day with SI, +69.19 g/day with S2, $P > 0.05$). The experimental groups tended to show lower proportions of proteins (-0.10% with SI, -0.07% with S2, $P > 0.05$), these differences were statistically insignificant. The yield of proteins was 591 g/day for SI, 618 g/day for S2 and 573 g/day for the control group ($P > 0.05$). In a direct relation to the total content of proteins both experimental groups showed a statistically significant reduction in the content of casein (-0.20% with SI and -0.17% with S2, $P < 0.01$). The casein yield was 501 g/day for SI, 526 g/day for S2 and 506 g/day for the control group ($P > 0.05$). The proportion of casein in the total protein content in milk was assessed, and equal results for both experimental groups and a statistically significant reduction in comparison to the control mixture were found (-0.03 with SI and S2 equally, $P < 0.01$). Neither the content nor the yield of solids and non-fat solids in milk were significantly affected by the tested components.

REFERENCES

1. Biro D., Pajtas M. 1993. Vplyv rozdielnych davok repko-vych vyiiskov na stravitetnost' zivi'n u preziivavcov. In: Vyroba a vyuzitie novych krmiv, krmnych zmesi, koncen-tratov a premixov vo vyzive hospodarskych zvierat, Vys-kumny ustav krmivarsky v Ivanke pri Dunaji, 3.-4. no-vembra: 167-171.
2. Doreau M., Chilliard Y. 1992. Effect of lipid supplementation of rations for dairy cows on milk quality. Produc-tions-Animales, 5: 103-111.
3. Eyer H. (1996): Rapsextraktionsschrot-Einfluss auf Milch-qualitat. Agrarforschung, J. Swiss Agric. Res., 3: 232-233.
4. Gutzwiller A. 1996. Einwirkungen von rapsinhaltsstoffen auf den Organismus. Agrarforschung, J. Swiss Agric. Res., 3: 204-207.
5. Jahreis G., Steinhart H., PfaIzgrafA., Flachowsky G., Schone F. 1996.Zur Wirkung von Rapsolfutterung an Milch-kuhe auf das Fettsaurenspektrum des Butterfettes. Z. Er-nahrungswiss., 35: 185-190.
6. Kudrna V. et al. 1998. Produkce krmiv a vyziva skotu. Praha, Agrospoj. 362 p.
7. Lichvar I. 1997. Biotechnologicke a ekonomicke aspekty vyuzitia extrahovanych srotov a vyiiskov v krmnych zme-siach pre hospodarske zvierata. Krmivarstvi (I): 13-15.
8. Lossmann J., Krasa A., Simek M. 1996. Repkove vyiisky a moznostjejich vyuziti ve vyzive dojnic. Zemed. Aktual. (8): 4-5.
9. LVVG 1993. Einsatz von Rapssaat in der Milchviehfutte-rung. Staatliche Lehr, und Versuchsanstalt fur Viehhal-tung und Grunlandwirtschaft Aulendorf, Versuchsbericht Nr. 3.
10. LVVG 1995. Einsatz von kaltgepresstem Rapskuchen in der Milchviehfutterung. Staatliche Lehr- und Versuchs anstalt fiir

Viehhaltung und Grunlandwirtschaft Aulendorf, Versuchsbericht Nr. 1.
11. Munger A. 1996. Rapsextraktionsschrot in der Milchviehfutterung. Agrarforschung, J. Swiss Agric. Res., 3: 211-214.
12. Munger A. 1998. Rapspresskuchen in der Milchvichration. Agrarforschung, J. Swiss Agric. Res., 5: 105-108.
13. Pajtas M., Biro D., Lisa V. 1993. Repkove vyiisky vo vyzive dojnic. In: Vyznam krmnych doplnku a premixu ve vyzive zvirat, Ceske Budejovice: 79-82.
14. Podkowka Z., Cermak B., Podkowka W., Dorszewski P., Szterk P., Lad F. 1997. Vyzivna hodnota a chemicka skladba vyiisku a extrahovanych srotu ze semene repky 00. Krmivarstvi (I): 32-33.
15. Sommer A. 1997. Vyuzitie tukov a mastnych kyselin vo vyzive preziivavcov. Krmivarstvi (I): 40-41.
16. Sommer A., Chrenkova M., Ceresnakova Z. 1993. Vplyv fyzikalneho osetrenia repky, psenice a kukurice na bacho-rovu degradovatel'nost' a crevnu stravitel'nost' N-latok. In:
17. Vyroba a vyuzitie novych krmiv, krmnych zmesi, koncen-tratov a premixov vo vyzive hospodarskych zvierat, Vy-skumny ustav krmivarsky v Ivanke pri Dunaji, 3.-4. novembra: 58-64.
18. Zech K. 1995. Zum einsatz von Rapsextraktionsschrot in der Milchkuhfutterung. Tierarztl. Umschau, 50: 46-52.
19. Zeman L., Klecker D., Lichovnikova M. 1998. Repka -vyuziti u monogastrickych zvirat. Krmivarstvi' (5): 17-31.

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ НОРМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО И ПРОТЕИНОВОГО ПИТАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

А.П.Калашников, В.В.Щеглов
ВНИИ животноводства

В своем докладе мы будем говорить не только о нормах энергетического и протеинового питания животных, но и о проблемах оценки питательности кормов. Эти вопросы взаимосвязаны. Необходимо, прежде всего, установить, что следует понимать под питательностью корма? Это исходная позиция для многих рассуждений. Под питательностью корма следует понимать свойство корма удовлетворять природные потребности животных в пище - в питательных веществах и энергии.

В разных странах применяют различную систему оценки питательности кормов. В США оценивают питательность кормов по сумме переваримых питательных веществ и по чистой энергии. В Германии применяют энергетические кормовые единицы, выражающие чистую энергию в продукции крупного рогатого скота, свиней и птицы. В Великобритании питательность кормов определяют по обменной энергии, которую выражают в МДж по видам животных. В скандинавских странах за единицу питательности кормов был взят 1 кг

ячменя и по нему оценивали все остальные корма. При этом в расчет брали данные опытов по влиянию на продуктивность животных.

В нашей стране еще в 1922г по предложению профессора Е.А.Богданова за кормовую единицу был принят 1 кг овса среднего качества, обеспечивающий у откармливаемого вола отложение 150 г жира, что соответствовало 0,6 крахмального эквивалента по Кельнеру.

В середине XX века теория крахмальных эквивалентов подверглась серьезной критике. В раскрытии ошибочности этой теории особая роль принадлежит известному советскому ученому Н.И.Денисову. Если кратко сформулировать, то ошибочность теории О.Кельнера в оценке питательности кормов состояла в следующем. Кельнер без каких-либо оснований утверждал, что чистые вещества - жир, сахар, крахмал, белок, клетчатка и такие же одноименные вещества в различных кормах и смесях кормов, по питательности являются равноценными; питательность как чистых веществ, так и отдельных кормов является величиной постоянной и неизменной, одинаковой для всех животных, независимо от вида, возраста, характера и уровня продуктивности.

Американский физиолог Армсби предложил оценивать питательность кормов по величине чистой энергии. В чистую энергию включалась энергия продукции и энергия, используемая животным на поддержание жизни. Армсби предложил следующую схему энергетического баланса в организме животного (рис.1).

Рис.1. Схема энергетического баланса по Армсби

Нетрудно видеть, что схема Армсби неправильно отражает превращения энергии в организме. По этой схеме энергия, теряемая с кишечными газами (преимущественно с метаном) включена в энергию переваримых (всосавшихся) веществ. Это не соответствует

действительности. Энергия кишечных газов, также как и энергия в кале, должна минусоваться из валовой энергии корма, что позволяет более точно определить истинную энергию переваримых веществ. В схеме Армсби затраты энергии на усвоение корма необоснованно выделены отдельно, вне связи с общими затратами энергии на жизнеобеспечение организма, включая затраты на поддержание жизни и образование продукции. И совершенно необоснованно в чистую энергию корма включена не только энергия продукции, но и затраты энергии на поддержание жизни организма, что и послужило основанием для Армсби и его последователей чистую энергию считать мерилом оценки питательности кормов. Почему же чистую энергию нельзя считать мерилом оценки питательности кормов? Мы уже отмечали, что под питательностью корма следует понимать свойство корма удовлетворять природные потребности животных в пище - в питательных веществах и энергии. Как же может энергия продукции удовлетворять потребности животных к пище? Животное не потребляет и не использует для собственного питания произведенную им продукцию и энергию в ней заключающуюся. Энергия в продукции может быть лишь мерилом оплаты корма продукцией, но никак не мерилом оценки питательности корма. Нами была уточнена схема энергетического баланса в организме животного (рис.2). Она более правильно отражает энергетические превращения, происходящие в организме.

*) Эта часть обменной энергии расходуется на поддержание жизни и образование продукции, на переработку и усвоение корма.

Рис.2. Уточненная схема энергетического баланса

В нашей схеме энергия кишечных газов, также как и энергия в кале, минусуется из валовой энергии корма, что позволяет более точно определить энергию переваримых веществ. Как видно из схемы (рис.2) не чистую, а обменную энергию организм животного использует для обеспечения своей жизнедеятельности и образования продукции. Следовательно, она, а не чистая энергия (энергия продукции) более правильно характеризует энергетическую питательность корма для животного.

Обменная энергия обеспечивает все затраты организма на производство продукции, включая затраты на поддержание жизни, обеспечение процессов, связанных с образованием продукции, с переработкой и усвоением корма, а также включает непосредственно энергию произведенного продукта. Первая часть затрат обменной энергии на работу организма по производству продукции в конечном итоге принимает форму тепла и может быть определена по разности: обменная энергия минус энергия в продукции. Условно назовем ее тепловой энергией.

Изучение в энергетическом балансе величины теплообразования исключает необходимость отдельного определения величины поддерживающего корма, к чему стремятся многие исследователи. Известно, что при поддерживающем кормлении животные не производят никакой работы и не дают никакой продукции, а в организме не происходят ни потери, ни отложения белка, жира, минеральных веществ. Баланс веществ и энергии нулевой.

Принято считать, что затраты корма на поддержание жизни являются величиной постоянной и зависящей, главным образом, от живой массы животного, а американские ученые Броди и Проктер величину поддерживающего корма связывают с живой массой животного в степени 0,75. Этот показатель, по их мнению, определяет количество килограммов активных тканей в организме. К сожалению и в наших институтах есть ученые, верящие в эту теорию об активных и неактивных тканях в организме и видят в этом важнейшую мудрость в науке о питании животных. Для них мы напомним слова великого физиолога И.П.Павлова. Он говорил: "Животный организм представляет собой крайне сложную систему, состоящую из почти бесконечного ряда частей, связанных как друг с другом, так и в виде единого комплекса с окружающей природой" (Павлов. Полн.собр.тр.,т.2).

Необходимо подчеркнуть, что понятие о затратах энергии на поддержание жизни необоснованно сужено и относится лишь к частным случаям в жизни животного, когда оно находится в состоянии нулевого баланса, совершенно не характерного для продуктивных животных. По существу надо говорить о затратах энергии на работу организма, производящего продукцию. И чем больше животное дает продукции - молока, прироста живой массы, механической работы, тем больше будут затраты энергии на работу организма. Работа организма и производство продукции - это единый процесс, который протекает одновременно.

Затраты энергии на поддержание жизни, так как они изложены в старых руководствах по кормлению сельскохозяйственных животных, необходимы при оценке питательности кормов и нормировании кормления по чистой энергии. Они являются атрибутом этой системы. По нашей концепции при оценке питательности кормов и нормирования кормления продуктивных животных по обменной энергии эти затраты в качестве самостоятельного критерия не нужны. Они включаются в общие затраты энергии на работу организма, производящего продукцию. Сюда также включаются затраты энергии на усвоение корма и образование продукции. Все эти затраты взаимосвязаны и определяются по величине тепловой энергии. Образование большого количества тепловой энергии при потреблении отдельных рационов свидетельствует о менее эффективном использовании обменной энергии, и указывает на то, что усвоение питательных веществ, а также использование их на синтез продукции происходит с повышенным напряжением работы организма и сопровождается увеличением расхода кормов на производство единицы продукции.

Для подтверждения сказанного приведем данные опыта, проведенного нами во ВНИИ кормления сельскохозяйственных животных по изучению энергетической ценности различных летних рационов. Были созданы три опытные группы коров на 2-3 месяце лактации. Животным 1-й и 2-й групп скармливали концентраты и в разных соотношениях зеленые корма и викоовсяный силос. Коровы 3-й группы силос не получали. Энергию кормов, молока, кала, мочи определяли в калориметре; энергию в метане - методом респирационных опытов. Тепловая энергия определена по разности обменной энергии и энергии в молоке. Результаты опыта приведены в табл.1.

Таблица 1. ***Энергетическая оценка летних рационов в опыте с дойными коровами (в среднем на 1 голову в день)***

Показатели	Группы коров		
	1-я	2-я	3-я
Съедено кормов, кг:			
кукурузы зеленой	23,9	23,3	39,2
люпина зеленого	26,7	42,1	46,4
викоовсяного силоса	20,0	10,6	-
смеси концентратов	6,2	6,0	6,5
Среднесуточный удой, кг	23,7	23,8	24,5
Энергетическая оценка рационов, МДж:			
валовая энергия	292,0	283,2	266,2
энергия кала	88,6	89,5	87,8
энергия метана	14,1	15,2	15,6
энергия переваримых веществ	189,3	178,5	162,8
энергия мочи	10,8	12,5	10,8
обменная энергия	178,5	166,0	152,0
Энергия в молоке, МДж	62,9	62,4	61,5
Тепловая энергия, МДж	15,6	103,6	90,5
В обменной энергии, в %			
энергия молока	35,2	37,6	40,5
тепловая энергия	64,8	62,4	59,5
На 1 кг молока затрачено, МДж			
обменной энергии	7,5	6,9	6,2
тепловой энергии	4,9	4,3	3,7

Энергия переваримых веществ в % от валовой без поправки на метан	69,6	68,4	67,0
Обменная энергия в % от валовой	61,1	58,6	5,1

Из приведенных данных видно, что летние рационы с викоовсяным силосом по ряду показателей имели некоторое преимущество по сравнению с рационом без силоса. У них несколько выше были коэффициенты переваримости питательных веществ (69,6 и 68,4% против 67%). Обменная энергия в процентах от валовой также была выше (61,1 и 58,6% против 57,1%). Однако, использование питательных веществ силосных рационов было сопряжено с большими усилиями организма, в результате чего у коров больше образовалось тепловой энергии, что привело к более высоким затратам как обменной энергии, так и тепловой энергии в расчете на 1 кг молока. Это говорит о том, что летние рационы с включением силоса используются менее эффективно, чем травяные рационы.

Сказанное не означает, что в летний период силос не нужно скармливать дойным коровам. В определенных условиях (засушливое лето, недостаток зеленых кормов) кормление коров силосом весьма эффективно и экономически оправдано. Проведенный опыт лишь показал, что питательные вещества силоса усваиваются дойными коровами с более высокими энергетическими затратами, чем питательные вещества зеленых кормов.

Почти сорок лет прошло с тех пор, как Пленум Отделения животноводства ВАСХНИЛ принял решение о переходе к оценке питательности кормов и нормированию кормления животных в энергетических кормовых единицах по обменной энергии, вместо овсяных кормовых единиц, исчисляемых по методу Кельнера в крахмальных эквивалентах, но решения это так и осталось не выполненным.

Это объясняется не только нашим неуважением к ранее принятым решениям, под которым стоят подписи наиболее авторитетных и уважаемых в нашей стране ученых в области кормления сельскохозяйственных животных, но и негласным сопротивлением отдельных ученых, оглядывающихся на западные страны, особенно на США, где питательность кормов оценивают по сумме переваримых веществ, а также по чистой энергии. В нормах определяют затраты корма на поддержание жизни, относя их к живой массе, возведенной в степень 0,75, то есть к количеству так называемых активных элементов в теле животных.

Мы до сих пор не завершили переход к энергетической кормовой единице (ЭКЕ) и измеряем обменную энергию при кормлении сельскохозяйственных животных в МДж, что вполне подходит при кормлении птицы и кроликов. Но, ведь не эти же животные являются главными потребителями кормов, производимых в сельском хозяйстве, и не по ним должна определяться величина энергетической кормовой единицы по обменной энергии. За энергетическую кормовую единицу (ЭКЕ) рекомендуется принимать 10 МДж обменной энергии. Такая единица удобна для сельскохозяйственной практики как при составлении рационов для животных, так и для учета производимых кормов в хозяйстве.

Следует рассмотреть еще один вопрос, который иногда возникает в дискуссиях по проблемам кормления сельскохозяйственных животных. Это вопрос о целесообразности нормирования азотистого питания жвачных животных по переваримому протеину. Некоторые ученые такое нормирование считают не нужным и предпочитают нормировать азотистое питание молочных коров по сырому протеину, в котором учитывают две его фракции - расщепляемую в рубце и нерасщепляемую, видя в этом шаг вперед в развитии науки о питании животных. С этим трудно согласиться. Дело в том, что в разных кормах, которыми кормят жвачных животных, переваримость сырого протеина значительно различается - от 15-20% в соломе озимых злаков до 75-80% в корнеклубнеплодах и концентратах. Совершенно очевидно, что нельзя считать сырой протеин этих кормов одинаково ценным в кормлении жвачных животных и в особенности молочных коров.

Включение в нормы кормления молочных коров потребности в нерасщепляемом протеине, безусловно, правильно, так как при этом будет повышаться переваримость этой части сырого протеина в тонком кишечнике, но заменять в нормах кормления переваримый протеин нерасщепленным протеином совершенно необоснованно. Нельзя считать нерасщепленный протеин равным по питательной ценности переваримому протеину, уже всосавшемуся в кровь через стенки пищеварительного тракта, тогда как нерасщепленному протеину предстоит это сделать в тонком кишечнике с какими-то потерями, так же как нельзя полагать, что расщепляемый в рубце протеин имеет низкую питательную ценность. Из этой части сырого протеина синтезируется высокоценный белок бактерий, который в дальнейшем поступает в тонкий кишечник и имеет высокую переваримость. Здесь следовало бы вспомнить об исследованиях И.С.Попова, Н.А.Шманенкова и других советских ученых об использовании карбамида в рубце жвачных для синтеза бактериального белка и тогда бы роль расщепляемого протеина в рубце представлялась бы в другом свете.

Отказ от нормирования азотистого питания животных по переваримому протеину по сути дела означает, что в науке о кормлении сельскохозяйственных животных отпадает нужда в знаниях о переваримых питательных веществах, так как переваримый протеин является важнейшей составной частью переваримых веществ. Кроме того, это неизбежно приведет к отказу от оценки питательности кормов и нормирования энергетического питания, животных по обменной энергии, так как в настоящее время обменную энергию можно определить только по переваримым веществам.

Учитывая современное состояние кормовой базы и дефицит в переваримом протеине для кормления сельскохозяйственных животных, требование об исключении показателя переваримого протеина из норм кормления молочных коров следует считать несостоятельным, а ссылку отдельных ученых на зарубежный опыт неубедительной. Предложение об исключении переваримого протеина из норм кормления сельскохозяйственных животных и предложение оценивать питательность кормов по субстратам

взаимосвязаны и направлены, по нашему мнению, на разрушение основных положений науки о кормлении животных.

Из всего сказанного вытекают следующие выводы по совершенствованию энергетического и протеинового питания сельскохозяйственных животных:

а) необходимо в Комитете по стандартам для оценки питательности кормов утвердить энергетическую кормовую единицу по обменной энергии (ЭКЕ), приняв в качестве эталона 10 МДж обменной энергии по видам животных, вместо овсяной кормовой единицы, исчисляемой по методу Кельнера в крахмальных эквивалентах. В специальных журналах широко осветить значение введения энергетических кормовых единиц для организации полноценного кормления сельскохозяйственных животных;

б) при переиздании справочника по нормам и рационам кормления сельскохозяйственных животных (3-е издание) исключить из норм потребность в кормовых единицах, а также оценку питательности отдельных кормов в кормовых единицах, оставив только показатели, выраженные в энергетических кормовых единицах (ЭКЕ);

в) в нормах кормления планируемую продуктивность животных выражать не только в килограммах продукции (молока, прироста живой массы и т.д.), но и указывать ее энергетическую ценность, что позволяет, зная потребность в обменной энергии, определять затраты тепловой энергии на производство продукции (по разности обменной энергии и энергии продукции). Определение величины затрат энергии на поддержание жизни в продуктивном животноводстве совершенно не нужно;

г) изучение потребности животных в энергии при разном уровне продуктивности и различном физиологическом состоянии проводить с учетом новой концепции энергетического баланса в организме животного;

д) в детализированных нормах отражать потребность жвачных животных в сыром и переваримом протеине, а также в нерастворимом протеине в преджелудках. По мере накопления экспериментальных данных включать в нормы потребность в незаменимых аминокислотах.

УСВОЯЕМОСТЬ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ КАК КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА РАЦИОНА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Н.В. Пристач
Госагроуниверситет, г. Санкт-Петербург-Пушкин

Пищеварение это сложный процесс последовательного гидролитического расщепления высокомолекулярных соединений, содержащихся в рационе (углеводы, жиры, протеины), до растворимых низкомолекулярных веществ под воздействием пищеварительных соков и ферментов, содержащихся в кормах или выделяемых микрофлорой пищеварительного тракта. В результате пищеварения пи-

тательные вещества, расщепляясь, теряют видовую специфичность, после чего они могут включаться в обмен.

На переваримость кормов оказывают влияние ряд факторов, связанных с видовыми и возрастными особенностями, генетическими различиями, спецификой кормления и содержания животных и, в частности, птицы. Различия в переваримости питательных веществ рациона у разных видов и возрастных групп птицы обусловлены особенностями строения и функций пищеварительной системы. Одним из важнейших факторов, оказывающих влияние на переваримость, является сбалансированность кормового рациона по всем элементам питания. Так, при полноценном кормлении переваримость питательных веществ у цыплят-бройлеров, по сравнению с использованием несбалансированных рационов, повышается на 5-10 %. Полноценность кормления благоприятно сказывается не только на переваримости, но и на использовании питательных веществ корма.

Изучая материал по усвояемости питательных веществ рациона цыплятами-бройлерами в зависимости от содержания ОЭ и питательных веществ в нем, можно отметить, что современная система оценки питательности комбикормов основывается на содержании в комбикормах ОЭ и комплекса питательных и биологически активных веществ. Более объективное представление о питательности комбикорма дает знание о количестве содержащихся в нем питательных веществ, которые будут усвоены организмом. Одним из важнейших факторов, оказывающих влияние на коэффициент усвоения, является количество и соотношение питательных веществ в рационе. Изучение данной проблемы было начато И.П.Павловым. Он установил, что на потребленный корм с разным содержанием питательных веществ в организме выделяется разное количество пищеварительных соков, с различной ферментативной активностью, что, в свою очередь, оказывает влияние на усвояемость питательных веществ рациона и использование их на продукцию.

Проведенные физиологические опыты дали возможность выявить существенные зависимости в усвояемости изученных нами питательных веществ (сухое вещество, органическое вещество, зола, протеин, жир, клетчатка и БЭВ) от уровня их в рационах и концентрации в 100 г корма обменной энергии, сырой золы, сырого протеина, сырого жира, сырой клетчатки и БЭВ.

Усвоение сухого вещества в зависимости от концентрации ОЭ и содержания питательных веществ в рационе. Количество усвоенного сухого вещества из рациона цыплятами-бройлерами в балансовых опытах по всем наблюдениям в среднем составило 74,7±0,57 %, при среднеквадратическом отклонении – 7,8 %.

Проведя корреляционный анализ (табл.1) взаимосвязей коэффициента усвояемости сухого вещества и содержания в рационе питательных веществ (ОЭ, СП, СЖ, СК, БЭВ и СЗ), нами было установлено, что при содержании 1,1 МДж ОЭ в рационе коэффициент усвоения сухого вещества высокодостоверно коррелировал с содержанием в рационе сырого протеина (r=0,6215)* и БЭВ (r=0,7508) и отрицательно с концентрацией в рационе сырой клетчатки (r=-0,808) и

сырой золы (r=-0,8143). При содержании ОЭ в 100 г корма 1,2 МДж достоверная положительная связь отмечена с уровнем в рационе сырого протеина (r=0,3286) и БЭВ (r=0,2514) и отрицательная с содержанием сырого жира (r= -0,4236), сырой клетчатки (r= -0,3353) и сырой золы (r= -0,4456).

Таблица 1. ***Корреляционная зависимость коэффициента усвоения сухого вещества (СВ) от содержания питательных веществ в 100 г рациона, n=181***

Показатели	Содержание ОЭ в рационе, МДж				По всему массиву
	1,1	1,2	1,3	1,4	
Обменная энергия	-0,1063	0,1154	0,4296	0,1836	0,7674
Сырой протеин	0,6215	0,3286	0,4856	0,7536	0,6417
Сырой жир	-0,0947	-0,4236	-0,3625	-0,8774	0,0294
Сырая клетчатка	-0,808	-0,3353	-0,6276	-0,7635	-0,8247
БЭВ	0,7508	0,2514	0,1998	0,1402	0,715
Зола	-0,8143	-0,4456	-0,4178	0,4979	-0,6338

При содержании 1,3 МДж ОЭ в 100 г корма установлена положительная связь с концентрацией в рационе обменной энергии (r=0,4296), сырого протеина (r=0,4856) и отрицательная с уровнем в рационе сырого жира (r=-0,3625), сырой клетчатки (r==-0,6276) и сырой золы (r=-0,4178). Увеличение ОЭ до 1,4 МДж снижало влияние ОЭ до положительной, но недостоверной связи, однако сила влияния сырого протеина повысилась и составила r=0,7536. Уровень золы в рационе при этом оказывал достоверное положительное влияние (r=0,4979). Что касается сырого жира и сырой клетчатки, то их отрицательное воздействие на коэффициент усвоения сухого вещества повысилось и составило r=-0,8774 и r=-0,7635. (*Для всех указанных коэффициентов корреляции P>0,01).

Анализ данного материала дает нам право сделать вывод о том, что с увеличением концентрации ОЭ в рационе сила взаимосвязи коэффициента усвоения сухого вещества и содержания питательных веществ в 100 г рациона будет различной и во многом предопределяется уровнем ОЭ в корме. О влиянии ОЭ на коэффициент усвоения сухого вещества можно судить по данным табл.2. Так, по мере того как увеличивалась концентрация ОЭ в 100 г рациона с 1,1 до 1,3 МДж, коэффициент усвоения сухого вещества повышался с 66,62±0,88 до 81,36±0,52 %, или на 14,74 %. При дальнейшем увеличении ОЭ на 0,1 МДж коэффициент усвоения незначительно снижался (на 0,27%, r=0,8107, η =65,72). Наивысшим коэффициент усвоения СВ был отмечен в группе цыплят, получавших в рационе 1,3 МДж ОЭ, что выше остальных групп (1,1, 1,2, 1,4 МДж ОЭ) соответственно на: 14,74, 10,18,и 0,27 %.

Таблица 2. ***Изменение коэффициентов усвоения сухого вещества (СВ) в зависимости от содержания ОЭ в 100 г рациона, n=181***

Показатели	Содержание обменной энергии в рационе, МДж			
	1,1	1,2	1,3	1,4
M	66,62	71,18	81,36	81,09
±m	0,88	0,37	0,52	1,33
σ	5,36	2,76	4,29	6,39
min	58,0	66,0	70,5	75,4
max	76,12	79,1	92,96	93,9

На основании полученного в опытах материала нами было рассчитано уравнение множественной регрессии (1), с помощью которого можно прогнозировать коэффициент усвоения СВ в зависимости от содержания питательных веществ в 100 г рациона:

* **y=80,92+33,94x1-0,91x2-1,41x3-1,84x4-0,29x5-0,1x6** (1)

где: x1 -концентрация обменной энергии в 100 г рациона (МДж), x2- концентрация в рационе сырого протеина (%), x3 - концентрация в рационе сырого жира (%), x4 - концентрация в рационе сырой клетчатки (%), x5 - концентрация в рационе безазотисто-экстрактивных веществ (%), x6 - концентрация в рационе сырой золы (%).

*Примечание: эти же обозначения x1 – x6 см. и в уравнениях 2-6.

Вместе с тем, следует отметить, что суммарное влияние включенных в модель факторов на коэффициент усвоения сухого вещества составило η=87,01 %, при коэффициенте корреляции r=0,9328, P>0,01.

Обобщая результаты по усвоению СВ цыплятами-бройлерами в зависимости от химического состава рациона, можно сделать вывод, что наиболее высоким (81,36 %) этот показатель был в группе цыплят, получавших рацион с концентрацией ОЭ корма 1,3 МДж.

Усвоение органического вещества, в зависимости от концентрации ОЭ и содержания питательных веществ в рационе. Органическое вещество (ОВ) - наиболее ценная часть рациона, и поэтому мы поставили перед собой задачу определить факторы (химический состав рациона), которые в наибольшей степени оказывают влияние на коэффициент усвоения органического вещества рациона. Поставленную задачу решали путем математической обработки материалов, полученных в опытах (табл.3).

Таблица 3. ***Корреляционная зависимость коэффициента усвоения органического вещества (ОВ) от содержания питательных веществ в 100 г рациона, n=181***

Показатели	Содержание ОЭ в рационе, МДж				По всему массиву
	1,1	1,2	1,3	1,4	

Обменная энергия	-0,1708	0,1849	0,4151	0,2007	0,7349
Сырой протеин	-0,4901	-0,2935	-0,4434	-0,7428	-0,6226
Сырой жир	-0,2827	-0,6796	-0,2961	-0,8479	-0,0255
Сырая клетчатка	-0,6852	0,0029	-0,576	-0,7202	-0,7624
БЭВ	0,637	0,1474	0,1312	0,0987	0,6714
Зола	-0,7352	-0,4726	-0,428	0,4624	-0,6321

Анализируя данную таблицу следует отметить, что коэффициент усвоения ОВ в группе, получавшей с рационом 1.1 МДж ОЭ, находился в положительной и достоверной зависимости только с содержанием БЭВ в рационе r=0,637 (P>0,01). В достоверной и отрицательной связи переваримость органического вещества находилась с концентрацией в рационе сырого протеина, сырой клетчатки и сырой золы r=-0,4901...-0,7352 (P>0,01), т.е. в основном с теми показателями, которые снижают энергетическую ценность рациона. Коэффициент усвоения 0В в группе, получавшей рацион с концентрацией 1,2 МДж ОЭ, находился в отрицательной достоверной связи с уровнем в кормосмеси сырого протеина, сырого жира и сырой золы r=-0,2935...-0,6796 (P>0,01).

В группе цыплят, получавших рацион с концентрацией 1,3 МДж ОЭ, отмечена положительная достоверная зависимость коэффициента усвоения ОВ с содержанием ОЭ r=0,4151 и отрицательная с уровнем в рационе СП, СЖ, СК и СЗ r=-0,2961...-0,576. Эта взаимосвязь объясняется тем, что избыточное содержание сырого протеина в рационе приводит к повышению нагрузки белкового обмена и неэффективной затрате протеина на энергетические цели. Сырая клетчатка в желудочно-кишечном тракте цыплят-бройлеров не только сама плохо усваивается (до 30...35%), но также снижает усвоение всех остальных питательных веществ и, в частности, органической части рациона. Отрицательное действие СЗ объясняется тем, что она не является составной частью органического вещества и, чем больше ее будет в рационе, тем меньше будет органического вещества. В группе цыплят, получавшей 1,4 МДж ОЭ, наиболее достоверная и положительная связь коэффициента усвоения органического вещества была отмечена с количеством золы в рационе, а отрицательная - с уровнем сырого протеина, жира и клетчатки (P>0,01).

Из результатов балансовых опытов следует отметить, что коэффициент усвоения органического вещества в среднем по всем опытам составил 79,44±0,42 %, при минимальном и максимальном значениях этого показателя равных 64,34 % и 94,07 % в зависимости от концентрации питательных веществ в 100 г рациона.

Неодинаковое содержание ОЭ в группах по-разному оказывало действие на коэффициент усвоения ОВ (табл. 4). Увеличение ОЭ в рационе с 1,1 до 1,3 МДж сопровождалось увеличением коэффициентов усвоения ОВ на 11,98 % (r=0,7957, P>0,01), а максимальное значение этого показателя (84.75±0.45 %) отмечено в группах цыплят, получавших с рационом 1,3 Мдж ОЭ. Дальнейшее повышение концентрации ОЭ до 1.4 МДж сопровождалось снижением

коэффициента усвоения ОВ на 1,15 %. При этом влияние уровня ОЭ в рационе на коэффициент усвоения ОВ составило 63,31 %.

Таблица 4 . ***Изменение коэффициента усвоения ОВ в зависимости от содержания ОЭ в 100 г рациона, n=181***

Показатели	Содержание обменной энергии в рационе, МДж			
	1,1	1,2	1,3	1,4
M	72,77	78,41	84,75	83,6
±m	0,71	0,28	0,45	0,89
σ	4,35	2,07	3,61	4,59
min	64,34	74,58	69,3	80,3
max	86,16	82,95	93,17	94,07

Закономерность изменения коэффициентов усвоения ОВ (у) от содержания питательных веществ в рационе, описывается уравнением множественной регрессии (2).

*** y=89,22+27,18xl-0,7x2-1,2x3-1,13x4-0,32x5-0,42x6** (2)

* Примечание: обозначения теже, что и для уравнения 1.

Вместе с тем, следует отметить, что суммарное влияние всех учтенных факторов, включенных в модель, на коэффициент усвоения ОВ, составило η=81.28%, при коэффициенте корреляции, равном r=0.9016,P>0.01.

Усвоение сырого протеина в зависимости от концентрации ОЭ и содержания питательных веществ в рационе. Проведенные физиологические опыты и математическая обработка полученных данных дали возможность выявить существенные взаимосвязи между коэффициентом усвоения СП и содержанием в 100 г рациона ОЭ, СП, СЖ, СК, БЭВ и СЗ (табл.5).

Таблица 5. ***Корреляционная зависимость коэффициента усвоения сырого протеина (СП) от содержания питательных веществ в 100 г рациона, n=181***

Показатели	Содержание ОЭ в рационе, МДж				По всему массиву
	1,1	1,2	1,3	1,4	
Обменная энергия	0,1190	-0,1491	0,2127	0,2856	0,4927
Сырой протеин	-0,69	0,5857	0,1111	-0,7825	-0,2144
Сырой жир	0,2024	0,2024	-0,2594	-0,8058	-0,0411
Сырая клетчатка	0,1031	-0,1104	-0,5159	-0,8626	-0,4762
БЭВ	-0,1262	-0,7511	-0,3075	0,3587	0,1464
Зола	0,2418	0,6137	-0,0652	0,2616	-0,1006

Представленный анализ показал, что в группе цыплят, получавших рационы с концентрацией 1,1 МДж ОЭ, высокодостоверных связей между коэффициентом усвоения СП и химическим составом рациона не было обнаружено. Это, по-видимому, объясняется тем, что такой уровень ОЭ в рационах (1,1 МДж) не мог удовлетворить потребность цыплят-бройлеров в энергии за счет питательных веществ рациона. В группе, которая получала комбикорм с уровнем 1,2 МДж ОЭ, отмечена высокодостоверная и положительная связь с концентрацией в рационе СП и СЗ и, наоборот, отрицательная с уровнем в рационе БЭВ. В группе цыплят, получавших рацион с концентрацией 1,3 МДж ОЭ, была установлена достоверная и отрицательная связь коэффициента усвоения СП с уровнем в рационе СК, БЭВ и СЖ или, в основном с теми питательными веществами, которые являются источником энергии. В группе цыплят, получавших рацион с концентрацией 1,4 МДж ОЭ, отрицательная и достоверная связь усвоения СП наблюдалась с уровнем в рационе СК (r=-0,8626), СЖ (r=-0,8058) и СП (r=-0,78257). Коэффициент усвоения СП по всем опытам в среднем составил 74,14±0,93%, при минимальном значении 40,72% и максимальном – 94,62% в зависимости от содержания питательных веществ в рационе.

Следует отметить, что по мере повышения ОЭ в рационах (с 1,1 до 1,3 МДж) коэффициент усвоения СП повышался на 24,25 %, а наивысшее значение этого показателя 81,78±1,44 было в группах цыплят, получавших рационы с концентрацией в них 1,3 МДж ОЭ (r=-0,4927, P>0,01) (табл.6).

Таблица 6. ***Изменение коэффициентов усвоения сырого протеина (СП) в зависимости от содержания ОЭ в 100 г рациона, n=181***

Показатели	Содержание обменной энергии в рационе, МДж			
	1,1	1,2	1,3	1,4
M	57,53	72,77	81,78	80,81
±m	1,27	1,32	1,44	2,55
σ	7,77	9,76	11,93	12,26
min	40,72	43,9	42,53	60,85
max	71,29	84,6	94,44	94,62

Увеличение же концентрации ОЭ до 1,4 МДж сопровождалось некоторым снижением усвоения сырого протеина (на 0,97%). Влияние уровня ОЭ в рационе на коэффициент усвоения СП составило η=30,65%.

На основании полученного в опытах материала нами было рассчитано уравнение множественной регрессии (3), с помощью которого можно прогнозировать усвояемость СП (у) в зависимости от содержания питательных веществ в рационе:

$$y=155,06+68,86xl-3,06x2-1,39x3-3,87x4-2,15x5+1,06x6 \quad (3)$$

При этом общее взаимовлияние всех изученных факторов в модели составило r=0,7777 (P>0,0l) при коэффициенте детерминации, равном 60,48 %. Из вышеизложенного можно предположить, что

наиболее высокие коэффициенты усвоения протеина цыплятами будут при создании концентрации ОЭ в рационах на уровне 1,3 МДж.

Усвоение сырого жира, в зависимости от концентрации ОЭ и содержания питательных веществ в рационе. Об изменении коэффициентов усвоения сырого жира в зависимости от концентрации ОЭ и питательных веществ в рационе (сырой протеин, сырой жир, сырая клетчатка, БЭВ и сырая зола) можно судить по результатам корреляционного анализа экспериментальных данных, полученных в обменных опытах (табл.7).

Таблица 7. ***Корреляционная зависимость коэффициента усвоения сырого жира (СЖ) от содержания питательных веществ в 100 г рациона, n=18I***

Показатели	Содержание ОЭ в рационе, МДж				По всему массиву
	1,1	1,2	1,3	1,4	
Обменная энергия	0,4126	-0,0586	-0,0787	0,1364	-0,0154
Сырой протеин	0,4386	0,7168	0,5063	-0,4901	0,3893
Сырой жир	0,0077	-0,1518	-0,6248	-0,8351	-0,4320
Сырая клетчатка	0,8291	0,3591	0,2789	-0,6034	0,3406
БЭВ	-0,8034	-0,7874	-0,657	0,1286	-0,5063
Зола	0,8439	0,6266	0,6365	0,6997	0,5995

Анализируя таблицу 7, следует отметить, что при концентрации в рационе 1,1 МДж ОЭ установлена достоверная положительная связь усвоения сырого жира с уровнем ОЭ в рационе и концентрацией в корме сырого протеина, сырой клетчатки и сырой золы и отрицательная связь с уровнем БЭВ в рационе. С увеличением ОЭ до 1,2 МДж усвоение сырого жира достоверно и положительно коррелировало с уровнем в рационе сырого протеина, сырой клетчатки, сырой золы и отрицательно с уровнем в рационе БЭВ. При концентрации в рационе 1,3 МДж ОЭ отмечена положительная и достоверная связь с уровнем в рационе сырого протеина, сырой золы и отрицательная связь с уровнем в рационе жир и БЭВ. Выявленные закономерности, по-видимому, объясняются тем, что продукты обмена протеина, клетчатки и золы положительно влияют на жировой обмен за счет того, что они входят в состав ферментов, расщепляющих жиры и, тем самым, способствуют повышению усвоения жиров. При концентрации в рационе 1,4 МДж ОЭ установлена достоверная и положительная связь усвоения жира только с уровнем сырой золы в рационе (r=0,69971) и отрицательная с уровнем в рационе сырого протеина (r==-0,49015), сырого жира (r=-0,83511) и сырой клетчатки (r=-0,60346). Повышение концентрации ОЭ в рационах с 1,1 до 1,4 Мдж вело к снижению коэффициента усвоения жира (табл.8). Максимальное усвоение сырого жира 84,72±1,92 % было в группе, получавшей рацион с концентрацией 1,1 МДж ОЭ. Отмеченную закономерность можно объяснить тем, что при низком содержании энергии в рационе (1,1 МДж) усвояемость жира всегда будет выше за счет того, что жир является одним из энергоемких веществ рациона, за счет которого организм цыплят-бройлеров стремится покрыть недостаток в энергии.

Это предположение подтверждается и тем, что при концентрации в рационе 1,2- 1,4 МДж ОЭ снижались коэффициенты усвоения жира на 1,06...8,34 %. Однако в целом можно отметить, что влияние уровня ОЭ в рационе на усвоение сырого жира все же находилось на уровне 0,8 %, в зависимости от всех учтенных факторов.

Таблица 8. ***Изменение коэффициентов усвоения сырого жира (СЖ) в зависимости ОЭ 100 г рациона n=181***

Показатели	Содержание обменной энергии в рационе, МДж			
	1,1	1,2	1,3	1,4
M	84,72	76,38	82,66	76,63
±m	1,92	1,69	2,55	1,65
σ	11,71	12,43	12,24	13,16
min	51,09	31,64	61,42	39,82
max	95,59	95,55	96,32	95,84

Выявленные закономерности в усвоении жира положены нами в основу рассчитанного уравнения множественной регрессии (4), с помощью которого можно прогнозировать коэффициент усвоения сырого жира (у) в зависимости от химического состава рациона:

$$y=80,33+65,6x_1-1,32x_2-4,5x_3-0,24x_4-1,04x_5+3,33x_6 \quad (4)$$

Суммарное взаимовлияние включенных в модель факторов на коэффициент усвоения сырого жира составило η=66,5 %, при высоко-достоверном коэффициенте множественной корреляции (r=0,8155, P>0,01).

Усвоение сырой клетчатки в зависимости от концентрации ОЭ и содержания питательных веществ в рационе. Полученные в ходе проведения опыта результаты по изучению усвояемости сырой клетчатки показали, что этот показатель в среднем по всем опытам составил 23,66±0,69 % и находился в разной зависимости с уровнем питательных веществ рациона (табл.9).

Анализ таблицы 9 показывает, что в группе, получавшей рацион с низким содержанием ОЭ (1,1 МДж), установлена достоверная положительная связь коэффициента усвоения клетчатки с ее уровнем в рационе r=0,4696 и сырой золы r=0,3744, и отрицательная связь с уровнем БЭВ r=-0,3427 (P<0,02). В группе, получавшей 1,2 МДж ОЭ, коэффициент усвоения клетчатки в положительной и достоверной связи находился с уровнем в рационах протеина r=0,4778 и сырой золы r=0,4388, и в отрицательной с уровнем БЭВ r=-0,5678. С повышением ОЭ до 1,3 МДж отмечена положительная связь усвоения клетчатки с уровнем в рационе протеина r=0,2535 (P<0,02) и сырой золы r=0,256 (P<0,02), и отрицательная с уровнем БЭВ r=-0,4424 (P>0,01). На рационах с концентрацией ОЭ 1,4 МДж практически не обнаружено достоверных зависимостей в усвоении клетчатки, кроме БЭВ, с увеличением доставки которых усвоение клетчатки достоверно снижалось r=-0,3971 (P<0,02).

Таблица 9. ***Корреляционная зависимость коэффициента усвоения сырой клетчатки (СК) от содержания питательных веществ в 100 г рациона, n=181***

Показатели	Содержание ОЭ в рационе, МДж				По всему массиву
	1,1	1,2	1,3	1,4	
Обменная энергия	0,0632	0,2389	0,0557	0,0221	0,1895
Сырой протеин	0,0588	0,4778	0,2535	-0,2937	0,1177
Сырой жир	0,1324	0,0989	-0,2407	-0,2485	0,0150
Сырая клетчатка	0,4696	0,2674	0,1910	-0,0239	0,0730
БЭВ	-0,3427	-0,5678	-0,4424	-0,3971	-0,1931
Зола	0,3744	0,4388	0,2560	0,1137	0,1917

Что касается влияния разного уровня обменной энергии в рационах на усвоение сырой клетчатки, то об этом можно судить по данным табл. 10. Из представленных данных следует, что при повышении концентрации ОЭ в рационах с 1,1 до 1,3 МДж коэффициент усвоения клетчатки увеличивался с 21,16 до 26,87 %, или на 5,71 %. Дальнейшее повышение концентрации в рационе ОЭ ведет к некоторому снижению (на 2,32 %) усвоения клетчатки, при незначительной величине коэффициента детерминации (3,62 %) и корреляции – 0,1901.

Таблица 10. ***Изменение коэффициентов усвоения сырой клетчатки (СК) в зависимости от содержания ОЭ в 100 г рациона, n=181***

Показатели	Содержание обменной энергии в рационе, МДж			
	1,1	1,2	1,3	1,4
M	21,16	23,05	26,87	24,55
±m	1,7	1,42	1,49	1,01
σ	10,35	10,44	7,15	8,41
min	2,19	4,65	13,67	7,2
max	37,38	48,66	39,94	43,08

Анализируя данные, полученные в обменных опытах, можно предположить, что на рационах с низким содержанием ОЭ (1,1-1,2 МДж), усвояемость сырой клетчатки цыплятами-бройлерами снижается из-за несбалансированности рационов как по ОЭ, так и по другим питательным веществам. Наиболее высокая переваримость сырой клетчатки была получена по группе цыплят, получавших рационы с концентрацией 1,3 МДж ОЭ, а также при более полной обеспеченности организма цыплят-бройлеров основными питательными веществами. Наряду с этим, повышенная концентрация ОЭ в рационах (1,4 МДж) не способствовала повышению переваримости клетчатки, по-видимому, из-за превышения в рационе сверх нормы энергосодержащих питательных веществ, что, в свою очередь, приводило к возникновению депрессии переваримости по причине снижения активности целлюлозолитических ферментов.

С учетом выявленных закономерностей по изменчивости коэффициентов усвоения сырой клетчатки в зависимости от уровня в рационах ОЭ и других питательных веществ, нами было рассчитано уравнение множественной регрессии с помощью которого можно прогнозировать коэффициент усвоения сырой клетчатки (у).

y=44,96+50,77xl-1,42x2+0,44x3+0,05x4-1,32x5-0,02x6 (5)

Суммарное взаимовлияние включенных в модель факторов на коэффициент усвоения сырой клетчатки составило η=24,66%, при коэффициенте множественной корреляции r=0,4966.

Усвоение безазотисто-экстрактивных веществ в зависимости от концентрации ОЭ и содержания питательных веществ в рационе. Изменение коэффициента усвоения БЭВ мы изучали с помощью корреляционной обработки данных, полученных в научно-хозяйственных опытах (табл.11). Коэффициент усвоения БЭВ в среднем по всем опытам составил 90,17±0,51 %. Минимальное его значение в опытах было 73,93 % и максимальное –98,05 % в зависимости от содержания ОЭ и других питательных веществ в рационе.

Таблица 11. ***Корреляционная зависимость коэффициента усвоения БЭВ от содержания питательных веществ в 100 г рациона, n=181***

Показатели	Содержание ОЭ в рационе, МДж				По всему массиву
	1,1	1,2	1,3	1,4	
Обменная энергия	0,8620	0,1565	0,1923	0,0346	0,5935
Сырой протеин	0,3015	-0,6571	-0,4097	-0,0093	-0,3059
Сырой жир	-0,6721	-0,6004	-0,0676	-0,1655	-0,1622
Сырая клетчатка	0,1418	0,2036	0,2504	0,3065	0,1918
БЭВ	-0,3439	0,7018	0,4991	-0,5848	0,3772
Зола	0,1861	-0,8056	-0,3489	0,3129	-0,376

При использовании рационов с низким содержанием ОЭ (1,1 МДж) установлена достоверная и положительная связь коэффициентов усвоения БЭВ только с концентрацией в рационе ОЭ и отрицательная с уровнем сырого жира и БЭВ. При концентрации 1,2 МДж ОЭ в рационе, усвоение БЭВ находилось в положительной и достоверной связи только с уровнем БЭВ в рационе и в отрицательной с уровнем сырого протеина, сырого жира и сырой золы. В группах, получавших рацион с концентрацией 1,3 МДж ОЭ положительная и достоверная связь усвоения БЭВ была только с уровнем БЭВ в рационе, а отрицательная - с содержанием сырого протеина и сырой золы. Повышение концентрации ОЭ в рационе до 1,4 МДж сопровождалось достоверным снижением усвоения БЭВ (r=-0,5848) (табл. 11). Таким образом, усвоение БЭВ подопытными цыплятами находилось в разнонаправленой корреляционной зависимости от концентрации в рационе ОЭ и уровня доставки с рационом протеина, жира и клетчатки (табл. 12).

На основании обработки корреляционных связей по коэффициентам усвоения БЭВ нами было рассчитано уравнение регрессии (6), по которому возможно прогнозировать коэффициент

усвоения БЭВ (у) в зависимости от концентрации в рационе ОЭ и других питательных веществ.

y=40,57+52,4x1+0,14x2-1,9x3+1,43x4-0,08x5-1,4x6 (6)

Суммарное влияние включаемых в модель признаков на коэффициент усвоения БЭВ составило η=58,9 %, при коэффициенте множественной корреляции r=0,7675.

Таблица 12. ***Изменение коэффициентов усвоения БЭВ в зависимости от содержания ОЭ в 100 г рациона, n=181***

Показатели	Содержание обменной энергии в рационе, МДж			
	1,1	1,2	1,3	1,4
M	84,98	89,93	92,02	93,8
	1,82	0,8	0,41	0,41
	11,12	5,88	3,43	2,0
	73,93	76,8	78,41	90,22
max	95,29	97,96	97,29	98,05

На основании данных, полученных в ходе проведения научно-хозяйственных и балансовых опытов можно сделать вывод, что при разном уровне ОЭ и других питательных веществ в рационе обмен, переваривание, усвоение и использование их в организме происходит в соответствии с их количеством и отношением. Прогноз усвоения питательных веществ на основании фактического химического состава рациона цыплят-бройлеров дает нам возможность более полно оценить рацион в зависимости от потребности цыплят, и прогнозировать дальнейшее распределение питательных веществ на поддержание жизни и продукцию. Более объективное представление о питательности комбикорма дает знание о наличии в нем количества усвоенных питательных веществ.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ И БИОЛОГИЧНСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ КОРМОВ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫМИ ЧЕРНО-ПЕСТРЫМИ КОРОВАМИ РАЗЛИЧНЫХ ГЕНОТИПОВ

В.Н. Чичаева, О.А, Басонов, Н.В. Воробьева, Т.П. Логинова, В.Л. Кряжева
Нижегородская сельхозакадемия

Организация полноценного сбалансированного кормления высокопродуктивных коров - вопрос, требующий пристального внимания как теоретиков, работающих в области питания животных, так и практиков. Особенно остро эти проблемы встают при работе с импортным поголовьем. Наши исследования проведены в племзаводе им. Ленина Ковернинского района Нижегородской области. Объектом исследования служили чистопородные голштинизированные черно-

пестрые коровы трех отродий - отечественного (1-я группа), немецкого (2-я группа) и датского (3-я группа) с продуктивностью 5000-5500 кг молока за лактацию.

Подопытными животным скармливали рационы, составленные из местных кормов с добавками, которые обеспечивали максимально возможное в производственных условиях сбалансированное питание коров (3).

В наших материалах, кроме того, приводятся уникальные, на наш взгляд, сведения по коровам голландского происхождения завезенным в хозяйство позже. Известно, что 76% импортируемого в Россию скота приходится на долю голштинизированных голландских животных, но особенности их полноценного питания еще недостаточно изучены (7). Для оптимизации кормления использовали добавки DL-метионина. Лучшие показатели молочной продуктивности были получены от коров всех репродукций линии Вис Айдиал (5234-5304 кг молока) и линии Рефлекшн Соверинг от животных датской (5259) и отечественной селекции (5182).

Считается, что современное интенсивное скотоводство с молочной ориентацией должно базироваться на разведении специализированных молочных пород с крепкой конституцией, гармоничным телосложением, хорошо развитой мускулатурой, длинным туловищем, адекватно развитым выменем (7). С целью изучения экстерьерных особенностей сравниваемых групп животных провели визуальную оценку и измерения коров черно-пестрой породы различной репродукции (табл.1).

Животные изучаемых селекций незначительно различались по типу телосложения. Коровы отечественного происхождения имели лучшее развитие груди и превосходили сверстниц по промеру ширины в маклоках в среднем на 2 см, но уступали коровам немецкой и датской репродукций по промеру длины туловища на 2-7 см и обхвату пясти на

Таблица 1. ***Показатели промеров статей экстерьера коров черно-пестрой породы различной репродукции (M±m)***

Показатели, см	Репродукция, группы		
	отечественная - 1	немецкая - 2	датская - 3
Высота в холке	137± 1,9	137± 3,0	133,00± 2,52
Высота в крестце	140± 1,2	139 ±3,6	140,00 ±0,88
Глубина груди	76,0 ±0,9	75 ±1,8	74,00 ±1,20
Ширина груди	37 ±0,3	376 ±1,1	36,00 ±0,93
Обхват груди	204± 1,2	198 ±6,4	202,00 ±1,23
Ширина в маклоках	57± 1,2*	56 ±1,4	55,00 ±0,17
Косая длина туловища	154± 1,5	161 ±2,6*	156,00 ±1,77
Обхват пясти	21± 0,6	22 ±0,5	22,00 ±0,33

Примечание: * - значения достоверны

1 см. Все исследуемые животные хорошо выровнены по основным промерам туловища. Наибольшую вариабельность имела высота в холке. Остальные промеры варьировали незначительно.

Для определения количества потребленных питательных веществ была рассчитана поедаемость кормов. Поедаемость сена составила в относительном выражении 48,2 - 67,6 % от заданного количества и была максимальной у коров 2-й группы, представленной животными немецкой репродукции, минимальная – в контрольной группе; коровы датской селекции занимали промежуточное положение. Разница по поедаемости была близка к достоверной между коровами 1-й и 2-й групп. Силос коровы немецкой селекции поедали на 80,5 %, что выше по сравнению со сверстницами 1-й и 3-й групп на 8,2 –11,6 %, при достоверной разнице между коровами 1-й и 2-й групп.

Наибольшая поедаемость витаминно-травяной люцерновой муки была у коров немецкой и отечественной селекций и составила 80,7 – 79,2 % от заданного количества, что на 13,8 – 15,0 % больше, по сравнению с животными датской репродукции, и достоверно различной между коровами 1-й и 3-й ($P<0,05$) и 1-й и 2-й ($P<0,05$) групп. Высокоэнергетические корма зимнего рациона, такие как зерносмесь злаковых культур и свекла кормовая, поедались высокопродуктивными коровами всех групп полностью.

Для объективной оценки рациона в период опыта была определена переваримость питательных веществ, входящих в их состав, в соответствии с методикой исследований (табл. 2).

Переваримость практически всех питательных веществ (кроме жира) в 1-й группе была выше. Значительно меньшей (на 3,6 – 6,6 %) она была у коров датской репродукции, что в дальнейшем оказало влияние на молочную продуктивность этих животных. Высокопродуктивные животные немецкой репродукции по переваримости питатель ных веществ занимали промежуточное положение. Из вышеизложенного следует, что высокопродуктивные коровы немецкой и отечественной селекций способны лучше поедать и переваривать грубоволокнистые корма зимнего рациона в сравнении с животными датской репродукции.

Таблица 2. ***Переваримость питательных веществ высокопродуктивными коровами, %.***

Репродукция, группа	Сухое вещество	Органическое вещество	Сырой протеин	Сырой жир	Сырая клетчатка	БЭВ
1	71,1 ± 1,1	69,1± 2,1	74,6 ±2,4	55,0± 3,7	68,7 ±1,7	78,5± 1,7
2	68,9± 4,0	66,60± 5,3	68,1± 3,2	56,0± 1,3	65,6± 3,4	78,5 ±4,4
3	65,4±2,7*	59,90± 4,4	61,5 ±8,1**	53,8± 4,2	62,1±5,1	72,6 ±3,6

- - $p < 0,1$, ** - $p < 0,05$.

Изучали переваримость питательных веществ рациона коров голландской и местной селекций, содержащихся на основном и

оптимизированном по метионину рационе. Коэффициенты переваримости свидетельствуют о том, что переваривание всех питательных веществ (в относительном выражении) рациона, составленного из местных кормов, было более высоким у коров местной селекции. Коэффициенты переваримости сухого, органического вещества, протеина, клетчатки и БЭВ у черно-пестрых коров племхоза им. Ленина были выше, чем у коров голландской селекции соответственно на 2,7;5,7;4,3;1,5;4,0;6,3%.

По валовому количеству переваренных питательных веществ преимущество было за голландскими животными, которые получали добавки метионина. Эти животные на 1492 г по сумме переваренных питательных веществ превосходили коров местной селекции, а также голландской селекции, не получавших метионин в рационе (2).

Одним из важных показателей в оценке белкового обмена являются данные по балансу азота в организме (5,6). Установлено, что коровы черно-пестрой породы местной селекции использовали азот корма на 29,0 %, в то время как животные датской и немецкой селекций на 27,9% и на 28,1 % соответственно, что на 0,9 – 1,1 % меньше (табл.3). Однако абсолютное усвоение азота было большим у коров 3-й группы на 14 г, у животных 2-й группы – на 14,5 г или на 11,0- 11,3 %. Животные 1-й группы весь усвоенный азот корма использовали на образование молока. При этом, часть азота поступала из тканей, в результате чего баланс азота у животных местной селекции был отрицательным. Подобные данные встречаются в исследованиях других авторов (1,2).

Таблица 3. ***Баланс азота***

Показатели	Репродукция, группы		
	1	2	3
Принято с кормом, г	449,0	463,3	438,7
Выделено с калом, г	144,8	191,1	198,7
Выделено с мочой, г	176,4	129,9	98,8
Выделено с молоком, г	130,0	130,4	122,3
Отложено в теле, г		+11,9	+19,5
Разрушено, г	- 2,2		
Использовано на молоко, % от принятого	29,0	28,1	27,9

У голландских коров баланс азота был отрицательным, что подтверждает тот факт, что в первые месяцы лактации в организме высокопродуктивных коров, несмотря на достаточное кормление, может распадаться белок тела и использоваться на синтез молока. Такая тенденция отмечена как у голландского высокопродуктивного скота, так и у животных местной селекции, которые мало отличались от голландских по уровню продуктивности. Полученные данные свидетельствуют о большей напряженности белкового обмена в организме высокопродуктивных лактирующих коров, которые получали рацион без добавки метионина. Резервный фонд азота в начале лактации разрушается, что заставляет более тщательно подходить к балансированию рационов высокопродуктивных коров. При этом добавку метионина следует рассматривать как важный прием для балансирования питания. В этом плане результаты наших

исследований имеют выраженный прикладной характер, и уже в настоящее время включены в инновационную программу АПК ряда районов Нижегородской области.

Известно, что нарушения в обмене кальция и фосфора служат причиной выбраковки высокопродуктивных коров, резко сокращая тем самым срок их хозяйственного использования (4). В рационе лактирующих коров количество этих минеральных элементов было одинаковым. Среднесуточное использование кальция коровами 2-й и 3-й групп было практически одинаковым и находилось на уровне 51,2 и 52,3 г или 41,7 – 41,9 % от принятого с кормом, в то время как коровами 1-й группы кальция было использовано больше на 20,8 и 19,7 г по сравнению со сверстницами ($P < 0,1$; $P < 0,05$). Наибольшее выведение кальция с молоком наблюдалось у коров 3-й группы и составило 26,3 г или 25,8 % от принятого с кормом, а наименьшее – у коров 2-й группы – 23,8 г. Животные 1-й группы по выведению кальция с молоком занимали промежуточное положение. Выявлена достоверная разница ($P < 0,05$) по удержанию в теле кальция между коровами 1-й и 3-й групп. Баланс фосфора у всех животных также был положительным. Использование фосфора из рационов лактирующими коровами опытных групп составило от 47,4 до 57,7 % от принятого с кормом. Из усвоенного количества фосфора у коров датской селекции (3-я группа) на образование молока было затрачено наибольшее количество фосфора (21,8 г или 25,2 % от принятого), а наименьшее – у коров местной селекции (19,4 г или 21,9 % от принятого). По отложению фосфора в теле у опытных животных 1-й и 3-й групп наблюдалась обратная тенденция. Высокопродуктивные коровы немецкой селекции занимали промежуточное положение по данным показателям. Под влиянием метионина увеличилась ретенция кальция на молоко- с 21,7 до 26.2%. Среднесуточное количество принятого кальция составило 111-119,0 г на голову в сутки. Меньше выделено кальция с мочой и калом коровами местной селекции – 46,0г в сутки и больше использовано на отложение в теле и молоко. Коровы голландской селекции меньше (на 0,9-4,0 г в сут) использовали кальций на отложение в теле и на молоко, чем коровы местной селекции. Фосфора откладывалось практически одинаковое количество: 31,1 г в сутки – у голландских коров и 31,8г в сутки – у коров местной селекции. Добавка метионина способствовала повышению использования фосфора на молоко, тем самым улучшая питательную ценность продукта. На фоне скармливания метионина использование фосфора на молоко находилось в пределах 26,6% от принятого с кормом, против 21,9% в контроле.

Кроме баланса кальция и фосфора определяли баланс некоторых тяжелых металлов. Установлено, что коровы местной селекции, даже при меньшем потреблении тяжелых металлов с кормами, больше аккумулировали их в продукции - в молоке, чего нельзя сказать о коровах голландской селекции. У них меньше выделялось с молоком никеля и хрома, свинца и кадмия, по сравнению с коровами местной селекции. Метионин способствовал достоверному увеличению отложения в теле животных цинка и железа, повышению экскреции кадмия. Баланс тяжелых металлов у коров в сравнительном

аспекте имел существенные отличия. Содержание тяжелых металлов в кормах не превышало предельно допустимой концентрации. Отмечен более интенсивный обмен кадмия в организме животных немецкой селекции – на 10,7% (P<0,1) по сравнению с коровами датской репродукции и на 28,5% (P<0,1) по сравнению со сверстницами отечественной селекции, причем с мочой выделялось практически одинаковое количество этого элемента у подопытных животных всех групп – в среднем по 0,01мг на голову в сутки. С калом выделено кадмия у коров датской репродукции больше на 1,6%. Наибольшее количество кадмия содержалось в молоке коров датской и немецкой репродукций, а наименьшее –в молоке коров отечественной селекции (0,003мг в 1кг молока).

Усвоение меди было наибольшим у лактирующих коров датской селекции- 8,4% и 3,5% (P<0,01) по сравнению со сверстницами отечественной и немецкой селекций, причем содержание меди в молоке было практически одинаковым у всех подопытных животных. С калом выделено больше меди у коров отечественного происхождения – на 10,6% (P<0,01) по сравнению со сверстницами датской репродукции. По усвоению свинца существенной разницы между животными опытных групп не установлено. Содержание свинца в молоке коров всех трех групп не превышало предельно допустимых концентраций и находилось в пределах 0,82мг на 1кг молока. Усвоение никеля было большим на 47,8% у коров датской селекции по сравнению со сверстницами отечественного происхождения. Баланс никеля и хрома был отрицательным. Усвоение хрома было также больше у коров датской репродукции (на 20,8%, P<0,01). Использование железа из кормов рациона было достоверно большим у животных датской репродукции по сравнению со сверстницами отечественной (P<0,01) и немецкой (P<0,1) селекций. Максимальное усвоение цинка наблюдалось у коров отечественной селекции и составило 228,5мг на голову в сутки, что выше на 4,0% по отношению к сверстницам датской и на 3,8% – немецкой репродукции. Необходимо так же отметить, что сумма тяжелых металлов была наименьшей в молоке коров датской репродукции, а максимальная – в молоке сверстниц немецкой селекции. Разница составила 6,4%. Молоко коров отечественного происхождения занимало по данному показателю промежуточное положение.

В результате проведенных исследований была установлена неодинаковая интенсивность перехода тяжелых металлов из рациона в молоко у коров черно-пестрой породы различного происхождения. Максимальный переход тяжелых металлов в молоко был отмечен у коров датской репродукции, что связано с меньшим их поступлением с рационом и большим выделением с мочой и калом.

Расчет экономической эффективности производства молока (табл.4) от черно-пестрого скота различного происхождения показал, что весь молочный скот, используемый в племзаводе, дает чистую прибыль до 91,2 руб на каждый реализованный центнер молока.

Таблица 4. ***Экономическая эффективность разведения коров черно-пестрой породы различной репродукции***

Показатели	Репродукция		
	отечественная	немецкая	датская
Средняя продуктивность по стаду в пересчете на базисную жирность, кг		5084	
Удой с базисн. жирн. на 1 голову, кг	5430,9	5373,6	5148,2
Затраты корма на 1 ц молока,ц к.е.	1,11	1,12	1,17
Производств. затраты на 1 корову, руб	9170	9170	9170
Себестоимость 1 ц молока, руб	168,8	170,6	178,1
Цена реализации 1 ц молока, руб		260	
Эконом.эффект. на 1 гол., руб	676,5	564,7	525,2
в % от 1-й группы	100	83,5	82,5
Чистая прибыль на 1 ц реализованного молока, руб	91,2	89,4	81,9

Как видно из расчетов, высокие результаты молочной продуктивности можно получать не только от импортных животных, но и от чистопородных черно-пестрых коров отечественного происхождения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арнаутовский И.Д., Тонких Г.П. 1993 Переваримость питательных веществ, обмен кальция, фосфора и энергии у коров разных генотипов. Сб. научн. тр.: Технология производства молока и мяса на Дальнем Востоке. Благовещенск, 37-45
2. Воробьева Н.В. 2000. Балансы азота, кальция и фосфора в организме черно-пестрых голштинизированных коров. Материалы научн. докл. и конф. По животноводству, Н.Новгород
3. Калашников А.П., Щеглов В.В. 1999. Современные проблемы в оценке качества кормов и нормировании кормления животных. Проблемы и перспективы развития теории питания жвачных животных на основе субстратной обеспеченности метаболизма. Боровск, 5-25
4. Кузнецов С.Г. 1997. Итоги и перспективы изучения минерального обмена с.-х. животных. В сб.: Актуальные проблемы биологии в животноводстве. Боровск, 298-312
5. Курилов Н.В. и др. 1974. Синтез аминокислот в преджелудках и использование метионина в кормлении крупного рогатого скота. Тр. ВНИИФБиП с.-х. животных, Боровск, 13, 32-41
6. Курилов Н.В., Кошаров А.Н. 1971 Обмен белков и аминокислот в пищеварительном тракте жвачных животных. Тр. ВНИИФБиП, Боровск, 10, 12-23
7. Поляков П.Е. 1984 использование мирового генофонда в разведении черно-пестрого скота. Селекция молочного скота, 45-55

ПРОДУКТИВНОЕ И МЕТАБОЛИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ СЕМЯН РАПСА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИХ В КАЧЕСТВЕ ДОБАВОК В РАЦИОНАХ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

С.О. Вовк, С. Я. Павкович, А. Е. Вантух
Львовский государственный аграрный университет, Украина

Известно, что добавка продуктов переработки семян рапса (муки, жмыхов, шрота и масла) к рационам телят, лактирующих коров и крупного рогатого скота при доращивании и откорме повышает их протеиновую и энергетическую ценность и положительно влияет на усвоение питательных веществ, оплату корма и качество получаемой продукции (1-6,12) .

В связи с потерей значительного количества протеина высокоценных шротов и жмыхов в преджелудках крупного рогатого скота вследствие расщепления и деградации его симбиотической микрофлорой, научно-практический интерес представляет поиск эффективных и дешевых путей защиты белка указанных кормовых добавок у данного вида животных от расщепления его микроорганизмами преджелудков. С этой целью в практике кормления крупного рогатого скота используют физические и химические способы обработки шротов и жмыхов перед скармливанием их животным (4,12,18,19).

Известно также, что добавки рапсового масла к рационам жвачных животных повышают содержание пропионовой кислоты в рубце, что отрицательно влияет на метаболическую активность микрофлоры и ухудшает переваримость клетчатки в преджелудках (17). Кроме того, вследствие повышенного гидролиза липидов рапсового масла и гидрогенизации полиеновых жирных кислот, находящихся в их составе, в преджелудках крупного рогатого скота под действием симбиотической микрофлоры деградируется значительная часть незаменимых жирных кислот (13) , что значительно снижает их поступление в органы и ткани, и тем самым снижает питательную и биологическую ценность молока и говядины (20). Поэтому с целью уменьшения отрицательного влияния добавок рапсового масла к рационам крупного рогатого скота на метаболическую активность микрофлоры преджелудков, а также защиты незаменимых жирных кислот от гидрогенизации их микроорганизмами рубца, используют их химическую обработку перед скармливанием животным (16,20).

Исходя из этого, целью нашей работы было изучение влияния скармливания лактирующим коровам обычного и подвергнутого тепловой и формальдегидной обработке рапсового шрота на молочную продуктивность и качество молока, а также сравнительное исследование влияния внутрирубцового введения бычкам рапсового масла и изготовленных на его основе химическим способом кальциевых мыл и амидов жирных кислот на количественные изменения содержания жирных кислот в составе липидов содержимого двенадцатиперстной кишки. Вместе с тем, нами проводились также

исследования метаболического и продуктивного действия указанных жировых добавок к рационам растущих бычков.

В первом опыте исследование проводили на четырех группах коров (по пять голов в каждой) черно-пестрой породы, отобраных по принципу аналогов по возрасту, периоду лактации, сроку после отела, уровню молочной продуктивности и живой массе. В экспериментах использовали коров 3-4 годовалого возраста второй лактации. Исследования проведены в течение марта месяца стойлового периода через 30 дней после отела коров. Суточный рацион кормления коров 1-й (контрольной) группы состоял из сена, кормовой свеклы, кукурузного силоса и зерновой смеси следующего состава: пшеничные отруби – 50 %, ячменные отруби – 30 %, овсяные отруби – 20 % согласно норм (2). Коровы 2-, 3-и 4-й (опытных) групп в течение опытного периода, который продолжался 30 дней, получали аналогичный рацион, в котором 500 г зерновой смеси было заменено соответственно: обычным рапсовым шротом (2-я группа); рапсовым шротом, подвергнутым высокотермической обработке при t–120°С в течение 60 мин (3-я группа); и рапсовым шротом, обработанным формальдегидом из расчета 1,0 г формальдегида на 100 г шрота с последующим их тщательным перемешиванием (4-я группа). В исследованиях использовали каноловый рапсовый шрот, полученный из семян сорта «Тисменницкий» украинской селекции.

В течение опытного периода у коров контрольной и опытных групп определяли среднесуточные удои. Кроме того, в начале и в конце опыта в образцах молока животных всех 4-х групп определяли содержание белка, казеина и молочного жира по общепринятым методикам. Во втором эксперименте исследование проводили на фистулированных в рубец и дистальную часть двенадцатиперстной кишки некастрированных бычках-аналогах черно-пестрой породы 5-месячного возраста в осенний период. Суточный рацион животных состоял из сена, кормовой свеклы, кукурузного силоса и зерновой смеси в соответствии с нормами питания (10). Бычкам 1-й (контрольной) группы через рубцовые фистулы вводили 60 г обычного рапсового масла, бычкам 2-й (опытной) группы – 60 г кальциевых мыл жирных кислот, а животным 3-ей (опытной) группы – 60 г амидов жирных кислот, изготовленных на основе рапсового масла. Кальциевые мыла получали путем омыления триглицеридов рапсового масла гидроксидом кальция (11), а амиды жирных кислот получали путем обработки рапсового масла аммиаком (6). В опытах использовали масло из семян рапса сорта «Тисменницкий». Через 24 часа после последнего интраруминального введения добавок через фистулу дистальной части двенадцатиперстной кишки отбирали содержимое для исследования жирнокислотного состава липидов (8).

В третьем опыте изучали метаболическое и продуктивное действие добавок рапсового масла к рационам откормочного крупного рогатого скота. С этой целью исследования проведены на некастрированных бычках черно-пестрой породы 6-месячного возраста в осенне-зимний период, которые были разделены на четыре группы (по 5 голов в каждой) по принципу аналогов. Жировые добавки скармливали в течение 4-месячного периода. Животные 1-й

(контрольной) группы в течение указанного срока получали основной суточный рацион соответственно норм питания (10), который состоял из сена, кукурузного силоса, кормовой свеклы и зерновой смеси; бычки 2-й (опытной) группы получали изокалорийный рацион, в который добавляли 60 г рапсового масла из семян сорта «Тисменницкий», животным 3-й (опытной) группы скармливали такое же количество кальциевых мыл, а бычки 4-й (опытной) группы получали 60 г амидов жирных кислот, изготовленных на основе рапсового масла.

С целью контроля за интенсивностью роста бычков, их взвешивали ежемесячно, а также в начале и в конце опытного периода, то есть в 6- и 10-месячном возрасте. В плазме крови животных, полученной из яремной вены в конце опыта (по достижению животными 10-месячного возраста) определяли жирнокислотный спектр общих липидов (8). Полученные данные обрабатывали статистически (9).

Результаты, полученные в первом опыте, показали, что скармливание лактирующим коровам взамен зерновой смеси обычного и подвергнутого высокотермической и формальдегидной обработке рапсового шрота положительно влияет как на повышение среднесуточных удоев молока, так и на улучшение его качества (табл.1). Так, среднесуточные удои молока у коров 2-, 3- и 4-й опытных групп за экспериментальный период повысились соответственно на 3,2; 15,4 и 4,6%,тогда как в контрольной группе они даже снизились на 4,4 % ($P<0,025-0,001$). Мы также выявили, что введение в рационы коров взамен кормовой основы 0,5 кг обычного или химически и термически обработанного канолового шрота, соответственно в 1,04; 1,08 и 1,13 раза повышает содержание казеина ($P<0,05-0,01$) и в 1,06; 1,09 и 1,03 раза - содержание жира ($P<0,002-0,001$) в молоке, тогда как у коров контрольной группы уровень указанных компонентов в молоке даже несколько понижался.

Полученные нами результаты о повышении молочной продуктивности и качества молока при использовании в рационах коров рапсовой муки, рапсового жмыха и шрота из семян каноловых сортов согласуются с данными других исследователей (5,7,12).

Таблица 1. ***Молочная продуктивность и химический состав молока подопытных коров (M ± m, n = 5)***

Исследуемые компоненты	Группы животных			
	1	2	3	4
	Начало опыта			
Среднесуточный удой, кг	14,1±0,5	15,6±0,7	14,3±0,6	15,2±0,9
Молочный белок, %	3,2±0,03	3,5±0,07	3,7±0,02	3,3±0,05
Казеин, %	2,5±0,05	2,4±0,03	2,6±0,06	2,3±0,04
Молочный жир, %	3,6±0,12	3,1±0,19	3,4±0,15	3,7±0,11

	Конец опыта			
Среднесуточный удой, кг	13,5±0,6	16,1±0,8****	16,5±0,4**	15,9±0,7*****
Молочный белок, %	3,1±0,4	3,6±0,05	3,9±0,03	3,5±0,09
Казеин, %	2,2±0,06	2,5±0,03*	2,8±0,01**	2,6±0,07***
Молочный жир, %	3,5±0,16	3,3±0,12*****	3,7±0,17	3,8±0,15*****

В этой и последующих таблицах *P<0,05; **P<0,025; ***P<0,01; ****P<0,002; *****P<0,001.

Приведенные выше результаты свидетельствуют о положительном влиянии на молочную продуктивность и качество молока скармливания в составе рационов коров добавок как обычного, так и обработанного формальдегидом рапсового шрота. Особенно выраженный положительный эффект на уровень продукции и качество молока оказало скармливание животным в составе рационов термически обработанного канолового шрота.

Результаты исследований, полученные во втором опыте (табл.2) показали, что интраруминальное введение бычкам кальциевых мыл или амидов жирных кислот, полученных на основе рапсового масла, существенно влияло на изменение процентного соотношения насыщенных

Таблица 2. ***Жирнокислотный состав общих липидов химуса двенадцатиперстной кишки фистулированных бычков (M ± m, %, n = 3)***

Название и код жирной кислоты	Группы животных		
	1-обычное рапсовое масло	2-кальцивые мыла жирных кислот	3-амиды жирных кислот
Миристиновая /$C_{14:0}$/	0,89±0,36	1,39±0,49***	2,25±0,61
Пентадекановая /$C_{15:0}$/	1,48±0,62	0,99±0,28***	1,16±0,55*
Пальмитиновая /$C_{16:0}$/	15,83±1,80	16,42±2,04	16,81±2,48*
Пальмитоолеиновая /$C_{16:1}$/	1,77±0,41	1,21±0,38	1,39±0,29***
Стеариновая /$C_{18:0}$/	34,83±4,08	26,86±3,96	20,62±3,16
Олеиновая /$C_{18:1}$/	25,40±3,83	29,81±3,06***	27,81±3,43**
Линолевая /$C_{18:2}$/	12,73±2,11	16,42±1,66	23,14±2,27*
Линоленовая /$C_{18:3}$/	1,89±0,70	2,72±0,93****	2,39±0,61***
Арахидоновая /$C_{20:0}$/	5,18±1,12	4,18±1,16***	4,43±1,82*

(миристиновой, пентадекановой, пальмитиновой, стеариновой, арахидоновой) и, особенно, незаменимых ненасыщенных (линолевой и линоленовой) жирных кислот в составе общих липидов содержимого двенадцатиперстной кишки животных. В частности, внутрирубцовое введение кальциевых мыл и амидов жирных кислот бычкам понижало уровень пентадекановой ($C_{15:0}$), пальмитоолеиновой

($C_{16:1}$),стеариновой ($C_{18:0}$), арахиновой ($C_{20:0}$) и повышало уровень миристиновой ($C_{14:0}$) и олеиновой ($C_{18:1}$) жирных кислот в составе липидов химуса двенадцатиперстной кишки опытных бычков по сравнению с контрольными (P<0,05-0,002). Интрарумінальное введение опытным животным кальциевых мыл и особенно амидов жирных кислот, полученных на основе рапсового масла, в среднем на 55 % повышало содержание линолевой и на 35 % - содержание линоленовой жирных кислот в составе липидов химуса двенадцатиперстной кишки по сравнению с контрольной (P<0,05-0,002).

Суммируя приведенные выше результаты, следует отметить, что кальциевые мыла и особенно амиды жирных кислот, полученные на основе рапсового масла, обладают свойством защиты линолевой и линоленовой жирных кислот, находящихся в составе масла, от гидрогенизации их микрофлорой преджелудков.

Результаты исследований, полученные в третьем эксперименте (табл.3), указывают на то, что длительное использование в составе ра-

Таблица 3. ***Жирнокислотный состав липидов плазмы крови подопытных бычков (M ± m, %, n = 5)***

Название и код жирной кислоты	Группы животных			
	ОР	ОР + рапсовое масло	ОР + кальц. мыла жирн. кислот	ОР + амиды жирных кислот
	1	2	3	4
Миристиновая /$C_{14:0}$/	1,03 ± 0,05	1,26 ± 0,06	1,21 ± 0,05	1,24 ± 0,04
Пентадекановая /$C_{15:0}$/	1,26 ± 0,04	1,41 ± 0,03	1,18 ± 0,06	1.16 ± 0,03
Пальмитиновая /$C_{16:0}$/	21,15 ± 0,05	20,39 ± 0,48	20,13 ± 0,36	18,94 ± 0,43
Пальмитоолеиновая /$C_{16:1}$/	2,96 ± 0,03	3,03 ± 0,06	3,06 ± 0,04	3,16 ± 0,05
Стеариновая /$C_{18:0}$/	24,20 ± 0,38	23,82 ± 0,29	22,72 ± 0,30	19,69 ± 0,46
Олеиновая /$C_{18:1}$/	25,36 ± 0,41	26,41 ± 0,40	26,18 ± 0,42	27,16 ± 0,32
Линолевая /$C_{18:2}$/	20,03 ± 0,52	19,84 ± 0,43	21,49 ± 0,51	24,48 ± 0,65*****
Линоленовая /$C_{18:3}$/	2,58 ± 0,06	2,51 ± 0,07	2,83 ± 0,08*	3,09 ± 0,09****
Арахидоновая /$C_{20:0}$/	1,43 ± 0,04	1,33 ± 0,05	1,20 ± 0,05	1,08 ± 0,03

ционов откармливаемых бычков добавок обычного рапсового масла и, особенно, кальциевых мыл и амидов жирных кислот, изготовленных на его основе, увеличивает уровень полиеновых жирных кислот в составе липидов плазмы крови в среднем на 7,3 – 22,2 % (P <0,05-0,001) по сравнению с животными, которые не получали жировых добавок в составе рационов.

При этом среднесуточные привесы живой массы животных за экспериментальный период в опытных группах животных были в

среднем на 4,1 – 8,2 % больше (P<0,025) по сравнению с таковыми у бычков контрольной группы (табл. 4).

Таблица 4. ***Среднесуточные привесы живой массы подопытных бычков (M±m, n=5)***

Группы животных	Возраст животных в днях и живая масса в кг					Среднесуточные привесы живой массы	
	180	210	240	270	300	гр	%
1	148± 8	168 ±5	187± 6	206± 11	225 ± 9	641,6	100
2	147±7	168± 4	188± 10	208 ± 8	227± 6	667,9	104,1
3	151± 9	173± 5	194± 6	214± 9	234± 8	694,2**	108,2
4	150 ± 4	171 ± 7	192 ± 8	212± 6	232 ± 5	687,1**	107,1

Приведенные результаты в целом свидетельствуют о том, что скармливание лактирующим коровам и откармливаемому крупному рогатому скоту обычных и, особенно, защищенных химической и термической обработкой шрота и масла из каноловых сортов семян рапса, оказывает положительное продуктивное и метаболическое действие у данного вида животных, что согласуется с результатами других исследователей (12,14,20), полученными в аналогичных экспериментах (in vitro и in vivo) на жвачных видах животных.

Таким образом, использование в рационе лактирующих коров взамен зерновой основы обычного канолового рапсового шрота и особенно шрота, подвергнутого формальдегидной и высокотермической обработке, существенно повышает среднесуточный удой молока коров и улучшает его качество. Интраруминальное введение бычкам кальциевых мыл или амидов жирных кислот, изготовленных на основе рапсового масла, существенно повышает содержание линолевой и линоленовой жирных кислот в составе липидов двенадцатиперстной кишки по сравнению с животными, которым внутрирубцово вводили обычное рапсовое масло. Длительное использование в составе рацинов откармливаемых бычков обычного рапсового масла и, особенно, кальциевых мыл и амидов жирных кислот, изготовленных на его основе, достоверно повышало уровень полиеновых жирных кислот в составе липидов плазмы крови, и в среднем на 4,1 – 8,2 % увеличивало среднесуточные привесы живой массы по сравнению с таковыми у животных, которые не получали жировых добавок в составе рациона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алиев А.А. 1980. Липидный обмен и продуктивность жвачных животных. М.: Колос. 381 с.
2. Богданов Г.О., Каравашенко В.Ф., Зверев О.І. та інші. 1986. Довідник по годівлі сільськогосподарських тварин . Київ: Урожай. 488 с.

3. Вовк С.О., Захарив О.Я., Параняк Р.П. Иваняк В.В, Янович В.Г. 1991. Жировые добавки в рационе телят. Зоотехния, 1, 31-33
4. Вовк С.О., Шаян Я.В, Картавий О.С, Цимбалюк М.Ф. 1996. Насіння ріпака і продукти його переробки в раціонах великої рогатої худоби. Вільний аграрник. Львів, 1, 51-59.
5. Гедзик М., Дем'янчук Г. 1999. Використання ріпакової макухи у раціонах ремонтнимх телиць і корів. Тваринництво України, 3-4, 28-29.
6. Гранберг И.И., Органическая химия. 1987. М.: Высшая школа, 480
7. Калачнюк Г.И. 1989. Физиолого-биохимические и практические аспекты скармливания рапсовых добавок. Вестник сельскохозяйственной науки, 5, 125 – 135.
8. Кейтс М. 1975. Техника липидологии. М.: Мир, 322 с.
9. Ойвин И.А. 1960. Статистическая обработка результатов экспериментальных исследований. Патологическая физиология и экспериментальная терапия, 4, 76 –85.
10. Столярчук П.З., Боярський Л.Г. 1989. Заготівля кормів і нормована годівля сільськогосподарських тварин. Львів: Каменяр, 173 с.
11. Тютюнников Б.Н. 1966. Химия жиров. М.: 632 с.
12. Эхерн Ф.К., Кенелли Дж.Дж. 1985. Жмыхи и шроты в кормлении крупного рогатого скота. Пер. с англ.: Новейшие достижения в исследовании питания животных. М.: Агропромиздат, 288 с.
13. Янович В.Г., Лагодюк П.З. 1991. Обмен липидов у животных в онтогенезе. М.: Агропромиздат, 318 с.
14. Aldrich C.G., Merchen N.R. et al. 1997. The effects of chemical treatment of whole canola seed on intake, nutrient digestibilities, milk production, and milk fatty acids of Holstein cous. J. Anim. Sci., 75 (2), 512-521.
15. Enjabert F., Nicot M.C. et al. 1997. Effects of dietary calcium soaps of unsaturated fatty acids on digestion, milk composition and physical properties of butter. J.Dairy Res., 64 (2), 181 – 195.
16. Fotouhi N., Jenkins T.C. 1992. Resistance of fatty acyl amides to degradation and hydrogenation by ruminal microorganisms. J.Dairy Sci., 75, 1527 – 1532.
17. Hutjens M.F. Here's a look various fat sources. 1987. Hard's Dairyman. 132, 20, 937.
18. McKinnon J.J., Olubobokum J.A., Mustafa A., Cohen R.D., Chistensen D.A. 1995. Influence of dry heat treatment of canola meal on site and extent of nutrient disappearance in ruminante. Anim. Feed. Sci. and Technol., 56, 243 – 252.
19. Mir Z., Macleod G.K. Buchanan-Smith J.G., Grive D.G., Grovum W.L. 1984. Methods for protecting soybean and canola proteins from degradation in the rumen. Can.J. Anim.Sci., 64, 853 –865.
20. Poncet C., Michalet – Dorean B., McAllister T., Remond D. 1995. Dietary compounds escaping rumen digestion. Recent deuelopments in the nutrition of herbivores, 167 – 194 (Clermont-Ferrand, France).

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОСВЕННЫХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ РАЦИОНОВ ДЛЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Г.Г. Черепанов, В.И. Агафонов, Е.Л. Харитонов,
Т.Ю. Токарев, А.В. Катаев
ВНИИ физиологии, биохимии и питания сельскохозяйственных животных

Исследования, проведенные в последние годы в нашей стране и за рубежом, показали, что задачи совершенствования теории и практических приемов рационального питания, адекватного физиологическим потребностям разных генотипов, можно эффективно решать на основе разработки систем имитационных моделей (9-12, 16).

В предыдущие годы во ВНИИФБиП с.-х. животных были проведены предварительные исследования по моделированию биоценоза преджелудков для прогнозирования потоков основных всасывающихся субстратов у крупного рогатого скота (10). Целью настоящей работы было провести сопоставление существующих практических способов оценки энергетической ценности рационов кормления крупного рогатого скота с расчетным прогнозом по этой модели.

Материалом для анализа послужили отчетные данные института по исследованиям, проведенным в виварии института на лактирующих коровах и бычках холмогорской и герефордской пород. Было проанализировано 25 серий исследований, включающих проведение химического анализа кормов, балансовых опытов и физиологических измерений. Данные по рационам кормления животных приведены в табл. 1.

Для расчетов энергетической ценности рационов использовалась ранее описанная вычислительная модель (программа РУБЕЦ1, 1993 г. авт.:Черепанов Г.Г., Харитонов Е.Л., Жиркова И.Н.), в которую были введены небольшие модификации по структуре и значениям параметров. Значения параметров модели приведены в табл. 2. Изменения в структуре модели заключались во введении дополнительной переменной состояния – пула растворимого немикробиального белка в жидкой фракции содержимого рубца. Входные данные – доли химических составляющих в сухом веществе рациона и общее потребление сухого вещества. Выходные данные – потоки всасывания субстратов, энергия всасывающихся субстратов, валовая энергия корма, потери энергии в пищеварительном тракте и др. показатели.

Во всех опытах проводились анализы содержания в кормах фракций структурных углеводов (гемицеллюлоза, целлюлоза, лигнин), крахмала, сахара, жира и сырого протеина. Данные по минорным компонентам – органическим кислотам, пектину, азотсодержащим небелковым веществам, растворимой и нерастворимой золе определяли по сводной таблице, в которой обобщены данные по наиболее часто испо-

Таблица 2. ***Значения параметров модели рубцового пищеварения и всасывания субстратов (6)***

параметр	значение	параметр	значение	параметр	значение
R11	4.59	Y12	1	K9	1.56
R12	1.6	Y13	1.13	K10	.41
R21	0	Y14	1.45	K13	13
R22	4.97	Y15	1	K14	1
R31	7.33	Y21	.43	KK1	.009
R32	1.12	Y22	.52	KK2	.002
R41	.23	Y23	.49	KK3	.0012
R42	.23	Y24	.21	KK4	.095
R51	2.71	Y25	.57	KK5	.041
R52	-.42	Y31	.215	KK6	.0064
R61	.017	Y32	.24	V1	600
R62	.019	Y33	.19	V2	250
R7	40	Y34	.17	F20	.9
C1	.00023	Y35	.04	K15	20
C2	.014	C9	.121		
C3	1	K1	2.16		
C4	.5	K2	3.45		
C5	1	K3	1.25		
C6	1.2	K4	2.33		
C8	.43	K7	4.65		
Y11	1.14	K8	12.2		

льзуемым кормам. Содержание растворимого и нерастворимого протеина определялось лишь в отдельных опытах, поэтому для оценки содержания этих фракций в рационе применялась комбинированная методика – по сводной таблице определяли содержание растворимого и нерастворимого протеина в конкретных кормах, относительное их содержание в данном рационе умножали на измеренное значение сырого протеина, затем вычисляли долю растворимого и нерастворимого протеина в сухом веществе рациона.

Работа с программой РУБЕЦ1 в данной исследовательской версии заключалась в следующем. В диалоговом меню выбирался режим «Частичный ввод», в предлагаемом списке параметров отмечались переменные и параметры, подлежащие изменению, затем вводились их численные значения и информация, необходимая для прогона программы: интервал интегрирования (6 дней), шаг интегрирования (0,005) и шаг выдачи результатов на печать.

Для сопоставления результатов с оценкой питательности рационов по другим известным методам проводили расчеты для тех же самых рационов по описанным в литературе формулам по нижеследующей схеме.

Обменная энергия (МДж): X –- значения, полученные в опыте путем измерения содержания энергии в образцах корма, кала, мочи с введением расчетной коррекции на потери в ЖКТ по схеме: корм-кал-моча-газы-теплота ферментации (коррекция на потери в пищеварительном тракте по Агафонову, 1989); Y- расчетные значения, полученные по схеме:

1 - по выходным данным программы РУБЕЦ1: ОЭ = 0,957*Eabs (энергия мочи принята равной 4,3% от энергии всасывающихся субстратов Eabs).

2 - по Аксельсону: ОЭ=13,1(СВ-1,05*СК), где ОЭ в МДж, СВ и СК в кг, по данным зооанализа кормов(Григорьев и др., 1989);

3 - по Маркину: для сено-силосно-концентратного типа: ОЭ = 0,02518 СП+0,0052 СЖ +0,0198 СК + 0,00156 БЭВ + 0,52; где СП, СЖ, СК, БЭВ в г, по данным зооанализа кормов (Маркин, 1997);

4 - по суммированным табличным данным для отдельных кормов рациона, приведенным в руководстве «Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных», часть 1, М., 1994.

Валовая энергия (МДж): X - значения, полученные в опыте путем сжигания образцов кормов в калориметрической бомбе; Y - расчетные значения, полученные по схеме:

1 - по выходным данным программы РУБЕЦ1;

2 - по Шиману и др. (цит по: Агафонов, Решетов, 1999): ВЭ= 4,186(5,72 СП+9,5 СЖ+4,79 СК+4,17 БЭВ), где СП, СЖ, СК, БЭВ в г, по данным зооанализа;

3 – по соотношению, предложенному ВИЖ и ВНИИФБиП (Агафонов, 1989): ВЭ = 0,001009(23,95 СП+39,77 СЖ+20,05 СК+17,46 БЭВ), где СП, СЖ, СК, БЭВ в г, по данным зооанализа.

Переваримая энергия: X - данные измерений в балансовом опыте содержания переваримой энергии в рационе; Y -- расчетные значения, полученные по схеме:

1 - по выходным данным программы РУБЕЦ1: ПЭ = Ed*DCE; где Ed – валовая энергия; коэффициент переваримости DCE рассчитывается в модели по объему всасывания субстратов, поэтому при оценке тесноты взаимосвязи к значениям видимо переваримой энергии, измеряемой в балансовом опыте, введен поправочный коэффициент 0,825;

2 – по соотношению : ПЭ = 23,93 пП+ 32,66 пЖ+ 18,50 пК + 17,0 пБЭВ, (Изучение обмена энергии…, 1986), где пП, пЖ, пК, пБЭВ - переваримые питательные вещества кормов в кг, по табличным данным (Переваримость кормов,1970).

Концентрация обменнной энергии в сухом веществе рациона (КОЭ): X – величина, полученная делением измеренной в опыте обменной энергии на содержание ВСВ в рационе; Y – расчетные значения, полученные по схеме:

1 - по выходным данным программы РУБЕЦ1 и фактическому содержанию ВСВ в рационе (ОЭ = Eabs*0,957);

2 – по соотношению: КОЭ = 13,66-0,17 СК-0,183 СЗ+0,261 СЖ, где СК, СЗ, СЖ – сырые вещества в % к СВ рациона, по данным зооанализа кормов (Григорьев, Гаганов, 1997);

3 – по формуле: КОЭ= 13,3 - 14 СК, где СК в долях – кг/кг СВ, по фактическим данным (Григорьев, Гаганов, 1997).

В качестве меры точности предсказания использовали коэффициент корреляции по Пирсону, стандартную ошибку оценки, критерии Фишера и Стьюдента и параметры линейной регрессии. Статистические расчеты проведены с помощью пакета программ Microsoft Excell и SPSS 8.0 для Windows.

Результаты сравнительного анализа разных методов определения энергетической ценности рационов приведены в таблице 3.

Таблица 3. ***Статистическая оценка точности оценки энергетической питательности рационов с использованием имитационной модели (Рубец1), линейной регрессии и табличных данных содержания энергии в кормах.***

Статистическая оценка Способ расчета	R	R^2	Ст. ошиб.	b0	b1	F	t
Обменная энергия							
1 (Рубец1)	0,988	0,977	4,91	0,572	0,963	969,2	31,10
2 (По Аксельсону)	0,951	0,905	10,55	9,42	0,986	219,7	14,82
3 (Маркин и др., 1997)	0,925	0,856	9,55	15,0	0,704	136,5	11,68
4 (Нормы и рационы,1986)	0,904	0,816	19,00	-6,79	1,210	102,3	10,11
Валовая энергия							
1 (Рубец1)	0,991	0,982	7,39	2,72	0,979	1232	35,1
2 (По Шиману и др., 1999)	0,981	0,962	11,04	3,17	1,01	590,1	24,29
3 (ВНИИФБиПБ ВИЖ,1989)	0,981	0,963	11,15	3,31	1,026	594,4	24,38
Переваримая энергия							
1 (Рубец1)	0,986	0,971	5,55	-5,92	1,05	815,8	28,56
2 (ВНИИФБиПБ 1986)	0,946	0,895	14,31	-1,06	1,10	196,4	14,0
Концентрация обменной энергии (КОЭ, МДж/кг ВСВ							
1 (Рубец1)	0,812	0,659	0,361	3,99	0,538	44,51	6,67
2 (Григорьев, Гаганов, 1997)	0,409	0,167	0,543	7,45	0,261	4,62	2,15
3 (Григорьев, Гаганов, 1997) КОЭ= 13,3-14 СК	0,346	0,119	0,461	9,08	0,182	3,121	1,77

Поскольку в величину обменной энергии, рассчитываемой по общепринятой в настоящее время методике, входит теплота ферментации, а в системе, предлагаемой ВНИИФБиП, эта составляющая исключается, во втором случае получаются несколько меньшие численные значения обменной энергии. Точность метода оценивалась по величине рассеяния данных относительно линии регрессии, представляющей взаимосвязь рассчитываемых и фактически измеренных значений. Как следует из данных, приведенных в табл. 3, косвенная оценка энергетической питательности рационов с использованием данной версии модели биоценоза рубца на исследованном массиве данных оказалась более точной, по сравнению с расчетом по уравнениям регрессии и по табличным данным для разных кормов – первый метод во всех исследованных вариантах оценки (ОЭ, ВЭ, ПЭ, КОЭ) характеризовался более высокими значениями коэффициента корреляции и меньшей стандартной ошибкой предсказания.

Более высокая точность прогноза обменной энергии по предлагаемому методу может быть обусловлена тем, что данный метод, в отличие от других, учитывает ассоциативные эффекты, т.е. зависимость переваримости питательных веществ от состава рациона (13-15). С другой стороны, к валовой энергии корма это не относится, хотя для этого показателя прогноз по формулам регрессии также оказался менее эффективным. Это может быть связано с тем, что предлагаемые разными авторами регрессионные соотношения

оказываются чувствительными к изменениям в условиям опытов, что в принципе присуще всем эмпирическим соотношениям.

Поскольку исходные данные по рационам, которые используются в имитационной модели, представляют собой объективные химические показатели и не содержат наиболее вариабельных биологических характеристик, типа переваримости и др., можно предположить, что в практических условиях возможно будет пользоваться табличными данными по составу кормов, не проводя полного химанализа или ограничиваясь частичным экспресс-анализом. Это предположение можно будет проверить после того, как будет собрана достаточно большая база данных по подробному химсоставу основных кормов.

В качестве ориентиров дальнейшей работы необходимо отметить, что для расширенного практического применения модели рубцового биоценоза необходимо провести по аналогичной методике сопоставление не только по энергетическим, но и по другим показателям, доступным для измерения в физиологическом опыте.

Как следует из вышеизложенного материала, вычислительный прогноз энергетической питательности рационов для крупного рогатого скота на основе фактических данных по химсоставу рациона с использованием имитационной модели оказался наиболее точным, по-крайней мере, в пределах массива данных, полученных в 25 балансовых опытах - стандартная ошибка предсказания обменной энергии для этого метода в 2-4 раза меньше, чем при использовании регрессионных соотношений.

Необходимо отметить, что в данном случае применялась первичная версия модели, для которой, ввиду отсутствия необходимого полного набора комплексных данных, не проводился подбор оптимальных значений параметров. Поэтому имеется возможность совершенствования модельных расчетов, для чего необходима систематическая работа по формированию архивов численных данных и продолжению модельных исследований.

Тем не менее, учитывая полученные результаты, указывающие на более высокую прогностическую эффективность метода, его можно рекомендовать для расширенного испытания и в дальнейшем – для практического использования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агафонов В.И. В сб.: Обсуждение проекта Советской системы энергетического питания жвачных животных. Боровск, 1989.

2. Агафонов В.И., Решетов В.Б. Прогнозирование энергетической ценности кормов. В сб.: Матер. коорд. сов.: Проблемы и перспективы развития теории питания животных на основе субстратной обеспеченности метаболизма, Боровск, 1999, 59-65.

3. Григорьев Н.Г., Гаганов А.П. Разработка адаптивно-вариабельных норм кормления молочных коров. В сб.: Актуальные проблемы биологии в животноводстве, Боровск, 1997, 60-71.

4. Григорьев Н.Г., Волков Н.П., Воробьев Е.С. и др. Биологическая полноценность кормов. М., Агропромиздат, 1989.

5. Изучение обмена энергии и энергетического питания сельскохозяйственных животных (Методические указания). Боровск, 1986, 18.

6. Маркин Ю.В. Косвенные методы определения энергетической и протеиновой питательности рационов для жвачных. В сб.: Актуальные проблемы биологии в животноводстве. Мат. Второй междунар. конф., 5-8 сент. 1995. Боровск, 1997, 104-109.

7. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных (под ред. Калашникова А.П. и Клейменова Н.И.), М.: Агропромиздат, 1985.

8. Переваримость кормов (под ред. Томмэ М.Ф. и др.), М.: Колос, 1970.

9. Черепанов Г.Г., Агафонов В.И., Решетов В.Б. Прогнозирование роста крупного рогатого скота с учетом полового диморфизма на основе модифицированной системной морфофизиологической модели. Сельскохозяйственная биология, 1993, 2, 14-21.

10. Черепанов Г.Г., Кузина И.Н. Количественный анализ процессов микробной ферментации в рубце и всасывания субстратов у коров (вычислительная модель). Сельскохозяйственная биология, 1993, 4, 118-131.

11. Baldwin R.L., Sainz R.D. Energy partitioning and modeling in animal nutrition. Ann. Rev. Nutr., 1995, 15, 191-211.

12. Black J.L., Davies G.T., Fleming J.F. Role of computer simulation in the application of knowledge to animal industries. Austr. J. Agr. Res., 1993, 44, 541-555.

13. Hichtanen P. Associative effects of feeds in ruminants. Norv. J. Agr. Sci., 1991, Suppl. N 5, 5-7.

14. Moore J.E., Kunkle W.E. et al. Assocative effects: are they real (?) and accounting for them in ration formulation. 1997 Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers. Cornell Univ., Ithaca, N.Y., 1997, 1-10.

15. Moss A.R., Givens D.I., Phipps R.H. Digestibility and energy value of combinations of forage mixtures. Anim. Feed Sci. & Technol., 1992, 39, 151-172.

16. Fox D.G., Sniffen C.J., O'Connor J.D. Proc.Cornell Nutr. Conf., 1987, 36-41.

АДАПТАЦИЯ СИСТЕМНОЙ МОДЕЛИ РОСТА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ РАЗНЫХ ГЕНОТИПОВ СКОТА

Г.Г. Черепанов, В.А. Матвеев, К.Т. Ерембетов
ВНИИ физиологии, биохимии и питания сельскохозяйственных животных

Известно, что превращение ресурсов в продукцию происходит с неодинаковой степенью эффективности, в зависимости от генотипа и условий питания. С другой стороны, по данным исследований, на уровне клетки продуктивная эффективность довольно константна, так что общая продуктивность скорее зависит, с одной стороны, от

сбалансированности в развитии систем органов и тканей (например, от численности клеток в разных тканях), а с другой стороны – от сбалансированности распределения потоков нутриентов в организме. Из этого вытекают две подзадачи в повышении эффективности биоконверсии: 1) идентификация на первом этапе и воспроизводство в последующем оптимальных конституционально-метаболических типов животных и 2) разработка теории и практики питания, адекватного потребностям конкретных генотипов.

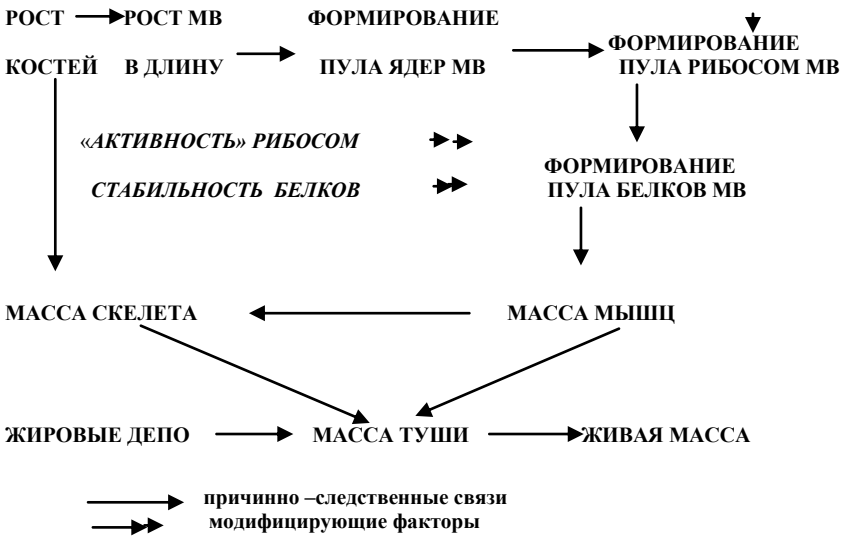
В современной постановке, вопрос стратегии здесь состоит в том, как обеспечить не просто максимальную, но максимальную сбалансированную реализацию биологического потенциала продуктивности и в чем состоят условия такой оптимальной реализации. В такой постановке вопроса фактически речь идет о познании природы высокой устойчивой продуктивности животных, а это возможно лишь при комплексном подходе с использованием достижений смежных наук и современных высоких технологий.

Исследования, проведенные в последние годы в нашей стране и за рубежом, показали, что некоторые задачи в создании теории питания, адекватного потребностям разных генотипов, можно эффективно решать на основе разработки систем имитационных моделей. В частности, во ВНИИФБиП в последние годы используется системная модель, основанная на оригинальной морфофизиологической концепции роста животных.

Задачей наших исследований было попытаться адаптировать эту модель для прогнозирования продуктивности бычков разных пород, т.е. модифицировать модельное описание с учетом породных морфофизиологических особенностей и сопоставить теоретический прогноз с данными прямых измерений для растущих бычков двух пород - холмогорской и герефордской.

В базвовой общебиологической модели рост мышечной ткани, скелета и всего тела прогнозируется на основе фундаментальных закономерностей биосинтеза нуклеиновых кислот и белков, клеточной гиперплазии и гипертрофии в скелетно-мышечной ткани с учетом взаимной корреляции роста органов и тканей (рис 1, 2). Показатели энергетики на уровне организма и потребности в протеине оцениваются по прогнозируемым изменениям химического состава тела с использованием эмпирических и полуэмпирических соотношений (рис. 3).

Рис. 1. ***Схематическое представление морфофизиологической концепции роста***



На основе обобщения литературных данных были обоснованы конституционально-метаболические параметры для привязки общей системной модели роста молодняка крупного рогатого скота для холмогорской и герефордской пород. В сравнении с крупными породами животных молочного направления (включая холмогорскую породу), герефорды отличаются меньшими размерами тела, более быстрым ростом и созреванием скелета и жировой ткани, меньшей потребностью в обменной энергии на поддержание, более высокими показателями омускуленности.

С другой стороны, по ряду базовых гистофизиологических и биохимических показателей межпородные различия незначительны и эти показатели характерны для всех представителей рода *Bos Taurus.* В отношении мышечной ткани к числу таких относительно константных параметров можно отнести удельную активность рибосом для данного уровня питания (г белка/ г РНК сут) и транскрипционную активность для локусов рибосомальной ДНК (г РНК/г ДНКсут), стабильность основных классов макромолекул, тип зависимости темпа макромолекулярных синтезов от энергетических параметров и ряд других параметров и соотношений. Поэтому в данном исследовании стояла задача выбрать минимальное количество базовых интерьерных и экстерьерных параметров, по которым, по данным проведенных исследований, различаются бычки двух пород – холмогорской и герефордской - с тем,

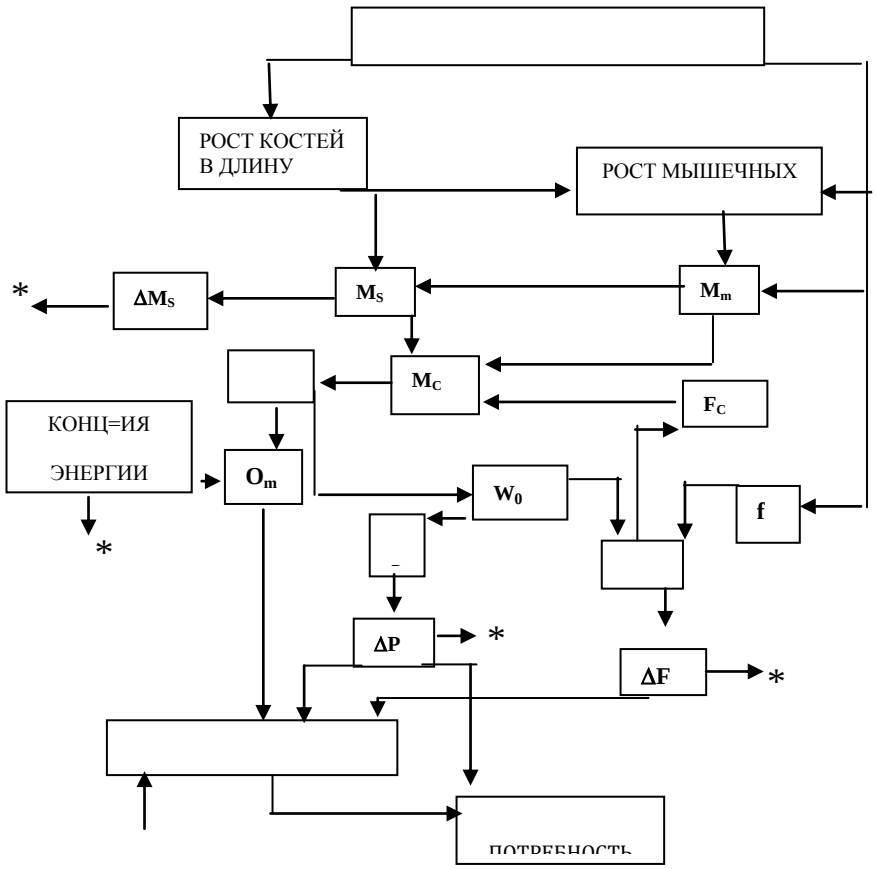
чтобы модифицировать базовую модель для прогноза продуктивных качеств и физиологических потребностей в энергии и протеине в динамике для разных возрастных периодов доращивания и откорма животных, сопоставив прогноз с данными измерений.

Рис. 2. ***Фундаментальные соотношения в процессе роста скелетных мышц (аксиоматика модели роста)***

1. ЧИСЛО МЫШЕЧНЫХ ВОЛОКОН ПОСТОЯННО	
2 СИНТЕЗ БЕЛКОВ ПРОПОРЦИОНАЛЕН СОДЕРЖАНИЮ РИБОСОМНОЙ РНК В МЫШЦАХ	г БЕЛКА/ СУТ
3. АКТИВНОСТЬ СИНТЕЗА БЕЛКОВ ЗАВИСИТ ОТ УРОВНЯ ПИТАНИЯ С ЭФФЕКТОМ НАСЫЩЕНИЯ	г БЕЛКА/ СУТ г РНК/СУТ
4. ДЕГРАДАЦИЯ БЕЛКОВ ПРОПОРЦИОНАЛЬНА ИХ СОДЕРЖАНИЮ В ТКАНИ	г БЕЛКА/ СУТ
5. ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ДЕГРАДАЦИЯ БЕЛКОВ МЫШЦ ВЫСОКАЯ ПОСЛЕ РОЖДЕНИЯ, ЗАТЕМ СНИЖАЕТСЯ И ПОСТОЯННА В ХОДЕ РОСТА	1/ СУТ
6. СИНТЕЗ рРНК ПРОПОРЦИОНАЛЕН СОДЕРЖАНИЮ ДНК	г РНК/ СУТ
7. АКТИВНОСТЬ СИНТЕЗА рРНК ЗАВИСИТ ОТ УРОВНЯ ПИТАНИЯ С ЭФФЕКТОМ НАСЫЩЕНИЯ	г РНК/ г ДНК/СУТ
8. РАСПАД рРНК ПРОПОРЦИОНАЛЕН ИХ СОДЕРЖАНИЮ	г РНК/СУТ
9. ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ДЕГРАДАЦИЯ рРНК ПОСТОЯННА	1/ СУТ
10. ЛИНЕЙНАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ ЯДЕР МЫШЕЧНЫХ ВОЛОКОН ЗАВИСИТ ОТ УРОВНЯ ПИТАНИЯ С ЭФФЕКТОМ НАСЫЩЕНИЯ	

В качестве входной энергетической переменной в модели используется безразмерная величина Q, характеризующая энергетический статус клеток скелетных мышц и темпы роста скелета и жировых депо. Существенно, что при этом не проводится разделения энергетических затрат на так называемое поддержание жизни и рост.

Рис. 3. ***Структурная схема имитационной модели роста животных***



M_m – МАССА МЫШЦ
M_S – МАССА СКЕЛЕТА
M_C – МАССА ТУШИ
F_C – ЖИР ТУШИ
W – ЖИВАЯ МАССА
W_0 - "ПУСТАЯ" МАССА
F - ЖИР ТЕЛА
P - БЕЛОК ТЕЛА
O_M - ПОТРЕБНОСТЬ В ОЭ НА ПОДДЕРЖАНИЕ
f - относительное содержание жира в «пустой» массе тела
Δ - суточный прирост величины

Для привязки общей модели к двум контрастным генотипам были модифицированы 7 из 34 параметров и после введения начальных значений пяти переменных состояния и уровня питания проводился прогон модели с последующим сравнением расчетных и фактических данных по зоотехническим и физиологическим показателям (рис. 4,5,6).

Рис. 4. ***Значения параметров базовой модели, модифицированные для бычков холмогорской и герефордской пород***

Параметр Порода	Kn	H_{00}	H_0	n^	L4	L6	L10
Холмогорская	0,0035	160	75	$10*10^6$	0,036	$1x10^{-4}$	0,366
Герефордская	0,0045	140	65	$11*10^6$	0,031	$1,5x10^{-4}$	0,260

Рис. 5. ***Фрагмент модели, модифицированный при ее адаптации для двух генотипов***

$$dH/dt = (\underline{k_n}^{*}\ Q^2/(1+Q^2))(\underline{H_{00}} - H)$$

$$N\text{^} = n^{*}\ L\ \underline{n\text{^}}$$

$$M_S = \underline{L4}\ H\ Mm^{0,5}$$

$$df/dt = \underline{L6}\ Q\ f\ (f_{00} - f)$$

$$E_m = \underline{L10}\ W^{0,75}$$

$$[Q = (E/Em) - 1]$$

E – обменная энергия, МДж/сут
E_m – потребность в ОЭ на поддержание, МДж/сут
H – высота в холке, см (H_{00} - для зрелого животного)
Fc – содержание жира в туше, кг
n^ - число мышечных волокон в "эталонной" мышце
n^{*} - число ядер на 1 см длины мышечного волокна
R^ - содержание РНК в «эталонной мышце, г
P^ - содержание ДНК в "эталонной мышце, г

f – относительное содержание жира в «пустой» массе тела, %
(f_{00} – для зрелого животного = 40% для обеих пород).
N^ - общее число ядер в «эталонной» мышце
L – средняя длина волокон «стандартной» мышцы, см
M_s – масса скелета, кг ; M_m – масса мышц, кг

Рис. 6. ***Начальные значения переменных модели для бычков двух пород в возрасте 10 мес***

Показатели Породы	$n^*(0)$	R^(0)	P(0)	f(0)	Fc(0)
Холмогорская	426,11	0,78	377,32	7,34	3.89
Герефордская	426,11	0,78	377,24	10,9	5.52

Отмечена хорошая степень совпадения прогноза и данных измерений по живой массе, суточным приростам живой массы, обменной энергии, затратам обменной энергии на 1 кг прироста живой массы и убойным качествам для бычков исследованных пород (табл. 1, 2).

Таблица 1. ***Сопоставление прогноза и опытных данных по показателям обмена энергии***

ПОКАЗАТЕЛИ	ХОЛМОГОРЫ		ГЕРЕФОРДЫ	
	12 мес	14 мес	12 мес	14 мес
ОЭ, МДж				
ПРОГНОЗ	60,9	75,0	58,8	73,3
ОПЫТ	63,7±3,5	79,5±0,8	58,1±2,6	74,3±0,5
Теплопродукция, МДж				
ПРОГНОЗ	49,1	59,8	43,4	53,4
ОПЫТ	40,8±1,5	50,3±1,0	36,9±0,5	45,7±1,4
ОЭ на 1 кг при-веса				
ПРОГНОЗ	62,0	72,0	59,8	69,9
ОПЫТ	62,7±2,5	73,3±1,0	56,4±1,7	68,0±3,0

Таблица 2. ***Сопоставление прогноза и опытных данных по динамике живой массы бычков двух пород***

Показатели	Возраст, мес						
	10	11	12	13	14	15	15,5-16
				Холмогоры			
ЖМ, кг							
прогноз	220,7	250,0	280,5	312,0	344,5	377,6	410,6
опыт	220±3	249±3	276±5	315±6	347±6	381±6	401±7
Привес,г							
прогноз		1000	1030	1070	1090	1100	
опыт		967±210	900±290	1300±360	1070±406	1130±423	
				Герефорды			
ЖМ, кг							
прогноз	211,0	239,8	270,1	301,7	334,5	367,8	401,1
опыт	215±5	238±6	263±6	302±7	333±7	364±3	385±4
Привес, г							
прогноз		980	1030	1070	1100	1110	
Опыт		767±390	830±426	1300±450	1030±170	1030±337	

Поэтому модель была использована для прогнозирования изменений химического состава тела (жир и белок тела) и потребностей в энергии и протеине для двух генотипов. В интервале 11 – 15 мес у бычков холмогорской породы более высокое общее содержание белка в теле и больший суточный прирост белка (табл. 3).

Таблица 3. ***Динамика отложения жира и белка в теле у бычков двух пород (прогноз по модели)***

Возраст, мес	11	12	13	14	15
		Холмогоры			
Отложение жира, кг/сут	0,14	0,18	0,21	0,25	0,29
Отложение белка, кг/сут	0,13	0,14	0,14	0,14	0,13
Жир тела, кг	17,1	21,8	27,6	34,4	42,5
Белок тела, кг	37,2	41,2	45,3	49,5	53,5
Энергия белка, Мдж/сут	3,12	3,17	3,21	3,20	3,13
		Герефорды			
Отложение жира, кг/сут	0,23	0,28	0,33	0,38	0,43
Отложение белка, кг/сут	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
Жир тела, кг	24,9	32,5	41,7	52,4	64,7
Белок тела, кг	34,0	37,4	40,8	44,2	47,4
Энергия белка, Мдж/сут	2,65	2,66	2,64	2,58	2,47

При сравнении двух пород по конверсии обменной энергии корма в продукцию оказалось, что результаты такого сравнения существенно зависят от выбранного критерия продуктивной эффективности (табл.4): 1) по затратам обменной энергии на 1 кг прироста живой массы в возрасте 11-15 мес холмогорская и герефордская породы существенно не различаются (57-78 и 55-76 МДж/кг соответственно); затраты обменной энергии корма на 1 Мдж продукции больше у бычков холмогорской породы (5,5-5,1 и 4,1-3,8); затраты обменной энергии корма на 1 МДж отложенного белка ниже у холмогорской породы (17-26 и 20-34 соответственно).

Таблица 4. ***Эффективность конверсии ОЭ корма в продукцию для двух пород (прогноз по модели)***

Показатели	Возраст, мес				
	11	12	13	14	15
		Холмогоры			
МДж ОЭ корма/кг привеса	57,4	62,0	66,8	72,0	78,4
МДж ОЭ корма/МДж прод.	5,53	5,40	5,28	5,17	5,08
МДж ОЭ корма/МДж Отложенного белка	17,5	19,2	21,1	23,4	26,3
		Герефорды			
МДж ОЭ корма/кг привеса	55,3	59,8	64,6	69,9	75,9
МДж ОЭ корма/МДж прод.	4,12	4,01	3,92	3,87	3,85
МДж ОЭ корма/МДж Отложенного белка	20,5	23,3	26,3	29,8	34,1

Таким образом, мы получили определенное подтверждение нашей рабочей гипотезы о существовании у разных пород базовых инвариантных и вариабельных цитофизиологических параметров, специфических для разных пород. Мы идентифицируем на данном генотипе небольшое число параметров и на основе базовой модели получаем прогноз динамики роста и размеров физиологических потребностей животных любого генотипа (в том числе, скажем,

планируемого стандарта породы или генетически измененного типа), для разных возрастных сроков и разного уровня питания. Таким образом, впервые вырисовывается один из конкретных работающих вариантов подхода к построению теории питания, адекватного потребностям разных генотипов. Это дает возможность сконцентрировать внимание на очень важной проблеме съема нужной информации на животных, т.е. измерения этих ключевых цитофизиологических параметров с последующим введением их в модель.

Как мы уже отмечали на предыдущей конференции 5 лет назад, необходимо центр внимания экспериментаторов переместить от регистрации валовых показателей и вычисления эмпирических регрессионных связей на количественную оценку состояния функциональных подсистем, на отслеживание адаптивно-регуляторных изменений, на разработку экспрессных тестов и измерений наиболее информативных ключевых метаболических параметров с последующей привязкой модели к конкретным условиям для решения конкретных вопросов.

БИОСИНТЕЗ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАНТОТЕНОВОЙ КИСЛОТЫ У ЛАКТИРУЮЩИХ КОРОВ ПРИ РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ ПИТАНИЯ

С.И. Долгова, И.А. Долгов, Л.А. Заболотнов
ВНИИ физиологии, биохимии и питания с.-х. животных

Витамины комплекса В в качестве составных частей входят простетические группы энзиматических систем, т.е. являются частью биологических катализаторов, управляющих процессами обмена веществ в организме животного и клетках микроорганизмов. Однако вопросы биосинтеза и метаболизма витаминов группы В и, в частности, пантотеновой кислоты у коров, в литературе освещены крайне недостаточно.

С целью изучения метаболизма пантотеновой кислоты нами проведен опыт методом групп и периодов на 8 лактирующих первотелках холмогорской породы средней живой массой 460 кг. Животные были оперированы с целью получения артериальной крови путем выведения сонной артерии под кожу, и разделены на две группы аналогов по живой массе и молочной продуктивности. Коровы контрольной группы получали рацион согласно норм ВИЖа (2), а опытной группы - по нормам рекомендуемым институтом. В рацион контрольной группы включали: сено злаково-разнотравное, силос разнотравный, свеклу, комбикорм, состоящий из ячменя и овса -51%, кукурузы -5%, соевого шрота -7%, подсолнечного шрота -33%, соль и премикс -1%. Рацион коров опытной группы отличался составом комбикорма, включающего смесь ячменя и овса -38%, кукурузы -30%, соевого шрота -23%, подсолнечного шрота -5%, соль и премикс в тех же соотношениях. Во втором периоде контрольная группа коров получала опытный рацион, а опытная контрольный.

Продолжительность каждого периода -30 дней. Фактическое потребление питательных веществ рациона представлено в таблице 1.

Кормление животных осуществляли в 8, 14 и.20 ч равными дачами кормов рациона, поение из автопоилок вволю. Кровь из молочной вены и сонной артерии брали 2 раза в сутки - утром, до кормления и затеи через 3ч - после кормления с целью определения артерио-венозной разности витамина B_3 в молочной железе.

В конце каждого периода проводились балансовые опыты по общепринятой схеме, и отбирали пробы молока, мочи, кала, а также пробы содержимого рубца для исследований.

Поступление витамина B_3 из преджелудков в кишечник изучали на коровах с фистулами рубца и 12-перстной кишки. Животные при

Таблица 1. ***Фактическое потребление питательных веществ рациона***

Показатели	Группа коров	
	контрольная	Опытная
Сухое вещество, кг	14,77	15,37
Обменная энергия, МДж	136,3	147,7
Сырой протеин, г	1795	1975
Сырая клетчатка, г	2768	2713
Крахмал, г	1945	2493
Сахар, г	1328	1318
Сырой жир, г	933	745
Соль поваренная, г	95	105
Кальций, г	104,4	98,5
Фосфор, г	77.4	77,4

этом получали рационы, аналогичные контрольной и опытной группе. Для определения скорости потока химуса в пищеварительном тракте использовали окись хрома; для выделения фракции бактерий и инфузорий из содержимого рубца – метод дифференциального центрифугирования. Пантотеновую кислоту в исследуемом материале определяли микробиологическим методом с использованием в качестве тест-культуры *Saccharomycodes Ludwigii КМ* (1).

Проведенными исследованиями установлено, что при скармливании коровам контрольной и опытной групп кормов, в I г сухого вещества которых содержалось 7,42 и 6,90 мкг пантотеновой кислоты, в рубце этого витамина обнаружили 14,07 и 16,41 мкг, соответственно. В среднем на I г сухого вещества концентрация пантотеновой кислоты в рубце коров контрольной группы превышала ее поступление с кормом в 1,9 раза, а у опытной группы - в 2,4 раза. Следовательно, в преджелудках коров как контрольной, так и опытной групп интенсивно синтезируется витамин B_3.

Повышение уровня крахмала в рационе коров опытной группы по сравнению с контрольной на 28% за счет зерна кукурузы сопровождалось увеличением концентрации пантотеновой кислоты в рубце как до кормления, так и через 3 и 5 ч после него на 10,4 и 25,0% соответственно (табл.2). При этом следует отметить, что максимальная концентрация пантотеновой кислоты в содержимом рубца коров как контрольной, так и опытной групп отмечена до утреннего кормления

животных. Через 3 ч после кормления наблюдалось резкое снижение, а через 5 ч концентрация ее повышалась, но не достигала уровня, отмеченного до кормления у контрольных животных. У опытных животных повышение соответствовало уровню, отмеченному до кормления. Следовательно, повьшенное содержание крахмала в рационе коров благоприятно влияло на биосинтез пантотеновой кислоты микроорганизмами рубца.

Таблица 2. ***Концентрация пантотеновой кислоты в содержимом рубца коров***

Группа коров	Время взятия проб	Витамин B_3, мкг/г сухого вещества	% к контролю
Контрольная	до кормления	16,21±0,69	100
Опытная		17,95±0,35	110
Контрольная	через 3 ч после	10,51±0,75	100
Опытная	кормления	14,45±0,85	137
Контрольная	через 5 ч после	13,49±0,49	100
Опытная	кормления	16,83±0,65	125

Содержание пантотеновой кислоты в 1 г сухого вещества биомассы бактерий и инфузорий, выделенной из рубца коров контрольной и опытной групп представлено в таблице 3. Концентрация витамина B_3 в биомассе бактерий и инфузорий содержимого рубца коров опытной группы была выше всего лишь на 4 и 2%, чем в биомассе бактерий и инфузорий контрольной группы соответственно. Однако в биомассе бактерий, содержащейся в 100 мл рубцовой жидкости коров опытной группы количество пантотеновой кислоты было выше на 11%. Следовательно, повышенная концентрация пантотеновой кислоты в сухом веществе содержимого рубца у коров опытной группы по сравнению с контрольной, по-видимому, обусловлена как интенсивным развитием микроорганизмов, являющихся активными продуцентами витамина B_3, так и повышением их витаминсинтезирующей активности.

Таблица 3. ***Содержание витамина B_3 в биомассе бактерий и инфузорий***

Группа коров	Количество витамина B_3			
	мкг/г сухого вещества	% к контролю	в биомассе, содержащейся в 100мл рубцовой жидкости	% к контролю
	Биомасса бактерий			
Контрольная	34,28±2,08	100	12,74±0,77	100
Опытная	35,77±1,76	104	14,11±0,69	111
	Биомасса инфузорий			
Контрольная	8,75±0,71	100	4,21±0,34	100
Опытная	8,96±0,46	102	5,47±0,89	130

В биомассе инфузорий, содержащейся в 100 мл рубцовой жидкости коров опытной группы, витамина B_3 было больше на 30%, чем в рубце коров контрольной группы. Это, очевидно, объясняется интенсивным поглощением ими бактерий и, в частности, *Str. bovis* - наиболее активного продуцента витамина B_3. Так, например, известно,

что одна энтодиния может содержать до 500-800 клеток *Str. bovis*, не находящихся в пищеварительных вакуолях. Следует учитывать и то, что в естественных условиях ресничные инфузории в качестве эндогенных симбионтов содержат метаногенные бактерии, витаминсинтезирующие свойства которых совершенно не изучены (5).

Суточное поступление пантотеновой кислоты с кормом у коров контрольной группы составило 109,8 мг, а у опытной - 106,0 мг, однако поступление в 12-перстную кишку - 208,24 и 252,71 мг, соответственно, т.е., количество витамина B_3, поступившего в 12-перстную кишку, превышало потребленное с кормом у коров контрольной группы в 1,9, а у опытной - в 2,5 раза. Чистый синтез витамина микроорганизмами рубца, определяемый по разнице между его поступлением в 12-перстную кишку и содержанием в потребляемом корме у коров контрольной группы, составил 98,44, а у опытной - 146,7 мг/сутки. Полученные данные показали, что введение в рацион животных богатых крахмалом кормов существенно повышает синтез витамина. У коров опытной группы, по сравнению с контрольной, синтез витамина увеличился в 1,5 раза.

Проведенные до сего времени исследования в основном были направлены на выяснение того, какие именно витамины синтезируются в рубце. Сведений о микроорганизмах, продуцирующих эти биологически активные вещества, в частности витамин B_3, о механизме синтеза, а также о факторах, управляющих этим процессом, практически нет. Проведенные нами исследования с применением специальных питательных сред и субстратов, входящих в их состав, и создание в опытах in vitro необходимых условий для синтеза витамина B_3 позволило значительно расширить сведения о микробах, синтезирующих данный витамин в рубце коров. Изучение морфологических, тинкториалных, культуральных и физиолого-биохимических свойств чистых культур микроорганизмов, выделенных из рубца коров, позволило отнести их к видам *B. ruminale, B. globosum, Str. bovis, Cl. butyricum.* Наиболее высокое содержание витамина в рубце коров опытной группы, по сравнению с контрольной, соответствовало большему количеству бактериальной массы, а также и большему числу активных продуцентов этого витамина – бифидобактерий и амилолитических стрептококков, относящихся к виду *Str. bovis.*

Транспорт всосавшейся пантотеновой кислоты к органам и тканям осуществляется кровью. Уровень витамина в крови весьма чувствительно реагирует на изменения в обеспечении организма витамином, и в этой связи исследование крови широко используется для диагностики гипоавитаминозных состояний в клинической практике человека. Плазма и форменные элементы крови содержат примерно равные количества пантотената, причем в плазме пантотеновая кислота, наряду с тиамином и фолиевой кислотой, определяется преимущественно во фракции β-глобулина. КоА обнаруживается в форменных элементах крови. В тканях пантотеновая кислота находится, главным образом, в связанном состоянии и становится доступной для микробиологического определения (химические методы пригодны лишь для анализа фармацевтических

образцов) после предварительной обработки материала протеолитическими ферментами.

В нашем эксперименте в крови сонной артерии у коров опытной группы до утреннего кормления концентрация пантотеновой кислоты была выше, чем у контрольных животных на 5,8%, а через 3 ч после кормления на 17,4% (табл.4).

Таблица 4. ***Содержание в крови и использование пантотеновой кислоты молочной железой, мкг/мл***

Группы коров	Время получения крови	Содержание в крови		АВР	Использование из артериальной крови, %
		сонная артерия	молочная вена		
Контрольная	до кормления	0,503±0,037	0,468±0,034	0,035±0,002	6,95±0,37
	через 3 ч после кормления	0,546±0,030	0,503±0,021	0,043±0,003	7,87±0,47
Опытная	до кормления	0,532±0,020	0,496±0,090	0,036±0,005	6,8±0,45
	через 3ч после кормления	0,641±0,050	0,595±0,043	0,046±0,004	7,18±0,93

Средняя артериальная разность у коров опытной группы составила 0,041 мкг/мл, а у контрольной - 0,039 мкг/мл, т.е. молочная железа коров опытной группы из 1 л артериальной крови использовала на 5,1% больше метаболита, чем молочная железа коров контрольной группы. В среднем на 1 л секретируемого молока коровы опытной группы усваивали 5,31 мг витамина B_3, контрольной - 4,97, что выше на 6,8%. Существенных различий по содержанию пантотеновой кислоты в моче и кале между животными контрольной и опытной групп не выяснено (табл.5).

Таким образом, количество пантотеновой кислоты в крови и молоке адекватно отражает судьбу поступившего в организм и синтезированного в преджелудках витамина, поэтому при динамических исследованиях с применением меченого витамина может быть создана математическая модель, позволяющая не только количественно описывать компоненты системы распределения изотопа у животных, но и прогнозировать метаболическое использование витамина.

Для практических целей большое значение имеет уровень витамина не только в крови, но и в молоке, что может служить показателем обеспеченности животных витамином и характеризовать его использование.

*Таблица 5.****Содержание пантотеновой кислоты в молоке, моче и кале у коров***

Группы коров	Молоко, мг/л	Моча, мкг/мл	Кал, мкг/г
Контрольная	4,97±0,54	12,56±0,48	0,64±0,02
Опытная	5,31±0,50	12,40±0,52	0,63±0,03

Полученные нами данные свидетельствуют, что количество выделившейся пантотеновой кислоты с молоком у коров контрольной группы составило 45,3% от принятого с кормом и синтезированного в рубце, а у коров опытной группы - 44,3%. При этом суточная элиминация пантотеновой кислоты с молоком у коров опытной группы превышала контроль на 18,7% (табл.6). Это повышение связано с более высоким суточным удоем (18,97 кг у коров контрольной группы против 21,07 кг в опытной) и более высоким содержанием витамина в молоке (табл.5).

Ведущими показателями качества молока является содержание белка и жира, а также витаминов. При этом необходимо подчеркнуть, что биологическая ценность молока выражается не только в удовлетворении пищевых потребностей людей всех возрастов и молодняка сельскохозяйственных животных за счет белка и молочного жира, но оно обладает специфической активностью в регуляции жизненных процессов организма за счет имеющихся в нем витаминов. Исходя из имеющихся норм (10-15мг) и данных, полученных нами в процессе эксперимента, небезинтересно отметить, что суточная потребность в витамине B_3 при потреблении 0,5 л молока от коров контрольной и опытной группы может быть удовлетворена на 19,2 и 21,2% соответственно.

Данных по балансовым расчетам потребления витамина B_3 с кормами, биосинтеза его в преджелудках и выделения с молоком, мочой и калом в доступной литературе нам обнаружить не удалось. Проведенные нами балансовые исследования поступления и выделения витамина B_3 у животных, свидетельствуют об интенсивном его синтезе в преджелудках, о чем можно судить по превышению уровня экскреции витамина B_3 над его поступлением в 3,2 и 3,6 раза у коров контрольной и опытной групп, соответственно (тебл.6). Исследованиями также установлено, что основной путь выделения пантотеновой кислоты - выделение через почки. Согласно данным таблицы 6 до 72 и 68% витамине удалялось с мочой у коров контрольной и опытной групп соответственно. С молоком его экскретировалось 27 и 31%. Это свидетельствует о наличии механизма интенсивного всасывания синтезированного в пищеварительном тракте витамина. Выделение его с калом было незначительным (0,93-1,04%). Суточная элиминация пантотеновой кислоты с мочой у коров контрольной группы была в 2,7 раза выше, чем с молоком, а у опытной - в 2,2 раза.

Поскольку концентрация экскретируемого витамина B_3 с молоком, мочой и калом была выше, чем принято с кормом и синтезировано в преджелудках, можно сделать вывод о наличии интенсивного синтеза этого витамина не только в рубце животных, но и в конечных отделах пищеварительного тракта.

Таблица 6. ***Суточное потребление и выделение пантотеновой кислоты с молоком, мочой и калом, мг***

Показатели	Группа коров	
	контрольная	опытная
Потреблено с кормом	109,80±8,71	106,0±6,92
Выделено с молоком	94,28±4,63	111,88±4 ,85
мочой	255,84± 10,35	249,95±21,88
калом	3,67±0,47	3, 41±0,13
Всего	353,79	365,24

Исходя из того, что экскреция витамина B_3 с молоком и мочой превышала количество потребленного с кормом и синтезированного в рубце, можно предположить, что в какой-то степени синтез и всасывание витамина происходит и в толстом кишечнике. Проведенные в этом плане исследования показали, что синтетическая пантотеновая кислота всасывается по всей длине тонких кишок и, судя по ее концентрации в крови у фистулированных людей, всасывание происходит также в толстом кишечнике (4). В некотором количестве пантотеновая кислота абсорбируется и в слепой кишке. Интрацекальная инъекция пантотеновой кислоты авитаминозным крысам способствовала улучшению роста животных, однако при условии, что суточная доза 10-кратно превышала оптимальную (3).

Не исключена вероятность биосинтеза пантотеновой кислоты и тканями самого макроорганизма, о чем в литературе имеются подтверждения, хотя и косвеннее (Mc Fall Desha et al., 1964. Цит. По Мойсеенок, 1979).

Принято считать, что биосинтез пантотеновой кислоты в рубце полностью удовлетворяет потребность в ней животных, однако эти сведения чрезвычайно противоречивы. Большинство исследователей считают нормальным для животного поступление витамина в количестве 0,1-2,5 мг/кг живой массы (1). В нашем эксперименте количество витамина, поступающего с кормом и синтезированного в рубце у коров контрольной группы составляло 0,44, а у опытной - 0,55 мг/кг живой массы. Количество синтезированного витамина в преджелудках коров контрольной и опытной групп составляло соответственно 0,2 и 0,33 мг/кг живой массы. Следовательно, потребность коров в пантотеновой кислоте удовлетворяется полностью за счет биосинтеза ее в преджелудках. Вместе с тем, следует иметь в виду, что смена рациона отрицательно влияет на жизнедеятельность бактерий рубца, в том числе и на активных продуцентов пантотеновой кислоты. В период восстановления условий для гармоничного развития различных видов микроорганизмов, организм животных, по-видимому, испытывает недостаток в этом витамине. Во всяком случае, продуктивность животных в это время, как правило, снижается. Добавка витамина B_3 именно в этот период будет эффективной и поможет удержать продуктивность на прежнем уровне. Для получения более веских доказательств в пользу данного предположения предстоит проведение специальных экспериментов.

ЛИТЕРАТУРА
1. Мойсеенок А.Г. Пантотеновая кислота. Экспериментальная витаминология (Справочное руководство). Под редакцией Островского Ю.М.Минск, «Наука и техника», 1979,267-317.
2. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Под редакцией Калашникова А.П. и Клейменова Н.И. 1985, М.
3. Kasper H. Vitamin absorption in the Colon. Amer. J. Proctol., 1970, 21, 15, 341-346
4. Sorrel M.F., Frank O., Thomson A.D. Absorption of vitamins from the large intestine in vivo. Nutr. Rep. Int., 1971, 3,3, 143-148
5. Wagner S., Pfenning N. Functional reintegration of Metanobacterium formicium into anaerobic ciliate rimyema compressum. Forum Microbiol., 1989, 12, 53.

ГОРМОНАЛЬНЫЙ СТАТУС И ПРОДУКТИВНОСТЬ БЫЧКОВ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ БЕТА-АГОНИСТА КЛЕНБУТЕРОЛА

В.А.Матвеев
ВНИИ физиологии, биохимии и питания с.-х. животных

Изучение механизмов гомеоретического контроля, которые обеспечивают распределение субстратов в организме животного на различные физиологические функции и, в конечном итоге, определяют интенсивность биосинтеза белков, липидов и углеводов, продолжает оставаться актуальной проблемой. Одним из методических приемов при изучении механизмов гормональной регуляции в организме животных является использование различных биологически активных веществ, оказывающих влияние на функцию эндокринных желез или состояние рецепторного аппарата. С этой позиции весьма интересны препараты, которые относятся к группе бета-агонистов. Эти препараты оказывают существенное влияние на обмен веществ, и их использование в определенной мере позволяет моделировать влияние эндогенных катехоламинов и исследовать роль бета-адренорецепторов в регуляции процессов метаболизма. За рубежом до настоящего времени проводятся интенсивные исследования с использованием различных препаратов данной группы агонистов. В нашей стране аналогичные исследования единичны. В целях изучения роли бета-адренорецепторов в регуляции функции эндокринных желез, интенсивности обмена веществ и реализации продуктивного потенциала провели две серии исследований с применением бета-агониста кленбутерола молодняку крупного рогатого скота холмогорской породы.

Первая серия исследований выполнена на 12 бычках в переходный период выращивания с 2- до 5-месячного возраста. Содержание животных привязное, кормление индивидуальное по нормам, разработанным для интенсивных технологий выращивания и откорма бычков (1). Животных по принципу парных аналогов в предварительный период опыта распределили в две группы -

контрольную и опытную. Телятам опытной группы за 10 дней до прекращения скармливания молока в течение 58 дней ежедневно утром и вечером во время кормления выпаивали из бутылки водный раствор кленбутерола в дозе 1 мг на голову в сутки.

Вторая серия проведена на 12 бычках в период их интенсивного доращивания и откорма с 11- до 15-месячного возраста. Животные по принципу аналогов были распределены в три группы: контрольную и две опытные. Бычкам опытных групп ежедневно в течение 60 дней добавляли в корм кленбутерол в дозах 5 мг (2-я группа) и 0,5 мг (3-я группа) на голову в сутки. В дальнейшем в течение 30 дней кленбутерол животным не давали. В процессе исследований определяли концентрацию гормонов в крови животных (2), интенсивность их роста и показатели мясной продуктивности бычков.

Кленбутерол в переходный период выращивания не оказал существенного влияния на интенсивность роста животных. В результате этого не установлено различий между группами по живой массе бычков в период их убоя в 4- и 5-месячном возрасте. Однако, положительный эффект сказался на показателях мясной продуктивности бычков (табл.1). По сравнению с контролем у животных опытных групп была выше масса туши, убойный выход, вес мяса в туше и ниже вес костей в оба периода опыта. Более существенная разница установлена в 5-месячном возрасте после 58 дней применения кленбутерола. Соотношение мясо/кости в этот период составило 1,95 в контрольной и 2,58 в опытной группах.

Таблица 1. ***Результаты контрольного убоя бычков (I опыт)***

Группа	Живой вес, кг	Масса туши, кг	Убойный выход, %	Вес мяса в туше, кг	Вес костей в туше, кг
4-месячный возраст (28 дней применения кленбутерола)					
Контроль	101±5,8	46,4±3,1	46,1±0,87	29,4±2,76	17,0±0,65
Опыт	105±2,5	50,2±2,4	47,7±1,16	33,9±2,62	16,3±1,30
% к контролю	103,96	108,19	103,47	115,14	95,88
5-месячный возраст (58 дней применения кленбутерола)					
Контроль	142±2,4	64,5±1,5	45,3±0,27	42,6±1,68	21,9±1,17
Опыт	142±2,4	70,6±1,4	49,6±0,20	50,9±0,70	19,7±1,04
% к контролю	100,0	109,5*	109,5**	119,5**	89,93

Таким образом, применение кленбутерола бычкам в переходный период выращивания способствовало более интенсивному росту мышечной ткани и снижению массы околопочечного жира у бычков опытной группы. По-видимому, повышение биосинтеза мышечных белков происходило за счет лучшего обеспечения этих процессов энергией и снижения использования метаболитов азотистого обмена на энергетические цели. Необходимо отметить отсутствие существенных различий между группами бычков по содержанию в мышечной ткани сухого вещества, протеина, жира, водо-связывающей способности и отношения триптофана к оксипролину. Аналогичные данные получены и по химическому составу гомогената мышечной ткани всей полутуши. Следовательно, активизация биосинтеза мышечных белков при применении кленбутерола не сопровождалась ухудшением качества мяса.

Адаптация организма животного в переходный период выращивания происходит при непосредственном участии нервной и эндокринной систем. Согласно данным таблицы 2 уменьшение количества скармливаемого молока в первые 10 дней опыта сопровождалось снижением в плазме крови базального уровня соматотропина. В последующем содержание гормона повышалось и оставалось на этом уровне до 25-го дня опыта.

Таблица 2. ***Концентрация соматотропина в плазме крови бычков до утреннего кормления, нг/мл***

День опыта	Группы		
	контрольная	опытная	% к контролю
0	4,66±1,13	4,76±1,32	102,1
5	4,28±0,83	3,58±0,48	83,6
10	3,58±0,86	2,83±0,48	79,0
15	5,06±0,72	4,18±1,35	82,6
20	5,05±0,75	2,16±0,44	42,7 *
25	5,10±0,40	1,93±0,78	37,8 *
45	3,73±1,64	2,93±0,27	78,5

Динамика концентрации соматотропина в плазме крови бычков опытной группы в основном соответствовала таковой в контроле (табл.2.), но уровень гормона у них в большинстве исследованных периодов был ниже. Следовательно, положительный эффект кленбутерола на показатели мясной продуктивности бычков не был опосредован через повышение соматотропной функции аденогипофиза.

Другим гормоном, играющим важную роль в регуляции обмена веществ у жвачных животных, является инсулин. Согласно данным таблицы 3 базальный уровень инсулина в плазме крови имел существенные колебания в течение первых 15 дней опыта. В дальнейшем содержание гормона стабилизировалось на уровне 6,4 – 8,8 мкед/мл, что соответствует концентрации гормона, наблюдаемой в крови бычков с установившемся полигастричным типом пищеварения (3-7).

Таблица 3. ***Концентрация инсулина в плазме крови бычков, мкед/мл***

Группы	Дни опыта							
	1	5	10	15	20	25	35	45
	Сразу после кормления							
контро	1,7±0,1	18,6±1,1	10,7±1,3	2,7±0,3	6,4±0,9	6,6±0,2	7,2±1,4	8,8±1,1

ль								
опыт	2,0±0,1	8,5±2,1	10,1±2,0	1,7±0,1	1,9±0,1	4,8±0,1	5,1±2,0	3,8±0,6
% к контр.	117,6*	45,6*	94,3	62,9**	29,6**	72,7***	70,8	43,1**
Через один час после приема корма								
контроль	9,6±3,2	14,4±0,4	4,1±0,8	2,1±0,4	8,1±1,4	8,4±0,1	12,2±1,5	11,6±1,4
опыт	9,2±3,5	9,3±1,4	2,5±0,4	2,8±0,6	2,5±0,1	4,5±0,2	7,8±1,6	2,8±0,8
% к контр.	95,8	65,9**	60,9	133,3	30,8**	53,5***	63,9	24,1***
Через три часа после приема корма								
контроль	2,7±0,8	15,5±2,2	4,9±1,3	2,4±0,4	11,7±1,7	9,4±2,3	12,2±3,3	15,6±3,1
опыт	3,0±0,6	9,5±1,2	2,8±0,4	4,3±0,2	2,4±0,3	4,7±0,8	10,4±2,5	4,9±0,8
% к контр.	111,1	61,2**	57,1	179,1***	21,6**	50,0	85,2	31,4**

Реакция инсулярного аппарата на прием корма была неоднозначной. В начале опыта при двухразовом скармливании молока наблюдалась типичная реакция поджелудочной железы на прием корма, которая проявлялась в значительном подъеме концентрации инсулина через 1 час после кормления животных и последующем постепенном возвращении к базальному уровню. Перевод телят на одноразовое скармливание молока и уменьшение его количества на 5-й и 10-й дни опыта сопровождались достоверным снижением в плазме крови бычков концентрации инсулина после приема корма. На 20-й день опыта у бычков возобновилась и сохранялась до конца опыта типичная реакция инсулярного аппарата поджелудочной железы жвачных животных на прием корма – увеличение концентрации инсулина в крови. Это свидетельствует о завершении становления механизмов регуляции синтеза и секреции инсулина, присущих взрослым жвачным животным.

Под влиянием кленбутерола в плазме крови бычков опытной группы достоверно снизился базальный уровень инсулина и его концентрация в плазме крови через 1 и 3 часа после приема корма

(табл. 3), что свидетельствует об ингибировании функции инсулярного аппарата.

Смысл этих адаптивных изменений активности инсулярного аппарата при применении кленбутерола можно представить следующим образом. Под влиянием кленбутерола снижается в крови концентрация гормона после приема корма. В то же время в этот период усиливается поступление в кровь из пищеварительного тракта энергетических и пластических субстратов в результате переваривания питательных веществ корма. Вследствие низкого уровня инсулина в крови снижается активность процессов липогенеза в жировой ткани, что способствует снижению поступления в адипоциты субстратов для их резервирования в виде триглицеридов. Создается возможность максимального использования поступивших в кровь субстратов для обеспечения ряда физиологических функций организма.

По-видимому, под влиянием кленбутерола повышается интенсивность кровообращения в мышечной ткани, что обеспечивает усиление потока субстратов в клетки мышечной ткани, что в свою очередь активизирует процессы биосинтеза мышечных белков. Это подтверждают приведенные выше данные о результатах убоя животных, свидетельствующие о более высокой скорости роста мышечной ткани у бычков опытной группы по сравнению с контролем. О влиянии бета-агонистов на интенсивность кровообращения в организме телят свидетельствуют наши данные по частоте пульса у них. Так, у бычков контрольной группы частота пульса в течение дня была в пределах 70±5 ударов в минуту. У животных опытной группы после каждого введения кленбутерола утром и вечером наблюдалось увеличение частоты пульса. Максимального значения она достигала через 1,5-2 часа после введения бета-агониста. В последующем частота пульса снижалась и через 4 часа достигала исходного значения. После вечернего применения кленбутерола наблюдалась аналогичная картина. На протяжении всего опыта сохранялась эта реакция на введение кленбутерола.

В большинстве исследованных периодов установлено снижение концентрации тироксина и трийодтиронина (табл. 4) в плазме крови бычков опытной группы по сравнению с контролем. Эти результаты указывают на торможение функциональной активности щитовидной железы. Следовательно, более интенсивный рост мышечной ткани у бычков при применении бета-агониста кленбутерола происходил на фоне пониженной функциональной активности щитовидной железы.

Таблица 4. ***Концентрация тироксина и трийодтиронина в плазме крови бычков, нг/мл***

Дни опыта	Группы		% к контролю
	контрольная	опытная	
	Тироксин		
1	47,5±3,1	46,8±5,1	98,5
5	72,6±8,2	40,1±3,3	55,2 **
10	64,5±7,3	82,6±8,7	128,0
15	66,1±4,5	57,6±6,3	87,1
20	63,7±5,8	34,7±11,3	54,4 *

25	92,7±1,8	66,3±6,3	71,5 **
35	126,9±5,1	86,8±7,2	68,4 **
45	99,5±17,6	76,3±8,6	76,6
		Трийодтиронин	
1	1,11±0,1	1,13±0,17	101,8
5	1,52±0,03	1,18±0,2	77,6
10	1,14±0,07	1,26±0,18	110,5
15	1,21±0,10	0,98±0,07	80,9 *
20	1,27±0,05	0,73±0,32	57,4
25	1,68±0,06	1,60±0,18	95,2
35	1,55±0,13	1,47±0,02	94,8
45	1,41±0,17	1,16±0,09	82,2

В переходный период выращивания бычков существенно изменялось содержание в крови адреналина и норадреналина (табл. 5). В частности, концентрация обоих гормонов значительно увеличивалась в первые 15 дней опыта, когда прекратили скармливать животным молоко. Аналогичное увеличение установлено на 35-й день опыта, когда бычков перевели на менее питательный комбикорм КР-2.

В обоих случаях мы рассматриваем этот факт как адаптивный ответ эндокринной системы на снижение уровня питания животных. В этих экстремальных условиях увеличение в крови концентрации катехоламинов в первую очередь активизирует ферментные системы, ответственные за обеспечение процессов гликогенолиза и липолиза в клетках печени, скелетной мускулатуры и жировой ткани, и одновременно усиливает кровообращение в органах и тканях. В результате этого в организме животных существенно возрастают потоки глюкозы и свободных жирных кислот, что способствует обеспечению клеток органов и тканей энергией в условиях недостаточного поступления питательных веществ из желудочно-кишечного тракта.

Таблица 5. ***Концентрация адреналина и норадреналина в плазме крови бычков, нг/мл***

Дни опыта	Группы		% к контролю
	контрольная	опытная	
		Адреналин	
1	0,09±0,02	0,10±0,02	111,1
10	0,53±0,07	0,83±0,10	156,6
15	0,33±0,02	0,37±0,11	112,1
20	0,08±0,01	0,13±0,08	162,5
35	0,46±0,17	0,40±0,10	86,9
45	0,13±0,06	0,45±0,15	346,1
		Норадреналин	
1	0,16±0,02	0,52±0,13	148,5
10	1,00±0,13	1,76±0,82	117,3
15	1,50±0,05	1,83±0,33	122,0
20	0,16±0,04	0,16±0,09	100,0
35	2,33±1,33	1,83±0,33	78,5
45	1,03±0,59	1,80±0,40	165,0

Концентрация адреналина и норадреналина (табл. 5) в плазме крови животных опытной группы, как правило, была выше, чем в контроле. По-видимому, данный факт можно объяснить следующим образом. Катехоламины и бета-агонисты проявляют свой биологический эффект в результате взаимодействия с адренорецепторами в клетках-мишенях. Различные агонисты способны связываться с ними с разной скоростью в зависимости от сродства их к данному бета-адренорецептору и его функционального состояния. При введении животным кленбутерола часть бета-адренорецепторов в органах и тканях, вероятно, связывается с ним и становится недоступным для взаимодействия с адреналином и норадреналином. В результате этого, возможно, снижается связывание и последующий метаболизм катехоламинов в клетках органов и тканей, что приводит к повышению их уровня в крови.

Данный эксперимент был проведен на телятах в переходный период выращивания, когда животные адаптировались к новым условиям питания. Может возникнуть мысль, что бета-адренорецепторы играют существенную роль только в экстремальных ситуациях. Для логического продолжения исследования роли бета-адренорецепторов в регуляции обмена веществ были проведены опыты на бычках в период доращивания и откорма, когда они имели тип метаболизма, характерный для взрослых жвачных. Применение животным кленбутерола в целом за 2-месячный период опыта обеспечило увеличение среднесуточного прироста массы тела по сравнению с контролем на 20,9 % ($P < 0,01$) и 32,2% ($P<0,05$) во 2-й и 3-й группах, соответственно. Не установлено существенных различий между группами животных по потреблению корма. Животные 1-й, 2-й и 3-й групп в среднем за сутки потребили 77,26; 75,52 и 77,32 МДж обменной энергии и затраты корма на 1 кг прироста составили 66,95; 54,14 и 50,67 МДж обменной энергии, соответственно. Следовательно, бычки 2-й и 3-й групп на 19,13 и 24,32 % меньше затрачивали обменной энергии на 1 кг прироста массы тела, чем контрольные животные.

Результаты убоя животных (табл. 6) показали, что бычки опытных групп имели больше убойный выход, а в составе туши было выше содержание мышечной ткани и ниже костей и внутреннего жира. Наличие более существенных различий между группами животных во 2-м опыте по сравнению с первым свидетельствует, что эффективность применения кленбутерола в период доращивания и откорма бычков выше, чем в переходный период выращивания. При этом доза препарата 0,5 мг на голову в сутки оказала лучший эффект, чем доза 5 мг.

Таблица 6. ***Результаты убоя бычков***

Группа	Масса туши, кг	Убойный выход, %	Вес мяса в туше, кг	Вес костей в туше, кг	Вес внутр. жира, кг
1	206±7,3	51,8±1,1	151,2±4,9	45,7±2,0	9,4±0,6
2	215±3,8	55,0±0,9	166,5±4,1	41,3±1,2	7,5±0,9
% к 1 гр.	104,4	106,2	110,1	90,4	79,8
3	237±8,5	57,7±1,1	180,7±5,9	49,4±3,7	7,2±1,0

% к 1 гр.	115,0 *	111,4 *	119,5 *	108,1	76,6

Увеличение количества мышечной ткани у бычков опытных групп не сопровождалось существенными изменениями в химическом составе мышечной ткани и в соотношении содержания саркоплазматических, миофибриллярных и стромальных белков, концентрации триптофана и оксипролина. Следовательно, повышение мясной продуктивности бычков при применении бета-агониста кленбутерола не ухудшает качество продукции. Состояние эндокринной системы у бычков при применении кленбутерола в период доращивания и откорма изменялось так же, как и в опыте на телятах в переходный период выращивания. В большинстве случаев у животных опытных групп была существенно ниже концентрация инсулина (табл. 7), что указывает на торможение эндокринной функции поджелудочной железы.

Таблица 7. ***Концентрация инсулина в плазме крови бычков до утреннего кормления и через 3 часа после него, мкед\мл***

День опыта	1-я группа		2-я группа		3-я группа	
	до кормл.	после кормл.	до кормл.	после кормл.	до кормл.	после кормл.
0	4,8±0,8	5,8±1,4	5,2±1,6	6,2±1,5	4,4±0,9	6,7±0,9
10	4,4±0,7	10,3±2,0	2,1±1,1	4,5±1,2	3,9±0,5	3,8±0,9
20	6,6±1,0	7,0±0,8	1,5±0,4	1,5±0,2	3,5±0,2	5,2±0,8
30	5,6±1,6	7,1±1,7	4,4±0,5	3,7±1,2	3,9±0,9	7,5±0,5
40	7,6±1,0	8,7±0,3	3,6±0,3	3,7±0,5	5,7±0,7	6,7±0,4
50	8,1±0,6	10,2±1,9	3,5±0,3	4,2±0,6	7,1±0,6	9,9±1,2

Доза кленбутерола 5 мг на голову в сутки оказала более выраженное влияние на снижение в плазме крови инсулина по сравнению с дозой 0,5мг. Инсулин играет существенную роль в регуляции обмена веществ у жвачных животных. По-видимому, более сильное торможение функции инсулярного аппарата у бычков 2-й группы и послужило причиной тому, что применение кленбутерола в высокой дозе в меньшей мере увеличило мясную продуктивность животных по сравнению с низкой дозой. Наряду со снижением концентрации инсулина, в плазме бычков опытных групп в большинстве случаев установлен более низкий уровень тироксина, трийодтиронина и кортизола. Следовательно, положительный зоотехнический эффект при применении кленбутерола бычкам, по-видимому, в определенной мере опосредован через изменение функционального состояния ряда эндокринных желез.

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют, что функциональное состояние бета-адренорецепторов играет существенную роль в организме жвачных животных не только при адаптации организма к воздействию стресс-факторов, например, в переходный период выращивания, но и в повседневной регуляции

обмена веществ путем участия их в регуляции распределения потоков субстратов на обеспечение основных физиологических функций. По-видимому, наряду с прямым воздействием на интенсивность процессов метаболизма в органах и тканях, бета-агонисты оказывают опосредованное влияние через изменение активности эндокринных желез, что подтверждают приведенные данные по уровню гормонов в крови животных и результаты морфологических исследований эндокринных желез (8).

Изменение функциональной активности эндокринных желез при применении кленбутерола оказывает влияние на интенсивность процессов метаболизма в организме животных. Результаты исследований энергетического обмена показали, что у бычков при применении кленбутерола снижается поглощение кислорода, выделение углекислоты, величина суточной теплопродукции и калорийность среднего гомогената мышечной ткани (9). Эти результаты подтверждают приведенные выше данные о том, что бычки опытной группы по сравнению с контролем более рационально использовали энергию питательных веществ корма, а в приросте массы тела у них была выше доля белка и ниже содержание жира.

Повышение эффективности биосинтеза мышечных белков у бычков при применении бета-агонистов подтверждают результаты исследования интенсивности обмена белков и липидов. По данным, полученным в этих опытах сотрудниками лаборатории белково-аминокислотного питания (10), у животных опытной группы по сравнению с контролем на 35 % было выше отложение белков в мышцах за счет повышения скорости синтеза и снижения их распада, а также резко снижена интенсивность липогенеза в подкожной жировой ткани.

Приведенные данные свидетельствуют, что в осуществлении гомеоретического контроля у молодняка крупного рогатого скота существенную роль играют бета-адренорецепторы. По-видимому, на их уровне происходит один из путей интеграции взаимодействия эндокринной и нервной систем, который обеспечивает управление интенсивностью метаболических потоков и, в конечном итоге, регулирует скорость биосинтеза белков и липидов и накопления мышечной и жировой тканей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: Справочное пособие: Часть I. Крупный рогатый скот. Под ред. акад. РАСХН А.П. Калашникова, Н.И.Клейменова и проф. В.В.Щеглова. М.: Знание, 1994. 400 с.
2. Радченков В.П. и др. Определение гормонов в крови крупного рогатого скота, свиней и их гормональный статус. (Методические указания). Боровск, 1985, 74 с.
3. Радченков В.П., Бутров Е.В., Панасенко В.Н., Матвеев В.А. Концентрация инсулина, 11-оксикортикостероидов в крови бычков в онтогенезе. Бюллетень ВНИИФБиП с.-х. ж-ных. Боровск, 1974, 3, 46-48.

4. Gregory N.G., Trusoott T.G. and Wood J.D. Insulin secreting ability in relation to fatness in cattle. Proc. Nutr. Soc., 1980, 39, 7A.
5. Gregory N.G., Trusoott T.G. and Wood J.D. Insulin secretion in relation to fatness in cattle. J. Sci. Food Agr., 1982, 33, 276-282.
6. Gray D.G., Unruh J.A., Dikeman M.E., Stevenson J.S. Implanting young bulls with zeranol from birth to four slaughter ages. 3. Growth perfomance and endocrine aspect. J. Anim. Sci., 1986, 63, 747-756.
7. Azuma Y., Kuroyanagi T., Mamsunobu S., Sano H., Terashima Y. Insulin secretion and glucose up take in fattening steers. Anim. Sci. Technol., 1990, 62(3), 301-303.
8. Манухина А.И., Фофана Н.В. Морфофункциональное состояние эндокринных желез, мышечной и жировой ткани у бычков при применении кленбутерола. Труды ВНИИФБиП с.-х. животных, г. Боровск, 1993, 238-239.
9. Сорокин М.В., Агафонов В.И. Особенности энергетического обмена у бычков при применении кленбутерола. Труды ВНИИФБиП с.-х. животных, г. Боровск, 1993, 240-241.
10. Аитова М.Д., Кальницкий Б.Д., Сущенков С.Ф., Еримбетов К.Т., Пьянков Н.Р., Матющенко П.В. Метаболизм мышечных белков и липидов у откармливаемых бычков при скармливании кленбутерола. Труды ВНИИФБиП с.-х. животных, г. Боровск, 1993, 235-237.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГОРМОНОВ И РЕГУЛЯТОРНЫХ СВОЙСТВ АМИНОКИСЛОТ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ЖИВОТНЫХ

Ю.Н.Шамберев
Московская сельскохозяйственная академия им. К.Е. Тимирязева

В настоящее время положительная роль гормонов в повышении воспроизводства и продуктивности сельскохозяйственных животных убедительно доказана как многочисленными экспериментальными данными, так и многолетним опытом их успешного применения во многих странах мира (1, 4, 7). Изучены различные пути использования гормонов в повышении роста, молочной и мясной продуктивности животных:

- оценка функционального состояния эндокринных желез у высокопродуктивных животных, выявление корреляций между уровнем отдельных гормонов в крови и показателями молочной и мясной продуктивности; проведение дозированных функциональных нагрузок на железы внутренней секреции с целью прогноза будущей продуктивности и резистентности животных для их широкого использования в сельскохозяйственных целях;

- использование белковых гормонов (соматотропин, инсулин), полученных методом генной инженерии, для повышения молочной и мясной продуктивности;

- введение специфических антисывороток к соматостатину, что усиливает секрецию соматолиберина и соматотропина и повышает рост животных;

- использование активаторов и модуляторов иммунной системы животных для повышения их резистентности и лучшей адаптации к неблагоприятным факторам внешней среды;

- использование данных о фитогормонах в растительных кормах и пастбищных растениях с целью направленного воздействия на обмен веществ и продуктивность животных;

- субстратная индукция эндогенных гормонов для активизации роста и мясной продуктивности животных.

В лаборатории эндокринологии МСХА проведены многочисленные опыты по применению природных гормонов и их аналогов для стимуляции роста и мясной продуктивности молодняка крупного рогатого скота и свиней. Результаты этих опытов опубликованы в специализированных сборниках, статьях и обзорах литературы (1, 4, 6-8). Обобщенные сведения об эффективности гормональных препаратов представлены в табл. 1.

Во всех опытах гормональные препараты вводили животным методом однократной имплантации под кожу дорзальной поверхности

Таблица I. ***Влияние гормонов и их аналогов на рост животных***

Название препарата	Вид животных	Доза имплантанта, мг	Увеличение прироста, %
Эстрадиол	бычки, кастраты	50	20-25
Соматотропин	бычки	100	12,0
Инсулин	бычки	36	26,3
Хлорпропамид	бычки	500	28,8
Инсулин+ СТГ	бычки	36 + 50	18,0
Дианабол	кастраты	250	21,4
Феноболин	бычки	72	14,0
Силаболин	телки	100	16,3
Гиббереллин	бычки	72	10,0
Кумэстрол	кастраты	100	10,5

основания уха. Стимулирующее действие препаратов продолжалось 2,5-3 месяца. Под влиянием гормонов и их аналогов среднесуточный прирост молодняка крупного рогатого скота возрастал на 10-29%, лучшие результаты получены при введении эстрадиола, инсулина и его заменителя - хлорпропамида. Было установлено, что эффективность вводимых гормональных препаратов зависит от ряда факторов: породы, возраста и пола, условий кормления и содержания, доз и способов введения препаратов, а также гормонального профиля животных.

В связи с особенностями гормонального профиля установлена разная реакция бычков и кастратов на имплантацию оптимальных доз инсулина и половых гормонов. Так, среднесуточный прирост кастратов под влиянием инсулина увеличивался на 6-10%, а бычков в среднем на 15-16, достигая 26%. Это связано с тем, что уровень свободного инсулина в плазме крови кастратов в возрасте 6,5-9 мес. превышал этот показатель у бычков на 23-30% (3, 5). Сходные данные получены по половым гормонам. Так, под влиянием эстрогенов, ростовое действие

которых в значительной степени реализуется через андрогены коры надпочечников, прирост у кастратов, имеющих пониженный уровень андрогенов, был значительно выше, чем у бычков. Анализ многочисленных данных по реакции животных на вводимые гормоны с учетом гормонального профиля позволил сформулировать следующую закономерность: ростовое и метаболическое действие вводимых гормонов тесно связано с активностью желез внутренней секреции животных и находится в обратной зависимости от уровня эндогенных гормонов. Это положение получило подтверждение в практике и широко используется в животноводстве.

Несмотря на многочисленные опыты и практику использования гормональных препаратов для стимуляции роста и мясной продуктивности животных, особенно за рубежом, в нашей стране оно не получило широкого распространения. Это можно объяснить следующими причинами. Гормоны, особенно белковые, пока слишком дороги и дефицитны; стероидные гормоны, как природные, так и синтезированные значительно дешевле, но их применение ограничивается строгими санитарно-гигиеническими требованиями.

Отмеченные трудности побудили нас искать новые пути использования в животноводстве действенной физиологической силы гормонов. В отличие от медицины в животноводстве приходится работать преимущественно с молодыми, здоровыми животными. В нормальных условиях биосинтез и секреция эндогенных гормонов у них осуществляется значительно ниже своего потенциала. Введение экзогенных гормонов, особенно в высоких дозах, по закону обратной связи, снижает биосинтез собственных гормонов, а повышенный рост и мясная продуктивность осуществляется за счет вводимых гормонов. Это с биологической, экономической и санитарно-гигиенической точек зрения нельзя признать правильным. В связи с этим лаборатория эндокринологии МСХА в течение многих лет разрабатывает принципиально новые пути гормонального воздействия.

Субстратная индукция эндогенных гормонов. Основная идея заключается в том, что для стимуляции роста животным вводятся не экзогенные гормоны или их аналоги, а специфические субстраты, которые действуют на эндокринные структуры и усиливают, или тормозят, биосинтез и инкрецию в кровь собственных гормонов. Выше отмечалось, что эндокринные железы животных в норме функционируют значительно ниже своего потенциала. В качестве индукторов эндогенных гормонов для эндокринных структур островков Лангерганса поджелудочной железы и ацидофильных клеток гипофиза могут использоваться отдельные регуляторные аминокислоты, глюкоза, амины, являющиеся частью естественного механизма их активации. Эти вопросы лучше разработаны на модели эндокринного аппарата поджелудочной железы, метаболическая регуляция которой по принципу самонастройки имеет первостепенное значение. По современным представлениям, глюкоза и некоторые аминокислоты являются наиболее мощными метаболическими регуляторами секреции инсулина.

В опытах нашей лаборатории установлено, что при введении молодняку крупного рогатого скота аргинина, лизина, гистидина и

триптофана методом инъекции или имплантации гранул аминокислот, повышается инкреция соматотропина, инсулина, что активизирует ретенцию азота, анаболические процессы и рост животных. На этих принципах разработан способ повышения роста животных, основанный на индукции эндогенных гормонов при введении специфических аминокислот и их активаторов. Указанный способ повышения роста и мясной продуктивности молодняка крупного рогатого скота и свиней защищен патентом. Применение имплантанта лизина в животноводстве разрешено Министерством сельского хозяйства РФ и Главным управлением ветеринарии (1993 г.). Механизм действия препарата, технология применения и результаты опытов изложены в сборнике материалов второй Международной конференции (10).

Положительные результаты от имплантации гранул лизина при откорме молодняка крупного рогатого скота и свиней подтверждены во многих опытах и широких производственных испытаниях. Повышение среднесуточного прироста телят и поросят в среднем по проведенным опытам составляет 11%. В связи с возможностью широкого применения имплантанта лизина в практике животноводства возникла необходимость повышения его эффективности, поскольку отмеченный выше результат недостаточен для крупных животных. Поэтому в последние годы наши исследования были направлены на повышение эффективности субстратных препаратов, их состава и технологии применения.

Повышение эффективности субстратных препаратов. Эффективность влияния субстратных гранул аминокислот на секрецию гормонов, обмен веществ и рост животных в значительной мере зависят от структуры имплантанта. Включение в его состав глюконата кальция повышает секрецию инсулина, усиливает и стабилизирует стимулирующий эффект и анаболические процессы в организме животных (11). Выявлены особенности реакции на вводимые препараты животных разного пола. На телках лучшие результаты получены при включении в комплексные гранулы 10% глюконата кальция, а на бычках - 20%. Эффективность имплантантов аминокислот зависит от топографии их введения животным. Так, имплантация телятам черно-пестрой породы 120 мг гистидина в середину дорзальной поверхности уха повышала среднесуточный прирост животных за период опыта на 7%, а при введении такой же дозы препарата в точку акупунктуры желез внутренней секреции прирост увеличился на 22%, по сравнению с контролем и на 14% относительно обычного места введения (табл.2). Условия кормления и содержания животных были одинаковы (9).

На следующем этапе изучали возможность повышения эффективности имплантанта лизина путем воздействия информационной энергией инсулина. Теоретические и практические вопросы феномена дальнодействия в медицине установлены в работах Н.Л.Лупичева (1990 г.) (2). В наших опытах при помощи энергоинформационного поля, создаваемого водородным газоразрядным генератором, информационное воздействие инсулина передавалось на субстратный препарат. Продолжительность экспозиции составляла 7 минут.

В двух опытах на телятах по активизации ростового действия имплантанта лизина получены обнадеживающие результаты. Усовершенствованный препарат повышал среднесуточный прирост телят на 17%, а стандартный на 11%. В сравнительных опытах лучшие результаты получены на бычках, чем на телках. Препарат лизина, усиленный

Таблица 2. ***Рост телят под влиянием имплантации гистидина***

Группы	Живая масса, кг		Прирост за опыт, кг	Среднесуточный прирост, г
	в начале опыта	в конце опыта		
1-контрольная	96,2±4,8	151,7±5,7	55,5±1,3	597,0±14,1
2-имплантация 120 мг лизина	95,5±4,5	154,8±5,9	59,3±2,1	638,0±22,6
3-введение в зону акупунктуры эндокринных желез	94,9±3,1	162,6±4,8	67,7±2,5*	728,2±26,8

* $P < 0,05$

энергоинформационным воздействием инсулина, повышал у них прирост на 19%,а у телок лишь на 9-12%. Поскольку уровень эндогенного инсулина в крови телок выше, чем у бычков, то такая реакция на введение экзогенного инсулина вполне обоснована.

В ряде наших опытов установлено, что имплантация гранул лизина молодняку крупного рогатого скота усиливает инкрецию инсулина и повышает его содержание в крови. В островках Лангерганса поджелудочной железы бычков происходят не только физиологические, но и структурные изменения. У опытных животных увеличиваются средний диаметр и площадь островков на 16-34%, количество клеток в островке на 43-46%, заметно возрастает и число эндокринных островков.

Повышение эффективности имплантантов лизина в результате воздействия информационно-энергетическим полем инсулина, по-видимому, также осуществляется через увеличение уровня инсулина в крови животных. Так, в наших опытах под влиянием имплантации телятам стандартных гранул лизина уровень свободного инсулина в плазме крови за опыт возрастал на 33,5%, а под влиянием усовершенствованных гранул на 61,6% ($P < 0,01$). Это сопровождалось увеличением уровня иммуноглобулинов в крови и активизацией анаболических процессов в белковом обмене животных. В результате отмечено существенное увеличение прироста телят от применения активированного препарата лизина, по сравнению со стандартным.

Антистрессовое действие глицина. Помимо пластического и энергетического действия аминокислот, за последние годы интенсивно изучается их регуляторное влияние на эндокринную и иммунные системы. Причем их действие может быть не только активизирующим секрецию гормонов, что убедительно доказано в нашей лаборатории, но и тормозящим процессы в нервной и эндокринных системах. Термин "медиаторные аминокислоты" сейчас получил широкое

распространение и их нужно изучать на уровне центральной нервной, вегетативной и эндокринной систем. Благодаря своим химическим и физическим свойствам особую роль играет аминокислота глицин. Она имеет самый низкий молекулярный вес среди природных аминокислот, что при отсутствии изомеров и низком коэффициенте диссоциации в организме создает способность проникать практически во все ткани и, следовательно, влиять на ход физиологических и биохимических процессов в них. Глицин обладает выраженным тормозным действием, поэтому он может использоваться для профилактики стрессов в животноводстве. Его влияние может осуществляться как на уровне синтеза и секреции кортиколиберина в гипоталамусе, так и на уровне симпатической нервной системы. Он взаимодействует с глицинергическими рецепторами, проявляет свойства адренолитика, что снижает уровень катехоламинов в крови и уровень стрессовой реакции.

Поскольку в настоящее время стресс является бичом животноводства, а потери мяса и ухудшение его качества при индустриальных технологиях и частых перемещениях и транспортировке животных велики, то профилактика вредного влияния стресса становится весьма актуальной.

Существуют разные методы борьбы со стрессом в животноводстве: селекционные, технологические, фармакологические. В результате предварительных исследований мы предлагаем для этих целей препарат - антистрессин на основе аминокислоты глицина. Препарат экологически чист, физиологичен и обладает антистрессовой активностью. На основе проведенных исследований рекомендуются три способа введения препарата животным: имплантация гранул, инъекция пролонгированного препарата, добавка в корм. Выбор метода применения антистрессина зависит от вида животных, технологии, продолжительности применения, экономической эффективности. Например, для птиц препарат можно применять только в виде кормовой добавки. Метод имплантации обоснован для крупных животных при длительном применении и хорошей системе фиксирования животных. Инъекция препарата рассчитана на короткий период применения: перед отъемом поросят от свиноматок, перед отправкой животных на мясокомбинат. В этих же случаях препарат можно включать в корм при наличии в хозяйстве хороших смесителей при подготовке кормов к скармливанию. На основании опытов мы пришли к заключению, что антистрессин целесообразно применять только в критические технологические периоды: период отъема поросят от свиноматок, формирование групп, заключительный период откорма, транспортировка животных на мясокомбинат и т.д. При имплантации или инъекции антистрессина в оптимальных дозах за 3-5 дней перед отправкой животных на мясокомбинат транспортные потери живой массы снижаются на 16-18%, при снижении пороков PSE свинины. Аналогичное действие препарат оказывает
при отъеме поросят от свиноматок, повышая среднесуточный прирост отъемышей в течение 2 месяцев на 8%, по сравнению с контролем. Скармливание препарата в заключительный период откорма свиней в количестве 100 мг/кг живой массы в сутки за 5-25 дней до отправки

животных на мясокомбинат обеспечивает дополнительное получение 3-5 кг свинины на одну голову, при улучшении качества мяса. Повышение зачетной массы свиней на мясокомбинате объясняется увеличением убойного выхода на 2-2,5%, а также меньшими потерями при транспортировке и убое животных. По химическому составу длиннейшей мышцы спины различий между опытными и контрольными животными не установлено. Наиболее существенным является резкое уменьшение PSE-свинины у животных, которые получали антистрессин перед отправкой на мясокомбинат. На основе проведенных опытов и производственных испытаний разработаны и утверждены в 1999 г. "Временные рекомендации по применению препаратов глицина (антистрессина) методом имплантации и скармливания для стимуляции мясной продуктивности молодняка свиней в хозяйствах Ярославской области" (12). Положительное воздействие антистрессина на снижение вредного влияния стресса на мясную продуктивность животных и качество мяса убедительно доказано.

Однако, для выяснения механизма действия препарата и оптимальной технологии применения необходимы дополнительные исследования. В опытах нашей лаборатории при введении препарата методом инъекции или имплантации установлено, что у телят и поросят как в оптимальной, так и высоких дозах, он не вызывает клинических и физиологических отклонений от нормы. Через сутки после отъема поросят от свиноматок у подопытных животных отмечается снижение уровня сахара в крови, белка и значительное повышение иммуноглобулинов и лимфоцитов. У телят при инъекции глицина отмечена четкая тенденция к снижению уровня холестерина, кальция и фосфора в плазме крови. При убое свиней, которым в заключительный период откорма (15-25 дней) скармливали или инъецировали оптимальные дозы антистрессина, отмечалось увеличение убойного выхода на 2-2,5%, коэффициента мясности на 11% и толщины шпика на холке на 11,3% по сравнению с контрольными животными.

Возможно следующее объяснение полученных данных. Глицин обладает выраженным тормозным действием в определенных структурах вегетативной нервной системы, особенно в симпатическом ганглии. В результате воздействия глицина на постсинаптическую мембрану постганглионарных волокон происходит снижение уровня катехоламинов в крови животных. Кроме того, глицин снижает секрецию кортиколиберина в гипоталамусе, следовательно, АКТГ в гипофизе и глюкокортикоидов в коре надпочечников.

Указанные изменения уменьшают активность стрессорной реакции, снимается тормозное действие адреналина на секрецию инсулина, что повышает анаболические процессы и активность иммунной системы. Этим объясняются изменения в составе крови, мясной продуктивности свиней и увеличение толщины шпика, которые мы наблюдали в наших опытах при введении животным глицина.

Таким образом, глицин не снимает стресс у животных, а способствует его более легкому и менее вредному протеканию для организма. Учитывая экологичность препарата, физиологичность его

действия, полную безвредность и сравнительно низкую стоимость, он представляет большой интерес для практического животноводства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кольчик Ю.А., Драганов И.Ф. Использование гормонально активных биостимуляторов для повышения мясной продуктивности крупного рогатого скота. М.: НИИТЭИагропром, 1994, 40 с
2. Лупичев Н.Л., Электропунктурная диагностика, гомеотерапия и феномен дальнодействия. СП «Альфа-Эко», 1990,124 с
3. Радченков В.П., Матвеев В.А., Бутров Е.В., Буркова Е.И. Эндокринная регуляция роста и продуктивности сельскохозяйственных животных. М.: ВО Агропромиздат, 1991, 160 с
4. Размахнин Ю.Е., Драганов И.Ф. Использование биостимуляторов при откорме сельскохозяйственных животных. М.: ВНИИТЭИагропром, 1990,48с
5. Шамберев Ю.Н. Научные и практические аспекты использования гормонов и их аналогов для повышения мясной продуктивности молодняка крупного рогатого скота. Автореф.дис. д.б.н. М. 1972
6. Шамберев Ю.Н.. Эртуев М.М., Гаврищук В.И., Нетеса Ю.И. Влияние имплантации лизина и гормонов на мясную продуктивность и обмен веществ у бычков. В кн.: Эндокринология и трансплантация зигот сельскохозяйственных животных. М.: Колос, 1982, 293-306
7. Шамберев Ю.Н., Николаев А.С. Влияние гормонов на продуктивность и воспроизводство животных. М.: ВНИИТЭИагропром, 1987, 60 с
8. Шамберев Ю.Н., Иванов И.С., Кузякова Н.И. Пути применения гормонов в животноводстве. Доклады ТСХА,1995. М. Изд. МСХА, 266, 160-168.
9. Шамберев Ю.Н., Иванов И.С., Гаврищук В.И., Нетеса Ю.И. Рост и обмен веществ у телят при разных методах введения гистидина. Изв. ТСХА, 1996, 3, 163-172.
10. Шамберев Ю.Н. Научные и практические аспекты субстратной активации желез внутренней секреции животных. В сб.: Актуальные проблемы биологии в животноводстве. Боровск, 1997, 190-200. (Материалы второй Международной конференции 5-8 сентября 1995г.)
11. Шамберев Ю.Н., Иванов И.С., Гаврищук В.И., Захарова И.Е. Особенности роста и обмена веществ у телят при имплантации лизина в комплексе с препаратами кальция. Изв. ТСХА, 1997, 1, 125-134.
12. Шамберев Ю.Н., Иванов И.С., Алексеев А.А., Затирахин В.Н., Малинина А.М. Временные рекомендации по применению препаратов глицина (антистрессина) методом имплантации и скармливания для стимуляции мясной продуктивности молодняка свиней в хозяйствах Ярославской области. Департамент АПК природопользования и потребительского рынка правительства Ярославской области. 1999 г.

УЧАСТИЕ АМИНОКИСЛОТ В РЕГУЛЯЦИИ ПРОЦЕССОВ ПИТАНИЯ И РЕЗИСТЕНТНОСТИ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Л.В. Харитонов, В.А.Матвеев[1],
В.И. Великанов, Д.Е. Пронькин, И.Л. Кузнецов[2]
ВНИИ физиологии, биохимии и питания с.-х. животных РАСХН[1],
Нижегородская государственная сельхозакадемия[2]

Как известно, аминокислоты выполняют в организме животных разнообразные физиологические и биохимические функции в качестве субстратов в процессах обмена веществ и энергии или факторов, обеспечивающих их осуществление и регуляцию. Изучены особенности обмена важнейших аминокислот у сельскохозяйственных животных, разработаны подходы к определению потребности в отдельных аминокислотах, уточняются их нормы для животных разного возраста и продуктивности. Препараты некоторых аминокислот находят применение в животноводстве для балансирования рационов (в основном лизин и метионин), а также в составе лекарственных смесей при болезнях желудочно-кишечного тракта новорожденных телят (глицин, глутамат). Вместе с тем, регуляторная функция аминокислот применительно к сельскохозяйственным животным исследована недостаточно, а практическое использование этого явления ограничивается небольшим количеством разработок, чаще всего поискового характера (8,22,28).

В течение последних лет мы изучали регулирующую роль ряда аминокислот в процессах пищеварения, межуточного обмена и резистентности телят молочного периода выращивания. На телятах с павловскими желудочками и катетерами сычуга испытывали такие аминокислоты как глицин, глутамат, аспартат, таурин, ß-аланин, серин и их смеси, которые в растворенном виде вводили в антральную часть сычуга через катетер. Количество аминокислоты составляло от 0,03 до 0,05 моль, объем растворов – 0,25л, время инфузии - 30-45 мин. В контрольных опытах использовали изотонический раствор хлористого натрия. В обычных условиях кормления телят подобное воздействие происходит за счет свободных аминокислот молока ещё до расщепления молочных белков в кишечнике. В молозиве коров основную долю среди свободных аминокислот составляют таурин (до 60%), глицин и глутаминовая кислота (по 10-14%) (28).

Как показали результаты исследований, наиболее выраженным и постоянным действием на выделение желудочного сока и его компонентов у телят при введении в сычуг обладали глицин, таурин и ß-аланин, а также их смеси (табл. 1). При инфузии растворов аминокислот на фоне кормления или при повышенном выделении сока в опытах натощак, ответная реакция сычужных желез проявлялась менее четко.

Таблица 1. ***Сычужная секреция у телят под влиянием аминокислот***

Вводимые вещества	Показатели			
	HCl, ммоль/час		пепсин, Е/час	
	Натощак			
Изотонический р-р	0,294	0,290	20,9	21,1
Глицин	0,272	0,400	20,5	22,5
Изотонический р-р	0,313	0,322	15,8	13,9
Глутамат	0,314	0,409	17,2	17,2
Изотонический р-р	0,798	0,682	15,4	11,4
Таурин	0,836	1,086*	12,3	16,6*
Таурин+глицин	0,806	1,101*	11,7	14,4
Изотонический р-р	0,798	0,682	15,4	11,4
Глицин+аспартат	0,790	1,228*	9,1	19,5
Глицин+глутамат	0,786	0,846	12,5	13,0
Изотонический р-р	0,995	0,853	14,7	12,1
ß-аланин	0,755	1,074	13,8	14,9
Смесь аминокислот**	1,077	1,370*	14,2	15,3
	На фоне кормления			
Изотонический р-р	1,823	1,907	126,6	89,9
Глицин	1,686	2,216	123,2	93,8
Изотонический р-р	1,477	1,564	127,0	91,3
Глутамат	1,604	1,623	134,0	82,5

*-различия достоверны с контролем (P<0,05)

**-смесь аминокислот включала глицин, таурин, глутамат, аспартат, ß -аланин и серин в эквимолярном соотношении

Адреноблокаторы (диэрготан и обзидан) повышали стимулирующее действие глицина и аспартата на желудочную секрецию, а формакологическая ваготомия атропином подавляла секреторный ответ сычужных желез. Эти данные свидетельствуют о воздействии аминокислот на желудочную секрецию, в том числе и через адрено- и холинореактивные системы.

Можно полагать, что инфузируемые в сычуг аминокислоты оказывают своё влияние на секрецию сычужных желез на разных уровнях регуляции. Возможно их участие в метаболической регуляции секреторных клеток (10,16). Поступление аминокислот и других мономеров, а также интестинальных гормонов из кишечника к фундальным железам сычуга может осуществляться благодаря шунтированию кровотока (16). Кроме того, глицин, таурин и другие аминокислоты тормозного действия, блокируя структуры адренэргической системы, расширяют артериолы, венулы и артериоло-венулярные шунты, в результате чего увеличивается кровоток в теле сычуга и поступление гастрина, энергетических веществ и гуморальных медиаторов из антро-дуоденальной части пищеварительного канала.

Функциональные свойства нейронов энтеральной системы, как известно, сопоставимы со свойствами клеток центральной нервной системы (16, 17), что позволяет в определенной мере перенести основные механизмы влияния аминокислот с центральной на энтеральную систему. Следовательно, стимулирующее действие аминокислот на секреторные железы желудка телят могло быть следствием блокирования преганглионарного звена энтеральной

(метасимпатической) нервной системы, а именно, выделения норадреналина и увеличения поступления ацетилхолина.

Вторая серия опытов посвящена изучению влияния аминокислот и их смесей на уровень гормонов и метаболитов в крови телят-молочников, эффективность использования ими протеина корма. Известно, что внутривенное введение больших доз аргинина, гистидина, лизина и фенилаланина животным приводило к значительному повышению уровня соматотропина и инсулина в крови (1,3,13). При введении в сычуг аминокислот жвачным животным выделение соматотропина и инсулина было выражено в меньшей степени (1,2), что связано, вероятно, с медленным поступлением аминокислот в кровь и частичным превращением их в стенке кишечника и печени. Шамберев Ю.Н. и сотр. (28, 29) установили, что лизин, гистидин и аргинин являются индукторами эндогенного инсулина и соматотропина у молодняка крупного рогатого скота и на этой основе разработали способ стимуляции анаболических процессов и роста животных.

Влияние заменимых аминокислот на секрецию гормонов изучено в меньшей мере. Известно, что часть из них (глицин, серии, глутамат, аспартат, таурин, пролин и γ-аминомасляная кислота) входят в группу медиаторных аминокислот и служат передатчиками импульсов в синапсах центральной и вегетативной нервной системы (19, 24). Установлено (9, 15), что глицин стимулирует высвобождение гормона роста, что позволило применять его при лечении пониженной функции гипофиза и гипогликемии, поскольку он увеличивает выделение глюкагона, мобилизующего гликоген (9, 15). В других исследованиях (I) под влиянием внутривенного введения глицина у овец и ягнят наблюдалось значительное повьшение инсулина в крови, менее выраженное, чем при использования аланина. Значительное повышение уровня глюкагона отмечено при внутривенном введении аланина у овец (34). Дикарбоновые аминокислоты - аспарагиновая и глутаминовая в подобных условиях стимулировали гипофиз-адреналовую систему и тормозили желудочную секрецию у собак (6, 30). При применении внутрь эти же аминокислоты оказывали потенциирующее влияние на желудочную секрецию, вызванную пентагастрином.

В последние годы внимание ряда исследователей (33, 36) направлено на изучение свойств глутамина и его предшественников как регуляторов процессов синтеза и распада белков в организме, в частности, в мышцах. Выявленные закономерности легли в основу разработки диет и пищевых добавок для спортсменов и больных (37).

В опытах на телятах 10-60-дневного возраста испытывали глицин, глутамат, аспартат, ß-аланин и их смеси, а также смеси аминокислот на основе лейцина. Растворы аминокислот задавали животным в дозе 0,05 моля через 8-10 мин после выпаивания молока, чтобы избежать возможного влияния вводимых растворов на створаживание молока в сычуге. Вместе с тем, стремились создать повышенный уровень свободных аминокислот в кишечнике до начала интенсивного переваривания молочных белков. При введении телятам раствора глицина и β-аланина отмечено снижение уровня инсулина и

трийодтиронина, повышение концентрации кортизола и тироксина в крови телят (через 1 час) по сравнению с контролем (табл. 2).

Таблица. 2. ***Концентрация гормонов, глюкозы и свободных аминокислот в крови телят через I час после введения аминокислот***

Показатели	Вводимые аминокислоты		
	контроль	глицин	β-аланин
Инсулин, нг./мл	2,28	1,22±0,30	1,74±0,26
Кортизол, нг/мл	4,1	7,72±0,64	6,69±0,59
Трийодтиронин, нг/мл	4,6	2,96±0,17	3,32±0,16
Тироксин, нг/мл	36,9	52,2±14,0	50,1±19,8
Глюкоза, мг%	72,7	81,0	79,3
Свободные аминокислоты, мг%	30,9	31,9	33,4

Влияние глицина и β-аланина было однонаправленным, но в большей степени выражено у глицина. Это относится к уровню глюкозы и свободных аминокислот в крови, показатель которых увеличивался (табл. 2).

Можно предполагать, что повышение уровня этих метаболитов в крови после введения глицина и β-аланина связано как с усилением всасывания глюкозы и аминокислот в кишечнике (19), так и с расщеплением гликогена под влиянием глюкагона, выделение которого стимулирует, в частности, глицин (5, 2). Нельзя при этом исключать усиления глюконеогенеза аминокислот под влиянием повышенного уровня кортизола и снижения использования глюкозы тканями организма при пониженном уровне инсулина.

После выпаивания растворов глутамата и аспартата наблюдалось увеличение концентрации свободных аминокислот и глюкозы в крови телят при снижении содержания мочевины. При этом отмечалось повышение доли глутамина, таурина и лейцина при снижении относительного содержания других аминокислот.

В более длительных опытах изучали влияние на выделение гормонов и межуточный обмен у телят смесей аминокислот на основе лейцина (+валин +лизин) и глутамина (+ глутамат +аспартат). Входящие в состав "лейциновой" смеси аминокислоты содержатся в большом количестве в мышечных белках и часто являются лимитирующими для синтеза этих белков. Поэтому включением лейцина, валина и лизина в выпаиваемую смесь стремились оказать влияние на интенсивность накопления мышечной ткани у растущих телят. Смесь глутамата и аспартата, изученная ранее, была дополнена глутамином, превращения которого тесным образов связаны с дикарбоновыми аминокислотами. Выявлено регулирующее действие глутамина в процессах синтеза мышечных белков (33, 36), В других исследованиях (37) отмечено стимулирующее влияние добавок глутамина и его предшественников (глутамата и α-кетоглутарата) на устойчивость энтероцитов к проникновению микроорганизмов из

кишечника, а также повышение образования антител в организме лабораторных животных и поросят.

В наших опытах препараты аминокислот задавались в течение 15 дней, два раза в день, через 8-10 мин после выпаивания молока. В конце опытного периода через 3 часа после кормления и введения "лейциновой" смеси наблюдалось повышение уровня инсулина (+8,2%) и мочевины в крови телят и снижение содержания глюкозы (-24,6%), а также незначительное снижение концентраций свободных аминокислот, в основном за счет таурина, аспартата, треонина, изолейцина, гистидина и аргинина (табл.3). Смесь глутамина, глутамата и аспартата снизила в крови телят концентрацию глюкозы (-16,8%) и мочевины (-13,6%) при одновременном уменьшении содержания инсулина. Отмечено некоторое возрастание относительного содержания ряда незаменимых аминокислот (валин, лейцин, изолейцин, лизин, гистидин).

Можно полагать, что введение телятам «лейциновой» смеси способствовало образованию белка в организме, что и привело к снижению уровня важнейших аминокислот и глюкозы в крови. При

Таблица 3. ***Уровень инсулина и метаболитов в крови телят через 3 часа после введения смеси аминокислот***

Показатели	Вводимые аминокислоты		
	контроль - изотонический раствор	лейцин + валин + лизин	глутамин + глутамат + аспартат
Инсулин,нг/мл	1,17±0,085	1,27±0,077	0,87±0,056
Глюкоза, мг%	114±5,0	86±7,0	95±6,0
Мочевина, мг%	16,0±1,3	20,5±0,6	13,8±0,7
Свободные аминокислоты, мг%	43,8±0,3	42,6±0,4	41,6±0,7

этом не исключается окисление некоторого избытка введенных аминокислот в мышцах и частично в печени и других органах, о чем можно судить по повышению концентрации мочевины и снижению доли аргинина и аспартата, участвующих в обезвреживании аммиака в организме. «Глутаминовая» смесь снижала использование незаменимых аминокислот в глюконеогенезе и усиливала превращение в этих реакциях глицина, а также, возможно, глутамата и аспартата.

В балансовом опыте установлено положительное влияние обеих смесей аминокислот на отложение азота корма в организме животных, которое по сравнению с контролем увеличилось на 6,3 и 7,2 % соответственно в «лейциновой» и «глутаминовой» группах телят (табл.4).

Таблица 4. *Баланс азота и прирост массы тела у телят при выпаивании смесей аминокислот*

Показатели	Группы телят

	контроль	«лейциновая»	«глутаминовая»
Принято с кормом, г	40,6±0,5	42,1±0,80	41,8±0,70
Переварилось, г	38,94±0,34	41,0±0,51	40,7±0,62
Отложилось в теле: г	29,92±0,28	31,8±0,56	32,07±0,61
% от принятого	73,4	75,5	77,3
Среднесуточный прирост, г	688±28	718±17	731±23
Интенсивность прироста, %	35,6	37,6	38,4

С отложением азота тесно коррелировал прирост массы тела за период опыта, хотя этот показатель носил ориентировочный характер.

У животных опытных групп был более высоким креатининовый индекс (+6,3 и +12,6% к контролю), характеризующий массу мышечной ткани в теле животных, увеличившийся более резко за период опыта у телят этих групп по сравнению с контрольной.

Таким образом, обе вводимые смеси аминокислот способствовали лучшему использованию питательных веществ молока, и в первую очередь аминокислот, организмом телят для биосинтетических целей. В то же время прослеживается определенное различие в действии испытанных аминокислотных композиций. "Лейциновая" смесь стимулировала выделение инсулина, являющегося одним из гормонов анаболического действия. При этом в ткани доставлялись необходимые незаменимые аминокислоты за счет введенной смеси, в том числе с разветвленной углеродной цепью (лейцин, валин), количество которых в крови для эффективного синтеза белков было, вероятно, недостаточным. При этом не исключается непосредственное анаболическое воздействие аминокислот, минуя индукцию гормонов (36, 37), а также использование их в энергетических реакциях (6, 12).

Ключевое значение глутамина в регуляции и поддержании синтеза белка в мышечной и других тканях было выявлено ранее (33,36), но механизм этого явления полностью не раскрыт. Известно, что глутамин быстрее глутаминовой кислоты проникает через клеточные мембраны и служит её источником (23), поставляя в то же время в клетки амидный азот, используемый в цитозоле клеток для образования карбамоилфосфата (5, 23) и ряде других биохимических реакций. В проведенных опытах не отмечено повышения выделения инсулина в крови под действием "глутаминовой" смеси, хотя уровень глюкозы снижался. Возможно при этом не затрагивалась индукция и других гормонов, а анаболический (или антикатаболическй) эффект проявлялся на уровне тканей, в том числе и мышечной, рост которой у животных опытной группы был более интенсивным. Включенные в состав смеси дикарбоновые аминокислоты способствовали повышению уровня глутамина в крови и тканях, что наблюдалось в предварительных опытах.

Следующую (третью) серию опытов проводили на фермах АО "Нижегородец" Нижегородской области. Основной целью этих исследований было изучение влияния некоторых аминокислот на резистентность телят молочного периода и установление оптимальных условий для практического применения препаратов этих биологически активных веществ в случае выявления благоприятного эффекта в предварительных опытах.

В исследованиях Белокрылова Г.А. и сотр.(3) было установлено, что целый ряд аминокислот (аспарагиновая и глутаминовая кислоты, цистеин, серин и др.) обладают способностью ускорять образование Т-лимфоцитов из предшественников, а также выработку антител. Авторы обратили внимание, что эти аминокислоты входят в состав иммунноактивных пептидов и в основном определяют их активность. В дальнейших опытах (4) авторы изучали участие аминокислот и пептидных препаратов в детоксикации бензола и афлатоксинов, снижающих неспецифическую резистентность, и выявили возможность иммунокоррекции в этих условиях аминокислотными препаратами. Наиболее эффективно защищали спленоциты от действия бензола глицин, изолейцин, метионин и др. аминокислоты. Основные исследования проводились *in vitro* или на лабораторных животных. В связи с этим нами предпринята попытка проверить возможность стимуляции резистентности телят глицином. Для пролонгирования действия глицина и удобства его введения (парэнтерально) использовали целлюлозные микросферы глицина, изготовленные Колосковой Е.М. по разработанной методике (12).

Препарат глицина вводили двум группам телят 20-40-дневного возраста, подкожно, однократно в дозе 40 мг и 200 мг на животное во 2-й и 3-й группах соответственно. Телята 1-й группы были контрольными.

В период опыта, продолжавшегося 4 мес , телята 2-й и 3-й групп имели более высокий среднесуточный прирост массы тела, но динамика роста несколько различалась между группами (табл. 5).

Таблица 5. ***Среднесуточный прирост телят после введения глицина***

Группы телят	Месяцы опыта				
	1-й	2-й	3-й	4-й	средн. за 4 мес
1-контроль	642	623	475	466	552
2-глицин 40мг	687	627	493	472	570
3-глицин 200мг	609	810*	522	527	617

В первый месяц после введения глицина прирост телят 2-й группы был на 7% выше контроля, а при использовании более высокой дозы прирост снизился на 5%, хотя эти различия не были достоверными (P> 0,05). Во второй месяц опыта отмечено достоверное повышение прироста у телят 3-й группы - на 30%, которое наблюдалось и в последующие два месяца выращивания, хотя и в меньшей степени (+ 11,7%). Можно предполагать, что введенная доза 40 мг на голову была недостаточной для длительного повышения прироста, а действие более высокой дозы проявилось лишь через месяц после инъекции. Вероятно, это связано с медленным выходом глицина из микросфер в этот период.

Во второй месяц после введения препарата у телят опытных групп отмечено повышение лизоцимной и бактерицидной активности крови, а также концентрации восстановленной формы глутатиона и её относительного содержания (табл. 6).

Наблюдалось некоторое увеличение в крови у животных 2-й и 3-й групп уровня гемоглобина и общего белка и снижение

концентрации мочевины. Остальные исследованные биохимические показатели (глюкоза, кальций, фосфор и др.) не претерпели существенных изменений после введения препарата. В крови телят 3-й группы несколько

Таблица 6. ***Биохимические показатели и показатели резистентности крови у телят после введения глицина (через 1 мес)***

Показатели	Группа телят		
	1- контроль	2 -глицин 40мг	3- глицин 200мг
Глутатион.мг%:			
общий	33,1±4,3	37,8±2,6	36,7±0,7
восстановленный	19,8±2,7	27,1±2,1	23,9±1,3
окисленный	13,3±1,7	10,7±1,2	12,8±1,1
% восстановленного	59,8	71,7	65,1
Гемоглобин, %	10,47±0,38	11,94±0,26	11,7±0,43
Общий белок, %	5,25±0,14	5,55±0,21	5,88±0,17
Мочевина, мг%	25,8±1,3	26,6±1,8	23,2±1,5
Аминный азот, мг%	4,31±0,17	4,4±0,14	4,17±0,18
Лизоцимная активность, %	17,5±2,8	20,8±1,7	21,3±0,4
Бактерицидная активность, %	27,3±1,6	43,8±3,5	39,9±2,4

снизилось содержание свободных аминокислот в основном за счет изолейцина, лейцина, метионина и лизина, что могло быть связано с использованием этих аминокислот на синтез белка в организме. Одновременно повысилось относительное содержание аспартата, глутамата и аланина, особенно у животных 2-й группы.

Таким образом, глицин, введенный подкожно в пролонгированной форме телятам, оказал разностороннее воздействие на организм этих животных, стимулируя неспецифическую резистентность и процессы роста, вероятно, за счет регулирующих свойств в качестве медиатора в этих процессах (4,14). Вместе с тем, не исключается и антистрессовое действие глицина, что положено в основу создания препарата «антистрессин» (29). По данным ряда исследователей (9, 15), глицин способен стимулировать выделение соматотропного гормона, что могло послужить основой повышения прироста телят 3-й группы. Для этого в молочный период были благоприятные условия питания по уровню и сбалансированности питательных веществ рациона, а также вполне удовлетворительные санитарно-гигиенические условия содержания. В то же время предпосылок для проявления антистрессового действия препарата глицина в этот период практически не было. После перевозки подопытных животных на другую ферму и снижения уровня молочных кормов в их рационе прирост телят всех групп снизился более чем на 20%, в том числе и в 3-й группе (-32%), по сравнению с предшествующим периодом. Тем не менее, различие в приросте телят, которым был введен глицин, и контрольными животными сохранилось, хотя и меньшей степени (+11,7%), что могло быть вызвано многоплановым влиянием препарата и его последействием (9).

В заключительном научно-производственном опыте смесь аминокислот на основе глутамата (+ аспартат + глицин) задавали

новорожденным телятам в течение 5-7 дней с целью стимуляции процессов пищеварения, всасывания и повышения резистентности. Смесь выпаивали через 10 минут после скармливания молозива 3 раза в день в дозе I г на теленка. Соотношение аминокислот в смеси соответствовало таковому во фракции свободных аминокислот молозива (26). В случае возникновения желудочно-кишечных болезней у животных дозу смеси аминокислот увеличивали в 3 раза. Велось клиническое наблюдение за телятами, исследовали кровь через каждые 10 дней и проводили взвешивание. Всего в опыте было 12 новорожденных телят и такое же количество контрольных животных.

Было установлено, что в опытной группе заболело 5 телят в период до 10-дневного возраста, или 42%, а в контроле 9, или 75%. Различной была длительность и тяжесть течения болезни, что в итоге отразилось на приросте живой массы за 1-й месяц выращивания, который был выше у телят опытной группы на 17, 5% (429 и 365 г/сут/гол). У телят опытной группы в крови были выше показатели неспецифической резистентности (фагоцитарная, бактерицидная и лизоцимная активность) на 13-15%, чем в контроле, а также уровень иммуноглобулинов, белка, глюкозы, свободных аминокислот, активность аспарагиновой и аланиновой трансаминаз. Опыты проводили в зимне-весенний период, когда молозиво коров содержало пониженный уровень свободных аминокислот и иммуноглобулинов. Добавленная смесь аминокислот оказала на организм телят много-плановое действие. Увеличение уровня иммуноглобулинов в крови телят опытной группы связано, вероятно, с повышением интенсивности их всасывания в первые сутки под влиянием смеси аминокислот. Подобное действие ранее наблюдали под влиянием ацетата, бутирата, а также ряда веществ, содержащихся в молозиве (22, 31). Аминокислоты препарата могли стимулировать секрецию пищеварительных желез, в первую очередь, сычужных (7, 26, 32), а также участвовать в энергетическом обеспечении организма телят. Известно, что у новорожденных жвачных, в отличие от моногастричных животных, большая часть энергии в клетке образуется в результате окисления триглицеридов и свободных аминокислот (8, 35). При болезнях телят с диарейным синдромом возникают явления аммонийного токсикоза и гипоксии в тканях (8), в профилактике и устранении которого глутаминовая и аспарагиновая кислоты принимают самое активное участие (8,15). Отмеченное в опыте повышение неспецифической резистентности у телят опытной группы также способствовало, вероятно, более легкому течению их болезни, или даже её предотвращению.

Проведенный опыт позволяет считать, что смесь глутамата, аспартата и глицина, задаваемая внутрь новорожденным телятам, проявляет многостороннее действие на организм этих животных и может использоваться как средство метаболической фармакопрофилактики и терапии при желудочно-кишечных болезнях с диарейным синдромом.

В предыдущих трех сериях опытов установлено, что целый ряд аминокислот, в основном заменимых, участвуют в регуляции процессов секреции желудочных желез, всасывания в кишечнике, индукции

гормонов, формировании мышечной ткани и неспецифической резистентности. Отмеченные физиологические предпосылки могут быть использованы в практике животноводства путем разработки соответствующих препаратов аминокислот и методик их применения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров С. 1992. Влияние внутривенного введения аргинина на уровень инсулина в крови у лактирующих коз. Бюлл.ВНИИФБиП с.-х. животных, Боровск, 1 (102), 7-10.
2. Балаболкин М.И. 1978. Секреция гормона роста в норме и патологии. М.
3. Белокрылов Г.А., Молчанова И.М., Сорочинская Е.И. 1986. Аминокислоты как стимуляторы иммуногенеза. Доклады АН СССР, 2,289.
4. Белокрылов Г.А.,Попова 0.Я.,Сорочинская Е.И..Деревина О.Н., Коровин Р.Н. 2000. Детоксикация аминокислотными и пептидными препаратами бензола и афлатоксина B_1 у цыплят. Доклады РАСХН, 2, 51-52.
5. Бышевский А.Ш., Терсенов О.А. 1994. Биохимия для врача. Екатеринбург.
6. Василевская Л.С., Соколова А.Г., Прокопенко 0.В. 1987. Участие аминокислот в регуляцин желудочной секреции. Вопросы питания, 4, 48-53.
7. Жирков И.Н., Харитонов Л.В. 1995. Участие аминокислот в регуляции сычужной секреции у телят. Тез.докл.научн. конфер.: Физиологические основы повышения продуктивности с.-х. животных. Дивово, 76-78.
8. Захаренко И.А., Засекин Д.А., Мельничук Д.А., Свинаренко О.И. 1992. Энергетический обмен и электролитный состав крови телят при диарее, оральной регидратации и коррекции нарушений обмена веществ. Сельскохозяйственная биология, 2, 88-93.
9. Западнюк В.И., Купраш Л.П., Заика М.У., Безверхая И.О. 1982. Аминокислоты в медицине. Киев.
10. Ивашкин В.Т. 1981. Метаболическая организация функций желудка. Л.
11. Климов П.К. 1983. Пептиды и пищеварительная система. Л.
12. Колоскова Е.М., Галочкин В.А. 1999. Регулирование скорости выделения низкомолекулярных биологически активных веществ из препаратов пролонгированного действия образованием интерполимерных комплексов. В сб.: Современные проблемы биотехнологии и биологии продуктивных животных. Боровск, 38, 146-152.
13. Колб В.Г., Камышников В.С. 1976. Клиническая биохимия. Минск.
14. Конышев В.А. 1985. Питание и регулирующие системы организма. М.
15. Маркова И.В.,Шабалов Н.П. 1993. Клиническая фармакология новорожденных. Санкт-Петербург.

16. Мыш В.Г. 1987. Секреторная функция желудка и язвенная болезнь. Новосибирск.
17. Ноздрачев А.Д. 1983. Физиология вегетативной нервной системы. Л.
18. Покровский А.А., Левин Л.Г., Гаппаров М.М. 1972. Материалы и метод изучения химической фазы секреции соляной кислоты на препаратах слизистой желудка. Вопросы питания, 31, 4, 6-12.
19. Раевский К.С.,Георгиев В.П. 1986. Медиаторные аминокислоты. М.
20. Рапопорт О.Л.,1998. Имплантация пушным зверям биологически активных веществ. Матер. 2 междунар.симпозиума: Физиологические основы повышения продуктивности хищных пушных зверей. Петрозаводск, 60-61.
21. Садовникова М.С., Беликов В.И. 1977. Применение аминокислот в промышленности и фармакологии. М.
22. Солдатов А.П., Эпштейн Н.А., Эдель К.Е. 1989. Биологические свойства и основы рационального использования молозива коров. М.
23. Страйер С. 1984. Биохимия. М., 2.
24. Хайдарлиу С.Х. 1984.Функциональная биохимия адаптации. Кишинев.
25. Харитонов Л.В. 1968. Роль продуктов рубцовой ферментации в регуляции сычужной секреции у овец. Матер. 6-й Всес.конфер. по физиологич. и биохимич. основам повышения продуктивности с.-х. животных. Боровск, 246-247.
26. Харитонов Л.В., Харитонова 0.В. 1998. Роль аминокислот в регуляции сычужного пищеварения у телят. Тез.докл. научн. конфер.: Теория и практика использования биологически активных веществ в животноводстве. Киров, 85-87.
27. Черников М.П. 1975. Протеолиз и биологическая ценность белков. М.
28. Шамберев Ю.Н. 1990. Гормоны и их индукторы в регуляции роста.Тез.докл. междунар. конфер.: Биологические основы высокой продуктивности с.-х. животных. Боровск, ч.2, 105-106.
29. Шамберев Ю.Н, Иванов Н.С., Гаврищук В.И. 1998. Научные и практические аспекты субстратной регуляции эндокринных желез и повышения продуктивности животных. Тез.научн.конфер.: Теория и практика использования биологически активных веществ в животноводстве. Киев, 89-90.
30. Шлыгин Г.К., Василевская Л.С., Игнатенко Л.Г. 1988. Влияние глутаминовой кислоты и глутатиона на секреторную функцию желудка. Бюлл. экспериментальной биологии и медицины, 10, 405-408.
31. Bush L.J., Staley T.E. 1980. Absorption of colostral immunoglobulins in newborn calves. J. Dai. Sci., 63, 4; 672-680
32. Bell F.R., Mc Leay L.M. 1978. The effect of duodenal infusion of milk, casein, lactose and fat on gastric emptying and secretion in milk-fed calf. J. Physiol., 282, 51-57
33. Jepson M.M. Bates P.C., Broadbent P., Pell J.M. Millward D.J. 1985. Relationschip beetween glutamin cjncentration and protein sinthesis in

rat scelete muscle. Amer.J. Physiol., 255, 116-172.
34. Holtenius H., Bjornhag G. 1994. Alanin inhibits abomasal outflow in sheep. Proc. Soc. Nutr. Physiol., 3.
35. Lindsay D.B. 1980. Amino acid as energy sources. Proc. Nutr. Soc., 38, 1, 53-59.
36. Newsholme E.A., Newsholm P., Cure R., Challoner M.A., Ardawi M.S.M. 1988. A role for muscle in immune sistem and its importance in surgery, trauma, sepsis and burns. Nutrition, 4, 261-268.
37. Pierzynowski S.G. Sjodin A. 1998. Perspektives of glutamin and its derivates as feed additives for farm animals. J. Anim. and Feed Sci., 7, 79-91.

ВЗАИМОСВЯЗЬ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПЕЧЕНИ И ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИИ КОРОВ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОГО СТОЙЛОВОГО СОДЕРЖАНИЯ

Т.Ф. Василенко, Н.П. Монгалев, Л.Ю.Рубцова
Институт физиологии Коми научного центра УрО РАН, Сыктывкар

Участие печени в регуляции основных звеньев межуточного обмена, включая и участие в процессе пищеварения, определяют ее важное значение в поддержании гомеостаза организма животных. От характера протекания и надежности осуществления в этом органе функционального синтеза пластических и энергетических веществ зависит реактивная способность других органов и систем и адаптивная деятельность организма.

Первый-второй месяцы послеродового периода у коров характеризуются прохождением инволюционных процессов в органах репродуктивной системы, усиленной лактационной нагрузкой, взаимосвязанной с этими процессами перестройкой обмена веществ и возобновлением биоритма эстральной активности, необходимого для подготовки организма животных к следующим этапам репродуктивного цикла – оплодотворению и последующей беременности. Имеются сведения о взаимосвязи функционального состояния печени и процессов, происходящих в органах репродуктивной системы коров (1), в том числе о зависимости между сроками завершения инволюции матки коров после родов и уровнем сывороточного холестерина (2), между сроками возобновления эстральной активности в яичниках и содержанием холестерина (3, 4), сроками нормализации биоритма половой активности у коров и альбумино-глобулиновым коэффициентом крови (5) и другие. Поскольку общеизвестна ведущая роль печени в гомеостазе холестерина и синтезе различных белков «на экспорт» (альбуминов, глобулинов и др.), была поставлена задача исследовать функциональное состояние печени и становление биоритма эстральной активности у коров после родов и изменения этих функций при использовании в качестве добавки к кормам ацетата калия.

Эксперименты проводили в стойловый период на животных фермы Биологической станции Коми научного центра и животноводческого комплекса совхоза “Пригородный”. Использовали

высококлассных племенных коров холмогорской породы со среднегодовой молочной продуктивностью 4000 кг и выше при удовлетворительных условиях содержания и кормления, прогулках на выгульных площадках.

Определяли уровень белково-, холестерин-синтезирующей и ферментной функции печени: содержание общего белка крови и величин альбумино-глобулинового отношения (А/Г коэффициент) рефрактометрически (6); фракционного состава сывороточных белков с помощью экспресс-метода (7); уровень сывороточного холестерина методом, основанном на реакции Бурхард-Либерман – метод Илька (8); активность фермента бутирилхолинэстеразы с использованием наборов “Био-la-test” Laxema, республика Чехия.

Для характеристики состояния воспроизводительной функции коров определяли длительность периодов от родов до первой половой охоты, до первого осеменения и до оплодотворения. Исследовали прохождение отдельных эстральных циклов – их протяженность и характеристики: нормальный цикл – половая охота заканчивается овуляцией и оплодотворением, ареактивный – охота без стадии возбуждения, нерегулярный цикл – с изменением длительности и т.д. Недостаток ацетата в межуточном обмене у коров в послеродовой период восполняли включением в их рацион кормления 20% водного раствора ацетата калия при общих затратах 600-750 г на животное за весь период эксперимента по разработанному нами способу (9).

Выявлено, что низкие величины содержания холестерина в пределах 2,59-3,62 ммоль/л в крови у коров отмечаются на последних месяцах плодоношения. При нормальном течении послеродового периода к концу первого - началу второго месяца после родов уровень холестерина удваивается и составляет 5,20-7,54 ммоль/л. Однако, начиная с 25-го дня после родов примерно у 30-65% животных от обследованных отмечали достоверно низкие значения холестерина ($P<0,001$), которые примерно на 26-44% были ниже величин холестерина в крови у коров с нормальным течением обменных процессов и послеродового периода (табл. 1 и 2).

Таблица 1. ***Содержание сывороточного холестерина у коров в конце плодоношения и в отдельные периоды после родов (ферма Биологической станции Коми научного центра)***

Период	Подгруппа	Обследовано животных	Содержание холестерина, ммоль/л
Конец плодоношения		13	3,21±0,49
После родов: до 10 дня		14	3,50±0,62
до 25-32-го дня	первая	6	5,30±0,38
	вторая	3	2,80±0,45
до 35-59-го дня	первая	11	6,26±0,92
	вторая	4	3,99±0,26
до 60-90-го дня	первая	10	6,22±0,74
	вторая	5	3,29±0,75

Таблица 2 .***Содержание сывороточного холестерина у коров перед родами и по периодам обследования после родов (животноводческий комплекс совхоза "Пригородный")***

Период	Подгруппа	Обследовано животных	Содержание холестерина, ммоль/л
Перед родами		7	3,42±0,39
Послеродовый:			
40-60 дней	первая	3	4,78±0,20
	вторая	4	3,46±0,38
70-110 дней	первая	10	5,25±0,56
	вторая	6	3,92±0,30
120-300 дней	первая	4	5,17±0,57
	вторая	8	3,81±0,49

У животных, имеющих в крови низкий уровень холестерина после родов, выявили достоверное снижение альбумино-глобулинового отношения ($P<0,01$) в основном за счет увеличения β- и γ-глобулиновых фракций (табл.3). Недостаточная функциональная активность печени, возможно, обусловливает изменения в становлении биоритма нормальной эстральной цикличности у коров в условиях длительного стойлового содержания: проявление состояния функционального покоя в яичниках и отсутствие половых охот в течение первого месяца послеродового периода наблюдали примерно у 40-70% животных в зависимости от возраста. В условиях зимне-весеннего периода почти у 75% коров отмечали аритмичность и нерегулярность возобновления последующих циклов после первого, с изменением протяженности циклов от 16 до 44 дней; определили увеличение случаев прохождения ареактивных и ановуляторных половых охот, что способствовало удлинению послеродового периода.

Таблица 3. ***Биохимический состав крови коров в отдельные периоды после родов (n = 15)***

Показатели	Дней после родов			
	до 15	60-80	150-200	250-350
Общий белок, г/л	69,20±1,80	76,00±1,60	76,60±1,30	78,80±1,10
β- глобулины, г/л	7,80±0,60	9,20±0,40	11,60±1,30	11,40±1,30
γ-глобулины, г/л	13,40±1,80	14,80±0,80	13,20±0,90	15,80±1,80
А/Г коэффициент	1,50±0,04	1,26±0,08	1,23±0,11	1,07±0,06
Холестерин, ммоль/л	3,07±0,27	5,32±0,31	4,88±0,36	4,42±0,22

У животных 1-й группы на 60-90 дни послеродового периода до использования ацетата калия в качестве добавки к кормам выявили, что содержание сывороточного холестерина составляло 4,13±0,25 ммоль/л (табл. 4), в то время как для проявления нормальной циклической активности на яичниках коров после родов и перед оплодотворением уровень холестерина должен находиться в пределах 5,20-7,54 ммоль/л. У двух животных из этой группы не наблюдали проявления половых

циклов. После начала использования ацетата калия в рационе кормления коров нормальные половые охоты отмечали у всех животных этой группы.

Таблица 4. ***Уровень общего холестерина крови коров и длительность периода от начала использования ацетата калия в качестве добавки к кормам до половой охоты и оплодотворения***

№ животного	Возраст в отелах	Дней после родов до использ. добавки	Холестерин крови, ммоль/л до начала опыта	Холестерин крови, ммоль/л		Дней от начала использования добавки	
				после оконч. исп. добавки	через месяц после использ. добавки	до половой охоты	до оплодотворения
1	5	67	3,83	6,46	7,37	4	10
2	3	71	4,03	6,21	6,46	14	90
3	3	90	3,83	5,82	6,21	1	1
4	1	60	3,83	5,12	5,38	20	42
5	5	88	5,12	5,69	6,46	1	1
Среднее			4,13± 0,25	5,86± 0,23	6,38± 0,32		

Уровень сывороточного холестерина у коров сразу после окончания использования добавки составил 5,86±0,23 ммоль/л, а через месяц – 6,38±0,32 ммоль/л. Полученные результаты по содержанию холестерина крови были достоверно выше (P<0,05), чем его уровень в крови коров до использования ацетата калия в качестве добавки к кормам. В течение первых 42 дней после начала применения добавки было оплодотворено 80% животных, к концу эксперимента – 100%.

Исследование контролируемых биохимических параметров крови коров на 121-310-й дни после родов до и после использования в качестве добавки к кормам ацетата калия выявило достоверное увеличение А/Г отношения (P<0,05), тенденцию к увеличению содержания холестерина (на 14%): уровень общего холестерина в крови коров до начала эксперимента составил 3,92-5,89 ммоль/л, после применения добавки – 4,61-7,51 ммоль/л (табл. 5).

Наблюдения за эстральной активностью у животных этой группы до начала использования в качестве добавки к кормам ацетата калия выявили отсутствие стадии возбуждения в начале половых циклов

Таблица 5. ***А/Г отношение и содержание сывороточного холестерина в крови коров до и после использования ацетата калия в качестве добавки к кормам***

№ животного	А/Г отношение		Холестерин, ммоль/л	
	до использования	после использования	до использования	после использования
1	1,9	1,7	5,28	6,12
2	1,2	1,6	5,50	6,12
3	1	1,7	5,89	5,78
4	0,8	0,8	5,89	7,51

5	1,2	2,1	4,61	5,28
6	1,2	1,7	3,92	4,61
Среднее	1,3± 0,5	1,6± 0,4	5,2±0,78	5,9±1,08

(“тихие“ охоты). У 5 животных (83% от обследованных) период от начала использования добавки до появления признаков нормальной половой охоты составил 5-52 дня. Оплодотворение этих животных отмечали на 5-63 дни после начала применения ацетата калия в качестве добавки к кормам.

В другом эксперименте было получено, что нормализация синтеза пластических веществ печенью после использования в кормлении коров ацетата калия сопровождалась почти двукратным увеличением активности фермента бутирилхолинэстеразы (табл.6). Изменение функциональной способности печени к синтезу холестерина и альбумина у коров после родов после применения в качестве добавки к кормам ацетата калия способствовала регуляции их воспроизводительной

функции, что обеспечивало условия в организме для протекания нормальных половых охот и последующего оплодотворения.

В ходе исследований выявлено, что низкие величины содержания холестерина в крови коров отмечались на последних месяцах плодоношения. При нормальном течении послеродового периода к концу первого - началу второго месяца после родов уровень холестерина увеличивался до 5,20-7,54 ммоль/л. Однако, начиная с 25-го дня после родов примерно у 30-65% животных от обследованных отмечали достоверно низкие значения холестерина ($P<0,001$), которые на 26-44% были ниже величин холестерина в крови у коров с нормальным течением обменных процессов и послеродового периода. У коров, имеющих в крови низкий уровень холестерина после родов, заметно снижалось альбумино-глобулиновое отношение ($P<0,01$) в основном за счет увеличения β- и γ-глобулиновых фракций. Недостаточная функциональная активность печени, а именно снижение синтеза холестерина, который в последующем в ходе межуточного метаболизма используется для синтеза биологически важных стеринов, преимущественно гормонов половых желез и коры надпочечников, возможно, обусловливает изменения в становлении биоритма нормальной эстральной цикличности у коров

в условиях длительного стойлового содержания, о чем свидетельствуют результаты по отсутствию нормальных половых охот у каждого второго из обследованных животных в течение первых двух месяцев послеродового периода, аритмичность и нерегулярность возобновления циклов, увеличение количества неполноценных половых охот.

Установлено, что при использовании в качестве добавки к кормам ацетата калия наблюдалось повышение содержания в крови коров холестерина и альбуминов. Процесс сопровождался почти двукратным увеличением активности фермента бутирилхолинэстеразы, который является маркерным ферментом гепатоцитов печени. Это способствовало регуляции воспроизводительной функции коров и обусловливало прохождение нормальных половых охот и оптимальный уровень оплодотворения. Активация функции печени в послеродовом периоде приводила к нормализации воспроизводительной функции коров в условиях длительного стойлового содержания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Gessel Erich, 1979. Zusammenhange zwischen der Leberfunktion und der Sterilitat bei Leistungskuhen. Fortschr. Landwirt., 14, 1-2.
2. Bahga C.S., Canwar P.S., Capitan S.S., 1988. Seasonal variations in plasma cholesterol levels in relation to reproductive efficiency in postpartum buffaloes (*Bubalus bubalis*). Indian. Vet. J., 65, 7, 585-588.
3. Grummer R.R., Carroll D.J., 1988. A review of lipoprotein cholesterol metabolism: importance to ovarian function. J. Anim. Sci., 66,12, 3160-3173.
4. Kafidi N., Leroy R., Chapaux Ph., Iatasse L., Hanzen Ch., Laurent Y., Antoine O., 1990. Etude de l'influence de facteurs alimentaires sanitaires on d'exploitation, sur la production laifiere et les performances de reproduction du betail laifier. Analyse statistigue. Ann. Med. Vet., 734, 35, 83-91.
5. Rowlands G.J., Manston R., Stark A.J., Russtll A.M., Collis K.A., Collis S.C., 1980. Changes in albumin, globulin, glucose and cholesterol concentrations in the blood of dairy cows in late pregnancy and early lactation and relationships with subsequent fertility. J. Agr. Sci., 94, 3, 517-527.
6. Лебедев П.Т., Усович А.Т., 1976. Методы исследования кормов и тканей животных. М.: Россельхозиздат, 389 с.
7. Карпюк С.А., 1962. Определение белковых фракций сыворотки крови экспресс-методом. Лаб. дело, 7, 33-36.
8. Методические указания по применению унифицированных клинических лабораторных методов исследований (под ред. В.В.Меньшикова). М.: 1973, 53-55.
9. Патент Российской Федерации № 2125369. Способ регуляции воспроизводительной способности коров. Авторы: Василенко Т.Ф., Рубцова Л.Ю., Монгалев Н.П. (Заявка № 97119332/13, приоритет от 24.11.97; опубл. 27.01.99. Бюл. №3).

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ СЕМЕННИКОВ НОРОК (MUSTELA VIS0N SCHREBER) В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОЗРАСТА И ПОЛОВОЙ АКТИВНОСТИ

Т.М.Демина, Н.К.Шульгина

НИИ пушного звероводства и кролиководства им.В.А.Афанасьева

Одним из важнейших периодов постнатального онтогенеза является период полового созревания, поэтому изучение его

особенностей привлекает внимание исследователей различных научных направлений. Для выяснения биологии и патологии пушных зверей необходимо изучение взаимосвязей гаметогенеза и гормоногенеза с репродуктивной функцией. Оценка индивидуальных и возрастных изменений в развитии гонад самцов норки, возможность контроля за пубертатными изменениями имеют как теоретическое значение для эволюционной морфологии и эндокринологии, так и практическое - для прогнозирования репродуктивной способности животных.

Цель работы состояла в изучении морфологических и функциональных изменений семенников норок в раннем постнатальном онтогенезе и установлении связи между развитием этих признаков и половой активностью животных. Становление сперматогенеза оценивали на основе гистологических исследований семенников и определения тестостерона в плазме периферической крови. Для гистоисследований использовали семенники от кастрированных животных 2-6-месячного возраста и убитых в возрасте 7-10 месяцев (n=57). Диаметр семенных канальцев и просветов в них определяли по разработанной нами методике.

Для изучения возрастной динамики уровня тестостерона использовали 140 разновозрастных самцов. Концентрацию гормона определяли радиоиммунологическим методом, на реактивах фирмы "CEA-Sorin" (Франция). При изучении динамики уровня тестостерона у самцов с разной половой активностью, активными в гон считали самцов, покрывших по 6 и больше самок; малоактивными - по 3 и меньше самок. Исследования проводили в течение 6 лет на базе норковой фермы ОАО "Племзавод Родники" Московской области.

Масса семенников со 2- по 10-месячный возраст у подопытных животных к периоду половой зрелости увеличилась в 18 раз и составила 3,27 г (lim. 2,9-3,5). В возрасте 4 месяцев отмечено достоверное увеличение массы семенников в сравнении с их массой у 3-х и 5-месячных самцов (0,30 г ± 0,03 г против соответственно 0,22 г ± 0,01($P < 0,05$)) и 0,21 г ± 0,02($P < 0,05$). Наибольшее индивидуальное разнообразие по этому показателю отмечено в 7-месячном возрасте (декабрь): средняя масса составила 0,8 г (lim.0,4-1,5 г).

Гистологическое исследование семенников норок 2-10-месячного возраста позволило выяснить возрастные изменения структуры герминативного слоя канальцев семенников и выявить пубертатные изменения, происходящие в нем. До 6-месячного возраста в семяпродуцирующих канальцах различается 2 типа клеток: мелкие, расположенные в один слой вдоль базальной мембраны и крупные, разбросанные по всей площади канальца. Мелкие клетки дают начало клеткам Сертоли, крупные - (гоноциты) - сперматогониям.

Количество первичных половых клеток увеличивается с возрастом животных: в 2-месячном возрасте их было в среднем на площадь канальца - 1,3, в 3-месячном - 2,8, в 4-месячном возрасте -3,1. До 4-месячного возраста канальцы компактные, гоноциты располагаются по всей площади канальцев, затем отходят к периферии. Полость канальцев наполняется ligoer canaliculi. В 6-месячном возрасте в герминативном эпителии семенников норок дифференцируются сперматогонии. В канальцах образуются просветы. В 7-месячном возрасте выявлена значительная митотическая активность сперматогониев. В герминативном эпителии канальцев видны сперматоциты I порядка, что свидетельствует об активизации развития половых клеток. В 7,5-месячном возрасте появляются сперматиды. В этом возрасте нами так же отмечено уменьшение числа интерстициальных клеток, изобилующих в 2-7-месячном возрасте.

Наибольшая изменчивость в развитии гонад отмечена в 7-месячном возрасте. В этом возрасте у большинства самцов в семенных канальцах обнаружены только сперматоциты I порядка, у некоторых самцов отмечены сперматиды. У самца № 62298 в этом возрасте в просветах канальцев обнаружены единичные сформированные спермии. Для семенников 9-месячных норок характерны семенные канальцы, включающие сформированные спермии. На срезах можно видеть, что в канальцах семенников процесс спермообразования находится на разных стадиях: у одних - полости семенных канальцев заполнены сперматозоидами, у других - процесс сперматообразования находится на более ранних стадиях. Изучение развития семенных канальцев позволило установить, что с 4-месячного возраста происходит последовательное увеличение их диаметров, а с 6-месячного возраста - просветов канальцев, что отражает активизацию пубертатных изменений.

Таким образом, основываясь на материалах нашего исследования можно заключить, что у молодых самцов норок гаметогенез активизируется в конце октября. Наибольшей изменчивости показатели, характеризующие морфологическое состояние семенников (состояние гаметогенеза - степени развития половых клеток), достигают в конце ноября - начале декабря, поэтому в этом возрасте установлено большое индивидуальное разнообразие в развитии гонад (семенники опустились или не опустились в мошонку). Данное обстоятельство, в определенной мере, обуславливает половую активность самцов в гон.

Состояние семенников в 6-месячном возрасте можно рекомендовать в качестве критерия для отбора молодых норок на племя: самцы с хорошо развитыми семенниками (опущены в мошонку и прощупываются) имели преимущество в репродуктивных показателях перед самцами с плохо развитыми семенниками (не опустились в мошонку). Эти животные покрывали в гон больше самок (4,8-5,0 против 3,2-4,3) и делали больше коитусов (12-14 против 8-12).

Морфологические изменения гонад сопровождаются активизацией их гормональной функции (рис.)

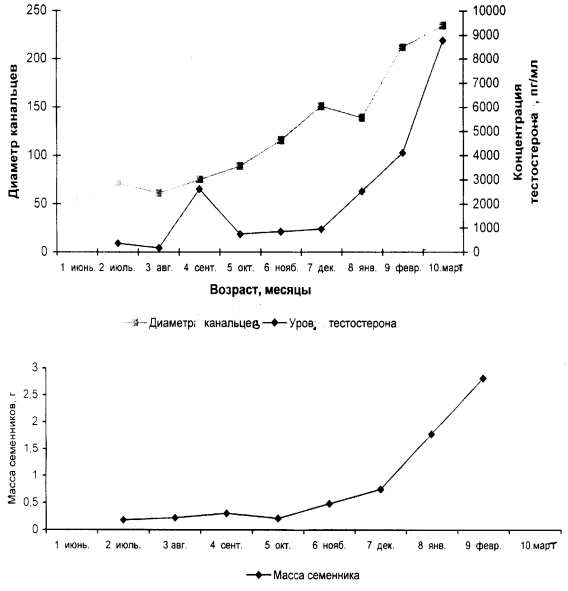


Рис. Изменение массы семенников, диаметра семенных канальцев и концентрации тестостерона у 2-10 – месячных норок

В период с 2 до 10-месячного возраста происходит увеличение массы семенников, диаметра их канальцев и уровня тестостерона в периферической крови норок. Отмечены высокие концентрации тестостерона в раннем онтогенезе у 2 и 4-месячных, а также у половозрелых животных (9-10 месяцев).

Изучение сезонной и возрастной динамики уровня тестостерона 2-26 - месячных самцов позволило установить, что уровень этого полового гормона в течение года существенно повышается дважды: в августе-сентябре (1688 пГ/мл - 2584 пГ/мл) и в период размножения в январе-марте (2007 пГ/мл -2950 пГ/мл). Сезонное повышение концентрации гормона детерминировано изменением длины светового дня. Повышение уровня его в августе-сентябре сопровождается увеличением числа гоноцитов в семенных канальцах (2-3 раза в сравнении с июлем) и увеличением диаметров семенных канальцев. Увеличение уровня тестостерона в брачный период сопровождается существенной морфологической перестройкой: на гистосрезах семенников видны сформированные спермии, диаметры канальцев увеличиваются до 253μм, просветов - до 88 μм.

Достоверные различия в концентрации тестостерона между возрастными группами животных отмечены в сентябре (молодые самцы - 2584 ± 19 пг/мл, взрослые - 977 ± 203 пг/мл, $P < 0,01$), октябре (молодые самцы - 529 ± 96 пг/мл, взрослые - 842 ± 121 пг/мл, $P < 0,05$), феврале (молодые самцы -2007 пг/мл, взрослые 2990 ± 251 пг/мл, $P < 0,001$) и апреле (молодые самцы -1196 ± 120 пг/мл, взрослые - 559 ± 282 пг/мл, $P < 0,05$). Отчетливо видно смещение пика уровня тестостерона у молодых самцов по сравнению со взрослыми. Это различие свидетельствует о том, что затухание и возобновление гаметогенеза у взрослых происходит несколько раньше, чем у молодых животных.

Данные о концентрации половых стероидных гормонов в крови самцов норок в периоды покоя и размножения согласуются с сообщениями о том, что половое поведение самцов обусловлено действием половых гормонов (Розен, 1983,Ihaler-Dao, Brenes, 1974, Robaire, 1979, Sheridan, 1982). При изучении динамики уровня тестостерона у самцов с разной половой активностью выяснено, что сезонная динамика тестостерона у самцов с высокой (1-я группа - покрывали в гон 6 самок), средней (2-я группа - покрывали 4-5 самок) и низкой половой активностью (3-я группа - покрывали 3 самки) существенно различались. В феврале содержание тестостерона у самцов 1-й группы было достоверно выше ($P < 0,01$), чем у животных 2-й и 3-й групп. Обращает на себя внимание уровень тестостерона в феврале-марте. У высокоактивных самцов он был максимальным перед гоном (в феврале), а у других - в марте. Можно предположить, что у менее активных норок тестикулы позднее (в марте), чем у высокоактивных (в феврале) достигают наивысшей гормональной активности.

Уменьшение содержания тестостерона наблюдалось у активных самцов 1-й группы с апреля по октябрь (до 587 пг/мл), а у самцов 2-й группы - с апреля по июнь (до 410 пг/мл). В целом в период полового покоя у высокоактивных в гон самцов отмечали постепенное уменьшение содержания тестостерона в периферической крови. В отличие от них, у животных со средней активностью в гон изменение этого показателя было в апреле-декабре разнонаправленным, что, возможно, отражает несбалансированность связей гипоталамо-гипофизарно-гонадальной системы у них.

Постепенное увеличение уровня тестостерона, отражающее подготовку организма самцов к гону, у животных 1-й группы

начиналось раньше (с октября), чем у самцов 2-й группы (с декабря). В феврале (перед гоном) концентрация тестостерона у самцов 1-й группы была достоверно выше ($P < 0,05$), чем у самцов 2-й группы. Интересно отметить, что содержание тестостерона у высокоактивных животных в январе на первом и втором году жизни достоверно не отличалось. Это позволяет предположить, что концентрация тестостерона в периферической крови не менее 2700 пг/мл в период подготовки к гону присуща половозрелым самцам, завершившим процесс роста и развития.

Таким образом, пубертатные изменения заключаются в морфологических изменениях гонад и изменениях активности их гормонопродуцирующей функции. А взрослые самцы норок с разной половой активностью в гон (с разным числом покрытых самок) различаются по сезонной динамике тестостерона в плазме периферической крови.

ВЛИЯНИЕ ОБРЕЗКИ ПАНТОВ НА ЭНДОКРИННУЮ И ГАЗОТРАНСПОРТНУЮ СИСТЕМЫ СЕВЕРНОГО ОЛЕНЯ

М.Ф.Борисенков, Н.П.Монгалев
Институт физиологии Коми научного центра УрО РАН

Панты северного оленя являются сырьем для производства физиологически активного препарата "рантарина". В России и за ее пределами сложился устойчивый спрос на эту продукцию оленеводства. В настоящее время во многих оленеводческих хозяйствах проводится заготовка пантов. Влияние обрезки пантов на состояние организма северных оленей изучено недостаточно. И.И.Шмальгаузен (1) предположил, что растущие рога северного оленя вырабатывают гормоны, которые регулируют функцию половых желез. В более поздних исследованиях (2) в пантах северных оленей обнаружен ряд простагландинов, участвующих в регуляции эндокринной функции яичников. Ветврачи отмечают, что в пантовых стадах повышена частота выявления у северных оленей спленомегалии.

Целью настоящих исследований было изучение ранних и отдаленных последствий обрезки растущих рогов на эндокринную функцию надпочечников и кислородтранспортную функцию крови у самцов и самок северных оленей.

Исследования проводили в июле и октябре 1999 года в производственном сельскохозяйственном кооперативе "Оленевод" (г.Воркута). Эксперименты проводили на половозрелых самцах и самках северного оленя в возрасте от 2 до 7 лет. В июле экспериментальных животных ($n=126$) разделили на опытную и контрольную группы. Кровь брали из яремной вены. В опытной группе сразу после взятия первой пробы крови проводили обрезку пантов, а через сутки брали вторую пробу крови. В контрольной группе животных, как и в опытной, кровь брали два раза с интервалом в одни сутки. В октябре у животных из контрольной и опытной групп брали по одной пробе крови.

В сыворотке крови определяли концентрацию кортизола и прогестерона иммуноферментным методом с использованием коммерческих наборов (Алкор Био, СПб). В цельной крови, стабилизированной гепарином, определяли число эритроцитов и уровень гемоглобина с использованием камеры Горяева и гемометра Сали, а гематокрит - после центрифугирования крови в капиллярах при 5000 об/мин в течение 5 минут.

Обрезка пантов сказалась определенным образом на эндокринной функции надпочечников и кислородтранспортной

функции крови. Средняя концентрация кортизола в крови у северного оленя составила 94,4±9,7 нг/мл с пределами колебаний от 8 до 740 нг/мл, что примерно в 2 раза превышает содержание кортизола в покое (3), что указывает на состояние стресса у животных из контрольной и опытной групп во время экспериментов.

В летний период у самок контрольной группы в течение суток произошло достоверное снижение, а у самок опытной группы - повышение уровня кортизола, т.е. у самок после обрезки пантов развилась более сильная стресс-реакция. Через сутки после обрезки пантов в сыворотке крови у самцов северного оленя наблюдали повышение уровня прогестерона, а у самок после обрезки пантов уровень прогестерона снизился. В результате пантэктомии уровень прогестерона увеличивался и у самцов-производителей, и у быков-кастратов, поэтому фактор, выделяемый растущими рогами самцов, скорее всего влияет на биосинтез прогестерона в надпочечниках.

В осенний период уровень кортизола в крови у самцов опытной группы, по сравнению с контрольной, увеличился на 55%. У самок влияние обрезки пантов на уровень кортизола в крови в октябре не было выявлено. У самцов-производителей из опытной группы концентрация прогестерона в сыворотке крови была выше ($P<0,05$), чем у животных из контрольной группы. У быков-кастратов и у самок из контрольной и опытной групп уровень прогестерона достоверно не отличался.

В экстрактах пантов северных оленей обнаружен PGF-2α (2), который подавляет продукцию прогестерона в организме у самок северного оленя (4). По-видимому, похожий механизм регуляции биосинтеза прогестерона имеется и у самцов. Роль прогестерона в организме самцов изучена недостаточно. Прогестерон синтезируется в надпочечниках и семенниках, где он является промежуточным продуктом в биосинтезе кортизола и тестостерона, соответственно. Полученные нами результаты позволяют предположить, что прогестерон участвует в регуляции роста рогов у самцов северного оленя.

Что касается кислородсодержащей функции крови, то в летний период у самцов и самок из контрольной группы в течение суток показатели крови изменялись противоположным образом. У самцов увеличивался показатель гематокрита ($P<0,01$) при неизменном уровне гемоглобина, а у самок показатель гематокрита и уровень гемоглобина ($P<0,05$) снижались. У самцов из опытной группы через сутки после пантэктомии величина гематокрита снизилась на 15%, число эритроцитов – на 13%, а гемоглобин – на 7%, в то время как у самок через сутки после обрезки пантов исследуемые показатели увеличиись на 15, 28 и 24%, соответственно.

В осенний период, у пантэктомированных северных оленей, по сравнению с контрольными, наблюдалось снижение всех исследуемых показателей красной крови, причем у самок это снижение было более выраженным. Так, у самцов северного оленя гематокрит снизился на 22%, число эритроцитов – на 25% и уровень гемоглобина – на 21%, а у самок на 36, 55 и 28%, соответственно.

У северных оленей из контрольной группы показатели красной крови в октябре выше, чем в июле. Аналогичные изменения газотранспортной функции крови у оленей отражены в работе (5). Автор считает, что повышение концентрации эритроцитов в крови у северных оленей осенью связано с процессом нормальной подготовки животных к зимнему периоду. У пантэктомированных северных оленей, особенно у самок, показатель гематокрита и концентрация эритроцитов в октябре значительно ниже, чем и июле. Столь

значительное снижение показателей красной крови свидетельствует о нарушении регуляции эритропоэза у пантэктомированных оленей.

Прогрессирующие изменения в красной крови у северных оленей в течение четырех месяцев после срезки пантов скорее всего провоцируется гиперфункцией надпочечников. В состоянии гиперфункции надпочечники выделяют большое количество не только кортикостероидов, но и катехоламинов (6). Под действием последних ускоряется расщепление фосфолипидов мембран эритроцитов (7), изменяются антигенные свойства поверхности клеток, и как следствие, эритроциты скапливаются и подвергаются гемолизу в селезенке.

Опыт селекции сельскохозяйственных животных убедительно показал, что многие хозяйственно полезные признаки животных (мясная, молочная продуктивность, яйценоскость) генетически сцеплены с уровнем функциональнных резервов надпочечников (8). Селекционная работа в пантовых стадах северного оленя должна быть направлена на отбор животных с умеренной реактивностью надпочечников.

Таким образом, обнаружены значительные изменения эндокринной и кислородтранспортной функций у северного оленя после обрезки пантов. Через сутки после обрезки пантов у самцов повышается, а у самок понижается концентрация в крови прогестерона. Гематологические показатели у самцов понижаются, а у самок повышаются. Через четыре месяца после пантэктомии у самцов отмечено повышенное содержание кортизола и прогестерона. Снижение гематологических показателей в октябре более выражено у самок. В целях профилактики негативного влияния обрезки пантов, на наш взгляд, в пантовых стадах следует проводить селекционную работу, направленную на отбор животных с умеренной реактивностью надпочечников.

Авторы выражают благодарность Г.П.Пасынкову (директору ПСК “Оленевод”, г.Воркута) за помощь в организации экспериментов. Работа частично финансировалась из бюджета Республики Коми и Региональной научно-технической программой “Урал” (г.Екатеринбург).

ЛИТЕРАТУРА

1. Шмальгаузен И.И., 1964. Регуляция формообразования в индивидуальном развитии. М.: Изд-во АН СССР, 1-132
2. Иванкина Н.Ф., 1990. Липиды пантов пятнистого оленя. Автореф. дисс. канд. хим. наук. Владивосток, 1-24
3. Bubenik G. A., Schams D., White R. G. et al., 1998. Seasonal level of metabolic hormones and substrates in male and female reindeer (Rangifer tarandus). Comp. Biochem. Physiol., 120, 307-315
4. Ropstad E., Kindahl H., Nilsen T.A.B. et al., 1996. The effect of cloprostenol in non-pregnant and pregnant Norwegian semi-domestic reindeer (*Rangifer tarandus tarandus L*). Anim. Reprod. Sci., 43, 205-219
5. Городецкий В. К., 1962. Эколого-физиологические особенности крови северного оленя. В кн.: Тр. Ин-та морфологии животных. М., 41, 47-52
6. Науменко Е. В., Вигаш М., Поленов А. Л. и др., 1990. Онтогенетические и генетико-эволюционные аспекты нейроэндокринной регуляции стресса. Новосибирск, 6-17
7. Зильбер А. П., 1989. Дыхательная недостаточность. М., 512.
8. Дмитриев В. Б., 1998. Гормональный фактор в микроэволюционном

процессе и селекции животных. С.-х. биол., 2, 18-30

ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕТАБОЛИЗМА АЦЕТАТА И ХОЛИНА В ОРГАНИЗМЕ ЖВАЧНЫХ И ПТИЦ

А.А. Алиев
ВНИИ физиологии, биохимии и питания сельскохозяйственных животных

Возникающий метаболический дефицит по ацетату на рационах с большим содержанием тонкоизмельченных компонентов, а также при выходе животных на пастбище с молодой травой, наряду с другими процессами обмена веществ, выражением которых является синдром снижения жирности молока, отражается и на обмене холина, что и побудило нас провести исследования по изучению взаимосвязи обмена ацетата и холина в организме животных. Конкретной задачей данной работы являлось выяснение общей биологической закономерности использования ацетата на синтез холина и фосфолипидов не только у жвачных, но и у птиц.

Проведено 9 серий опытов (4-10). В первой из них под опытом находились две группы баранчиков (по 3 гол. в каждой), выращенных на рационе из гранулированной кормосмеси. 1-я группа получала гранулы, 2-я – гранулы + ацетат натрия (по 30 г/гол./сут). В возрасте 11 мес животных убивали и отбирали для исследования образцы печени, почек, поджелудочной железы, 12-перстной кишки (ДПК) и тощей. Во второй серии использовали три группы ярок (по 3 гол. в каждой), выращенных до 1,5-летнего возраста на полусинтетическом рационе (ПС). В кормах контрольной группы содержалось 243 мг холина, а 2-й и 3-й – 25 мг, но 3-я группа получала еще ацетат натрия в той же дозе. От убитых животных брали образцы органов и рубцовое содержимое (РС). В последнем определяли фракционный состав: бактерии (БТ), инфузории (ИН) и грубый остаток корма (ГОК) (9). В третьей серии овцам наложили катетер на воротную вену, вывели под кожу сонную артерию, наложили канюлю рубца и шлюзированную канюлю между сычугом и книжкой. В I периоде животных содержали на сено-сенажно-концентратном рационе, во II – на ПС, в III – ПС+ацетат натрия по 30 г/гол/сут. В конце каждого периода брали пробы крови – артериальной и портальной. Среднесуточные пробы преджелудочного химуса также разделяли на 4 фракции. Холин определяли в сухом веществе (СВ) кормов и образцов крови, органов, фракций РС (12-15). В четвертой серии у 3-х коров утром до кормления через канюлю рубца отбирали по 1 л РС и немедленно инкубировали его в одном варианте с 1-^{14}С, в другом – 2-^{14}С уксусной кислотой в дозе 75 мкюри на 1 л РС в термостате при температуре 38^{o}С в течение 5 час. После инкубации РС разделяли также на 4 фракции. В пятой серии опытов in vitro инкубировали образцы печени, почек, поджелудочной железы, ДПК, слизистой оболочки рубца и длиннейшей мышцы спины в присутствии уксусной- 1-^{14}С и 2-^{14}С кислот в дозе 7,5 мкюри на 100 мл инкубационной среды. После инкубации в СВ вышеуказанных образцов определяли общие липиды (15) и их классы (14), а затем фосфолипиды (ФЛ) разделяли на подклассы (10). Холин определяли препаративно (12) и по (15).

В четвертой серии опытов у 3-х телок брали по 1 л РС и инкубировали в одном варианте с $^{14}C^{3}H_3COOH$, а в другом – с ^{14}C $^{3}H_3COONa$ в дозе 2775 КБк на 1 л РС. Остальные исследования провели так же, как и в предыдущей серии. Измерение радиоактивности проводили на приборе КВ-1215 Rach Beta с телетайпом Т-43 и выражали в биккерелях (Бк, КБк, МБк). В седьмой серии опытов

инкубацию тканей in vitro принципиально выполняли так же, как и в пятой серии. Различие заключалось в том, что в среду вводили ацетат и ацетат натрия с метками по тритию и углероду (метил).

Восьмую серию экспериментов построили на двух группах овцематок, находящихся во второй половине беременности. Животных в течение 30 дней выдерживали на рационах: 1-ю группу на сено - концентратном , 2-ю - из тех же кормов, но в гранулированном виде. Овцематкам в одну из яремных вен вводили $2\text{-}^{14}C^{3}H_3COOH$ в дозе 2 МБк/кг живой массы, а из другой брали образцы крови в динамике через 1, 5, 10, 20 и 30 мин. Затем убивали и отбирали образцы органов и тканей овцематок и плодов. Дальнейшие исследования проводили так же, как и в предыдущей серии опытов.

В девятой серии стояла задача выяснить возможности использования ацетата на синтез холина в организме птиц, которую выполняли на двух группах кур породы леггорн по 10 голов в каждой, содержавшихся на обычных рационах. Дважды с интервалом в 48 час им вводили в зоб $1\text{-}^{14}C$ (1-я группа) и $2\text{-}^{14}C$ ацетата (2-я группа) по 0,75 мкюри/кг массы тела. Через 48 час после вторичного введения изотопа собирали отложенные яйца и проводили убой. В яйцах, печени, грудных мышцах, фолликулах, яйцеводе, слизистой секреторного желудка и тонкого кишечника определяли СВ, липиды, ФЛ, фосфотидилхолин (ФХ), сфингомиелин (СМ) по вышеуказанным методам. Оперативная подготовка животных к экспериментам выполнена по методам, разработанным нами (2).

Установили, что включение в рацион ярок ацетата вызвало увеличение концентрации холина в печени в 2 с лишним раза ($P<0,02$), а в стенке ДПК в 1,5 раза ($P<0,02$). У ярок 1-й группы, получавших с рационом 243 мг холина, отмечалась высокая концентрация его во всех фракциях РС. В БТ она составила 204,6 мг%, в ИН – 89,7, в БЖ – 799,3, в ГОК – 126 мг% от абсолютного СВ. У ярок 2-й группы, получавших 25 мг холина, концентрация его была ниже в БТ на 19%, в ИН – на 21,01%. Количество БТ практически не изменялось (3,9 и 4,1 г/л), а ИН увеличилось с 13,3 г/л в 1-й до 16,9 г/л во 2-й группе. У овец 3-й группы с введением ацетата натрия в рацион уровень холина в ИН по сравнению со 2-й группой увеличился в 2,5 раза (с 89,7 до 168,0 мг%, $P<0,01$). Оказалось, что ФЛ в рубце главным образом синтезируются инфузориями, и что основная часть ^{14}C-ацетата концентрируется в составе ФЛ. ИН, по-видимому, интенсивно поглощают холин из бесклеточной жидкости (БЖ), используя его на синтез ФХ. В БЖ содержимого преджелудков овец всех групп уровень холина, по сравнению с остальными фракциями, был высоким (от 762 до 799 мг%) и довольно стабильным. Высокий уровень холина в РС ярок, получавших незначительное его количество с рационом, по-видимому, можно отнести за счет эндогенного синтеза и рециркуляции, когда организм стремится поддержать гомеостаз холина в РС, что, по-видимому, важно для микрофлоры. Низкое содержание холина в рационе отразилось также и на уровне его в органах и тканях. Особенно остро реагировали на дефицит холина в рационе метаболически активные органы. У овец 2-й группы по сравнению с 1-й, концентрация холина в печени, почках и поджелудочной железе снизилась в 1,5-2 раза, в мышечной ткани – на 25,6%. Отмечена тенденция к повышению холина в стенке кишечника. Добавление к кормосмеси ацетата натрия увеличило уровень холина в печени, по сравнению с контрольной группой, на 36%, а со 2-й – на 66,9%; в почках соответственно на 40,4% и в 3 раза, в поджелудочной железе на 18,8 и 18,1%. В стенке тощей кишки и ДПК у ярок 2-й группы уровень холина несколько повысился, что, вероятно, является результатом усиления эндогенного

синтеза при недостатке его в рационе. У овец 1-й группы из преджелудков в сычуг переходило меньшее количество холина, чем они принимали в рационе, а в связи с переводом их на полусинтетический рацион (ПС), суточное содержание его в преджелудочном химусе снизилось в 3,5 раза. При этом количество бактерий в нем снизилось на 61,0%, а холина в бактериях – на 31%.Суточное количество холина, поступающего в сычуг в составе бактерий, снизилось на 90%, а в инфузориях, наоборот, увеличилось на 33,8%, хотя и уровень холина был ниже контрольного на 17,3%. В БЖ концентрация холина снизилась на 43,3%, а суточное количество его уменьшилось в 3 раза, с ГОК перешло всего 2,2 мг холина, против 158,9 мг в контроле

Включение ацетата натрия в ПС оказало положительное влияние на рост микрофлоры и, соответственно, на синтез холина ею. Количество БТ массы по сравнению со 2-й группой увеличилось с 2,14 до 5,45 г/л химуса, ИН с 10,6 до 14,2 г/л. Концентрация холина в БТ увеличилась на 8,8%, а ИН – на 26,4; в БЖ – на 36,2% и приблизилась к контрольной группе. Из преджелудков в сычуг переходило в 2 раза больше, в т.ч. БТ – 2,5 раза, ИН – в 1,5 раза, в БЖ – более 2 раз, ГОК почти в 3 раза.

Концентрация холина в крови овец в зависимости от характера рационов резко колебалась: в артериальной крови в пределах 4,8±1,1 – 17,8±1,5, в портальной 4,4±1,2 – 14,4±1,8 мг%. На контрольном рационе уровень холина в портальной крови был сравнительно невысоким (в пределах 5,3±0,34 мг%) и в связи с кормлением не изменялся. В артериальной крови, наоборот, высокая концентрация холина через 3 часа после кормления снижалась почти в 3 раза (с 13,0±0,79 до 4,8±1,1 мг%), та же тенденция наблюдалась и во втором периоде опыта (с 8,5±0,84 до 4,7±1,0 мг%), когда отмечалась наиболее высокая концентрация холина в портальной крови с некоторым увеличением ее через 3 часа после кормления (с 11,1±0,05 до 14,1±1,8 мг%) (табл. 1).

Таблица 1. ***Концентрация холина в крови и преджелудочном химусе, мг/100 мл***

Группы	Время взятия проб	Химус	Кровь		А - В
			сонной артерии (А)	воротной вены (В)	
К	0	5,8	13,0	5,3	+7,7
	3	23,1	4,8	5,3	-0,5
ПС	0	1,3	8,5	11,1	-2,6
	3	4,1	4,7	14,1	-9,4
ПС+C_2	0	4,3	6,8	4,4	+2,4
	3	22,2	17,8	7,0	+10,8

Примечание: 0 – до кормления, 3 – через 3 ч после кормления

Этот уровень был в 2 раза выше по сравнению с первым и третьим периодами. А – В разница по ЖКТ, равная 9,4 показывает, что в этот период в портальную кровь холин поступал из ЖКТ и в достаточно больших количествах. При добавлении ацетата натрия в рацион А – В разница приобретала плюсовое значение: до кормления (+2,4) и через 3 часа после него (+10,8). Следовательно, он поступал из крови в ЖКТ.

При инкубации РС с $CH_3C^{14}OOH$ наибольшее включение 1-C^{14} ацетата обнаруживалось в БЖ (48,5%), а на ИН от общей радиоактивности приходилось всего 5,7%. В составе липидов процент 1-C^{14} ацетата составлял 31,8, в БЖ – 18,4, ИН – 2,34. В липидах БТ – 34,46%, ИН – 30,31% и БЖ – 26,64% от общего количества ФЛ приходилось на долю ФХ, и 3,0; 2,2 и 1,9% соответственно на долю СМ. Наибольшее включение 1-C^{14} найдено в холине ФХ БЖ, а затем в

БТ (P<0,02). В холине ИН радиоактивность была в 6-7 раз ниже (P<0,01), чем в БТ, хотя разница по содержанию ФХ в ФЛ, БТ и ИН была невелика. По сфингомиелину наблюдалась та же закономерность, но понятно, что в меньших величинах.

Инкубация тканей с $CH_3{}^{14}COOH$ показала неравномерное включение 1-C^{14} в органы и ткани. Более активно использовалась метка слизистой оболочкой рубца, почками, ДПК; в меньшей степени – печенью, поджелудочной железой. Основная доля радиоактивности приходилась на общие липиды поджелудочной железы (53,58%) и ДПК, а минимальное количество на липиды печени и почек (10,08 и 8,4%). Степень включения меченого углерода в холин ФХ органов тоже была не одинакова. По этому показателю органы располагались в следующем порядке: слизистая рубца, почки, поджелудочная железа, ДПК, тощая кишка, печень. Уровень активности последней был резко снижен (P<0,02). В холине СМ органов метка была невелика по сравнению с холином ФХ, но по активности включения органы можно было расположить в том же порядке, что и в холине ФХ.

При инкубации тканей с $^{14}CH_3COOH$ довольно высокая активность регистрировалась в поджелудочной железе, слизистой оболочке рубца, мышечной ткани, превышающая активность 1-^{14}C в 3; 1,5 и 2 раза соответственно. В холине ФХ поджелудочной железы активность 2-^{14}C превышала таковую 1-^{14}C в 1,5 раза. В холин слизистой рубца оба изотопа включались в равной степени. В ДПК активность по второму углероду по сравнению с первым снижалась в 1,5 раза и доходила до минимума в печени и почках**.** В холин СФ печени 2-^{14}C включалась в равных значениях с 1-^{14}C. Та и другая метки одинаково и максимально включались в холин СФ слизистой оболочки рубца. 2-^{14}C в 2 раза активнее I-^{14}C включались в холин СФ поджелудочной железы и значительно слабее в СМ почек. При исследовании интенсивности включения I-^{14}C и 2-^{14}C ацетата в холин, определяемой по (13) и препаративным методом (10) не обнаружили особых различий.

При инкубации РС $+{}^{14}C^{3}H_3COOH$ (рис. 1) наибольшее включение как по тритию, так и углероду приходилось на долю БТ и составляло 72,59% и 77,41%, на долю ИН - 15,07% и 13,04% от общей активности РС соответственно.

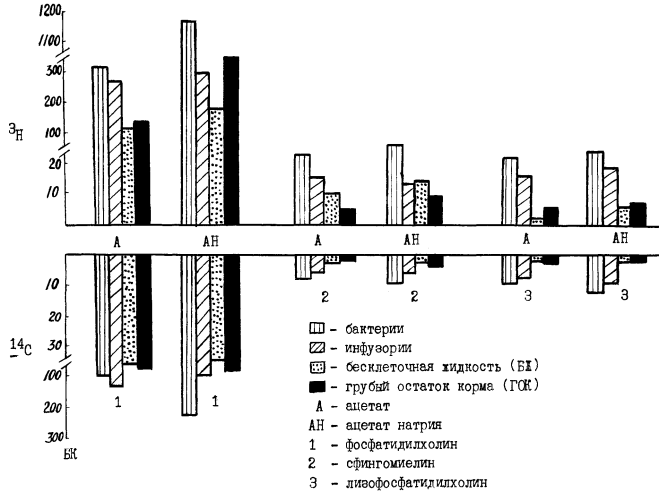


Рис. 1. Активность холина, выделенного из холинсодержащих классов фосфолипидов в 1 г сухого вещества разных фракций содержимого рубца овец

Наименьшее использование обеих меток отмечено во фракциях ГОК: по тритию 1,73%, а по углероду - 1,22% от общей активности липидов РС. Следует отметить изменение соотношения трития к углероду после включения изотопов во фракции РС. Если при введении в инкубационную среду ацетата, соотношение трития к углероду по активности составляло 7:1, то в БТ оно изменилось до 2,23:1, в ИН - 2,74:1, в БЖ - 3:1 и в ГОК - 3,37:1. Видимо, тритий использовался на образование газов рубца, в частности, метана, поскольку содержание трития снижалось при незначительном изменении количества углерода.

При использовании в инкубационной среде $^{14}C^{3}H_3COONa$ повышалось включение в БТ по тритию до 88,6, а по углероду до 90,6%. Сравнивая данные по инкубации РС + 2-$^{14}C^{3}H_3COONa$ и 2-$^{14}C^{3}H_3COOH$, отмечено в первом случае менее эффективное включение трития на 5,7%, а углерода - на 4,68% в ИН. Самой низкой по активности была фракция ГОК: по тритию 0,05%, а по углероду 0,82 % от общей активности липидов РС. При инкубации РС + 2-$^{14}C^{3}H_3COONa$ изменилось соотношение – тритий : углерод. Если при введении в инкубационную среду оно составило 5,14:1, то после инкубации в БТ изменилось до 3,74:1, в ИН - 4,65:1, в БЖ - 5,10:1 и в ГОК – до 2,26:1. При введении в инкубационную среду уксуснокислого натрия угнетается процесс метагенеза, что способствует меньшему использованию трития на образование газов. Следует отметить более высокое включение обеих меток при инкубации РС с уксуснокислым натрием во все фракции, за исключением ИН. Это положение совпадает с тем, что в рубце ацетат натрия используется более эффективно, чем уксусная кислота.

По активности фосфолипидов при инкубации РС с $^{14}C^{3}H_3COOH$ и $^{14}C^{3}H_3COONa$ наибольшее включение трития и углерода в первом варианте отмечалось в БТ- 72,8 и 76% от общей активности ФЛ РС соответственно. Отмеченные нами различия между фракциями РС в общих липидах повторялись в той же последовательности по отношению к ФЛ. Однако по сравнению с общими липидами включение меток в ФЛ значительно снижалось как по тритию, так и по углероду; оно составляло 30-43 % от активности общих липидов каждой из фракций РС. При инкубации РС с ацетатом, меченым по тритию и углероду (метил), наибольшее использование меток отмечалось в ФЭА БТ и составляло по тритию 39,84% и по углероду 40,96% от общей активности ФЭА РС и значительно уступали им ИН-22,86 % по тритию и 30,89 % по углероду. Высокую активность проявляла БЖ - 23,02% по тритию и 19,93% по углероду и менее всего изотопы включались в ФЭА ГОК – 8,28% и 8,22% соответственно. Отношение тритий:углерод почти во всех фракциях было примерно одинаковым, за исключением БЖ, где эта цифра была несколько выше 2,06:1.

Таблица 2. ***Активность липидов разных фракций содержимого рубца (Бк/г СВ)***

Фракции РС	РС + $^{14}C^{3}H_3COOH$		РС + $^{14}C^{3}H_3COONa$	
	^{3}H	2-^{14}C	^{3}H	2-^{14}C
	Общие липиды			
БТ	1861,46±12,43	835,06±8,43	8871,66±9,17	2374,73±4,36
ИН	386,55±10,43	140,73±9,27	670,18±12,14	122,69±19,40
БЖ	266,21±4,42	88,72±3,93	521,16±7,44	102,22±12,1
ГОК	54,51±7,16	13,19±6,17	50,07±4,98	21,22±8,11
	Фосфолипиды			
БТ	227,99±6,43	102,28±14,16	1086,56±24,1	290,84±16,0
ИН	47,20±12,1	17,19±3,94	69,63±9,13	14,98±8,30
БЖ	32,10±1,23	10,73±2,44	63,03±1,81	12,36±4,30

ГОК	5,38±0,31	1,59±0,26	6,05±0,92	2,59±0,82
		Фосфатидилэтаноламин		
БТ	1163,90±4,28	670,8±3,26	8281,0±3,46	2198,7±3,46
ИН	843,3±2,94	505,8±3,12	1519,2±7,43	590,4±2,92
БЖ	627,7±1,43	326,2±3,17	431,5±5,47	212,2±0,80
ГОК	241,9±1,38	134,7±2,18	593,6±3,43	197,2±3,0

При инкубации РС+$^{14}C^{3}H_3COONa$ картина резко менялась, а именно, неоспоримое преимущество оставалось за БТ – 76,50% по тритию и 70,75% по углероду; значительно ниже была активность по ИН – 14,03% и 18,99% соответственно и менее всего в БЖ – 3,99% и 3,92% соответственно. Отношение тритий:углерод оставалось значительно выше. Следует отметить более высокую активность включения меток в ФЭА всех фракций при инкубации РС с ацетатом натрия.

Во всех холинсодержащих классах фракций РС при инкубации РС + $^{14}C^{3}H_3COOH$ и $^{14}C^{3}H_3COONa$ наибольшая активность отмечалась в БТ, хотя использование изотопов по отношению к общим липидам и ФЛ снижалась. Использование меток ИН изменялось незначительно, чем БТ при инкубации РС + $^{14}C^{3}H_3COOH$ и в 1,4-4 раза выше при инкубации РС + $^{14}C^{3}H_3COONa$. Во все изучаемые фосфолипиды и во всех фракциях РС более эффективное включение изотопов наблюдалось при последнем сочетании инкубации, что указывает на роль натрия в активации процесса.

По активности холина, выделенного из ФЛ и их подклассов, можно констатировать, что при инкубации РС телок с $^{14}C^{3}H_3COOH$ наибольшее включение меток происходило в холине ФХ БТ, за ними следовал холин ФХ, ИН, БЖ и ГОК. При инкубации РС телок с $^{14}C^{3}H_3COONa$ резко возрастала активность холина, выделенного из ФХ БТ и в 1,5 раза падала в ФХ ИН, в то же время активность БЖ и ГОК почти не изменялась. Это свидетельствует о большой роли натрия для роста БТ и утилизации ими ацетата в процессе синтеза ФЭА и холина. В этих опытах с использованием нового изотопа с двойной меткой доказано явное использование как трития, так и углерода метильного радикала ацетата в синтезе холина, входящего в состав холинсодержащих фосфодипидов БТ и ИН. Наличие активного холина в БЖ и ГОК, вероятно, тоже связано с микроорганизмами. Последние, подвергаясь лизису, обогащают БЖ фосфолипидами, из которой адсорбируют частицы, выделяемые во фракции ГОК. Активность ГОК допустима, что связано также с адгезными бактериями, адсорбированными на частицах корма.

При инкубации тканей с $^{I4}C^{3}H_3$ COOH и $^{14}C^{3}H_3$ COONa (рис.2) обе метки активно включались в холин соответствующих ФЛ инкубированных тканей овец. Наиболее активными органами в синтезе холина, следовательно, в инкорпорации изотопов в холин ФЛ, оказались печень и поджелудочная железа. Такая же закономерность достоверна как по отношению холина ФЛ, так и по отношению холина, выделенного из СМ и ЛФХ. Достаточно активно использовали обе метки почки, мышцы, ДПК, также активно использовала их слизистая рубца.

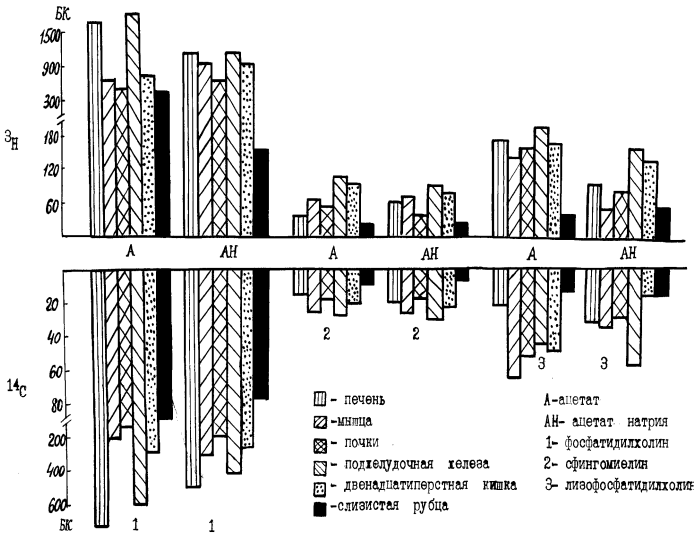


Рис. 2. Активность холина, выделенного из холинсодержащих классов фосфолипидов в 1 г сухого вещества тканей организма овец

В опытах на курах выяснилось, что оба углерода уксусной кислоты включаются в липиды органов и тканей кур. Так, степень включения 2- ^{14}C ацетата была значительно выше, чем степень включения 1-^{14}C, а именно: в общие липиды фолликул в 1,29 раза, в яйцевод - 4,89 раза, в печень - на 54,04%, в мышцы - в 3,32 раза, в слизистую секреторного желудка - в 2,85 раза, в слизистую кишечника – 1,29 раза.

Следовательно, предыдущий материал, полученный на жвачных животных, где было отмечено более активное включение 2-^{14}C уксусной кислоты в органы и ткани, подтверждается и в опытах на курах, что свидетельствует об общебиологическом характере данного явления. Что касается включения метки в холин СМ, картина, наблюдаемая нами в холине ФХ, повторялась, но процесс протекал на более низком уровне, что связано с незначительным содержанием холина в составе СМ. Степень включения обоих изотопов коррелирует (r=+92) с уровнем липидов, ФЛ и их подклассов, а также холина в том и другом органе или ткани.

Таким образом, жвачные, как правило, потребляют весьма малое количество холина и к тому же часть его в рубце разрушается с образованием метана, а синдрома недостаточности холина у них не наблюдается (11). Например, уровень холина в рационе овцы в 50 раз ниже того, который позволяет крысам избежать патологии и смертельного исхода (14,15). Объяснить причину устойчивости жвачных к недостатку холина пока что не могут. Догадки сводятся к тому, что: а) в тканях жвачных холин метаболизируется в более медленном темпе, чем у моногастричных; б) недостаток холина компенсируется метионином; в) синтез холина в печени из ^{14}C-этаноламина у овец во много раз ниже, чем у крыс. Однако эти догадки не выдерживают критики. По поводу метионина можно подчеркнуть, что вряд ли эта лимитирующая аминокислота может быть использована так интенсивно для компенсирования дефицита холина в организме жвачных животных. Кроме того, активность холиноксидазы в печени овец не ниже, чем у крыс (16). В обзоре (17) также отмечено, что «овца способна выживать при низком усвоении метильных компонентов». К недостатку холина не проявляют особой чувствительности и птицы с развитым зобом (9). Мы полагаем, что существует механизм, предупреждающий синдром недостаточности холина у животных с симбиотическим пищеварением и это подтверждается вышеизложенным экспериментальным

материалом, где четко доказано, что ацетат является предшественником в синтезе холина. В синтезе холина из ацетата может быть различный механизм:

а) путь через трикарбоновый цикл. Изолимонная кислота может расщепляться до янтарной и гликоксиловой кислот. Последняя, аминируясь, может образовывать глицин, который превращается в серин, который декарбоксилируется в этаноламин. Другими словами, ацетат участвует в синтезе этаноламина, который затем, метилируясь, дает холин. Источником гликоксиловой кислоты может служить и еще один интермедиант трикарбонового цикла - яблочная кислота; б) через предполагаемый нами адаптивный механизм, который позволят использовать метильный радикал ацетата в метилировании этаноламина и в превращении его в холин; в) циклический вариант, последовательно объединяющий оба выше представленные механизма. Включение изотопов ацетата в различных вариантах в холин фосфолипидов микрофлоры организма взрослых жвачных, плода и кур свидетельствует о том, что это явление общебиологическое.

Следовательно, отсутствие синдрома недостаточности холина у жвачных животных и у кур с развитым зобом связано с образованием у них в пищеварительном тракте ацетата в обильном количестве и использованием его в синтезе холина как микрофлорой и фауной рубца, так и органами и тканями организма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алиев А.А.,1987. Обмен липидов. В кн. Профилактика нарушения обмена веществ у жвачных животных (пер. со словацкого под ред. А.А. Алиева), М.: Агропромиздат
2. Алиев А. А. 1997. Обмен веществ у жвачных животных. М.: Инженер.
3. Алиев А.А. 1998. Экспериментальная хирургия. М.: Инженер.
4. Алиев А.А., Блинов В.И., 1981. Включение 1- 14С и 2-^{14}С уксусной кислоты в холин органов и тканей кур. Материалы конф. Биологические аспекты изучения и рациональное использование животного и растительного мира, Рига, 214-216
5. Алиев А.А., Буркова Л.М., 1976. Влияние гранулированных кормов в сочетании с уксуснокислым натрием на азотистый обмен лактирующих коров. Животноводство, 3, 45-48.
6. Алиев А.А., Буркова Л.М.,1978. Обмен холина в организме овец. Труды ВНИИФБиП, т.XX.
7. Алиев А.А., Буркова Л.М., Блинов В.И., 1980. Ацетат как источник холина в организме животных. С.-х.биология, т.XУ, 5, 731-735
8. Алиев А.А., Галимова К.М., Активность дегидрогеназ печени ягнят при выращивании на гранулированных кормах с включением ацетата натрия и стеариновой кислоты. Бюлл.ВНИИФБиП, 4(47), 3-5.
9. Алиев А.А., Кафаров М.Ш., 1970. Метод фракционирования содержимого преджелудков на составные части. Бюлл. ВНИИФБиП, 5 (19), 69-73.
10. Алиев А.А., Мартюшов В.М., Галимова К.М., 1977. Жирнокислотный состав липидов содержимого рубца ягнят, выращенных на гранулированных кормах и с добавлением ацетата натрия. Бюлл.ВНИИФБиП, в.1 (44), 16-20.
11. Вальдман А.Р., 1977. Витамины в животноводстве. Рига
12. Нагдалиев Ф.А., 1982. Препаративный метод выделения холина и фосфолипидов. Бюлл.ВНИИФБиП, I (65), 61.

13. Тараканов Б. В., 1977. Микрофлора и метаболические процессы в преджелудках овец при содержании на полусинтетических рационах с добавлением метионина и холинхлорида. Тр. ВНИИФБиП, т.XVIII, 142-148.
14. Шаршунова М., Шварц В., Михалей Ч., 1980. Тонкослойная хроматография в фармации и клинической биохимии, 543 с.
15. Циеленс Э.А.,1972. Определение холина в биологическом материале. Биохимия и физиология питания животных. Рига, 175-180.

ОБРАЗОВАНИЕ, ВСАСЫВАНИЕ И ПУТИ ТРАНСПОРТА ЛЖК У ОВЕЦ

Н.С. Шевелев, А.Г. Грушкин, Е.П.Полякова, Е.Г. Черемуха
Московская сельхозакадемия им. К.А. Тимирязева

Механизм всасывания продуктов метаболизма в рубце жвачных животных является сложным физиологическим процессом, тесно взаимосвязанным с морфоструктурными изменениями в слизистой оболочке рубца. В преджелудках могут всасываться многие питательные вещества, среди которых особо важное значение имеют летучие жирные кислоты (ЛЖК). Как известно, поступившие с кормом в рубец жвачных углеводы подвергаются бактериальной ферментации с образованием ЛЖК, которые, всасываясь в кровь, удовлетворяют от 40 до 70% потребности животных в качестве источника энергии (1).

К настоящему времени имеются отдельные работы, посвященные изучению ультраструктуры слизистой оболочки рубца и ее изменению в зависимости от уровня рубцового пищеварения. Вместе с тем, эти исследования не дают полного представления о морфофизиологических изменениях, происходящих в слизистой оболочке при транспорте рубцовых метаболитов в кровь в процессе всасывания, так как они в значительной мере влияют на развитие слизистой оболочки рубца (2). Дальнейшее изучение взаимосвязи физиологических процессов с морфологическими изменениями тканевых структур слизистой оболочки преджелудков жвачных животных необходимо для понимания механизмов всасывания продуктов рубцового метаболизма.

В связи с вышеизложенным, настоящая работа была посвящена изучению образования и всасывания питательных веществ, влиянию этого процесса на морфоструктуру слизистой оболочки рубца с целью выявления путей транспорта и механизма всасывания на примере летучих жирных кислот.

Для выполнения поставленных задач были проведены опыты на 4 валухах 1,5-летнего возраста породы ромни-марш, живой массой 50 кг, подобранных по принципу аналогов. Животных содержали в условиях вивария кафедры физиологии и биохимии с.-х. животных МСХА. Получали они сено-концентратно-корнеплодный рацион, сбалансированный по общей питательности, сахаро-протеиновому отношению и минеральным веществам, согласно детализированным нормам кормления. Кормили животных три раза в день через равные промежутки времени, поили без ограничений. Подопытным животным предварительно были наложены лодочки на сонную артерию, катетеры на рубцовую вену, а также рубцовые фистулы. Контроль за физиологическим состоянием животных осуществляли постоянно. Пробы рубцового содержимого, образцов слизистой, крови и слюны (губкой из ротовой полости) брали до кормления и через 1, 3, 5 и 7 часов после приема животными корма. Биохимические показатели

рубцовой жидкости (РЖ), крови и слюны определяли общепринятыми методами (3). Образцы слизистой оболочки рубца для ультраскопических исследований получали через фистулу, методом биопсии. Полученные электронограммы морфометрировали контактным способом с целью наблюдения развития тканевых структур в динамике всасывания.

Проведенные исследования показали, что концентрация ЛЖК в рубцовой жидкости и крови после кормления превышала таковую до кормления в среднем в 1,5 раза. При этом их максимальное количество приходилось на 3-4 -часовой период, в пик рубцового пищеварения. Причем увеличение содержания летучих жирных кислот в РЖ и крови шло почти параллельно, и наиболее высокой концентрации жирных кислот в рубцовой жидкости соответствовала их высокая концентрация в крови, что свидетельствует об их интенсивном транспорте через слизистую оболочку рубца (рис.1).

Полученные данные убедительно доказывают, что биохимическому пику рубцового пищеварения соответствует наиболее активная функциональная стадия тканевых структур, ответственных за транспорт питательных веществ из просвета рубца в кровь.

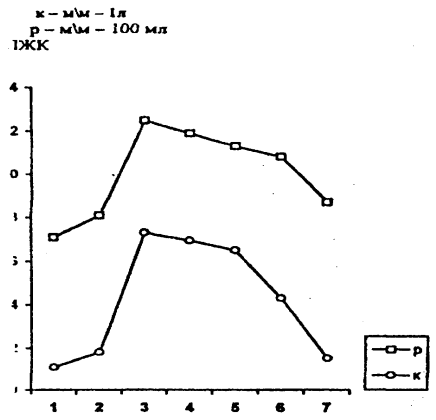


Рис. 1. Динамика содержания ЛЖК в рубце и крови в разные часы после кормления

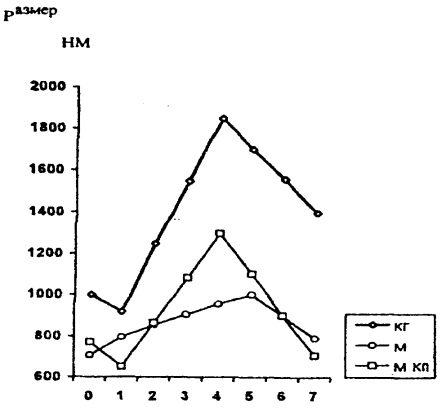


Рис.2.Изменение размера митохондрий, комплекса Гольджи и межклеточного пространства в разные часы после кормления

Из всех образовавшихся метаболитов ЛЖК считаются наиболее ответственными за морфологические изменения, происходящие в слизистой рубца (4). Повышение их концентрации вызывает увеличение числа и размеров митохондрий, являющихся показателем энергетической активности руменоцитов. Летучие жирные кислоты также влияют и на размеры межклеточных пространств, так как одним из условий, обеспечивающих высокую проницаемость эпителиального пласта, является увеличение размеров межклеточных щелей и водорастворимость низкомолекулярных жирных кислот. Наши исследования свидетельствуют о том, что в слизистой оболочке в зависимости от периода кормления меняются размеры межклеточных пространств (рис.2).

До кормления они сужены, а в пик рубцового пищеварения, когда процессы абсорбции достигают своего максимума, их размеры

увеличиваются более чем в 1,5 раза. Исходя из вышеизложенного, можно сделать предположение, что транспорт рубцовых метаболитов может осуществляться тремя путями: интерцеллюлярным (парацеллюлярным) – по межклеточным пространствам, эндоцеллюлярным – от клетки к клетке по цитоплазматическим мостикам и смешанным путем (рис.3).

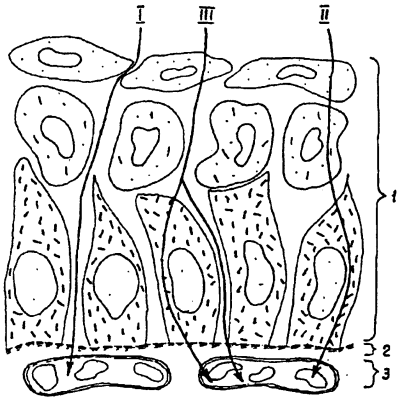


Рис.3. Схема путей (I, II, III) транспорта ЛЖК слизистой рубца. 1- зона метаболизма ЛЖК; 2- базальная мембрана; 3- капилляры.

Особый интерес представляет исследование низкомолекулярных жирных кислот в других биологических средах по отношению к крови и использование их в организме жвачных. Проведенные нами исследования в этой области показали, что концентрация ЛЖК в слюне овец после кормления повышалась в 1,7 раза в сравнении с состоянием натощак. Максимальное количество короткоцепочечных кислот во всех исследуемых средах (РЖ, кровь и слюна) обнаружено в пик рубцового пищеварения, то есть через 3-5 часов после приема корма. Увеличение содержания ЛЖК в слюне происходило параллельно повышению их концентрации в РЖ и крови сонной артерии. Вместе с тем, концентрация летучих жирных кислот в слюне превышала их уровень в крови в 1,5 раза (табл. 1), из чего можно сделать заключение о кумулировании ЛЖК слюнными железами, без существенных изменений в соотношении отдельных кислот брожения. Это обстоятельство указывает на более сложный механизм поступления их в слюну, чем простая диффузия.

*Таблица 1.**Концентрация ЛЖК в рубцовой жидкости (РЖ), крови сонной артерии (СА), слюне овец до и после кормления***

Время взятия пробы	РЖ ммоль/100 мл	СА ммоль/л	Слюна ммоль/л
До кормления	5,35±0,49	0,81±0,08	1,19±0,1
Через 1 час	6,68±0,23	1,10±0,23	1,69±0,08
Через 3 часа	7,85±0,10	1,35±0,27	2,18±0,35
Через 5 часов	6,94±0,20	1,33±0,16	1,81±0,15
Через 7 часов	6,25±0,59	0,88±0,14	1,50±0,07

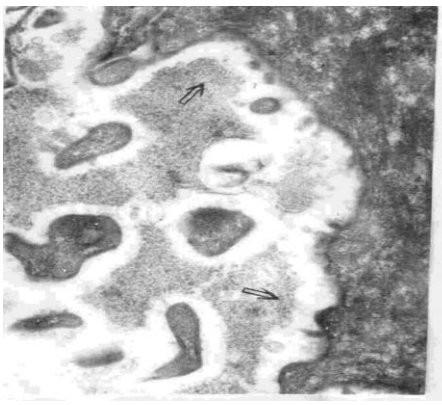
Если принять во внимание, что у взрослых валухов выделяется слюны до 15л/сут, то этим путем в рубец овцы может поступить более 30 ммоль ЛЖК в сутки, это не намного уступает их количеству, поступающему путем транссудации рубцовой стенкой (5). В целом складывается довольно сложная картина изменяющегося во времени состава слюны, адаптированного к составу крови в процессе пищеварения и всасывания питательных веществ стенкой рубца. Поэтому, можно предположить, что у жвачных животных летучие

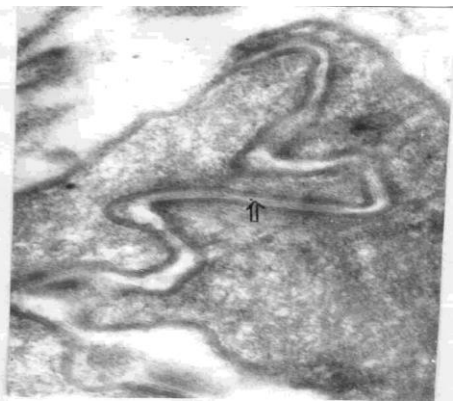
жирные кислоты осуществляют, подобно азотистым веществам, кругооборот в системе рубец – кровь- слюна- рубец.

По химической характеристике летучие жирные кислоты относятся к кислотам средней силы и, следовательно, при физиологических значениях pH в значительной степени диссоциированы. Таким образом, они представлены как своей молекулярной формой, так и соответствующим анионом. Короткоцепочечные жирные кислоты образуют соли с основаниями Бернстеда, обычно это соли натрия, калия и кальция, которые без ограничений растворимы в воде и образуют довольно прочные водородные связи как с молекулами воды, так и между собой. Однако, будучи амфолитами, низкомолекулярные жирные кислоты способны растворяться не только в воде, но и в значительно менее полярных средах. Благодаря этому обстоятельству они могут легко проникать через липидные мембраны и межклеточные пространства вместе с током воды. В литературе гипотетически описан возможный путь транспорта питательных веществ по межклеточным пространствам в ороговевающем многослойном эпителии преджелудков жвачных животных, где оговорено, что для всасывания мономеров-моносахаридов, жирных кислот, аминокислот и других рубцовых метаболитов необходимо два основных условия: их водо - и липорастворимость и наличие относительно широких межклеточных пространств (2, 6, 7).

В вышеизложенном материале была показана прямая зависимость увеличения ширины межклеточных пространств от концентрации ЛЖК в рубцовом содержимом и крови (3, 6, 8). Исходя из этих данных можно было сделать вывод о транспорте рубцовых метаболитов через гемоэпителиальный барьер по межклеточным пространствам во внутреннюю среду организма. Но прямого морфологического доказательства не было и теперь оно появилось.

Общепринятой гистологической фиксацией, описанной в ряде источников (9), контрастируется целый комплекс органических веществ – белки, нуклеиновые кислоты, липиды и др. Этот контрастирующийся комплекс тонкодисперсного электронно-плотного материала выявлен и на наших снимках в большом количестве просвета рубца, особенно в его пристеночной зоне (рис.4). Аналогичное по своему строению вещество обнаруживается и в межклеточном пространстве защитного слоя ороговевающих клеток





(рис.5).

Рис. 4. *Рис. 5.*

Такому проникновению вглубь эпителия не препятствуют структуры межклеточных соединений слизистой оболочки рубца жвачных животных, поскольку они не имеют таких плотных контактов, в отличие от однослойного эпителия кишечного типа, и представлены только десмосомами (рис.6). Вследствие этого межклеточные контакты проницаемы как для воды, так и для гидрофильных молекул летучих жирных кислот. Поэтому в межклеточных щелях и обнаруживается тонкодисперсное вещество. Этот же контрастируемый электронно-плотный материал просматривается и в межклеточных пространствах более глубоколежащих структур слизистой оболочки производящего слоя (рис.7).

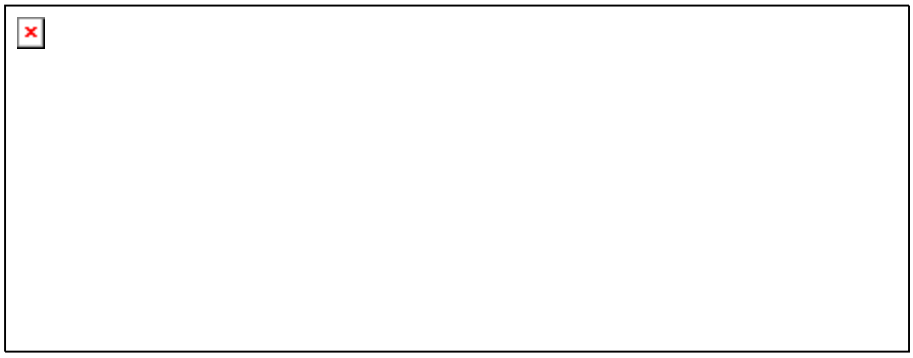


Рис. 6. *Рис. 7.*

Исходя из того, что основным продуктом жизнедеятельности микроорганизмов рубца являются летучие жирные кислоты, можно сделать предположение, что обнаруженное мелкодисперсное вещество, по-видимому, состоит из осьмиофильных молекул короткоцепочечных жирных кислот в комплексе с хвостовой частью молекул белка (9). Всем хорошо известно о доминирующем содержании (в процентном отношении) ЛЖК над остальными рубцовыми метаболитами.

Таким образом, высказанное ранее предположение о проницаемости питательных веществ по межклеточным пространствам (интерцеллюлярный транспорт), морфологически подтверждено (6). Проницаемость слизистой оболочки рубца является важным показателем ее функциональной активности и меняется в зависимости от уровня процессов рубцового метаболизма. Причем, изменение проницаемости касается не только мембран эпителиоцитов, осуществляющих активную транспортную функцию, но и межклеточных пространств, по которым также происходит всасывание питательных веществ из полости рубца в кровь (4). Для изучения проницаемости слизистой оболочки рубца в качестве диффузной метки использовали трейсер коллоидный лантан, размер частиц которого составляет около 2 нм. (10). В основе этого метода лежит высокая электронная плотность лантана.

При гистологической обработке стенки преджелудков частицы лантана видны на апикальной поверхности руменоцитов, на границе просвета рубца и рогового слоя (рис.8). Это объясняется способностью лантана фиксироваться на плазматической мембране и проникать внутрь клеток только через поврежденную цитолемму. Поэтому в защитном слое слизистой оболочки рубца овец встречаются клетки, в которых частицы лантана накапливаются по периферии (рис.10).

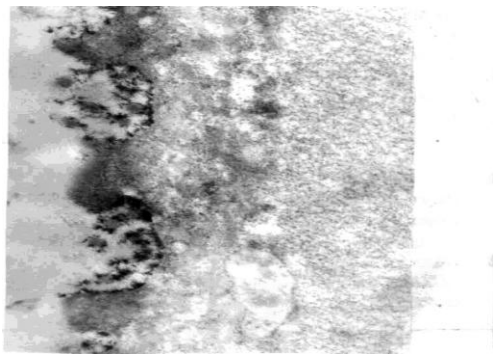


Рис. 8.

Рис. 10.

Проникновение лантана в цитоплазму эпителиоцитов свидетельствует о нарушении проницаемости плазматической мембраны, а причиной этого нарушения может служить усиленное образование кератогиалиновых гранул, деструкция митохондрий и ядерного аппарата и, наконец, гибель клеток рогового слоя, то есть на той стадии, когда они заканчивают свой жизненный цикл и десквамируются в просвет рубца (2, 6). Скопления частиц лантана обнаружены в расширенных пространствах защитного и производящего слоев, а также в периферической зоне цитоплазмы клеток защитного слоя. Коллоидные частицы свободно проникают по межклеточным пространствам, вплоть до собственной пластинки слизистой оболочки рубца, то есть до просвета кровеносных капилляров (рис. 9-11).

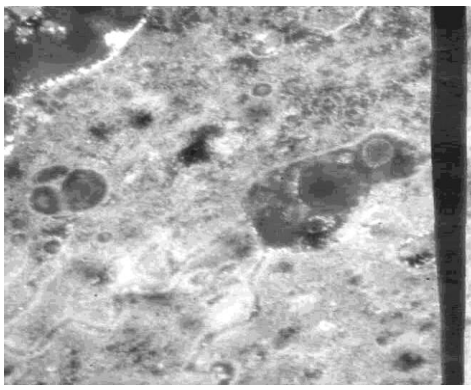


Рис. 9.

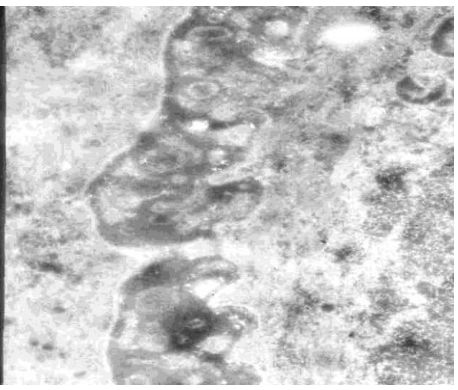


Рис. 11.

Диффузное проникновение лантана в структуры защитного и производящего слоев свидетельствует о том, что межклеточные пространства не являются препятствием для частиц, размер которых не превышает 2 нм. При этом происходит как бы «пропитывание» всех слоев слизистой оболочки рубца путем диффузии трейсера. Следовательно, полученные нами результаты позволяют предположить наличие межклеточного транспортного пути по градиенту концентрации не только частиц лантана, но и продуктов рубцового метаболизма с размером молекул, не превышающих размеры межклеточных пространств.

Для окончательного подтверждения нашей теории о транспорте ЛЖК по межклеточным пространствам необходимо было провести электронно-гистохимическое исследование. Для ультраскопической визуализации летучих жирных кислот была применена реакция с образованием гидроксамовых кислот в модификации метода Адамса (9)

для выявления эстерифицированных жирных кислот. В ней положительную реакцию дают лишь гидрофильные фосфолипиды и триглицериды, образованные жирными кислотами с короткой цепью (C_2-C_6), то есть ЛЖК (рис.12,13). Общая ультраскопическая схема реакции может быть представлена следующим образом: экзогенный субстрат – исследуемое вещество – нерастворимый продукт реакции – захватывающий агент – электронно-плотный материал.

Рис. 12.

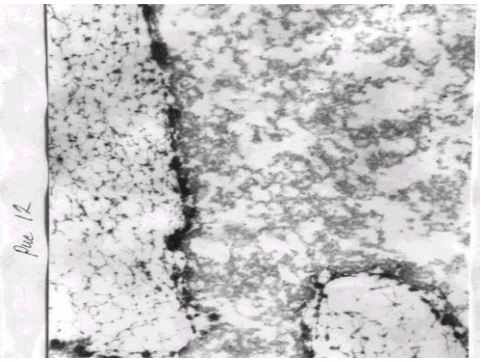


Рис. 13.

Вышеизложенные данные позволяют сделать вывод о том, что ЛЖК всасываются из просвета рубца в кровь и лимфу через слизистую оболочку парацеллюлярным путем, о чем свидетельствуют увеличение ширины межклеточных пространств и визуализация ЛЖК методом электрогистохимии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Курилов Н.В., Кроткова А.П. Физиология и биохимия пищеварения жвачных. М.: Колос, 1981.
2. Грушкин А.Г., Шемораков А.В. Изменения морфоструктуры слизистой рубца овец под влиянием транспорта летучих жирных кислот. Сельхоз. Биология, 1998. 2, 96-99.
3. Курилов Н.В. и др. Изучение пищеварения у жвачных. Методические указания. Боровск, 1987.
4. Шевелев Н.С., Грушкин А.Г. К вопросу о механизме всасывания питательных веществ в рубце жвачных животных. Доклады ТСХА, М.:МСХА, 2000, 248-251.
5. Алиев А.А. Обмен веществ у жвачных животных М.НИУ «Инженер» 1997, 171-172.
6. Грушкин А.Г., Шемораков А.В. Процессы образования и всасывания ЛЖК в рубце овец и их влияние не размеры эпителиального слоя. Известия ТСХА. 1998, 2, 185-193.
7. Материкин А.М. Изучение особенностей всасывания углеводов. Методы исследований питания сельскохозяйственных животных. Изд.ВНИИ ФБиП, Боровск. 1998, 163-166.
8. Шевелев Н.С., Грушкин А.Г. Морфоструктурные изменения слизистой рубца в динамике всасывания летучих жирных

кислот 17 Всеросс. конф. физиология и патология пищеварения. Геленджик, 1999.
9. Гайер Г. Электронная гистохимия. М.:Мир. 1974, 20-22.
10. Морозов И.А. и др. Электронномикроскопическое изучение проницаемости энтероцитов тонкой кишки для коллоидного лантана. Физиол. журн.СССР. 1982, 69, 9, 1261-1268.

НЕКОТОРЫЕ БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЫВОРТКИ КРОВИ ПРИ НЕДОСТАТОЧНОСТИ МЕДИ У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Л.Н. Комарова
Ставропольская государственная сельскохозяйственная академия

Известно, что биохимические исследования помогают распознать и изучить ранние патологические изменения, происходящие в организме животных, объективно оценить состояние обмена веществ. Профилактика нарушения обмена веществ у животных предусматривает использование различных микроэлементов, так как они относятся к веществам с высокой биологической активностью и не могут быть синтезированы в организме или быть заменены другими питательными веществами. Поэтому своевременное обеспечение организма недостающими микроэлементами способствует нормализации процессов обмена.

Целью данной работы была оценка влияния различных доз микроэлементов на физиологический статус животных. Для выполнения работы нами были использованы 20 телят черно-пестрой породы 6-8 месячного возраста. Были сформированы 4 группы животных: 1-я – получала медь сернокислую в профилактических дозах 274,5 мг в сутки на одну голову, 2-я – в лечебных 549 мг на одну голову, 3-я – смесь микроэлементов меди и кобальта в профилактических дозах 274,5 и 40 мг с в сутки на одну голову, 4-я группа служила контролем.

При проведении биохимических исследований у животных всех групп до опыта определяли количество меди, церулоплазмина, ЛПНП, холестерина. О перекисном окислении судили по ТБКАП. Для проведения исследований пользовались общепринятыми методиками.

Как показали результаты исследования (табл.1), у животных изначально имелся недостаток меди. После дачи микроэлемента в профилактических дозах количество ее увеличилось на 27%, во 2-й группе, получавшей медь в лечебных дозах, результаты возросли на 94,6%, а наивысшие показатели были у животных, получавших смесь микроэлементов – увеличение на 190% по сравнению с первоначальными результатами. У животных контрольной группы количество меди снизилось на 55,5%.

Дефицит меди отражается на липидном обмене. Он выражается повышением содержания холестерина (Allan, K1evay, 1980). До опыта холестерин у животных составлял 3,13 ммоль/л, а после дачи меди у телят 1-й группы снизился на 23,3%, во 2-й на 10,8%, у животных, получавших смесь микроэлементов, уменьшился на 7,5%, у телят контрольной группы остался без изменений.

Таблица 1. ***Динамика биохимических показателей крови телят после введения различных доз микроэлементов***

	Медь, мкмоль/л	Церулоплазмин, мг/100 мл	Холестерин, ммоль/л	ЛПНП, г/л	ТБКАП, ммоль/л
До опыта	15,85±1,22	3,55±0,12	3,13±0,38	2,69±0,19	4,72±0,79
Медь в профилактических дозах	**20,1±1,11*	3,7±0,25	2,41±0,34	**3,0±0,25	**4,2±1,1
Медь в гипердозах	**30,85±2,51*	**4,58±0,26*	2,8±0,61	**2,35±0,16	**2,51±0,3*
Смесь микроэлементов	**46,12±1,62*	3,96±0,4	2,9±0,26	**2,23±0,26	**3,99±0,6
Контрольная	9,0±0,08*	3,53±0,16	3,09±0,16	1,46±0,22*	10,61±2,1*

Примечание: $P^{*}<0,05$ по отношению к фоновым показателям; $p^{**}<0,05$ по отношению к контрольной группе

Повышение концентрации холестерина в крови при недостаточности меди объясняется ускорением его поступления из печени и задержкой в кровяном русле (Shao M.S., Lei K., 1980). Избыток холестерина «захватывают» ЛПНП и обратно транспортируют его в печень для окисления в желчные кислоты и выведения с желчью (А.Н. Климов, Н.Г. Никульчева, 1995). При недостаточности меди процесс этот нарушается (Law W.M., K1evay L.M., 1981). Уровень ЛПНП у животных до опыта составлял 2,69 г/л, после введения меди у животных 1-й группы количество их возросло на 11,52%, у телят, получавших гипердозы меди, содержание липопротеидов уменьшилось на 12,6%, у животных 3-й группы снизилось на 17,11%, в контрольной группе количество ЛПНП стало меньше на 48,7%.

Известно, что жиры при длительном хранении в условиях доступа кислорода и света подвергаются прогорканию, что связано с аутоокислением ненасыщенных жирных кислот. Нечто подобное происходит и в живом организме. Аутоокисление жиров (липидов), протекающее в органах и тканях, может быть инициировано любым веществом, способным «атаковать» и захватывать H^{+} метиленовой группы. Как сейчас установлено, свободнорадикальное окисление липидов (перекисное окисление) в организме играет ведущую роль в развитии ряда заболеваний (А.Н.Климов, Н.Г.Никульчева 1995).

Так, у животных до опыта количество малонового диальдигида было равно 4,72 ммоль/л, после опыта количество перекисных соединений у животных всех групп, кроме контрольной, уменьшилось, в 1-й группе на 11,2%, во 2-й группе на 46,2%, в 3-й – на 15,65%, а у животных контрольной группы увеличилось на 20%. Уменьшение количества перекисных соединений после дачи микроэлементов говорит о положительной тенденции.

Организм животных обладает мощной системой оксидантной защиты, одним из представителей которой является церулоплазмин - мультифункциональный белок, участвующий в гомеостазе меди и играющий роль реактанта острой фазы в воспалительных процессах, защищая липидные мембраны от перекисного окисления. Количество

церулоплазмина у животных, получавших медь в профилактических дозах, увеличилась на 4,7%, у получавших микроэлемент в лечебных дозах – на 29%, у получавших смесь микроэлементов возросло на 11,3%, у животных контрольной группы осталось на прежнем уровне.

Таким образом, по результатам биохимических исследований можно сделать вывод, что своевременное обеспечение организма недостающими микроэлементами, в частности медью, способствует нормализации процессов обмена веществ, повышению продуктивности животных, их сопротивляемости к болезням и неблагоприятным факторам внешней среды.

БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ СТАТУС КРОВИ ОТКОРМОЧНЫХ БЫЧКОВ ЧЕРНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ ПРИ СКАРМЛИВАНИИ ГИДРОЛИЗНОГО САХАРА

В.В. Михайлов
Мичуринский государственный аграрный университет

Важным условием повышения эффективности использования питательных веществ кормов крупным рогатым скотом, наряду с другими факторами, является обеспечение уровня углеводов и их отношение к протеину в рационе (сахаро-протеиновое отношение). В настоящее время в ряде хозяйств при кормлении жвачных животных, особенно высокопродуктивных, наблюдается дефицит легкопереваримых углеводов, который наиболее остро проявляется в стойловый период, когда в рационах используется значительное количество силоса и недостаточно скармливается сена, сенажа и корнеплодов. Недостаточное поступление сахаров с кормом, когда сахаро-протеиновое отношение понижается до 0,4-0,6 и при этом снижается интенсивность развития и жизнедеятельности микрофлоры в рубце, отрицательно влияет на использование азота, переваримость клетчатки, усвояемость каротина и как следствие – недополучение значительного количества продукции.

Наиболее распространенными источниками восполнения легкопереваримых углеводов в рационах являются свекла и патока. Кроме них дополнительным источникам сахара в рационах крупного рогатого скота может быть использован кормовой гидролизный сахар, производимый из отходов древесины. В кормовом гидролизном сахаре содержится около 30% сухого вещества и 24% сахаров. Кормовой гидролизный сахар охотно поедается крупным рогатым скотом.

Однако до настоящего времени проведено мало исследований по выяснению влияния различных количеств кормового гидролизного сахара в рационах откормочных бычков и дойных коров на поедаемость кормов, процессы пищеварения, переваримость и использование питательных веществ, биохимические показатели крови, уровень и качество продукции. Так, в опытах Гусевой (1979), Духина и др. (1979), Мухамедянова (1979), Мухамедянова, Безбородова (1979), Эрнста и др. (1982), Труфанова (1983), Теоленко (1983), Магомедова (1990) и др. было установлено, что введение в рацион жвачных животных таких источников энергии как гидролизный сахар, активизировало рост микроорганизмов, способствовало более интенсивному синтезу микробного белка в рубце. Кроме этого вышеперечисленные авторы констатировали, что кормовой гидролизный сахар, скармливаемый в разных количествах дополнительно к рациону, бедному сахарами, повышает на 7-13% среднесуточный привес и удой как в стойловый, так и в летний периоды, снижает расход кормов на 1 кг прироста и на 1 кг молока,

способствует увеличению использования азота корма на молоко и мясо, и не ухудшает физиологическое состояние животных, убойные показатели и качество мяса. Отмечено в этих исследованиях положительное влияние кормового гидролизного сахара на состав молока, биохимические показатели крови у коров и бычков. Однако в современной отечественной и иностранной зоотехнической литературе отсутствуют данные о влиянии кормового гидролизного сахара на биоэнергетику крови жвачных животных. В связи с этим, нами были поставлены следующие задачи: во-первых, изучить эффективность использования азота корма в организме бычков при включении в рационы гидролизного сахара; во-вторых, оценить его влияние непосредственно на биоэнергетическую систему крови, которая является одной из составляющих частей энергетического обмена целого организма. Изучение биоэнергетических процессов в крови позволяет судить об уровне интенсивности энергетического обмена всего организма бычков.

Опыт был проведен в комплексе с сотрудниками ВНИИ животноводства в условиях физиологического двора ВИЖа на трех бычках-кастратах черно-пестрой породы в возрасте 14 месяцев с живым весом 400 кг по методу периодов по следующей схеме:

Схема опыта

Периоды	Кол-во животных (голов)	Продолжительность периода (дней)	Характеристика кормления
Контрольный	3	30	ОР
Опытный	3	30	ОР+4 кг гидр.сахара

Основной рацион (ОР) состоял из 2 кг сена, 20 кг силоса, 3 кг комбикорма. Состав комбикорма представлен в таблице 1.

*Таблица 1.**Рецепт комбикорма***

Компоненты	%
Ячмень	47
Кукуруза	20
Отруби пшеничные	30
Кормовой фосфат	1
Соль	1
Премикс П-60-1	1

При скармливании комбикорма 25% его по сухому веществу заменялось сухим птичьим пометом (0,75 кг). По азоту замещение составляло 40% от количества азота в комбикорме.

Кровь у бычков брали из яремной вены в конце каждого периода 3 раза: за час до утреннего кормления (0) и через 2 и 4 часа после его начала. В цельной крови определяли по методам, модифицированным Тарановым и Михайловым (1978) концентрацию метаболитов АТФ, АДФ, АМФ, лактата и в сыворотке крови активность ферментов: общей лактатдегидрогеназы – ЛДГ (К.Ф.1.1.1.27), малатдегидрогеназы –МДГ (К.Ф.1.1.1.37) и фруктозобифосфат-альдолазы – ФБА (К.Ф.4.1.2.13).

Кроме вышеперечисленных показателей в цельной крови определяли концентрацию суммы летучих жирных кислот (ЛЖК) паровой дистилляцией в аппарате Маркгамма и энергетический заряд по формуле:

$$\frac{1}{2} \times \frac{[АДФ] + 2[АТФ]}{[АМФ] + [АДФ] + [АТФ]}$$ (А.Ленинджер, 1974)

После окончания эксперимента среднесуточные привесы составили у бычков, получавших контрольный рацион без гидролизного сахара – 847 г, а у животных, которым скармливали опытный рацион с гидролизным сахаром – 958 г. Разница между контрольной и опытной группами по этому показателю составила 13%. Включение гидролизного сахара в рацион откормочных бычков оказало положительное влияние на их рост и привело к повышению среднесуточных привесов живой массы.

Чтобы выяснить за счет каких обменных процессов произошло более быстрое увеличение живой массы у животных опытной группы при скармливании им гидролизного сахара, по сравнению с контрольной группой, мы определяли биоэнергетические показатели крови (табл.2). Как видно из таблицы 2, уровень летучих жирных кислот (ЛЖК) был в крови бычков опытной группы несколько выше по сравнению с контрольной группой животных, у которых рацион не содержал гидролизного сахара. Это объясняется тем, что повышение концентрации ЛЖК в крови бычков опытной группы произошло за счет интенсивного их образования в пищеварительном тракте жвачных животных и они в большем количестве поступали в кровь. Значит, введение в рацион бычков кормового гидролизного сахара существенно улучшило у них процессы микробиального переваривания углеводов, о чем свидетельствует заметное увеличение концентрации ЛЖК в их крови по сравнению с контрольными животными. Однако разница по этому показателю крови в среднем по трем срокам ее взятия между опытной и контрольной группами была статистически недостоверной ($P<0,5$).

Таблица 2. ***Биоэнергетические показатели крови бычков при скармливании гидролизного сахара***

Показатели	Время взятия крови, час	Рационы	
		контрольный	опытный
АТФ, мг%	0	33,30±2,95	30,00±2,10
	2	28,33±0,43	31,47±1,44
	4	29,90±1,15	27,43±1,80
	среднее	30,51±1,18	29,63±1,70
АДФ, мг%	0	4,08±0,65	2,80±0,81
	2	2,80±0,35	2,68±0,76
	4	2,22±0,31	2,33±0,23
	среднее	3,03±0,36	2,60±0,33
АМФ, мг%	0	3,47±0,50	3,45±0,42
	2	2,96±0,21	3,60±0,62
	4	3,46±0,31	3,10±0,38
	среднее	3,30±0,20	3,40±0,25
Энергетический	0	0,87±0,004	0,86±0,004
заряд	2	0,87±0,0001	0,87±0,004
	4	0,87±0,0001	0,87±0,007
	среднее	0,87±0,002	0,87±0,003
Лактат, мг%	0	5,27±1,36	7,33±1,73
	2	7,53±0,98	10,20±1,08
	4	7,37±0,89	9,57±1,17
	среднее	6,72±0,66	9,03±0,73
ЛЖК, ммоль/л	0	2,93±0,48	4,80±1,50
	2	5,53±1,27	6,33±1,95
	4	4,27±1,58	3,80±0,46
	среднее	4,24±0,71	4,98±0,81
Активность	0	7,20±1,20	8,40±2,08

фруктозобисфосфат-альдолазы (ФБА) Е/л	2	9,00±0,92	9,60±3,08
	4	7,20±1,51	6,60±1,04
	среднее	7,80±0,68	8,20±1,20
Активность лактатдегидрогеназы общей (ЛДГ) Е/л	0	634,7±45,28	574,3±54,32
	2	574,3±54,32	619,7±54,77
	4	574,3±30,36	604,3±109,01
	среднее	594,4±24,38	599,4±39,12
Активность малатдегидрогеназы (МДГ) Е/л	0	820,0±85,15	1013,3±33,67
	2	1310,0±330,01	1408,3±428,40
	4	1276,7±248,24	1246,7±176,22
	среднее	1135,5±145,16	1222,8±145,73

Повышение уровня ЛЖК в крови бычков опытной группы свидетельствует о том, что микроорганизмы рубца использовали гидролизный сахар в качестве источника энергии для их роста и размножения. В связи с тем, что в рубце жвачных животных создалась благоприятная среда для жизнедеятельности микроорганизмов (сахаро-протеиновое отношение 1: 1), это вызвало повышение эффективности использования азота в организме бычков. Поэтому среднесуточный прирост живой массы у бычков опытной группы превысил таковой на 13% у животных контрольной группы.

Анализируя влияние гидролизного сахара, включенного в состав рациона опытных бычков, на биоэнергетику их крови следует констатировать, что это кормовое средство повышает в крови уровень базисных показателей, характеризующих интенсивность метаболических путей энергетического обмена. Так, в крови бычков, получавших в составе рациона гидролизный сахар, уровень лактата в среднем по трем срокам ее взятия был достоверно выше такового в крови контрольных животных ($P<0,05$).

В связи с тем, что лактат является основным предшественником ЛЖК, то их концентрация превосходила таковую в крови бычков, получавших контрольный рацион. Лактат и ЛЖК – эти два метаболита занимают центральное положение в энергетическом обмене жвачных животных, так как за счет их поступления и метаболизма в организме крупного рогатого скота покрывается на 70% потребность в химической энергии, которая аккумулируется в виде АТФ. При высвобождении химической энергии из лактата и ЛЖК принимают активное участие такие ферменты как лактатдегидрогеназа, фруктозобисфосфат-альдолаза и малатдегидрогеназа. В соответствии с этим активность этих трех энзимов заметно повысилась в крови опытных бычков, у которых отмечен высокий уровень лактата и ЛЖК.

Все вышесказанное позволяет заключить, что включение в рацион молодняка крупного рогатого скота в возрасте 14 месяцев гидролизного сахара в количестве 4 кг в сутки на 1 голову усиливает интенсивность биоэнергетических процессов крови, что выражается в подъеме уровня лактата и ЛЖК и повышении активности ферментов, которые утилизируют в организме бычков эти два метаболита.

Как следует из анализа таблицы 2, сроки взятия крови оказывают заметное влияние на показатели энергоемких веществ: лактата и ЛЖК и на активность определяемых нами ферментов. Так, указанные показатели у молодняка крупного рогатого скота контрольной и опытной групп имели максимальное значение в крови, когда ее брали после 2 часов после начала кормления. Установленный факт свидетельствует о том, что после 2 часов кормления у бычков из желудочно-кишечного тракта в кровь поступает наибольшее количество питательных веществ, в том числе таких энергоемких

соединений, как ЛЖК и лактат, которые подвергаются метаболическим превращениям при участии таких энзимов, как фруктозобисфосфат-альдолазы, лактатдегидрогеназы и малатдегидрогеназы. В результате активного воздействия ферментов на родственные метаболиты – ЛЖК и лактат, в клетках животных увеличивается концентрация химической энергии в виде АТФ, которая ускоряет скорость биосинтеза белка в организме бычков, что в конечном итоге приводит к повышению их среднесуточных приростов живой массы. Эта прямая взаимосвязь между концентрацией ЛЖК и лактата, с одной стороны, и уровнем АТФ, с другой стороны, четко установлена в крови бычков опытной группы, которую брали через 2 часа после кормления животных. К 4 часам после кормления молодняка крупного рогатого скота уровень метаболитов и активность ферментов в их крови резко снижался, что свидетельствует о значительном расщеплении энергоопределяющих метаболитов (лактат и ЛЖК) в анаэробном и аэробном путях с участием указанных энзимов, что в конечном итоге привело к положительному балансу химической энергии в организме бычков.

Таким образом, добавка гидролизного сахара в рацион молодняка крупного рогатого скота в количестве 4 кг на одну голову ведет к значительному подъему в крови уровня базисных метаболитов энергетического обмена, таких как лактат и ЛЖК и повышает активность ферментов, участвующих в расщеплении этих двух субстратов: фруктозобисфосфат-альдолазы, лактатдегидрогеназы и малатдегидрогеназы, что в конечном итоге повышает интенсивность анаэробного и аэробного путей расщепления углеводов в организме бычков; сроки взятия крови у контрольных и опытных бычков оказали заметное влияние на содержание в ней энергоемких биоэнергетических показателей.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СЕЛЕНОПИРАНА У СВИНЕЙ В ХОЗЯЙСТВАХ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ РАДИОЦЕЗИЕМ

Е.В.Крапивина, В.П.Иванов[1], Ю.Н.Федоров[2], В.А.Галочкин, Е.М.Колоскова[3]
Брянская сельхозакадемия[1], ВНИИ экспериментальной ветеринарии[2],
ВНИИ физиологии, биохимии и питания сельскохозяйственных животных[3]

Авария на четвертом энергоблоке Чернобыльской АЭС была причиной достаточно интенсивного загрязнения ряда районов Украины, Белоруссии и России. Повышенные уровни радиоактивного загрязнения почвы привели к накоплению радионуклидов, преимущественно цезия-137 и стронция-90, в растениях, основном корме животных, а следовательно и в их организме. Инкорпорированные продукты ядерного деления действуют на организм как прямо (местно), так и опосредованно через нарушения нейроэндокринной регуляции рапаративных и обменных процессов. Ответ организма на повреждающие воздействия определяется степенью его резистентности, которая обусловлена его реактивностью. Угнетение иммунитета отмечается даже при дозах, не вызывающих клинически очерченного заболевания. Ионизирующее излучение увеличивает скорость перекисного окисления липидов в биологических мембранах (1). Глутатионпероксидаза, в состав которой входит селен, являясь частью антиоксидантной системы, ингибирует перекисный процесс в липидах и этим способствует активации клеток (5). Органическое соединение селена - селенопиран, который более чем в 100 раз менее токсичен, чем традиционно применявшийся селенит

натрия, является перспективным средством, повышающим резистентность.

В ходе исследований по теме: "Изучение иммунного статуса и разработка мероприятий повышения резистентности животных, содержащихся в зонах с разным уровнем загрязнения радионуклидами", проводимых в плане реализации творческого научного сотрудничества кафедр химии, ветеринарной медицины и ветеринарной экологии Брянской ГСХА, ВНИИФБиП с.-х. животных и ВИЭВ изучалась резистентность свиней, содержащихся в зонах с разным уровнем загрязнения цезием-137 и возможность её коррекции селенопираном.

Для изучения влияния селенопирана на иммунный статус поросят в зонах с различной поверхностной активностью почв по ^{137}Cs были проведены эксперименты на свиньях крупной белой породы: в СХП "Боевик" (1Б, 2Б, 3Б и 4Б группы) Новозыбковского района с поверхностной активностью почвы по ^{137}Cs от 10 до 15 Ku/км^2 и УОХ "Кокино" (1К и 2К группы) Выгоничского района Брянской области. Поверхностная активность почв УОХ "Кокино" не превышает 1 Ku/км^2 по ^{137}Cs (условно-чистая зона). Животные 1Б и 1К групп являлись контрольными для 2Б, 3Б, 4Б и 2К (соответственно). Поросятам 2Б и 2К групп в 10-дневном возрасте п/к ввели по 2мл 1% масляного раствора селенопирана на голову, 3Б группа состояла из поросят, полученных от свиноматок, которым за 3-4 недели до опороса инъецировали по 5 мл 4% масляного раствора селенопирана, а в 4Б группу были выделены поросята от тех же свиноматок, но которым дополнительно в 10-дневном возрасте ввели по 2мл 1% масляного раствора селенопирана. Всем подопытным животным скармливали основной рацион (и подкормку) согласно рекомендуемым для данной половозрастной группы нормам. Содержание селена в рационе животных не превышало 0,1 мг/кг сухого вещества (атомно-адсорбционный метод, НПО "Тайфун", г. Обнинск). Перед отъемом (в возрасте 60±5 суток) у подопытных поросят были отобраны пробы крови для анализа.

Общее количество эритроцитов и лейкоцитов подсчитывали в камере Горяева, гемоглобин в гемометре Сали, лейкоцитарную формулу - в мазках, окрашенных по Романовскому-Гимза (на двух стеклах по 600 клеток на каждом). Содержание общей популяции Т-лимфоцитов (Е-РОК) определяли с помощью реакции спонтанного розеткообразования лимфоцитов с эритроцитами барана, В-лимфоцитов (М-РОК) - с эритроцитами мыши (8). Субпопуляции иммуннорегуляторных Т-лимфоцитов, обогащенных хелперной (Е-$РОК_{тр}$) и супрессорной (Е-$РОК_{тч}$) активностью - в реакциях розеткообразования, применяя нагрузочный тест с теофиллином (9). Фагоцитарный показатель (ФП) рассчитывали как процент нейтрофилов, способных к поглощению частиц латекса; фагоцитарный индекс (ФИ) - как среднее число частиц латекса, поглощенных одним активным нейтрофилом; фагоцитарное число (ФЧ) - как среднее число частиц латекса, приходящееся на один нейтрофил; абсолютный фагоцитоз (АФ) по Чумаченко В.Е. и др. (10); резерв абсолютного фагоцитоза как отношение абсолютного фагоцитоза в условиях стимулирования зимозаном к базальным условиям. Функционально-метаболическую активность нейтрофилов оценивали по результатам реакции восстановления нитросинего тетразолия (9). Индекс активации нейтрофилов (ИАН) вычисляли согласно инструкции "Риакомплекс" по использованию НСТ-тест набора. Катионные белки выявляли по методу Жибинова В.И. [2], подсчет среднего цитохимического коэффициента (СЦК) проводили по формуле, предложенной Макаревичем Н.А. [6]. Общий белок определяли рефрактометрически,

белковые фракции нефелометрическим методом. Фактический материал подвергнут статистическому анализу с использованием компьютерной техники [3].

Как показали результаты исследований, количество эритроцитов (табл. 1, 2) в крови всех подопытных животных практически было одинаковым (P<0,05) с тенденцией к более высоким значениям у поросят условно-чистой зоны и соответствовало физиологическим значениям. Уровень же гемоглобина у животных УОХ "Кокино" был на 30-50 % выше (P< 0,05), чем у поросят СХП "Боевик", поэтому цветной индекс у подопытных животных всех групп достоверно не различался (P>0,05) и несколько превышал 1, что свидетельствует о высокой и практически одинаковой насыщенности эритроцитов гемоглобином. В крови всех животных отмечался анизоцитоз, пойкилоцитоз, что наряду с цветным индексом, свидетельствует о напряженном эритропоэзе.

Таблица 1. ***Морфологический состав крови 2- месячных поросят СХП»Боевик»***

Показатели	1Б группа	2Б группа	3Б группа	4Б группа
Эритроциты,10^{12}/л	4,75±0,25	6,06±0,38	5,11±0,08	5,11±0,37
Гемоглобин, г/л	100,08±1,56	98,83±5,76	99,10±0,08	88,30±5,89
Лейкоциты, 10^9/л	17,68±1,71	16,22±0,03	23,26±2,47 •	21,07±1,00 •
Нейтрофилы, %	40,38±1,99	37,85±1,68	47,96±0,52 •	34,62±3,39 ▲
Нейтрофилы, 10^9/л	7,12±0,69	6,07±0,21	11,35±1,81 •	7,22±0,61
Эозинофилы, %	3,91±1,47	4,36±0,45	4,52±1,58	2,81±0,74
Моноциты, %	3,74±0,41	2,75±0,22	4,55±0,39 •	3,27±0,47
Лимфоциты, %	50,89±1,86	54,40±1,24	42,11±2,60 •	58,78±2,76* ▲
Клетки Тюрка, %	0,39±0,14	0,22±0,07	0,51±0,11	0,21±0,09
Конволюты, %	0,05±0,03	0,17±0,09	0,06±0,03	0,06±0,03

Примечание. * - p<0,05 по отношению к поросятам 1Б группы; • - p<0,05 по отношению к поросятам 2Б группы; ▲ - p<0,05 по отношению к поросятам 3Б группы.

Направленность изменений содержания лейкоцитов в крови поросят, содержавшихся в зонах с различным уровнем ^{137}Cs, при использовании селенопирана была противоположной. У животных СХП "Боевик" (10 - 15 Ku/км^2) общее содержание лейкоцитов в крови соответствовало физиологической норме, но у поросят, полученных от обработанных препаратом селена свиноматок, этот показатель был достоверно выше, чем у контрольных, а также получивших препарат селена в 10-дневном возрасте, и соответствовал наиболее высоким физиологическим значениям, то есть, у этих животных уровень лейкоцитов повышался только под воздействием пренатально полученного селена. Причем, введенный поросятам селенопиран еще и в 10-дневном возрасте (4Б группа), влияния на этот показатель не оказывал (p>0,05). У животных УОХ "Кокино" (до 1 Ku/км^2) ситуация была обратной: у контрольных поросят уровень лейкоцитов превышал как нормативные значения, так и этот показатель у поросят, инъецированных препаратом селена в 10-дневном возрасте (p<0,05), хотя в более загрязненной зоне достоверного снижения уровня лейкоцитов при этом не отмечено (2Б группа).

Судя по результатам НСТ-теста (табл. 3 и 4, +НСТ (баз),%), организм животных обоих хозяйств уже имел определенную антигенную стимуляцию и самые высокие из физиологически нормальных значений содержания лейкоцитов в крови были вполне

закономерны. Это, на наш взгляд, свидетельствует о том, что селенопиран обладает адаптогенными свойствами. Возможно, животные условно-чистой зоны (до 1 Ku/км^2) обладали более высокой чувствительностью и реактивностью по сравнению с животными, содержащимися на территории с более высокой удельной активность (10 - 15 Ku/км^2). Соотношение отдельных показателей лейкоформулы в определенной степени подтверждает это предположение.

На основании показателей лейкоформулы поросят СХП "Боевик", с различными схемами использования селенопирана, можно говорить об антистрессорном действии препарата только при введении его поросятам в возрасте 10 суток (2Б и 4Б группы). У поросят, полученных от обработанных селенопираном свиноматок, но без дополнительной обработки препаратом отмечалась стресс-реакция адаптационного синдрома с повышенным, относительно нормы, содержанием моноцитов и сегментоядерных нейтрофилов. В крови только этих животных обнаружены юные нейтрофилы. У поросят, полученных от свиноматок не обработанных во время супоросности селенопираном и не получивших его в 10-дневном возрасте, соотношение показателей лейкоформулы было близко к стрессорному. Соотношение отдельных показателей лейкоформулы поросят условно-чистой зоны (табл. 2),

Таблица 2. ***Морфологический состав крови 2-месячных поросят УОХ"Кокино"***

Показатели	1К группа	2К группа
Эритроциты,10^{12}/л	7,65±0,66	6,29±0,62
Гемоглобин, г/л	132,38±7,58	127,75±8,10
Лейкоциты, 10^9/л	29,76±1,83	22,9±2,34*
Нейтрофилы, %	31,80±2,23	25,63±2,16
Нейтрофилы, 10^9/л	9,41±0,80	5,94±1,07*
Эозинофилы, %	5,09±1,41	7,42±0,91
Моноциты, %	3,79±0.51	2,45±0.28*
Лимфоциты, %	58,21±1,60	63,31±2,03
Клетки Тюрка, %	0,73±0,12	0,53±0,02
Плазмоциты, %	0,23±0,07	0,16±0,02
Конволюты,	0,04±0,02	0,03±0,02

Примечание. * - $p<0,05$ по отношению к поросятам 1К группы.

напротив, соответствовало адаптационному синдрому повышенной активации.

В крови некоторых поросят как в условно-чистой, так и с повышенной до 10 - 15 Ku/км^2 поверхностной активностью радиоцезия в почве, отмечались единичные (примерно 1-2 клетки на 100 лимфоцитов) двуядерные лимфоциты. Появление 6-32 таких клеток на 104 лимфоцита Г.И. Козинец и др. (4) связывают с облучением в малых дозах (50 рад). У всех подопытных животных обнаружены клетки раздражения. У поросят УОХ "Кокино" присутствовали как клетки Тюрка, так и плазмоциты.

В крови поросят СХП "Боевик" плазматические клетки не были обнаружены вовсе, а клетки Тюрка - в значительно меньших количествах. Причем, у поросят, получивших препарат селена постнатально (табл. 1, 2Б и 4Б группы), показатели были ниже ($p<0,05$),

чем у животных контрольной группы УОХ "Кокино" (табл. 2, 1К группа). Аналогичная тенденция установлена у поросят 1К группы по отношению к животным 2К группы, также инъецированных в 10-дневном возрасте селенопираном. Клетки раздражения, являющиеся у взрослых животных признаками патологии, у молодых могут появляться в периферической крови как результат интенсивного созревания иммунной системы, продиктованный её востребованностью по окончанию молочного периода.

На необходимость вмешательства высокоспециализированной защитной системы указывают высокие значения показателя уровня оксидазной активности ферментных систем нейтрофилов в базальных условиях (+НСТ (баз), %). В норме количество положительно реагирующих нейтрофилов на введение в лейкоцитарную смесь нитросинего тетразолия не превышает 10 %. У всех подопытных животных этот показатель (табл. 3 и 4) был в 2-6 раз выше, с высокой степенью достоверности, причём, наименьшие значения отмечены у поросят, получивших пре- или (и) постнатально селенопиран, следовательно, у них борьба с бактериальными агентами происходила более успешно. У этих же поросят потенциальный резерв оксидазной активности (по НСТ-тесту с зимозаном), был в 2-3 раза выше ($p<0,05$), чем у контрольных животных (в каждом хозяйстве соответственно). Наиболее выраженное увеличение индекса активации нейтрофилов после стимуляции зимозаном (ИАН (баз)/ИАН (стим)) также отмечено у поросят, обработанных препаратом селена ($P<0,05$). Кислородонезависимая бактерицидная активность нейтрофилов (СЦК), оцениваемая по содержанию гранул катионных белков, обнаруживала отчетливую тенденцию к повышению с увеличением обеспеченности животных селеном.

Но, если у поросят условно-чистой зоны (табл.4) рост этого показателя был достоверен уже только при введении селенопирана поросятам в 10-дневном возрасте, то в зоне с более высоким уровнем загрязнения (СХП "Боевик") достоверность увеличения количества гранул катионных белков в нейтрофилах установлена только у поросят, получивших селенопиран пре- и постнатально (табл. 3, 4Б группа).

Аналогичная тенденция прослеживалась и относительно способности нейтрофилов к поглощению частиц латекса: у животных, содержавшихся в хозяйстве с уровнем поверхностной активности по ^{137}Cs от 10 до 15 $Ku/км^2$ достоверно ниже был показатель поглотительной способности нейтрофильных гранулоцитов в базальных условиях только у получивших селенопиран пре- и постнатально. У контрольных

Таблица 3. ***Функциональная активность нейтрофилов 2- месячных поросят СХП "Боевик"***

Показатели	1Б группа	2Б группа	3Б группа	4Б группа
+НСТ, (баз), %	63,62±1,16	44,14±1,02*	25,65±1,73* •	29,61±1,47* •
+НСТ (стим), %	66,73±0,96	72,06±0,85*	74,73±1,89*	84,09±1,12* • ▲
ПР	1,05±0,01	1,64±0,05*	2,98±0,27* •	2,87±0,16* •
ИАН (баз)	0,97±0,02	0,66±0,02*	0,42±0,01* •	0,38±0,01* • ▲
ИАН (стим)	1,01±0,03	1,20±0,03*	1,10±0,06	1,33±0,05* • ▲
СЦК	1,40±0,11	1,55±0,09	1,58±0,03	1,74±0,03* ▲
ФП (баз), %	46,05±1,16	40,83±7,33	39,98±3,90	29,37±1,90*
ФП (стим), %	39,33±6,41	42,77±4,03	50,35±5,40	66,74±6,55* •
ФИ (баз), ч.л./а.н.	4,96±0,15	5,50±0,34	5,05±0,22	4,48±0,21 •
ФИ (стим), ч.л./а.н.	4,45±0,31	4,57±0,15	4,79±0,31	5,45±0,38
АФ (баз), ч.л./л	16,34±1,92	14,46±3,47	23,57±5,44	9,76±0,72* •
АФ (стим), ч.л./л	12,55±2,98	11,95±1,36	29,83±9,34*	25,82±2,88* •

Δ АФ, ч.л./л	(-3,79±2,57)	(-2,51±4,63)	6,26±5,38	16,06±2,67* •
ФЧ (стим), ч.л./н.	1,82±0,38	1,98±0,32	2,36±0,48	3,73±0,61*

Примечание. * - p<0,05 по отношению к поросятам 1Б группы; • - p<0,05 по отношению к поросятам 2Б группы; ▲ - p<0,05 по отношению к поросятам 3Б группы.

животных условно-чистой зоны этот показатель был лишь несколько ниже (p>0,05), а у животных этой зоны, инъецированных в 10- дневном

возрасте селенопираном - значительно (p<0,05) ниже, чем даже у поросят загрязненной зоны, получивших селенопиран пре- и постнатально.

Стимуляция нейтрофилов зимозаном, модулирующая условия бактериальной инфекции (ФП (стим), %), также обнаруживала достоверный рост числа нейтрофилов, способных к поглощению, а повышение числа частиц, поглощенным одним активным нейтрофилом (ФИ ч.л./а.н.) только у поросят 4Б и 2К групп. У остальных подопытных животных стимуляция зимозаном, напротив, ингибировала этот процесс, то есть система переставала работать в условиях избыточности, так как сила факторов превышала возможности противодействия организма.

Таблица 4. ***Функциональная активность нейтрофилов 2-месячных поросят УОХ "Кокино".***

Показатели	1К группа	2К группа
+НСТ, (баз), %	56,89±2,59	32,19±3,32*
+НСТ (стим), %	41,0±4.83	68,09±4.17*
ПР	0,72±0.08	2,21±0.31*
ИАН (баз)	1,06±0.06	0.50±0.05*
ИАН (стим)	0.70±0.07	1,36±0.03*
СЦК	1,66±1,58	2,14±0,10*
ФП (баз), %	33,94±4,52	18,24±4,78
ФП (стим), %	32,29±4,28	48,25±2,54*
ФИ (баз), ч.л./а.н.	3,98±0,12	4.87±0.22*
ФИ (стим), ч.л./а.н.	3,75±0.17	5,50±0.11*
АФ (баз), ч.л./л	13,16±2,28	4,99±1,62*
АФ (стим), ч.л./л	11,92±2,10	15,88±3,14
Δ АФ, ч.л./л	(-1,3±0,93)	10,89±2,15*
ФЧ, ч.л./н.	1,15±0,19	2,67±0,11*

Примечание. * - p<0,05 по отношению к поросятам 1К группы.

Максимально возможное количество латекса (фагоцитарная ёмкость или абсолютный фагоцитоз - количество частиц латекса, поглощенное нейтрофилами в 1 л крови) в условиях смоделированной бактериальной инфекции у контрольных животных и поросят, инъецированных в 10-дневном возрасте, в обоих хозяйствах различалось незначительно (p>0.05). У поросят загрязненной зоны, полученных от свиноматок, которым за 3-4 недели до опороса п/к ввели селенопиран (3Б, 4Б группы), этот показатель достоверно был выше, причем, факт дополнительного введения поросятам 4Б группы препарата селена в 10-дневном возрасте не повлиял на величину потенциально возможного захвата латекса нейтрофилами, но вызвал увеличение (p<0,05) фагоцитарного числа, то есть обусловил интенсификацию этого процесса. Фагоцитарное число нейтрофилов поросят контрольной группы условно-чистой зоны не отличалось (p>0,05) от такового загрязненной, но было значительно меньше (p<0,05 - 0,001), чем у животных обоих хозяйств, полу- чавших про- или(и) постнатально препарат селена. Резерв абсолютного фагоцитоза (отношение абсолютного фагоцитоза в условиях стимулирования зимозаном к базальным условиям) также увеличивалось по мере

повышения обеспеченности животных селеном, но, если в загрязненной зоне у получавших только постнатально поросят он составлял 158,01 % к аналогичному показателю контрольных животных, то при аналогичном введении селена у животных условно-чистой зоны - 500,11 %. Таким образом, селенопиран переводит на интенсивный путь механизм неспецифической защиты нейтрофилов. В условно- чистой зоне этот процесс происходил эффективнее.

Исследованиями установлено, что содержание лимфоцитов, образующих розетки с эритроцитами барана (Е-РОК, %), в крови контрольных поросят условно-чистой зоны был достоверно выше не только у животных контрольной группы, содержащихся в СХП "Боевик", но и у поросят из этой зоны, которым в 10-дневном возрасте инъецировали селенопиран (табл. 5 и 6).

Таблица 5. ***Иммунный статус 2-месячных поросят СХП "Боевик"***

Показатели	1Б группа	2Б группа	3Б группа	4Б группа
Е-РОЛ, %	31,25±4,53	29,2±3,72	47,50±4,89 •	43,20±6,44
Е-РОЛ$_{тр}$, %	45,17±2,30	37,75±4,17	53,4±9,90	44,00±7,05
М-РОЛ, %	15,37±4,83	20,00±3,93	29,20±2,60*	29,00±1,05*
Ig G, мг/мл	11,80±0,77	13,77±2,29	12,42±1,17	9,34±0,18*
Ig M, мг/мл	1,79±0,12	2,06±0,13	1,78±0,14	1,61±0,18
Ig A, мг/мл	0,50±0,05	0,46±0,05	0,36±0,03*	0,39±0,0,04
Общий белок, г%	6,52±0,23	5,98±0,10	6,45±0,21	6,30±0,31
Альбумины, %	53,32±0,84	54,34±1,80	54,28±2,85	54,62±2,40
α-глобулины, %	15,74±0,76	14,67±1,42	17,50±1,73	16,21±0,54
β-глобулины, %	15,44±0,71	14,70±1,93	12,56±1,89	13,73±1,21
γ-глобулины, %	15,50±0,96	16,29±1,40	15,66±0,34	15,45±1,81
А/Г	1,15±0,04	1,21±0,08	1,20±0,15	1,23±0,13

Примечание. * - $p<0,05$ по отношению к поросятам 1Б группы; • - $p<0,05$ по отно шению к поросятам 2Б группы.

Достоверные изменения уровня Т-лимфоцитов между животными 3Б, 4Б, 1К и 2К групп отсутствовали ($p>0,05$). Этот факт может свидетельствовать о том, что повышенное содержание радиоцезия в почве обусловливает низкий уровень Т-лимфоцитов в крови поросят, который под действием пренатально введенного селенопирана увеличивается. Применение препарата селена только постнатально такого эффекта не оказало как в загрязненной, так и в условно-чистой зоне.

При инкубации лимфоцитов с теофиллином у поросят всех групп, содержавшихся на загрязненной радиоцезием территории, обнаружен инверсный эффект (отрицательное значение показателя Е-РОК), что указывает на наличие в их крови недифференцированных лимфоцитов. Следует отметить тенденцию к снижению таких лимфоцитов в крови поросят данной зоны, получивших пре- или(и) постнатально селенопиран. Аналогичный инверсный эффект теофиллина установлен у животных контрольной групп условно-чистой зоны и отсутствовал у

поросят этой же зоны, инъецированных селенопираном. Напротив, в последнем случае можно говорить о наличии фракции лимфоцитов, обогащенной супрессорами, с приближением к физиологически нормальному соотношению теофиллинрезистентных лимфоцитов к теофиллинчувствительным.

Таблица 6. ***Иммунный статус 2-месячных поросят УОХ "Коркино"***

Показатели	1К группа	2К группа
Е-РОК, %	48,05±2,59	51,13±7,49
Е-РОК$_{тр}$, %	48,29±6,26	39,81±4.12
Е-РОК$_{тч}$, %	(- 0,24±7,51)	11,32±7,95
М-РОК, %	8,81±1,64	11,63±1,82
Ig G, мг/мл	14,25±1,25	15,63±1,53
Ig M, мг/мл	1,48±0.06	1,76±0.17
Ig A, мг/мл	0,62±0.08	0,70±0,05
Общий белок, г%	5,91±0,10	6,33±0,10*
Альбумины, %	49,12±3,49	52,95±1,23
α-глобулины, %	21,37±3,75	17,66±1,94
β-глобулины, %	16,15±1,22	15,23±0,68
γ-глобулины, %	13,37±2,10	14,17±2,78
А/Г	1,00±0,14	1,14±0,06

Примечание. * - $p<0,05$ по отношению к поросятам 1К группы.

Количество В-лимфоцитов (М-РОК, %) в крови всех подопытных поросят обоих хозяйств, независимо от уровня поверхностной активности почвы по ^{137}Cs, находилось в пределах физиологической нормы; у контрольных животных и инъецированных селенопираном в 10-дневном возрасте оно практически было одинаковым ($p>0,05$) и увеличивалось ($p<0,05$) только под влиянием пренатально введенного препарата селена (3Б и 4Б группы).

На уровень иммуноглобулинов класса G и M в сыворотке крови подопытных животных повышенная по ^{137}Cs удельная активность почвы не оказала достоверно значимого ($p>0,05$) воздействия; все значения этих показателей подопытных животных находились в пределах границ физиологической нормы. Учитывая, что иммуноглобулины класса А в сыворотке крови высших позвоночных животных обычно составляют 10-15 % всех иммуноглобулинов (7), следует отметить пониженный его уровень у всех подопытных животных, но, заметно ($p<0,05$) более высокий, у поросят условно-чистой зоны.

Содержание общего белка в сыворотке крови и его фракционный состав у животных обоих хозяйств практически не различался с некоторой тенденцией к увеличению уровня общего белка по мере роста обеспеченности поросят селеном. У животных условно-чистой зоны это увеличение было достоверным. Альбумин-глобулиновое отношение в крови всех подопытных животных было ниже физиологически нормального, которое находится в интервале от 1,5 до 2. Особенно это было выражено у поросят контрольных групп обоих хозяйств. Так как повышение глобулиновой фракции обычно соответствует тяжести инфекционного процесса, а на наличие антигенной стимуляции указывают высокие уровни поглотительной и оксидазной активности нейтрофилов в базальных условиях, то более высокое альбумин-глобулиновое отношение в крови подтверждает благотворное действие селенопирана на организм поросят при обоих исследованных уровнях загрязнения почв радиоцезием.

На многоплодие и крупноплодность свиноматок, содержащихся в обоих хозяйствах, а также на количество мертворожденных поросят инъекция селенопирана существенного влияния не оказала. Количество поросят, оставшихся в живых к 10 дню после рождения, также достоверно не различалось, но имелась тенденция к более высоким значениям этого показателя у поросят от свиноматок, которым за 3-4 недели до опороса вводили препарат селена. Следует отметить, что в группах поросят, которым

инъецировали препарат селена в возрасте 10 суток, смертность отсутствовала.

Живая масса 10-дневных поросят в каждом из хозяйств была практически одинакова (табл. 7 и 8), а в 30-дневном возрасте обнаруживала тенденцию (2Б и2К группы) или достоверный рост (3Б и 4Б группы) по мере увеличения обеспеченности поросят селеном. Следует отметить, что до 2-месячного возраста живая масса поросят СХП "Боевик" превосходила ($p<0,05$) таковую животных, содержавшихся в УОХ "Кокино", но в 60-дневном возрасте показатели живой массы поросят обоих хозяйств уравнялись ($p>0,05$), с сохранением отмеченной выше тенденции.

Таблица 7. ***Динамика живой массы (кг) поросят СХП "Боевик"***

Возраст	1Б группа	2Б группа	3Б группа	4Б группа
10 дней	3,18+0,09	3,22+0,12	3,16+0,08	3,27+0,12
30 дней	5,80+0,21	6,31+0,43	7,04+0,36*	8,05+0,26* • ▲
60 дней	9,43+0,33	10,76+0,71	11,99+0,49*	12,73+0,24*

Примечание. * - $p < 0,05$ по отношению к поросятам 1Б группы,
• - $p < 0,05$ по отношению к поросятам 2Б группы,
▲ - $p < 0,05$ по отношению к поросятам 3Б группы.

Таблица 8. ***Динамика живой массы (кг) поросят УОХ "Кокино"***

Возраст	1К группа	2К группа
10 суток	2,20±0,09	2,28±0,15
30 суток	4,82±0,18	4,89±0,20
60 суток	10,19±0,26	10,81±0,32

Таким образом, у 2-месячных поросят, содержавшихся в хозяйстве с поверхностной активностью почвы по ^{137}Cs от 10 до 15 Ku/км^2, по сравнению с животными этого же возраста из условно-чистой зоны (до 1 Ku/км^2), установлен стрессорный тип адаптационного синдрома с пониженной функциональной активностью нейтрофилов и менее зрелой Т-лимфоцитарной системой. Введение селенопирана поросятам в 10-дневном возрасте оказало более значимый эффект по повышению резистентности у животных, содержащихся на территории с меньшим уровнем загрязнения радиоцезием. У поросят, содержавшихся в хозяйстве с поверхностной активностью почвы по ^{137}Cs от 10 до 15 Ku/км^2, иммуностимулирующее действие селенопирана было более выражено при его инъекции свиноматкам и последующем введении самим поросятам в 10-дневном возрасте.

ЛИТЕРАТУРА

1. Владимиров Ю.А., Арчаков А.И., 1972. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах. М.: Мир, 252 с
2. Жибинов В.И., 1983. Применение лизосомально-катионного теста. Ветеринария, 8, 30-31
3. Иванов В.П., Крапивин И.А., 1994. Программа для статистической обработки результатов зоотехнических, физиологических и биохимических исследований. Новые формы и методы обучения студентов. Кострома, ч.2, 90-91
4. Исследование системы крови в клинической практике. Под редакцией Г.И. Козинеца и В.А. Макарова. 1997. М.: Триада-Х, 480 с

5. Ляшенко В. А. и др., 1998. Механизмы активации иммунокомпетентных клеток. М.: Медицина, 240 с
6. Макаревич Н.А., 1998. Лизосомально-катионный тест для оценки уровня резистентности организма крупного рогатого скота. Ветеринария, 5, 26-28
7. Пол У., Сильверстайн А., Купер М. и др., 1987-1988. Иммунология. М.: Мир, 1, 476 с
8. Понякина И.Д., Лебедев К.А., Васенович М.И. и др., 1982. Способ определения иммунологического состояния организма. А. с. 1090409 (РФ) МКИ 53 0 А 61 К 39/00.- Моск. науч.-исслед. ин-т уха, горла и носа (РФ).- № 3429.198/28-13; заявл. 23.04.82; опубл. 07.05.84, Бюл. №17.
9. Хаитов Р.Б., Пинегин Б.В., Истамов Х.И., 1995. Экологическая иммунология. М.: ВНИРО, 219 с
10. Чумаченко В.Е., Высоцкий А.М., Сердюк Н.А., Чумаченко В.В. 1990. Определение естественной резистентности и обмена веществ у сельскохозяйственных животных.- Киев: Урожай, 136 с

ORGANIC TRACE ELEMENTS (Se) IN RATIONS FOR DAIRY COWS

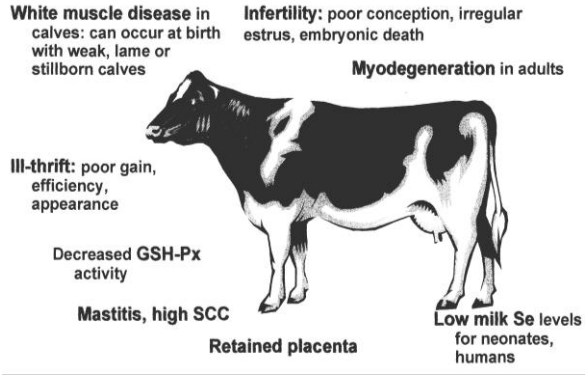
M. Šimek1 , J. Iliek2, L. Pavlata2 , L. Zeman3, .A. Krasa4, M. Šustala1

Research Institute of Animal Nutrition, Com., Pohořelice, Czech Republic1
Clinic of Ruminant Diseases, Faculty, University of Veterinary and Pharmaceutical Sciences, Brno, Czech Republic2
Mendel University of Agiculture and Forestry, Brno, Czech Republic3
MIKROP Čebin, Com., Czech Republic4

Selenium is particularly concentrated in the soils of the drier regions of the world where the soil tends to be more alkaline. In North America, selenium is found in high concentrations across the Great Plains, the Prairie Provinces of Canada, westward to the Pacific, and south into Mexico. It is especially concentrated in the soils of Wyoming and South Dakota. Selenium also occurs in alkaline soils in certain localities in Columbia, Ireland, Israel, South Africa and China. Crop analyses show selenium occurring in Argentina, Venezuela, Spain, Bulgaria, Algeria, Morocco, Australia, New Zealand and in some of the drier regions of the former Soviet Union. The first recorded account may have been by Marco Polo in 1295. Polo wrote about a strange disease that affected pack animals on the border of western China near Turkestan and Tibet. After grazing on plants there, the animals' hoofs began to fall off, a symptom that is now recognized as characteristic of chronic selenosis.

Selenium has come to the public’s attention lately because of news reports from widely divergent areas. At times selenium has been used as a nutritional supplement for animals, mainly cattle. There have been other reports of poisoning from selenium and concern for its effect on the environment. The purpose of this article is to draw together some of the research from highly specialized areas in an attempt to gain a more well rounded perspective of this natural chemical element. The history of selenium research goes back almost 70 years when selenium was first proven to be the toxic agent responsible for widespread livestock poisoning in the Western United States. Two common livestock diseases which had been around for centuries, "alkali disease" and "blind staggers", were discovered to be the result of livestock foraging on certain plants growing on soils with a high selenium content.

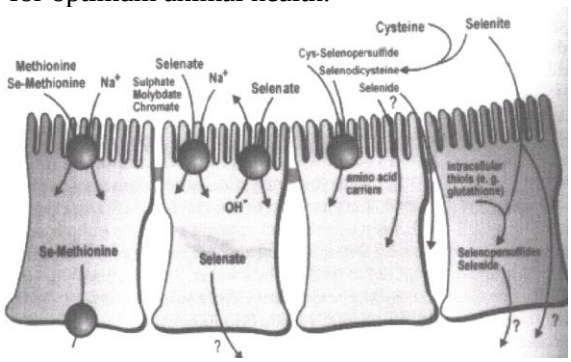
Orville Beath, a chemist at the University of Wyoming, found that certain plant species not only grew well in seleniferous soils, but some species could also collect large amounts of selenium in their cells without detrimental effects. However, large, potentially toxic amounts of selenium could be passed on to the animals and humans who consumed vegetation grown in seleniferous soils. Beath called these plants "indicator plants" because their presence indicated that selenium was present in the soil.



Pic. 1. Ruminants Se dificiency symptoms

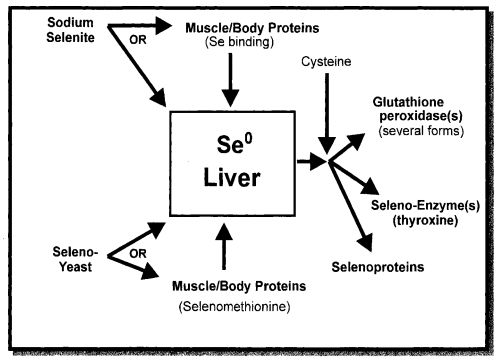
Research has been ongoing as scientists from a wide variety of backgrounds and disciplines have worked to understand better the chemical behavior of selenium in water, soils, plants, animals and humans. This is especially important, as selenium has been determined to be an essential trace element for optimum animal health. However it has also been shown that even small amounts over the normal levels, can lead to chronic or acute toxicity, or selenosis, and have a destructive effect on the environment. This article will give a brief overview of the chemistry of selenium and how it enters the soil, water, plants and animal systems.

Selenium is a fascinating, it's little studied element on the periodic table. Its chemistry is complex and until fairly recently, little was understood about the complexity of its chemical behavior and interactions. Selenium is a naturally occurring chemical element found almost everywhere on earth. It is usually found in rocks, where it eventually finds it way into the soil and water systems, then into plants and animals, and eventually into the people who eat those plants and animals. Selenium is a trace mineral absolutely necessary for optimum animal health.



Pic. 2. Model of the intestinal absorption of different selenium compounds

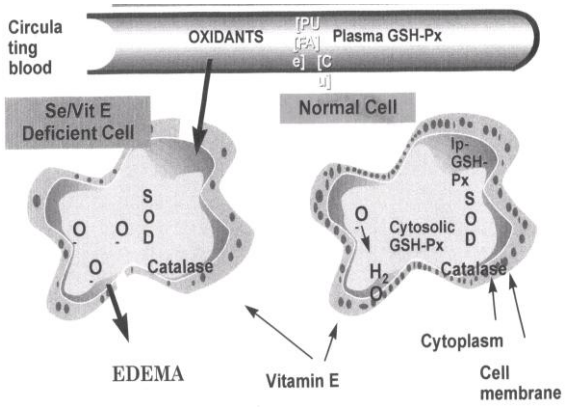
Selenium (Se) was first discovered in Sweden in 1818. *Berzelius* investigated a residual slime he found forming during the oxidation of sulfur dioxide from copper pyrites and noted the new element. Klayman in 1973 includes selenium heterocycles, peptides, amino acids and ketones, along with a discussion of selenium's nutritional importance to plants, animals and humans, and a discussion of its potential as a chemotherapeutic agent. In 1980 first reported on a strain of bacteria they had isolated that showed an important step in the biological cycle of selenium. They were able to oxidize elemental selenium into selenite and selenate in the laboratory. Inorganic selenium was found to be clearly effective in the prevention of some diseases ans enhanced the production and activity of selenoenzymes of the body (1).



Pic. 3. Metabolism of inorganic and organic Se by ruminants

Selenium is an essential nutrient in nutrition of all animals. Vitamin E scavenges peroxyl free radicals that lead to futher chain reaction and there is a correlation between vitamin E content of membranes and their susceptibility to oxidation. *Manner at. al.*(2) study interaction of vitamin E and selenium (Se) in suckler cows and calves using extensive conditions. *Jahreis at.al.* (3) resolving problems conected with vitamins, conjugated and trans fatty acids in cows milk, influence of season and management system. Plenty of data indicate that organic selenium compounds, selenium yeast, are more bioavailable than inorganic selenium sources.

Adittion of organic form Se, (yeasts) with vitamin E can have favourable effect on production and quality of milk, probably (4, 5). It has been know that the microelement deficiency, selenium not excluding is associated in ruminants with a region with soil that is deficient in these elements. On our case, we have investigated a farm in the north-east Bohemia, where the supplementation with selenium has been repeatedly proved to be inadequate, in the period of change in technology from stanchion to loose housing (6).



Pic. 4. Antioxidant roles of selenium and vitamin E

We realized two experiments on dairy cows.

First experiment resolving health disorders in dairy cows with selenium deficiency caused by the change in housing. Dairy cows were stanchion housed in a stable having a capacity of 178 animals. Health of dairy cows was checked by regular clinical examinations and blood samples were taken 7 days prior to the change of housing and then on day 1, 7, 14 and 28 after the move. Laboratory examinations were carried out in order to determine the following parameters selenium glutathione peroxidase (GSH-Px), aspartate aminotransferase (AST), creatinine kinase (CK), lactate dehydrogenase (LDH). The evaluation of the dynamics of these parameters was performed using a pait T. test (EXCEL 7,0 version).

Second experiment resolving influence of Selenium (Se) and vit. E on milk production. Eighty heads of dairy cows in lactation periods from I. period (one months after calving) to VIII period (280 days of lactation) were section to two groups (40 + 40 heads). Experimental (Exp. Se) and Control (Control) groups. The cows were feeding with maize silage (35% of DM) and concentrate on basis of cereals. The cows of experimental group given special premix MVP (mineral -vitamin premix, produce by fa. MIKROP, Čebin), table 1. In periods lactation (I. - VIII) we followed milk production, content of Se in milk and number of somatic cells in milk.

Table 1. ***Contents of active ingredients per 1 kg of mineral supplements (mineral-vitamins premix, MVP)***

Ingredients	Unit	MVP
Vitamin E	mg	9000
Selenium (Se)	mg	80

First experiment

Characteristics of the herd prior to the move.

Stanchion housed dairy cows did not show clinical signs of a disease. In spit of that the laboratory examination revealed a low level of the selenium supplementation (selenium content in the full blood 16.8 ug.1-1, +- 3,9 ug.1-1, GSH-Px activity 18.6+- 3.1 ug.1-1 Hb and higher activity of CK, AST, LDH enzymes.

Assessment after the move

Due to the stress reaction and an increased movement activity resulting from the change in housing technology a significant load exerted upon animals was observed. This increased load was accompanied by the following changes in biochemical parameters (Table 2).

Immediatelly after the move a statistically significant increase in the level of AST, LDH, CK. The increased activity of muscle enzymes in the blood plasma was the result of the muscle alteration caused by suddenly higher motion activity of animals previously weakened by the inadequate supplementation with selenium and thus by the low glutathione peroxidase activity.

*Table 2**. Examined enzyme activities***

Days after move		- 7	1	7	14	28
AST	x	1,39	1,62	1,54	1,52	1,7
ukat.l-1	s	0,15	0,22	0,16	0,12	0,23
GSHPx	x	18,62	16,43	12,28	15,29	15,44
U.g –1 Hb	s	3,1	3,46	3,03	3,4	4,24
LDH	x	40,01	45,23	38,91	39,64	43,45
Ukat.l-1	s	5,11	6,58	2,55	3,58	3,76
CK	x	2,91	6,77	3,55	2,97	4,23
Ukat.l-1	s	0,74	3,58	1,46	0,89	2,37

Second experiment

The supplementation of organic form Se and vitamin E affect of production milk. (Fig. 1) In average prodution of milk was increase 13.8% in cows Exp. group, probably.

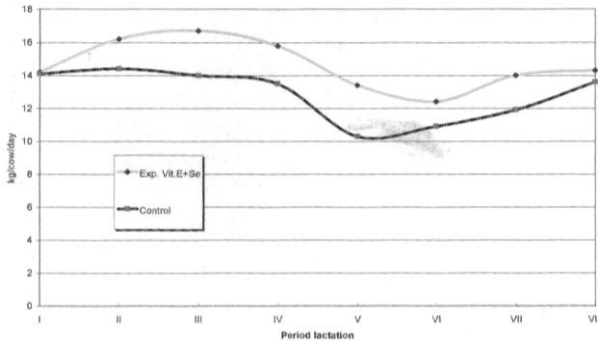


Fig. 1. Supplementation of vit. E+Selenium and milk production

Supplement of minerals a vitamin E influence content of Se in milk

(Fig. 2).

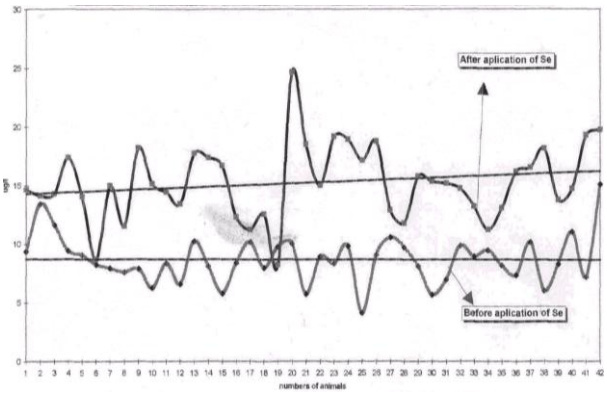


Fig. 2. Variability content of selenium (Se) in milk before and after aplication of organic selenium (Se-yeast) in ration

Figure 3. show the resultes ofconected with quality of milk production. Adition of special premix (Cr, Se yeast + vitamin E) significantly influences content of somatic cells in milk, was low in experimental group. The data document positive effects of applied mineral-vitamin mixture on milk production and content of selenium (Se) in milk. This corresponding with resultes authors (5).

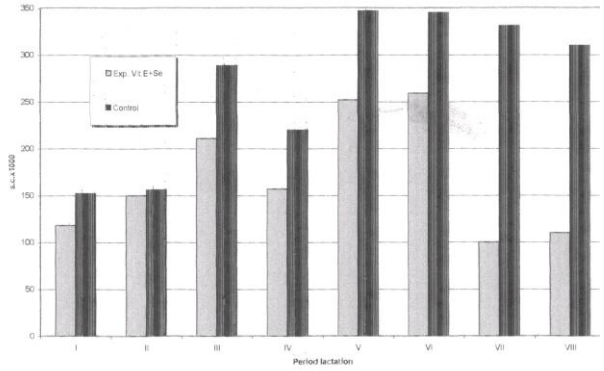


Fig. 3. Content of somatic cells in milk

The effect of the change in the technology of housing accompanied by the increased movement activity of dairy cows with an inadequate selenium supplementation has been studied. Prior to the move of animals neither clinical signs of selenium deficiency nor health disordes were observed in spite of the laboratory determined muscle alteration.
The resultes are considerable for dairy nutrition of cows in practice for composition and applications mineral-vitamin supplements and for managment system of raising dairy cows.

The supplementation of organic form Se and vitamin E affect of production milk. (Fig. 1) In average production of milk was increase 13.8% in cows Exp. group, probably. Supplement of minerals a vitamin E influence content of Se in milk (Fig. 2). Figure 3. show the resultes of conected with quality of milk production. Adition of special premix (Se yeast + vitamin E) influences content of somatic cells in milk, was low in experimental group. The differences but was significantly. The data document positive effects of applied mineral-vitamin mixture on milk production and content of selenium (Se) in milk. This corresponding with resultes authors (5). The resultes are considerable for dairy nutrition of cows in practice for composition and applications mineral-vitamin supplements and for managment system of raising dairy cows (3).

REFRENCES

1. Kalnitsky.B.D. 1988. *:* Minerals in feeding of Animals, 207 ps. Agropromizdat.
2. Mánner, K. Laiblin, Chr. Móbius, Katharina, - Voss, Sandra, 1998. Interaction of vitamin E and selen (Se) in suckler cows and calves using extensive conditions. 6. Symposium “Vitamin und Zusatzstoffe” (papers and posters), Jena
3. Jahreis, G. – Schneider, Astrid – Bóhm, V. – Bitsch, R., 1998. Concentration of vitamins, conjugated and trans fatty acids ni cows milk -influence of season and management system . Jena, 6. Symposium "Vitamine und Zusatstoffe", (papers and posters).
4. Šimek, 1993, : Mineral mixtures and supplements in nutrition of animals (review), Ministry of Agriculture CR, information publication 60 ps., Prague.
5. Hemken, R.W. - Harmon, R.J. - Trammell, 1998. Selenium for dairy cattle. A role for organic selenium. Ni : Biotechnology in the Feed Industry, Proceedings of the 14th Annual Symposium (T.P. Lyons and K.A.Jacques, eds), Nottingham University Press, Nottingham, UK.
6. Illek, J., Pavlata, L. – Pechová, A. 1998. Heaih disorders in dairy cows

with selenium deficiency caused by the change in housing., 18. Arbeitstagung Mengen und Spurenelemente, Jena., p. 597.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОРМОВЫХ ДОБАВОК, ПРИГОТОВЛЕННЫХ ИЗ БУРЫХ МОРСКИХ ВОДОРОСЛЕЙ (ЛАМИНАРИИ) И РЫБНЫХ ОТХОДОВ, В РАЦИОНАХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ И ПТИЦЫ

Л.Ф. Андросова
Сахалинский НИИ сельского хозяйства

Использование биологически полноценных кормов и добавок является важным аспектом научных исследований в вопросах питания сельскохозяйственных животных и птицы. В связи с этим, нами в 1998 -2000 гг. была проведена серия опытов по использованию морепродуктов (бурых морских водорослей и отходов рыбопереработки) в качестве источника кормового протеина, микроэлементов и витаминов на поголовье коров и молодняка голштинской породы, а также курах породы белый леггорн кросса «Беларусь - 9».

Бурые морские водоросли (ламинария) представляют собой доступный источник йода, его природных соединений и других микроэлементов, необходимых для питания животных и птицы. В 1 кг муки из ламинарии содержится 23,7 г кальция, 2,3 г фосфора, 47 г калия, 9 г натрия, 14,87 мг цинка, 3,4 мг меди, 0,009 мг кобальта, 946,1 мг железа, 0,17 мг селена, 1,25 мг мышьяка, 1000 мг йода.

Научно-хозяйственные опыты по включению муки из ламинарии в рацион коров голштинской породы были проведены в СПК «Соколовский» (опыт I) и ОПХ «Тимирязевское» (опыт II). Цель исследований - изучить эффективность применения муки из ламинарии и премиксов, изготовленных из ламинарии, обогащенной микроэлементами, на продуктивность и воспроизводительную функцию коров. Исследования проведены в зимне-стойловый период. Продолжительность опытов - 60 дней до отела (сухостойный период) и 120 дней лактации. В опыте I (СПК «Соколовский») для проведения исследований были подобраны 3 группы клинически здоровых животных 7 месяцев стельности, одна из которых служила контролем, а животные двух опытных групп получали различные дозы муки из ламинарии. В опыте II (ОПХ «Тимирязевское») животные 1-й опытной группы получали муку из ламинарии, 2-й - премикс, изготовленный из ламинарии, обогащенной микроэлементами. В остальном рационы кормления животных всех групп в обоих опытах были одинаковыми и балансировались согласно нормам РАСХН (1995 г.).

Рационы животных состояли из кормов, традиционных для Сахалина: силоса из многолетних трав, сена, корнеплодов и барды. Ламинарию и премикс вводили в рацион с комбикормом один раз в сутки. Поедаемость кормов учитывали ежедекадно по двум смежным дням. На основании данных зооанализа определяли питательность кормов. Учет молочной продуктивности вели по группам ежедневно и один раз в месяц - индивидуальный с определением процента жира, белка в молоке и других показателей его качества. Состояние воспроизводительной функции учитывали по количеству осеменении на одну стельность, по продолжительности сервис-периода, сохранности телят.

В результате использования премиксов из морской капусты молочная продуктивность коров повысилась на 10-19%, увеличилось содержание жира в молоке на 1,0, а кальция, фосфора и молочного

сахара - на 8,0, 26,0, 1,6% соответственно, сервис-период сократился на 18 дней, при этом повысились оплодотворяемость от первого осеменения - на 19-23%, сохранность телят - на 27 и снизились затраты кормов на производство продукции до 25%.

Научно-хозяйственный опыт по изучению влияния муки из ламинарии в составе рациона кур-несушек проводили на базе ГУ СП «Птицефабрика Островная». Отобранная птица для проведения опыта была разделена на 3 группы и находилась в одинаковых условиях содержания и ухода. Контрольная группа получала принятый в хозяйстве рацион, двум опытным группам к основному рациону добавляли разные дозы муки из ламинарии. Продолжительность опыта составила три месяца. Цель исследований - изучить влияние муки из ламинарии на яйценоскость кур-несушек. Выявлено, что включение в рацион этой добавки способствует повышению их яйценоскости на 15-16%.

В результате проведенных экспериментов нами определены оптимальные дозы включения муки из морских водорослей (ламинарии) в рационы кормления сельскохозяйственных животных и птицы, разработаны технические условия для производства премиксов и технология их приготовления для скармливания.

Важнейшим источником кормового протеина является белковый рыбный концентрат (БРК) - новый вид корма, который представляет собой фарш сметанообразной консистенции со специфическим кислотно-солодовым запахом. По своему химическому составу он содержит 25-30% сухого вещества, 17-18% протеина, 2-6% жиров, 4-5% минеральных веществ, комплекс витаминов, макро- и микроэлементов.

Научно-хозяйственные опыты по использованию белково-рыбного концентрата в рационах молодняка крупного рогатого скота проводили на бычках в течение 60 дней в ГУ СП «Комсомолец», на телочках - 90 дней в СПК «Соколовский». По методу аналогов были сформированы две группы животных - контрольная и опытная, которые находились в одинаковых условиях содержания и ухода. Животные контрольной группы получали комбикорм, а опытной - взамен комбикорма эквивалентное ему количество белкового концентрата.

Исследования показали, что использование белкового рыбного концентрата в рационах телят оказало положительное влияние на рост, развитие и физиологическое состояние подопытных животных. При этом у молодняка опытной группы значительно улучшились биохимические показатели крови. Содержание белка в сыворотке крови бычков увеличилось на 0,3 г%; фосфора - 0,4 нг%; кальция - на 0,3; витамина Е - на 0,33; сахара - на 2,7 мг%; резервной щелочности - на 6,6%. В крови телочек содержание белка, сахара, кальция было выше, чем в контроле на 0,3 г% ($p > 0,1$), 6,55 мг% ($p > 0,05$), 1,25 мг% соответственно. Среднесуточный прирост живой массы бычков в опытной группе был на 3,7% выше, телочек - на 8% при равных затратах кормов на единицу продукции.

Научно-хозяйственный опыт по использованию белкового рыбного концентрата (БРК) в рационе кур-несушек проводился на ГУСП «Птицефабрика Островная» в течение 90 дней. Цель этих исследований заключалась в изучении возможностей использования нового кормового средства в составе кормосмеси для кур-несушек яйценоских пород. Для этого было отобрано 210 цыплят в возрасте 135 дней. Содержание птицы - клеточное, плотность посадки и фронт кормления - одинаковые во всех группах. Контрольная и три опытных группы располагались в одном ярусе клеточной батареи и находились в одних и тех же условиях микроклимата. Птица контрольной группы

получала общехозяйственный рацион, содержащий рыбную муку до 7% в зависимости от возраста и уровня яйценоскости. В кормосмесь 1-й опытной группы вводили 10% белкового рыбного концентрата, 2-й и 3-й - по 20 и 30% соответственно. В процессе исследования определяли живую массу цыплят и кур-несушек. Учет количества заданного корма по каждой группе проводили ежедневно, с учетом поедаемости кормосмеси, которую раздавали вручную один раз в сутки. Сбор яиц и учет яйценоскости кур-несушек осуществляли ежедневно один раз в сутки отдельно по каждой группе. При этом определяли массу яйца, белка и желтка, толщину скорлупы, содержание каротиноидов, витамина А и Е. Для оценки эффективности использования нового кормового средства определяли оплату корма продукцией.

Использование белкового рыбного концентрата (БРК) в рационах сельскохозяйственной птицы способствовало увеличению яйценоскости кур-несушек на 6,1-13,1% в среднем за каждый месяц за период проведения исследований. Включение БРК в кормосмесь обеспечивало 100%-ную сохранность кур-несушек и экономию корма на 13,5-19,0% за третий месяц опыта; 8,3-7,4% - за второй и 3,5-9,0% - за первый месяц продуктивности в расчете на 10 яиц.

Новое кормовое средство БРК представляет собой высокоэффективный источник биологически полноценного, доступного для усвоения протеина, стабилизированного жира, жирорастворимых витаминов. БРК рекомендовано использовать в рационе кур-несушек до 30% от состава кормосмеси.

БИШОФИТ - СТИМУЛЯТОР ПРОДУКТИВНОСТИ ЖИВОТНЫХ

В.М. Куликов, С. И. Николаев, А. Г. Чешева, Р. И. Малахова1,
И. Ф. Горлов, А. Т. Варакин2, В.В. Саломатин3
Волгоградская селъхозакадемия1,
Волгоградский НИИ мясомолочного скотоводства и переработки продуктов животноводства РАСХН2,
Племзавод - Агрофирма ЗАО «Краснодонское»3

Недостаток минеральных веществ в рационах сельскохозяйственных животных снижает их продуктивность, вызывает различные заболевания и ухудшает качество продукции. Поэтому необходимо широко использовать различные минеральные добавки для балансирования рационов по недостающим макро- и микроэлементам. При недостатке магния в рационах используют оксид магния, сульфат, хлорид магния и др. Однако производство вышеуказанных магниевых добавок не удовлетворяет потребность животноводства, и они используются в ограниченном количестве. Одна из причин - отсутствие дешевых и эффективных магниевых подкормок. Магний участвует в поддержании кислотно-щелочного равновесия и осмотического давления в жидкостях и тканях, обеспечивает функциональную способность нервно-мышечного аппарата, белковый, жировой и минеральный обмен у животных. В межуточном метаболизме магний является активатором, или кофактором ферментных систем.

Учитывая биологическую роль магния в жизнедеятельности организма, необходимо изыскивать новые эффективные источники магниевых подкормок. Большой научный и практический интерес представляет бишофит как природный экологически чистый минеральный источник магния и ряда других макро- и микроэлементов. Уникальное месторождение природного бишофита открыто в Нижне-Волжском регионе, которое как по качеству, так и по запасам не имеет аналогов в мире. Мощные залежи его простираются от Саратовской

области до Каспийского моря, включая Волгоградскую область и районы Калмыкии.

Бишофит является продуктом последней стадии испарения вод древнего Пермского моря, существовавшего около 200 млн. лет назад и выкристаллизовавшимся из так называемых эвтонических рассолов. Природный бишофит - минерал, основу которого составляет хлорид магния с комплексом жизненно необходимых макро- и микроэлементов. По данным ИОНХ АН СССР он имеет следующий состав, %: хлорид магния 90-96, сульфат кальция 0,1-0,7, хлорид натрия 0,1-0,4, хлорид калия и магния 0,1-5,5, сульфат магния 0,1-2,5, бромид магния 0,4-0,95, бор 0,002-0,08, кадмий 0,003-0,005, висмут 0,0005-0,001, молибден 0,0005-0,001, железо 0,003-0,03, алюминий 0,001-0,02, титан 0,005-0,001, медь 0,0001-0,003, кремний 0,02-0,2, барий 0,0001-0,0006, стронций 0,001-0,2, рубидий 0,0001-0,002, цезий 0,0001-0,001, литий 0,0001-0,0003.

Добывается бишофит путем растворения водой подземных пластов минеральных солей и последующим выкачиванием экологически чистого рассола. Согласно ТУ 461-472 1933-04-90 бишофит выпускают в виде прозрачной или с желтоватым оттенком жидкости, маслянистой на ощупь, без запаха, содержащей хлорид магния (420-430 г/л) и другие минеральные вещества в количестве 55-60 г/л; плотность 1,3-1,32 г/см^3, pH 4,5-4,7, температура замерзания минус 20-3 0°С. Он не токсичен, не горюч и не взрывоопасен, легко транспортируется в железных или пластмассовых емкостях, не теряет своих свойств в течение 2 лет (нельзя хранить бишофит в алюминиевой и оцинкованной таре). Следует отметить, что в нашей стране нет утвержденных для применения животным минеральных подкормок, аналогичных бишофиту, содержащему макро- и микроэлементы, играющие важную роль в процессах пищеварения, всасывания и усвоения питательных веществ, обусловливая биологическую активность ферментов, витаминов и гормонов. Наличие в бишофите многих жизненно необходимых минеральных элементов обусловило возможность использования его в качестве комплексной минеральной и биостимулирующей экологически чистой подкормки в рационах животных.

Эффективность использования бишофита была изучена практически на всех видах сельскохозяйственных животных. Скармливание бишофита обеспечило в опытах получение положительных зоотехнических и экономических показателей без каких-либо нарушений в обмене веществ, о чем свидетельствуют соответствующие физиологической норме морфологические и биохимические показатели крови, данные по переваримости кормов рациона, балансу азота, кальция, фосфора, магния и других веществ у животных. Основные результаты исследований по использованию бишофита в кормлении сельскохозяйственных животных приведены ниже.

Первые опыты были проведены на телятах. Изучение эффективности использования бишофита в схемах кормления телят до 6-месячного возраста проведено в учхозе «Горная поляна» в 2-х научно-хозяйственных опытах с последующей производственной апробацией. В первом опыте сравнивали действие бишофита с химически чистым хлоридом магния, добавляемым в молоко и заменитель цельного молока. Были сформированы 3 группы телят-аналогов симментальской породы 15-20-дневного возраста, по 8 голов в каждой. Телята 1-й группы получали хозяйственный рацион, достаточный по общей питательности, но не достаточно сбалансированный по макро- и микроэлементам, телята 2-й опытной группы получали дополнительно химически чистый хлорид магния, 3-й

опытной - бишофит, в дозах, обеспечивающих потребность животных в магнии и других минеральных элементах. За 120 дней основного периода опыта абсолютный прирост живой массы в среднем на одну голову в 3-й группе составил 83,07 кг, или на 8,8 кг выше по сравнению с 1-й и на 6,67 кг по сравнению с приростом во 2-й группе. Результаты физиологических исследований показали, что подкормка телят 3-й опытной группы бишофитом повышала переваримость сырого протеина на 8,14% по сравнению с 1-й и на 4,47% со 2-й. У животных, получавших природный бишофит выявлена также лучшая переваримость клетчатки соответственно на 4,86 и 5,14%. Видимо, поступление химических элементов в составе бишофита активизирует биохимические процессы в желудочно-кишечном тракте и, в первую очередь, активность целлюлозолитических бактерий, расщепляющих клетчатку. Получая примерно сходное количество азота в корме, использование его от принятого телятами 3-й опытной группы по сравнению с 1-й и 2-й было выше соответственно на 5,9 и 3,8%. Отложение магния и меди в теле было заметно выше у телят 3-й группы. Суточное отложение магния было большим на 1,31 г по сравнению с телятами 1-й группы и на 0,41г со 2-й, а меди соответственно на 0,12 и 0,93 мг.

Во втором научно-хозяйственном опыте (180 дней) на телятах до 6-месячного возраста изучали эффективность использования природного бишофита в сравнении с добавкой химически чистого хлорида магния и некоторых элементов, входящих в состав бишофита. Опыт провели на 24 телятах, разделенных на 3 группы (по 8 голов). Первая группа (контрольная) получала хозяйственный рацион. В такие же рационы телят 2-й и 3-й опытных групп ввели магниевые добавки: для 2-й группы химически чистый хлорид магния с добавлением некоторых микроэлементов (медь, железо, марганец, бром), в количестве содержащемся в суточной дозе природного бишофита, в 3-й - природный бишофит в количестве, обеспечивающем норму магния.

Среднесуточный прирост телят, получавших бишофит (3-я группа) составил 676,8 г, что на 72,3г, или на 11,96% выше, чем в 1-й группе и на 57,2 г, или на 9,23% выше, чем во 2-й (химически чистый хлорид магния плюс микроэлементы). Изучение переваримости питательных веществ рационов и усвоения азота показало, что подкормка телят 3-й опытной группы бишофитом способствовала повышению переваримости сухого вещества на 6,67% по сравнению с 1-й и на 4,47% - 2-й группой, органического вещества соответственно на 7,08 и 4,45%, протеина 3,62 и 2,17, жира на 4,68 и 3,2, клетчатки на 3,69 и 2,19%.

У телят, получавших природный бишофит, выявлена лучшая усвояемость аминокислот по сравнению с телятами 1-й и 2-й групп: лизина на 10,1 и 6,32%, метионина на 8,4 и 7,62, тирозина на 5,74 и 5,89, фенилаланина на 7,5 и 8,29% соответственно. Подкормка природным бишофитом повышала усвоение азота организмом. Суточное отложение азота в теле телят 3-й группы было выше на 4,48г по сравнению с 1-й группой и на 2,79г со 2-й. Количество отложенного азота в процентах к принятому у телят 3-й группы также было выше соответственно на 3,47 и 1,82%. Гематологические показатели животных в течение обоих научно-хозяйственных опытов находилась в пределах физиологической нормы и свидетельствовали о положительном влиянии бишофита на окислительно-восстановительные процессы, протекающие в организме. Содержание общего белка в сыворотке крови у телят 3-й группы в 6- месячном возрасте (первый опыт) было выше на 0,21 г/100мл по сравнению с 1-й группой и на 0,1 г/100мл по сравнению со 2-й. В отношении белковых

фракций характерным является увеличение концентрации альбуминов и А/Г коэффициента у телят 3-й группы. Содержание гемоглобина в крови животных, получавших природный бишофит, также было выше на 6,0 и 3,7г/л соответственно. Аналогичная закономерность выявлена и во втором научно-хозяйственном опыте. Клинические показатели находились в пределах физиологической нормы, что является подтверждением того, что природный бишофит не оказывает отрицательного влияния на состояние здоровья животных.

В опытах, проведенных также в учхозе «Горная поляна», было установлено, что скармливание бишофита в сочетании с осахаренной (автоклавированной) соломой бычкам обеспечило, начиная со 2-го месяца опыта, увеличение среднесуточных приростов живой массы, лучшее переваривание питательных веществ и использование азота; скармливание бишофита в составе гранул (растительно-углеводный корм - 80%, гидролизные дрожжи - 10%, бишофит - 10%) обеспечило увеличение среднесуточного прироста на 61,8г, улучшение переваримости питательных веществ, использование азота, увеличение убойного выхода на 1,3% и снижение расхода кормов на 0,6 корм. ед. в расчете на 1 кг прироста.

В опытах, проведенных в совхозе «Пролетарий» Волгоградской области на коровах, получавших в составе полнорационной кормосмеси бишофит в сочетании с карбамидом, удои коров по сравнению с контрольными, не получавшими указанной подкормки, увеличились на 9,2%. Достоверно была выше переваримость клетчатки, сухого вещества. Увеличилось усвоение азота, обмен кальция и фосфора протекал нормально. При подкормке коров бишофитом в количестве 100 мл в сутки на голову не было случаев заболевания животных, связанных с его скармливанием. Клинические и гематологические показатели у подопытных животных находились в пределах нормы. Таким образом, введение бишофита в состав кормосмеси лактирующим коровам позволяет лучше использовать питательные вещества рациона, а также азот карбамида, способствует тем самым увеличению молочной продуктивности.

Результаты опытов на свиньях, проведенных в ЗАО «Краснодонское» показали, что подсвинки, получавшие 5-10 мл бишофита на голову в сутки в смеси с комбикормами, имели среднесуточный прирост 725,45г, что на 58,2г, или на 8,7% больше, чем у подсвинков, получавших комбикорм без бишофита (табл. 1). Результаты биохимических исследований крови свидетельствовали о том, что природный бишофит не оказал отрицательного влияния на физиологические процессы в организме, а способствовал их нормализации.

Таблица 1. ***Прирост живой массы подопытных подсвинков***

Показатели	Группы	
	контрольная (без подкормки	опытная (с подкормкой бишофитом)
Средняя живая масса: в начале опыта, кг	46,6	42,0
в конце опыта, кг	120	121,8
Прирост живой массы, кг	73,4	79,8
Среднесуточный прирост, г	667	725,5
в % к контролю	100	108,7

В сыворотке крови подсвинков опытной группы содержалось больше общего белка, неорганического фосфора, глюкозы и витамина Е по сравнению с контрольными. Также у этих животных были выше резервная щелочность крови и концентрация магния.

Включение бишофита в комбикорма СК-I и СК-2 супоросным и подсосным свиноматкам в том же хозяйстве показало, что при одинаковой крупноплодности, плодовитость их в среднем на одну голову за опорос составила 10,4 гол., что больше на 0,4 гол. по сравнению с контролем. При лучшем показателе выживаемости количество поросят к отъему у свиноматок, получивших бишофит, также было больше по сравнению с контролем на 0,5 гол., или на 6,02%. Молодняк, полученный от животных, которых подкармливали бишофитом, интенсивнее развивался и имел среднюю живую массу при отъеме в 32 дня от рождения выше на 0,17 кг, или на 3,2% по сравнению с контролем (табл. 2).

Таблица 2. ***Репродуктивные качества свиноматок***

Показатели	Группы животных	
	контрольная (без подкормки бишофитом)	опытная (с подкормкой бишофитом)
Плодовитость, голов	10,0	10,4
Крупноплодность, кг	1,1	1,1
Количество поросят к отъему, голов	8,3	8,8
Выживаемость, %	83,0	84,61
Средняя живая масса поросенка при отъеме, кг	6,28	6,45

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о положительном эффекте использования бишофита в рационах супоросных и подсосных свиноматок, что выражается в улучшении состояния здоровья, нормализации обмена веществ, воспроизводительных функций и повышении резистентности организма. Производственное внедрение бишофита в качестве добавки откормочному поголовью в количестве 34800 голов в ЗАО «Краснодонское» Волгоградской области (с3.02 по 8.06.1989 г.) способствовало увеличению среднесуточного прироста живой массы свиней по сравнению с контролем на 40 г. При этом за период откорма было получено дополнительно 1740 ц прироста.

С учетом рекомендуемых норм ввода бишофита (табл. 3) ВНИИ комбикормовой промышленности разработана технология ввода бишофита в комбикорма.

Таблица 3. ***Нормы ввода бишофита в комбикорма***

Вид и группа животных	Процент ввода бишофита в комбикорма
Стельные сухостойные коровы	1,0-1,3
Дойные коровы (удой 15-20 кг) в сутки	1,0-2,6
Телята до 6-месячного возраста	0,3-3,0
Молодняк старше 6-месячного возраста	1,1-3,0
Овцематки	0,9-1,3
Свиньи на откорме	0,3-0,5
Птица	0.1-0,3

В процессе разработки изучены особенности химического состава и физических свойств бишофита, подобрано и испытано дозирующее устройство, дана оценка равномерности распределения его в комбикормах, исследованы режимы гранулирования комбикормов с бишофитом, определено качество комбикормов, содержащих бишофит при различных условиях хранения, проведены производственные испытания по вводу бишофита в комбикорма, выполнены зоотехнические исследования.

Результаты исследований показали, что бишофит является легкоподвижной невязкой жидкостью. При температуре 0°С его вязкость соответствует 0,02 Па.с, а с повышением температуры несколько уменьшается и становится еще более незначительной. Плотность бишофита при различных температурах нагрева практически не изменяется и составляет 1314 кг/м. Для дозирования бишофита, как показали испытания, возможно использование насосов - дозаторов типа НД. Влажность рассыпных комбикормов при вводе бишофита в пределах установленных норм (0,1-3%) повышается, но не превышает предельного стандартного значения, и срок хранения остается в пределах требований, регламентированных нормативной документацией без ухудшения качества комбикормов.

Производственные испытания комбикормов с различными дозами бишофита проведены на птицефабрике «Гремколодезный» Воронежской области. Цыплята-бройлеры, получавшие комбикорм с 0,3% бишофита имели на 12,6% выше живую массу по сравнению с контрольной группой, где не было бишофита и на 3,7% выше в сравнении с цыплятами, получавшими 0,5% бишофита. Установлено, что оптимальной дозой введения бишофита в комбикорм для кур является 0,3%.

Изучение химического состава и питательности силоса из зеленой массы кукурузы, приготовленного с добавками бишофита (5; 3,78 и 2,77 мл/кг) и влияния его на мясную продуктивность откармливаемых бычков провели в учебно-опытном хозяйстве «Горная поляна» ВГСХА с последующей производственной апробацией в совхозе «Цацинский» Светлоярского района Волгоградской области. Предварительно проведенный лабораторный опыт приготовления силоса во флягах показал, что наиболее эффективными дозами введения бишофита оказались 3,78 и 2,77 мл/кг зеленой массы. Приготовленный таким образом силос превосходил контрольный (без бишофита) по органолептическим показателям и химическому составу.

Результаты анализа и комиссионной оценки силоса, приготовленного с бишофитом (в трех силосных траншеях по 60 т: 1-я контрольная, 2-я опытная - 2,77 л/т и 3-я опытная - 3,78 л/т) показали, что лучшим по органолептическим и химическим показателям оказался силос с добавкой 2,77 л бишофита на 1 т силосуемой массы (табл. 4).

*Таблица 4.**Химический состав исходной (зеленой) массы и силоса с бишофитом при натуральной влажности после 6-месячного хранения***

Химический состав,%	Исходная масса	Варианты закладки зеленой массы кукурузы на силос		
		1-я контрольная (без бишофита)	опытные (с бишофитом)	
			2-я - 2,77 л/т	3-я - 3,78 л/т
Общая влага	79,61	83,36	81,48	81,69
Сырой протеин	1,25	0,75	0,9	0,94
Сырой жир	0,31	0,25	0,29	0,29
Сырая клетчатка	7,47	4,02	4,6	4,18
БЭВ	10,07	10,65	11,54	11,83
Сырая зола	1,29	0,98	1,15	1,07

Скармливание силоса с бишофитом (по 20-22 кг/гол.) положительно повлияло на прирост живой массы (табл. 5). За 76 дней главного периода опыта общий прирост живой массы бычков 1-й (контрольной) группы составил 58,76, 2-й - 64,65, 3-й - 61,76 кг, среднесуточный прирост соответственно - 773,16, 850,66 и 812,63 г. Среднесуточный прирост живой массы бычков 2-й опытной группы

оказался выше на 10,02%, 3-й соответственно на 6,1% по сравнению с контрольной группой.

Таблица 5. ***Прирост живой массы подопытных бычков за главный период опыта***

Группы ж-х	Кол-во голов	Продолж. главного периода опыта, дней	Живая масса, кг		Прирост живой массы		
			в начале главного периода опыта	в конце главного периода опыта	общий, кг	среднесуточный г	среднесуточный % к контролю
1-я	10	76	340,99±1,68	399,76±3,04	58,76	773,16	100
2-я	10	76	342,83±2,45	407,48±2,77	64,65	850,66	110
3-я	10	76	349,86±2,87	411,62±3,42	61,76	812,63	106

По данным физиологического опыта, проведенного на фоне научно-хозяйственного, выявлено, что включение в рацион бычков 2-й группы силоса, приготовленного с бишофитом из расчета 2,77 л/т силосуемой массы, способствовало повышению переваримости сухого вещества на 3,62% по сравнению с бычками 1-й группы и на 0,95% по сравнению с бычками 2-й группы; органического вещества соответственно на 3,18 и 1,25; жира - на 7,47 и 3,89%; клетчатки - на 5,77 и 5,46%; золы - на 19,73 и 6,7%. При этом выявлена также лучшая переваримость протеина у животных опытных групп на 3,57% по сравнению с контрольной.

Баланс азота у бычков при откорме их на рационах с бишофитом был положительным, причем выше у бычков опытных групп. В теле бычков 2-й группы, получавших силос с бишофитом в количестве 2,77 л/т, по сравнению с контрольной группой было отложено азота больше на 7,46, и на 2,61 г больше по сравнению с бычками 3-й группы, получавшими силос с 3,78 л бишофита на тонну и соответственно усвоено больше на 2,48 и 1,51% от принятого азота с рационом. Баланс фосфора был положительным у бычков всех трех групп. Данные балансового опыта свидетельствуют о том, что скармливание силоса, приготовленного с бишофитом, оказало положительное влияние на физиологические процессы в организме бычков и прирост их живой массы. Гематологические и клинические показатели подопытных бычков были в пределах физиологической нормы. По данным контрольного убоя выявлено, что убойный выход у подопытных бычков составил 54,56 - 55,46%. Процентное содержание в тушах бычков всех групп мяса, костей, хрящей и сухожилий существенных различий не имело. Не отмечено существенной разницы и в химическом составе мяса подопытных животных. Результаты научно-хозяйственного опыта были подтверждены при производственной апробации.

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о целесообразности применения нового технологического приема - приготовления силоса с бишофитом из расчета 2,77 л/т массы, что обеспечивает сокращение затрат труда и времени животноводов по сравнению с обычным ежедневным скармливанием бишофита в смеси с кормами рациона, а также способствует повышению качества силоса и положительно влияет на физиологические и продуктивные показатели животных.

По результатам научно-хозяйственных опытов и производственных испытаний Волгоградской государственной сельскохозяйственной академией разработано «Наставление по применению природного бишофита в животноводстве». «Наставление» одобрено Ветфармсоветом и утверждено в установленном порядке. Согласно «Наставлению по применению природного бишофита в

животноводстве и птицеводстве» рекомендуется скармливать бишофит в количестве, указанном в таблице 6.

Таблица 6. ***Примерные нормы бишофита на одну голову в сутки***

Вид и группа животных	Количество бишофита, мл
Стельные сухостойные коровы	20-25
Дойные коровы (удой 5-20 кг/сут.)	40-100
Телята до 6-месяцев	2-25
Телята старше 6 месяцев	30-80
Овцематки	2-3
Свиньи на откорме	5-10
Птица (на 1 кг концентратов)	1-2

Введенный в рационы животных в установленных дозах для разных видов животных бишофит способствует восполнению дефицита рационов в жизненно необходимых макро- и микроэлементах (магнии, броме, железе, йоде, меди и др.); улучшению обмена веществ у животных; увеличению продуктивности до 10% и более, в зависимости от состава рационов и вида животных; снижению затрат кормовых средств на 7-10%; получению на каждый затраченный рубль 10-15 руб. прибыли.

В настоящее время учеными ВГСХА и ГУ и ВНИТИ ММС и ППЖ РАСХН совершенствуются имеющиеся и разрабатываются новые технологии использования природного бишофита в качестве ценного источника жизненно важных для сельскохозяйственных животных минеральных веществ и эффективного биообогатителя при заготовке и хранении кормов.

БЕТАФИН В КОРМЛЕНИИ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ

М.П.Кирилов, А.В.Головин, Я.М.Бадалов, Д.А.Бодров1, С.М.Кислюк2
ВНИИ животноводства 1, фирма «Финзим»2

Известно, что потребление корма у высокопродуктивных коров после отела нарастает постепенно и отстает от развития лактационной функции. Животные в этот период имеют отрицательный баланс энергии и протеина, в результате чего происходит повышение мобилизации тканевых резервов, жировых депо и белков мышечных тканей, а в крови возможно накопление недоокисленных метаболитов (кетоновых тел), что приводит к заболеванию кетозом. В то же время, ряд зарубежных и отечественных экспериментов доказывают, что использование соответствующих кормовых добавок в рационе и, в частности, ниацина (витамин РР) предотвращает или ослабляет растройства обмена веществ и, в особенности, липидного, снижает кормовой стресс и, тем самым, улучшает надои молока и увеличивает процент содержания жира и белка в нем (Кирилов, Камалян, 1993, Головин, 1997 и др.). В настоящее время в опытах зарубежных исследователей, проведенных на птице и свиньях, получены положительные результаты по применению многофункциональной кормовой добавки бетафин (бетаин).

Бетаин - натуральное вещество, встречающееся у всех животных и растений. По химической структуре бетаин представляет собой триметилглицин и является производным простейшей аминокислоты глицин. В молекуле бетаина имеются активные метильные группы, которые необходимы для нормального обмена веществ.

Присоединение метильной группы (метилирование) является обязательным этапом важнейших биохимических реакций. Организм животных не может синтезировать метильные группы, а извлекает их из корма. Благодаря своему непосредственному участию в реакции метилирования, бетаин оказывает большое влияние, в частности, на липидный обмен. Помимо этого, бетаин выполняет функцию осмопротектора, т.е. способствует поддержанию водного баланса клетками и тканями организма. Поступая в организм сельскохозяйственных животных с кормом, бетаин как осмопротектор способствует регенерации кишечного эпителия, улучшает структуру мышечной ткани, снижает энергетические затраты на осморегуляцию.

Компания Финнфидс разработала промышленный метод получения бетаина из сахарной свеклы путем хроматографического разделения мелассы. Кормовая добавка, выпускаемая Финнфидс под торговой маркой бетафин, содержит не менее 96% безводного кристаллического бетаина. Бетафин - это экологически чистый, безопасный для человека и удобный в обращении продукт. Благодаря двойной биологической активности - в качестве донора метильных групп и осмопротектора - бетаин является очень ценной кормовой добавкой. Для птицеводства бетаин представляет интерес в нескольких отношениях: как заменитель синтетического холина; частичный заменитель синтетического метионина; регулятор жирового обмена; вещество повышающее жизнеспособность и продуктивность птицы при кокцидиозах и при стрессах различной природы.

В свиноводстве основное применение бетаина связано с его положительным влиянием на усвоение энергии, что особенно важно для животных на откорме и для лактирующих свиноматок. Введение в состав полноценного комбикорма свиноматок бетафина в дозе 2 кг/т приводит к увеличению веса поросят при отъеме, а также увеличению плодовитости свиноматок при последующих опоросах в среднем на 1 поросенка. Все вышеизложенное делает весьма интересным проведение исследований по изучению применения бетафина в кормлении высокопродуктивных коров, тем более что аналогичных экспериментов в нашей стране не проводилось.

В задачи исследований входило определение молочной продуктивности и биохимических показателей крови высокопродуктивных коров при скармливании им комбикормов-концентратов с вышеназванной кормовой добавкой. Для реализации поставленных задач в опытном хозяйстве ВИЖа "Дубровицы", на коровах черно-пестрой породы в зимне-стойловый период был проведен научно-хозяйственный опыт. Для опыта были подобраны 24 глубокостельные коровы с удоем по предыдущей лактации около 6000 кг и жирностью молока 4,30%, которые по принципу аналогов (с учетом породности, возраста, продуктивности за прошлую лактацию) были распределены в три группы по 8 голов в каждой. Продолжительность опыта составила 114 дней.

Первая группа животных служила контролем и на фоне основного рациона в ходе всего опыта получала комбикорм-концентрат №1, обеспечивающий балансирование рациона кормления коров в соответствии с требованиями детализированных норм кормления (Калашников и др., 1994) для данной продуктивности. Второй опытной группе коров последние 14 дней перед отелом также скармливали комбикорм №1, а после отела животные этой группы получали комбикорм №2, в состав которого был включен бетафин в количестве 0,5% от массы комбикорма. Коровам 3-й опытной группы аналогичный комбикорм-концентрат скармливали в течение всех 114 дней опыта.

Скармливание коровам 2-й и 3-й опытных групп комбикормов с бетафином способствовало росту их молочной продуктивности по сравнению с контролем за 100 дней опыта на 144 и 187 кг натурального молока. Выше у животных опытных групп было и содержание жира в молоке (на 1,01-1,02%), в результате чего валовый и среднесуточный удои молока стандартной (4%) жирности у коров опытных групп были выше на 7,0 и 9,3%, соответственно, причем у коров 3-й группы различия по этому показателю, по отношению к контролю, были статистически достоверны ($p<0,05$). Выше у коров опытных групп был и выход молочного жира (на 7,7 и 10,3 кг).

Использование бетафина в рационе коров характеризовалось некоторой изменчивостью биохимического профиля их крови (табл. 1).

Таблица 1. ***Биохимический профиль крови коров при использовании в рационе бетафина***

Показатели	Ед. изм.	Группы		
		1-я	2-я	3-я
Общий азот	мг%	2800±49,5	2641±91,35	2669±99,8
Небелковый азот	мг%	33,6±1,90	29,5±0,72	36,0±2,38
Аминный азот	мг%	9,20±0,95	9,93±0,70	9,4±0,23
Общий белок	г/л	85,7±3,99	88,4±3,58	88,9±1,19
Альбумины	г/л	39,8±1,61	39,9±0,84	42,5±1,94
Мочевина	г/л	34,4±4,08	35,9±2,0	29,5±2,70
АЛТ	ие/л	20,0±0,24	25,0±0,23	33,0±2,33
АСТ	ие/л	74,0±5,5	68,0±4,6	97,0±8,38
Общие липиды	мг%	260,7±11,9	230,2±6,7	204,5±34,2
Фосфолипиды	мг%	97,2±11,13	83,3±1,66	80,0±21,35
Холестерол	мг%	86,7±5,93	75,0±1,44	73,3±12,9
Глюкоза	мг%	41,3±2,01	49,9±3,95	51,1±5,47
Каротин	мг%	0,32±0,05	0,34±0,09	0,32±0,08
Витамин А	мг%	0,19±0,03	0,21±0,03	0,23±0,05
Кальций	мг%	10,7±0,43	10,6±0,23	10,7±0,99
Фосфор	мг%	5,02±0,79	4,8±0,10	4,7±1,12

В крови животных, получавших бетафин, на 5,7 (2-я гр.) и 4,7% (3-я гр.) была ниже концентрация общего азота, чем у их аналогов из контроля, но, следует отметить, что среди животных имелись значительные внутригрупповые колебания в уровне данного метаболита. На фоне снижения уровня общего азота отмечено повышение уровня аминного азота на 7,9% (2-я) и 2,2% (3-я гр.), общего белка - на 3,1% и 3,7% и альбуминов на 6,8% (3-я гр.). Полученные результаты свидетельствуют об усилении биосинтетических процессов в печени животных, получавших бетафин.

Известно, что аминокислотный пул плазмы крови формируется в основном за счет скелетной мускулатуры, биосинтеза их печенью и кишечным трактом. Поскольку кровь у коров брали натощак, то на концентрацию аминокислот в крови в большей степени повлияли скелетная мускулатура и печень. Об этом свидетельствует и высокая активность аминотрансфераз АЛТ и АСТ в крови коров опытных групп. Так, активность АЛТ на 25% (2-я гр.) и 65% ($p<0,01$) (3-я гр.) и АСТ на 31% (3-я гр.) были выше, чем в контроле.

У лактирующих животных интенсивность обменных процессов в организме напрямую связана с уровнем молочной продуктивности. Повышение субстратной и энергетической потребности, в значительной степени, компенсируется за счет окисления в скелетной мускулатуре аминокислот с разветвленной цепью (лейцин, изолейцин, валин). Соответственно повышается в мышцах активность аминотрансфераз, обеспечивающих перенос аминогрупп на α-

кетоглутарат и пировиноградную кислоту (ПВК). Последние переносятся в печень, где используются непосредственно в синтезе белка или могут являться источником азота для ресинтеза других аминокислот. При этом в частности, при трансаминировании аланина образуется снова пировиноградная кислота, которая может быть использована для различных целей, в том числе, для синтеза глюкозы. По нашему мнению, высокая активность АЛТ у коров, получавших бетафин, подтверждает тот факт, что значительная часть углеродного скелета ПВК использовалась для ресинтеза глюкозы. Так, в опытных группах концентрация глюкозы была на 20,8% (2-я гр.) и 23,7% (3-я гр.) выше, чем в контроле. С другой стороны, метионин является лимитирующей молочную продуктивность аминокислотой. Кроме того, данная аминокислота является универсальным донором метильных групп, используемых для метилирования различных соединений (гуанидинуксусной кислоты, никотинамида, норадреналина и др.). Достаточное поступление бетаина с кормом могло оказать существенное влияние на сохранение и увеличение концентрации данной аминокислоты в крови, поскольку в процессах метилирования вполне могут быть использованы метильные группы бетаина. Липотропное действие бетаина выразилось снижением в крови на 11,7% (2-я гр.) и 21,6% (3-я гр.) уровня общих липидов, а так же холестерола на 13,5% (2-я гр.) и 15,5% (3-я гр.). Помимо активности молочной железы, на снижение уровня липидов мог оказать влияние тот факт, что бетаин по своей структуре очень близок к карнитину, веществу участвующему в переносе через мембраны клеток жирных кислот, и поэтому мог усилить данный процесс.

Не установлено предполагаемого повышения в крови уровня фосфолипидов, уровень которых был ниже, чем в контроле на 17,7% (2-я гр.) и 14,3% (3-я гр.). Данный факт мы связываем с активностью молочной железы и использованием фосфолипидов (лецитина, кефалина), как источников для синтеза молочного жира, так и источника энергии для внутриклеточных процессов.

Определение уровня витамина А в крови животных выявило тенденцию к увеличению у коров, получавших бетафин. Из минеральных веществ были изучены уровни кальция и фосфора в крови животных. Обращает на себя внимание снижение на 4,4 и 6,4% уровня фосфора во 2-й и 3-й группах, по сравнению с контролем. Поскольку для животных более значимым является не столько концентрация, сколько соотношение Са и Р, то по группам оно оказалось на уровне 2,13 (контроль), 2,20 (2-я гр.) и 2,27 (3-я гр.), что подтверждает необходимость более тщательного балансирования рационов всех животных по фосфору.

Таким образом, полученные результаты не выявили нарушений в обмене веществ у коров опытных групп, а напротив, бетафин оказал положительное влияние на состояние обмена веществ, в результате чего, как следствие, повысился уровень молочной продуктивности опытных животных.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИНЕРАЛА ТРЕПЕЛА В СТАРТЕРНЫХ КОМБИКОРМАХ ДЛЯ ТЕЛЯТ

Н.И. Кирилова, А.В. Кириченко, В.С. Зотеев, Я.М. Бадалов
ВНИИ животноводства

Для ремонтного молодняка крупного рогатого скота особенно ответственным является молочный период выращивания, когда потребность в питательных и биологически активных веществах в

связи с интенсивным ростом животных велика, а развитие желудочно-кишечного тракта и его ферментных систем, присущих взрослым животным, еще не завершилась. Поэтому в хозяйствах, имеющих высокопродуктивные стада, стремятся обеспечить молодняк биологически полноценным и легкоусвояемым кормом путем выпаивания значительных количеств (по 500 кг и более на голову) цельного молока за молочный период. Однако такую систему выращивания телят вряд ли можно считать оправданной как с физиологической, так и особенно с экономической точек зрения. В связи с чем, в странах с развитым молочным скотоводством широко практикуется использование при выращивании телят стартерных комбикормов, занимающих промежуточное положение между молоком и растительными кормами. При их использовании обеспечивается более плавный переход с молочного типа питания на растительные рационы, снижаются стрессовые ситуации переходного периода.

Отечественная комбикормовая промышленность в значительных количествах выпускала для телят стартерные комбикорма по рецептам КР-1 и СКР-1. Эти комбикорма хорошо зарекомендовали себя при использовании их на промышленных комплексах по производству говядины и выращиванию нетелей. Обязательным компонентом их является сухое обезжиренное молоко и пищевой сахар. Кроме того, в их состав входит импортируемый в Россию соевый шрот. Перечисленные компоненты в значительной степени удорожают стартерные комбикорма, вырабатываемые по этим рецептам, и они в настоящее время не пользуются спросом, что обусловило прекращение их производства.

В этой связи ведется постоянный поиск альтернативных компонентов, которые позволили бы снизить стоимость стартерных комбикормов без существенного ухудшения их питательности и продуктивного действия. Вместе с тем, с целью повышения биологической полноценности стартерных комбикормов для телят, имеющих высокую удельную массу компонентов растительного происхождения, в их состав вводят такие биологически активные вещества, как ферментные препараты, биотики и поверхностно-активные вещества (детергенты). К последним, в первую очередь, относятся природные цеолитовые туфы, обладающие адсорбирующими и ионообменными свойствами. Многочисленными исследованиями показано, что цеолитовые туфы в значительной степени повышают переваримость и использование питательных веществ кормов рациона.

В последние годы довольно детально изучены цеолитовые туфы дальневосточного, сибирского и алтайского месторождений. Однако, транспортировка их сводит на нет экономическую целесообразность использования их в кормлении сельскохозяйственных животных. В связи с чем, в последние годы ведется интенсивный поиск месторождений цеолитовых туфов в европейской части России. К настоящему времени налажена промышленная добыча цеолитовых туфов в Чувашии, Татарстане, Орловской, Ульяновской и Калужской областях. Однако, прежде чем цеолитовые туфы новых месторождений могут быть рекомендованы для широкого использования в практике кормления сельскохозяйственных животных, их необходимо апробировать в научно-хозяйственных опытах на ограниченном поголовье.

В задачи настоящих исследований входило изучение влияния стартерных и постстартерных комбикормов, включающих в свой состав цеолитовый туф (трепел) Зекеевского месторождения (Калужская область), на поедаемость кормов, рост и развитие телят и

биохимический статус крови. Для реализации поставленных задач в опытном хозяйстве ВИЖа "Дубровицы" был проведен научно-хозяйственный опыт на 4 группах телят-аналогов по 10 голов в каждой. Опыт состоял из двух периодов: I период на телятах, выращиваемых с 1- до 4- месячного возраста и II период на телятах с 4- и до 6-месячного возраста. В I-й период опыта телята на фоне основного рациона, который был одинаковым во всех группах, получали стартерный комбикорм, который состоял из ячменя, подсолнечного шрота, сухого обезжиренного молока, минеральных и биологически активных добавок. В состав комбикормов для телят опытных групп был включен трепел в количестве 1, 1,5 и 2% по массе. Во второй период опыта постстартерный комбикорм состоял из зерносмеси (ячменя и пшеницы), подсолнечникового шрота, белотина, минеральных и биологически активных добавок. В состав комбикормов для телят опытных групп водили трепел в количестве 1,5; 2 и 3% по массе.

Проводимый ежедекадный групповой учет кормов показал, что состав комбикормов не оказал существенного влияния на их поедаемость, хотя в I-й период опыта была отмечена тенденция к некоторому снижению потребления телятами опытных групп стратерных комбикормов с трепелом. Так, потребление комбикормов, которые в этот период скармливались по поедаемости, составило соответственно групп: 1,12; 1,09; 1,05 и 1,05. Однако телята опытных групп потребляли несколько больше объемистых кормов, в результате чего потребление сухого вещества в среднем за I-й период составило: 3,05; 3,09; 3,09 и 3,03 кг на голову в сутки. Во второй период опыта, когда потребление комбикормов нормировалось, у телят опытных групп сохранилась тенденция к несколько большему потреблению объемистых кормов, в результате чего потребление сухого вещества соответственно групп составило: 4,55; 4,58; 4,62 и 4,61 кг на голову в сутки.

В целом за научно-хозяйственный опыт среднесуточное потребление сухого вещества составило соответственно групп: 3,54; 3,68; 3,69 и 3,65 кг, в том числе комбикормов 1,57; 1,55; 1,53 и 1,53кг. Индивидуальное ежемесячное взвешивание подопытных телят показало, что включение в состав комбикормов трепела в количестве 1 и 2% в I-й период опыта и 1,5 и 3% во II-й период не оказывало статистически достоверного влияния на прирост телят 2-й и 4-й опытных групп по сравнению с контролем (табл.1). Хотя следует отметить, что у телят

*Таблица 1.**Динамика живой массы и прирост подопытных телят***

Показатели	***Группы***			
	1-я (контр.)	2-я (опыт)	3-я (опыт)	4-я (опыт)
Живая масса, кг:				
при постановке	54,4±1,73	54,4±0,86	54,3±0,97	54,5±1,08
в 4-мес. возрасте	117,3±,19	118,3±1,30	129,8±1,3**	120,9±0.86
в 6-мес. возрасте	164,1±1,51	165,2±1,84	173,9±1,67**	69,4±0.86
Валовый прирост, кг:				
с 1 по 4- мес. возраст	62,9±2,49	63,9±0,76	69,5±0,97*	66,4±10,97
% контролю	100,0	101,6	110,5	105,6
с 4- по 6- мес. возраст	16,8±1,99	46,9±1,41	50,1±0.86x	48,5±0,76
% контролю	100,0	100,2	107,1	103,6

с 1 по 6- мес. возраст	109,7±2,27	110,8±1,41	119,6±1.4**	114,9±0.97
% контролю	100,0	101,0	109,0	104,7
Среднесуточный прирост, г				
с 1 по 4- мес. возраст	699±20,3	710±8,33	772±13,55*	738±10,06
% к контролю	100,0	101,6	110,4	105,6
с 4- по 6-и мес.	793±21,10	795±23,8	849±14,61*	822±14,32
% к контролю	100,0	100,3	107,1	103,7
с 1 по 6- мес. возраст	736±15,26	744±9,42	803±9,4I***	771±6,49
% к контролю	100,9	101.1	109,1	104,8

Различия по сравнению с контролем статистически достоверны при значении $p^{*} < 0,05$; $^{**} < 0,01$; $^{***} < 0,001$

4-й опытной группы наметилась явно выраженная тенденция позитивного влияния испытуемого комбикорма на энергию роста. Вместе с тем, исследования показали, что включение в состав стартерного комбикорма 1,5%, а в состав постстартерного 2% трепела повысило прирост телят на статистически достоверную величину. Так, среднесуточный прирост телят 3-й опытной группы превышал контроль в I период опыта на 10,4% ($p<0,001$), во второй период на 7,1% ($p<0,05$) и на 9,1% ($p<0,001$) в целом за научно-хозяйственный опыт.

Для выяснения влияния состава комбикормов на биохимический статус крови у телят в 5-месячном возрасте была взята из яремной вены кровь, в которой определяли некоторые показатели азотистого, углеводно-жирового и минерального обменов (табл.2). Ввиду того, что биохимические показатели крови телят 1-й и 2-й групп были близки по показателям, мы не приводим их в таблице, а показываем результаты 1-й, 3-й и 4-й опытных групп, которые и характеризуют реакцию организма на введение в комбикорм минерала (трепела). При введении трепела несколько изменяется обмен веществ в организме, о чем будет сказано ниже.

Таблица 2. ***Биохимический профиль крови телят, (n=9)***

Показатели	Ед. измер.			
		1-я (контроль)	3-я (опыт)	
Общий белок	г/л	72,4±5,55	76,9±3,32	76,1±2,26
Альбумины	г/л	37,8±0,65	38,03±0,68	37,7±1,06
Мочевина	*мг %*	22,9±0,40	20,8±0,92	24,1±3,45
Креатинин	мг %	1,20±0,0б	0,83±0,09*	1,01±0,16
Общий азот	мг %	2678±55,33	2613±98,77	2669±98,77
Небелковый азот	мг %	29,0±0,55	26,6±0,50	31,7±2,20
АЛТ	ИЕ/л	20,0±1,15	25,0±1,52	23,0±1,15
АСТ	ИЕ/л	61,0±2,72	63,0±5,03	63,0±0,98
Холестерол	мг %	51,1±5,30	66,7±10,12	60,1±12,14
Триглицериды	мг %	14,2±1,51	12,8±2,53	11,6±2,90
Глюкозы	мг %	91,7±15,5	84,7±5,60	87,8±5,09
Каротин	мг %	0,09±0,01	0,09±0,02	0,09±0,003
Витамин А	мг %	0,05±0,003	0,04±0,009	0,05±0
Кальций	мг %	12,1±0,59	12,2±0,15	11,9±0,37
Фосфор	мг %	8,51±0,41	7,9±0,56	7,9±0,40

Примечание. $p<0,05$

Концентрация метаболитов азотистого, липидного, углеводного и минерального обменов в крови телят всех трех групп находилась в пределах физиологической нормы. Между тем, по уровню в крови отдельных метаболитов между группами имелись и некоторые различия. Так, концентрация общего белка и фракций, его составляющих, отражает интенсивность биосинтетических процессов, протекающих в гепатоцитах печени. В 3-й и 4-й опытных группах концентрация общего белка была выше на 6,2 и 5,1% соответственно, чем у их аналогов из контроля. Поскольку количество альбуминов в крови телят всех групп находилось практически на одном уровне, то повышение уровня общего белка связано с ростом глобулиновых фракций. Одной из существенных функций глобулинов является их транспортная роль. Липо- и гликопротеиды, входящие в состав глобулинов, в значительных концентрациях используются периферийными тканями в качестве субстратов для обменных процессов.

Из метаболитов небелкового азота в крови телят были определены уровень мочевины и креатинина. Так, концентрация креатинина в 3-й опытной группе была на 30,9% ($p<0,05$), а в 4-й на 18,8% ниже, чем в контроле, причем разница между 3-й группой и контролем была статистически достоверной. Понижение в крови креатинина не имеет клинического значения, тогда как его повышение часто связывают с различными патологиями и, в частности, с мышечной дистрофией. Поскольку в контроле уровень креатинина находился в пределах допустимых физиологических норм, а животные были клинически здоровыми, то отмеченную разницу в уровне креатинина можно увязать с более низкими затратами энергии креатининфосфата, содержащегося в мышечной ткани у животных опытных групп и, тем самым, с лучшей их энергообеспеченностью.

Активность аминотранфераз АЛТ и АСТ была несколько выше в крови телят 3-й и 4-й опытных групп. Так, активность АЛТ на 25% и 15% в 3-й и 4-й группах была соответственно выше, чем в контроле, однако данная разница была статистически не достоверна.

Из показателей углеводно-липидного обмена были определены уровень в крови телят холестерола, триглицеридов и глюкозы. Концентрация холестерола в 4-й группе на 17,6%, а в 3-й на 30,5% была выше, чем в контроле, но разница статистически не достоверна. Холестерин в крови находится в свободной и эфиросвязанной с различными жирными кислотами форме. По нашему мнению, повысилась доля эфиросвязанной формы, поскольку концентрация триглицеридов в 3-й и 4-й опытных группах была на 9,9 и 10,3% ниже, чем в контроле. Распад эфирных связей в триглицеридах и освобождение жирных кислот сопровождается увеличением концентрации НЭЖК, а последние могут легко связываться с холестерином и транспортироваться к периферийным тканям, где используются в качестве энергетического и пластического субстрата.

Из показателей минерального обмена были изучены Са и Р. Концентрация фосфора в 3-й и 4-й опытных группах была ниже, чем в контроле на 7,1%. Однако соотношение Са:Р во всех группах находится в пределах нормы.

Таким образом, проведенные исследования позволили установить, что использование трепела в составе комбикорма-концентрата благоприятно сказывается на состоянии обменных процессов в организме телят и не вызывает отрицательного эффекта.

При этом наибольший эффект как в показателях, характеризующих интенсивность обменных процессов, так и в энергии роста был отмечен у телят 3-й опытной группы. Все это позволяет рекомендовать введение в состав комбикормов для телят минерала трепела, считая при этом оптимальной нормой ввода его 1,5% в стартерных и 2% в постстартерных комбикормах.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕЛЕНСОДЕРЖАЩЕГО ПРЕПАРАТА ДАФС-25 В КОМБИКОРМАХ ДЛЯ ПОРОСЯТ

А.Я. Яхин, М.П. Кирилов, В.А. Крохина, Р.И. Древко, Н.Н.Суменкова, А.И. Никитенков
ВНИИ животноводства

В настоящее время селену придается большое значение в питании животных, как одному из незаменимых микроэлементов. Согласно литературным данным, животноводство многих стран несет большие убытки от заболеваний, связанных с нарушением обмена веществ, таких как мышечная дистрофия, алиментарный некроз печени и другие. Характеризуются они дегенерацией сердечной и скелетной мускулатуры, некрозами печени, отеком легких и толстого кишечника, отставанием в росте молодняка свиней, высоким падежом животных. Основной причиной этих заболеваний является низкое содержание селена и витамина Е в рационах.

Все вышеизложенное дает основание считать, что проблема использования селена в животноводстве является актуальной, имеющей большое научное и практическое значение. Поэтому недостаточная изученность, а иногда противоречивость имеющихся в литературе материалов, свидетельствует о необходимости продолжения исследований по решению ряда вопросов, относящихся к данной проблеме. В этой связи применение в комбикормах для свиней нового органического селенсодержащего препарата ДАФС-25 представляет большой научный и практический интерес. ДАФС-25 (диацетофенонилселенид), отечественного производства, синтезирован в НИИ химии Саратовского государственного университета.

В задачу наших исследований входило изучить эффективность использования селенорганического препарата ДАФС-25 в премиксе для поросят, выращиваемых до 105-дневного возраста. Исследования проводили в экспериментальном хозяйстве ВИЖа "Кленово-Чегодаево" Подольского района Московской области на 22 помесных поросятах-отъемышах (крупная белая х ландрас), сформированных по принципу аналогов (породе, возрасту, живой массе) в две подопытные группы по 11 голов в каждой. Опыт продолжался с 60 до 105-дневного возраста. Поросятам 2-й опытной группы скармливали тот же комбикорм, но с добавкой изучаемого селеноорганического препарата ДАФС-25 (1,6 г/т). Опыт проводили по следующей схеме.

Схема опыта

Группы	Голов в группе	Возраст, дней		Характеристика кормления
		начало опыта	конец опыта	
1-я контрольная	11	60	105	полнорационный комбикорм (ПК)
2-я опытная	11	60	105	ПК + ДАФС-25

Состав и питательность комбикормов приведены в табл. 1. Изу-

Таблица 1. ***Состав и питательность комбикормов для поросят, выращиваемых с 60 до 105-дневного возраста***

Компоненты	Группы	
	1-я контрольная	2-я опытная
Пшеница	35	35
Ячмень	45	45
Шрот подсолнечный	8	8
Мука рыбная	5	5
Дрожжи кормовые	4	4
Мел	0,5	0,5
Фосфат кормовой	1,2	1,2
Соль поваренная	0,3	0,3
Премиксы: П51-1	1,0	—
П51-1-1 с ДАФС-25	—	1,0
в 1кг содержится:		
Кормовых единиц	1,14	1,14
Обменной энергии, МДж	12,7	12,7
Сырого протеина, г	180,3	180,3
Лизина, г	7,8	7,8
Метионина+цистина, г	6,1	6,1
Сырой клетчатки, г	40,7	40,7
Кальция, г	10,7	10,7
Фосфора, г	6,4	8,4

чаемую добавку вводили в комбикорм опытной группы в составе премикса П51-1 (табл. 2).

На протяжении всего эксперимента кормление поросят было нормированным. Исследования показали, что изучаемая нами добавка не оказывала какого-либо влияния на поедаемость комбикормов поросятами. И в контрольной, и в опытной группах животные полностью, без остатков съедали задаваемые им корма. Поэтому среднесуточное потребление комбикормов во всех группах было одинаковым - 1,36 кг (табл. 3).

Таблица 2. ***Рецепты премиксов для поросят, выращиваемых с 60 до 105-дневного возраста***

Компоненты	Единицы измерения	Премиксы	
		контрольный П51-1	опытный П51-1-1
Витамины: А	млн. МЕ	500	500
Д	млн. МЕ	50	50
Е	г	500	500
B_2	г	200	200
B_3	г	500	500
РР	г	1300	1300
B_{12}	г	2,5	2,5
С	кг	10	10
Железо	г	1100	1100
Марганец	г	800	800
Медь	г	520	520
Цинк	г	2000	2000
Йод	г	20	20
ДАФС-25	г	-	160
Наполнитель – отруби пшеничные	кг	до 1000	до 1000

Данные таблицы 3 показывают, что наиболее высокие среднесуточные приросты живой массы были у поросят 2-й опытной группы, получавших в составе комбикорма селеноорганический

препарат ДАФС-25 (416г). По сравнению с контрольной среднесуточные приросты массы у животных 2-й опытной группы увеличились на 9,0%.

Таблица 3. ***Основные результаты опыта***

Показатели	Группы	
	контрольная	опытная
Изучаемая добавка	-	ДАФС-25
Живая масса, кг: в начале опыта	19,5	19,4
в конце опыта	36,6	38,1
Прирост живой массы, кг	17,1	18,7
Среднесуточный прирост: г	380	416
% к контролю	100	109
Среднесуточное потребление комбикорма, кг	1,36	1,36
Затрачено комбикорма на 1 кг прироста: кг	3,58	3,27
% к контролю	100	91,4

В конце опыта поросята 2-й опытной группы имели более высокую живую массу, чем контрольные (38,1 кг, против 36,6 кг - в контроле).

Как было сказано выше, животных кормили нормировано и они полностью съедали задаваемые им корма. Поэтому потребление комбикорма было одинаковым во всех группах - 1,36 кг в сутки на голову. Следовательно, более высокие приросты живой массы у поросят опытных групп, получавших изучаемую нами добавку, были результатом лучшего использования ими комбикормов. Затраты их на 1 кг прироста живой массы во 2-й опытной группе были меньше, чем в контрольной и составили 3,27 кг, а в контрольной ~ 3,58 кг. Расчет экономической эффективности использования ДАФС-25 представлен в табл. 4.

Таблица 4. ***Экономическая эффективность использования ДАФС-25 в комбикормах для поросят, выращиваемых с 60 до 105-дн. возраста (в среднем на 1 голову)***

Показатели	Группы	
	1 контрольная	2-я опытная
Израсходовано кормов, кг	61,2	61,2
в том числе ДАФС-25, г	-	0,1
Стоимость кормов, руб.	45,9	46,3
в том числе ДАФС-25, руб.	-	0,42
Разница в стоимости кормов, руб.	-	+0,4
Прирост живой массы, кг	17,1	18,7
Дополнительный прирост, кг	-	1,6
Реализационная стоимость дополн. прироста (20 руб. за 1 кг), руб.	-	32
Повышение стоимости дополн. прироста над разницей в стоимости кормов, руб.	-	+31,6

Таким образом, применение селеноорганического препарата ДАФС-25 способствовало увеличению среднесуточных приростов массы на 9,0% при более низких затратах комбикорма на 1кг прироста массы (на 8,6%).

КОМБИКОРМА ДЛЯ ТЕЛЯТ И ПОРОСЯТ С КОМПЛЕКСНЫМ ФЕРМЕНТНЫМ ПРЕПАРАТОМ МЭК СХ - 3

В.А.Крохина, В.М.Фантин, Н.И.Анисова, Р.З.Фатрахманов, А.В.Карабанов, Я.М.Бадалов
ВНИИ животноводства

Научный поиск и практическое внедрение веществ, которые стимулировали бы переваримость и использование питательных веществ кормов, является одной из задач, стоящих перед учеными, работающими в области кормления сельскохозяйственных животных. К этим веществам относятся витамины, микроэлементы, антибиотики, комплексные ферментные препараты и т.д. Опыты по определению активности пищеварительных ферментов в первые дни и недели жизни телят и поросят показали, что активность ферментов повышается с возрастом животных. У молодняка сельскохозяйственных животных ферментная система недостаточно развита для эффективного усвоения питательных веществ растительных кормов. Добавка комплексных экзогенных препаратов может способствовать лучшему использованию питательных веществ рациона и более быстрому становлению пищеварения.

В последние годы учеными ВИЖа проведена серия опытов на животных по испытанию мультиэнзимных композиций (МЭК), разработанных совместно с сотрудниками лаборатории ферментных препаратов Института биотехнологии. Одной из последних разработок является мультиэнзимная композиция МЭК СХ-3, предназначенная для комбикормов, в состав которых входят отруби и овес. В связи с вышеизложенным, были проведены исследования, целью которых являлась разработка и апробация в производственных условиях рецептов комбикормов с различной нормой ввода в их состав МЭК СХ-3 для телят молочного периода выращивания, а также изучение их влияния на потребление кормов, переваримость и использование питательных веществ рациона, рост, развитие телят, затраты кормов, экономическую эффективность использования комбикормов по разработанным рецептам.

В опытном хозяйстве ВИЖа "Дубровицы" было проведено два научно-хозяйственных опыта по представленной ниже схеме. Экспериментальные партии комбикормов были приготовлены непосредственно в хозяйстве. В таблице 1 представлены рецепты комбикормов, приготовленных для телят контрольной группы. Для животных опытных групп были приготовлены комбикорма, обогащенные мультиэнзимной композицией МЭК СХ-3. В один опытный комбикорм вводили ферменты в количестве 0,5 г на кг, в другой - I г на кг комбикорма.

Схема опытов

Группы	Кол-во голов	Возраст, дней		Условия кормления
		при постановке на опыт	при снятии с опыта	
I научно-хозяйственный опыт				
1-я контрольная	10	52	120	Основной рацион (ОР) + комбикорм стартер (КС)
2-я опытная	10	32	120	ОР+КС, обогащенный 0,05%МЭК СХ-3
3-я опытная	10	52	120	ОР+КС, обогащенный 0,01%МЭК СХ-3
II научно-хозяйственный опыт				
1-я	10	120	180	ОР + комбикорм

контрольная				концентрат (КК)	
2-я опытная	10	120	180	ОР + КК, с МЭК СХ-3 кг на тонну)	(0,5
3-я опытная	10	120	180	ОР + КК, с МЭК СХ-3 кг на тонну)	(1

Кормление телят осуществлялось по схеме, принятой в хозяйстве. Рационы животных как в первом научно-хозяйственном опыте, так и во втором различались только составом комбикормов. Учет заданных кормов и их остатков, проводимый в течение опытов, показал, что различные нормы ввода МЭК СХ-3 в состав комбикормов не оказывали существенного влияния на суточное потребление кормов телятами различных групп.

Таблица 1. ***Состав (%) и питательность комбикормов***

Компоненты и показатели питательности	I научно-хозяйственный опыт	II научно-хозяйственный опыт
Ячмень	57	42
Овес	15	15
Отруби пшеничные	15	15
Шрот подсолнечный	25	20
СОМ	5	-
Травяная мука	-	5
Соль поваренная	0,5	0,5
Мел	0,5	0,5
Обесфторенный фосфат	1,0	1,0
Премикс	1,0	1,0
В 1 кг комбикорма содержится:		
Кормовых единиц	1,2	1,04
Обменной энергии, МДж	10,3	9,89
Сухого вещества, г	861	840
Сырого протеина, г	202	175
Сырой клетчатки, г	63	87
Сырого жира, г	41	25
Кальция,г	6,3	5,2
Фосфора,г	8,2	6,3

Результаты балансового опыта, проведенного на телятах в 3,5- месячном возрасте, отражены в таблице 2.

Таблица 2*. Коэффициенты переваримости питательных веществ (%)*

Питательные вещества	Группы		
	1-я	2-я	3-я
Сухое вещество	67,0±2,64	67,3±1,86	71,3±2,33
Органическое вещество	67,3±2,53	68,3±1,83	72,3±2,18
Протеин	65,3±3,18	66,7±2,73	69,7±2,11
Жир	66,7±4,81	67,7±2,83	67,0±6,66
Клетчатка	46,3±2,24	48,7±1,76	49,0±7,51
Б Э В	72,3±2,40	74,7±1,67	78,7±1,33

Полученные данные свидетельствуют о том, что практически все питательные вещества животные опытных групп переваривали лучше, чем их аналоги из контрольной группы. Очевидно положительное влияние ввода мультиэнзимной композиции МЭК СХ-3, так как прочие условия кормления и содержания были одинаковыми.

Повышение переваримости и использования питательных веществ рационов позитивно сказалось на приростах живой массы телят и затратах кормов на единицу продукции. Так, в первом научно-хозяйственном опыте приросты составили 610, 655 и 701 г. Аналогичная ситуация наблюдалась и во втором эксперименте:

среднесуточные приросты живой массы опытных телят превышали контроль на 28 и 58 г или 4,8 и 9,9%. Наблюдалась тенденция к снижению затрат на единицу продукции: в первом опыте контрольным животным на производство I кг прироста было необходимо 4,02 к.ед., а в опытных группах - 3,74 и 3,6, во втором - 6,1 5,9 и 5,6 к.ед. соответственно по группам.

Использование в составе стартерных комбикормов мультиэнзимной композиции повысило в крови уровень общего белка, мочевины, креатинина, активность АСТ и холестерола, что свидетельствует об усилении интенсивности энергетического и белкового обменов в организме животных.

Экономические расчеты, выполненные на основании результатов исследований в I научно-хозяйственном опыте, показали, что себестоимость 1 ц прироста живой массы в опытных группах была на 6,4-9,8% меньше, чем в контроле, во II опыте – на 3,2- 5,1%. В обоих опытах от животных опытных групп был получен более высокий валовый прирост живой массы, который позволил компенсировать затраты, связанные с приобретением МЭК СХ-3. В результате этого прибыль от условной реализации в расчете на голову в опытных группах была на 143,8-254,2 и 45,4-82,3 руб. больше, чем в контроле.

Таким образом, проведанные исследования свидетельствуют о значительной экономической эффективности и целесообразности использования в кормлении телят комбикормов с МЭК СХ-3. При этом, лучший эффект получен при введении ферментного комплекса в количестве 0,1%.

С целью изучения влияния добавки мультиэнзимной композиции МЭК-СХ-3 в комбикорма для поросят, выращиваемых с 60 до 120-дневного возраста на свиноферме экспериментального хозяйства ВИЖа "Кленово-Чегодаево" Подольского района Московской области был проведен научно-хозяйственный опыт. Для опыта были отобраны 72 головы поросят 60-дневного возраста и по принципу аналогов (с учетом пола, возраста и живой массы) распределены в три группы по 24 головы в каждую. Кормление и содержание поросят в группах было одинаковым. Кормили животных два раза в день полнорационным комбикормом, вырабатываемым по разработанному нами рецепту. Опыт продолжался до достижения поросятами 120-дневного возраста.

Схема опыта

Группа	Голов в группе	Характеристика кормления
1-я контрольная	24	Полнорационный комбикорм (ПК) без добавки фермента
2-я опытная	24	ПК+МЭК СХ-3 (0,1% по массе)
3-я опытная	24	ПК+МЭК СХ-3 (0,05% по массе)

Согласно схеме эксперимента, животным контрольной группы скармливали полнорационный комбикорм без добавки мультиэнзимной композиции (табл. 3). Поросята 2-й и 3-й опытных групп получали тот же комбикорм, но с добавками МЭК СХ-3 из расчета 1,0 или 0,5 кг на 1т комбикорма соответственно группам. В состав МЭК СХ-3 входили следующие основные ферменты: пектат-трансамилаза, В-глюканаза и ксиланаза.

Для определения влияния изучаемого фактора на энергию роста, поросят индивидуально взвешивали: в 60-, 90-, и 120-дневном

возрасте. В течение всего опыта вели ежедневный учет задаваемых кормов и их остатков. Вели постоянное наблюдение за состоянием здоровья животных и процессом пищеварения (по консистенции кала). В течение всего опыта поросят контрольной и опытных групп кормили полнорационным комбикормом, в котором на долю зерновых злаковых компонентов приходилось 65% от массы комбикорма, в том числе на долю овса - 15% (табл. 3).

Таблица 3. **Состав и питательность комбикорма для поросят, выращиваемых с 60 до 120-дневного возраста**

Компоненты	%
Овес	15,0
Пшеница	30,0
Ячмень	20,2
Отруби пшеничные	15,0
Шрот соевый	14,0
Рыбная мука	3,0
Фосфат кормовой	0,9
Мел	0,7
Соль поваренная	0,2
Премикс	1,0
В 1 кг содержится:	
Обменной энергии, МДж	12,1
Сырого протеина, г	171
Лизина, г	8,76
Метионина+цистина, г	5,76
Сырой клетчатки, г	58,0
Сырого жира, г	28,2
Кальция, г	8,55
Фосфора, г	7,02

Кроме того, в комбикорм вводили пшеничные отруби в количестве 15% по массе. Оба эти компонента являются нежелательными в комбикормах для поросят данной возрастной группы из-за высокого содержания в них клетчатки.

Данные многочисленных исследований свидетельствуют о том, что использование сырой клетчатки животными (моногастричными) значительно варьирует в зависимости от источника клетчатки, степени ее лигнификации, количества в рационе, возраста животного, его адаптации к источнику клетчатки, индивидуальных особенностей животного. В зависимости от этих факторов переваримость сырой клетчатки может изменяться от 0 до 97%. Кроме того, в отрубях зерновых культур содержится до 15,5% белка. Переваримость его в пищеварительном тракте моногастричных животных низкая из-за значительной толщины трудногидролизуемых клеточных стенок, перекрывающих доступ к белку, и таким образом снижающих атакуемость биополимеров эндогенными ферментами. Деградация белков становится возможной только вследствие либо модификации клеточных стенок под влиянием термодеструктивных факторов, либо путем ферментативного разрушения образующих клеточные стенки полисахаридов с использованием экзогенных ферментов. Только в этом случае протеолитические и другие эндогенные ферменты могут проникать внутрь клеток, что, в свою очередь, будет способствовать повышению переваримости и усвояемости белка, составляющих его аминокислот и энергии.

Согласно таблице 3, в опытном комбикорме содержалось (по массе) 65% зерновых компонентов и 15% -пшеничных отрубей. Проведенные нами расчеты показали, что в этих компонентах на долю некрахмалистых полисахаридов - ß-глюканов и арабиноксиланов приходилось соответственно 20,5 и 85,9 г (табл. 4).

Таблица 4. **Содержание ß-глюканов и арабиноксиланов в зерновых компонентах опытного комбикорма (г)**

Компоненты	Количество	В-глюканы	Арабиноксиланы
Овес	150	4,95	12,75
Пшеница	300	3,00	22,80
Ячмень	200	9,40	14,60
Отруби пшеничные	150	3,15	35,70
Итого	800	20,5	85,85

Из таблицы видно, что некрахмалистые полисахариды (НКП) были представлены в зерновых компонентах комбикорма в основном, арабиноксиланами. От общего количества НКП на их долю в опытном комбикорме приходилось 80,7%. Поросятам 1-й контрольной группы опытный комбикорм с указанным выше количеством некрахмалистых полисахаридов скармливали без добавки МЭК СХ-3. В этот же комбикорм поросятам 2-й и 3-й опытных групп вводили МЭК СХ-3 в количестве 0,1 и 0,05% по массе соответственно. Кормление поросят было нормированным.

Исследования показали, что добавка мультиэнзимной композиции не оказывала влияния на поедаемость комбикормов животными. В контрольной и опытных группах поросята полностью, без остатков, съедали задаваемые корма. Поэтому среднесуточное потребление кормов во всех группах было одинаковым -1,52кг (табл. 5). Однако, добавка МЭК СХ-3 оказывала существенное влияние на продуктивность животных. Наиболее высокие среднесуточные приросты живой массы были у поросят 2-й опытной группы, получавших в составе комбикорма 0,1% МЭК СХ-3 (478 г). По сравнению с контрольной группой, животным которой скармливали комбикорм без ферментной добавки, среднесуточный прирост у поросят 2-й опытной группы увеличился на 25,2%.

Согласно имеющимся в литературе данным, эффективность применения комплексных ферментных препаратов в комбикормах для свиней зависит от многих факторов, в том числе от качества зерновых компонентов, вводимых в комбикорма. Так, по результатам исследований Молоскина (1999 г.) применение нового ферментного препарата "Роабиво" (фирмы Рон-Пуленг) в составе рациона с пшеницей высокого класса позволило увеличить приросты массы у поросят на 10,7%, а при использовании низкосортной пшеницы - на 26%, при лучшем использовании корма. Возможно, что результаты, полученные нами (увеличение среднесуточных приростов массы на 25,2% у поросят 2-й группы) в какой-то мере согласуются с вышеприведенными и позволяют предположить, что использованное в опытном комбикорме фуражное зерно не соответствовало высокосортному.

Таблица 5. **Влияние добавки МЭК СХ-3 на среднесуточные приросты живой массы и затраты комбикорма на 1кг прироста**

Показатели	Группы		
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная
Добавка МЭК СХ-3	без добавки	0,1	0,05
Живая масса, кг:			
в начале	15,7±0,17	15,75±0,17	15,8±0,15
в конце	38,9±1,3	44,9±0,85	40,9±0,97
Прирост живой массы, кг	23,2±1,2	29,15±0,76	25,1±0,92

Среднесуточный прирост:			
г	381±19,9	478±12,4	412±14,7
% к контролю	100	125,2	108,4
Среднесуточное потребление комбикорма, кг	1,52	1,52	1,52
Затрачено комбикорма на 1кг прироста:			
кг	3,99	3,18	3,68
% к контролю	100	79,7	92,2
Затрачено сырого протеина на 1кг прироста:			
г	682	544	631
% к контролю	100	79,8	92,5

Другим фактором, влиявшим на эффективность применения МЭК СХ-3, была норма ввода ее в комбикорма. Введение в комбикорм МЭК СХ-3 в количестве 0,05% (3-я опытная группа) позволило увеличить среднесуточные приросты массы у поросят на 8,4% по сравнению с контрольной группой. Однако уменьшение нормы ввода МЭК СХ-3 в комбикорм с 0,1 до 0,05% сопровождалось уменьшением среднесуточных приростов массы с 478 г (2-я группа) до 412 г (3-я группа) или на 13,8%. В результате в конце опыта поросята 2-й и 3-й групп, получавшие в составе комбикорма МЭК СХ-3, имели более высокую живую массу, чем контрольные (44,9 и 40,9 кг соответственно, а в контроле-38,9кг). Общий прирост живой массы у поросят опытных групп был больше, чем у контрольных, соответственно на 6,0 и 2,0кг.

В связи с тем, что поросята 1-й контрольной, 2-й и 3-й опытных групп получали одинаковое количество корма и полностью съедали его, затраты комбикорма на 1кг прироста массы находились в соответствии с приростом живой массы. Наиболее низкими затраты комбикорма на 1кг прироста были у поросят 2-й группы (3,18кг), получавших комбикорм с 0,1%-й добавкой МЭК СХ-3. Добавка 1кг МЭК СХ-3 на 1т опытного комбикорма уменьшала его расход для получения 1 ц прироста живой массы на 81кг. Уменьшение нормы ввода мультиэнзимной композиции МЭК СХ-3 в опытный комбикорм с 1,0 до 0,5кг на тонну, улучшало этот показатель по сравнению с контрольной группой на 7,5%, а по сравнению со 2-й опытной группой, затраты комбикорма на 1кг прироста у поросят 3-й опытной группы увеличились на 15,65% и составили 3,68кг.

Как отмечалось выше, в условиях нормированного кормления задаваемые корма поедались поросятами полностью во всех группах, что служило показателем хорошего аппетита. Расстройств пищеварения не отмечалось. Прирост массы у контрольных и особенно у опытных животных был на достаточно высоком уровне. Это является свидетельством того, что животные были клинически здоровыми. Сохранность поросят во всех группах была 100%. Таким образом, мультиэнзимная композиция МЭК СХ-3, разработанная для комбикормов с увеличенным количеством нелущеного овса и пшеничных отрубей, повышает эффективность использования таких комбикормов и их продуктивное действие при выращивании поросят с 60 до 120-дневного возраста. Из изученных нами двух уровней добавки МЭК СХ-3 в комбикорм - 0,1 и 0,05% по массе, наиболее эффективным оказался 0,1 %.

При выращивании поросят с 60 до 120-дневного возраста на полнорационном комбикорме, с увеличенным количеством нелущеного

овса и пшеничных отрубей (до 30% в сумме), добавка МЭК СХ-3 в дозе 0,1% по массе способствовала увеличению среднесуточных приростов на 25,2% за счет лучшего использования комбикорма. Затраты его на 1 кг прироста уменьшились с 3,99 в контроле до 3,18кг в опыте. Уменьшение нормы ввода МЭК СХ-3 с 0,1 до 0,05% в комбикорм, компонентами в котором были овес и пшеничные отруби, способствовало снижению среднесуточных приростов массы у поросят с 478г до 412г или на 13,8% и увеличению затрат комбикорма на 1кг прироста с 3,18 до 3,68 кг или на 15,6%.

ВЛИЯНИЕ ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩЕЙ ПОДКОРМКИ НА ПЕРЕВАРИМОСТЬ И МЕЖУТОЧНЫЙ ОБМЕН ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И АЗОТСОДЕРЖАЩИХ МЕТАБОЛИТОВ У ЖВАЧНЫХ ЖИВОТНЫХ

Т.И.Кочан, А.Ф.Симаков, Г.Г.Кудрякова, В.Д.Шадрина

Институт физиологии Коми научного центра УрО РАН, Сыктывкар

Цеолитсодержащие породы, благодаря уникальным сорбционным, ионообменным, молекулярно-ситовым и каталитическим свойствам, находят все большее применение в кормлении сельскохозяйственных животных. Входящие в состав породы цеолиты представляют группу алюмосиликатов – минералов, обладающих высокой химической активностью и большим запасом обменных катионов. Механизм действия природных цеолитовых туфов на организм животных в настоящее время мало изучен, но опыт применения такого рода подкормок в животноводстве свидетельствует о положительном их влиянии на состояние здоровья, обмен веществ, продуктивность, воспроизводительную способность животных, а также на качественные показатели животноводческой продукции, используемой человеком.

На территории Республики Коми выделена Тиманская цеолитоносная провинция с преобладающим содержанием анальцима (5). Изучение состава и ионообменных характеристик анальцимсодержащей породы (АСП) показало, что по содержанию химических элементов и своим свойствам АСП очень сходна с пегасином (7), который, как следует из данных литературы (2-4, 6, 8), уже находит применение в кормлении жвачных животных. Более того, установлено положительное влияние «цеолитного» мяса животных, откармливаемых на рационе с применением пегасина, на гормональный статус человека (1). Исследования по изучению эффективности использования АСП Тиманского месторождения в животноводческой практике не проводились. Поэтому цель настоящей работы состояла в том, чтобы изучить влияние скармливания АСП на переваримость питательных веществ и межуточный обмен энергетических и азотсодержащих метаболитов в организме овец и телят.

Опыты проведены методом групп-аналогов на животных годовалого возраста: 6 овцах (контрольная и опытная группы) и 9 телятах (контрольная и две опытные группы). Исходя из данных литературы по оптимальному количеству цеолитсодержащих пород, вводимых в рацион жвачных животных, в опытах на овцах нами была испытана суточная доза АСП в количестве 5% от сухого вещества рациона, или 1,3 г на кг живой массы. Контрольная группа овец получала основной рацион в виде кормосмеси: 0,2 кг комбикорма, 0,8 кг сенной резки и 2,5 кг силоса; опытная группа – основной рацион с добавлением АСП. Породу в измельченном виде (1-3 мм)

предварительно смешивали с комбикормом. В течение месяца учитывали поедаемость кормосмесей, затем по общепринятой методике проводили трехсуточный балансовый опыт в двух повторностях. В конце каждой повторности у животных брали кровь из яремной вены. По окончании эксперимента провели контрольный убой двух животных из каждой группы для извлечения содержимого рубца.

Учитывая результаты, полученные в опытах на овцах, в дальнейших экспериментах на телятах нами были испытаны две меньшие дозы исследуемой породы, составляющие 1,6 и 3,2% от сухого вещества рациона. Контрольная группа телят получала основной хозяйственный рацион: 3,3 кг сена, 11 кг силоса, 4 кг комбикорма. Животным опытных групп дополнительно к основному рациону в смеси с комбикормом скармливали АСП из расчета: 0,5 г на 1 кг живой массы (ЖМ) – опыт I и 1 г/кг ЖМ – опыт II. В конце учетного периода были проведены балансовые опыты и взята кровь из яремной вены телят.

По общепринятым методикам определяли: в пробах кормов и кала - протеин, жир, клетчатку, безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ), растворимые углеводы; в пробах мочи – кетоновые тела, общий, мочевинный и аминный азот; в крови – глюкозу, кетоновые тела, общий белок, мочевину, аминный и общий азот. Летучие жирные кислоты (ЛЖК) в рубцовой жидкости определяли методом газожидкостной хроматографии; аминокислоты крови – на автоматическом анализаторе ААА-881.

Результаты исследований на овцах показали, что скармливание им цеолитсодержащей подкормки в дозе 5% от сухого вещества рациона не оказало существенного влияния на потребление корма. Среднесуточная поедаемость кормосмеси овцами контрольной группы составила 2,38 кг, при добавлении АСП – 2,39 кг. В пересчете на воздушно-сухое вещество была отмечена тенденция к снижению потребления на 7,9%. Небольшие различия в выделении сухого вещества с калом (351 г в опыте против 342 г в контроле) свидетельствовали о том, что применение в кормлении овец АСП не оказало влияния на суточное количество экскрементов и на переваримость кормов.

Переваримость протеина, жира и клетчатки в опытной и контрольной группах животных не имела достоверных отличий. Однако, следует отметить, что при некотором повышении выделения с калом сухого вещества, содержание в нем клетчатки уменьшилось на 19% (от 336 до 272 г/кг сухого вещества, $P<0,01$), а среднесуточное выделение полисахарида проявляло тенденцию к снижению на 10%. Аналогичная тенденция установлена по показателям переваримости жира: в опытной группе овец с калом его выделялось на 25% меньше, чем в контрольной (6,8 г против 8,5 г). В результате коэффициенты усвоения клетчатки и жира несколько увеличились (от 58,3 и 72,8% до 61,1 и 75,2% соответственно). Коэффициент переваримости сырого протеина, напротив, при введении в кормосмесь АСП проявлял тенденцию к снижению (на 4,4%). Переваримое количество растворимых углеводов (при этом имеется в виду «кажущаяся» переваримость, поскольку сахара, выделяемые с калом, могут быть вторичного микробного происхождения) на рационе с АСП понизилось на 35% ($p<0,05$) за счет моносахаридов. Повышенное выделение с калом сахаров, возможно, объясняется их адсорбцией цеолитом.

В рубцовом содержимом опытных овец по сравнению с контрольной группой животных увеличилась концентрация растворимых углеводов в среднем на 14%, ацетата, пропионата и бутирата соответственно на 6, 17 и 55% ($p<0,01$). Это свидетельствует о

том, что введение в рацион АСП стимулирует интенсивность рубцового метаболизма: активирует процессы расщепления полисахаридов до сахаров и сбраживания последних до ЛЖК. В крови овец опытной группы отмечалось повышение уровня глюкозы (в среднем на 7%) и кетоновых тел (на 17%, $p<0,05$). Изменение концентрации последних происходило в пределах физиологической нормы за счет увеличения фракции ацетона и ацетоацетата до 1,06 мг%, против 0,68 мг% в контроле ($p<0,05$). Концентрация кетоновых тел в моче опытных животных также увеличилась: ацетона и ацетоацетата - на 27% ($p<0,01$), β-оксибутирата - на 17%. Некоторое увеличение ацетонемии, а в результате кетонурии у овец, по-видимому, обусловлено повышенным образованием в ходе рубцового метаболизма масляной кислоты, в чем проявилось специфическое действие АСП.

Скармливание овцам АСП обусловило тенденцию к повышению в крови общего азота на 12%, за счет роста белковой его части на 13% ,при одновременном снижении небелковой на 19%, в том числе мочевинного азота на 20% и аминного на 50%, ($p<0,05$). Концентрация аминного азота является суммарным показателем насыщенности циркулирующей крови аминокислотами. Содержание их в крови определяется поступлением из пищеварительного тракта и использованием в метаболических процессах. При сбалансированности рациона отмечается минимальная концентрация свободных аминокислот. С этих позиций снижение концентрации аминного азота в крови опытных животных можно объяснить положительным влиянием АСП на белковый обмен. Возможно, это обусловлено адсорбцией ионов аммония цеолитсодержащей породой. Концентрация общего азота в моче овец опытной группы повысилась в 1,5 раза (от 984 до 1439 мг%, $p<0,01$) за счет увеличения в ней уровня мочевины вдвое ($p<0,01$). Повышение процента мочевинного азота от общего до 80,6 в опыте, против 55,4% ($p<0,05$) в контроле, свидетельствует об улучшении в организме животных мочевинообразовательной функции печени.

Меньший среднесуточный прирост живой массы овец (54,3 г) в опытной группе, по сравнению с контролем (70,8 г), свидетельствует о том, что добавка АСП в дозе 5% от сухого вещества рациона не может быть рекомендована для откорма животных.

Изучение эффективности скармливания двух меньших доз АСП молодняку крупного рогатого скота (телятам) показало, что при добавлении в рацион цеолитсодержащей подкормки проявлялась незначительная тенденция к снижению потребления сухого вещества животными опытных групп (до 6,7 и 6,5 кг против 7,1 кг в контроле). Скармливание телятам АСП в дозе 0,5 г/кг ЖМ не оказало влияния на переваримость питательных веществ: поступление с рационом переваримого органического вещества, протеина, жира, клетчатки, БЭВ, общего, белкового и небелкового азота, моносахаридов было идентичным с показателями в контрольной группе животных. При введении в рацион вдвое большей дозы АСП отмечена тенденция к снижению потребления телятами вышеуказанных переваримых питательных веществ примерно в равной степени (на 7%) по сравнению с контролем. Однако коэффициенты переваримости веществ сохранялись на том же уровне, что и в двух предыдущих группах. Исключение составлял показатель усвояемости глюкозы (он повысился с 78,2 до 85,3%, $p<0,01$) и белкового азота, процент усвоения которого достоверно снизился от 59,2 в контроле до 50,4 ($p<0,01$) в опыте.

Меньшая доза АСП привела к снижению выделения с калом большинства как заменимых, так и незаменимых аминокислот. Из

числа заменимых в большей степени – цистина, тирозина, серина и пролина, а именно, на 64, 22, 11 и 11% соответственно по сравнению с контролем; из незаменимых - метионина, гистидина, фенилаланина, треонина на 38, 22, 11 и 9%. В соответствии с изменением выведения аминокислот из организма телят при действии подкормки проявлялась тенденция к повышению их усвоения: цистина, тирозина, серина, пролина метионина, гистидина, фенилаланина и треонина на 20, 13, 13, 6, 15, 24, 12, 8%, соответственно. Увеличение дозы АСП, наоборот, приводило к снижению усвояемого количества аминокислот: незаменимых на 10%, заменимых на 8%, по сравнению с контрольной группой животных.

По биохимическим показателям мочи (содержанию кетоновых тел и азотсодержащих веществ) не отмечено достоверных межгрупповых различий. Концентрация азота в моче находилась в пределах нормы у всех групп животных: в контроле она составляла 635 мг%, в 1-й и 2-й опытных группах – 693 и 587 мг%. Однако, при добавлении в рацион АСП в дозе 0,5 г/кг ЖМ проявлялась тенденция к повышению содержания мочевины в моче до 68%, против 64% в контроле, что в некоторой степени свидетельствует об улучшении мочевинообразовательной функции печени телят опытной группы.

У телят опытных групп при аминокислотной сбалансированности рациона и общем потреблении протеина на уровне контрольной группы, концентрация аминного азота в крови понизилась в 2 и 4 раза ($p<0,01$). Исходя из того, что содержание свободных аминокислот в плазме крови отражает степень удовлетворения потребностей животных в данных метаболитах, существенное снижение концентрации аминного азота можно объяснить положительным влиянием цеолитсодержащих пород на белковый обмен.

Достоверно значимое влияние АСП выявлено на концентрацию в крови кетоновых тел: она уменьшилась на 73% ($p<0,01$) в 1-й опытной группе телят и на 67% ($p<0,05$) – во 2-й. Снижение суммарного количества кетоновых тел происходило, главным образом, за счет уменьшения фракции ацетона с ацетоацетатом. Этот факт свидетельствует об усилении использования ацетил-КоА – предшественника кетоновых тел – в цикле трикарбоновых кислот или в синтезе жирных кислот. Если сравнить результаты с данными, полученными в опытах на овцах, где был отмечен противоположный эффект при скармливании подкормки, то можно сделать вывод о благоприятном действии на показатели энергетического обмена меньших доз АСП. Концентрация глюкозы в крови животных при этом не имела достоверных межгрупповых отличий (табл. 1).

Таким образом, скармливание обеих доз АСП телятам привело к некоторому изменению показателей межуточного обмена веществ, но в пределах физиологической нормы. Исключение составляло снижение в крови концентрации аминного азота, но, поскольку выведение азотистых веществ из организма телят опытных групп не превышало таковых показателей в контроле, и проявлялась тенденция к повышению усвоения ряда аминокислот, можно предположить, что введение в рацион подкормки способствовало более эффективному использованию аминокислот в обменных процессах, в частности, в окислительно-восстановительном цикле трикарбоновых кислот.

*Таблица 1.**Биохимические показатели крови телят, мг%***

Показатели	Группы		
	контроль	опыт I	опыт II
Глюкоза	74,5±2,4	75,5±1,0	76,3±1,6
Ацетон +ацетоацетат	1,0±0,3	0,1±0,0*	0,2±0,1
Бета-оксибутират	3,8±1,0	1,2±0,3	1,4±0,6
Сумма кетоновых тел	4,8±1,0	1,3±0,2*	1,6±0,7*
Общий белок, г%	7,2±0,3	7,6±0,3	7,2±0,3
Мочевина	36,6±2,1	32,3±1,9	31,2±1,1*
Аминный азот	3,9±0,5	1,9±0,7	0,8±1,2**
Общий азот	1115,0±45,0	1227,0±51,0	1194±9,0

Примечание: Звездочками обозначена достоверность разницы меду контролем и опытом - * p<0,05, ** p<0,01

Одним из основных показателей эффективности скармливания цеолитсодержащей подкормки является продуктивность животных. В наших опытах установлено, что на основном рационе и при добавке в него меньшей дозы АСП обеспечивался одинаковый прирост живой массы телят (656 г в сутки), а при использовании вдвое большей цеолитсодержащей подкормки – он был немного ниже (640 г). Однако, учитывая некоторое снижение поедаемости и меньшее поступление кормовых единиц в группах телят, получавших подкормку, нами был проведен расчет затрат переваримых питательных веществ (протеина, жира, клетчатки, БЭВ) на единицу среднесуточного прироста живой массы, из которых следует, что в опытных группах они были ниже, чем в контроле (в 1-й на 9, 4, 6 и 6%, во 2-й на 11, 8, 10 и 6% соответственно).

Полученные данные позволяют сделать заключение о целесообразности скармливания растущим телятам анальцимсодержащей породы в дозе 0,5 г/кг ЖМ, что обеспечивает одинаковый прирост живой массы как и на основном рационе, но при более экономном расходовании кормов. Оптимальная доза АСП способствовала повышению биологической полноценности кормов, оказывала благоприятное влияние на процессы пищеварения и межуточный обмен энергетических и азотсодержащих веществ в организме животных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Панин Л.Е., Третьякова Т.А., Волощинский П.Е. и др. Гормональный статус и перекисное окисление липидов в крови человека при употреблении в пищу говядины, полученной с применением пегасина. В кн.: Природные цеолиты в народном хозяйстве. Тез. докл. Всес. совещ. Новосибирск, 1990, 195-196
2. Шадрин А.М., Лучко Г.В., Стюпин А.Д. и др. Использование пегасина в животноводстве с целью профилактики заболеваний и повышения продуктивности. В кн.: Использование природных цеолитов в народном хозяйстве. Ч.I. Новосибирск, 1991, 3-5
3. Ларина Н.А., Онина Т.И., Михайлова С.М. О применении пегасина и хонгурина в рационах коров черно-пестрой породы. В кн.: Использование природных цеолитов в народном хозяйстве. Ч.II.Новосибирск, 1991,42-46

4. Макаренко Г.В., Провоторов Г.А., Еранов А.М., Суханов Ю.В. Эффективность различных норм добавки пегасина в рационы молочного скота. В кн.: Использование природных цеолитов в народном хозяйстве. Ч.II. Новосибирск, 1991, 37-42
5. Остащенко Б.А. Проблема цеолитов Тимана. (Сер. препринтов «Научные рекомендации – народному хоз-ву») АН СССР, Коми фил. Сыктывкар, 1984, вып. 49, 20 с
6. Панин Л.Е., Третьякова Т.А., Козлова Г.И. Влияние скармливания пегасина на качество мяса, молока и состояние здоровья сельскохозяйственных животных. В кн.: Природные цеолиты России: медико-биологические исследования и применение в сельском хозяйстве. Тез. докл. Респ. Совещ. Новосибирск, 1992, 2. 42-43
7. Хмеленин И.Н. Сорбция биофильных элементов анальцимсодержащей породой Тимана. (Сер. препринтов «Науч. Докл.» /РАН, УрО, Коми науч. Центр; вып. 310), Сыктывкар. 1993, 19 с
8. Шадрин А.М., Сафронов В.С. Влияние пегасина в составе кормосмеси с карбамидом на продуктивность, обмен веществ и качество мяса бычков. В кн.: Физико-химические и медико-биологические свойства природных цеолитов. Новосибирск, 1990, 90-99