

**На правах рукописи**

**Паршина Вера Васильевна**

**Пищеварение в многокамерном желудке  
и кишечнике у коров  
при скармливании кормовых добавок,  
обладающих адсорбционными свойствами**

**03.00.13 – Физиология**

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание учёной степени  
кандидата биологических наук

**Боровск – 2008**

Диссертационная работа выполнена в ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания сельскохозяйственных животных в лаборатории пищеварения

**Научный руководитель:** доктор биологических наук  
**Харитонов Евгений Леонидович**

**Официальные оппоненты:** доктор биологических наук  
**Воробьёва Светлана Владимировна;**  
кандидат биологических наук  
**Панюшкин Дмитрий Евгеньевич**

**Ведущая организация:** ФГОУ ВПО Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева

**Защита диссертации состоится** « 16 » июля 2008 года в 10 часов на заседании диссертационного совета Д. 006.030.01 в ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания сельскохозяйственных животных.

Адрес института: 249013, Калужская область, г. Боровск, пос. Институт, ВНИИФБиП с.-х. животных. Телефон 8-495-9963415,  
факс 8-484-3842088

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

Автореферат разослан « 14 » июня 2008 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
кандидат биологических наук  
В.П.Лазаренко

# 1. Общая характеристика работы

**Актуальность темы.** Совершенствование кормления животных должно основываться на знании функциональных особенностей их пищеварительной системы и использовании препаратов, способных оказывать влияние на функцию желудочно-кишечного тракта.

В настоящее время в животноводстве используется большое количество разнообразных как традиционных, так и нетрадиционных кормовых средств, в том числе, обладающих адсорбционными свойствами, применение которых нередко носит произвольный характер и часто не приносит ожидаемого результата. Применение любых кормов и кормовых добавок должно быть адекватным и уместным в каждой отдельной кормовой ситуации, т. е. физиологически обоснованным. Для решения этого вопроса необходимо проводить более глубокие исследования в области физиологии кормления животных, с целью выявления особенностей и раскрытия механизмов, лежащих в основе их действия.

В животноводстве достаточно широко используются вещества, одним из механизмов действия которых является энтеросорбция. К ним относятся неорганические природные материалы (цеолиты, бентониты, активированный уголь), синтетические полимеры (полиакриламид – в различных модификациях и др.), а также продукты переработки растительного сырья (лигнин, целлюлоза и др.) (Петрухин И.В., 1989, и др.)

В то же время механизмы действия ряда препаратов, используемых в качестве энтеросорбентов, на различные стороны пищеварительного процесса изучены недостаточно. Следует отметить, что до настоящего времени не рассматривался вопрос о действии сорбентов по мере их продвижения по желудочно-кишечному тракту. Недостаточно

также сведений, позволяющих установить поправочные коэффициенты для оценки питательности кормов рациона (переваримости) при применении в кормлении данных кормовых средств.

В настоящее время разработаны способы увеличения поступления питательных веществ, в частности крахмала и протеина, в тонкий кишечник (Соловьёв А.М., 1989; Герасименко Г.Е., 1992; Тараканов Б.В., 1993; Галочкина В.П., 2006). Однако не установлено, как этот фактор отражается на активности амилалитических и протеолитических ферментов и насколько их активность должна изменяться при этом, чтобы эффективность переваривания питательных веществ была наивысшей.

Наряду с протеином и крахмалом, одним из основных и наиболее важных компонентов в рационе крупного рогатого скота является клетчатка. В некоторых публикациях отмечена её роль не только как вещества, стимулирующего моторику кишечника. По мнению Е.М. Федия относительное постоянство содержания клетчатки в химусе тонкого кишечника сельскохозяйственных животных обеспечивает необходимые условия для действия пищеварительных ферментов (Федий Е.М., 1966).

Однако исследования, направленные на выявление других свойств и функций растительной клетчатки в желудочно-кишечном тракте животных немногочисленны. Рассмотренные нами литературные источники описывают процессы, протекающие при скармливании рационов, где источниками клетчатки являлись сено, солома, сенаж, травяная резка и мука. Вместе с тем, значение, очевидно, имеет источник клетчатки и её характеристики (аморфная и кристаллическая клетчатка).

В кормлении животных используются и такие виды кормов, как цитрусовая, яблочная и свекловичная пульпа, которые содержат не только значительные количества безазотистых экстрактивных веществ, но и являются источником малолигнифицированной клетчатки. В литературе содержатся сведения об их положительном влиянии на

продуктивные качества крупного рогатого скота (Boucque C.V., 1985., Hemingway R.C., 1986, Bittan N. C. M., 2002 и др.).

Учитывая масштабное применение различных веществ в качестве кормовых добавок необходимо комплексное изучение влияния используемых кормовых средств на процессы пищеварения животных.

**Цель исследования:** определить степень влияния кормовых добавок различной природы, обладающих адсорбционными свойствами на процессы рубцового и кишечного пищеварения у коров, выявить и изучить особенности их действия.

**В задачи исследований входило:** 1) изучить течение ферментативных и микробиологических процессов в рубце коров при включении добавок, обладающих адсорбционными свойствами; 2) определить степень влияния кормовых добавок на переваримость питательных веществ в кишечнике коров; 3) изучить влияние кормовых добавок на активность основных пищеварительных амилолитических и протеолитических ферментов кишечника; 4) изучить влияние на пищеварительные процессы свекловичного жома, в качестве источника малолигнифицированного вида клетчатки.

**Научная новизна.** В опытах *in vitro* и *in vivo* на сложнооперированных коровах изучены особенности действия кормовых добавок, обладающих адсорбционными свойствами. Установлено изменение действия адсорбирующих добавок по мере их продвижения по желудочно-кишечному тракту на переваривание питательных веществ. В модельных опытах рассмотрена специфика механизма действия адсорбирующих кормовых средств на активность протеолитических и амилолитических ферментов. Изучено влияние на пищеварительные процессы сухого свекловичного жома.

**Практическое значение работы.** Полученные данные могут быть использованы для совершенствования системы кормления коров, разработки поправочных коэффициентов для оценки переваримости питательных веществ, при применении добавок, обладающих адсорбционными свойствами и их

рационального использования в кормлении крупного рогатого скота.

**Положения, выносимые на защиту:**

- кормовые адсорбирующие добавки влияют на микробиологические процессы в рубце, увеличивая эффективность микробного синтеза;
- активность и время действия амилолитических и протеолитических ферментов химуса двенадцатиперстной кишки изменяется при использовании адсорбирующих добавок;
- переваримость питательных веществ в кишечнике коров увеличивается при применении адсорбирующих добавок.

**Апробация работы.** Основные положения диссертационной работы, представлены на IV Международной конференции «Актуальные проблемы биологии в животноводстве» (Боровск, 2006) и международной научно-практической конференции «Современные достижения зоотехнической науки и практики – основа повышения продуктивности сельскохозяйственных животных» (Краснодар, 2007), а также на межлабораторном заседании отдела питания и регуляции обмена веществ и продуктивности ВНИИФБиП (Боровск, 2008).

**Публикация результатов исследований.** По материалам диссертации опубликовано 3 научные статьи, в том числе одна в издании, рекомендованном ВАК.

**Объём и структура диссертации.** Диссертация изложена на 147 страницах печатного текста и состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов исследований, результатов исследований и их обсуждения, заключения, выводов, практических предложений, библиографии и приложений. Список литературы включает 231 источник, в том числе 42 на иностранных языках. Диссертация содержит 23 таблицы и 6 рисунков.

## 2. Материал и методы исследований

Исследования выполнялись в условиях вивария и лаборатории пищеварения ВНИИФБиП с.-х. животных.

Исследования были выполнены методом периодов с использованием схемы латинского квадрата на четырёх коровах холмогорской породы со средней живой массой 506 кг. Животным были наложены канюли на рубец и двенадцатиперстную кишку за впадением протока поджелудочной железы. Во время эксперимента коровы получали основной рацион, состоящий из сена – 18%, силоса – 30%, патоки кормовой – 7% и комбикорма – 45% по питательности. Рацион подопытных животных был сбалансирован по основным питательным веществам, согласно детализированным нормам (Нормы и рационы кормления с.-х. животных, 2003).

В состав комбикорма вводили цеолит Хотынецкого месторождения в виде добавки «Стимул» – 4%, смесь высокомолекулярных инертных водорастворимых нетоксичных полимеров в виде добавки «Солунат» – 0,3%, по массе комбикорма. Кормовая свекловичная патока была заменена сухим свекловичным жомом в количестве, эквивалентном ей по питательности – 1,4 кг гол./сутки. Каждый период опыта длился в среднем 28 дней. Схема опыта представлена в таблице 1.

С целью изучения влияния кормовых добавок на процессы, протекающие в рубце и многокамерном желудке, были определены распадаемость кормов рациона и переваримость питательных веществ.

Распадаемость сырого протеина кормов рациона в рубце определяли методом *in sacco*. В образцах кормов и их остатках после инкубации определяли количество сухого вещества (СВ) и сырого протеина (СП) (Методы исследования питания с.-х. животных, Боровск, 1998).

Для оценки влияния кормовых добавок на микробиологические и ферментативные процессы,

протекающие в рубце животных, в конце каждого опытного периода (на 26-й день) получали пробы рубцового содержимого. Взятие проб проводили в 7.00 (до кормления), 11.00 (через 3 часа после кормления) и 13.00 ч (через 5 часов после кормления).

Таблица 1

Схема опыта

№ животного	Периоды, дни				
	уравнительный, 21	1-й опытный, 28	2-й опытный, 28	3-й опытный, 28	4-й опытный, 28
1	ОР	ОР + цеолит	ОР	ОР + полимер	ОР + жом
2	ОР	ОР	ОР + цеолит	ОР + жом	ОР + полимер
3	ОР	ОР + полимер	ОР + жом	ОР + цеолит	ОР
4	ОР	ОР + жом	ОР + полимер	ОР	ОР + цеолит

В полученных образцах рубцового содержимого определяли:

- показатели рН – на рН-метре ИПН-5;
- концентрацию аммиака микродиффузионным методом в чашках Конвея;
- общую концентрацию летучих жирных кислот - в аппарате Маркгама;
- ферментативную активность рубцовой микрофлоры (амилолитическая и целлюлозолитическая активность), общее количество бактерий, число инфузорий (Изучение микрофлоры преджелудков у жвачных, 1977, Изучение пищеварения у жвачных, 1979).



В конце каждого опытного периода отбирали пробы дуоденального химуса в количестве 200 мл (каждые 4 ч) для составления среднесуточной пробы. Определение объёма химуса, проходящего через начальную часть двенадцатиперстной кишки, проводили методом инертных индикаторов. В полученных пробах определяли концентрацию хрома на фотоэлектроколориметре согласно общепринятой методике (Методы исследования питания с.-х. животных, 1998).

Для оценки микробного синтеза и переваримости питательных веществ в рубце в высушенных образцах кормов, дуоденальном химусе и кале определяли: содержание сухого вещества, сырого протеина (методом Къельдаля на аппарате «Къельтек» (Методические рекомендации по химическим и биохимическим исследованиям продуктов животноводства и кормов, 1981), сырого жира, сырой клетчатки, целлюлозы, гемицеллюлоз и лигнина, безазотистых экстрактивных веществ, сырой золы (Методы исследования питания с.-х. животных, Боровск, 1998, Методы биохимического анализа, Боровск, 1997).

Влияние кормовых добавок на эффективность микробного синтеза (г микробного азота / кг переваренного ОВ) и поступление микробного азота в двенадцатиперстную кишку, оценивали по пуриновым основаниям, исходя из предположения, что в общем азоте микробов 15 % N приходится на азот пуриновых оснований (Zinn R.A., 1986).

Количество нераспавшегося кормового белка, поступающего из преджелудков в кишечник, рассчитывали по разнице между общим азотом химуса, микробным азотом и азотом эндогенных поступлений.

Полученные данные были использованы для определения общей эффективной распадаемости сырого протеина кормов рациона в рубце животных.

Экспериментальные исследования влияния адсорбирующих добавок на активность протеолитических и амилолитических ферментов были выполнены в несколько этапов.

На первом этапе исследований в лабораторных условиях методом *in vitro* была изучена активность протеолитических и амилолитических ферментов при добавлении к ним адсорбирующих веществ (цеолита Хотынецкого месторождения – добавка «Стимул», водорастворимого полимера – «Солунат», оксида кремния – «Тиксозил», сухого свекловичного жома), в количествах, эквивалентных рекомендуемым нормам ввода в рационы. В качестве источников ферментов использовали коммерческие препараты трипсина и  $\alpha$ -амилазы, а также натуральный химус, разбавленный раствором фосфатного буфера. Образцы химуса получали через канюлю двенадцатиперстной кишки. В период взятия проб химуса животные ( $n=3$ ) находились на основном рационе. На следующем этапе исследования, изучали активность протеолитических и амилолитических ферментов дуоденального химуса, полученного от коров ( $n=4$ ), которым изучаемые добавки вводили в состав рациона по схеме (табл. 1).

Изменение активности ферментов прослеживали во временной динамике, для чего инкубацию проб прекращали, останавливая реакцию через 20, 40 и 60 минут для определения протеолитической активности и через 10, 20, 30 минут для определения амилолитической активности. Активность ферментов выражали в нкат (Номенклатура ферментов, 1979).

Протеолитическую активность определяли по накоплению в безбелковом фильтрате ароматических аминокислот, входящих в комплексы, растворимые в трихлоруксусной кислоте – спектрофотометрическим методом. Активность  $\alpha$ -амилазы определяли методом, основанным на применении динитросалицилового реактива – фотоэлектроколориметрическим методом (Методы анализа пищеварительных ферментов, 1987).

Для характеристики течения ферментативных процессов в кишечнике коров при включении кормовых добавок, обладающих адсорбционными свойствами, были определены активности основных пищеварительных ферментов в натуральном среднесуточном химусе, переваримость сухого

вещества и сырого протеина нераспавшихся в рубце кормов – методом мобильных мешочков, а также количество переваренных питательных веществ по разнице: питательное вещество химуса двенадцатиперстной кишки – питательное вещество кала.

Определение переваримости комбикормов, нераспавшихся в рубце, и образцов интактного стандартного комбикорма проводили методом мобильных мешочков (Методы исследования питания с.-х. животных, 1998).

Определение количества выделенного сухого вещества кала за сутки и расчет переваримости всего рациона, а также основных питательных веществ (протеина, жира, клетчатки, БЭВ, золы) проводили по общепринятым методам с использованием окиси хрома (Методы исследования питания с.-х. животных, 1998). Для этого в течение последних суток каждого опытного периода проводили отбор проб кала по 100 г каждые 4 часа для составления среднесуточной пробы.

Результаты, полученные в модельном опыте при использовании ферментных препаратов, обрабатывали методом вариационной статистики с использованием критерия Стьюдента (Лакин Г. Ф., 1990). Данные опытов, выполненных на оперированных коровах, были подвергнуты статистической обработке методом определения достоверности количественных различий результатов исследований, проведённых в динамике на одной группе (Асатиани В.С., 1965).

### **3. Результаты исследований и их обсуждение**

#### **3.1. Влияние адсорбирующих добавок на процессы пищеварения в многокамерном желудке**

Изучение добавок, обладающих адсорбционными свойствами, с точки зрения их воздействия на организм животных, и, в частности, на процессы пищеварения, а также изучение взаимодействия компонентов рациона при их применении является важным этапом в процессе

совершенствования системы питания и развития физиологии пищеварения.

### 3.1.1. Влияние добавок, обладающих адсорбционными свойствами на микробиологические и ферментативные процессы, протекающие в рубце

Изучение процессов рубцового пищеварения показало, что включение в состав комбикорма цеолита и полимера существенно не отразилось на показателях среднесуточной концентрации ЛЖК и динамике их образования (табл.2).

Таблица 2

Концентрация ЛЖК в рубцовом содержимом, ммоль/100мл

Время взятия проб, ч	Рационы			
	контроль (ОР)	ОР + цеолит	ОР + полимер	ОР + жом
7 (до кормления)	10,1±0,57	9,2±0,22	10,1±1,01	10,7±0,54
11 (через 3 ч)	14,1±1,20	14,4±0,91	14,9±0,78	11,6±0,20
13 (через 5 ч)	14,1±0,66	12,2±1,00	13,2±0,62	11,0±0,01*
Среднесуточная концентрация	12,7±0,66	11,9±0,70	12,7±0,68	11,1±0,23*

**Примечание.** Здесь и далее разность достоверна по отношению к контролю при \*P < 0,05; \*\*P < 0,01; \*\*\*P < 0,001.

При скармливании сухого свекловичного жома общая концентрация ЛЖК была ниже контрольных показателей на 22 % в период наиболее интенсивной ферментации, а именно через 3 – 5 часов после кормления. Очевидно, данный факт объясняется более низким уровнем легкопереваримых углеводов – сахара – в рационе, в связи с заменой кормовой патоки на жом, что связано с более медленной ферментацией клетчатки жома по сравнению со скоростью ферментации

углеводов из патоки. При включении в рацион свекловичного жома отмечено также достоверное снижение среднесуточной концентрации ЛЖК (на 12,5 %). В то же время, наблюдалось достоверное увеличение значений рН рубцовой жидкости (табл.3), что, очевидно, связано с пониженным уровнем ЛЖК. При применении цеолита и полимера также наблюдалась тенденция к снижению концентрации ионов водорода в рубцовой жидкости.

Таблица 3

рН рубцового содержимого

Время взятия проб, ч	Рационы			
	контроль (ОР)	ОР + цеолит	ОР + полимер	ОР + жом
7 (до кормления)	6,9±0,18	7,1±0,04	7,0±0,16	6,8±0,13
11 (через 3 ч)	6,1±0,08	6,2±0,08	6,1±0,05	6,2±0,03
13 (через 5 ч)	6,0±0,04	6,1±0,12	6,2±0,05	6,2±0,04*

Среднесуточный показатель рН в содержимом рубца коров между периодами опыта достоверных различий не имел, однако наименьшее значение рН наблюдалось на контрольном рационе.

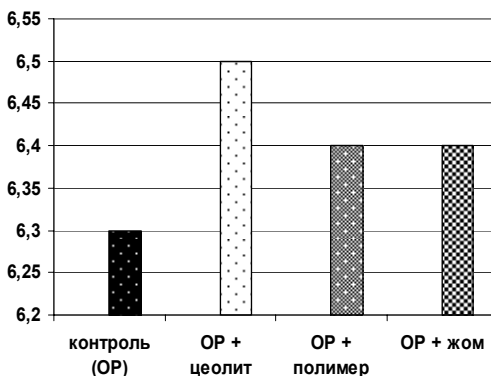


Рис. 1. Среднесуточные значения рН в содержимом рубца коров

Конечным продуктом расщепления белковых и небелковых азотистых веществ корма является аммиак. Скорость образования аммиака и его концентрация оказывают существенное влияние на использование последнего микрофлорой.

При скармливании коровам цеолита и полимера наблюдалась повышенная концентрация аммиака, как до кормления, так и через 3 часа после кормления. Однако через 5 часов после приёма корма концентрация аммиака снизилась (табл.4). При скармливании коровам свекловичного жома, уровень аммиака в рубце находился на значительно более низком уровне по сравнению с контрольным и другими опытными рационами, как до, так и после кормления. Однако наиболее существенные различия наблюдались в период самой интенсивной ферментации – через 3 – 5 часов после кормления коров.

Таблица 4

Концентрация аммиака в рубцовом содержимом  
в динамике, мг %

Время взятия проб, ч	Рационы			
	контроль (ОР)	ОР + цеолит	ОР + полимер	ОР + жом
7 (до кормления)	6,9±0,61	7,8±0,212	7,3±0,53	5,0±0,44*
11 (через 3 ч)	22,0±2,06	25,0±1,77	24,4±3,55	8,4±1,03***
13 (через 5 ч)	14,8±1,33	11,6±2,01	12,0±2,68	3,7±0,40**

Известно, что основным источником азота для синтеза микробного белка является аммиак. Принято считать, что оптимальное потребление азота аммиака рубцовыми микроорганизмами осуществляется при его концентрации не более 20 мг %. Однако имеются сведения, что максимальная

скорость синтеза микробного белка происходит при концентрации аммиака в рубце на уровне 6 – 8 мг % (Изучение пищеварения у жвачных, Боровск, 1979, Курилов Н.В., 1978).

Изучение эффективности микробного синтеза в рубце коров показало, что кормовые добавки оказывали влияние на этот процесс (табл.5). Так, введение цеолита, полимера и жома в рацион способствовало увеличению эффективности микробного синтеза на 22,7, 27,3 и 37 % соответственно. Однако достоверное ( $P < 0,01$ ) увеличение количества микробного белка, поступающего в двенадцатиперстную кишку, наблюдалось только при скармливании опытным животным свекловичного жома, при концентрации аммиака в рубце на уровне 5,7 мг %. Учитывая полученные результаты, можно предположить, что для увеличения микробного выхода при использовании различных кормов и добавок требуются различные концентрации аммиака.

Таблица 5

Эффективность микробного синтеза в рубце коров  
(г микробного азота / кг ПОВ)

Рационы			
контроль (ОР)	ОР + цеолит	ОР + полимер	ОР + жом
15,4±1,71	18,9±1,73	19,6±4,19	21,1±2,15*

Полученные данные позволяют сделать вывод о лучшей обеспеченности животных опытных групп микробным белком, обладающим высокой биологической ценностью.

Некоторое снижение амилалитической активности в рубце (табл.6), отмеченное при скармливании рационов, содержащих исследуемые добавки, следует считать скорее положительным моментом. Крахмал в обычных условиях гидролизуеться очень интенсивно, при этом отмечается снижение рН, что не всегда положительно сказывается на активности бактериальных ферментов и выживаемости некоторых

микроорганизмов. Снижение ферментализа крахмала позволяет так же увеличить поступление его в кишечник, где он переваривается пищеварительными ферментами до глюкозы.

Таблица 6

Амилолитическая активность, Е/мл

Время взятия проб, ч	Рационы			
	контроль (ОР)	ОР + цеолит	ОР + полимер	ОР + жом
7 (до кормления)	46,8 ±1,15	49,9 ±1,60**	41,9 ±1,76*	46,9 ±1,32
11 (через 3 ч)	41,2 ±1,75	34,5 ±1,54	38,4 ±3,83	40,5 ±4,92
13 (через 5 ч)	36,8 ±2,43	29,3 ±4,86*	30,4 ±4,58	35,9 ±2,62
Среднесуточная амилолитическая активность	41,6 ±2,36	37,9 ±1,77	36,9 ±1,95*	41,1 ±1,32

Целлюлозолитическая активность рубцовой микрофлоры претерпевала некоторые изменения в зависимости от вида добавок, скармливаемых в составе рациона. Так, в период наиболее интенсивной ферментации (3 – 5 часов после кормления) целлюлозолитическая активность у животных, получающих цеолит, была выше контрольных показателей на 8 – 30 % соответственно. Эти изменения, по-видимому, связаны со стабильно более высокими значениями рН среды рубца (рис. 1).

Уровень рН рубца ниже 6,2 существенно подавляет развитие целлюлозолитических микроорганизмов. Подобные изменения согласуются с показателями амилолитической активности в рубце у животных, получающих цеолит.

Во время увеличения амилолитической активности, наблюдалось снижение целлюлозолитической, и наоборот (табл. 6, 7). Известно, что крахмал в составе рациона в определённой степени может тормозить переваримость клетчатки в рубце. Причинами этого явления могут быть либо снижение рН ниже



оптимума действия целлюлаз, либо конкуренция амилолитических и целлюлозолитических организмов в рубце за субстрат.

У животных, содержащихся на рационе с полимером и жомом, через 3 часа после кормления была отмечена более низкая целлюлозолитическая активность, по сравнению с контрольными показателями – на 2,5 и 23 % соответственно. Наименьшие значения целлюлозолитической активности были установлены на данном этапе у животных, получающих жом ( $p < 0,01$ ). Следует обратить внимание, что у животных, получающих жом, амилолитическая активность находилась примерно на уровне контрольных значений, а целлюлозолитическая – на более низком уровне. Что, очевидно, свидетельствует о благоприятном влиянии жома в первую очередь на крахмалгидролизующие микроорганизмы. Вместе с тем, жом является источником клетчатки, что в некоторой степени, увеличивает содержание её в рационе и может приводить к снижению целлюлозолитической активности сразу после приёма корма.

Таблица 7

Целлюлозолитическая активность, %

Время взятия проб, ч	Рационы			
	контроль (ОР)	ОР + цеолит	ОР + полимер	ОР + жом
7 (до кормления)	22,5 ±1,21	20,4 ±0,61	17,9 ±0,62*	18,0 ±2,19
11 (через 3 ч)	12,1 ±0,77	13,1 ±2,83	11,8 ±1,47	9,3 ±1,03**
13 (через 5 ч)	12,3 ±1,12	16,0 ±2,31	15,2 ±0,95	13,3 ±0,54
Среднесуточная целлюлозолити- ческая активность	15,6 ±0,21	16,5 ±1,41	15,0 ±0,90	13,5 ±0,89

Прослеживая изменения целлюлозолитической активности в динамике, следует отметить, что, как через три часа после кормления, так и через пять часов у животных, получающих основной рацион, целлюлозолитическая активность оставалась практически на одном и том же уровне и не изменялась с течением времени (табл. 7). А у животных, получающих цеолит, полимер и жом, она возросла в 1,2, 1,3 и 1,4 раза соответственно. Данный факт благоприятно отразился на переваривании сырой клетчатки в сложном желудке коров, не смотря на более низкие абсолютные показатели целлюлозолитической активности, зафиксированные на определённом этапе. Следует отметить, что у животных, получающих жом, достоверно увеличились, как коэффициент переваримости клетчатки, так и переваренное количество не только сырой клетчатки, но и отдельных её фракций.

Достоверных различий между среднесуточной целлюлозолитической активностью в различные периоды опыта не обнаружено.

Было отмечено увеличение среднесуточного числа инфузорий (в физиологически нормальных пределах) в опытных группах, получающих комбикорма с цеолитом и полимером, что свидетельствует о положительном влиянии добавок на жизнедеятельность инфузорий (табл.8). Некоторое снижение численности инфузорий после кормления в рубце коров, получающих жом, не отразилось на среднесуточных показателях и не может свидетельствовать о неблагоприятном течении микробиологических процессов в рубце.

Таблица 8

Число инфузорий, среднесуточное, тыс./мл

Рационы			
контроль (ОР)	ОР + цеолит	ОР +полимер	ОР + жом
141,3±21,54	172,1±12,18	178,1±17,32	142,9±12,62

Следует отметить существенную разницу между общим числом бактерий, содержащихся в рубцовом содержимом, полученном от животных при скармливании жом, и данным показателем у животных, находящихся на контрольном рационе (табл. 9). В рубцовом содержимом коров, получающих жом, было обнаружено меньшее количество бактерий (в среднем на 19 %). Подобное явление наблюдалось и при подсчёте численности инфузорий, причём после кормления. Однако как выход микробного белка, так и эффективность микробного синтеза у животных, получающих свекловичный жом, были значительно выше, чем у контрольных животных. Данная несогласованность полученных результатов, на наш взгляд, не содержит противоречий и объясняется следующими причинами. Составные части микробной популяции рубца можно разделить на несколько фракций: свободноживущая взвесь организмов, микроорганизмы, присоединившиеся к кормовым частицам, и популяция микроорганизмов, связанная со стенкой рубца. По мнению Э. Р. Ёрскова необходимо различать составные части рубцовой жидкости. Это имеет большое значение при анализе состава рубцовой жидкости, в том числе в исследованиях переваривания *in vitro* (Ёрсков Э.Р., 1985). Очевидно, что при использовании жом в составе рациона, происходит лучшее прикрепление микроорганизмов к частицам корма, поэтому зафиксировать их истинную численность не удалось. Возможно также жом, являясь источником питательных веществ, для микроорганизмов рубца, способствовал увеличению не их количества, а размеров их клеток.

Таблица 9

Число бактерий, среднесуточное, млрд/мл

Рационы			
Контроль (ОР)	ОР + цеолит	ОР + полимер	ОР + жом
8,9±0,23	9,1±1,00	8,3±0,44	7,2±0,28*

Таким образом, в условиях проведённого эксперимента, у опытных животных не было отмечено нарушения нормального течения микробиологических процессов в сложном желудке, а наблюдаемые изменения не носили отрицательного характера, и не повлекли за собой физиологически аномальных изменений рубцового пищеварения.

### **3.1.2. Переваривание питательных веществ и баланс азота в многокамерном желудке опытных коров**

В преджелудках коров, получающих в составе комбикорма цеолит и полимер, по данным балансового – индикаторного опыта, переваримость сухого (СВ) и органического (ОВ) вещества мало отличалась от переваримости этих веществ у животных, при содержании их на контрольном рационе (табл.10). При этом следует отметить в качестве положительного момента, препятствующего потере азота, снижение переваримости сырого протеина в преджелудках опытных коров, содержащихся на рационах с цеолитом и полимером, на 35 % (4,8 абс.%) и 29 % (4 абс. %) соответственно.

Таблица 10

Переваримость питательных веществ  
в многокамерном желудке подопытных коров, %

Показатели	Рационы			
	контроль (ОР)	ОР + цеолит	ОР + полимер	ОР + жом
Сухое вещество	51,4 ±1,27	49,1 ±1,85	50,1 ±1,51	53,5 ±1,92*
Органи- ческое вещество	58,5 ±0,44	56,7 ±1,30	56,8 ±1,93	61,7 ±1,72
Сырой протеин	13,7 ±0,46	8,9 ±2,16	9,7 ±1,15	14,3 ±3,83

Сырой жир	-28,3 ±17,56	-10,0 ±2,77	-30,7 ±5,89	-71,0 ±6,75
Сырая клетчатка	69,6 ±1,02	70,1 ±1,78	70,0 ±1,82	75,3 ±1,48**
Сырая зола	-50,0 ±10,29	-57,5 ±10,24	-51,9 ±4,90	-93,8 ±9,09**
БЭВ	64,3 ±2,77	65,7 ±1,34	64,71 ±1,96	69,1 ±1,96
НДК	61,3 ±1,15	59,5 ±3,15	64,6 ±2,46	69,4 ±1,21*
КДК	67,0 ±1,75	66,3 ±4,32	67,1 ±2,67	76,9 ±1,01*
Лигнин	38,9 ±1,39	22,3 ±10,15	46,0 ±4,44	51,9 ±5,09*
Гемицеллюлоза	50,8 ±0,58	46,7 ±5,05	59,9 ±1,95*	56,7 ±1,53**
Целлюлоза	75,6 ±1,42	78,3 ±2,48	73,6 ±1,20	82,1 ±0,26*

Следует обратить внимание на ярко выраженное изменение переваримости питательных веществ у животных при скармливании жома. Наблюдается достоверное ( $p < 0,01$ ) увеличение переваримости сырой клетчатки (СК) и её фракций, НДК (гемицеллюлозы, целлюлозы, лигнина) и КДК (целлюлозы, лигнина).

Наиболее значимым свойством кормового протеина является степень его распада в рубце. Результаты определения распадаемости сухого вещества и сырого протеина отдельных компонентов рациона представлены в таблице 11.

В исследованиях, проведённых методом *in sacco*, наблюдалась выраженная тенденция к увеличению распадаемости сухого вещества и сырого протеина, как грубых

и сочных кормов, так и концентратов (комбикорма) на рационе с сухим свекловичным жомом. Следует отметить, что распадаемость СП сена на рационе с жомом возросла на 11,9, силоса – на 4,7 и комбикорма – на 8,1 абс.%. Подобная тенденция прослеживается и на рационе с полимером. Распадаемость кормов на рационе с цеолитом не отличалась от контрольных значений.

Таблица 11

Распадаемость сухого вещества и сырого протеина отдельных кормов рациона в рубце подопытных коров, %

Рацион	контроль (ОР)		ОР + цеолит		ОР + полимер		ОР +жом	
	СВ	СП	СВ	СП	СВ	СП	СВ	СП
Корма								
Сено	41,9 ± 1,50	30,8 ± 1,34	40,9 ± 2,95	29,1 ± 2,83	45,5 ± 0,21*	40,7 ± 2,41*	48,1 ± 2,43	42,7 ± 2,11**
Силос	54,7 ± 0,69	61,3 ± 0,06	53,8 ± 0,21	65,0 ± 3,50	57,0 ± 2,43	67,9 ± 2,52*	63,9 ± 5,08	66,0 ± 3,28
Комбикорм контрольный	66,9 ± 3,35	67,3 ± 3,41					76,56 ± 3,89	75,4 ± 3,83
Комбикорм с добавкой цеолита			66,05 ± 1,45	68,7 ± 1,80				
Комбикорм с добавкой полимера					67,8 ± 5,32	67,5 ± 5,38		

По потреблению азота животными не наблюдалось достоверного преимущества при скармливании той или иной добавки (табл. 12).

Рассматривая количественную сторону поступления в кишечник протеина и его отдельных фракций, следует отметить, что исследуемые кормовые добавки оказали выраженное влияние на данный процесс, приводящее к ряду существенных изменений (табл.12). При использовании рационов с цеолитом и

полимером было установлено достоверное увеличение поступления в дуоденум, как общего азота ( $P < 0,01$ ), так и его составляющих. При скармливании подопытным животным жом достоверных различий по данному показателю установлено не было. Однако поступление в кишечник микробного азота на рационе с жомом было наибольшим – на 60,7 % по сравнению с контрольным показателем и имеющиеся различия были достоверными ( $P < 0,01$ ). Тенденция к увеличению поступления микробного белка в кишечник наблюдалась и на рационах с цеолитом и полимером – на 20,0 и на 26,1 % соответственно, однако не носила достоверного характера, в связи с высокой вариабельностью результатов.

Наибольшее количество азота нераспавшейся части протеина корма поступило в кишечник коров, содержащихся на контрольном рационе. Данные по распадемости СП кормов рациона, полученные методом *in vivo* на наш взгляд согласуются с результатами инкубационного опыта *in sacco*. Таким образом, был установлен факт значительного изменения соотношения между кормовым и микробным белком в общем азоте дуоденального химуса, с увеличением доли азота микробов у коров, получающих жом.

Таблица 12

Поступление азота в дуоденум и биосинтез микробного белка в преджелудках коров, г/сутки

Показатели	Рационы			
	контроль (ОР)	ОР + цеолит	ОР + полимер	ОР + жом
Принято азота с кормом	426,02 ±4,89	428,89 ±8,94	439,01 ±3,56	418,31 ±4,56
Поступило в кишечник:				
общего азота	367,72 ±5,89	391,2 ±3,53**	396,47 ±2,81**	358,89 ±18,93

Продолжение табл. 12

неаммонийного азота	358,37 ±5,21	378,19 ±3,04**	382,42 ±2,04**	350,48 ±19,01
аммонийного азота	9,35 ±0,74	12,99 ±1,16*	14,05 ±0,77*	8,41 ±0,26
микробного азота	158,51 ±19,16	190,26 ±11,51	199,91 ±31,75	254,7 ±20,19**
эндогенного азота (10% от общего азота химуса)	36,77 ±0,59	39,12 ±0,35**	39,65 ±0,28**	35,89 ±1,89
азота нераспавшегося протеина корма	172,44 ±19,50	161,8 ±8,58	156,9 ±29,24	68,33** ±12,28
% от общего азота химуса	46,9 ±5,12	41,4 ±2,57	39,6 ±7,60	19,04 ±3,72***
Распадаемость СП % (in vivo)	59,5 ±4,55	62,3 ±2,03	64,3 ±6,50	83,7 ±2,84***
Распадаемость СП % (in sacco)	63,6 ±1,17	65,7 ±1,79	67,2 ±2,60	68,3 ±2,31

В ходе опыта были отмечены некоторые различия в количестве химуса, образовавшегося в преджелудках на разных рационах и в содержании в нём отдельных питательных веществ. Так, наибольшее количество химуса из сложного желудка в кишечник поступало на рационах с цеолитом и жомом – 281,2±21,38 и 284,8±8,79 л/сутки. Наименьший поток химуса из преджелудков наблюдался при содержании коров на контрольном рационе – 258,1±20,34 л/сутки. При скармливании коровам комбикорма с цеолитом изменений в количестве поступающего в дуоденум химуса практически не наблюдалось – 265,2±14,58 л/сутки. Значительная разница была установлена в



количестве сухого вещества, поступающего из многокамерного желудка в кишечник (табл.13).

Увеличение количества сухого вещества, поступившего в кишечник, сопровождалось достоверным увеличением поступления сырого протеина на рационах с цеолитом и полимером – на 6,4% (P<0,01) и на 7,8% (P<0,01), БЭВ – на 6,4 % и 11,7 % (P<0,05), СЖ на рационах с полимером и жомом – на 8,7% (P<0,01) и 41,4% (P<0,05) соответственно.

Таблица 13

Поступление химуса и питательных веществ  
в кишечник подопытных коров

Показатели	Рационы			
	контроль (ОР)	ОР + цеолит	ОР + полимер	ОР + жом
Поступило в кишечник:				
натурального химуса, л/сут.	258,1± 20,34	281,2± 21,38	265,2± 14,58	284,8± 8,79
сухого вещества, кг	9,5± 0,31	9,9± 0,31***	10,0± 0,27***	9,7± 0,44
сырого протеина, г	2298,3± 36,80	2444,9± 22,07**	2477,9± 17,53**	2243,1± 118,30
сырого жира, г	398,3± 41,83	350,5± 15,62	432,9± 37,60**	563,1± 24,44*
БЭВ, г	3520,1± 144,61	3744,0± 92,45	3932,0± 169,52*	3414,9± 234,77

Рассмотрим влияние адсорбирующих добавок на процессы пищеварения в кишечнике.

### 3.2. Влияние адсорбирующих добавок на процессы пищеварения в кишечнике

В кишечнике происходит окончательный гидролиз питательных веществ под действием секретов поджелудочной железы, желчи, кишечного сока и всасывание продуктов гидролиза. В поджелудочном соке содержатся ферменты, действующие на все группы питательных веществ. Исследования панкреатических ферментов и особенностей их действия, как средства изучения проблемы обеспечения животных питательными веществами, дают возможность подойти к рассмотрению данного вопроса с точки зрения физиологии пищеварения животных.

#### 3.2.1. Изменение активности амилалитических и протеолитических ферментов

Для выявления возможного влияния исследуемых добавок на активность пищеварительных ферментов, были проведены модельные опыты с использованием препаратов кристаллической  $\alpha$ -амилазы и трипсина. Полученные результаты представлены в таблице 14.

Таблица 14

Динамика активности  $\alpha$ -амилазы и трипсина при внесении в инкубационную среду адсорбирующих добавок, нкат

Время инкубации, мин.	Добавки				
	контроль	цеолит	полимер	жом	оксид кремния
	Активность $\alpha$ -амилазы				
10	0,652 $\pm 0,0177$	0,693 $\pm 0,0041$	0,622 $\pm 0,0542$	0,513 $\pm 0,0477$	0,713 $\pm 0,0766$
20	0,790 $\pm 0,0648$	0,639 $\pm 0,0041$	0,578 $\pm 0,0239^*$	0,630 $\pm 0,0218$	0,634 $\pm 0,0345$
30	1,124 $\pm 0,0863$	0,517 $\pm 0,0285^{**}$	0,453 $\pm 0,0141^{**}$	0,517 $\pm 0,0202^{**}$	0,534 $\pm 0,0265^{**}$

Продолжение табл. 14

	Активность трипсина				
20	0,020 ±0,0003	0,017 ±0,0032	0,015 ±0,0001***	0,018 ±0,0041	0,007 ±0,0001***
40	0,021 ±0,0002	0,017 ±0,0021	0,019 ±0,0033	0,018 ±0,0003***	0,011 ±0,0002***
60	0,022 ±0,0001	0,018 ±0,0008**	0,021 ±0,0002**	0,020 ±0,0005**	0,013 ±0,0001***

Все используемые добавки снижали активность  $\alpha$ -амилазы и трипсина по сравнению с контрольными показателями. Однако не во всех случаях прекращался рост активности с увеличением времени инкубации. Следует отметить, что активность трипсина в опытных образцах хотя и была ниже контрольных значений, однако с течением времени инкубации возрастала, тогда как активность  $\alpha$ -амилазы при внесении добавок снижалась.

Для оценки влияния исследуемых добавок на ферменты, локализованные в гетерогенной среде химуса, в качестве источника ферментов был использован натуральный дуоденальный химус (табл.15).

Некоторое увеличение амилалитической активности химуса на начальном этапе инкубации при добавлении к опытным образцам цеолита, жома и оксида кремния было не достоверным, по сравнению с контролем и далее наблюдалось последовательное снижение активности во всех исследуемых образцах, включая контрольные.

Напротив, протеолитическая активность, как контрольного образца химуса, так и химуса с исследуемыми добавками последовательно возрастала. Внесение цеолита повысило активность протеиназ через 20 минут инкубации на 4,5% , а через 40 – на 28,6% по сравнению с контролем. Добавление полимера и оксида кремния, также способствовало повышению протеолитической активности, при этом наибольший эффект был оказан через 20 минут

инкубации – на 41 и 50 % соответственно. Тем не менее, наблюдаемый эффект в дальнейшем терялся. Включение в инкубационную среду жома привело к снижению активности протеолитических ферментов на 27,3 % в течение первых 20 минут инкубации. Однако в дальнейшем их активность возрастала и была выше контрольных значений на 3,6 и 18,2% (40 и 60 минут).

Таблица 15

Динамика амилолитической и протеолитической активности дуоденального химуса при внесении в инкубационную среду адсорбирующих веществ, нкат

Время инкубации, мин.	Добавки				
	контроль	цеолит	полимер	жом	оксид кремния
Амилолитическая активность					
10	1,462 ±0,0109	1,521 ±0,1031	1,441 ±0,0387	1,510 ±0,0603	1,543 ±0,0505
20	1,138 ±0,0138	1,067 ±0,0726	1,090 ±0,0505	1,050 ±0,0317	1,062 ±0,0478
30	0,964 ±0,0241	0,906 ±0,0241	0,956 ±0,0137	0,902 ±0,0043	0,915 ±0,0090
Протеолитическая активность					
20	0,022 ±0,0197	0,023 ±0,0210	0,031 ±0,0231	0,016 ±0,0118	0,033 ±0,0224
40	0,028 ±0,0191	0,036 ±0,0199	0,030 ±0,0213	0,029 ±0,0140	0,029 ±0,0224
60	0,033 ±0,0178	0,035 ±0,0186	0,034 ±0,0192	0,039 ±0,0102	0,033 ±0,0197

При определении активности основных пищеварительных ферментов в натуральном химусе, полученном от подопытных коров, содержащихся на рационах с

цеолитом, полимером и жомом были получены следующие результаты (табл.16).

Амилолитическая активность химуса, полученного от животных, содержащихся на основном рационе, возрастала в течение всего времени инкубации. В химусе, полученном при скармливании сухого свекловичного жома, активность амилазы была ниже, по сравнению с контролем.

Таблица 16

Динамика амилолитической и протеолитической активности  
дуоденального химуса при скармливании адсорбирующих  
добавок, нкат

Время инкубации, мин.	Рационы			
	контроль (ОР)	ОР + цеолит	ОР + полимер	ОР + жом
	Амилолитическая активность			
10	0,742 ±0,1580	1,069 ±0,3233	1,189 ±0,4023	0,311 ±0,1203*
20	0,948 ±0,1082	1,192 ±0,2138	1,289 ±0,3636	0,478 ±0,2109*
30	1,013 ±0,1485	1,191 ±0,1642**	1,167 ±0,2548	0,589 ±0,2693
	Протеолитическая активность			
20	0,018 ±0,0041	0,020 ±0,0026	0,043 ± 0,0077**	0,017 ±0,0045
40	0,022 ±0,0036	0,024 ±0,0066	0,034 ±0,0043	0,026 ±0,0038
60	0,024 ±0,0046	0,022 ±0,0062	0,028 ±0,0027	0,035 ±0,0047**

Вместе с тем, наблюдалась тенденция к увеличению амилолитической активности в течение всего времени инкубации, особенно на отрезке 10 – 30 мин. Так,

амилолитическая активность химуса, полученного от животных, содержащихся на основном рационе, увеличилась на данном этапе на 37%, химуса, полученного от коров, содержащихся на рационах с цеолитом и полимером – на 11 и 10% соответственно. А активность химуса, полученного при скармливании жом, возросла на 89%.

Последовательный рост активности протеолитических ферментов наблюдался только в образцах химуса, полученных от животных, содержащихся на контрольном рационе и животных, получающих жом. Следует обратить внимание, что включение в рацион полимера в составе комбикорма, привело к значительному увеличению активности протеолитических ферментов химуса двенадцатиперстной кишки. Однако прослеживалась тенденция к снижению наблюдаемого эффекта с течением времени. Так, в течение первых 20 минут инкубации, их активность была выше контрольных значений на 138 % ( $P < 0,01$ ), при увеличении времени инкубации до 40 минут – на 54,5 %, и при инкубации в течение 60 минут – на 16,7 %.

Изменения активности амилолитических и протеолитических ферментов химуса, в основном были отражены в изменениях переваримости питательных веществ рациона в кишечнике.

### **3.2.2. Переваримость питательных веществ в кишечнике коров.**

Переваримость в кишечнике сухого и органического вещества, протеина и БЭВ была выше у коров получающих цеолит, полимер и жом. Следует отметить, что увеличение переваримости (%) сопровождалось увеличением количества переваренных в кишечнике питательных веществ. При этом достоверное увеличение переваримости сырого протеина происходило на всех опытных рационах, но с различной степенью вероятности (табл.17).

Повышению переваримости в кишечнике, очевидно, способствовало повышение активности протеолитических и амилолитических ферментов, а также пролонгация их действия. Переваримость СП также могла увеличиться за счет изменения соотношения микробного и кормового белка поступающего из желудка. Ранее было отмечено, что наибольшее количество кормового протеина поступило в кишечник коров, содержащихся на контрольном рационе.

Таблица 17

Переваримость питательных веществ в кишечнике, %

Показатели	Рационы			
	контроль (ОР)	ОР + цеолит	ОР + полимер	ОР + жом
Сухое вещество	39,8± 1,51	43,6± 1,33**	43,6± 3,38	43,7± 2,07
Органическое вещество	33,4± 1,43	38,8± 1,58***	37,2± 4,86	39,5± 1,58*
Сырой протеин	65,1± 0,42	69,5± 1,13*	71,3± 0,43***	69,2± 0,33*
Сырой жир	75,9± 3,29	75,3± 1,30	78,3± 1,76	78,4± 1,33
Сырая зола	63,9± 1,27	60,6± 2,89	67,2± 1,98	58,5± 3,74
БЭВ	30,8± 2,15	38,1± 1,57**	46,3± 6,47	37,8± 1,74

Увеличение переваримости питательных веществ в кишечнике привело к более высоким показателям переваривания (табл.18).

В настоящее время концентрированные корма, содержащие ценный протеин, защищают от распада в рубце различными способами. Однако, на наш взгляд, недостаточно только защитить протеин от распада в рубце. Важно выяснить, какое количество концентратов, достигших кишечника, и при каких условиях может в нём эффективно перевариться.

Таблица 18

Количество переваренных питательных веществ  
в кишечнике коров

Показатели	Рационы			
	контроль (ОР)	ОР +цеолит	ОР + полимер	ОР +жом
Сухое вещество, кг	3,79 ±0,27	4,32 ±0,16*	4,38 ±0,38	4,44 ±0,45
Органическое вещество, кг	2,51 ±0,18	3,02 ±0,07*	2,95 ±0,41	3,47 ±0,25*
Сырой протеин, г	1495,01 ±19,5	1699,90 ±21,2**	1767,03 ±16,5***	1626,04 ±89,8
Сырой жир, г	306,16 ±42,8	263,77 ±11,2	340,49 ±35,3*	455,39 ±26,3*
Сырая зола, г	1276,47 ±103,4	1301,95 ±133,5	1426,05 ±72,1	1338,41 ±121,8
БЭВ, г	1091,05 ±105,9	1422,72 ±36,1*	1739,77 ±217,4	1527,68 ±153,1**

Опыт, проведённый по стандартной схеме – инкубация в рубце – инкубация в кишечнике, позволил нам выявить некоторые особенности влияния применяемых добавок на переваримость комбикормов. В данном опыте было установлено значительно более низкие значения переваримости сухого вещества и сырого протеина контрольного комбикорма на контрольном рационе, по сравнению с опытными комбикормами на соответствующих рационах (табл. 19). Разницы между переваримостью опытных комбикормов не наблюдалось. Тем не менее, наиболее высокие значения переваримости сухого вещества и сырого протеина были установлены при инкубации комбикорма с цеолитом, на соответствующем рационе.

В целом следует отметить, что применение исследуемых кормовых добавок при использовании их в составе комбикорма позволяет значительно повысить его переваримость в



кишечнике. То есть, очевидно, что у коров, находящихся на опытных рационах, увеличение переваримости в кишечнике происходило в большей степени за счёт потреблённых концентрированных кормов (комбикорма).

Таблица 19

Переваримость комбикормов в кишечнике (in sacco)  
(с предварительной инкубацией в рубце), %

Рацион	Вид комбикорма	Сухое вещество	Сырой протеин
Контрольный (ОР)	контрольный	24,3±1,08	64,7±0,33
ОР+цеолит	с цеолитом	53,2±0,47***	86,7±0,31***
ОР+полимер	с полимером	44,9±0,70***	85,1±0,13***
ОР+жом	контрольный	40,0±0,79***	83,1±0,22***

### 3.3. Переваримость питательных веществ в желудочно-кишечном тракте коров

Коэффициенты переваримости в желудочно-кишечном тракте (ЖКТ), различались для некоторых питательных веществ на контрольном и опытных рационах (табл. 20). При этом следует отметить, что достоверных изменений коэффициентов переваримости в ЖКТ при использовании цеолита установлено не было. Однако прослеживается тенденция к некоторому увеличению переваримости практически всех питательных веществ. Более низкий коэффициент переваримости сырой золы (СЗ), очевидно, обусловлен её большим содержанием в рационе при использовании цеолита. Достоверно более высокая переваримость протеина в ЖКТ была отмечена при использовании полимера.

Показатели переваримости питательных веществ в желудочно-кишечном тракте коров, получавших сухой свекловичный жом, отличались от контрольных значений по

целому ряду показателей. Была установлена достоверно более высокая переваримость органического вещества (ОВ), протеина (СП), клетчатки (СК), а также её отдельных фракций и достоверно более низкая переваримость жира (СЖ) и золы (СЗ) (Табл.20).

Таблица 20

Переваримость питательных веществ  
в желудочно-кишечном тракте коров, %

Показатели	Рационы			
	контроль (ОР)	ОР + цеолит	ОР +полимер	ОР + жом
Сухое вещество	70,8± 0,64	71,2± 1,61	71,9± 1,63	73,9± 0,72
Органическое вещество	72,4± 0,43	73,4± 1,45	72,9± 2,08	76,9± 0,67*
Сырой протеин	69,8± 0,51	72,1± 1,65	74,1± 0,33**	73,6± 1,00*
Сырой жир	70,77± 0,51	72,71± 2,10	71,91± 1,20	63,3± 0,84***
Сырая клетчатка	60,46± 1,55	61,31± 2,17	59,70± 3,13	69,6± 0,64*
Сырая зола	45,95± 3,96	38,66± 2,58	50,39± 1,50	20,6± 3,78*
БЭВ	75,12± 2,69	78,72± 1,35	78,91± 1,86	80,8± 0,72
НДК	57,52± 1,18	57,93± 3,52	59,11± 3,54	67,9± 2,18*
КДК	54,9± 0,82	54,1± 5,42	55,1± 4,14	64,8± 1,01**
Лигнин	27,6± 5,95	16,1± 10,77	17,4± 11,24	10,4± 9,13
Гемицеллюлоза	62,2± 1,78	64,3± 2,56	66,2± 2,59*	74,4± 4,34
Целлюлоза	63,6± 1,36	64,9± 4,57	65,9± 1,70	75,9± 0,67**

Увеличение переваримости питательных веществ в кишечнике привело к более высоким показателям переваривания (табл.21).

Таблица 21

Количество переваренных питательных веществ  
в желудочно-кишечном тракте коров

Показатели	Рационы			
	контроль (ОР)	ОР + цеолит	ОР + полимер	ОР + жом
Сухое вещество, кг	13,77 ±0,39	13,92 ±0,57	14,24 ±0,46	15,36 ±0,08*
Органическое вещество, кг	13,07 ±0,33	11,99 ±1,14	13,36 ±0,53	15,17 ±0,13*
Сырой протеин, г	1859,54 ±17,4	1936,64 ±79,0	2033,09 ±17,3**	1923,43 ±17,1
Сырой жир, г	223,64 ±13,8	231,92 ±12,4	237,27 ±12,8	208,65 ±4,2
Сырая клетчатка, г	2525,38 ±56,5	2587,29 ±146,6	2616,19 ±61,9	3725,90 ±25,8***
Сырая зола, г	613,49 ±61,4	524,75 ±36,6*	703,58 ±22,2	223,73 ±38,3**
БЭВ, г	7664,62 ±1026,3	8633,34 ±360,0	8801,63 ±337,4	8916,04 ±76,2
НДК, г	4590,05 ±214,0	4708,65 ±510,5	4946,96 ±394,7	6627,71 ±163,1**
КДК, г	2804,19 ±135,1	2859,40 ±451,4	2975,82 ±302,2	4113,83 ±64,2**
Лигнин, г	296,47 ±77,5	196,41 ±127,6	201,04 ±132,2	108,87 ±97,2
Гемицеллюлоза, г	1786,06 ±100,6	1848,85 ±116,9	1970,89 ±106,3	2606,11 ±130,8**
Целлюлоза, г	2701,39 ±57,4	2800,99 ±354,4	2914,54 ±128,1*	4047,53 ±75,1***

Сравнение данных по переваримости и количеству переваренных питательных веществ в многокамерном желудке, кишечнике и желудочно-кишечном тракте коров наглядно показывает, что простые балансовые опыты по принципу корм – кал для жвачных животных мало информативны, не отражают внутренние процессы и не дают истинных значений действительно усвоенных питательных веществ.

При скармливании кормовых добавок наряду с рассмотренными показателями, характеризующими процессы пищеварения в желудочно-кишечном тракте коров, контролировался удой. Известно, что в большинстве случаев кормовых добавки скармливаются с целью повышения продуктивности животных, в т.ч. молочной. В ходе опыта не было выявлено отрицательного воздействия применённых добавок на молочную продуктивность подопытных коров. Следует подчеркнуть, что рационы были составлены таким образом, чтобы животные не испытывали недостатка в обменной энергии и основных питательных веществах, то есть были ориентированы на максимально возможную продуктивность.

Изменения молочной продуктивности подопытных коров не носили достоверного характера. Удой коров в период скармливания основного рациона составлял  $21,2 \pm 2,05$  кг, при скармливании цеолита и полимера удой повысился и составил  $22,3 \pm 1,72$  и  $22,6 \pm 0,91$  кг соответственно, при скармливании жома удой составлял  $20,6 \pm 1,02$  кг.

## Выводы

1. В результате проведённых исследований было установлено, что цеолит, в виде добавки «Стимул» и полимерная добавка «Солунат» не оказывают выраженного влияния на такие показатели ферментативных процессов в рубце как: концентрация ЛЖК, рН и концентрация аммиака. Скармливание сухого свекловичного жома способствует достоверному снижению концентрации ЛЖК, удерживает на более высоком уровне значения рН рубцового содержимого в период наиболее активной ферментации. Значительно и достоверно снижает концентрацию аммиака, как до, так и после кормления. Среднесуточная концентрация аммиака при скармливании жома снижается в 2,6 раза ( $P < 0,001$ ), по сравнению с данным показателем на основном рационе. При снижении концентрации аммиака в рубце наблюдается наибольшее увеличение ( $P < 0,05$ ) количества синтезированного микробного белка. Эффективность микробного синтеза увеличивается при скармливании цеолита, полимера и жома на 22,7, 27,3 и 37 % соответственно.

2. Амилолитическая активность в рубце коров при скармливании цеолита и полимера снижается, в среднем на 8,9 и на 11,3 ( $P < 0,05$ ) %. Жом не оказывает влияния на данный показатель. Среднесуточная целлюлозолитическая активность достоверных различий между группами не имела.

3. Применение цеолита в виде добавки «Стимул» и полимера в виде добавки «Солунат» способствует снижению переваримости СП в многокамерном желудке коров на 35 и 29 % соответственно. Скармливание сухого свекловичного жома приводит к увеличению переваримости практически всех питательных веществ. По сравнению с контрольным рационом переваримость СВ увеличивалась на 4,1 % ( $P < 0,05$ ), ОВ на 5,5 %, СП на 4,4 %, БЭВ – на 7,5 %. Жом способствует лучшему перевариванию в преджелудках коров СК, а также её труднодоступных для переваривания компонентов: СК на 8,2%

( $P < 0,01$ ), НДК на 13,2 % ( $P < 0,05$ ), КДК на 14,8 % ( $P < 0,05$ ), гемицеллюлозы на 11,6 % ( $P < 0,01$ ), целлюлозы на 8,65 ( $P < 0,05$ ).

4. Цеолит не оказывает существенного влияния на распадаемость сухого вещества и сырого протеина кормов рациона (сена, силоса и комбикорма) при скармливании его в составе комбикорма. На рационе с полимерной добавкой распадаемость сухого вещества (СВ), сырого протеина (СП) сена и СП силоса повышается и составляет  $45,5 \pm 0,21$  ( $P < 0,05$ ),  $40,7 \pm 2,41$  ( $P < 0,01$ ) и  $67,9 \pm 2,52$  ( $P < 0,05$ ) %. Сухой свекловичный жом способствует увеличению распадаемости СВ и СП сена до  $48,09 \pm 2,43$  и  $42,7 \pm 2,11$  ( $P < 0,01$ ) %, СВ и СП силоса – на 16,8 и 7,7 %, а также СВ и СП комбикорма – на 14,4 и 12,1 %.

5. Применение в составе комбикормов цеолита («Стимул») и полимера («Солунат») увеличивает поступление общего азота в кишечник на 6,4 и 7,8 % с достоверностью ( $P < 0,01$ ) соответственно. При скармливании сухого свекловичного жома коровам увеличивается поступление микробного белка в кишечник на 60,7 % ( $P < 0,01$ ), при этом поступление нераспавшегося протеина корма снижается на 59,4 %.

Достоверных изменений в потреблении кормов рациона при скармливании исследованных добавок не установлено.

6. Цеолит в виде добавки «Стимул» и сухой свекловичный жом способствуют усилению химусообразования и увеличению количества химуса, поступающего в кишечник –  $281,2 \pm 21,38$  и  $284,8 \pm 8,79$  соответственно, по сравнению с контролем –  $258,1 \pm 20,34$  л/сутки. Достоверное увеличение количества питательных веществ, поступивших в кишечник с химусом, происходит на рационе с цеолитом – СВ – на 4,2 ( $P < 0,001$ ), СП – на 6,4 ( $P < 0,01$ ); на рационе с полимером – СВ – на 5,3 ( $P < 0,001$ ), СП – на 7,8 ( $P < 0,01$ ) и БЭВ – на 11,7 ( $P < 0,05$ ); рационе с жомом – СЖ – на 41,4 % ( $P < 0,05$ ).

7. Исследование ферментативной активности  $\alpha$ -амилазы и трипсина, а также амилалитической и протеолитической активности дуоденального химуса, при добавлении в инкубируемую среду цеолита, полимера, жома и оксида кремния

показало, что все исследованные добавки оказывают существенное влияние на изменение активности ферментов. Степень и характер их влияния зависит от вида и источника фермента, условий протекания реакции, влияния гетерогенного окружения и времени инкубации.

8. Ферментативная активность дуоденального химуса изменяется в зависимости от вида добавки, скармливаемой в составе рациона. Цеолит, в виде добавки «Стимул», увеличивает амилалитическую активность химуса на 17,6 %, ( $P < 0,01$ ), (30 мин. инкубации) и не оказывает влияния на протеолитическую активность. Полимер, в виде добавки «Солунат», способствует увеличению амилалитической активности химуса на 15,2 % (30 мин. инкубации), значительно и достоверно ( $P < 0,01$ ) повышает активность протеаз – на 138 % (20 мин. инкубации). Сухой свекловичный жом вызывает сильное снижение амилалитической активности дуоденального химуса – на 41,9 % ( $P < 0,05$ ), но не препятствует увеличению активности с течением времени и увеличивает протеолитическую активность на 45,8 % ( $P < 0,01$ ), (60 мин. инкубации).

9. При скармливании цеолита («Стимул»), полимера («Солунат») и жома увеличивается переваримость и количество переваренных питательных веществ в кишечнике коров. При применении цеолита в составе комбикорма достоверно повысилась переваримость СВ – на 9,4 ( $P < 0,01$ ), ОВ – на 16,2 ( $P < 0,001$ ), СП – на 6,8 ( $P < 0,05$ ) и БЭВ – на 23,7 ( $P < 0,01$ ), %. При использовании полимера увеличилась переваримость СВ – на 9,5, ОВ – на 11,4, СП – на 9,5 ( $P < 0,001$ ), СЖ – на 3,2, СЗ – на 5,2 и БЭВ – 50,3 %. Скармливание опытным коровам жома способствовало повышению переваримости в кишечнике СВ – на 9,8, ОВ – на 18,3 ( $P < 0,05$ ), СП – на 6,3 ( $P < 0,05$ ), СЖ – на 3,3 и БЭВ – на 22,7 %.

10. Применение цеолита («Стимул») и полимера («Солунат») в составе комбикормов позволяет повысить переваримость СВ и СП комбикорма в кишечнике. Скармливание сухого свекловичного жома коровам

способствует увеличению переваримости СВ и СП контрольного комбикорма.

11. При использовании цеолита, достоверных изменений переваримости питательных веществ кормов рациона в желудочно-кишечном тракте подопытных коров не установлено. При использовании полимера наблюдалась достоверно более высокая переваримость СП в желудочно-кишечном тракте. При скармливании свекловичного жома переваримость органического вещества (ОВ), СП, СК, а так же её фракций увеличивалась, а СЖ и СЗ – снижалась.

12. Включение в состав рациона цеолита – добавки «Стимул», полимера – добавки «Солунат» и свекловичного жома не оказало отрицательного влияния на молочную продуктивность коров.

### **Практические предложения**

При использовании в рационах коров кормовых добавок – цеолита («Стимул»), полимера («Солунат») и сухого свекловичного жома, следует при расчете обеспеченности организма коров обменным белком учитывать более высокую эффективность микробного синтеза (на 22,7, 27,3 и 37 % соответственно), более высокую переваримость протеина в кишечнике (на 6,8, 9,5 и 6,3 %) и увеличение переваримости нераспавшегося в рубце протеина концентрированных кормов (комбикорма) в среднем на 31,3 %.



## Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Паршина В.В. Влияние адсорбирующих кормовых добавок на переваримость питательных веществ в кишечнике, активность пищеварительных ферментов и микробиологические процессы, протекающие в рубце / В.В. Паршина // Современные достижения зоотехнической науки и практики – основа повышения продуктивности сельскохозяйственных животных: сб. науч. трудов.- СКНИИЖ - Краснодар, 2007. - Ч.2.-С.148-150.
2. Паршина В.В. Влияние жома свекловичного на некоторые показатели пищеварения в кишечнике у коров / В.В. Паршина // Проблемы биологии продуктивных животных. - Боровск. - 2008.-№ 2.- С. 111-115.
3. Паршина В.В. Влияние кормовых добавок, обладающих адсорбционными свойствами, на активность амилолитических и протеолитических ферментов / В.В. Паршина // С.-х. биология. Сер. Биология животных.-2008.-№ 2.-С.72-77.

Издательство МУП «Полиграфист»  
240 10, Калужская область, Боровский район,  
г. Боровск, пл. Ленина, 20  
Тел./факс 48438-4-3982, 48438-4-4288  
Лицензия ИД № 03641  
Подписано в печать 2008 г.  
Заказ № 593, тир. 100 экз. Печ. л. 2,0