

*На правах рукописи*

*Сизова Юлия Валерьевна*

**Молочная продуктивность и азотистый обмен у коров в первую фазу лактации при разном уровне нейтрально-детергентной клетчатки и жира в рационе**

*06.02.08 – кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов*

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

*Боровск-2010*

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

**Научный руководитель:** доктор биологических наук, профессор  
**Харитонов Леонид Васильевич**

**Официальные оппоненты:** доктор биологических наук, профессор  
**Тищенко Петр Иванович**  
кандидат сельскохозяйственных наук  
**Некрасов Роман Владимирович**

**Ведущая организация** – Калужский филиал ФГОУ ВПО «Российский государственный аграрный университет Московская государственная сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева».

**Защита диссертации состоится** «24» ноября 2010 г. в 10 часов на заседании диссертационного совета Д 006.030.01 при ГНУ Всероссийском научно-исследовательском институте физиологии, биохимии и питания сельскохозяйственных животных.

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

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

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

Учёный секретарь совета  
Д 006.030.01, кандидат биологических наук

В.П. Лазаренко

## 1. Общая характеристика работы

**Актуальность исследований.** Продуктивность молочных коров во многом зависит от их обеспеченности обменным протеином, который, как известно, формируется за счет микробного белка, поступившего из преджелудков в кишечник, кормового белка, не распавшегося в рубце, и эндогенного протеина (Фицев А.И., Воронкова Д.В., 1986; Прот. питание..., Боровск, 1998; Харитонов Е.Л., Кальницкий Б.Д., 2004; Santos F.A.P., 1998). Предполагается, что уровень поступления в кишечник коров различных источников обменного протеина может варьировать в зависимости от содержания нейтрально-детергентной клетчатки (НДК) в рационе. В процессе переваривания клетчатка оказывает влияние на микробиологические процессы в преджелудках. При этом меняется глубина расщепления кормового протеина в рубце, уровень образования микробного белка, обеспечивая тем самым поступление доступных для всасывания аминокислот в кишечник.

Для высокопродуктивных молочных коров требуется повышенная концентрация обменной энергии в рационе, что достигается за счет снижения уровня клетчатки. Это часто является причиной нарушения пищеварения и снижения молочной продуктивности коров (Clark P.W., Armentano L.E., 1993). В то же время молочным коровам, как жвачным животным, необходим определенный оптимальный уровень клетчатки в рационе, что остается недостаточно изученной проблемой (Курилов Н.В. и др., 1989; Чмырь И.С. и др., 2002; Воробьева С.В., 2003).

Эффективность использования аминокислот на синтез белка в организме, в том числе молочного, в значительной мере зависит от уровня обменной энергии в рационе. Известно, что до 30% и более аминокислот при несбалансированном питании может расходоваться на энергетические цели. Особенно большая потребность высокопродуктивных коров в энергии бывает в начале лактации, когда потребляемые с кормом питательные вещества не обеспечивают затрат энергии, идущей на синтез молока, и животные интенсивно расходуют запасы питательных веществ, отложенные в теле (Кошаров А.Н., Курилов Н.В., 1979; Медведев И.К., 1999; Янович В.Г. и др., 2000).

Основной целью наших исследований явилось изучение особенностей азотистого обмена и молочной продуктивности коров при различном содержании НДК и уровне обменной энергии в рационе, что может быть использовано для уточнения норм питания высокопродуктивных коров.

Были поставлены следующие задачи:

- определить обеспеченность аминокислотами организма коров в первую фазу лактации при разном уровне НДК в рационе и влияние уровня НДК на молочную продуктивность;
- изучить влияние повышенного уровня обменной энергии за счет введения жира в рацион высокопродуктивных коров в начале лактации на молокообразование и обмен азотистых веществ.

**Научная новизна.** В результате проведенных исследований определен оптимальный уровень НДК в рационе лактирующих коров в начале лактации, составляющий 31,0-35,0%, а также влияние разного уровня НДК на обеспеченность организма аминокислотами коров и их молочную продуктивность. Увеличение уровня обменной энергии в рационе высокопродуктивных коров в первую фазу лактации на 6% за счет включения жировой добавки повышает эффективность использования аминокислот организмом животных на молокообразование.

**Практическая значимость работы.** Полученные данные могут быть использованы при совершенствовании системы кормления и уточнении норм НДК, а также уровня обменной энергии в рационах высокопродуктивных коров в первую фазу лактации.

**Положения, выносимые на защиту.**

1. Уровень НДК в рационе лактирующих коров в первую фазу лактации влияет на обеспеченность организма этих животных аминокислотами и эффективность их использования на молокообразование;

2. Повышение уровня обменной энергии в рационе высокопродуктивных коров в начале лактации на 6% по сравнению с существующими нормами за счет включения «защищенного» жира увеличивает молочную продуктивность и повышает обеспеченность организма аминокислотами.

**Апробация работы.** Основные положения диссертационной работы представлены на научно-практической конференции «Научные основы повышения продуктивности сельскохозяйственных животных» (Краснодар, 2009), на научно-практической конференции молодых ученых «Актуальные проблемы сельскохозяйственной науки и практики в современных условиях и пути их решения» (Казань, 2009), на 5-й международной конференции «Актуальные проблемы биологии в животноводстве» (Боровск, 2010), на межлабораторном заседании сотрудников отделов питания и регуляции ВНИИФБиП (Боровск, 2010).

**Публикации результатов исследований.** По материалам диссертационной работы опубликовано 7 статей в научных журналах и сборниках региональных трудов, в том числе 3 из них в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ.

**Объем и структура диссертационной работы.** Диссертация изложена на 130 страницах компьютерного текста и состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов, результатов исследований и их обсуждения, заключения, выводов, практических предложений, списка используемой литературы и приложений. Список литературы включает 222 источника, в том числе 91 иностранных. Работа иллюстрирована 25 таблицами и 3 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 было проведено 2 эксперимента. Первый опыт осуществлялся методом групп и периодов на 9 коровах холмогорской породы в условиях вивария института в зимне-стойловый период в первые три месяца лактации (15-105-й дни лактации). Было сформировано 3 группы коров по 3 головы в каждой, средней живой массой 500 кг и среднесуточным уоем 25-30 кг.

Кормление животных осуществлялось согласно намеченному рациону из индивидуальных кормушек 3 раза в сутки, при свободном доступе к воде. Рационы кормления животных составлены с учетом норм и потребностей, разработанных ВНИИФБиП (Физиол. потр., Боровск, 2001).

В I период опыта с 15-го по 45-й день лактации группы животных получали рационы, различающиеся содержанием НДК (29,0%, 31,3 и 33,5%) за счет использования силоса разного вида (в кукурузном силосе - 43,6% НДК и в разнотравном - 55,1%) (табл.1).

Таблица 1

Рационы кормления коров, первый опыт

Корма и их состав	Периоды опыта и группы животных								
	I			II			III		
	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я
Сено козлятниковое, кг	2	2	2	2	2	2	5	3,7	2
Силос кукурузный, кг	20	10	0	0	0	0	20	25	30
Силос разнотравный, кг	0	10	20	20	25	30	0	0	0
Комбикорм, кг	9	9	9	12,0	10,5	9	10	10	10
НДК в сухом веществе рациона, %	29,0	31,3	33,5	32,1	35,1	38,1	38,2	37,9	37,6
Сырая клетчатка в сухом веществе рациона, %	14,2	14,9	15,6	14,9	16,3	17,8	18,1	17,8	17,6

Во II период (с 45-го по 75-й день лактации) в рационах коров всех групп содержание НДК было увеличено по сравнению с I периодом опыта (в среднем на 12,1%). Различие в уровне НДК в рационах животных достигалось за счет изменения соотношения доли грубых и концентрированных кормов. В рационе первой группы оно составило 26:74, во второй 33:67 и в третьей 39:61.

В III период опыта (с 75-го по 105-й день лактации) содержание НДК в рационах животных во всех группах было одинаковым (около 38%), но с разным преимущественным кормовым источником (сено-силос), обеспечивающим заданный уровень клетчатки.

В течение опыта ежедневно учитывали молочную продуктивность животных и потребление кормов. В конце каждого периода исследований проводили балансовые опыты, отбирали образцы крови из яремной и молочной вен до и через 3 часа после утреннего кормления.

В цельной крови анализировали содержание свободных аминокислот на аминокислотном анализаторе ААА-Т-399 М, в плазме – мочевины по реакции с диацетилмонооксимом (Coulambe S., Fawcien, 1963) и глюкозу глюкозооксидазным методом. В среднесуточных пробах молока определяли содержание азота, жира и концентрацию свободных аминокислот, в пробах корма, мочи и кала – азот по Кьельдалю (Методы биохимического анализа, Боровск, 1997).

Степень извлечения молочной железой глюкозы и аминокислот вычисляли как процент разницы концентраций этих метаболитов в крови молочной и яремной вен от их концентрации в яремной вене (Lykos T., Varga G.A., 1997). Поглощение свободных аминокислот молочной железой определяли на основе разности величин концентрации аминокислот в крови яремной и молочной вен с учетом объемной скорости кровотока. Кровоток через молочную железу оценивали по отношению выхода с молоком тирозина и фенилаланина к их разнице между концентрацией в крови молочной и яремной вен (Pacheco-Rios D. et al., 2001). Обеспеченность аминокислотами синтеза белка молока вычисляли по соотношению количества поглощенных выменем аминокислот и уровня выделения их в составе молока (Cant J.P. et al., 1993).

Второй опыт был проведен в условиях совхоза ООО «Архангельское» Наро-Фоминского района Московской области. Было сформировано 2 группы коров по 10 голов в каждой по принципу парных аналогов (живая масса 600 кг, среднесуточный удой 40 кг). Исследование было проведено с 30-го по 100-й день лактации.

Рационы кормления животных были сбалансированы по обменной энергии и обменному протеину, согласно разработанным в институте нормам кормления (Физиол. потр., Боровск, 2001). Основная потребность в обменном протеине коров обеих групп обеспечивалась введением в состав рациона соевого и подсолнечного шрота, жмыха соевого. Коровам опытной группы дополнительно скармливали жировую добавку «Энерфло» в количестве 0,38 кг, что повысило содержание обменной энергии в рационе на 6,0% (табл. 2). Корма животным скармливали в виде кормосмеси, а кормовую добавку – индивидуально.

Таблица 2

Рационы кормления коров (кг/сут), второй опыт

Корма	Группы животных	
	контрольная	опытная
Сено злаковое	0,53	0,53
Сенаж разнотравный	14,4	14,4
Силос кукурузный	35,3	35,3
Комбикорм	8,9	8,9
Глютенный корм	2,1	2,1
Патока	1,05	1,05
Шрот соевый (тостированный)	0,9	0,9
Жмых соевый (защищенный)	0,6	0,6
Шрот подсолнечный (защищенный)	0,6	0,6
Жир «защищенный» (Энерфло)	-	0,38

В течение опыта учитывали молочную продуктивность коров на основании контрольных доек. Образцы крови отбирали из яремной вены коров на 75-й день лактации через 2 часа после утреннего кормления. В цельной крови анализировали содержание свободных аминокислот, в плазме – мочевины и глюкозу, в среднесуточных пробах молока – содержание белка, жира и концентрацию свободных аминокислот.

Статистическую достоверность эффектов, полученных в исследованиях на различных группах и в динамике на одной группе животных (разностный метод), оценивали с использованием t-критерия (Асатиани В.С., 1965).

### 3. Результаты исследований и их обсуждение

#### 3.1. Молочная продуктивность у коров при разном уровне НДК в рационе

Одним из основных показателей эффективности использования корма у лактирующих коров является их молочная продуктивность, а также содержание в молоке жира и белка.

В I период опыта коровы получали рационы с разным содержанием НДК за счет силоса разного вида, при этом в рационе коров 1-й группы уровень НДК был наименьшим (29,0%).

При уровне НДК в рационе коров 2-й группы 31,3% их среднесуточный удой был выше, чем в 1-й группе на 25,8%, продукция молочного белка на 12,3%, выделение жира с молоком – на 20,5% (табл. 3). У коров 3-й группы, получавших рацион с наибольшим уровнем НДК (33,5%), среднесуточный удой был выше на 16,7%, выделение белка с молоком – на 5,6 и молочного жира на 25,6% по сравнению с 1-й группой.

Во II период исследований повышение уровня НДК в рационе коров всех групп обеспечивали за счет изменения соотношения доли грубых и концентрированных кормов, что оказало положительное влияние на молочную продуктивность этих животных. Среднесуточный удой коров 1-й и 2-й групп увеличился на 5,4 и 2,1% по сравнению с предыдущим периодом, а удой животных 3-й группы изменился в меньшей степени.

Таблица 3

Показатели молочной продуктивности коров

Периоды	Группы	Удой, кг/сут	Белок молока		Жир молока	
			%	суточная продукция, г	%	суточная продукция, г
I	1	18,6±1,54	3,5±0,03	637,0±59,6	4,1±0,24	762,8±98,8
	2	23,4±2,09	3,0±0,12	715,4±73,5	3,9±0,41	918,9±126,6
	3	21,7±1,57	3,1±0,16	673,2±58,3	4,4±0,33	958,3±103,9
II	1	19,6±1,63	3,5±0,06	695,5±56,3**	3,6±0,32	692,0±52,7
	2	23,9±0,83	3,0±0,05*	725,3±36,6	3,4±0,06	810,0±35,2
	3	21,9±4,15	2,9±0,10*	639,7±113	4,2±0,29	923,0±179
III	1	18,0±1,60	3,7±0,08**	660,0±46,9	4,01±0,31	718,0±65,7
	2	22,6±1,10	3,0±0,10*	679,0±12,6	3,9±0,17	880,4±42,1
	3	23,3±2,25	3,0±0,10*	702,0±58,2**	4,09±0,10	948,9±89,8

Примечание: здесь и далее \* $P < 0,05$  при сравнении с 1-й группой, \*\* $P < 0,05$  - в сравнении с предыдущим периодом.

У коров 2-й группы при содержании в рационе НДК 35,1% молочная продуктивность превышала 1-ю группу на 17,9%, при увеличении суточной продукции молочного белка и жира. Содержание НДК в рационе коров 3-й группы было самым высоким – 38,1%, среднесуточный удой был выше, чем в 1-й, на 11,7%.

Следует отметить, что изменение молочной продуктивности коров связано как с варьированием состава рационов, так и с фазой лактации этих животных, что не исключает возможность анализировать воздействия разного уровня НДК.

В III период исследований содержание НДК в рационах животных всех групп было доведено до 38% за счет использования разного кормового источника (сено, силос). Среднесуточный удой коров 1-й и 2-й групп несколько снизился по сравнению с предыдущим периодом, а у животных 3-й группы, которые во II период получали рацион также с повышенным уровнем НДК, величина молочной продуктивности сохранилась. По-видимому, это обусловлено адаптацией процессов пищеварения этих животных к этому уровню НДК в предыдущий период.

Таким образом, при варьировании уровня НДК в рационе животных, более высокая молочная продуктивность была у коров 2-й группы во II периоде опыта, когда концентрация НДК возросла с 31,3% до 35,1%. Данный уровень НДК в рационе способствовал более интенсивному течению пищеварительных процессов в рубце, обеспечивающих организм в должной мере всеми необходимыми продуктами ферментации, влияющими на молочную продуктивность коров (Хотмирова О.В., 2009). При уровне в рационе около 38% НДК в III периоде не отмечено

значительного снижения среднесуточного удоя у коров. Оптимальное содержание НДК в рационе обеспечивает не только нормальную функцию пищеварительного тракта, но и молочную продуктивность коров, что согласуется с данными ряда исследователей (Clark P.W., Armentano L.E., 1997; Beauchemin K.L., Rode L.M., 1997).

### 3.2. Использование азота организмом лактирующих коров

Изучение обмена азота в организме коров позволяет дать более полную оценку полноценности белкового питания и направленности обменных процессов.

Процент использования принятого с кормом и переваренного азота на продукцию молока был самым высоким у коров 2-й группы в I период, а по общему усвоению на молокообразование и отложение в теле значения в этой группе были ниже по сравнению с 1-й группой (табл. 4). Это обуславливается тем, что в ранний период лактации у молочных коров доминирующим процессом является синтез составных компонентов молока (Курилов Н.В. и др., 1989).

Таблица 4

Эффективность использования азота в организме коров, %

Показатели	Периоды и группы животных								
	I			II			III		
	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я
Выделено с молоком от принятого	28,6 ±2,5	30,6 ±3,1	27,8 ±2,3	25,2 ±2,1	27,4 ±1,8	24,2 ±5,0	22,4 ±1,5	23,4 ±0,4	24,9 ±1,8
Выделено с молоком от переваренного	39,7 ±4,1	42,3 ±4,4	36,0 ±2,8	34,5 ±3,27	40,5 ±2,6	36,0 ±7,3	32,9 ±2,3	35,4 ±0,9	36,2 ±2,7
Усвоено от принятого	35,0 ±2,7	31,3 ±1,4	36,8 ±3,3	38,4 ±1,5	32,8 ±0,2*	33,5 ±1,0	29,2 ±0,5	29,5 ±2,4	29,2 ±0,9
Усвоено от переваренного	48,4 ±3,2	43,6 ±2,2	47,6 ±4,1	53,7 ±1,4	48,5 ±0,6	49,7 ±0,9	40,4 ±0,6	40,0 ±2,4	39,4 ±1,3

Во II период исследований у коров всех групп показатель эффективности использования азота корма на образование молока несколько снизился и более значительная часть всосавшихся азотистых веществ пошла на отложение в теле этих животных, чем у животных в I период опыта. Известно, что лактирующие коровы в начале лактации способны мобилизовать запасы питательных веществ своего тела, в том числе и тканевые белки, для молокообразования. У коров 3-й группы показатель общего использования азота снизился, при этом молочная продуктивность коров сохранилась на высоком уровне.

В III период опыта эффективность общего использования организмом азота корма во всех группах находилась практически на одном уровне, различия были незначительными. Однако у коров 3-й группы использование переваренного азота на молоко было выше на 10,0 отн.% по сравнению с животными 1-й группы.

Таким образом, использование азота в организме коров на молокообразование и отложение в теле был более высоким у животных во II период при уровне НДК в рационе 35,1%, а только на молокообразование у коров в первый месяц лактации (I период опыта). Более высокий уровень НДК в сухом веществе рациона в III период исследований (около 38%) не оказал отрицательного влияния на использование азота корма в организме животных.

### 3.3. Влияние разного уровня НДК на обеспеченность коров аминокислотами

Различия в уровне НДК в рационе между группами коров в I период опыта мало отразились на общем содержании свободных аминокислот в крови яремной вены (табл. 5).

Таблица 5

Содержание свободных аминокислот в крови яремной вены и их поглощение молочной железой коров в I период опыта

Аминокислоты	1-я группа		2-я группа		3-я группа	
	содержание, мг%	поглощ., г/ч.	содержание, мг%	поглощ., г/ч.	содержание, мг%	поглощ., г/ч.
Таурин	0,89±0,07	0,77±0,11	0,82±0,06	0,77±0,07	0,83±0,06	0,70±0,06
Аспараг. к-та	0,91±0,07	0,69±0,12	0,78±0,08	0,72±0,09	0,79±0,07	0,66±0,06
Треонин	0,60±0,05	0,73±0,09	0,53±0,04	0,67±0,05	0,53±0,04	0,70±0,09
Серин	0,47±0,03	0,69±0,08	0,42±0,03	0,67±0,12	0,45±0,03	0,75±0,06
Глутам. к-та	0,80±0,07	1,12±0,09	0,78±0,06	1,30±0,12	0,91±0,07	1,22±0,16
Глицин	1,38±0,11	0,64±0,04	1,75±0,14*	0,77±0,04*	1,66±0,13*	0,80±0,05*
Аланин	0,98±0,04	0,69±0,05	0,81±0,05*	0,67±0,03	0,90±0,06	0,70±0,06
Валин	1,27±0,07	1,16±0,09	1,34±0,07	1,44±0,08*	1,11±0,08	1,32±0,09
Метионин	0,26±0,01	0,43±0,06	0,21±0,02	0,38±0,03	0,20±0,01*	0,38±0,06
Изолейцин	0,89±0,04	1,03±0,05	0,98±0,05	1,39±0,09*	0,92±0,05	1,22±0,06*
Лейцин	0,98±0,07	1,12±0,10	1,01±0,07	1,44±0,09*	0,86±0,07	1,27±0,05*
Тирозин	0,54±0,04	0,64±0,11	0,47±0,03	0,72±0,06	0,48±0,04	0,61±0,06
Фенилаланин	0,60±0,07	0,73±0,08	0,57±0,05	0,91±0,09	0,58±0,06	0,85±0,09
Орнитин	0,52±0,04	0,43±0,05	0,51±0,05	0,53±0,09	0,51±0,05	0,47±0,03
Лизин	0,79±0,03	0,90±0,06	0,77±0,03	1,10±0,06*	0,80±0,04	1,03±0,09
Гистидин	0,74±0,04	0,60±0,05	0,71±0,04	0,67±0,09	0,70±0,05	0,61±0,04
Аргинин	0,59±0,05	1,12±0,08	0,55±0,07	1,20±0,09	0,57±0,05	1,27±0,13
Сумма	13,20	13,49	13,01	15,36	12,81	14,56

Однако у коров 2-й группы, содержание НДК в рационе которых составило 31,3%, уровень тирозина и глюкогенных аминокислот (аланин, аспарагиновая кислота) в крови был ниже по сравнению с животными 1-й, что связано с более высоким поглощением этих аминокислот молочной железой (табл. 5). Это могло быть обусловлено также усилением глюконеогенеза, о чем свидетельствует повышение уровня мочевины и глюкозы в крови, увеличение выделения азота с мочой у этих животных (табл. 6).

Таблица 6

Концентрация мочевины, глюкозы в крови яремной вены коров и степень извлечения глюкозы молочной железой

Периоды опыта	Группы коров	Мочевина, ммоль/л	Глюкоза	
			содержание, ммоль/л	степень извлечения, %
I	1	4,52±0,26	3,15±0,11	18,7
	2	5,23±0,31	3,24±0,24	20,9
	3	4,55±0,12	3,43±0,31	32,9*
II	1	4,05±0,27	3,58±0,18	22,6**
	2	4,68±0,32	3,49±0,07	23,8
	3	4,33±0,10	3,38±0,26	20,4
III	1	4,73±0,23	3,82±0,11	17,5
	2	4,36±0,29*,**	3,67±0,14	20,7
	3	4,78±0,13	3,73±0,17	28,6

При этом поглощение изолейцина было достоверно выше на 34,9% ( $P<0,05$ ), лейцина – на 28,5% ( $P<0,05$ ), фенилаланина – на 24,7% ( $P<0,05$ ), валина – на 24,1% ( $P<0,05$ ), лизина – на 22,2% ( $P<0,05$ ) и гистидина – на 11,3%, чем у коров 1-й группы, что обусловлено увеличением кровоснабжения молочной железы, а также интенсивности извлечения аминокислот из крови.

Обеспеченность незаменимыми аминокислотами синтеза белков молока у коров 2-й группы была на достаточно высоком уровне, за исключением метионина и гистидина, а также ряда заменимых аминокислот (глутаминовая кислота, серин), поглощение которых было в меньшем объеме, чем их выделилось с молоком. Известно, что аминокислоты, поглощаемые в меньшем количестве, чем было их выделено с молоком, могут образоваться из незаменимых аминокислот, потребляемых молочной железой в большем количестве, а также поступающих из крови пептидных соединений (Beckwell F.R.C., 1995; Тараненко А.Г., 1987).

У коров 3-й группы в I период (НДК 33,5%) уровень свободных незаменимых аминокислот в крови яремной вены был ниже, чем в 1-й группе (кроме изолейцина) в среднем на 10,2% (табл. 5). Это обусловлено увеличением поглощения их молочной железой, величина которого для фенилаланина, лизина, валина, лейцина и аргинина была выше в среднем на 14,3% по сравнению с 1-й группой животных. Возросла обеспеченность белкового синтеза в молочной железе незаменимыми аминокислотами, кроме треонина, метионина и гистидина. Следует учесть, что часть белков молока поступает в молочную железу из плазмы крови. Видимо этим объясняется то, что в опытах обеспеченность синтеза молочного белка рядом незаменимых аминокислот была ниже 100% (Allison M.N., 1970; Bequette B.J., 1998).

Во II период исследований у коров 2-й группы было выше содержание главных глюкогенных аминокислот – глутаминовой и аспарагиновой (на 7,0 и 9,0%), а также орнитина (на 14,8%) по сравнению с 1-й группой, что может быть связано со снижением использования их в качестве энергетических субстратов (табл.7).

Таблица 7

Содержание свободных аминокислот в крови яремной вены и их поглощение молочной железой коров во II период опыта

Аминокислоты	1-я группа		2-я группа		3-я группа	
	содержание, мг%	поглощ., г/ч.	содержание, мг%	поглощ., г/ч.	содержание, мг%	поглощ., г/ч.
Таурин	0,79±0,05	0,79±0,07	0,77±0,05	0,82±0,13	0,83±0,07	0,85±0,09**
Аспараг. к-та	0,89±0,05	0,84±0,12**	0,95±0,07**	0,96±0,10**	0,87±0,07	0,99±0,06**
Треонин	0,67±0,03	0,66±0,09	0,63±0,03**	0,67±0,06	0,59±0,03*	0,61±0,07
Серин	0,51±0,03	0,70±0,03	0,43±0,03*	0,72±0,07	0,44±0,03	0,52±0,04*:**
Глутам. к-та	0,89±0,08	1,41±0,11**	0,97±0,07**	1,87±0,15*:**	0,95±0,06	1,36±0,09
Глицин	1,73±0,13**	0,70±0,09	1,63±0,12	0,62±0,06**	1,78±0,12	0,71±0,07
Аланин	1,09±0,07	0,57±0,03**	1,03±0,05**	0,58±0,06**	1,16±0,06**	0,85±0,06*:**
Валин	1,21±0,08	1,06±0,06**	1,28±0,07	1,34±0,09*:**	1,33±0,07**	1,36±0,09*
Метионин	0,20±0,01	0,31±0,03**	0,19±0,02	0,38±0,03	0,19±0,02	0,38±0,03*
Изолейцин	0,76±0,04**	1,01±0,09	0,77±0,03**	1,15±0,13**	0,83±0,04	1,03±0,07**
Лейцин	0,85±0,07**	1,19±0,09	0,88±0,06	1,39±0,09*	0,86±0,06	1,22±0,10
Тирозин	0,48±0,03	0,70±0,07	0,51±0,05	0,62±0,05**	0,48±0,04	0,66±0,03
Фенилаланин	0,51±0,05**	0,84±0,07**	0,49±0,05	0,62±0,07*:**	0,51±0,04	0,80±0,09
Орнитин	0,54±0,05	0,57±0,06**	0,62±0,05**	0,67±0,06**	0,50±0,05	0,61±0,03**
Лизин	0,72±0,04	1,14±0,07**	0,75±0,03	1,20±0,06	0,73±0,04	1,18±0,12
Гистидин	0,69±0,04	0,66±0,06	0,70±0,02	0,62±0,03	0,69±0,05	0,85±0,06*:**
Аргинин	0,58±0,05	1,19±0,09	0,53±0,04	1,34±0,07**	0,51±0,05	1,08±0,12**
Сумма	13,11	14,34	13,13	15,60	13,25	15,04

Отмечено достоверное более высокое поглощение молочной железой валина, лейцина и аргинина в среднем на 18,6%, а использование фенилаланина и тирозина ниже на 20,2 ( $P<0,05$ ) и 11,4%, соответственно, в сравнении с животными 1-й группы.

Обеспеченность большинством незаменимых свободных аминокислот синтеза молочного белка у коров 2-й группы была выше, чем в 1-й, что обусловило более высокий среднесуточный удой и продукцию молочного белка у этих животных.

При повышении уровня НДК в рационе до 38,1% у коров 3-й группы содержание треонина, серина, орнитина и аргинина в крови было ниже, чем у животных 1-й группы, при более высокой концентрации глутаминовой кислоты, аланина, валина и изолейцина, что может свидетельствовать об эффективном использовании этих аминокислот на синтез молочного белка.

В III период исследования, когда количество НДК в рационах подопытных групп было доведено до 38%, уровень свободных аминокислот в крови яремной вены коров всех групп несколько возрос в сравнении с предыдущими периодами (табл. 8).

У коров 2-й группы общий уровень свободных аминокислот был несколько ниже в сравнении с 1-й группой в основном за счет ряда незаменимых аминокислот, которые более интенсивно использовались на молокообразование. Об этом свидетельствует величина поглощения гистидина, лизина, фенилаланина и лейцина, которая повысилась в среднем на 17,8%, и в меньшей степени других аминокислот.

Высокая степень поглощения молочной железой некоторых незаменимых аминокислот у коров может указывать на лимитированное обеспечение этими аминокислотами синтеза молочного белка (Merham T.B., 1982; Cant J.P. et al., 1993; Henson J.E. et al., 1997).

У коров 3-й группы содержание большинства незаменимых (треонин, гистидин, лейцин) и ряда заменимых аминокислот в крови яремной вены было ниже, чем в 1-й группе, что обусловлено более высоким использованием их на синтез молочного белка. При этом достоверно возросла обеспеченность синтеза молочного белка гистидином, изолейцином и метионином.

Таблица 8

Содержание свободных аминокислот в крови яремной вены и их поглощение молочной железой коров в III период опыта

Аминокислоты	1-я группа		2-я группа		3-я группа	
	содержание, мг%	поглощ., г/ч.	содержание, мг%	поглощ., г/ч.	содержание, мг%	поглощ., г/ч.
Таурин	0,98±0,07**	0,84±0,09	0,93±0,06**	1,06±0,15*,**	0,77±0,05	0,94±0,05**
Аспараг. к-та	1,06±0,06**	1,01±0,14**	1,03±0,07	1,15±0,12**	0,90±0,05	1,03±0,06
Треонин	0,65±0,04	0,88±0,12**	0,61±0,03	0,87±0,03**	0,55±0,03	0,94±0,09**
Серин	0,49±0,02	0,79±0,06	0,45±0,03	0,74±0,03	0,53±0,03**	0,76±0,09**
Глутам. к-та	0,92±0,07	1,36±0,09	0,87±0,06	1,52±0,12**	0,93±0,07	1,62±0,12**
Глицин	1,59±0,14**	0,79±0,09	1,85±0,13**	0,78±0,06**	1,92±0,16	0,67±0,05*
Аланин	0,89±0,05**	0,75±0,06**	0,96±0,06	0,82±0,07**	0,89±0,06**	0,58±0,06**
Валин	1,39±0,07**	1,45±0,20**	1,23±0,07	1,47±0,12	1,34±0,09	1,53±0,14**
Метионин	0,23±0,02**	0,53±0,06**	0,16±0,01*,*	0,41±0,03	0,17±0,01	0,36±0,03*
Изолейцин	0,72±0,04	0,88±0,05**	0,82±0,04	1,06±0,06*	0,96±0,05*	1,35±0,06*,**
Лейцин	1,03±0,06**	1,45±0,12**	1,00±0,07**	1,61±0,15**	0,98±0,08**	1,53±0,09**
Тирозин	0,49±0,04	0,62±0,06	0,56±0,05	0,97±0,09*,**	0,50±0,05	0,76±0,06*,**
Фенилаланин	0,46±0,05	0,66±0,07**	0,45±0,04	0,92±0,09*,**	0,44±0,05**	0,85±0,06*
Орнитин	0,49±0,05	0,44±0,03**	0,46±0,03**	0,55±0,06**	0,37±0,03**	0,40±0,03**
Лизин	0,84±0,03**	1,19±0,13	0,80±0,05	1,29±0,10	0,69±0,03*	1,03±0,12
Гистидин	0,81±0,04**	0,57±0,03	0,75±0,05	0,64±0,06	0,70±0,06	0,90±0,08*
Аргинин	0,46±0,04**	0,88±0,09**	0,50±0,03	0,97±0,09**	0,52±0,05	1,03±0,07
Сумма	13,50	15,09	13,43	16,83	13,16	16,28

Полученные данные отражают влияние разного уровня НДК в рационах лактирующих коров на их молочную продуктивность и использование аминокислот организмом на молокообразование. Уровень НДК 31,0 – 35,0% в рационе коров в начале лактации оказал наиболее благоприятное влияние на молочную продуктивность и белкомолочность этих

животных. При этом отмечено более высокое поглощение свободных незаменимых аминокислот молочной железой. Следует отметить, что изменение поглощения заменимых аминокислот было менее выраженным и обеспечение ими синтеза молочного белка в определенной степени происходило за счет превращения незаменимых аминокислот и расщепления пептидов (Тараненко А.Г., 1987; Beckwell F.R.C., 1995).

Таким образом, проведенные опыты позволяют сделать заключение, что оптимальное содержание НДК в аналогичных рационах коров составляет 31,0 – 35,0% от сухого вещества, а равное 38% может служить верхней границей.

### 3.4. Влияние повышенного уровня обменной энергии в рационе высокопродуктивных коров на их молочную продуктивность и обеспеченность аминокислотами

Особенность кормления коров в начале лактации связана с физиологической ограниченностью потребления корма после отела и как следствие недополучение в первый месяц лактации необходимого количества энергии и питательных веществ. Недостаточная обеспеченность коров обменной энергией приводит к интенсивному расходованию тканевых резервов, определяющих последующую молочную продуктивность и состояние здоровья животных. Решающим фактором достижения и поддержания высокой молочной продуктивности коров в ранний период лактации и в период раздоя является обеспечение высокой концентрации обменной энергии в сухом веществе рациона (Овчаренко Э.В., Медведев И.К., 1986; Медведев И.К., 1999).

В нашем опыте основной задачей было изучить влияние повышения уровня обменной энергии в рационе на 6,0% за счет скармливания жировой добавки «Энерфло» на молочную продуктивность высокопродуктивных коров в первую фазу и обмен аминокислот в их организме.

Установлено, что при увеличении уровня обменной энергии в рационе среднесуточный удой коров опытной группы составил 42,5 кг, что превышало продуктивность животных контрольной группы на 8,1%, выделение молочного белка на 18,4% ( $P < 0,05$ ) и жира на 4,5% (табл. 9).

Таблица 9

Молочная продуктивность подопытных коров

Группы коров	Удой, кг	Белок молока		Жир молока	
		%	кол-во в сут. удое, г	%	кол-во в сут. удое, г
контрольная	39,3±1,4	2,85±0,05	1122±34	3,67±0,15	1499±124
опытная	42,5±0,5	3,08±0,08*	1329±49*	3,68±0,43	1567±147

\* - здесь в таблице различия достоверны при  $P < 0,05$

Повышение молочной продуктивности коров, в том числе суточного выделения белков в составе молока, по-видимому, связано с более эффективным использованием аминокислот на молокообразование. Это подтверждается снижением содержания мочевины в крови яремной вены у коров опытной группы на 8,4% ( $4,29 \pm 0,42$  и  $3,93 \pm 0,47$  ммоль/л соответственно) и сохранением общего уровня свободных аминокислот в крови животных (табл. 10).

Известно, что при недостаточном обеспечении обменной энергией молочных коров в начале лактации, значительная часть аминокислот подвергается окислению и используется на энергетические цели, тем самым уменьшается расход аминокислот на синтез белков молока (Агафонов В.И., 2006; Merham T.B., 1983; Cant J.P. et al., 1993).

Снижение уровня некоторых незаменимых (валин, треонин, гистидин, аргинин), а также ряда заменимых аминокислот (серин, аспарагиновая и глутаминовая кислоты), в крови коров опытной группы, связано с повышением использования данных аминокислот на молокообразование. Содержание в крови коров ряда незаменимых аминокислот – метионина, лизина, фенилаланина, было на уровне контроля. По-видимому, включение «защищенного» жира в рацион животных оказало определенный «сберегающий» эффект на эти аминокислоты, являющиеся лимитирующими молочную продуктивность, от использования на энергетические цели и образование жира, тем самым повысило обеспеченность организма животных этими аминокислотами.

Известно, что ряд незаменимых аминокислот в крови в значительной степени расходуется в синтезе липидов в организме животных (Григорьев Н.Г., Фицев А.И., 1999; Янович В.Г. и др., 2000).

Таблица 10

Содержание свободных аминокислот в крови яремной вены коров (75-й день лактации)

Аминокислоты	Группы животных			
	контрольная		опытная	
	мг%	%	мг%	%
Таурин	0,92±0,04	7,27	0,86±0,04	6,97
Аспараг. кислота	1,06±0,09	8,37	0,99±0,04	8,02
Треонин	0,64±0,01	5,05	0,56±0,02	4,54
Серин	0,63±0,03	4,98	0,57±0,04	4,62
Глутам. кислота	0,84±0,06	6,63	0,78±0,02	6,32
Глицин	1,54±0,19	12,16	1,48±0,14	12,00
Аланин	0,96±0,10	7,58	0,89±0,06	7,21
Цитруллин	0,78±0,05	6,16	0,80±0,04	6,48
Валин	1,06±0,06	8,37	1,01±0,10	8,18
Метионин	0,31±0,03	2,45	0,29±0,01	2,35
Изолейцин	0,58±0,05	4,58	0,68±0,09	5,51
Лейцин	0,59±0,03	4,66	0,70±0,08	5,67
Тирозин	0,38±0,01	3,00	0,44±0,04	3,56
Фенилаланин	0,36±0,02	2,84	0,38±0,05	3,08
Орнитин	0,37±0,05	2,92	0,38±0,03	3,08
Лизин	0,55±0,06	4,34	0,53±0,03	4,29
Гистидин	0,53±0,05	4,18	0,43±0,03	3,97
Аргинин	0,56±0,02	4,42	0,51±0,02	4,13
Сумма	12,66		12,34	

Содержание глюкозы в крови яремной вены у коров опытной группы было несколько выше, чем у животных контрольной группы (3,34±0,16 и 3,55±0,26 ммоль/л соответственно), что обусловлено «сберегающим» действием дополнительно введенной в рацион животных «защищенной» жировой добавки.

В результате проведенных исследований установлено, что повышение уровня обменной энергии в рационе высокопродуктивных коров в начале лактации за счет включения «защищенной» жировой добавки привело к увеличению молочной продуктивности и суточной продукции белка у коров за счет энергообеспеченности синтетических процессов в молочной железе и тканях организма, а также способствовало снижению использования аминокислот на энергетические цели и жиरोобразование.

#### 4. Выводы

1. Уровень нейтрально-детергентной клетчатки (НДК) в сухом веществе рационов молочных коров в первую фазу лактации оказал влияние на молочную продуктивность и азотистый обмен этих животных.

Среднесуточный удой коров 2-й и 3-й групп, в рационе которых уровень НДК в сухом веществе составлял 31,3% и 33,5% соответственно, был на 25,8 и 16,7% выше, чем у животных 1-й группы при содержании в рационе 29,0% НДК. Концентрация в крови ряда свободных незаменимых аминокислот (треонин, метионин, фенилаланин, гистидин и аргинин) и глюкогенных аминокислот у коров 2-й и 3-й групп была ниже, чем у животных 1-й группы, при более высокой величине поглощения суммы аминокислот (+14,0 и 7,9% у животных 2-й и 3-й групп соответственно) и глюкозы молочной железой.

2. При увеличении во II период опыта уровня НДК в среднем на 12,1% в сухом веществе рационов коров всех групп различия в молочной продуктивности между группами в основном

сохранились. Большое увеличение удоев в сравнении с I периодом наблюдалось у животных 1-й и 2-й групп – на 6,5 и 2,1% соответственно. При этом повысилась эффективность использования азота корма животными 1-й и 2-й групп, и в большей степени на отложение в теле – на 9,7 и 4,8%, соответственно. У коров 1-й и 2-й групп возросло также поглощение молочной железой их крови свободных аминокислот, особенно глюкогенных, и глюкозы.

3. Повышение содержания НДК в сухом веществе рационов коров 1-й и 2-й групп до 38% (III период) привело к снижению среднесуточных удоев на 8,2 и 5,3% соответственно, уменьшению выделения молочного белка при увеличении суточной продукции жира в молоке на 8,7 и 3,0% по сравнению со II периодом. Снизилась эффективность использования азота корма животными на отложение в теле, и в меньшей степени на молокообразование.

4. В III период у коров 3-й группы, получавших во II период рацион с таким же уровнем НДК (38%), среднесуточный удой повысился на 6,2%. Вероятно, это связано с адаптацией процессов пищеварения животных к такому уровню НДК в рационе еще в предшествующий период.

5. Результаты проведенных исследований позволяют считать, что оптимальный уровень НДК в сухом веществе рационов для коров в первые месяцы лактации находится в интервале 31,0-35,0%.

6. Увеличение уровня обменной энергии в рационе высокопродуктивных коров в первую фазу лактации на 6,0% за счет применения жировой добавки «Энерфло» привело к повышению среднесуточного удоя на 8,4% ( $P < 0,05$ ), продукции молочного белка на 18,5 ( $P < 0,05$ ) и жира на 4,6%.

7. При повышении за счет жировой добавки уровня обменной энергии в рационе отмечено снижение в крови концентрации большинства свободных аминокислот, что может быть связано с использованием большего их количества на синтез молочного белка. При этом уровень метионина, лизина и фенилаланина в крови оставался высоким, возможно, вследствие относительного сокращения расхода этих аминокислот на образование жира, в том числе молочного.

## **5. Предложения производству**

1. В рационах молочных коров в начальный период лактации предлагается поддерживать уровень НДК в рационе в пределах 31,0-35,0% с целью эффективного использования азотистых веществ организмом животных и увеличения их молочной продуктивности.

2. Для рационального использования лимитирующих аминокислот организмом высокопродуктивных коров и поддержания высокой молочной продуктивности уровень обменной энергии в рационе следует увеличить на 6,0% за счет жира.

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

1. Сизова, Ю.В. Влияние разного уровня и фракционного состава клетчатки в рационе на азотистое питание молочных коров /Ю.В. Сизова, О.В. Харитонова //Актуальные проблемы сельскохозяйственной науки и практики в современных условиях и пути их решения. – Казань, 2009. – С. 451-453.
2. Сизова, Ю.В. Обмен азота и молочная продуктивность коров при разном уровне нейтрально-детергентной клетчатки в рационе /Ю.В. Сизова, О.В. Харитонова //Научные основы повышения продуктивности сельскохозяйственных животных: сб. науч. трудов.- СКНИИЖ – Краснодар, 2009. - Ч. 1. - С. 177-178.
3. Сизова, Ю.В. Влияние аминокислотного состава обменного протеина в рационе на азотистый обмен и молочную продуктивность у высокопродуктивных коров /Ю.В. Сизова // Проблемы биологии продуктивных животных – 2009. – №4. – С. 53 - 58.
4. Сизова, Ю.В. Азотистое питание молочных коров, их молочная продуктивность и технологические свойства молока при разном аминокислотном составе обменного протеина

в рационе/ Ю.В. Сизова, А.С. Зеленина //Сельскохозяйственная биология – 2010. – № 6. – С. 114-116.

5. Сизова, Ю.В. Влияние разного уровня нейтрально-детергентной клетчатки в рационе на азотистый обмен и молочную продуктивность коров / Ю.В. Сизова // Проблемы биологии продуктивных животных – 2010. – № 1. – С. 61 - 68.
6. Сизова, Ю.В. Молочная продуктивность и азотистое питание коров при разном аминокислотном составе обменного протеина в рационе/ Ю.В. Сизова, А.С. Зеленина //Актуальные проблемы биологии в животноводстве. – Боровск, 2010. – С. 87 - 89.
7. Зеленина, А.С. Азотистый обмен, продуктивность и технологические свойства молока высокопродуктивных коров при оптимизации состава обменной энергии в рационе /А.С. Зеленина, Ю.В. Сизова // Актуальные проблемы биологии в животноводстве. – Боровск, 2010. – С.37 - 39.