

На правах рукописи

*Пакош Елена Владимировна*

**ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ И АМИНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА  
ОБМЕННОГО БЕЛКА В РАЦИОНАХ ЛАКТИРУЮЩИХ  
КОРОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

*03.00.13-Физиология*

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

*Боровск - 2007*

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

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

Официальные оппоненты: доктор биологических наук  
**Воробьева Светлана Владимировна**  
кандидат биологических наук,  
**Макар Зиновий Николаевич**

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

Защита состоится «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2007 года, в 10 часов, на заседании диссертационного совета Д.006.030.01 при ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания сельскохозяйственных животных.

Адрес института: 249013, пос. Институт, г. Боровск, Калужской обл., ГНУ ВНИИФБиП с.-х. животных, тел: (495) 9963415, факс- (48438) 42088.

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

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2007г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
кандидат биологических наук

В.П. Лазаренко

---

Издательство ВНИИФБиП с/х животных  
Лицензия ИД № 03641  
Тираж 100 экз.

249013. г. Боровск. Калужская обл., ВНИИФБиП

---

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность исследований.** Повышение продуктивности сельскохозяйственных животных при одновременном снижении затрат кормов на продукцию зависит от знаний и учета биологических закономерностей использования питательных веществ. Прикладные вопросы синтеза белка, имеющие теоретическое и практическое значение, в течение многих десятилетий остаются актуальными и составляет основу большинства направлений в мировой науке в области биологии. Такого рода исследования имеют непосредственное отношение к эффективности производства молочной продукции и повышению его главного диетического компонента – молочного белка.

Успешное решение этих вопросов определяется изучением процессов пищеварения и обмена веществ в организме животных (Н.В. Курилов, А.П. Кроткова, 1971; Алиев А.А., 1997).

Ранее разработанные системы кормления дойных коров (оценка кормов по общей питательности, по переваримому протеину и т. д.) для высокопродуктивных животных стали недостаточными, так как дефицит аминокислот и белков в организме таких животных подавляет реализацию генетического потенциала, а снижает сроки хозяйственного использования коров (Шманенков Н.А., 1987; Hvelpland, 1993; Hanigan, 1998). Поэтому, исследование физиологических закономерностей кишечного пищеварения, а именно, процессов, влияющих на формирование обменного белка (общее количество всосавшихся аминокислот) в организме животного, имеет важное значение в повышении продуктивности жвачных животных.

В настоящее время разработаны подходы для определения поступления аминокислот из пищеварительного тракта в кровь и установлены нормы потребности коров в обменном белке и обменных аминокислотах исходя из фактического содержания белка в молоке (AFRC, 1992; NRC, 2001). Однако, недостаточно экспериментальных данных по количественным отношениям уровня поступления обменного белка из пищеварительного тракта и содержанием белка в молоке и его фракций и соответст-

вено отсутствуют эффективные способы направленной регуляции белковомолочности.

В связи с вышеизложенным целью нашей работы было изучение влияния уровня и аминокислотного состава обменного белка в рационе в разные фазы лактации у коров на эффективность его использования в процессах образования молочного белка. В соответствии с целью, в задачи исследований входило:

- определить количественное поступление обменного белка из пищеварительного тракта коров и его аминокислотный состав в разные периоды лактации при различных условиях протеинового питания;
- определить переваримость в кишечнике нераспавшегося в преджелудках протеина кормов рациона;
- провести сравнительную оценку методов расчета обменного белка;
- определить в молоке содержание белка, его казеиновой фракции, и термостабильность в зависимости от стадии лактации и поступления аминокислот из пищеварительного тракта.

**Научная новизна.** В результате проведенной работы показана зависимость переваримости нераспавшегося кормового протеина в кишечнике коров от вида корма и степени распада его протеина в преджелудках. Установлено, что эффективность использования обменного белка на образование молочных белков зависит от сбалансированности его аминокислотного состава и определяет белковомолочность.

Увеличение содержания обменного белка в рационах коров выше существующих норм на 13,5 % сопровождается увеличением выхода молочного белка при высокой эффективности его трансформации в продукцию и сохранением технологических свойств.

**Практическая значимость работы** состоит в том, что показана возможность оценки рационов по уровню и аминокислотному составу обменного белка, что позволяет прогнозировать уровень молочной продуктивности в период раздоя, более полно использовать генетический потенциал животных, улучшить

### **Список работ, опубликованных по материалам диссертации**

1. Пакош Е.В. Зависимость между содержанием общего белка, его казеиновой фракции и термостойкостью молока по стадиям лактации и при разной продуктивности животных. Труды ГНУ ВНИИФБиП с.-х. животных, Боровск, 2006, XLV: 33-41.

2. Пакош Е.В. Влияние уровня обменного белка и его аминокислотного состава в рационе коров на содержание белковых фракций и технологические свойства молока. Материалы 4 Международной конференции, посвященной 100-летию Н.А. Шмаринова «Актуальные проблемы биологии в животноводстве», Боровск, 2006: 188-189.

3. Харитонов Е.Л., Пакош Е.В. Оптимизация белково-аминокислотного питания коров и качество молока. Молочное и мясное скотоводство, 2007, №3: 24-25.

кишечного тракта на 3-4 %, уменьшению выделения азота с мочой и калом, увеличению отложения азота в организме животных, а также к более эффективному использованию азота на молокообразование.

5. Увеличение доли обменного протеина в рационе, путем «защиты» корма увеличивает обеспеченность кишечника коров аминокислотами. При этом отмечена тенденция повышения поступления аминокислот в кишечник вследствие увеличения потока нерасщепляемого протеина корма. В составе обменного белка концентрация ряда незаменимых аминокислот была более высокой – метионина на 88,4 % на 66,3 %, лизина на -3,6-4,98 %, гистидина на 7,3-14,7 % в 1-й и 2-й опытных группах соответственно.

6. В зависимости от стадии лактации и уровня молочной продуктивности коров происходит изменение фракционного состава молочных белков за счет перераспределения доли казеиновых и сывороточных белков. Повышение казеиновой фракции в молоке приводит к снижению термостабильности этого продукта, что наблюдается в разгар лактации при высоком уровне молочной продуктивности.

## 5. ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. Для коров со средней и высокой продуктивностью в разгар лактации необходимо доводить содержание в обменном протеине метионина не менее 2-2,5, лизина- 6,8-7,5; гистидина- 2,2-2,7; лейцина – 7-8, фенилаланина 4,5-5 % за счет высокобелковых кормов с низкой распадаемостью протеина или добавки «защищенных» синтетических аминокислот.

2. С целью повышения содержания белка в молоке коров в стадию установившейся лактации коров предлагается увеличивать уровень обменного протеина на 15 % по сравнению с нормой.

3. Для повышения термостабильности молока коров предлагается включать в состав рационов буферные смеси, приводящие к повышению рН молока.

технологические свойства молока. Полученные данные будут использованы при совершенствовании системы кормления с учетом качества молока.

### Положения, выносимые на защиту:

- Эффективность использования белковой части рациона определяется уровнем обеспечения организма незаменимыми аминокислотами в составе обменного белка;
- Переваримость нераспавшегося кормового протеина в кишечнике коров зависит от вида корма и степени распада его протеина в преджелудках.

Апробация работы. Материалы диссертации доложены на 4-й международной конференции «Актуальные проблемы биологии в животноводстве» (Боровск 2006), на межлабораторном заседании сотрудников отделов питания и регуляции ВНИИФБиП (Боровск, 2007).

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

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 136 страницах компьютерного текста и состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов, результатов исследования и их обсуждения, заключения, выводов и практических предложений, списка использованной литературы, включающего 180 источников, в том числе 88 иностранных авторов, приложений. Работа иллюстрирована 22 таблицами и 28 рисунками.

## 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Представленная работа являлась составной частью исследований ряда лабораторий по теме 01.01.01.01.в.

Экспериментальная работа проводилась в условиях вивария института ВНИИФБиП с.-х. животных на 9 коровах холмогорской породы, живой массой около 500 кг, в стойловый период при 3-разовом доении, свободном доступе к воде и при 3-х разовом кормлении. Животные при проведении опытов получали рационы, составленные с учетом норм потребности (Физиологиче-

ские потребности в питательных веществах и нормирование питания молочных коров. Справочное пособие, Боровск, 2001). Коровы были прооперированы с наложением канюли рубца и Т-образной канюли на запилорический участок двенадцатиперстной кишки (хирургические методы описаны А.А. Алиевым, 1997). Во всех сериях опыта продолжительность каждого периода составляла 30 дней.

Экспериментальная проработка поставленных задач осуществлялась методом групп-периодов в опытах на половозрелых высокопродуктивных коровах в первые месяцы лактации (30-120 день лактации).

Первая серия выполнена на коровах с канюлями рубца и двенадцатиперстной кишки с целью изучения основных этапов превращения питательных веществ корма в различных участках пищеварительного тракта и использования в синтезе компонентов молока. Опыт проведен на двух группах коров (по 3 головы) в три периода на 55, 85 и 120 дне лактации. Рационы коров контрольной и опытной групп до 25-го дня лактации были идентичными. В дальнейшем коровы контрольной группы получали рацион согласно норм ВНИИФБиП (Физиолог. потребн....., 2001), а коровы опытной группы – рацион, оптимизированный по составу обменной энергии и обменного протеина с учетом субстратной характеристики обменной энергии и аминокислотного состава обменного протеина (Харитонов, 2004). Коровы обеих групп получали одинаковое количество обменного протеина, но с разным соотношением аминокислот (метионина, лизина, гистидина и лейцина) (табл. 1), за счет подбора ингредиентов комбикорма с разной степенью распада белка.

Вторая серия экспериментов проведена на 3 коровах методом латинского квадрата (3x3). Было испытано три рациона, различающихся по уровню потребления обменного белка на литр надоечного молока. Разный уровень обменного белка создавали за счет использования в составе комбикорма «защищенного» и «незащищенного» подсолнечного шрота, а для обеспечения микробного синтеза белка в рубце использовали мочевины в смеси с цеолитом. Для «защиты» протеина применяли комбинации

Для улучшения термостабильности молока можно рекомендовать включать в состав рационов буферные смеси, приводящие к повышению рН молока. В связи с выявленной зависимостью между уровнем общего белка в молоке и его казеиновой фракцией следует изыскивать факторы питания, позволяющие регулировать соотношение фракций в общем белке молока с целью повышения его термостабильности.

#### 4. ВЫВОДЫ

1. В результате проведенных исследований показана практическая возможность составления рационов с заданным уровнем и аминокислотным составом обменного белка на основе показателей распадаемости протеина и аминокислот отдельных кормов и переваримости в кишечнике, определенных методом *in sacco*.

2. Показатели переваримости нераспавшегося в рубце протеина отдельных кормов (сено, силос, комбикорм, подсолнечный шрот) в кишечнике коров величина не постоянная, зависящая от степени распада в преджелудках. Переваримость нераспавшегося кормового протеина в кишечнике коров для подсолнечного шрота изменялась от 62,5 до 81,2% (интактный и «защищенный» подсолнечный шрот), комбикорма от 50,0 до 80,6 и 81,3 %, в результате чего переваримость нераспавшегося протеина кормов рациона варьировала от 57,7 до 72,4 и 69,6 %.

3. Эффективное использование обменного белка зависит не только от его уровня, но и содержания лимитирующих незаменимых аминокислот. Балансирование рационов коров по аминокислотам в составе обменного белка повышает эффективность использования переваримого протеина на образование молока в среднем на 12 % во все периоды опыта.

4. Повышение в рационах коров уровня обменного белка за счет использования труднорасщепляемого протеина и добавления новой формы мочевины, приводит к увеличению поступления неаммонийного азота в кишечник, и повышению переваримости азотистых веществ в этом отделе желудочно-

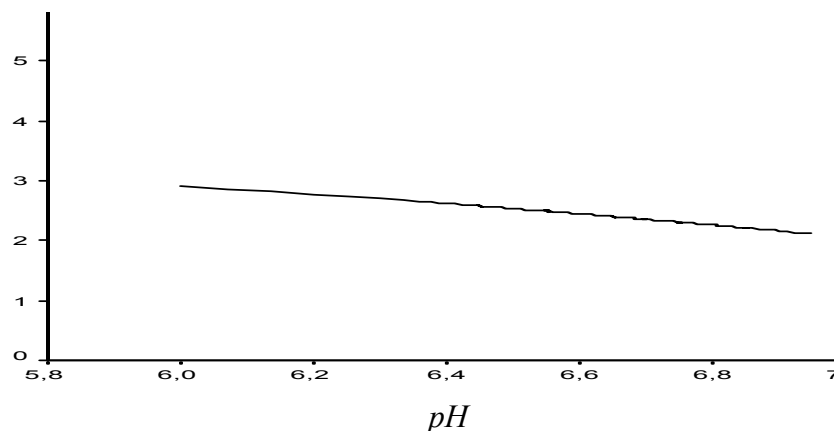


Рис.4. Зависимость категории молока по термоустойчивости от pH молока

Результаты показывают, в каких диапазонах значений белка в молоке оно соответствует высокой категории термоустойчивости, а так же и то, что качество молока ухудшается при увеличении процента казеина в молоке. При этом при повышении удоя содержание общего белка снижается ( $r^2=0,3$ ;  $n=70$ ), а с увеличением pH молока улучшается его качество (рис. 3) ( $r^2=0,86$ ), что согласуется с данными Горбатова К.К. и Гунькова П.И. (1998).

Проведенные исследования показали, что при сбалансированном белковом питании содержание общего белка в молоке зависит от стадии лактации и уровня молочной продуктивности. При этом происходит изменение фракционного состава молочных белков за счет перераспределения доли казеиновых и сывороточных белков. Увеличение казеиновой фракции в молоке сопровождается ухудшением термостабильности, что связано, вероятно, с понижением стабильности мицелл казеина. К причинам, снижающим стабильность мицелл, можно отнести увеличение их размера и снижением pH молока, который может влиять на их заряд. Повышенной термостабильностью обладает молоко коров в начале и конце лактации, и при среднем уровне молочной продуктивности.

рованное физико-химическое воздействие. Рацион по составу кормов был аналогичен рациону первой серии.

Таблица 1

Схема 1 опыта

Показатели	Дни лактации		
	1-й период (60 дней лактации)	2-й период (90 дней лактации)	3-й период (120 дней лактации)
Удой, кг	28	25	22
Масса животных, кг	500	500	500
Обменный белок на 1 кг молока (белок молока 3.4%)			
Контроль (не сбалансированный аминокислотный состав)	47,2	47,2	47,2
Опыт (сбалансированный аминокислотный состав)	47,2	47,2	47,2

В контрольном периоде коровы получали основной рацион, в состав комбикорма которого был включен необработанный подсолнечный шрот, в 1-ом опытном периоде в состав комбикорма входил шрот «защищенный» от распада протеина в рубце и во 2-ом опытном периоде в составе комбикорма использовали шрот «защищенный» от распада протеина в рубце и мочевины с пониженной скоростью гидролиза (табл. 2).

Рацион для животных во все серии опыта состоял из сена многолетних трав, силоса злаковых многолетних трав, комбикорма и патоки тростниковой.

В конце каждого периода проводили балансовые опыты по учету потребленного корма, выделенного количества мочи, кала и молока и суточный опыт по сбору дуоденального содержимого и определению поступления кормового белка и кормовых аминокислот в двенадцатиперстную кишку. Определение валового поступления химуса в двенадцатиперстную кишку

осуществляли по индикаторной методике с использованием окиси хрома (Smiht A.M., 1995).

Таблица 2

Схема 2-го опыта

Показатели	Периоды опыта		
	Контроль	1-ая группа	2-ая группа
День лактации	150	150	150
Удой, кг	15	15	15
Обменный белок на 1 кг молока (белок 3.4 %)	47,2	53,0	58,3

Было определено поступление из преджелудков сухого вещества (СВ), микробного (по пуриновым основаниям (Zinn и Owens, 1986), аммонийного азота (микродиффузионным методом по Конвею), кормового азота по разнице неаммонийного, эндогенного и микробного азота, а также переваривание в кишечнике сырого протеина по разнице показателей химуса и кала. В молоке исследовали титруемую кислотность (по А. А. Кабышу), содержание белка (по Кельдалю) и выделение белка с молоком, рН- потенциометрически, термостабильность (ГОСТ 25228-82) и содержание казеиновой фракции в молоке (по Астанину, 1951). Распадаемость протеина кормов, входящих в рацион определяли путем инкубации образцов корма в рубце коров (in sacco) (Методические указания по изучению пищеварения, Боровск, 1985), переваримость нераспавшегося протеина отдельных кормов изучали методом мобильных мешочков (Voight J., 1985).

Эффективность использования протеина корма оценивали по отношению выделенного белка с молоком к потребленному, переваренному и усвоенному протеину.

Статистическую обработку проводили по методу Стьюдента.

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

#### 3.1. Использование обменного белка в процессе молокообразования при разном его аминокислотном составе

продуктивность (8,7 %), и больше выделяли молочного белка (16,8 %). Во всех группах основные технологические показатели молока не различались и соответствовали молоку высшего качества (рН, титруемая кислотность, доля казеиновой фракции, термостойчивость).

Таким образом, увеличение содержания обменного белка в рационах коров сопровождалось увеличением выхода молочного белка при высокой эффективности его трансформации и сохранением технологических свойств.

#### 3.3. Влияние факторов питания, стадии лактации и уровня молочной продуктивности на состав и качество молока

При анализе широкого диапазона изменений концентраций белка в молоке, установлена невысокая параболическая зависимость (рис. 3). В самом распространенном диапазоне значений содержания белка (от 2,5 до 3,5 %) его уменьшение сопровождается снижением термостабильности, а увеличение от 3,5 до 4 % – повышением. При увеличении содержания общего белка в молоке обнаружена выраженная тенденция ( $r^2=0,132$ ;  $n=70$ ) к снижению содержания казеиновой фракции и, тем самым, к возрастанию доли сывороточных белков.

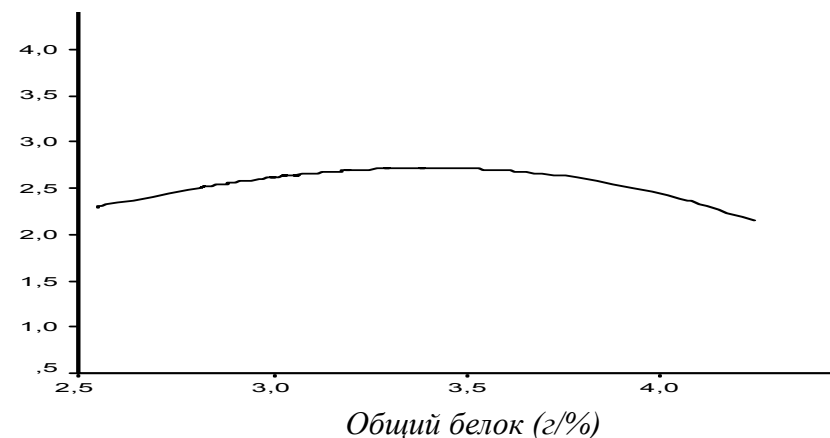


Рис. 3. Зависимость категории молока по термостойчивости от содержания общего белка



Изучение баланса азота в организме коров показало, что у животных опытных групп меньше выделялось азота с мочой на 12,57-13,8 % по сравнению с контролем. Видимо это, а также более насыщенный по незаменимым аминокислотам состав обменного белка в основном и обусловило более эффективное использование протеина в организме коров на продуктивные цели.

Эффективность использования азота по всем применяемым критериям в опытных группах была выше, чем в контроле (рис. 2). Вторая опытная группа эффективнее использовала азот на производство молока, а первая больше на отложение. Эффективность использования азота на молоко у этой группы находилась на уровне контроля.

### 3.2.2. Качество молока в зависимости от уровня обменного белка в рационе коров

Повышение уровня обменного белка в рационах стимулировало секрецию белка молока (табл. 14).

Таблица 14

Состав и технологические свойства молока

Показатели	Контрольная группа	1-я опытная группа	2-я опытная группа
pH	6,6±0,005	6,65±0,005	6,5±0,005
Термоустойчивость, категория	2,0±0,05	1,5±0,5	2,0±0,05
Общий белок, %	3,28±0,32	3,53±0,10	3,45±0,22
Удой, кг	13,43±1,14	13,75±2,36	14,58±3,02
Выделено белка, г/сут	440,5±38,5	485,4±58,2	503,01±23,5
% казеиновой фракции в общем белке молока	85,1±1,25	82,2±2,15	84,1±2,2

В нашем опыте первая опытная группа не отличалась существенно от контрольной по показателям молочной продуктивности и выхода белка с молоком, но достоверно превышала все группы по концентрации белка в молоке (на 15 %). Коровы второй опытной группы имели и более высокую

Критерием полноценности протеинового питания жвачных является поступление в кишечник белка, его эффективное переваривание и количественный и качественный состав аминокислот, всасывающихся из пищеварительного тракта. Количество доступного для усвоения белка (обменный белок) определяют разностью между количеством аминокислот, поступающих в двенадцатиперстную кишку, главным образом, в составе микробного белка и нераспавшегося протеина корма, и их выделением с калом. Количество белка, поступающего в двенадцатиперстную кишку, зависит от многих факторов, таких как распадаемость протеина корма в преджелудках, синтеза микробного белка, скорости эвакуации содержимого из преджелудков.

### 3.1.1. Поступление белка и аминокислот в кишечник коров и их усвоение

По потреблению азота животными некоторое преимущество имели опытные группы во 2-м и 3-м периодах на 8,94 и 1,07 % по сравнению с контрольными, соответственно (табл. 3). В кишечник поступало азота в 1-м и 2-м периодах опыта в опытной группе больше, чем в контрольной на 5,16 и 0,79 % соответственно. Во все периоды опыта во всех группах общее количество азота, поступающего в кишечник, превышало его количество, принятое с кормом (на 2,3-14,2 %). Это повышение обусловлено выделением эндогенного азота.

При этом неаммонийного азота в кишечник поступало в опытных группах в тех же периодах больше на 5,14 и 2,92 % соответственно. В третьем периоде поступление неаммонийного азота в кишечник в контрольной группе было практически одинаково с опытной группой и отличалось всего на 1,3 %. Такие же закономерности установлены и по поступлению в кишечник суммарного количества кормового и микробного белка, а также общих аминокислот.

Таким образом, в первом и втором периодах опыта в кишечник коров опытной группы поступало больше азотистых соединений, в третьем периоде на одинаковых рационах разницы отмечено не было.

Таблица 3

Поступление фракций азота в кишечник коров

Показатели	1-й период		2-й период		3-й период	
	кон-троль	опыт	кон-троль	опыт	кон-троль	опыт
Принято, г	402,7± 2,3	397,8± 1,5	431,5± 0,25	470,1± 3,05*	409,3± 0,4	413,7± 7,1
Поступило азота в ки-шечник, г	422,4± 9,25	444,2± 7,2	493,2± 7,7	497,1± 8,1*	429,1± 3,15	423,4± 3,25
в том числе: неаммоний-ный азот, г	401,3± 7,03	421,9± 6,1*	468,5± 6,58	482,2± 7,2	407,6± 2,25	402,2± 3,2
кормо-вой+микроб ный азот, г	314,5± 4,2	332,9± 5,3*	372,2± 6,3	384,6± 7,1*	322,8± 2,52	315,2± 3,24
Сумма об-щих амино-кислот, г	1522± 5,2	1620± 3,4*	1902,7± 8,0	1969,7± 4,2*	1413,5± 13,5	1406,4 ±15,8
Распадае-мость СП, %	59,6± 0,56	53,9± 1,3*	47± 0,5	51,3± 2,1	59,6± 3,7	60,1± 3,7

\* -здесь и далее достоверность различий (p<0.05) по срав-нению с контрольной группой.

Таблица 4

Содержание незаменимых аминокислот в химусе двена-дцатиперстной кишки (г/100г аминокислот)

Аминокислоты	Контрольный период	Опытный период	Заключительный период
Метионин	1,97±0,03	2,80±0,8*	2,24±0,46
Лейцин	7,47±0,04	8,75±0,95*	7,60±0,05
Фенилаланин	5,33±0,36	6,37±0,73*	5,47±0,36
Лизин	6,00±0,2	7,48±0,88*	6,13±0,08
Гистидин	1,44±0,04	2,54±0,83*	1,56±0,15

Аминокислотный состав химуса двенадцатиперстной кишки в первом и втором периодах у коров опытной группы за счет использования в рационах белковых кормов с разным составом незаменимых аминокислот значительно отличался. Так, в химусе, поступающем в кишечник, соотношение метионина

кишечнике, полученным опытным путем, и при использовании постоянного коэффициента переваримости микробной белковой фракции (80 %), показал только аналогичное процентное увеличение при несоответствии абсолютных значений другим мето-дам расчета. По-видимому, это связано с использованием отно-сительно низкопродуктивных животных, с соответствующими невысокими потоками азотистых соединений в пищеваритель-ном тракте и относительно высокой ошибкой определений.

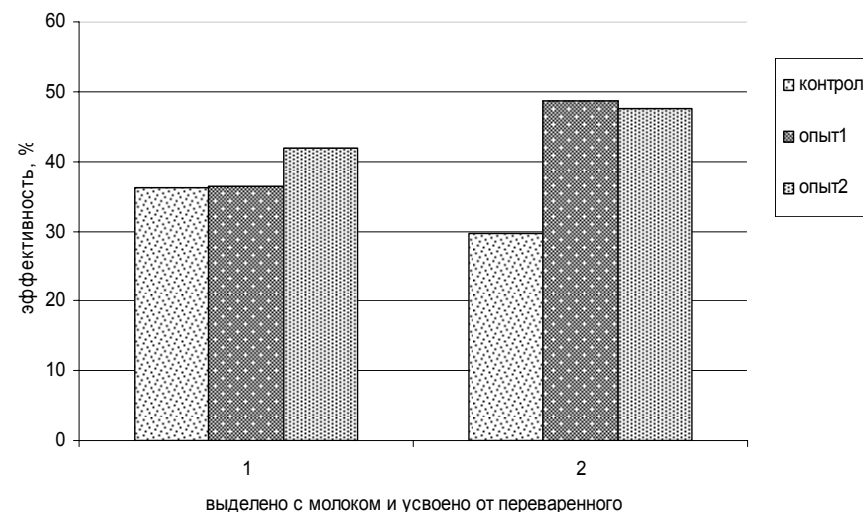


Рис. 2. Эффективность использования азота кормов коровами

Анализируя представленные данные, можно сделать за-ключение, что увеличение доли обменного протеина в рационе, путем «защиты» корма увеличивает обеспеченность кишечника коров аминокислотами. При этом отмечена тенденция повыше-ния поступления аминокислот в кишечник вследствие увеличе-ния потока нерасщепляемого протеина корма. В составе обмен-ного белка концентрация ряда незаменимых аминокислот была более высокой – метионина на 88,4 % на 66,3 %, лизина на -3,6-4,98 %, гистидина на 7,3-14,7 % в 1-й и 2-й опытных группах со-ответственно.

Таким образом, рекомендованное к применению постоянное значение переваримости в кишечнике нераспавшегося протеина кормов рациона (70 %) (Новая протеиновая система оценки и нормирования протеина. Боровск, 1989) не может быть применимо ко всем условиям кормления и требует дифференциации.

### 3.2.2. Образование обменного белка, его аминокислотный состав и использование на молокообразование

Поступление обменного белка, определенное разными способами расчета, показало, что у коров, в опытных группах, его поступление было выше, чем в контроле (табл. 13). У животных в первой опытной группе аминокислот всасывалось на 13,5 %, а во второй на 29,5 % больше, чем в контроле, что в целом соответствует поставленной задаче, увеличить в опытных группах поступление обменного белка на 12,2 и 23,5 %.

Таблица 13

Образование обменного белка в желудочно-кишечном тракте коров (Г/сут)

Показатели	контрольная группа	1-я опытная группа	2-я опытная группа
протеин химуса-протеин кала	873,1±4,95	1023,2±60,5*	1034,4±21,5*
кормовой+микробный белок – протеин кала	484,2±0,75	638,5±56,55	604±19,5*
сумма видимо всосавшихся аминокислот	663,8±10,2	753,8±11,54*	859,6±16,6*
обменный белок (расчет на основе инкубаций)	773	946	941

В то же время расчет уровня поступления обменного белка у разных групп коров, произведенный на основании данных о распаде и переваримости нераспавшегося протеина в

было выше на 42 %, лейцина на 17 %, фенилаланина на 19,5 %, лизина на 24,6 %, гистидина на 76,4 % по сравнению с контрольными периодами (табл. 4), в основном за счет большего содержания данных аминокислот в составе нераспадаемого кормового белка. В заключительном третьем периоде разницы в аминокислотном составе химуса между группами отмечено не было.

Таблица 5

Переваримость азотистых веществ в кишечнике коров, (%)

Переварилось, %	1-й период		2-й период		3-й период	
	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт
от неаммонийного азота химуса	69,0±2,3	66,7±2,9	68,79±2,4	63,6±2,2	64,9±2,9	60,2±2,8
от суммы кормового и микробного белка	60,5±2,7	57,8±2,5	68,8±2,1	54,4±2,3*	55,7±3,8	49,2±2,1
от поступивших аминокислот	78,1±3,8	74,2±2,6	72,9±2,1	69,6±2,2	76,4±3,8	69,9±3,1

Переваримость азотистых компонентов в кишечнике коров контрольной группы во все периоды была выше, не зависимо от количества, состава и сбалансированности рациона (табл. 5). По-видимому, это связано с более низкой переваримостью нераспавшегося протеина белковых кормов, входящих в состав комбикорма коров опытной группы. Во все периоды опыта и во всех группах коров «переваримость» аминокислот была существенно выше по сравнению с «переваримостью» неаммонийного азота и суммы микробного и нераспавшегося кормового.

### 3.1.2. Уровень обменного белка, его аминокислотный состав и использование на молокообразование

Одной из целей в данном опыте было обеспечить равное поступление обменного белка у коров в контрольной и опытной групп. Обменный белок вычисляли двумя методами, чтобы найти оптимальный способ расчета обменного белка. Сравнение полученных данных по разнице усвоения суммы микробного и

кормового белка, а также усвоения общих аминокислот (табл. 6), выявило, что оба метода показали полное совпадение по абсолютным величинам во все периоды опыта. Эти данные также демонстрируют, что между контрольной и опытной группами во все периоды опыта не было разницы по поступлению количества обменного белка. При сравнении полученных данных с потребностью коров в обменном белке, рассчитанную для получения фактического удоя, видно, что в опытной группе во все периоды опыта количество поступающего белка было ниже потребности в нем на 21,0; 3,8 и 25,6 %, а по сравнению с контрольными группами обеспеченность аминокислотами была ниже - на 13,0; 6,5 и 17,0 %.

Таблица 6  
Образование обменного белка в желудочно-кишечном тракте коров

Показатели	1-й период		2-й период		3-й период	
	кон-троль	опыт	кон-троль	опыт	кон-троль	опыт
1.Кормовой+микробный белок - протеин кала	1189 ±3,2	1203 ±0,7	1412 ±3,2	1308 ±5,5	1124 ±2,7	969 ±3,0
2.Видимое всасывание аминокислот	1190 ±12,2	1203 ±11,3	1389 ±8,2	1372 ±5,5	1080 ±3,4	984 ±3,2
% 1 к 2	100	100	98,3	104,8	96,0	101,4
Потребность в обменном белке	1333	1522	1354	1425	1240	1322
% от потребности 1	89,2	79,0	104,3	0,92	90,6	73,2
% от потребности 2	89,2	79,0	102,5	96,2	87,1	74,4

Более эффективное использование обменного протеина, по-видимому, связано с лучшей сбалансированностью его аминокислотного состава. В составе обменного белка у коров в первом и втором периодах концентрация ряда незаменимых аминокислот была повышена – метионина на 32,6, лейцина на 2,1 %, фенилаланина на 13,4, лизина на 21,4, гистидина на 74,4 %, по

В составе аминокислот дуоденального химуса соотношение метионина и гистидина в опытных группах было выше на 68,6; 67, 14 и 2,19; 16,06 %, соответственно, а лизина в опытных группах было ниже, чем в контрольной на 11,58; и 4,2 %.

Таблица 11  
Переваримость азотистых веществ в кишечнике коров, (%)

Переварилось, %:	Контрольная группа	1-я опытная группа	2-я опытная группа
от принятого	61,5±1,2	63,2±1,8	61,7±1,51
от поступившего	59,0±3,4	63,5±3,21*	60,9±3,3
от неаммонийного	56,4±2,8	61,1±2,4*	58,91±2,6
от поступивших аминокислот	66,7±0,95	74,2±1,1*	73,9±1,3*
Переваримость нераспавшегося СП in sacco, %	57,7±3,25	72,4±4,11	69,6±2,56

Переваримость протеина в кишечнике коров была выше в опытных группах (табл. 11) независимо от метода ее вычисления. Это показывает непостоянство коэффициентов переваримости микробной и нераспавшейся кормовой фракции протеина.

Как показало определение переваримости нераспавшегося протеина отдельных кормов рациона (табл. 12), это было обусловлено за счет более высокой переваримости протеина опытных комбикормов на 61,3 и 62,6 %. За счет этого переваримость всего нераспавшегося протеина в кишечнике увеличивалась в опытных группах на 25,4 и 20,6 %.

Таблица 12  
Переваримость в кишечнике нераспавшегося протеина отдельных кормов рациона у коров опытных групп, (%)

Группы	корма		
	сено	силос	комбикорм
Контрольная	48,8	65,6	50,0
1-я опытная	50,95	65,5	80,68
2-я опытная	46,5	65,4	81,3

Таблица 9

Поступление фракций азота в кишечник коров

Показатели	Контрольная группа	1-я опытная группа	2-я опытная группа
Поступило общего азота в кишечник, г	236,85±1,15	257,95±2,15*	271,6±3,6*
в том числе неаммонийного азота, г	222,63±0,6	242,47±1,07*	258,02±1,8*
Аминокислоты дуоденального химуса, г	995,1±15,5	1015,1±31,85	1162±43*
Распадаемость СП, % (in vivo)	66,05±1,65	54,3±0,3*	62,8±1,2*
Распадаемость СП, % (in sacco)	75,7±2,25	57,5±1,89*	64,4±2,05*

Аминокислотный состав дуоденального химуса коров различных групп различался существенно (табл. 10). Это, вероятно, обусловлено изменением соотношения микробной и кормовой фракции в химусе. Колебания в процентном содержании отдельных аминокислот химуса вызваны, по-видимому, также различиями в аминокислотном составе нераспавшихся в рубце фракций протеина подсолнечникового шрота.

Таблица 10

Содержание незаменимых аминокислот в составе химуса (г/100г аминокислот)

Аминокислоты	Контрольная группа	1-я опытная группа	2-я опытная группа
Метионин	1,4±0,8	2,36±0,5*	2,34±0,25*
Лейцин	7,74±2,11	7,15±1,15	7,6±1,89
Фенилаланин	5,83±0,5	5,08±0,88	5,11±0,76
Лизин	6,39±3,44	5,65±2,15*	6,12±3,5*
Гистидин	1,37±1,1	1,4±1,03	1,59±0,59*

сравнению с контрольной группой (табл. 7).

Таблица 7

Содержание незаменимых аминокислот в составе обменного белка (г/100г аминокислот)

Аминокислоты	Контрольный период	Опытный период
Метионин	1,53±0,2	2,03±0,05*
Лейцин	6,94±0,31	7,09±0,1
Фенилаланин	5,00±0,1	5,67±0,23
Лизин	6,21±0,02	7,54±*0,02
Гистидин	1,41±0,015	2,46±*0,01

Эффективность использования переваримого протеина на образование молока во все периоды опыта была выше у коров опытной группы (рис. 1), особенно в первый период (на 12 %). Это происходило за счет большей направленности потока всосавшихся аминокислот на молокообразование в отличие от коров контрольной группы, у которых часть аминокислот использовалась на отложение в теле.

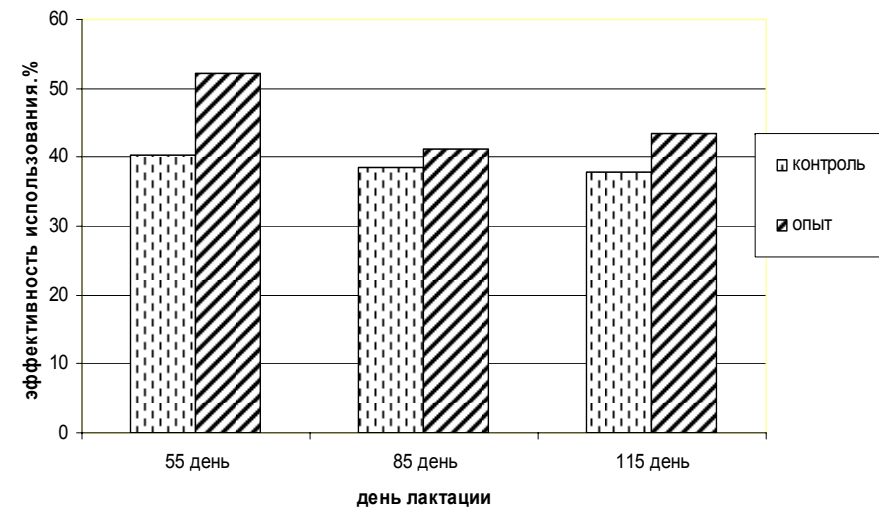


Рис. 1. Эффективность использования переваримого протеина на образование молочного белка

По данным выделения азота с мочой можно заключить, что использование аминокислот в процессах глюконеогенеза было на одном уровне. Таким образом, требуется уточнение показателя эффективности использования обменного белка в зависимости от сбалансированности его аминокислотного состава на образование белка молока.

### 3.1.3. Качество молока в зависимости от аминокислотного состава обменного протеина в рационе

На рационах, сбалансированных по незаменимым аминокислотам, по ходу лактации происходило более плавное снижение удоев, при этом содержание общего белка в молоке увеличилось с 3,17 % до 3,35 %, что позволило получить большую продукцию молочного белка (табл. 8).

При проведении анализов контролировали показатель титруемой кислотности, чтобы исключить воздействия внешних факторов на состав молока и его технологические свойства, которая на протяжении всего опыта была в пределах нормы.

Таблица 8

Состав и технологические свойства молока

Показатели	Контрольная группа			Опытная группа		
	1-й период	2-й период	3-й период	1-й период	2-й период	3-й период
рН	6,65± 0,07	6,75± 0,05	6,75± 0,05	6,53± 0,03	6,85± 0,03	6,85± 0,05
Термоустойчивость, категория	3±0,05	3±0,05	4±0,05	3±0,05	2±1	4±0,05
Общий белок, %	2,9± 0,05	3,4± 0,2	3,5± 0,06	3,17± 0,14	3,3± 0,15	3,35± 0,16
Удой, кг/сут	24,5± 1,7	21,6± 2,3	18,6± 2,1	27,1± 1,6	23,8± 0,6	21,25± 0,5
Выделено белка, г	710,5± 0,05	734,4± 0,2	651± 0,01	859,7± 0,5	787,7± 0,02	711,8± 0,1
% казеина от общего белка	89± 0,1	82± 0,01	83± 0,15	84± 0,14	80± 0,04	85± 0,03

Таким образом, балансирование рационов по аминокислотному составу обменного белка позволяет получать больше молочного белка (на 20,9, 7,2 и 9,3 % в первом, втором и третьем периоде) на 11,5 % за весь период опыта при сохранении основных его показателей (рН, титруемая кислотность, содержание белка, соотношение казеиновой и сывороточной фракции, термостойкость).

### 3.2. Использование обменного белка в процессе молокообразования при разном его уровне в рационах коров

Разный уровень обменного протеина в рационах коров обеспечивали за счет применения «защищенного» подсолнечного шрота и мочевины с пониженной скоростью гидролиза. Распадаемость протеина шрота, определенная методом *in sacco*, после примененной обработки была ниже, чем в исходном варианте почти в 2,2 раза. При этом переваримость нераспавшегося протеина в кишечнике составила 81,2 %, что превышало переваримость нераспавшегося интактного подсолнечного шрота - 62,5 %.

Распадаемость сырого протеина комбикормов составила в контрольной группе при включении необработанного шрота 89,8 %, в первой опытной при включении обработанного шрота - 61,5 %, а во второй опытной при дополнительном включении мочевины - 70,9 %. При этом распадаемость сырого протеина рационов в целом составила 75,7, 57,5 и 64,4 %, соответственно. Таким образом, было достигнуто расчетное увеличение содержания обменного белка в рационах: 1000г, 1037 и 1163г.

#### 3.1.1. Поступление белка и аминокислот в кишечник и их усвоение у коров

В кишечник коров опытных групп поступало как общего, так неаммонийного азота и аминокислот на 9-15 % больше, чем в контрольной группе (табл. 9), за счет кормового нераспавшегося протеина в первой опытной группе, и как за счет кормового, так и микробного - во второй опытной группе.