

УДК 636.271.084.5:612.015.3

**БЕЛКОВЫЙ ОБМЕН У ЛАКТИРУЮЩИХ КОРОВ,  
ПОЛУЧАВШИХ В ТЕЧЕНИЕ ГОДА БРИКЕТИРОВАННЫЕ КОРМА**

В. И. ГЕОРГИЕВСКИЙ, М. П. СИЛАЕВ, О. А. ВОЙНОВА

(Кафедра физиологии и биохимии с.-х. животных)

В связи с переводом животноводства на промышленную основу особое значение приобретает разработка как новых видов кормов, так и системы полноценного кормления животных, которая обеспечивала бы получение высокой продуктивности при механизации и автоматизации раздачи кормов. В настоящее время в ряде стран с развитым животноводством все более широкое применение в качестве подкормки или единственного источника питательных веществ рациона жвачных животных находят брикетированные корма, что оправдано с экономической и биологической точек зрения. Однако вопрос о физиологической допустимости скармливания животным брикетированных кормов в течение длительного периода еще не решен. Данная работа посвящена изучению показателей белкового обмена у молочных коров на протяжении полной лактации и сухостойного периода при использовании брикетированных кормов круглый год.

Опыт проводили в 1976—1978 гг. на физиологическом дворе кафедры физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных Тимирязевской академии. Для опытов были подобраны две группы коров холмогорской породы (по 5 гол. в каждой), аналогов по возрасту (4—5-я лактация), живой массе (550—600 кг) и продуктивности (удой на уровне 4000 кг при жирности 4,06—4,13% за предшествующую лактацию).

Животные опытной группы (2-я) весь год получали вволю брикеты, изготовленные из клеверо-тимофеечной травы и цельных растений ячменя в стадии молочно-восковой спелости по технологии ВИЭСХ. Зимний и летний рационы коров контрольной группы (1-я) в течение опыта были традиционные. Все животные находились в одинаковых условиях содержания и ухода, ежедневно пользовались 4—5-часовым моционом в загоне под открытым небом, имели свободный доступ к автопоилкам. Кормление и доение 3-кратное.

Содержание общего белка в крови определяли по Л. И. Слуцкому, фракционный состав белков — путем электрофореза в столбиках полиакриламидного геля на приборе, разработанном СНБ БФА (СССР) и Лабор (Венгрия), содержание аспартат-аминотрансферазы (АСТ) и аланин-аминотрансферазы (АЛТ) — с помощью тест-наборов производства ГДР, концентрацию гемоглобина — гемоглобинцианидным методом.

Известно, что общий белок сыворотки крови в основном представлен альбуминами и  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ -глобулинами. Количество плазменных белков обычно колеблется в сравнительно узких пределах. При различных заболеваниях животных могут заметно изменяться как общее их содер-

Содержание белка и его фракций в крови коров на протяжении лактации и в сухостойный период

Месяц	Общий белок, г %	Альбумины, г %	Глобулины, г %	Фракции глобулинов, %		
				α	β	γ
1-я группа						
Лактация:						
I	9,11±0,36	4,13±0,25	4,98±0,27	14,15±1,27	12,17±1,94	28,35±0,82
II	9,63±0,56	3,80±0,16	5,83±0,57	16,27±0,42	13,12±1,11	31,15±0,50
III	8,98±0,22	4,13±0,14	4,85±0,11	14,47±0,49	9,48±0,43	30,05±0,89
IV	8,50±0,32	3,92±0,19	4,58±0,30	13,50±0,70	10,58±0,95	29,80±2,06
V	8,65±0,31	3,79±0,31	4,86±0,57	14,30±1,34	11,30±1,38	30,58±3,70
VI	9,31±0,30	3,88±0,23	5,43±0,15	14,73±1,62	11,71±0,89	31,88±0,67
VII	9,15±0,48	3,61±0,31	5,54±0,54	15,58±0,72	11,97±1,86	33,00±2,82
VIII	8,45±0,54	3,54±0,36	4,91±0,28	14,00±1,13	11,61±1,73	32,50±2,00
IX	9,23±0,60	3,69±0,27	5,54±0,37	14,62±1,07	12,93±0,29	32,47±2,05
X	8,74±0,68	3,18±0,59	5,56±0,62	15,86±0,97	13,71±1,14	34,05±2,17
Сухостойный период (в среднем)	9,19±0,42	3,95±0,26	5,24±0,16	14,72±0,68	11,21±0,89	31,09±2,30
2-я группа						
Лактация:						
I	8,10±0,25	4,41±0,46	3,69±0,21	9,27±2,39	7,97±1,70	28,32±0,52
II	9,25±0,67	3,97±0,40	5,28±0,73	14,87±2,72	12,16±1,37	30,05±2,53
III	8,70±0,22	3,97±0,32	4,73±0,39	14,20±0,73	9,83±1,15	30,34±2,95
IV	8,51±0,13	3,75±0,45	4,76±0,48	13,50±1,54	10,90±1,31	31,50±3,75
V	8,82±0,35	4,09±0,40	4,73±0,34	12,68±0,98	10,77±0,73	30,18±2,22
VI	8,68±0,53	4,28±0,37	4,40±0,74	11,93±2,06	9,17±1,84	29,59±3,38
VII	9,26±0,16	3,88±0,52	5,38±0,57	14,72±1,92	11,51±0,84	31,87±1,96
VIII	8,86±0,24	3,90±0,45	4,96±0,63	14,35±1,90	10,94±1,42	30,69±1,09
IX	8,68±0,60	3,64±0,47	5,04±0,31	14,47±0,83	11,81±1,18	31,78±2,00
X	7,94±0,58	3,27±0,28	4,67±0,30	14,84±0,75	11,98±1,06	32,00±1,89
Сухостойный период (в среднем)	9,09±0,51	4,34±0,21	4,75±0,39	13,52±0,68	10,31±0,89	28,43±1,53

жание, так и фракционный состав этих белков. Концентрация общего белка в сыворотке крови во многом зависит от функции печени, поскольку в ней синтезируются важнейшие белки плазмы крови [4].

В условиях эксперимента не установлено существенных различий между коровами опытной и контрольной групп по уровню общего белка в сыворотке крови. Среднее его содержание у животных 2-й группы составило  $8,72 \pm 0,12$  г%, у контрольных —  $8,99 \pm 0,12$  г%. Внутри групп в течение лактации и сухостойного периода содержание общего белка и его фракций несколько колебалось (табл. 1). На 2-м месяце лактации у коров контрольной и опытной групп уровень общего белка увеличился в основном за счет глобулиновой фракции и достиг соответственно  $9,25 \pm 0,67$  и  $9,63 \pm 0,56$  г%, что, очевидно, связано с активизацией всех физиологических процессов и усилением белкового обмена, поскольку секреция молока в этот период была максимальной.

Основными предшественниками белков молока являются свободные аминокислоты и некоторые фракции белков сыворотки крови. Свободных аминокислот плазмы крови достаточно для образования 46—63% белков молока, но для синтеза молочных белков используются также аминокислоты, образующиеся при расщеплении белков сыворотки крови в молочной железе. Некоторые белки сыворотки крови без изменений используются для построения белков молока [11]. Е. В. Эйдригевич и др. [10] с помощью метода иммуноэлектрофоретического анализа обнаружили в молоке белковые фракции, свойственные белкам сыворотки крови. В конце лактации, по мере развития беременности и роста плода обменные процессы в организме перестраиваются: уровень общего белка и альбуминов в крови уменьшается, а количество, глобули-

нов — повышается. Относительное содержание последних в этот период было наибольшим: 58,82 % — в опытной и 63,62 % — в контрольной группе. В среднем за исследуемый период содержание альбуминов в сыворотке крови коров 2-й группы было выше, чем у контрольных животных, — соответственно  $3,96 \pm 0,13$  и  $3,78 \pm 0,08$  г%, а глобулинов ниже —  $4,76 \pm 0,17$  и  $5,21 \pm 0,10$  г%.

Статистически достоверной разности в содержании  $\alpha$ - и  $\beta$ -глобулинов в сыворотке крови коров в течение лактации и сухостойного периода не установлено. Уровень  $\gamma$ -глобулинов у животных обеих групп имел тенденцию к повышению в последние месяцы лактации (табл. 1). Так, содержание  $\gamma$ -глобулиновой фракции в 1-й месяц лактации во 2-й группе составило 28,32%, в контрольной — 28,35%, на 10-м месяце — соответственно 32,00 и 34,05%. В 1-й группе разность по этому показателю в указанные месяцы достоверна при  $P < 0,05$ . В целом динамика содержания  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$ -глобулинов в основном совпадает с характером изменений суммы глобулинов сыворотки крови коров. Во 2-й группе коэффициенты корреляции суммы глобулинов и относительного содержания  $\alpha$ - и  $\beta$ -глобулинов равны соответственно 0,878 и 0,855 ( $P < 0,01$ ), суммы глобулинов и  $\gamma$ -глобулинов — 0,606; в 1-й группе — в первом случае соответственно 0,915 ( $P < 0,01$ ) и 0,765 ( $P < 0,05$ ), во втором — 0,603. В среднем за опыт содержание  $\alpha$ -глобулинов в крови животных опытной группы составило  $13,49 \pm 0,51$ %,  $\beta$ -глобулинов —  $10,67 \pm 0,38$  и  $\gamma$ -глобулинов —  $30,43 \pm 0,33$ %, в контроле — соответственно  $14,75 \pm 0,25$ ;  $11,80 \pm 0,38$  и  $31,36 \pm 0,49$ %.

Альбумино-глобулиновый коэффициент у коров при круглогодичном потреблении ячменно-клеверных брикетов находился на уровне  $0,84 \pm 0,04$ , при скармливании традиционных кормов —  $0,73 \pm 0,03$ . Таким образом, на протяжении всего опыта сумма глобулинов в сыворотке крови превышала концентрацию альбуминов.

Установлен достоверный коэффициент корреляции между суточным удоем коров и уровнем альбуминов в крови: в 1-й группе — 0,797 ( $P < 0,05$ ), во 2-й — 0,707 ( $P < 0,05$ ). Положительную взаимосвязь между этими показателями следует объяснить особой ролью альбуминов в транспорте малорастворимых веществ в организме: сывороточные альбумины связывают и переносят углеводы, липиды, гормоны и пигменты. Более обоснованными считаются [11] поиски связей между молочной продуктивностью и содержанием альбуминов в сыворотке крови, поскольку последние по составу сходны с альбуминами молока. Коэффициент корреляции между содержанием общего белка и удоем коров в опытной группе составил 0,289, в контрольной — 0,467.

Следует отметить наличие достоверной отрицательной корреляции между уровнем  $\gamma$ -глобулинов в крови и молочной продуктивностью животных: в 1-й группе — 0,788 ( $P < 0,05$ ), во 2-й — 0,748 ( $P < 0,05$ ), что можно объяснить накоплением в организме токсических веществ по мере роста плода.

Среди различных ферментов, связанных с обменом аминокислот и белков, особый интерес представляют аминотрансферазы (АСТ и АЛТ), катализирующие обратимый перенос  $\text{NH}_2$  группы с аминокислот на кетокислоты. В нашем опыте активность АЛТ у коров опытной группы имела тенденцию к повышению в середине лактации и к снижению в конце лактации и в период сухостоя (табл. 2). На 1-м месяце лактации активность АЛТ была минимальной. Разность статистически достоверна между 1-м и 4-м; 1-м и 6-м месяцами лактации при  $P < 0,01$ ; между 1-м и 5-м; 1-м и 7-м месяцами лактации при  $P < 0,05$ ; между 1-м месяцем сухостоя и 4, 6, 7 и 8-м месяцами лактации при  $P < 0,01$ ; между 1-м месяцем сухостоя и 5-м месяцем лактации при  $P < 0,05$ . Аналогично изменяется активность АЛТ на протяжении лактации и сухостойного периода у коров контрольной группы: в начале лактации она ниже, чем в середине, в конце стельности этот показатель снижается (табл. 2). В среднем за опыт активность АЛТ в сыворотке крови коров, потреблявших традиционные корма, была ниже, чем у животных, получавших

Активность АСТ и АЛТ в сыворотке крови коров в течение лактации и сухостойного периода (ед. акт. в 1000 мл)

Месяц	АЛТ		АСТ	
	группа коров			
	1	2	1	2
<b>Лактация:</b>				
I	40,4±8,7	39,3±6,6	159,4±5,5	142,7±10,4
II	39,8±6,6	57,3±3,1*	138,0±8,7	127,0±5,5
III	49,3±7,4	55,0±9,1	131,0±10,5	114,0±11,3
IV	50,0±1,8	71,3±5,4**	108,8±14,0	134,3±6,2
V	52,5±4,2	61,8±6,8	103,0±5,3	136,5±19,0
VI	57,0±7,8	69,3±5,8	128,3±17,7	147,0±20,1
VII	54,3±3,8	60,0±2,0	132,0±4,3	126,5±4,5
VIII	50,7±7,4	58,0±5,0	148,0±20,0	136,3±14,3
IX	55,0±3,4	59,0±9,7	140,0±6,7	113,5±10,5
X	54,5±4,5	55,0±5,3	119,0±5,0	121,0±7,3
<b>Сухостойный период:</b>				
I	47,3±6,5	41,8±3,0	113,3±12,2	117,3±9,1
II	41,8±7,3	45,9±10,4	119,8±11,8	117,8±17,6

Примечание. Здесь и в табл. 3 одной звездочкой обозначена достоверность разности между группами при  $P < 0,05$ , двумя — при  $P < 0,01$ .

ячменно-клеверные брикеты, — соответственно  $49,4 \pm 1,7$  и  $56,1 \pm 3,7$  ед. акт. в 1000 мл. Разность между группами была достоверна на 2-м и 4-м месяцах лактации. Активность АСТ в сыворотке крови коров не зависела от физиологического состояния коров в связи с беременностью и лактацией. Не установлено заметных различий в активности АСТ и между группами (табл. 2). В среднем за период исследования активность АСТ во 2-й группе составила  $127,8 \pm 3,3$  ед. акт. в 1000 мл, в 1-й —  $128,4 \pm 4,8$  ед. акт. в 1000 мл.

Наиболее доступным и в то же время показательным тестом, отражающим интенсивность синтеза белка в организме, является концентрация гемоглобина в крови. Неполноценное белковое и минеральное питание животных — одна из причин уменьшения содержания гемоглобина в крови. В среднем за опыт концентрация гемоглобина в крови коров 2-й группы составила  $10,92 \pm 0,13$  г%, в контрольной —  $10,05 \pm 0,18$  г%. У первых во все периоды исследования уровень гемоглобина был выше (табл. 3), но разность оказалась достоверной только на 3-м и 10-м месяцах лактации. Некоторые исследователи не установили существенных различий в содержании гемоглобина в крови при скармливании животным гранулированной смеси и обычных кормов [7, 9, 12]. Отмечается также некоторое повышение уровня гемоглобина в крови овец, получавших брикетированные корма [8]. По данным Д. К. Куи-

Таблица 3

Изменение концентрации гемоглобина в крови коров в течение лактации и сухостойного периода (г%)

Месяц	Группа коров		Месяц	Группа коров	
	1	2		1	2
<b>Лактация:</b>					
I	9,54±0,37	10,41±0,43	VIII	10,55±0,34	11,26±0,54
II	9,22±0,45	10,29±0,46	IX	10,52±0,58	11,43±1,07
III	9,09±0,12	10,36±0,40*	X	9,93±0,46	11,53±0,30*
IV	10,23±0,49	10,70±0,42	<b>Сухостойный период:</b>		
V	10,77±0,80	11,45±0,88			
VI	11,01±0,47	11,36±0,51	I	9,68±0,63	10,85±0,31
VII	10,50±0,45	10,82±0,18	II	9,63±0,50	10,63±0,50

мова и др. [12], концентрация гемоглобина в крови овец, получавших корма в гранулированном виде, возросла с 8,1 до 9,3—9,7 г %.

Анализ результатов опыта показал наличие взаимосвязи между содержанием гемоглобина в крови и молочной продуктивностью коров. В первые месяцы после отела содержание гемоглобина по мере увеличения удоев снижалось на 2—3-м месяцах лактации (в период интенсивного молокообразования) в опытной и контрольной группах (табл. 3). В середине лактации по сравнению со 2—3-м месяцами уровень гемоглобина в крови коров 2-й группы возрос на 11,27%, 1-й — на 21,12%. В контрольной группе разность достоверна между 1-м и 6-м месяцами лактации при  $P < 0,05$ , между 3—5-м и 6-м месяцами — при  $P < 0,01$ . Во время запуска коров концентрация гемоглобина в крови вновь снижалась почти до первоначального уровня. Понижение уровня гемоглобина в крови в последние месяцы стельности, очевидно, сопряжено с физиологической перестройкой организма матери в связи с наиболее интенсивным ростом плаценты, тканей и органов плода в конце беременности, повышением его потребности в белках.

Более высокие содержание гемоглобина, активность аланин-амино-трансфераз и содержание альбуминов в крови коров 2-й группы дает нам основание предположить, что в их организме происходит интенсивный синтез белка. Этот вывод подтверждается результатами, полученными Я. Г. Масри [5]. Автором установлено, что коровы, получавшие брикетированный монокорм, по сравнению с контрольными использовали азота на 7,50 и 14,34% больше соответственно от принятого и переваренного, а выделение азота с мочой было несколько меньше — 27,21% в опытной группе против 36,33% к принятому азоту в контроле. Результаты исследования процессов питания жвачных, получавших гранулированные и брикетированные корма, свидетельствуют об улучшении азотистого обмена в рубце и увеличении биосинтеза протеина в желудке, а также всасывания его в кишечнике, что привело к повышению использования азота [1].

## Выводы

1. У коров, получавших в течение года брикетированные корма, уровень гемоглобина, альбуминов и активность АЛТ в крови выше, чем у животных, потреблявших обычные корма, что указывает на более интенсивный синтез белка в их организме.

2. Обнаружены достоверная положительная корреляция между содержанием альбуминов в сыворотке крови и уровнем молочной продуктивности коров и достоверная отрицательная корреляция между содержанием  $\gamma$ -глобулиновой фракции и среднесуточным удоем.

3. Не отмечено существенных различий в активности АСТ в крови коров 1-й и 2-й групп на разных стадиях лактации и в период стельности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Духин И. П., Зельнер В. Р., Венедиктова Т. Н. Процессы питания у жвачных при различной физической форме сухих полнорационных кормосмесей. — Бюл. науч. работ ВНИИ животноводства, 1975, вып. 42, с. 58—61. — 2. Куимов Д. К., Титузов И. Г. Желудочное пищеварение у овец при поедании кормов в натуральном и гранулированном виде. — В кн.: Физиолого-биохимические и генетические основы повышения эффективности использования кормов в животноводстве. Тез. докл. Всесоюз. совещ., ч. 1. Боровск, 1973, с. 49—50. — 3. Куимов В. М., Малахова Р. И. Производство и использование гранулированных кормов в рационах молочного скота в условиях юго-востока. — В сб.:

Производство и использование гранулированных и брикетированных кормов в животноводстве. М.: Колос, 1975, с. 215—220. — 4. Луцкий Д. Я., Жаров А. В., Шихов В. П. и др. Патология обмена веществ у высокопродуктивного крупного рогатого скота. М.: Колос, 1978. — 5. Масри Я. Г. Азотистый обмен у лактирующих коров при скармливании им полнорационных брикетированных кормов. — Автореф. канд. дис., М., 1977. — 6. Слуцкий Л. И. Количественное определение альбуминов в сыворотке крови. — Лабораторное дело, 1964, № 9, с. 526—530. — 7. Токарев В. С. Влияние гранулированных кормов на физиологическое состояние животных. — Прогнозирование продуктивности животных. Тр. Новосиб.

СХИ, т. III, 1977, с. 35—39. — 8. То-  
щев В. К. Использование моноорма в ро-  
мановском овцеводстве. — В сб.: Производ-  
ство и использование гранул и брикетиро-  
ванных кормов в животноводстве. М.: Ко-  
лос, 1975, с. 332—339. — 9. Щеглов В. И.,  
Ковалев В. Ф., Воробьев Е. С. и др.  
Использование полнорационных гранулиро-  
ванных кормов лактирующими коровами. —  
В сб.: Производство и использование полно-  
рационных гранул и брикетированных кор-  
мов в животноводстве. М.: Колос, 1975,  
с. 44—50. — 10. Эйдригевич Е. В.,

Рыбачук Г. Н., Карножицкий В. В.  
Ложное сцепление иммунобиологических те-  
стов с продуктивными качествами и его зна-  
чение в селекции. — Сб. науч. тр. Одесского  
с.-х. ин-та, 1971, т. 19, вып. 5, с. 66—75. —  
11. Эйдригевич Е. В., Раевская В. В.  
Интерьер сельскохозяйственных животных.  
М.: Колос, 1978. — 12. Яковлев В. С.,  
Мухортова Л. А. Влияние гранулиро-  
ванных кормов на динамику рубцового пи-  
щеварения. — Тр. ВНИИ мясного скотовод-  
ства, 1977, т. 22, ч. 2, с. 34—37.

*Статья поступила 13 декабря 1984 г.*

#### SUMMARY

During lactation and dry period indices of protein metabolism (total protein content, albumin and globulin content, hemoglobin concentration, activity of aspartat- and alanine-aminotransferase in blood) have been studied in dairy cows obtaining wafered (experimental group) and conventional feeds (control group). Hemoglobin concentra-  
tion, activity of alanine-aminotransferase and albumin content in the blood of cows receiving barley-clover wafered feeds all year round have been higher than in the control group, which proves that the former have more intensive processes of protein synthesis. Variations in the level of protein components of blood serum of animals within the group are due to reconstruction of protein metabolism in connection with the change in the productivity level and fetus development, as most marked changes of protein indices have been found only at the beginning of lactation and the end of gestation periods. Correlation between milk yield and albumin level in blood serum has been proved positive, and between milk yield and the amount of  $\gamma$ -globuline fraction—negative.