

УДК 636.22/28.087.7:612.015.31

## ОСОБЕННОСТИ ОБМЕНА АЗОТА И МАКРОЭЛЕМЕНТОВ У КОРОВ ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ В РАЦИОН БИКАРБОНАТА НАТРИЯ

В. Н. БАКАНОВ, Б. Р. ОВСИЩЕР, Н. И. БОНДАРЕВА, А. А. АЛЕКСЕЕВ  
(Кафедра кормления с.-х. животных)

В последние годы для повышения продуктивности крупного рогатого скота к кормам добавляется бикарбонат натрия, который в качестве буфера слюны способствует стабилизации рубцовой среды и сохранению кислотно-щелочного равновесия в организме. Бикарбонат натрия, изменяя уровень углекислоты в организме, усиливает также биосинтетические процессы в тканях животного.

Скармливание скоту бикарбоната натрия, как правило, исследовалось в краткосрочных опытах, результаты которых не позволяют составить полного представления об обмене азота и макроэлементов. В связи с этим мы изучали влияние скармливания бикарбоната натрия на обмен азота и макроэлементов (кальция, фосфора, магния, калия, натрия) у лактирующих коров при силосном типе кормления зимой и использовании зеленого корма летом.

### Материал и методика исследований

Научно-хозяйственный опыт проводился с августа 1976 г. по март 1978 г. на 24 нетелях ярославской породы в учхозе «Дружба» Ярославской области. Были подобраны 2 группы животных (1-я — контрольная, 2-я — опытная) по 12 гол. в каждой на 6—7-м месяце стельности.

Живая масса нетелей контрольной группы к началу опыта составила  $404 \pm 11$  кг, опытной —  $398 \pm 15$  кг, молочная продуктивность их матерей за лактацию — соответственно  $3431 \pm 121,8$  и  $3514 \pm 217,6$  кг и  $3,94 \pm 0,07\%$ . Нетели 2-й группы до отела получали ежедневно в летний период бикарбонат натрия из расчета 100 г на 1 гол. в сутки. После благополучного отела группы были сохранены, и в течение года коровы прошли полный воспроизводительный цикл до второго отела.

Зимой коровам опытной и контрольной групп давали вволю силос из злаково-бобовой травосмеси (гороха, вики, овса, ячменя), приготовленный с использованием углекислого газа по методике, разработанной на кафедре кормления сельскохозяйственных животных Тимирязевской академии, и 3 кг сена в сутки на 1 гол. В летний период все коровы находились на культурном пастбище. Зерновую дерть (ячмень и овес) животным скармливали из расчета 300 г зимой и 150 г летом на 1 кг молока. В схеме опыта было предусмотрено включение в сбалансированные по нормам ВИЖа летние и зимние рационы опытной группы бикарбоната натрия: летом 100 г на 1 гол. в сутки, зимой — 150 г. Результаты кормления коров и показатели молочной продуктивности опубликованы ранее [1].

Обмен веществ у коров изучали в двух балансовых опытах в середине зимнего и летнего периодов. Определяли химический состав кормов, устанавливали баланс азота и минеральных веществ, содержание кальция, фосфора, магния, калия и натрия в крови и молоке коров.

### Результаты исследований и их обсуждение

По переваримости питательных веществ зимних и летних рационов достоверных различий между группами не установлено (табл. 1).

Переваримость питательных веществ рационов (%)

Показатель	Зимний период		Летний период	
	группа			
	1	2	1	2
Сухое вещество	63,7±2,13	63,9±2,09	53,1±7,62	52,2±5,06
Органическое вещество	63,9±2,15	66,8±2,03	57,4±7,82	57,1±5,91
Протеин	55,3±3,11	58,4±3,09	61,3±7,18	56,5±8,51
Жир	68,6±9,27	86,8±1,69	43,9±9,57	45,4±9,04
Клетчатка	33,3±5,47	42,4±2,05	44,4±9,29	42,8±6,72
БЭВ	77,2±0,86	77,7±1,65	62,9±6,90	65,7±4,34

Лишь в зимний период при скармливании бикарбоната натрия переваримость органического вещества, жира и протеина была соответственно на 2,9; 18,2 и 3,1 % выше и, что особенно важно, клетчатки — на 9,1 % выше, чем у коров контрольной группы. Вероятно, здесь сказалось влияние препарата на целлюлозолитическую активность микроорганизмов преджелудков. К аналогичному выводу пришел Н. М. Шабельник [11], изучавший переваримость питательных веществ рационов у коров в зимний период.

Баланс азота у коров всех групп был положительный (табл. 2). При включении в рацион бикарбоната натрия животные потребляли

Таблица 2

Баланс и использование азота и макроэлементов первотелками  
(в числителе — 1-я группа, в знаменателе — 2-я)

Показатель	Зимний период			Летний период		
	поступило, г	баланс, г	использовано, %	поступило, г	баланс, г	использовано, %
Азот	209,3	+2,3	28,7	194,1	+7,2	20,7
	237,5*	+7,7	31,9	215,4	+10,5	21,5
Кальций	69,8	+9,8	36,5	56,4	+14,0	42,0
	80,8*	+16,9	41,1	58,9	+14,2	38,5
Фосфор	46,8	+13,7	47,8	35,5	+4,7	31,5
	52,6	+18,1	53,6	37,4	+2,2	23,3
Магний	26,1	+8,7	36,8	16,4	+3,8	27,4
	30,1**	+14,5*	51,8	18,1	+4,5	28,2
Калий	227,3	+41,8	27,7	204,4	+51,7	31,1
	265,8**	+29,0	19,8	225,3	+63,7	34,2
Натрий	72,7	+16,0	27,5	51,5	+12,5	29,1
	82,2	+12,9	21,3	51,8	+14,0	32,0

\* Достоверно при  $P < 0,05$

\*\* При  $P < 0,001$

больше азота; использование этого элемента на животноводческую продукцию (молоко+прирост живой массы) повысилось. Использование азота на образование молока зимой существенно не различалось по группам. Таким образом, у коров, получавших бикарбонат натрия, азот корма лучше использовался на прирост живой массы как в зимний, так и в летний периоды опыта, что, вероятно, обусловлено усилением процессов азотистого обмена в тканях, в частности биосинтеза белка [5—7].

Балансы изучаемых макроэлементов у коров были положительными, но по отложению и использованию элементов группы различались между собой (табл. 2). В связи с достоверным увеличением потребления сухого вещества рациона коровами опытной группы поступление большинства макроэлементов с кормом у них было достоверно выше. Так, зимой они потребляли с кормом больше кальция. Значительное количество этого элемента выводилось с калом: 43,3 г — в 1-й группе, 45,3 г — во 2-й, с мочой — соответственно 1,0 и 2,3 г. В это же время в опытной группе повысилось использование кальция на образование продукции — в среднем на 30,2 % по отношению к контролю, его переваримость в контроле составила 37,9 %, во 2-й группе — 43,9 %, использование от принятого — соответственно 36,5 и 41,1 %. По количеству усвоенного кальция преимущество имели также коровы опытной группы, что, вероятно, обусловлено большим поступлением его с рационом. Кроме того, следует учитывать, что обмен кальция взаимосвязан с обменом лимонной кислоты, являющейся важным звеном трикарбонового цикла, в котором определенную роль играет и углекислый газ, вводимый с бикарбонатом натрия [3, 5, 10]. Ухудшение использования кальция в пастбищный период, по-видимому, связано с недостаточной сбалансированностью летних рационов по сравнению с зимними. Отсутствие влияния бикарбоната натрия на усвоение кальция летом можно объяснить еще и тем, что при поедании зеленой массы вволю коровы получают с травой достаточное количество бикарбонатов и дополнительное введение препарата не способствует увеличению потребления корма и использованию из него минеральных веществ.

В рационах зимнего балансового опыта коровы 1-й и 2-й групп получали 46,8 и 52,6 г фосфора, с калом выделялось около 50 % фосфора, поступившего с рационом, с молоком — 9—10 г и около 2 г с мочой. Использование фосфора в 1-й группе составило 47,7 % от принятого с кормом, во 2-й — 53,6 %.

Уровень всасывания фосфора в пищеварительном канале, как и кальция, по мнению Ю. К. Олль, зависит главным образом от интенсивности протекания трикарбонового (лимоннокислого) цикла в стенках пищеварительного канала и в костной ткани. И чем больше содержится лимонной кислоты в крови, тем выше концентрация фосфора в крови и, следовательно, в тканях и органах. В нашем опыте зимой использование фосфора на животноводческую продукцию (молоко и прирост живой массы) у коров 2-й группы было выше, чем в контроле; что можно объяснить более интенсивным течением реакции трикарбонового цикла, а также введением бикарбоната, используемого в реакции карбоксилирования.

В летний период у первотелок опытной группы уровень фосфора, экскретируемого с калом, превысил контроль, что обусловило снижение его усвояемости и использования. Это связано с большим потреблением катионов (калия, кальция, магния) и недостаточной сбалансированностью пастбищного рациона по сравнению с зимним.

Балансы магния были положительными в зимний и летний периоды, в опытной группе они оказались достоверно более высокими, чем в контроле ( $P < 0,05$ ).

При скормливания бикарбоната натрия резервная щелочность крови повысилась. Зимой у коров 2-й группы она составила  $48,0 \pm 2,36$ , в контроле —  $40,9 \pm 0,96$ , а летом — соответственно  $54,3 \pm 1,82$  и  $50,2 \pm 0,86$ .

Увеличение резервной щелочности крови у коров, получавших бикарбонат натрия, по мнению Линтцель [8], способствует улучшению усвоения магния. Учитывая, что повышение резервной щелочности крови связано с большим поступлением бикарбоната с кормом и принимая во внимание активизацию процессов усвоения углекислого газа у жи-

вотных, получавших этот препарат, правомерно сделать заключение об улучшении использования магния у лактирующих коров при введении бикарбоната натрия вследствие активизации процессов карбоксилирования.

Зимой коровы опытной группы потребляли калия с рационом больше, чем контрольные; разница высокодостоверна ( $P < 0,01$ ), что объясняется лучшей поедаемостью корма первыми. Животные, потреблявшие больше калия, выделяли с калом 41,5 г этого элемента, контрольные — 42,8 г, с молоком — соответственно 23,6 и 21,2 г.

Зимой у коров 2-й группы повысилось среднесуточное выделение мочи ( $P < 0,05$ ): 9,5 кг против 6,7 кг в контроле, при этом выделение калия с мочой было достоверно ( $P < 0,05$ ) выше в опытной группе (171,7 и 121,5 г). Переваримость калия во 2-й группе составила 84,4 %, в контроле — 81,2 %. В связи с большим выделением калия с мочой использование этого элемента от принятого с кормом было на 7,9 % меньше у животных 2-й группы. Летом усвоение и использование калия не различались по группам.

В наших опытах количество натрия в рационе несколько превышало рекомендуемые нормы. Усиленный приток натрия с зимним рационом у коров опытной группы вызвал значительную экскрецию его с калом (до 12,6 г в сутки) и повышенный диурез (до 8,9—10,3 кг в сутки в опытной группе и 5,9—7,2 кг в контроле,  $P < 0,05$ ). В результате повышенного выделения натрия с мочой коровами опытной группы использование его от принятого было на 6,2 % ниже.

В летний период, когда животные обеих групп получали одинаковое количество натрия, использование его от принятого было на 2,8 % выше в опытной группе. Среднесуточное выделение мочи у коров 1-й группы составило 12,9 кг, во 2-й — 13,3 кг. Таким образом, введение равного количества натрия в летние рационы коров обеих групп не привело к значительному увеличению диуреза во 2-й группе, усвоение натрия было практически одинаковым, хотя отложение его в теле выше у животных опытной группы.

Следует отметить высокий уровень использования натрия коровами обеих групп — 21,3 и 32,0 %; дополнительное введение натрия с бикарбонатом в опытной группе не привело к повышению использования этого элемента.

Для более полной оценки обмена макроэлементов у лактирующих коров при включении в рацион бикарбоната натрия определяли содержание их в крови и молоке (табл. 3 и 4).

Т а б л и ц а 3

Содержание макроэлементов в крови коров (мг в 100 мл)

Группа	Кальций	Фосфор	Магний	Калий	Натрий
Середина зимнего периода					
1	6,20±0,049	18,10±0,080	2,44±0,045	38,69±0,138	222,22±1,636
2	6,89±0,183	18,19±0,020	2,52±0,058	38,76±0,097	237,73±0,725
Летний период					
начало					
1	7,08±0,808	17,72±0,146	1,41±0,072	43,26±2,997	189,79±1,988
2	6,83±0,712	17,45±0,077	1,47±0,064	45,50±2,598	192,29±0,909
середина					
1	6,72±0,438	17,25±0,148	2,01±0,008	48,70±2,970	206,90±4,425
2	7,75±0,251	17,38±0,626	2,06±0,030	46,50±2,020	208,33±6,337
конец					
1	6,60±0,637	19,02±1,278	1,64±0,137	44,62±2,314	208,93±7,431
2	6,31±1,080	19,99±0,535	1,95±0,065	45,30±0,795	226,57±2,961

Содержание макроэлементов в молоке (г/кг)

Группа	Кальций	Фосфор	Магний	Калий	Натрий
Середина зимнего периода					
1	1,38±0,112	0,78±0,086	0,08±0,060	1,90±0,012	0,38±0,041
2	1,30±0,164	0,79±0,075	0,09±0,005	1,88±0,030	0,36±0,014
Летний период начало					
1	1,79±0,135	0,76±0,024	0,08±0,003	1,90±0,003	0,35±0,012
2	1,50±0,033	0,86±0,041	0,08±0,003	1,89±0,003	0,36±0,011
середина					
1	1,57±0,130	1,02±0,035	0,10±0,003	1,90±0,007	0,39±0,020
2	1,28±0,017	0,88±0,056	0,09±0,003	1,91±0,013	0,39±0,003
конец					
1	1,45±0,078	0,76±0,083	0,11±0,005	1,75±0,017	0,39±0,003
2	1,28±0,011	0,88±0,052	0,10±0,003	1,73±0,017	0,40±0,005

Концентрация в крови указанных элементов (табл. 3) находилась на уровне физиологических норм [4, 10] и не зависела от подкормки коров бикарбонатом натрия. Повышенное содержание в крови магния зимой (2,44—2,52 мг в 100 мл) можно объяснить высоким поступлением его с кормом во время проведения балансового опыта: в контрольной группе — 26,1 г, в опытной — 30,1 г на 1 гол. в сутки. Его отложение в теле животных опытной группы было достоверно выше. На увеличение количества усвоенного магния при включении бикарбоната натрия вследствие активного участия его в процессах карбоксилирования указывает А. И. Вертийчук [3].

В наших опытах отмечено некоторое повышение уровня магния в крови коров от весны к осени, что связано с изменением содержания элемента в зеленых кормах.

Полученные данные о содержании макроэлементов в молоке коров (табл. 4) согласуются с имеющимися в литературе [4, 9, 10].

Нами были рассчитаны соотношения макроэлементов в рационе и в продукции животноводства (отложено в теле + использовано на синтез молока).

Как зимой, так и летом соотношение P : Ca и K : Ca в кормах обеих групп было близким. Зимой соотношение K : Ca в продукции животноводства опытной группы было меньше, чем в контроле, вследствие лучшего использования кальция (на 4,6 %) коровами, а летом — больше, что обусловлено лучшим усвоением калия первотелками опытной группы.

Соотношение Ca : Mg в кормах мало различалось по периодам опыта, но в силу низкой усвояемости данного элемента летом это соотношение в продукции было значительно выше, чем в кормах, и почти в 2 раза выше, чем в зимний период.

Таблица 5

Соотношение элементов в кормах (числитель) и в продукции животноводства (знаменатель)

Соотношение элементов в исследуемых образцах	Зимний период		Летний период	
	группа			
	1	2	1	2
P:Ca	0,67	0,65	0,63	0,63
	0,88	0,84	0,47	0,38
Ca:Mg	2,67	2,68	3,44	3,25
	2,66	2,13	5,27	4,45
Na:K	0,32	0,31	0,25	0,23
	0,32	0,33	0,24	0,22
K:Ca	3,26	3,29	3,62	3,83
	2,47	1,58	2,68	3,39

Введение бикарбоната натрия не повлияло на соотношение Na : K, оно было практически одинаковым в кормах и продукции в обеих группах и зимой выше, чем летом.

### Выводы

1. При скармливании коровам бикарбоната натрия использование азота на животноводческую продукцию возросло по сравнению с контролем.

2. Скармливание бикарбоната натрия зимой способствовало лучшей поедаемости корма животными, тем самым повышалось поступление минеральных веществ с рационом, в результате переваримость кальция увеличивалась на 6,0 %, фосфора — на 5,7, магния — на 9,2 %.

3. Минеральный состав крови и молока соответствовал физиологическим нормам и существенно не изменился при введении в рацион коров бикарбоната натрия.

4. Скармливание бикарбоната натрия коровам в качестве подкормки наиболее целесообразно в зимний период.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев А. А. Влияние бикарбоната натрия на обмен азота и макроэлементов у ярославского скота. — Автореф. канд. дис., ТСХА, 1980. — 2. Баканов В. Н., Давыдова Л. П., Овсищев Б. Р. Потребление и использование пастбищных кормов молочными коровами. — В кн.: Молочное скотоводство на культурных пастбищах. М.: Россельхозиздат, 1976, с. 150—216. — 3. Вертийчук А. И. Минеральный обмен у лактирующих коров при активации процессов карбоксилирования в их организме. — Автореф. канд. дис. Киев, 1971. — 4. Георгиевский В. И., Анненков Б. Н., Самохин В. Т. Минеральное питание животных. М.: Колос, 1979. — 5. Гулый М. Ф. и др. Фиксация углекислого газа в организме сельскохозяйственных животных и птицы и их продуктивность. — Вестн. с.-х. науки, 1970, № 11, с. 78—84. — 6. Гулый М. Ф. Природа и биологическое значение некоторых метаболических приспособительных реакций организмов. Киев: Наукова думка, 1977. — 7. Гулый М. Ф., Мельничук Д. А. Роль углекислоты в регуляции обмена веществ у гетеротрофных организмов. Киев: Наукова думка, 1978. — 8. Линтцель В. Обмен минеральных веществ. — В кн.: Руковод. по кормлению и обмену веществ с.-х. животных. Т. 3. М.: Сельхозгиз, 1937. — 9. Олль Ю. К. Содержание зольных элементов в коровьем молоке в зависимости от факторов кормления. — В сб.: Кормление с.-х. животных. Л.: Колос, 1966, вып. 7, с. 16—30. — 10. Олль Ю. К. Минеральное питание животных в различных природно-хозяйственных условиях. Л.: Колос, 1967. — 11. Шабельник Н. К. Влияние веществ, активирующих реакции карбоксилирования, на некоторые обменные процессы и молочную продуктивность животных. — Автореф. канд. дис. Киев, 1969.

*Статья поступила 16 февраля 1982 г.*

### SUMMARY

Researches conducted on the experimental farm "Drujba" with the cows of Yaroslavskaja breed showed that during feeding of sodium bicarbonate in winter the utilization of nitrogen increased (for 3.3 %) and digestibility of calcium, phosphorus and magnesium (for 5.7—9.2 %) but at the same time mineral composition of blood and milk did not change. Feeding of sodium bicarbonate to cows as a supplement was advisable during winter period.