

*На правах рукописи*

**РАМАЗАНОВ ИСЛАМ ГУСЕНОВИЧ**

**ВЛИЯНИЕ БАРОГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ И ХИМИЧЕСКОЙ  
ОБРАБОТКИ КОРМОВ НА КАЧЕСТВО ИХ ПРОТЕИНА  
И МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ**

06.02.08 – кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных  
животных и технология кормов

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Боровск – 2010

Диссертационная работа выполнена на кафедре переработки продукции животноводства ФГОУ ВПО «Пензенская государственная сельскохозяйственная академия» и в лаборатории физиологии пищеварения и межуточного обмена ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания сельскохозяйственных животных

**Научный руководитель:** кандидат биологических наук  
**Погосян Давид Гарегинович**

**Официальные оппоненты:** доктор биологических наук  
**Галочкина Валентина Петровна**  
доктор биологических наук, профессор  
**Макарцев Николай Григорьевич**

**Ведущая организация: ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт кормов имени В.Р.Вильямса**

**Защита диссертации состоится** «22» декабря 2010 года в 10 часов на заседании диссертационного совета Д 006.030.01 при Всероссийском научно-исследовательском институте физиологии, биохимии и питания сельскохозяйственных животных.

Адрес института: 249013, Калужская область, г. Боровск, пос. Институт, ВНИИФБиП с.-х. животных. Телефон 8-(495)-99-63-415, факс 8(48438)-4-20-88

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

Автореферат разослан «22» ноября 2010 г. и размещен на официальном сайте института [www.bifip2006.narod.ru](http://www.bifip2006.narod.ru) 22 ноября 2010 г

Ученый секретарь совета Д 006.030.01,  
кандидат биологических наук

В.П. Лазаренко

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Полноценное протеиновое питание жвачных предусматривает обеспечение потребности организма животного в доступных для обмена аминокислотах. Однако дефицит кормового белка и нерациональное его использование в организме животных приводят к тому, что протеин является одним из важнейших лимитирующих факторов в системах интенсивного производства молока и мяса (Курилов Н.В., и др., 1989; Григорьев Н.Г., и др., 1989; Кальницкий Б.Д., и др., 2000; Рядчиков В.Г., 2005; Харитонов Е.Л., 2007). На основе многолетних исследований получены данные по количественным и качественным превращениям азотистых веществ в разных отделах пищеварительного тракта жвачных животных, которые явились основой создания во многих странах современных систем протеинового питания (ARC, 1984; NRC, 1985; Ausschuss für Bedarfsnormen, 1986; Система оценки и нормирования протеинового питания коров, Боровск, 1989 и др.).

Новый подход в физиологии питания базируется на положении, что потребность животного в протеине удовлетворяется за счет аминокислот микробного белка и нераспавшегося в рубце протеина (Ёрсков Э.Р., 1985; Курилов Н.В., 1987; Цюпко В.В., 1987; Духин И.П. и др., 1989; Макарец Н.Г. и др., 1989; Кальницкий Б.Д. и др., 1998). Следовательно, главным фактором эффективного использования протеина в организме служит создание благоприятных условий в рубце, обеспечивающих максимальный синтез микробного белка с одновременным увеличением потока в кишечник кормового протеина. При этом степень распадаемости протеина в рубце рассматривается как главный критерий оценки качества кормового белка, который определяет общую переваримость питательных веществ и эффективность использования азота корма животными. Учёт качества протеина в рационах жвачных, особенно высокопродуктивных является неременным условием стабильного поддержания и дальнейшего увеличения продуктивности в зависимости от физиологического состояния животных. Это обусловлено тем, что уровень биосинтеза микробного белка в рубце ограничен и практически не зависит от

продуктивности животных. При увеличении продуктивности животных микробный белок не в состоянии удовлетворить возрастающие потребности организма в аминокислотах. В такой ситуации возрастает роль «транзитного» кормового протеина, избежавшего распада в рубце, как источника доступного для обмена белка. При этом, чем выше продуктивность животных, тем больше вклад нераспавшегося в рубце протеина рациона в общий пул аминокислот организма. В свою очередь, нераспавшийся в рубце кормовой протеин должен содержать большую часть незаменимых аминокислот и иметь высокую переваримость в кишечнике. Таким образом, высококачественный протеин для жвачных – это протеин низкораспадаемый в рубце, с ценным аминокислотным составом и хорошо переваримый в кишечнике животных. Однако на практике ассортимент кормов, используемых в скотоводстве, отвечающий таким требованиям, весьма ограничен. Кроме того, удорожание в настоящее время низкораспадаемых высокобелковых кормов (рыбная и мясокостная мука, соевый шрот, кукурузный глютен, травяные гранулы и др.) ставит под сомнение целесообразность их использования в скотоводстве. В связи с этим с целью повышения качества протеина в кормах возникает необходимость в разработке новых способов защиты протеина от избыточного распада в рубце. Многие физико-химические способы обработки кормов не всегда позволяют получать ожидаемые результаты, и их применение технологически не совсем отработано и не находит широкого распространения. Поэтому поиск эффективных способов обработки кормов, позволяющих повысить качество протеина высокобелковых и зернофуражных кормов, является актуальной проблемой, решение которой обеспечит увеличение продуктивности животных.

**Цель исследования:** изучить распадаемость в рубце и переваримость протеина в кишечнике, а также молочную продуктивность коров при скармливании кормов подвергнутых барогидротермической и химической обработке.

### **В задачи исследований входило:**

1. Определить показатели относительной распадаемости в рубце овец протеина высокобелковых кормов, обработанных органическими кислотами, и фуражного зерна злаковых и бобовых культур, подвергнутых обработке барогидротермическим способом.

2. Определить показатели переваримости нераспавшегося в рубце протеина нативных и обработанных кормов в кишечнике лактирующих коров.

3. Выяснить влияние «защищённого» уксусной кислотой протеина подсолнечного шрота и барогидротермически обработанного зерна пшеницы и ячменя на продуктивность дойных коров, состав и свойства молока.

4. Изучить обмен азотистых веществ в организме дойных коров на рационах с разным уровнем распадаемого протеина в кормах.

**Научная новизна.** Впервые на оперированных баранах и коровах изучено влияние барогидротермической обработки фуражного зерна различных культур на относительную распадаемость в рубце и переваримость в кишечнике протеина отдельных кормов. Определены показатели степени «защиты» и переваримости протеина высокобелковых кормов при обработке уксусной и муравьиной кислотами. Изучено влияние барогидротермической обработки зерна пшеницы и ячменя, а также обработанного уксусной кислотой подсолнечного шрота на продуктивность дойных коров, азотистый обмен, состав и свойства молока.

**Практическое значение работы.** Полученные результаты исследований могут быть использованы при производстве комплексных, белковых кормовых добавок на основе «защищённого» протеина подсолнечного шрота и кормовых бобов. Внедрение в технологии производства комбикормов нового способа барогидротермической обработки кормов позволит существенно улучшить протеиновую ценность зернофуража злаковых и бобовых культур, используемых в скотоводстве.

### **Положения, выносимые на защиту:**

1. Обработка высокобелковых кормов 20%-ным водным раствором уксусной и муравьиной кислот в количестве 5 % от массы корма приводит к снижению распадаемости протеина в рубце без видимых изменений его переваримости в кишечнике животных по сравнению с нативными кормами;
2. Барогидротермическая обработка зернофуража при температуре 140°C и давлении 0,9 -1,0 МПа в течение 10-30 с приводит к существенному снижению распадаемости в рубце протеина при сохранении его переваримости в кишечнике животных;
3. Применение «защищенного» протеина подсолнечного шрота и зерна пшеницы с ячменем в кормлении дойных коров в первую фазу лактации улучшает использование азотистых веществ в организме и увеличивает продуктивность животных.

**Апробация работы.** Основные положения диссертационной работы доложены, обсуждены и одобрены на IV Международной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения академика РАСХН Н.А. Шманенкова, «Актуальные проблемы биологии в животноводстве» (Боровск, 2006); Международной научно-производственной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора И.А. Спирюхова (Пенза, 2007); на IV Международной научно-производственной конференции «Аграрная наука – сельскому хозяйству» (Барнаул, 2010), а также межкафедральном заседании технологического факультета ФГОУ ВПО «Пензенская ГСХА» (Пенза, 2010), на межлабораторном заседании сотрудников ВНИИФБиП (Боровск, 2010).

**Публикации результатов исследований.** По материалам диссертации опубликовано 6 научных работ, в том числе две статьи в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ.

**Структура и объем работы.** Диссертация изложена на 104 страницах компьютерного текста, содержит 11 таблиц, 8 рисунков, 1 приложение. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов исследований, результатов исследований и их обсуждения, заключения, выво-

дов и практических предложений, списка использованной литературы, который включает 194 источника, в том числе 64 иностранных авторов.

## 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для решения поставленных задач нами были проведены два физиологических эксперимента и один научно-производственный опыт (рис. 1). Первый физиологический эксперимент проведен на трех годовалых баранах цыгайской породы, оперированных с наложением канюли рубца. Животные содержались в условиях вивария Пензенской ГСХА, в индивидуальных клетках, имели свободный доступ к воде и получали сено – сенажно – концентратный рацион, сбалансированный по основным питательным веществам. Рацион включал: 1 кг сена из козлятника, 1 кг разнотравного сенажа и 0,6 кг комбикорма. В состав комбикорма входили все концентрированные корма, которые подвергались изучению.

Распадаемость сырого протеина определяли методом «in sacco», инкубацией в рубце средних проб отдельных кормов, помещенных в мешочки из синтетической ткани с диаметром пор 30 - 50 мкм. Инкубацию концентрированных кормов осуществляли в течение 6 часов (ГОСТ - 28075-89). Содержание сырого протеина в кормах определяли по содержанию общего азота методом Кьельдаля (Изучение пищеварения у жвачных, Боровск, 1987).

Степень защиты (СЗ) протеина кормов рассчитывали по уравнению:

$$СЗ = (1 - Р_{об} / Р_{конт.}) \times 100,$$

где  $P_{об.}$ ,  $P_{конт.}$  – соответственно процент распада сырого протеина (СП) обработанных и нативных (контрольных) кормов (Грудина и др., 2005).

Химической обработке подвергали корма: подсолнечный жмых и шрот, кукурузный глютен, соевый шрот тостированный, бобы кормовые. Химическую обработку проводили органическими кислотами - уксусной и муравьиной. Обработку проводили с помощью 20%-ного водного раствора кислот в количестве 5 % от массы корма.



Рис.1. Схема проведения опытов



Барогидротермической обработке (БГТО) подвергали зерновые корма ячмень, пшеницу, бобы кормовые, сою, вику и нут. При БГТО зерно подается в реактор, который герметизируется, и в него инжигируется пар. При этом зерно увлажняется, нагревается до 140°C и выдерживается под давлением 0,9-1,0 МПа в течение 10-30 с, затем переходит в камеру вспучивания, что приводит к резкому вскипанию воды в зерне (Патент на изобретение № 2220586; Космынин Е.Г., Лунков С.В., Ерохин Е.Н., 2002).

Для определения переваримости в кишечнике протеина нативных и обработанных кормов был проведен второй физиологический эксперимент в условиях вивария ВНИИФБиП с.-х. животных совместно с сотрудниками лаборатории пищеварения и межклеточного обмена. В опыте были задействованы три сложнооперированные коровы холмогорской породы с канюлей рубца и двенадцатиперстной кишки. Переваримость протеина отдельных кормов определяли с помощью метода мобильных мешочков (Voigt J., Piatkowsky B., Engelmann M., et al., 1985). Остатки корма после рубцовой инкубации массой 0,4-0,6 г помещались в мобильные мешочки меньших размеров (2×4 см), которые нумеровались и запаивались. Для имитации условий сычуга мешочки в течение 1 часа выдерживались в 1%-ном солянокислом растворе пепсина с рН = 2,5 при температуре 39°C и промывались в проточной воде. Подготовленные мешочки вводились через канюлю в двенадцатиперстную кишку с интервалом 15 – 20 минут и после прохождения всего кишечника извлекались из кала. По разнице массы пробы корма до и после прохождения кишечника определяли переваримость сухого вещества. По содержанию сырого протеина в остатках корма находили показатели переваримости нераспавшегося в рубце протеина кормов (ПНРП, %). Общую переваримость СП в желудочно-кишечном тракте (ЖКТ) рассчитывали по разнице СП, содержащегося в корме и выделенного с калом (Харитонов Е.В., Погосян Д.Г., 1992)

Научно-производственный опыт проводился на коровах черно-пестрой породы в ООО «Луговое» Мокшанского района Пензенской области. Для этого были сформированы 3 группы коров по 10 голов в каждой, подобран-

ных по принципу аналогов с учетом возраста, даты отела и молочной продуктивности по результатам предыдущей лактации. Продолжительность опыта составила 60 дней, с 30-го по 90 день лактации. Опыт проводился по схеме, представленной в таблице 1.

Таблица 1

Схема проведения научно-производственного опыта

Группа коров	Кол-во голов	Особенности кормления	Изучаемые показатели
I	10	ОР+ комбикорм № 1 с РП 75,6 %	1. Среднесуточный удой: натурального молока, молока 4%-ной жирности, кг 2. Состав молока: содержание жира, белка, СОМО, % 3. Свойства молока: плотность, кислотность, термостойкость.
II	10	ОР+ комбикорм № 2 с РП 68,6 %	
III	10	ОР+ комбикорм № 3 с РП 55,8 %	

Примечание: ОР основной рацион; РП - распадаемость протеина

В рационах всех групп использовались комбикорма одинакового состава, но отличающиеся разной РП в рубце, что достигалось за счет ввода обработанных кормов. Животные I группы получали комбикорм на основе натуральных концентрированных кормов с повышенной распадаемостью протеина, которая составила 75,6 % (табл. 2). Во II группе животные получали комбикорм с пониженной распадаемостью протеина (68,6 %), что достигалось за счет замены в составе комбикорма 25 % подсолнечного шрота на аналогичное количество «защищенного» шрота, обработанного уксусной кислотой. В III группе коровы получали комбикорм с более низкой распадаемостью протеина (55,8 %) за счёт замены 50 % зерна пшеницы и 14 % ячменя на соответствующее количество «защищенного» зерна, обработанного барогидротермическим способом. Суточный рацион животных был сбалансирован по основным питательным веществам (Калашников А.П., и др., 2003) и включал: 5 кг злаково-бобового сена, 1,5 кг кормовой патоки, 6 кг комбикорма, 20 кг травяного силоса, 2 кг ячменной соломы (табл. 3).

Таблица 2

## Рецепты комбикормов

Компоненты	СП, %	РП, %	Рецепт		
			I	II	III
Пшеница	12	80	50	50	
Пшеница *	-	20			50
Ячмень	11	88	14	14	
Ячмень *	-	50			14
Овес	10	85	10	10	10
Подсолнечный шрот	39	70	25		25
Подсолнечный шрот **	-	57		25	
Премикс (П60 – 1)	-	5	1	1	1
В 1кг содержится:					
ЭКЕ			1,03	1,03	1,03
сырого протеина, г			182,9	182,9	182,9
распадаемого протеина, г			138,3	125,5	102
распадаемость протеина, %			75,6	68,6	55,8
сахара, г			37	37	37
крахмала, г			414	414	414
кальция, г			6,3	6,3	6,3
фосфора, г			6,2	6,2	6,2

Примечание: \* - корма, подвергнутые барогидротермической обработке;

\*\* - подсолнечный шрот, обработанный уксусной кислотой

Содержание коров на ферме было привязное, кормление и доение 3-х кратное. В течение опытного периода контрольные доения для учёта количества молока проводились через каждые 15 дней с использованием поплавковых молокомеров. Отбор средних проб молока для анализа проводили один раз в месяц в течение двух смежных суток. В средних пробах молока определяли процентное содержание жира, белка и СОМО с помощью анализатора качества молока Лактан – 1-4 (210), плотность молока – с помощью лактоденсиметра и кислотность – титрометрическим способом (Кугенев П.В., Барabanчиков Н.В., 1978), термоустойчивость молока – по алкогольной пробе (Антонова В.С. и др., 2007).

Таблица 3

Рационы для дойных коров с живой массой 500 кг и среднесуточным удоем 20 кг, в начале лактации

Корм	Кол- во, кг	ЭЖЕ	СВ, кг	СП, г	РП, г	Сахар, г	Крах- мал, г	Клет- чатка, г	Жир, г	Са, г	Р, г	РП, %
Норма		17,0	17,3	2320	1520	1400	2355	4150	535	105	75	65,5
Сено злаково-бобовое	5	3,4	4,1	405	219	145	60	1230	55	31,5	12,5	54
Силос бобово-злаковый	20	5,0	5,2	663	517	60	40	1632	260	62	18	78
Солома ячменная	2	1	1,7	60	22	5		756	38	5	1,8	37
Патока кормовая	1,5	1,4	1,2	150	130	810				4,8	0,3	87
Комбикорм № 1	6	6,2	5,3	1097	830	222	2484	420	138	38	37	75,6
Содержится в рационе коров I группы		17,0	17,5	2375	1719	1242	2584	4038	491	141	70	72,4
Комбикорм № 2	6	6,2	5,3	1097	753	222	2484	420	138	38	37	68,6
Содержится в рационе коров II группы		17,0	17,5	2375	1641	1242	2584	4038	491	141	70	69,1
Комбикорм № 3	6	6,2	5,3	1097	612	222	2484	420	138	38	37	55,8
Содержится в рационе коров III группы		17,0	17,5	2375	1500	1400	2355	4150	535	105	70	63,1

Для изучения азотистого обмена в организме коров, в конце эксперимента на трех животных – аналогах по продуктивности из каждой группы был проведен балансовый опыт. При этом учитывали потребление кормов, количество выделенного кала и мочи в течение 5 суток по общепринятой методике (Овсянников А.И., 1976).

Полученные результаты исследований были подвергнуты математической обработке методом вариационной статистики (Плохинский Н.А., 1969) с использованием компьютерной программы Microsoft Excel.

### **3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

#### **3.1. Распадаемость в рубце и переваримость в кишечнике сырого протеина кормов при химической обработке**

В проведенных исследованиях было установлено, что обработка подсолнечного шрота 20%-ной муравьиной кислотой в дозе 5% от массы корма приводило к снижению распадаемости протеина в рубце с 69,8 до 59,2%, а уксусной кислотой – до 57,3% ( $P < 0,05$ ) (табл. 4). Менее выражено было воздействие используемых кислот на протеин подсолнечного жмыха, в результате обработки распадаемость снижалась с 75 до 69,3 - 66,4% ( $P < 0,05$ ). Увеличение концентрации уксусной кислоты с 20 до 30 и 40% приводило к дальнейшему снижению РП подсолнечного шрота на 3 и 7,1 %. Однако при такой дозировке корма приобретают резкий запах, требуют длительного проветривания, плохо поедаются животными, увеличиваются затраты на обработку.

Лучшие результаты по снижению распадаемости СП были получены при обработке зерна бобовых культур. При этом распадаемость протеина кормовых бобов при обработке муравьиной кислотой снизилась с 73,6 до 49,8 %, а нута – с 81,7 до 64,5 %. При обработке тостированного соевого шрота и кукурузного глютена муравьиной кислотой изменений в РП не было выявлено, поэтому комбинированная «защита» протеина данных кормов считается нецелесообразной.

Самая высокая степень защиты была установлена у протеина кормовых бобов и нута, которая составила 32,3 и 21,1% соответственно. Средние показатели степени защиты протеина в рубце были обнаружены после обработки подсолнечного шрота муравьиной и уксусной кислотами, которые составили 15,2 и 17,9 % и низкие для протеина подсолнечного жмыха, 7,6 и 11,6 % соответственно.

Главным условием эффективной защиты протеина кормов от избыточного распада в рубце должно быть сохранение или незначительное изменение его доступности для протеолитических ферментов кишечного тракта по сравнению с необработанными кормами. Используемые способы обработки кормов не оказали отрицательного действия на переваримость протеина в кишечнике. Подсолнечный шрот, обработанный уксусной кислотой, сохранил высокую переваримость в кишечнике – на уровне 90% (табл. 4).

Таблица 4

Распадаемость в рубце и переваримость в кишечнике сырого протеина кормов при химической обработке

Корм	СП, г/кг	Распадаемость в рубце			Переваримость в кишечнике	
		РП, %	СЗ, %	НРП, г/кг	НРП, %	НРП, г/кг
Подсолнечный шрот	393	69,8±2,3		119	91,6±0,8	109
Подсолнечный шрот <sup>x</sup>	-	59,2±2,6	15,2	160		
Подсолнечный шрот <sup>xx</sup>	-	57,3±1,7	17,9	168	90,8±0,7	152
Соевый шрот	448	47,3±2,5		236	93,4±0,7	220
Соевый шрот <sup>x</sup>	-	48,6±2,1		230	-	-
Подсолнечный жмых	280	75,0±1,6		70	-	-
Подсолнечный жмых <sup>x</sup>	-	69,3±2,7	7,6	86	-	-
Подсолнечный жмых <sup>xx</sup>	-	66,3±2,8	11,6	94	-	-
Кукурузный глютен	601	26,1±1,1		444	91,2±0,7	405
Кукурузный глютен <sup>x</sup>	-	25,5±0,9		447	-	-
Бобы кормовые	262	73,6±2,5		69	70,5±0,6	49
Бобы кормовые <sup>x</sup>	-	49,8±3,2	32,3	131	71,2±0,8	93
Нут	224	81,7±4,2		41	80,5±1,3	35
Нут <sup>x</sup>	-	64,5±1,9	21,1	102	81,8±1,5	83

Примечание: <sup>x</sup> корма, обработанные муравьиной кислотой; <sup>xx</sup> корма, обработанные уксусной кислотой; НРП – нераспавшийся в рубце протеин.

Переваримость нераспавшегося в рубце протеина кормовых бобов и нута, обработанных муравьиной кислотой, также оставалась без изменений и составила 71,2 и 81,2% соответственно. Высокое качество протеина имели такие корма, как соевый шрот и кукурузный глютен, распадаемость которых была менее 50%, а переваримость в кишечнике НРП составила свыше 90%.

Таким образом, химическая обработка высокобелковых кормов органическими кислотами приводит к денатурации белка, который становится менее доступным для ферментов микроорганизмов рубца, что сопровождается снижением РП и не оказывает влияния на переваримость НРП в кишечнике.

### **3.2. Распадаемость в рубце и переваримость в кишечнике сырого протеина кормов при барогидротермической обработке**

В проведенных исследованиях было установлено, что барогидротермическая обработка за счет тепловой денатурации приводит к снижению распадаемой фракции протеина. Считается, что при умеренной тепловой обработке происходит распад водородных, ионных и пептидных связей, что приводит тем самым к увеличению количества активных групп в молекуле белка (Lang K., 1959). При этом денатурированный кормовой протеин становится малодоступным для протеолитических ферментов микроорганизмов рубца, что, соответственно, снижает распадаемость протеина. В зависимости от вида корма обработка оказывала неодинаковое воздействие на распадаемость протеина в рубце. Существенное снижение распадаемости было обнаружено для протеина пшеницы – с 79,6 до 20,5% (табл. 5). Распадаемость протеина ячменя, сои, нута, вики и кормовых бобов после БГТО снизилась в 1,5-3 раза.

Сравнительная оценка эффективности барогидротермической обработки разных кормов показала, что самая высокая степень защиты протеина от распада в рубце (74,2%) была установлена у протеина пшеницы. Средние значения степени защиты на уровне 42,4 – 65,9% имели такие корма, как яч-

мень, нут, вика и бобы, а низкое значение – 21,5% обнаружено у протеина сои.

При определении переваримости протеина в кишечнике коров было установлено, что средние показатели на уровне 70-80% имели такие корма, как пшеница, нут, вика, кормовые бобы и соя (табл. 5).

Таблица 5

Распадаемость в рубце и переваримость в кишечнике сырого протеина сухих веществ кормов при БГТО, %

Корм	СП, г/кг	Распадаемость в рубце				Переваримость в кишечнике		
		РП,%	СЗ, %	НРП, г/кг	РСВ, %	НРП,%	НРП, г/кг	СВ,%
Бобы корм.	262	73,6±2,5		69	69,1	70,5±0,6	49	50,0
Бобы корм.*	-	25,1±2,4	65,9	196	37,9	80,6±0,8	158	82,5
Вика	281	50,5±4,4		139	45,1	78,2±0,3	109	71,8
Вика*	-	17,4±2,5	65,5	232	34,8	83,5±0,5	194	87,0
Соя	266	46,4±3,3		142	50,0	75,7±0,6	107	82,3
Соя*	-	36,5±2,9	21,5	169	48,8	80,6±0,7	136	87,2
Нут	224	81,7±4,2		41	69,2	80,5±1,3	35	78,4
Нут*	-	44,8±4,3	54,8	124	48,2	81,8±0,9	83	76,3
Ячмень	112	87,9±2,1		14	88,6	60,5±1,0	8	83,3
Ячмень*	-	50,6±3,8	42,4	55	79,7	59,7±0,8	33	80,3
Пшеница	119	79,6±1,7		24	85,6	76,8±0,8	18	82,6
Пшеница*	-	20,5±2,3	74,2	95	75,0	78,1±0,7	74	84,7

Примечание:\* - корма, подвергнутые БГТО; РСВ – распадаемость сухого вещества

Протеин сои и вики имел более низкие значения распадаемости в рубце (46,4 и 50,5%) по сравнению с протеином кормовых бобов (73,9%). Однако показатели переваримости НРП нативной сои и вики, наоборот, были выше на 4,8 – 7,7% (P<0,05), чем у бобов, и составили соответственно 75,7 и 78,3%. Протеин ячменя отличался самой низкой переваримостью, показатель ПНРП был на уровне 60%. Пшеница, ячмень и нут сохранили переваримость протеина после обработки. Протеин сои, вики и кормовых бобов после БГТО имел переваримость на 5-10 % (P<0,05) выше по сравнению с необработанными кормами. Улучшение переваримости обусловлено тем, что применяе-



мые параметры БГТО позволяют инактивировать ингибиторы протеаз пищеварительных ферментов. Следовательно, в кислой среде сычуга переваривающая способность денатурированного белка обработанных кормов под действием ферментов желудочно-кишечного тракта может восстанавливаться, а возможно, и усиливаться, что улучшает переваримость протеина отдельных кормов в кишечнике животных.

При интенсивной тепловой обработке может происходить ухудшение аминокислотного состава протеина кормов за счёт разрушения прежде всего незаменимых аминокислот. Анализ аминокислотного состава протеина зерна полножирной сои до и после БГТО показал, что состав аминокислот после обработки практически не изменяется (Космынин Е.Г., Лунков С.В., 2006).

Таким образом, барогидротермическая обработка зерна злаковых и бобовых культур служит эффективным способом «защиты» протеина, позволяющим существенно улучшить его качество в рационах жвачных за счет снижения РП в рубце и сохранения высокой переваримости НРП в кишечнике животных.

### **3.3. Влияние барогидротермической и химической обработки кормов на продуктивность коров, состав и свойства молока**

Анализ молочной продуктивности коров показал, что включение в состав комбикормов «защищенных» источников протеина приводило к увеличению удоев. Так, при снижении распадаемости протеина рациона с 72,4 до 69,1 и 63,1% происходило увеличение среднесуточных удоев с 18,2 до 20,7 (P<0,001) и 23,5 кг (P<0,001), или на 13,7 и 29,1 % соответственно (табл. 6). Достоверное увеличение удоев на 11,4 % (P<0,001) отмечалось у животных III группы по сравнению со II. Несмотря на снижение массовой доли жира в молоке у животных II и III групп было выявлено увеличение среднесуточных удоев молока 4%-ной жирности с 17,2 до 18,8 кг (P<0,05) во II и 20,2 кг (P<0,001) в III группе или на 9,3 и 17,4 % соответственно. Это обусловлено тем, что при снижении РП рационов происходит увеличение потока нерас-

павшегося в рубце кормового протеина в кишечник, что в свою очередь повышает использование аминокислот в организме коров на образование молока (Курилов Н.В. и др., 1983; Долгов И.А., и др., 1989; Козлов А.С., 1989). Существенное увеличение молочной продуктивности у коров III группы, возможно, обусловлено не только снижением РП, но и тем, что при БГТО происходит изменение структуры клеточных оболочек крахмала в зерне. При этом крахмал, по аналогии с протеином, также становится менее доступным для ферментов рубцовых микроорганизмов, в большем количестве поступает в кишечник, где активно переваривается и избирательно используется в организме животных в качестве источника энергии на продуктивные цели.

Таблица 6

Продуктивность коров в зависимости от качества протеина в кормах

Показатель	Группа коров		
	I	II	III
РП рациона, %	72,4	69,1	63,1
Среднесуточный удой, кг:			
до опыта	16,6±0,35	17,0±0,32	16,9±0,29
в течение опыта	18,2±0,45	20,7±0,38**	23,5±0,42*** <sup>x</sup>
в % к I группе	100	113,7	129,1
Среднесуточный удой молока:			
4%-ной жирности, кг	17,2±0,48	18,8±0,35*	20,2±0,6*** <sup>x</sup>
в % к I группе	100	109,3	117,4

\*P<0,05; \*\* P<0,001 к I группе; <sup>x</sup> P<0,1, <sup>xx</sup> P<0,001 III группа ко II.

Анализ состава молока показал, что при снижении РП происходило уменьшение жирности молока с 3,78 до 3,63 и 3,43%, или на 4,1 (P>0,1) и 11 % (P<0,01) соответственно (табл. 7). Однако содержание белка и СОМО практически не изменилось и находилось в пределах 2,82 – 2,85% и 8,36 – 8,41%.

Физико-химические свойства молока также не были подвержены изменениям в зависимости от качества протеина в кормах. Показатели плотности и титрируемой кислотности находились в пределах существующих норм.

## Состав и свойства молока в зависимости от качества протеина в кормах

Показатель	Группа коров		
	I	II	III
Состав молока:			
жир, %	3,78±0,08	3,63±0,05	3,43±0,07*
белок, %	2,82±0,03	2,85±0,02	2,84±0,01
СОМО, %	8,36±1,16	8,41±1,01	8,39±0,07
Свойства молока:			
плотность, г/см	1,0290	1,0293	1,0288
кислотность, °Т	16,3±0,5	16,3±0,45	16,2±0,37
Термоустойчивость:			
к концентрации спирта, %	75,4±1,5	74,7±1,3	74,2±1,1
группа	II	III	III

\*P<0,01 к I группе.

При снижении распадаемости протеина отмечалось незначительное ухудшение термоустойчивости молока, но данное изменение не было достоверным.

За 60 дней опыта от коров II и III групп было получено на 150 и 318 кг натурального молока больше, чем от животных I группы (табл. 8). С увеличением продуктивности, несмотря на снижение жирности молока, происходило увеличение выхода молочного жира. При этом от коров II и III групп было дополнительно получено на 3,81 (P<0,01) и 7,09 кг (P<0,001) молочного жира больше, чем от животных I группы, которые потребляли нативные корма. При снижении распадаемости протеина в рационах отмечалось существенное увеличение абсолютного выхода молочного белка. Так, во II и III группах абсолютный выход белка за время опыта увеличился на 4,61 (P<0,01) и 9,21 кг (P<0,001) соответственно по сравнению с I группой.

Таким образом, БГТО зерна пшеницы и ячменя, а также обработка подсолнечного шрота уксусной кислотой могут быть использованы как эффективные способы повышения качества протеина в кормах, которые позволяют увеличить молочную продуктивность коров, абсолютный выход молочного жира и белка.

## Продуктивность, абсолютный выход жира и белка за время опыта

Показатель	Группа коров		
	I	II	III
Получено молока опыта, кг:			
натуральной жирности	1092±48,2	1242±51,1*	1410±61*** <sup>xx</sup>
4% –ной жирности	1032±60,7	1128±44,3	1212±91,4*
Абсолютный выход, кг:			
жира	41,27±0,95	45,08±0,83**	48,36±1,44*** <sup>x</sup>
белка	30,79±0,41	35,40±0,55**	40,0±0,66*** <sup>xxx</sup>

\*P<0,05; \*\*P<0,01; \*\*\*P<0,001 к I группе; <sup>x</sup> P<0,1; <sup>xx</sup> P<0,05; <sup>xxx</sup> P<0,001 III группа ко II

### 3.4. Азотистый обмен в организме коров в зависимости от качества протеина в кормах

Скармливание коровам обработанных кормов, содержащих более устойчивый к распаду протеин, приводит к увеличению потока в дуоденум азотистых веществ за счет «защищенного» кормового протеина, избежавшего разрушения в рубце, что в свою очередь повышает общую переваримость протеина в кишечнике (Коршунов В.Н, 1989; Харитонов, Е.Л. и др., 1999).

Результаты балансовых опытов показали, что снижение РП за счет обработки кормов приводило к изменению азотистого обмена в организме коров. При одинаковом потреблении сырого протеина с кормами отмечалось разное выделение азота с калом, мочой и молоком. Так, при химической и барогидротермической обработке с калом выделялось меньше азота, что отразилось в увеличении видимой переваримости протеина в кишечнике с 65,2 до 68 (P>0,1) и 70,5% (P<0,05) соответственно (табл. 9).

Интенсивность ферментативных процессов в рубце во многом зависит от уровня РП в рационах. Наличие высокораспадаемых источников протеина в рационах жвачных животных сопровождается избыточным образованием аммиака в рубце, что приводит к неэффективному использованию азо-

тистых веществ в организме за счет увеличения потерь мочевины с мочой по румено-гепатической циркуляции. В нашем эксперименте было установлено, что применение обработанных кормов приводило к снижению потерь азота с мочой от общего его количества принятого с кормами, с 37,2% в I группе до 34,6 и 32,3% во II и III группах соответственно. Баланс азота во всех группах был положительным. Увеличение переваримости протеина в кишечнике и снижение экскреции азота с мочой позволило повысить эффективность использования азотистых веществ в организме на продуктивные цели. При этом использование азота у коров II и III групп на образование молока и отложение в теле было на 5,4 и 10,2 % выше, чем в I группе, что обеспечивало увеличение продуктивности животных.

Таблица 9

Баланс азота в организме коров на рационах с разной распадаемостью протеина

Показатель	Группа		
	I	II	III
Принято азота с кормом, г	375,1±8,2	381,1±7,3	384,3±6,5
Выделено азота с калом, г	130,4±2,3	121,8±2,8	113,5±4,5*
Переварено в пищеварительном тракте, г	244,6±5,1	259,1±6,6	271,8±4,2*
Коэффициент переваримости, %	65,2	68,0	70,5
Выделено азота с мочой, г	139,5±2,3	131,9±1,8*	124,0±2,6*** <sup>x</sup>
% от принятого	37,2	34,6	32,3
% от переваренного	57,0	50,8	45,6
Выделено азота с молоком, г	85,9±1,2	97,5±1,9**	106,4±1,7*** <sup>x</sup>
% от принятого	22,9	25,6	27,7
% от переваренного	35,1	37,6	39,1
Общие потери (с калом и мочой), г	269,9±3,5	253,7±2,4*	237,5±7,1**
Отложено в теле, г	19,3	29,9	40,4
Использовано в организме (на молоко и отложение), г	105,2±3,5	127,4±2,4*	146,8±7,4*** <sup>x</sup>
% от принятого	28,0	33,4	38,2
% от переваренного	43,0	49,2	54,0

\* P<0,05; \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,001 к I группе; <sup>x</sup> P<0,1, <sup>xx</sup> P<0,05 III группа ко II.

## 4. ВЫВОДЫ

1. Обработка высокобелковых кормов, таких как кормовые бобы, нут, подсолнечный шрот и жмых, 20%-ным водным раствором уксусной и муравьиной кислот в количестве 5% от массы корма приводило к снижению распадаемости протеина в рубце. При этом высокая степень защиты от распада в рубце установлена для протеина кормовых бобов (32,3%), средняя — у нута (21,1%) и подсолнечного шрота (15,2-17,9%), а низкая — для подсолнечного жмыха (7,6%). Обработка тостированного соевого шрота и кукурузного глютенa не приводит к изменению распадаемости протеина.

2. Эффективным способом повышения качества протеина в рационах жвачных животных за счет снижения РП в рубце служит барогидротермическая обработка фуражного зерна злаковых и бобовых культур, которая проводится при температуре 140°C с выдержкой под давлением 0,9-1,0 МПа в течение 10-30 с. Степень защиты протеина от распада в рубце после БГТО в зависимости от вида корма составила 21,5 – 74,2 %. Значительное снижение распадаемости (с 79,6 до 20,5%) было отмечено у протеина пшеницы, и не существенное (с 46,4 до 36,5%) — у зерна сои.

3. При определении переваримости нераспавшегося в рубце протеина в кишечнике коров установлено, что большинство кормов сохранили исходные показатели переваримости после обработки. БГТО зерна сои, вики и кормовых бобов приводила к увеличению переваримости протеина на 5 – 10 %. Высокие показатели переваримости, свыше 90 %, отмечены у протеина кукурузного глютенa, подсолнечного и соевого шрота, а низкая переваримость, на уровне 60 %, выявлена у протеина ячменя.

4. Замена в составе комбикормов коров II группы 25 % подсолнечного шрота, обработанного уксусной кислотой, и III группы - 50 % зерна пшеницы и 14 % ячменя подвергнутого БГТО, увеличивало среднесуточные удои молока 4 %-ной жирности с 17,2 до 18,8 ( $P < 0,05$ ) и 20,2 кг ( $P < 0,001$ ), или на

9,3 и 17,4 % соответственно по сравнению с I группой животных, потреблявших нативные корма.

5. Использование обработанных кормов сопровождалось снижением жирности молока с 3,78 до 3,63 и 3,43 % во II и III группах или на 4,1 ( $P>0,1$ ) и 11 % ( $P<0,01$ ) соответственно. При этом содержание белка, СОМО и физикохимические свойства молока не были подвержены изменениям.

6. Химическая обработка и БГТО обработка кормов приводят к снижению потерь азота с мочой на 2,6 ( $P<0,05$ ) и 4,9 % ( $P<0,01$ ) и к увеличению переваримости протеина в кишечнике с 65,2 до 68,0 % ( $P>0,1$ ) и 70,5 % ( $P<0,05$ ) соответственно. При этом использование азота у коров II и III групп на образование молока и отложение в теле было на 5,4 и 10,2 % выше, чем у животных в I группе.

## **5. ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ**

С целью повышения качества протеина в кормах и увеличения молочной продуктивности дойных коров в первую фазу лактации предлагается включать в состав комбикормов высокобелковые корма, обработанные уксусной и муравьиной кислотами, и фуражное зерно злаковых и бобовых культур подвергнутое барогидротермической обработке.

### **Список работ, опубликованных по теме диссертации:**

1. Погосян, Д.Г. Эффективные способы защиты протеина кормов от избыточной распадаемости в рубце жвачных животных / Д.Г. Погосян, И.Г. Рамазанов // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2008.- № 1. – С. 37-40.
2. Погосян, Д.Г. Влияние барогидротермической обработки зерна на качество протеина в рационах для жвачных животных / Д.Г. Погосян, Е.Л. Харитонов, И.Г. Рамазанов // Кормопроизводство. – 2008. – № 12. – С. 23-25.
3. Погосян, Д.Г. Распадаемость в рубце и переваримость в кишечнике протеина различных кормов при химической и барогидротермической обработке / Д.Г. Погосян, Е.Л. Харитонов, И.Г. Рамазанов // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2009. – № 4 – С. 3–2-38.
4. Погосян, Д.Г. Влияние барогидротермической обработки зерна на качество протеина в рационах для жвачных животных / Д. Г. Погосян, И.Г. Рамазанов // Актуальные проблемы биологии в животноводстве: материалы IV Международной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения академика РАСХН Н.А. Шманенкова. – Боровск. 2006. – С. 78-79.
5. Погосян, Д.Г. Влияние химической обработки кормов на качество протеина в рационах жвачных животных / Д.Г. Погосян, И.Г. Рамазанов, В.В. Чудайкин // Материалы международной научно-производственной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора Спирухова И.А. – Пенза, 2007. – С. 171-174.
6. Рамазанов, И.Г. Влияние барогидротермической и химической обработки кормов на азотистый обмен и молочную продуктивность коров / И.Г. Рамазанов // Аграрная наука – сельскому хозяйству: материалы V Международной научно-производственной конференции. – Барнаул, 2010. – Книга 3. – С. 192-195.