

На правах рукописи

*Швакель Елена Витольдовна*

**АЗОТИСТЫЙ ОБМЕН И МОЛОЧНАЯ  
ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ ПРИ РАЗНОМ  
УРОВНЕ ОБМЕННОГО ПРОТЕИНА В РАЦИОНЕ  
И ИНФУЗИИ БЕТА-АМИНОКИСЛОТ  
В КИШЕЧНИК**

*03.00.13- физиология*

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

*Боровск - 2009*

Работа выполнена в лаборатории белково-аминокислотного питания Всероссийского научно-исследовательского института физиологии, биохимии и питания сельскохозяйственных животных.

Научный руководитель — доктор биологических наук  
**Харитонов Леонид Васильевич**

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, проф.  
**Овчаренко Эдуард Васильевич**  
кандидат биологических наук  
**Романов Виктор Николаевич**

Ведущая организация — Брянская государственная сельскохозяйственная академия

Защита состоится «25»марта2009 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., 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 «18» февраля2009г.

Ученый секретарь совета Д. 006.030.01,  
кандидат биологических наук

В.П. Лазаренко

## 1. Общая характеристика работы

**Актуальность исследований.** Питание жвачных животных, адекватное их физиологическим потребностям, возможно на основе обеспечения всех функций организма определенными субстратами, в том числе и аминокислотами. Для коров в период лактации необходимо создать такое соотношение аминокислот и их уровень в крови, при котором идет наиболее эффективное образование компонентов молока и, в первую очередь, белка.

Потребность коров в аминокислотах обеспечивается за счет обменного протеина, состав которого формируется за счет микробного белка, поступившего из преджелудков, кормового белка, избежавшего распада в рубце, но перевариваемого в кишечнике, а также эндогенного белка (Кальницкий Б.Д., 1999; Харитонов Е.Л., Кальницкий Б.Д., 2001, 2004).

Ответственным периодом у лактирующих коров являются первые 2-3 месяца лактации, когда потребление корма отстает от потребности в питательных веществах. Покрытие дефицита в аминокислотах на молокообразование в этот период может осуществляться за счет мобилизации тканевых белков организма. В связи с этим необходимо уточнение оптимального уровня обменного протеина в рационе коров в первую фазу лактации.

Наряду с незаменимыми аминокислотами в обеспечении коров обменным протеином важную роль имеют ряд заменимых аминокислот. К ним относятся и бета-аминокислоты — таурин, β-аланин. В организме животных эти аминокислоты являются регуляторами обмена веществ, функционирования отдельных органов и систем, участвуют в нейтрализации продуктов обмена и выведении их из организма (Раевский К.С., Георгиев В.П., 1986; Хохлов А.П., Доденко А.Н., 2003).

Бета-аминокислоты, наряду с другими изомерами, имеются в составе кормов, особенно силосован-

ных, и кормах животного происхождения, а также образуются в организме в процессе азотистого обмена.

Роль этих аминокислот в протеиновом питании лактирующих коров практически не изучена.

В связи этим, основной целью исследований было уточнить нормы обменного протеина в рационах коров в первую фазу лактации, а также изучить влияние бета-аминокислот на процессы азотистого питания и молочную продуктивность коров.

Были поставлены следующие задачи:

— изучить влияние повышенного уровня обменного протеина в рационе коров-первотелок в первую фазу лактации на молочную продуктивность и азотистый обмен;

— определить роль в азотистом питании молочных коров бета-аминокислот и влияние их на молокообразование.

**Научная новизна.** В результате проведенных исследований дано физиологическое обоснование необходимости повышения нормы обменного протеина для коров в первую фазу лактации. Установлено влияние бета-аминокислот таурина,  $\beta$ -аланина и сочетания  $\beta$ -аланина и гистидина при инфузии в кишечник на азотистый обмен и молочную продуктивность коров.

**Практическое значение работы.** Результаты исследований могут быть использованы при уточнении норм обменного протеина и гистидина в рационах для лактирующих коров в первую фазу лактации, а также при разработке кормовых добавок, включающих препараты бета-аминокислот.

**Положения, выносимые на защиту.**

1. Повышение уровня обменного протеина в рационе коров в первую фазу лактации по сравнению с существующими нормами положительно влияет на восстановление белковых резервов тела животных и увеличивает образование белков молока.

2. Бета-аминокислоты участвуют в регуляции образования белков молока и стимулируют их выде-

ление. Отмечается рост поглощения свободных аминокислот молочной железой и эффективность их использования.

**Апробация работы.** Материалы диссертации доложены на 4-й международной конференции «Актуальные проблемы биологии в животноводстве» (Боровск, 2006), на межлабораторном заседании сотрудников отдела питания и регуляции ВНИИФБиП (Боровск, 2008).

**Публикации результатов исследований.** По материалам диссертационной работы опубликовано 4 статьи в научных журналах и сборниках региональных трудов, в том числе 2 из них в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ.

**Объем и структура диссертации.** Диссертация изложена на 155 страницах печатного текста и состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов, результатов исследований и их обсуждения, заключения, выводов, практических предложений, списка литературы, включающего 207 источников, в том числе 114 иностранных авторов, и приложений. Работа иллюстрирована 40 таблицами и 11 рисунками.

## 2. Материал и методы исследований

Работа является составной частью исследований лаборатории белково-аминокислотного питания и отдела питания ВНИИФБиП сельскохозяйственных животных.

Для выполнения поставленных задач проведены 2 серии опытов на лактирующих коровах холмогорской породы в условиях вивария института в зимне-стойловый период при привязном содержании. Кормление животных осуществлялось согласно намеченному рациону из индивидуальных кормушек 3 раза в день, поение вволю из автопоилок.

Первая серия опытов проведена методом периодов на 4 коровах-первотелках живой массой 420 кг в период с 15-го по 65-й день лактации.

Рационы кормления были сбалансированы по составу обменной энергии и обменному протеину, согласно разработанным в институте нормам кормления (Физиол. потр., Боровск, 2001). Основной рацион во все периоды опыта по энергетической питательности имел следующую структуру: грубые корма 14,0 %, сочные 26,65, концентраты 59,36 %. В рационе содержалось обменной энергии 135,1; 136,6; 138,1 МДж, сырого протеина 1971, 2048, 2124 г, обменного протеина 1527,5; 1587,2 и 1646,1 г соответственно в каждом последующем периоде.

Основная потребность в белке во все периоды исследований обеспечивалась введением в состав комбикорма подсолнечного и соевого шротов. Исследования проводились по следующей схеме (табл.1).

Таблица 1  
**Схема первой серии исследований**

Период опыта	Условия кормления
Контрольный	Основной рацион (ОР)
I опытный	ОР+150 г Сойпрота
II опытный	ОР+300 г Сойпрота

В I опытном периоде в рационах было увеличено содержание обменного протеина на 5,8 %, а во II — на 11,7 % по сравнению с контрольным периодом за счет дополнительного включения в состав рациона концентрированной белковой добавки «Сойпрот». Продукт представляет собой микрогранулы, содержащие 51,0 % сырого протеина с доступностью для усвоения 85 %, распадаемостью сырого протеина на уровне 13 %, 1,9 % сырого жира и 3,9 % сырой клетчатки, а также микроэлементы.

В течение каждого периода опыта проводился ежедневный учет молочной продуктивности коров и потребления кормов. Взвешивали животных 1 раз в месяц. В конце каждого периода были проведены балансовые опыты по изучению обмена азота в организме животных.

Отбирали образцы крови яремной и молочной вен пункцией сосудов у коров до кормления и через 3 часа после него. В цельной крови анализировали содержание свободных аминокислот на аминокислотном анализаторе, а в образцах плазмы — уровень мочевины по реакции с диацетилмонооксимом (Coulambe S., Fawcison, 1963) и глюкозы глюкозооксидазным методом в модификации В.В. Городецкого (1961). В среднесуточных пробах молока определяли содержание азота, жира, а также концентрацию общих и свободных аминокислот (Методы биохимического анализа, Боровск, 1997).

По разности концентрации свободных аминокислот в молочной и яремной венах и с учетом объемной скорости кровотока определяли поглощение аминокислот молочной железой. Эффективность использования аминокислот на синтез молочного белка вычисляли как отношение количества аминокислот, выделенных с молоком и их поглощения (Cant J.P. e. al, 1993; Lykos T., Varga G.A., 1997).

Вторая серия исследований проведена на 3-х полновозрастных дойных коровах методом периодов. Ранее животным хирургическим путем выведена под кожу сонная артерия и наложены канюли на двенадцатиперстную кишку, которые служили для инфузии растворов аминокислот.

На фоне сбалансированного рациона коровам периодами по 5 дней в течение 12 часов ежедневно инфузирвали раствор одной из изучаемых аминокислот — таурина, β-аланина или смесь β-аланина и гистидина (табл. 2).

Таблица 2

**Схема второй серии исследований**

Период опыта	Условия опыта
Контрольный	Основной рацион (ОР)
I опытно.	ОР + инфузия таурина
II опытно.	ОР + инфузия β-аланина
III опытно.	ОР+ инфузия смеси β-аланина и гистидина

Рацион был сбалансирован по нормам, разработанным во ВНИИФБиП (Физиол. потр., Боровск, 2001) и включал сено злаковое многолетних трав 4 кг, силос разнотравный 30 кг и комбикорм 7 кг, составляющий 60 % по энергетической питательности. В рационе содержалось: обменной энергии 147,5 МДж, сырого протеина 2480 г, обменного протеина 1934 г.

В составе свободных аминокислот силоса, который скармливали коровам, содержалось более 2 % таурина и столько же β-аланина.

Дозы инфузируемых аминокислот составляли около 2,5 % от уровня обменного протеина рациона.

В течение опыта ежедневно учитывали молочную продуктивность и потребление кормов. В конце каждого периода инфузии в течение суток собирали мочу и отбирали пробы молока для анализа; двукратно брали кровь из сонной артерии и молочной вены — утром до кормления и через 3 часа после него. По артериовенозной разности свободных аминокислот и объемной скорости кровотока в молочной железе судили о поглощении их этим органом у коров и вычисляли эффективность использования аминокислот в синтезе белков молока (Cant J.P. e.al, 1993; Lykos T., Varga G.A., 1997).

В пробах молока анализировали общий белок, жир, общие и свободные аминокислоты, в крови — мо-

чевину, глюкозу и свободные аминокислоты, в моче — азот.

Статистическую достоверность эффектов оценивали с использованием разностного метода (в динамике на одной группе животных) (Асатиани В.С., 1965).

### 3. Результаты исследований и их обсуждения

#### 3.1. Молочная продуктивность и азотистый обмен у коров-первотелок при разном уровне обменного протеина в рационе

Для варьирования уровня обменного протеина в рационе использовали белковую добавку «Сойпрот», включение которой в основной рацион коров в количестве 150 и 300 г увеличило уровень обменного протеина на 5,8 % и 11,7 % в первом и втором опытном периодах соответственно.

При этом наблюдалось повышение молочной продуктивности на 2,0 % и на 6,1 %, выход белка с молоком на 3,88 и 13,95 % в I и II опытных периодах соответственно, по сравнению с контролем (табл. 3).

Таблица 3

#### Продуктивность коров при разном уровне обменного протеина

Период опыта	Удой, кг/сут.	Белок молока		Жир молока	
		%	в сут. удое, г	%	в сут. удое, г
Контрольный	19,50	3,04	592,8	3,68	717,6
I опытный	19,89	3,10	615,8	3,59	740,1
II опытный	20,69	3,19	675,5*	3,51	726,2

Увеличение в рационе содержания доступного белка привело к возрастанию отложения азота в теле животных в I периоде опыта по сравнению с контролем на 42,86 % ( $P < 0,05$ ). При дальнейшем повышении уровня обменного протеина в рационе (II опытный период) отложение азота в теле снизилось до уровня контрольного периода, а выделение с молоком возросло на 9 % в сравнении с контрольным периодом (табл. 4).

Таблица 4

**Баланс азота и эффективность его использования в организме коров при разном уровне обменного протеина в рационе**

Показатели	ОР	ОР+5,8 % обм. протеина	ОР+11,7 % обм. протеина
Принято, г/сут.	312,8±12,1	326,3±11,9	341,0 ±12,0*
Выделено с калом, г/сут.	123,3±3,96	126,8±3,88	123,6±3,91
Выделено с мочой, г/сут.	78,0±1,95	82,4 ±4,36	101,5±2,1*
Выделено с молоком, г/сут.	96,8±1,23	96,1±2,58	105,5±1,7*
Выделено с молоком от принятого, %	30,95	29,45	30,94
Выделено с молоком от переваренного, %	51,08	48,17	48,53
Усвоено от принятого, %	35,65	35,89	33,99
Усвоено от переваренного, %	58,84	58,69	53,31*
Отложено, г/сут.	14,6±1,75	21,1±3,61*	10,4±2,76

\* — здесь и далее в таблицах различия достоверны при  $P < 0,05$ , вычисленные на основе разностного метода

Эффективность использования принятого и переваренного азота на продукцию молока в опытных периодах была на уровне основного рациона.

Доминирующим процессом в первые 3 месяца лактации был синтез составных частей молока и, прежде всего белка, но в первом опытном периоде дополнительное поступление аминокислот из пищеварительного тракта в большей степени использовалось на восстановление белковых резервов тела. При дальнейшем увеличении уровня аминокислот в рационе происходило увеличение выделения азота, а отложение азота оставалось на уровне контрольного периода. Следовательно, дополнительное поступление аминокислот из пищеварительного тракта в первую очередь направлялось на восстановление белков тела, и только через 2 недели усиливалось их использование на синтез молочного белка.

В этих условиях было отмечено увеличение выделения азота с мочой на 5,6 % в I и на 30,1 % во II период в сравнении с контрольным.

При этом уровень мочевины в крови возрос на 8,1 % ( $P < 0,05$ ) во II периоде опыта по сравнению с контролем. Это может быть связано с поступлением повышенного количества аминокислот из пищеварительного тракта, активизацией глюконеогенеза и цикла мочевинообразования, о чем свидетельствует повышение уровня орнитина и аргинина в крови коров (табл. 5).

В I опытном периоде в крови яремной вены уровень большинства аминокислот не изменился, но повысилось их поглощение молочной железой и использование на отложение белка в теле животных по сравнению с контрольным периодом (табл. 5).

Во II опытный период уровень незаменимых аминокислот в крови коров возрос, за исключением лейцина и фенилаланина, за счет большего их поступления из желудочно-кишечного тракта. При этом поглощение как незаменимых, так и ряда заменимых аминокислот было выше, чем в контроле.

Таблица 5  
**Содержание свободных аминокислот в крови  
и их поглощение молочной железой коров**

Аминокислоты	Уровень аминокислот, мг%			Поглощение аминокислот, г/ч		
	Конт-роль	I опытн. период	II опытн. период	Конт-роль	I опытн. период	II опытн. период
Таурин	0,99	1,13	1,10	0,39	0,45	0,38
Аспарат	1,01	0,97	1,05	0,61	0,59	0,58
Треонин	0,73	0,83	0,89*	0,74	0,81	0,87*
Серин	0,96	1,02	0,91	0,82	0,81	0,82
Глутамат	2,28	1,97	2,22	2,96	2,85	3,32
Глицин	2,41	2,49	2,57	0,78	0,77	0,63*
Аланин	1,48	1,50	1,55	0,78	0,86	0,77
Валин	1,78	1,68	1,74	1,74	1,72	1,88
Цистин	0,18	0,19	0,15*	0,17	0,18	0,14
Метионин	0,29	0,30	0,31	0,52	0,59	0,62*
Изолейцин	0,92	0,90	1,02	1,30	1,31	1,50*
Лейцин	1,21	1,18	1,16	1,78	1,76	1,92
Тирозин	0,63	0,69	0,65	0,74	0,81	0,81
Фенилаланин	0,64	0,66	0,62	0,96	1,08	1,10*
β-аланин	0,22	0,17*	0,18*	0,22	0,13	0,14
ГАМК	0,17	0,19	0,16	0,17	0,18	0,19
Орнитин	0,47	0,41	0,52	0,61	0,59	0,67
Лизин	0,86	0,83	0,89	1,48	1,63	1,78*
Гистидин	0,76	0,79	0,80	0,56	0,59	0,63
Аргинин	0,84	0,84	0,91	1,61	1,76	1,78
Сумма	18,83	18,74	19,40	18,94	19,47	20,53

Так, достоверно возросло поглощение треонина (+17,6 %), метионина (+19,2), изолейцина (+15,4), фенилаланина (+14,6) и лизина (+20,3 %), и в меньшей степени заменимых аминокислот — глутаминовой кислоты, тирозина и орнитина (табл. 5).

Повышению поглощения аминокислот способствовало увеличение кровоснабжения молочной желе-

зы и как следствие — более интенсивное поступление аминокислот к этому органу.

Эффективность использования незаменимых аминокислот на синтез белков молока в опытные периоды не претерпела значительных изменений, за исключением валина, изолейцина и лейцина, использование которых, а также ряда заменимых аминокислот было более эффективным по сравнению с контрольным.

При этом во фракции свободных аминокислот молока снизилось относительное содержание таурина, глицина и глутаминовой кислоты, составляющих основную долю этой фракции молока. Вероятно, это связано с более интенсивным использованием этих аминокислот молочной железой.

Таким образом, исследования показали, что увеличение уровня обменного протеина в рационе коров-первотелок в первую фазу лактации на 11,7 % по сравнению с нормами ВНИИФБиП (2001), привело к повышению выделения белка с молоком в таких же пределах, но в этих условиях снижалась эффективность использования белка на продуктивные цели на 8,6 %.

### 3.2. Влияние бета-аминокислот на азотистый обмен и молочную продуктивность коров

#### 3.2.1. Влияние таурина на азотистый обмен и молочную продуктивность коров

Ежедневная инфузия таурина в кишечник коров привела к увеличению среднесуточного удоя на 1,4 кг, что составило 7,3 % от уровня контрольного периода. Продукция молочного белка в суточном удое при этом достоверно возросла на 6,6 % ( $P < 0,05$ ) и жира на 6,4 % ( $P < 0,05$ ) (табл. 6).

Таблица 6

**Молочная продуктивность коров в период введения таурина**

Период опыта, вводимая аминокислота	Удой, кг/сут.	Белок молока		Жир молока	
		%	в сут. удое, г	%	в сут. удое, г
Контроль	19,4	3,23	626,3	3,76	729,4
Инфузия таурина	20,8	3,21	667,7*	3,73	775,8*
% к контролю	+7,3	-0,62	+6,6	-0,8	+6,4

Это может быть связано с увеличением переваривания кормов рациона и всасывания питательных веществ из желудочно-кишечного тракта. Известно стимулирующее влияние таурина на секрецию пищеварительных желез, выделение гормонов и межклеточный обмен (Силаева Т.Ю., Докшина Г.А., 1980; Харитонов Л.В., Матвеев В.А. и др., 2001)

Таблица 7

**Концентрация мочевины и глюкозы в крови коров и выделение азота с мочой в период введения таурина**

Период опыта	Мочевина крови, ммоль/л	Азот мочи		Глюкоза крови, ммоль/л	Степень извлечения глюкозы, %
		г/гол/сут	% от принятого с кормом		
Контроль	2,87	80,36	28,7	2,31	20,3
Инфузия таурина	3,485*	87,67*	31,2	2,19	21,0
% к контролю	+21,25	+9,1	+8,71	-5,19	+3,45

При этом возросло выделение азотистых веществ с мочой (табл. 7), которые представлены, как известно, в основном мочевиной. Вероятно, вводимая аминокислота в использованной дозе вызвала активацию глюконеогенеза и орнитинового цикла мочевинообразования, что ранее отмечено в опытах на лабораторных животных (Хохлов А.П., Доценко А.Н., 2003; Нефедов Л.И., 2004).

Снижение уровня глюкозы в крови коров (табл. 7) связано с ростом ее потребления молочной железой на синтез лактозы и обеспечение энергетических процессов.

Общий уровень свободных аминокислот в артериальной крови коров повысился за счет валина, лейцина, гистидина, лизина и аргинина в среднем на 11,5 %, а также таурина (+40), орнитина (+15,8) и  $\beta$ -аланина (+18 %) (табл. 8).

Это может свидетельствовать, как было отмечено выше, о повышенном поступлении аминокислот из желудочно-кишечного тракта и связано с улучшением переваривания белков.

При этом поглощение незаменимых аминокислот молочной железой коров, за исключением валина, было выше, чем в контрольный период в среднем на 13 %, и обусловлено в основном увеличением объемной скорости кровотока в молочной железе (а не изменением артериовенозной разности этих метаболитов).

Эффективность использования ряда свободных аминокислот на синтез белков молока в период введения таурина была выше, чем в контроле: аспартата на 18,8 отн.% ( $P < 0,05$ ), аланина на 51 ( $P < 0,05$ ) и треонина на 22 отн.% ( $P < 0,05$ ), но менее эффективно использовались фенилаланин, лизин и гистидин. Известно, что аминокислоты, поглощаемые в меньшем количестве, чем было выделено с молоком, могли образоваться в молочной железе из других аминокислот, в том числе и из незаменимых, или в результате расщепления пептидов (Backwell F.R.C. e.a., 1997; Bequette B.J., 1998).



Таблица 8

**Содержание свободных аминокислот  
в артериальной крови и поглощение их молочной  
железой коров при инфузии таурина**

Аминокислоты	Содержание аминокислот, мг%		Артериовенозная разница аминокислот, мг%		Поглощение аминокислот молочной железой, г/ч.	
	конт-роль	опыт	конт-роль	опыт	конт-роль	опыт
Таурин	0,85	1,19*	0,16	0,18	0,70	0,84*
Аспаргат	0,92	0,99	0,18	0,15	0,78	0,70
Треонин	0,73	0,76	0,18	0,18	0,79	0,84
Серин	0,92	0,88	0,22	0,23	0,96	1,08
Глутамат	1,78	1,63	0,70	0,68	3,05	3,18
Глицин	1,98	1,93	0,14	0,09	0,61	0,42*
Аланин	1,42	1,46	0,20	0,13	0,87	0,61*
Валин	1,69	1,85	0,37	0,33	1,61	1,54
Цистин	0,24	0,15*	0,07	0,06	0,30	0,28
Метионин	0,34	0,31	0,15	0,15	0,66	0,70
Изолейцин	1,27	1,28	0,34	0,33	1,48	1,54
Лейцин	0,89	0,96	0,30	0,31	1,30	1,45
Тирозин	0,56	0,59	0,21	0,23	0,91	1,08*
Фенилаланин	0,44	0,46	0,18	0,18	0,78	0,84
β-аланин	0,23	0,35*	0,05	0,06	0,22	0,28*
ГАМК	0,22	0,20	0,04	0,05	0,17	0,23*
Орнитин	0,38	0,44*	0,14	0,15	0,61	0,70
Лизин	0,78	0,92*	0,34	0,36	1,48	1,68
Гистидин	0,63	0,70	0,18	0,18	0,79	0,84
Аргинин	0,73	0,81	0,32	0,34	1,39	1,59*
Сумма	17,00	17,86			19,46	20,42

Во фракции свободных аминокислот молока возрос уровень таурина, но снизилось содержание глу-

таминовой кислоты и глицина, что, вероятно, связано с усилением молокообразования.

Таким образом введение таурина в двенадцатиперстную кишку лактирующим коровам привело к повышению продукции молочного белка в результате увеличения поступления свободных аминокислот в молочную железу и, возможно, изменения гормонального влияния.

**3.2.3. Влияние β-аланина на продуктивность  
и азотистый обмен лактирующих коров**

При введении в кишечник раствора β-аланина увеличилась молочная продуктивность коров на 2,2 %, а также содержание белка в молоке на 4,36 отн.% по сравнению с контрольным периодом (табл. 9). В итоге общая продукция молочного белка в суточном удое увеличилась на 36,9 г, что составило 6,7 % (P < 0,05) в сравнении с контролем.

Таблица 9

**Продуктивность коров в период инфузии β-аланина**

Период опыта	Удой, кг/сут	Белок молока		Жир молока	
		%	в сут. удое, г	%	в сут. удое, г
Контроль	18,5	2,98	551,3	3,63	671,6
Инфузия β-аланина	18,9	3,11	588,2*	3,60	680,4
% к контролю	+2,2	+4,36	+6,7	-0,83	+1,3

В крови коров в период введения β-аланина повысилось содержание мочевины на 15,7 % (P < 0,05), а выделение азота с мочой составило 29,2 % от принятого с кормом, то есть находилось на уровне контрольного периода (табл. 10).

Таблица 10

**Концентрация мочевины и глюкозы  
в артериальной крови коров и выделение азота  
с мочой при инфузии β-аланина**

Период опыта	Мочевина крови, ммоль/л	Азот мочи		Глюкоза крови, ммоль/л	Степень извлечения глюкозы мол. жел., %
		г/гол/сут	% от принятого с кормом		
Контроль	2,83	80,36	28,7	2,40	20,5
Инфузия β-аланина	3,27*	83,22	29,2	2,43	32,1*
% к контролю	+15,72	+3,56	+1,74	+1,25	+56,58

Концентрация глюкозы в артериальной крови по сравнению с контрольным периодом почти не изменилась, но существенно снизилось ее содержание в крови молочной вены, что связано с поглощением глюкозы молочной железой. При этом степень извлечения глюкозы молочной железой была более высокой в сравнении с контрольным периодом опыта и составила 32,1 % ( $P < 0,05$ ) (табл. 10).

Уровень свободных аминокислот в артериальной крови коров в опытный период был несколько ниже, чем в контроле (табл. 11). Содержание незаменимых аминокислот, за исключением валина, снизилось в среднем на 6,8 %. Это обусловлено увеличением поглощения их молочной железой, величина которого для изолейцина, аргинина, лейцина, фенилаланина, лизина и гистидина возросла в среднем на 12 %.

Поглощению таурина возможно препятствовал структурный аналог этой аминокислоты β-аланин, инфузируемый в этот период опыта (Шайбак Л.Н. и др., 1995; Нефедов Л.И., 2003)

Таблица 11

**Содержание свободных аминокислот  
в артериальной крови и их поглощение молочной  
железой коров при инфузии β-аланина**

Аминокислоты	Содержание аминокислот, мг%		Артериовенная разница аминокислот, мг%		Поглощение аминокислот молочной железой, г/ч.	
	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт
Таурин	0,89	0,86	0,14	0,12	0,60	0,56
Аспаргат	0,93	0,98	0,17	0,18	0,74	0,83
Треонин	0,71	0,64	0,19	0,18	0,82	0,83
Серин	0,85	0,87	0,21	0,20	0,91	0,93
Глутамат	2,21	2,37	0,82	0,86	3,56	3,98
Глицин	2,15	2,03	0,19	0,15	0,83	0,69*
Аланин	1,37	1,33	0,22	0,21	0,96	0,97
Валин	1,35	1,37	0,38	0,36	1,65	1,67
Цистин	0,21	0,18	0,05	0,06	0,21	0,28
Метионин	0,39	0,36	0,16	0,15	0,69	0,69
Изолейцин	1,05	0,98	0,30	0,32	1,30	1,48
Лейцин	0,87	0,86	0,34	0,36	1,48	1,67
Тирозин	0,49	0,45	0,19	0,19	0,83	0,88
Фенилаланин	0,44	0,41	0,17	0,18	0,74	0,83
β-аланин	0,19	0,26*	0,14	0,08	0,21	0,37*
ГАМК	0,24	0,21	0,06	0,05	0,26	0,23
Орнитин	0,35	0,29*	0,12	0,13	0,52	0,60*
Лизин	0,72	0,68	0,29	0,30	1,26	1,39
Гистидин	0,61	0,63	0,17	0,17	0,74	0,79
Аргинин	0,69	0,66	0,30	0,32	1,30	1,48
Сумма	16,71	16,42			19,61	21,15

Возросла эффективность использования на синтез белка незаменимых аминокислот треонина, валина и метионина, а также заменимых — серина, аланина и глицина.

Во фракции свободных аминокислот молока снизилась доля глутаминовой кислоты и таурина на 17,1 и 32,2 отн.% ( $P < 0,05$ ) соответственно, а уровень аспарагиновой кислоты и глицина возрос на 9,5 и 18,5 отн.% ( $P < 0,05$ ). Известно, что глутаминовая кислота активно используется в синтезе казеина и лактозы (Медведев И.К., 1972).

Изложенное позволяет сделать вывод, что введенный в кишечник  $\beta$ -аланин положительно повлиял на образование молочного белка у коров, хотя в процессе азотистого обмена наблюдалось некоторое повышение уровня мочевины в артериальной крови, что вероятно, связано с активизацией глюконеогенеза и цикла мочевинообразования.

### 3.2.4. Влияние инфузии смеси $\beta$ -аланина и гистидина на молочную продуктивность и азотистый обмен у коров

Сочетание  $\beta$ -аланина и гистидина при инфузии в кишечник коров обосновано тем, что эти аминокислоты являются основой дипептида карнозина, выполняющего регуляторную роль, особенно в мышечной ткани (Страйер Л., 1984).

Таблица 12

#### Молочная продуктивность коров в период введения в кишечник смеси $\beta$ -аланина и гистидина

Период опыта, вводимая аминокислота	Продуктивность, кг/сут	Белок молока		Жир молока	
		%	кол-во в сут. удое, г	%	кол-во в сут. удое, г
Контроль	19,7	3,03	596,9	3,63	715,1
Инфузия смеси $\beta$ -аланина + гистидина	20,2	3,36	678,7*	3,56	716,2
% к контролю	+2,5	+10,89	+13,7	-1,93	+1,1

В этот период среднесуточный удой коров повысился на 0,5 кг, содержание белка в молоке возросло на 10,9 отн.%, а общее выделение молочного белка достоверно увеличилось на 13,7 % по сравнению с контролем (табл. 12).

По сравнению с периодом введения одного  $\beta$ -аланина, у коров снизилось содержание мочевины в крови и выделение азота с мочой, что свидетельствует о более эффективном использовании аминокислот обменного протеина на синтез белка в организме коров, в том числе в молочной железе (табл. 10, 13).

Таблица 13

#### Концентрация мочевины и глюкозы в крови коров и выделение азота с мочой при инфузии смеси $\beta$ -аланина и гистидина

Период опыта, вводимая аминокислота	Концентрация мочевины, ммоль/л	Азот мочи		Концентрация глюкозы, ммоль/л	Степень извлечения глюкозы, %
		г/гол/сут	% от принятого с кормом		
Контроль	2,52	80,36	28,7	2,40	20,5
$\beta$ -аланин + гистидин	2,685	80,08	28,1	2,64	36,3*
% к контролю	+6,55	-0,35	-2,09	+10	+77,0

Повысилась степень извлечения глюкозы молочной железой на 77,0 отн.% ( $P < 0,05$ ) (табл. 13). Помимо участия гистидина в синтезе белка, в том числе белков молока, в качестве структурной единицы, воздействие этой аминокислоты на процесс молокообразования могло осуществляться за счет регулирующих свойств этой аминокислоты или продуктов ее превращения, воздействующих, например, на кровоснабжение вымени и интенсивность выделения гормонов, в чем есть определенные сходство с регулирующими свойствами  $\beta$ -аланина (Страйер Л., 1984; Шам-

берев Ю.Н. и др., 1990, 1998; Ruequin H., Pisulewsky P.M., 2000; Kim e.a., 2001).

Уровень большинства незаменимых, а также ряда заменимых аминокислот в крови коров в опытный период был ниже, чем в контроле (табл. 14), что связано с повышенным поглощением этих аминокислот молочной железой.

Таблица 14

**Содержание свободных аминокислот  
в артериальной крови и поглощение их молочной  
железой коров при инфузии смеси β-аланина  
и гистидина**

Аминокислоты	Содержание аминокислот, мг%		Артериовенозная разница аминокислот, мг%		Поглощение аминокислот молочной железой, г/ч.	
	конт-роль	опыт	конт-роль	опыт	конт-роль	опыт
Таурин	0,87	0,94	0,18	0,17	0,79	0,80
Аспаргат	0,91	0,95	0,20	0,21	0,87	0,99
Треонин	0,72	0,73	0,19	0,20	0,83	0,95
Серин	0,91	0,89	0,21	0,22	0,92	1,04
Глутамат	1,92	1,89	0,76	0,78	3,32	3,70
Глицин	2,08	1,95	0,16	0,14	0,70	0,66
Аланин	1,45	1,54	0,21	0,19	0,92	0,90
Валин	1,55	1,49	0,38	0,37	1,66	1,76
Цистин	0,22	0,17*	0,07	0,07	0,30	0,33
Метионин	0,35	0,33	0,15	0,16	0,66	0,76*
Изолейцин	1,18	0,99*	0,31	0,32	1,35	1,52
Лейцин	0,88	0,86	0,29	0,28	1,26	1,33
Тирозин	0,53	0,48	0,18	0,18	0,78	0,85
Фенилаланин	0,45	0,41	0,19	0,20	0,83	0,95
β-аланин	0,21	0,23	0,08	0,09	0,35	0,43*
ГАМК	0,22	0,21	0,07	0,07	0,31	0,33
Орнитин	0,37	0,34	0,11	0,12	0,48	0,57*
Лизин	0,75	0,69	0,30	0,29	1,30	1,38
Гистидин	0,63	0,82*	0,18	0,21	0,79	0,99*
Аргинин	0,68	0,71	0,29	0,31	1,27	1,47*
Сумма	16,88	16,62			19,69	21,71

Отмечено достоверное увеличение уровня поглощения метионина, гистидина, аргинина и орнитина в среднем на 18,7 % в сравнении с контрольным периодом, и несколько в меньшей степени других аминокислот.

Изменение поглощения аминокислот молочной железой коров под влиянием смеси β-аланина и гистидина могло быть обусловлено оптимизацией уровня гистидина в составе обменного протеина, а также действием изучаемых аминокислот на кровоснабжение молочной железы.

Эффективность использования большинства свободных аминокислот крови выменем для синтеза молочного белка в опытный период была выше, чем в контроле, что обусловлено увеличением удоя и продукции молочных белков.

Концентрация свободных аминокислот в молоке коров в опытный период была несколько ниже, чем в контрольный, что связано с их эффективным использованием молочной железой.

В результате введения коровам смеси β-аланина и гистидина отмечено, что данное сочетание аминокислот оказывает благоприятное воздействие на молочную продуктивность животных. При этом значительно повысился выход белка с молоком (+13,7 %) в основном за счет увеличения содержания белка в молоке (на 10,9 отн.%).

Введение смеси β-аланина и гистидина в кишечник коров привело к дополнительному поступлению в организм обменных аминокислот, в том числе гистидина, который является аминокислотой, лимитирующей молочную продуктивность.

Проведенный опыт подтверждает полученные ранее лабораторией белково-аминокислотного питания результаты, что рекомендуемый уровень гистидина 2,4 % в доступном белке для коров в первую фазу лактации лактации должен быть повышен до 2,7 %.

#### 4. Выводы

1. Увеличение уровня обменного протеина в рационе коров в первую фазу лактации на 5,8 % по сравнению с существующими нормами привело к повышению молочной продуктивности на 2,0 % и выходу белка с молоком на 3,88 %. Дополнительное поступление аминокислот из пищеварительного тракта использовалось на восстановление белковых резервов тела: отложение азота в теле увеличилось на 42,86 % ( $P < 0,05$ ) по сравнению с контролем.

2. Увеличение уровня обменного протеина в рационе коров на 11,7 % от нормы привело к увеличению продукции молока на 6,1 % и выхода белка с молоком на 13,95 %, т.е. метаболические процессы в организме в большей степени были направлены на синтез молочного белка.

3. При повышенном уровне обменного белка в рационах коров в I и II периодах опыта не отмечено существенных изменений концентрации свободных аминокислот в крови коров, возросло поглощение молочной железой незаменимых аминокислот треонина, метионина, изолейцина, фенилаланина, лизина, гистидина и аргинина по сравнению с контролем.

4. Эффективность использования большинства аминокислот молочной железой на синтез молочного белка у коров с увеличением уровня обменного протеина в рационе была выше, чем при скормливании основного рациона.

5. Двенадцатичасовое введение в кишечник коров таурина привело к увеличению молочной продуктивности на 7,3 %, а также выделения белка с молоком на 6,6 %, возросла концентрация свободных аминокислот в артериальной крови коров и поглощение большинства свободных аминокислот, за исключением валина и аланина.

6. Под влиянием раствора  $\beta$ -аланина, введенного в двенадцатиперстную кишку коров, повысились молочная продуктивность на 2,2 %, и выход белка с молоком на 6,7 % ( $P < 0,05$ ). Отмечено снижение концентрации большинства свободных аминокислот в артериальной крови коров и увеличение уровня глутаминовой и аспарагиновой (+7,2 и +9,1 % соответственно). Повысилось поглощение свободных аминокислот молочной железой в среднем на 7,85 %, особенно незаменимых.

7. Инфузия в кишечник коров смеси  $\beta$ -аланина и гистидина привела к увеличению среднесуточного удоя на 2,5 %, выделению молочного белка — на 13,7 % ( $P < 0,05$ ), при повышении содержания белка в молоке на 10,9 отн.% на фоне некоторого снижения концентрации свободных аминокислот в артериальной крови коров, что явилось следствием повышения поглощения этой фракции аминокислот молочной железой в опытный период.

#### Предложения производству

1. В рационах коров-первотелок в начальный период лактации, с целью повышения продукции молочного белка предлагается увеличивать уровень обменного протеина в рационе на 11,7 %.

2. Выявленное влияние бета-аминокислот на азотистый обмен и продуктивность молочных коров может быть использовано при разработке специальных кормовых добавок, повышающих молочную продуктивность коров.

**Список работ, опубликованных по материалам  
диссертации**

1. Швакель Е.В. Влияние бета-аминокислот на азотистый обмен у лактирующих коров / Е.В. Швакель, О.В. Харитоновна // Актуальные проблемы биологии в животноводстве. — Боровск, 2006. — С. 127—128.

2. Швакель Е.В. Роль бета-аминокислот в азотистом обмене лактирующих коров / Е.В. Швакель, О.В. Харитоновна // Современные достижения зоотехнической науки и практики — основа повышения продуктивности сельскохозяйственных животных. — Краснодар, 2007. — С. 59—61. — (Сб. науч. тр. / Северокавказский науч. исслед. ин-т животноводства; Ч. 2).

3. Швакель Е.В. Роль бета-аминокислот в азотистом питании у лактирующих коров / Е.В. Швакель // Проблемы биологии продуктивных животных — 2008. — С. 59—64.

4. Швакель Е.В. Влияние бета-аминокислот на азотистый обмен и продуктивность у лактирующих коров / Е.В. Швакель // Международный сельскохозяйственный журнал. — 2008. — № 6. — С. 81.

---

Издательство МУП «Полиграфист»  
249010, Калужская область, Боровский район,  
г. Боровск, пл. Ленина 20  
Тел./факс 4-8438-4-3982, 484-38-4-4288  
Лицензия ИД № 03641  
Подписано в печать 2009 г.  
Заказ № Тир. 100 экз.  
Печ. л.

---