

## АЗОТИСТЫЙ ОБМЕН У БЫЧКОВ ПРИ РАЗНОМ УРОВНЕ НИТРАТОВ В РАЦИОНЕ

В. Н. БАКАНОВ, В. К. МЕНЬКИН, Н. П. БУРЯКОВ

(Кафедра кормления с.-х. животных)

При внесении больших доз минеральных удобрений и особенно азотных под кормовые культуры возможно избыточное накопление нитратов в кормах, что нередко приводит к отравлению сельскохозяйственных животных [1, 5, 9 и др.]. По литературным данным [2, 3], выраженные признаки отравления проявляются при концентрации нитрата натрия в рубцовой жидкости около 60 мг%, тяжелое состояние наблюдается при содержании 123 мг%.

При значительном уровне нитратов в рационе в рубце при их восстановлении образуется большое количество нитритов, что может вызвать метгемоглобинемию [10]. В этом случае особенно четко выражены изменения количества нитрат- и нитрит-ионов, метгемоглобина в крови и содержанием рубца [4, 7].

До настоящего времени не сложилось единого мнения о допустимых концентрациях нитратов в рационах животных. Большинство исследователей [8, 11 и др.] считают, что содержание в сухом веществе рациона 0,07% нитратного азота, или в пересчете на  $KNO_3$  0,5%, не представляет опасности для животных, а концентрация 0,23% (1,5% нитрата калия) может привести к летальному исходу. Недостаточно изучены механизм действия нитратов на организм жвачных животных и их продуктивность, а также влияние нитратов на переваримость питательных веществ, баланс азота, обмен витамина А и каротина, причем имеющиеся данные противоречивы. В связи с изложенным нами изучалось влияние различного уровня нитратов в рационе на переваримость питательных веществ, баланс азота, содержание нитратов в органах и мышечной ткани бычков, а также на азотистый обмен в рубце бычков-кастратов.

### Материал и методика исследований

Для опыта, проводившегося в учхозе «Дружба» Ярославской области в октябре — мае 1977—1978 гг., по принципу аналогов были отобраны 10-месячные бычки ярославской породы (45 гол.) и распределены на три группы (по 15 гол. в каждой). Живая масса животных в начале опыта 227,  $3 \pm 3,78$  кг.

Бычков кормили по нормам ВИЖ, рассчитанным на получение 700—800 г среднесуточного прироста живой массы. Кормление было индивидуальным, корма животные получали 2 раза в сутки равными порциями в одно и то же время, а воду — в течение суток из автопоилок. Суточную дозу нитрата калия скармливали с ячменной дертью в 2 приема равными частями. К его поеданию бычков приучали две недели.

Состав основного рациона (по питательности): солома — 5%, травяная мука — 10, силос — 40, ячменная дерть — 45%. Содержание  $KNO_3$  в сухом веществе ра-

циона I группы (контрольной) — 0,06% (0,012 г на 1 кг живой массы), II — 0,70 (0,144) и III группы — 1,28% (0,284 г/кг).

Для установления переваримости питательных веществ и баланса азота был проведен обменный опыт по общепринятой методике, для которого использовали по 4 бычка из каждой группы. Продолжительность учетного периода — две недели.

Мочевину в крови определяли по Спандрио и Мариотти, нитратный азот в кормах, кале, моче, крови, паренхиматозных органах и мышечной ткани — потенциометрически на рН-метре 340 [6].

Пробы внутренних органов и мышечной ткани для определения в них нитрат-иона брали у 5 бычков из каждой группы, убитых на мясокомбинате.

Опыты, проводившиеся в марте 1978 г., посвящены изучению у 3 бычков-кастратов в возрасте 16 мес скорости восстановления нитратов в рубце с хронической фистулой по В. А. Басову, всасывания их в кровь, выделения нитратного азота из организма

при введении в рацион нитрата калия в количестве 0,98 и 1,58 % от сухого вещества. В опыте было два периода: контрольный (I) и опытный (II). В контрольный период животных содержали на основном рационе, в состав которого входили (в кг): овсяная солома — 2, травяная мука — 2, силос — 20 и ячменная дерть — 4. Рацион составлен по нормам ВИЖ и рассчитан на получение среднесуточного прироста живой массы 1000 г. В I период опыта бычки получали 0,98 % нитрата калия от сухого

вещества рациона, во II — 1,58 %. Пробы содержимого рубца отбирали из его средней зоны до кормления и через 3, 6, 9 ч после утреннего кормления. Для получения рубцовой жидкости общее содержимое рубца отжимали через 4 слоя марли. В рубцовой жидкости определяли рН потенциометрическим методом на рН-метре 340, общий азот — по Кьельдалю, аммиак — по Конвею в чашках, модифицированных В. Ф. Вракиным и Н. Е. Сидоровым.

### Результаты исследований

Переваримость питательных веществ рациона зависит от полноценности кормов, скорости прохождения кормовой массы через пищеварительный тракт, уровня потребления кормов, их вида и качества.

Данные балансового опыта свидетельствуют о том, что бычки I группы на 1 кг прироста живой массы затрачивали 9,62 кг сухого вещества и 1,21 кг сырого протеина. Животные II и III групп потребляли сухого вещества соответственно на 3,1 и 10,5, а сырого протеина — на 8,3 и 21,5 % больше, чем бычки в контроле. Переваримость сухого вещества была практически одинаковой во всех вариантах опыта (табл. 1).

Переваримость протеина во II группе увеличилась на 1,7 %, в III — на 6,3 %, что, вероятно, следует объяснить частичной утилизацией нитратного азота микрофлорой рубца. Полученные данные о переваримости протеина согласуются с результатами опытов, проводившихся на валухах [13].

Влияние нитрата калия на переваримость жира, клетчатки и БЭВ было незначительным. Переваримость каротина в III группе (табл. 1) достоверно снизилась ( $P < 0,05$ ), что, очевидно, связано с изомеризацией  $\beta$ -каротина в консервированных кормах в этот период опыта и действием на него продуктов восстановления нитрат-иона в пищеварительном тракте подопытных животных.

Поступление азота в организм бычков III группы было достоверно выше, чем в контроле (табл. 2), что можно объяснить наличием в рационе большего количества нитратов. Выведение азота с мочой при добавлении в рацион нитратного азота (II и III группы) достоверно возрастало ( $P < 0,05$ ), что, по-видимому, связано с плохой утилизацией нитратного азота в рубце животных. Так, использование азота от принятого его количества бычками III группы ухудшилось на 11,98 %, а от переваренного — на 19,76 % по сравнению с контролем. Недостаточная

Таблица 1

Переваримость питательных веществ рациона (%)

Показатель	Группа		
	I	II	III
Сухое вещество	66,9±3,72	67,5±1,25	70,1±1,86
Органическое вещество	70,5±3,17	71,3±0,94	73,2±1,72
Сырой протеин	65,0±3,65	66,7±1,66	71,3±1,88
Жир	64,2±4,52	61,7±2,23	66,0±2,59
Клетчатка	56,6±2,22	56,7±3,63	60,3±3,28
БЭВ	77,2±3,49	77,5±0,76	79,3±1,66
Каротин	61,5±1,66III	61,0±2,14	54,9±1,24

Примечание. В табл. 1—4 в индексе указана группа, по отношению к которой разница достоверна при  $P < 0,05$ .

Баланс азота у бычков

Показатель	Группа		
	I	II	III
Принято с кормом, г	146,9±5,87	165,3±2,93	181,0±8,62 <sup>I</sup>
Выделено, г:			
с калом	51,4±3,32	55,0±3,56	52,0±2,12
с мочой	63,5±1,09	73,7±2,41 <sup>I</sup>	94,4±7,84 <sup>I</sup>
Переварено, г	95,5±8,48	110,3±1,63	129,0±9,33
Коэффициент переваримости, %	65,0±3,65	66,7±1,66	71,3±1,88
Баланс, г	31,9±7,50	36,6±1,30	34,6±3,16
Отложено, %:			
от принятого	21,7	22,1	19,1
от переваренного	33,4	33,2	26,8

утилизация азота у этих бычков отразилась на затратах питательных веществ в расчете на единицу продукции. Баланс азота у всех подопытных бычков был положительным, однако более эффективно его использовали животные II группы, где баланс азота составил 36,6 г, что на 4,7 г, или 13,3 %, больше, чем у животных контрольной группы.

Представляет интерес определение содержания нитрат-иона в моче и кале бычков, получавших разные дозы нитратов. При скормливании жвачным нитрата, меченного <sup>15</sup>N, максимум нитратного азота в моче наблюдался через 4 ч после начала кормления [14].

В нашем опыте бычки выделяли с калом значительно меньше нитрат-иона, чем с мочой (табл. 3), особенно животные III группы. Выделение нитрат-иона с мочой возрастало по мере увеличения уровня нитрата калия в рационе. Так, у бычков II группы с мочой за сутки выделилось нитрат-иона почти в 2 раза больше, чем в контроле, а у животных III в 3 и в 1,5 раза больше, чем соответственно в I и во II группах.

Таким образом, бо́льшая часть нитратного азота выделяется с мочой, при этом количество нитрат-иона в моче достоверно возрастает ( $P < 0,05$ ) с повышением дозы нитратов в рационе. Нами также установлено, что суммарное выделение нитрат-иона с калом и мочой у животных II и III групп достоверно выше, чем в контроле.

Во внутренних органах и мышечной ткани количество нитрат-иона было различным (табл. 4). Самым высоким оно было в почках, наименьшим — в большом поясничном мускуле. Продолжительное скормливание животным 0,5 % нитрата калия вызвало достоверное увеличение концентрации нитрата в почках, легких и сердце ( $P < 0,05$ ). Скормливание бычкам II группы 1,0 % нитрата калия также привело к достоверному увеличению уровня нитрата в их органах ( $P < 0,05$ ). На основании полученных данных можно заключить, что доза нитратов в рационе определяет накопление нитрат-иона в органах животных.

Таблица 3

Среднесуточное выделение нитрат-иона с калом и мочой бычками (мг)

Группа	С калом	С мочой	Всего
I	633,2±136,90	986,8±118,59	1620,0±222,72
II	891,2±68,53	1953,8±88,76 <sup>I</sup>	2845,0±113,22 <sup>I</sup>
III	967,8±95,82	2967,8±370,92 <sup>I</sup>	3935,5±404,34 <sup>I</sup>

Таблица 4

## Концентрация нитрат-иона (мг%) в органах и мышечной ткани бычков

Группа	Почки	Печень	Легкие <sup>1</sup>	Селезенка	Сердце	Большой поясничный мускул
I	7,80 ±0,545	5,06 ±0,272	4,18 ±0,227	4,86 ±0,179	3,87 ±0,208	2,76 ±0,280
II	9,62 <sup>1</sup> ±0,211	6,03 ±0,384	5,94 <sup>1</sup> ±0,158	5,45 ±0,355	4,79 <sup>1</sup> ±0,197	2,99 ±0,108
III	11,44 <sup>1, II</sup> ±0,515	7,03 ±0,199	6,98 <sup>1</sup> ±0,600	6,60 <sup>1, II</sup> ±0,103	5,71 <sup>1, II</sup> ±0,191	3,29 ±0,094

Результаты опыта, проводившегося на бычках-кастратах с фистулами рубца, приведены в табл. 5. У бычков, получавших нитратсодержащие рационы, через 3 ч после утреннего кормления концентрация водородных ионов снижалась, а в последующие 3 ч незначительно повышалась, что, вероятно, связано с быстрой бактериальной ферментацией корма и восстановлением нитратов до аммиака микрофлорой рубца. Реакция содержимого рубца была слабокислой независимо от дозы нитрата калия. Нитраты активно восстанавливались при значении рН содержимого рубца, превышающем 6,5.

Концентрация общего азота в рубцовой жидкости при включении в рацион 1,58 % нитрата калия от сухого вещества (II период опыта) через 3, 6, 9 ч после кормления была достоверно выше ( $P < 0,05$ ), чем при содержании в рационе 0,98 % нитрата калия (I период). В дальнейшем (еще через 3—6 ч) содержание нитрат-иона снизилось, что, видимо, связано с интенсивным всасыванием нитрат-иона из рубца в кровь и перемещением в последующие отделы пищеварительного тракта. Следует отметить, что нитратвсасывающая активность микроорганизмов рубца у бычков во II период опыта меньше, чем в I период.

Таблица 5

## Содержание азотистых веществ и значение рН рубцовой жидкости у бычков-кастратов

Период опыта	Время взятия пробы, часов после кормления			
	до кормления	3	6	9
	рН			
I	7,09±0,195	6,51±0,104	6,79±0,174	6,72±0,134
II	6,74±0,053	6,54±0,150	6,95±0,158	6,75±0,100
	Общий азот, мг%			
I	202,1±3,40	260,9±8,26 <sup>1</sup>	228,2±3,41 <sup>2</sup>	212,8±3,41
II	233,3±4,45	313,5±7,06 <sup>1, 3</sup>	283,1±8,07 <sup>2, 3</sup>	256,6±4,49 <sup>3</sup>
	Аммиак, мг%			
I	12,5±1,42	18,4±2,55	17,5±0,66	14,5±2,19
II	15,6±0,87	24,5±2,62	28,6±2,06 <sup>2, 3</sup>	18,2±0,92
	Нитрат-ион, мг%			
I	1,23±0,046	3,69±0,074 <sup>1</sup>	1,63±0,098	1,27±0,032
II	1,40±0,127	5,78±0,303 <sup>1, 3</sup>	2,11±0,111	1,72±0,030

Примечание. Здесь и в табл. 6 разница достоверна по отношению к уровню: 1 — до кормления; 2 — между 6 ч и до кормления; 3 — к I периоду опыта.

Через 3 ч после кормления концентрация аммиака в рубцовой жидкости у бычков в I период опыта возросла на 47,2 %, во II — на 57,0 % по сравнению с его уровнем до кормления. С повышением дозы нитратов в рационе количество аммиака достоверно увеличивалось ( $P < 0,05$ ). Уровень аммиака в рубцовой жидкости через 6 ч после кормления во II период опыта по отношению к I и по сравнению с его количеством до кормления достоверно увеличился. Повышение концентрации аммиака в рубце связано со скоростью использования его бактериями. В последующие часы количество аммиака, уровень нитрат-иона и общего азота в рубцовой жидкости резко снизились, что свидетельствует об интенсивной утилизации азота микроорганизмами рубца. Содержание нитрат-иона в крови через 3 ч после кормления достоверно увеличивалось ( $P < 0,05$ ) при включении в рацион нитратов, при этом количество нитрат-иона в крови находилось в прямой зависимости от дозы нитрата калия, скармливаемой животным (табл. 6).

С повышением дозы нитрата калия достоверно возрастало содержание нитратного азота и в моче. Так, при включении в основной рацион 1,58 % нитрата калия бычки-кастраты выделяли с мочой за сутки 4600 мг нитрат-иона, а при включении 0,98 % нитрата калия — 3020 мг.

### Выводы

1. При введении в рацион 1,28 % нитрата калия от сухого вещества затраты сухого вещества и сырого протеина на 1 кг прироста живой массы бычков были соответственно на 10,5 и 21,5 % больше, чем в контроле.

2. Введение в рацион 0,5 и 1,0 % нитрата калия от сухого вещества не оказало влияния на переваримость питательных веществ корма. В последнем случае использование азота у бычков ухудшилось на 11,98 %, а коэффициент переваримости каротина снизился до 54,9 против 61,5 % в контроле (разница достоверна).

3. Уровень нитрат-иона в моче и кале бычков находился в прямой зависимости от дозы нитрата калия в рационе.

4. Наибольшее количество нитрат-иона обнаружено в почках, печени, наименьшее — в большом поясничном мускуле. Количество нитрат-иона во внутренних органах возрастало по мере увеличения доз нитрата калия в рационе.

5. Опыты на бычках-кастратах с фистулами рубца показали, что нитрат-ион быстрее восстанавливался при значении рН содержимого рубца, превышающем 6,5. Через 3 ч после кормления концентрация аммиака в рубцовой жидкости бычков, получавших 0,98 и 1,58 % нитрата калия в рационе, возросла соответственно на 47,2 и 57,0 % (по отношению к уровню до кормления).

Через 9 ч после кормления нитраты всасывались в кровь и восстанавливались в рубце до исходного их уровня в рубцовой жидкости перед кормлением.

Т а б л и ц а 6

Содержание азотистых соединений в крови у бычков-кастратов (мг%)

Период опыта	До кормления	Через 3 ч после кормления
Общий азот		
I	2859,7±79,16	2897,1±54,80
II	2793,4±23,62	2895,1±40,24
Нитрат-ион		
I	1,13±0,074	4,76±0,233 <sup>1</sup>
II	1,35±0,069	6,28±0,093 <sup>1, 3</sup>
Мочевина		
I	29,1±1,60	30,6±2,52
II	29,8±1,10	31,7±1,30

## ЛИТЕРАТУРА

1. Верета А. Е., Пятецкая Н. И., Хмельницкий Г. А. Отравление крупного рогатого скота нитратами и нитритами.— Ветеринария, 1973, № 4, с. 100—101.—
2. Баженов С. В., Хмельницкий Г. А., Мазуркевич А. И., Вовк Д. М. Превращение нитратов в рубце крупного рогатого скота и влияние их на пищеварение.— Науч. тр. УСХА, 1976, вып. 174, с. 15—18.—
3. Баженов С. В., Хмельницкий Г. А., Вовк Д. М., Мазуркевич А. И. Изменение обмена углеводов в организме животных при отравлении неорганическими нитратами и нитритами.— Науч. тр. УСХА, 1976, вып. 174, с. 19—22.—
4. Бракин В. Ф., Никитин Е. М. Влияние нитратов и нитритов на процессы рубцового метаболизма.— Докл. ТСХА, 1971, вып. 167, с. 148—153.—
5. Лейтис Л. Я. Источники нитрато- и нитрито-токсикозов в условиях Латвийской ССР.— Тр. Латв. с.-х. акад., 1974, вып. 78, с. 46—48.—
6. Менькин В. К., Попадич И. А., Штерман В. С., Буряков Н. П., Краснощечков В. В. Определение нитратного азота в кормовых растениях с помощью нитратного ионоселективного электрода.— Изв. ТСХА, 1977, вып. 5, с. 221—225.—
7. Олейник З. Г., Пинчук В. Ф., Ливчак Н. М. Влияние нитратов в рационе на биохимические и морфологические показатели крови крупного рогатого скота.— Науч. тр. УСХА, 1976, вып. 174, с. 4—7.—
8. Пуя И., Эрдели С., Каин И., Санто А. Азотный обмен у некоторых кормовых растений.— XII Междунар. конгр. по луговодству. Докл. на секции «Химизация сенокосов и пастбищ». М.: Колос, 1974, с. 423—431.—
9. Скородинский З. П., Олейник З. Г. Диагностика, профилактика и лечение отравлений сельскохозяйственных животных нитратами и нитритами.— Науч. тр. УСХА, 1977, вып. 190, с. 98—101.—
10. Хмельницкий Г. А., Вовк Д. М. Клиническое проявление отравления крупного рогатого скота различными дозами неорганических нитратов.— Науч. тр. УСХА, 1975, вып. 147, с. 161—164.—
11. Bartik M., Kasťmár P.—Veterinarstvi, 1974, г. 24, ч. 6, с. 266—267.—
12. Miyazaki A., Kawashima R., Uesaka S.—Japan J. Zootechn. Sci., 1974, vol. 45, N 5, p. 233—238.—
13. Miyazaki A., Sakamoto K., Tsuda E.—Japan J. Zootechn. Sci., 1974, vol. 45, N 4, p. 183—188.—
14. Wang L. C., Garcia-Rivera J., Burris R. H.—J. Biochem., 1961, N 81, p. 237—242.

*Статья поступила 29 сентября 1981 г.*

## SUMMARY

Digestibility of nutrients, nitrogen balance, nitrate content in organs and muscular tissue, as well as the rate of reduction of nitrates in the rumen of steers of Yaroslavsky breed at different levels of nitrates in the ration were studied. When the amount of potassium nitrate in the ration made 1.28 % of the dry matter, the assimilation of nitrogen became lower by 11.98 %, and the consumption of dry matter and of crude protein per 1 kg of live mass gain increased by 10.5 and 21.5 % respectively. The increase in the amount of nitrates in the internals was proportional to the increase in potassium nitrate doses in the ration.

Experiments with fistulated steers have shown that nitrate-ion is reduced more rapidly when pH of rumen contents is higher than 6.5.