

УДК 636.2.084.523.

**ВЛИЯНИЕ РАЗНОГО УРОВНЯ НЕЙТРАЛЬНО-ДЕТЕРГЕНТНОЙ КЛЕТЧАТКИ
В РАЦИОНЕ НА ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ КОРОВ АМИНОКИСЛОТАМИ**

Ю. В. Сизова, кандидат биологических наук
Нижегородский государственный
инженерно-экономический институт
E-mail: sizova_yuliya@bk.ru

Ключевые слова: молочные коровы, нейтрально-детергентная клетчатка (НДК), аминокислоты крови

Реферат. *Уровень нейтрально-детергентной клетчатки (НДК) в сухом веществе рационов молочных коров в первую фазу лактации оказывает влияние на азотистый обмен этих животных. Опыт проведен на трех группах коров холмогорской породы в первой трети лактации (15–105-й дни лактации) по 3 головы в каждой группе. В течение первого периода (15–45-й день) коровы 1, 2 и 3-й групп в качестве грубого корма получали кукурузный или разнотравный силос с уровнем НДК 29,0; 31,3 и 33,5 % соответственно. Во второй период опыта (45–75-й день) соотношение грубого корма и концентратов варьировали в группах при уровне НДК 32,1; 35,1 и 38,1 % соответственно. В третий период опыта (75–105-й дни) варьировали соотношение силоса и сена при одинаковом уровне НДК в группах (в среднем 38 %). Исследование показало, что для высокопродуктивных молочных коров в разгар лактации оптимальный уровень НДК в рационах должен быть в пределах 31,0–35,0 %. При этом отмечено более высокое поглощение свободных незаменимых аминокислот молочной железой.*

Продуктивность коров во многом зависит от обеспеченности рационов достаточным количеством обменного протеина, который определяется общим поступлением и составом аминокислот и их дальнейшим всасыванием в кишечнике [1, 2].

Предполагается, что уровень поступления различных источников обменного протеина в кишечник коров может варьировать в зависимости от содержания клетчатки в рационе и ее фракционного состава.

При этом могут меняться глубина расщепления кормового протеина в рубце, уровень образования микробного белка и выделения эндогенного белка, скорость эвакуации кормовых частиц из преджелудков и химуса в кишечнике, что отражается на переваривании питательных веществ и поступлении продуктов переваривания в организм, обеспечении молочной железы предшественниками для образования компонентов молока [3, 4].

По методу определения структурные углеводы делятся на кислотно-детергентную клетчатку (КДК), которая включает целлюлозу и лигнин, и нейтрально-детергентную клетчатку (НДК), представляющую комплекс лигнина, целлюлозы и гемицеллюлоз. НДК наиболее полно отражает структурный состав клеточных стенок растений и оказывает первостепенное влияние на потребление и эффективность использования корма [3].

Для высокопродуктивных молочных коров требуется высокая концентрация обменной энергии в рационе, что достигается за счет снижения уровня клетчатки [3]. Это часто является причиной нарушения пищеварения и снижения молочной продуктивности. В то же время молочным коровам, как жвачным животным, необходим определенный оптимальный уровень клетчатки.

В связи с этим основной целью наших исследований явилось изучение особенностей азотистого обмена коров при различном содержании НДК, что может быть использовано для уточнения норм питания высокопродуктивных коров.

Была поставлена задача определить обеспеченность аминокислотами организма коров в первую фазу лактации при разном уровне НДК.

**ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Опыт проведен методом групп-периодов на 9 коровах холмогорской породы в первые месяцы лактации (15–105-й дни лактации). Было сформировано 3 группы коров по принципу парных аналогов по 3 головы в каждой с живой массой 500 кг и среднесуточным удоем 25–30 кг. Сравнение проводили в основном с 1-й группой каждого периода (содержание НДК в 1-х группах служило

в качестве контроля). Продолжительность каждого периода исследования составляла 30 дней.

Животные при проведении опытов получали рационы, составленные с учетом норм и потребностей [5]. Раздачу грубых кормов проводили два раза, а комбикорма – три раза в день. Состав комбикорма во все периоды опыта был одинаковым (%): соевый шрот – 20, подсолнечный шрот – 10,

ячмень – 41, пшеница – 15, пшеничные отруби – 5, овес – 5, дикальцийфосфат – 1,5, премикс (ПК-60–1) – 1, и поваренная соль – 1,5.

В первом периоде опыта, с 15-го по 45-й день лактации, каждая группа животных получала рацион с разным содержанием НДК, различающийся по виду силоса (в кукурузном 43,6% НДК, в разнотравном – 55,1%) (табл. 1).

Таблица 1

Рационы кормления коров

Корма и питательность рационов	Период опыта, группа								
	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
В рационах содержится									
обменной энергии, МДж	127,7	128,6	131,7	179,9	157,4	178,2	160,6	152,6	150,5
сухого вещества, кг	14,2	14,5	14,7	16,6	16,4	16,8	17,9	17,7	17,6
сырого протеина, г	2178	2278	2364	2694	2594	2578	2903	2834	2772
расщепляемого	1359	1598	1722	1965	1955	1946	1859	1878	1898
нерасщепляемого	819	680	640	921	895	863	1044	956	874
НДК, %	29,0	31,3	33,5	32,1	35,1	38,1	38,2	37,9	37,6
сырой клетчатки, %	14,2	14,9	15,6	14,9	16,3	17,8	18,1	17,8	17,6

Во втором периоде исследований, с 45-го по 75-й день лактации, в рационах коров всех групп содержание НДК было увеличено по сравнению с первым периодом опыта. Различие в уровне НДК в рационах животных достигалось за счет изменения соотношения доли грубых и концентрированных кормов.

Третий период опыта (75–105-й дни лактации) проведен на рационах с одинаковым содержанием НДК (около 38%), но с разным преимущественным кормовым источником (сено, силос), что обеспечивало заданный уровень клетчатки.

Образцы крови отбирали из яремной и молочной вен до и через 3 ч после утреннего кормления в конце каждого периода исследований. В пробах молока анализировали общий белок, жир, в крови – свободные аминокислоты, мочевины и глюкозу [6]. Для получения характеристик распада фракций клетчатки применяли метод *in sacco* [7].

Поглощение свободных аминокислот молочной железой вычисляли на основе разности величин концентрации аминокислот в крови яремной и молочной вен с учетом объемной скорости кровотока [8]. Кровоток через молочную железу оценивали по отношению выхода с молоком ти-

розина и фенилаланина к их разнице между концентрацией в крови молочной и яремной вен [9].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В молоке, наряду с основными компонентами: жиром, белком, лактозой, витаминами и минеральными веществами, – содержатся также другие вещества в малых концентрациях, обладающие высокой биологической активностью, которые представляют интерес для изучения метаболических процессов в молочной железе. К таким веществам можно отнести, вероятно, и свободные аминокислоты. Свободные аминокислоты молока отражают, прежде всего, фонд их в секреторных клетках молочной железы. Для 80–90% белков молока предшественниками являются свободные аминокислоты крови, остальные 10–20% белков молока, среди них иммунные глобулины и сывороточные альбумины, являются идентичными белкам крови, так как проникают в молоко из крови в неизменном виде путем диффузии. Молочная железа извлекает необходимое количество метаболитов на внутренние процессы, а неиспользованная часть выделяется в составе фракций свободных аминокислот молока [10, 11].

Таблица 2

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

Аминокислота	1-я группа		2-я группа		3-я группа	
	содержание, мг%	поглощение, г/ч	содержание, мг%	поглощение, г/ч	содержание, мг%	поглощение, 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
Аспарагиновая кислота	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
Глутаминовая кислота	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

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

Различия в уровне НДК в рационе между группами коров в первый период опыта мало отразились на общем содержании свободных аминокислот в крови яремной вены (табл. 2).

Однако у коров 2-й группы, содержание НДК в рационе которых составило 31,3%, уровень тирозина и глюконеогенных аминокислот (аланин, аспарагиновая кислота) в крови был ниже по сравнению с животными 1-й, что связано с более высоким поглощением этих аминокислот молочной железой (см. табл. 2). 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.

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 исклю-

чением метионина и гистидина, а также ряда заменимых аминокислот (глутаминовая кислота, серин), которые поглощались в меньшем объеме, чем выделялись с молоком. Известно, что они могут образоваться из незаменимых аминокислот, потребляемых молочной железой в большем количестве, а также поступающих из крови пептидных соединений [8, 10].

У коров 3-й группы в первый 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% (см. табл. 2). 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%.

Во второй период исследований у коров 2-й группы было выше содержание главных глюко-

Таблица 3

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

Аминокислота	1-я группа		2-я группа		3-я группа	
	содержание, мг%	поглощение, г/ч	содержание, мг%	поглощение, г/ч	содержание, мг%	поглощение, 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**
Аспарагиновая кислота	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*,**
Глутаминовая кислота	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

Таблица 4

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

Аминокислота	1-я группа		2-я группа		3-я группа	
	содержание, мг%	поглощение, г/ч	содержание, мг%	поглощение, г/ч	содержание, мг%	поглощение, 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**
Аспарагиновая кислота	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**
Глутаминовая кислота	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

генных аминокислот – глютаминовой 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. 3).

Отмечено достоверно 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 глютаминовой кислоты, аланина, валина и изолейцина, что может свидетельствовать об эффективном использовании этих аминокислот на синтез молочного белка.

В третий 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. 4).

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.

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.

ВЫВОДЫ

1. При увеличении во второй период опыта уровня НДК в среднем на 12,1% в сухом веществе рационов у коров 1-й и 2-й групп возросло также поглощение молочной железой из крови свободных аминокислот, особенно глюкогенных.
2. Оптимальное содержание НДК в аналогичных рационах коров составляет 31,0–35,0% от сухого вещества, а равное 38% может служить верхней границей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кальницкий Б.Д., Харитонов Е.Л. К вопросу о нормировании аминокислотного питания // Докл. РАСХН. – 2004. – № 3. – С. 24–27.
2. Протеиновое питание молочных коров. Рекомендации по нормированию. – Боровск, 1998. – 28 с.
3. Воробьева С.В. Влияние разного уровня НДК в рационах на потребление сухого вещества и продуктивность лактирующих коров // Проблемы кормления сельскохозяйственных животных в современных условиях развития животноводства: материалы науч. конф. – Дубровицы, 2003. – С. 38–40.
4. Bal M.A., Coors J.G., Shaver R.D. Impact of the maturity of corn for use as silage in the diets of dairy cows on intake, digestion, and milk production // J. Dairy Sci. – 1997. – Vol. 80. – P. 2497–2503.
5. Физиологические потребности в питательных веществах и нормирование питания молочных коров: справ. рук-во. – Боровск, 2001–134 с.
6. Методы биохимического анализа: справ. пособие / под ред. Б.Д. Кальницкого. – Боровск, 1997. – 357 с.
7. Orskov E.R., Grubb D.A., Kay R.N.B. Effect of postruminal glucose or protein supplementation on milk yield and composition in Friesian cows in early lactation and negative energy balance. Brit // J. Nutr. – Vol. 39. – P. 397–405.
8. Cant J.P., Depeters J., Baldwin R.L. Mammary amino acid utilization in dairy cows fed ad libitum and its relationship to milk protein depression // J. Dairy Sci. – 1993. – Vol. 76. – P. 762–774.
9. Pacheco-Rios D., Mackenzie D.D.S., McNabb W.S. Comparison of two variants of the pick principle for estimation of mammary blood flow in dairy cows fed two levels of dry matter in take // J. Anim. Sci. – 2001. – Vol. 81. – P. 57–63.

10. Mephram T. B. Biosynthesis of milk protein. Development in dairy chemistry – I. Protein. P. F. Fox, 1983. – P. 115–156.
11. Lykos T., Varga G. A. Varying degradation rates of total nonstructural carbohydrates: effects on nutrient uptake and utilization by the mammary gland in high producing holstein cows // J. Dairy Sci. – 1997. – Vol. 80. – P. 3356–3367.

**THE EFFECT OF DIFFERENT LEVEL NEUTRAL DETERGENT FIBER IN THE DIET
ON THE COW SUPPLY WITH AMINO ACIDS**

Yu. V. Sizova

Key words: dairy cows, neutral detergent fiber (NDF), blood amino acids

Summary. The level of neutral detergent fiber (NDF) in the dry matter of dairy cows' diets in their first lactation phase produces an influence on the nitrogen exchange in the animals. The experiment was made in 3 groups of Kholmogor cows, 3 cows in each of the 3 groups, in the first third of their lactation (15–105th days). During the first period (15–45th day) the cows of the 1st, 2nd and 3rd groups received roughages in the form of corn or motley grasses silo with NDF level as 29.0, 31.3, and 33.5 %, respectively. In the second period of the experiment (45–75th day) the relationship between roughages and concentrates varied in the groups at the NDF level: 32.1, 35.1 and 38.1 %, respectively. In the third period of the experiment (75–105th days) the relationship between the silo and hay varied at the same NDF level in the groups (on average, 38.1). The investigation showed that the optimal NDF level in diets at lactation peak is to be within 31.0–35, 0 % in high yielding dairy cows. Herewith, it was marked that the mammary gland consumed free essential amino acids more than in other cases.