

УДК 636.22/28.084:612.015.33018

ДИНАМИКА ТИРЕОИДНЫХ ГОРМОНОВ И НЕКОТОРЫЕ БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ ТИОСУЛЬФАТА НАТРИЯ В РАЦИОНЫ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ НИТРАТОВ

В.К. МЕНЬКИН, В.В. МАСЛОВ

(Кафедра кормления с.-х. животных)

Установлено, что с повышением уровня нитратов в рационах значительно снижается содержание тироксина и трийодтиронина в сыворотке крови крупного рогатого скота. Скармливание нетелям и коровам-первотелкам тиосульфата натрия в количестве 25 и 50 г на 1 гол. в сутки с рационами, содержащими в сухом веществе 0,24-0,75 % нитрата калия, способствовало нормализации обмена тиреоидных гормонов.

В связи с ростом применения азотных удобрений под кормовые культуры [1, 4] увеличивается вероятность загрязнения нитратами кормов, воды и продуктов питания.

В настоящее время накоплен обширный экспериментальный материал о влиянии избыточных доз нитратного азота на организм сельскохозяйственных животных и человека [2, 7]. Однако имеющаяся в

литературе информация часто носит противоречивый характер; не совсем ясен и требует дальнейшего изучения вопрос о механизме этого влияния. Исключительно важное значение имеют исследования, посвященные проблеме снижения отрицательного действия нитратов на организм сельскохозяйственных животных и получения экологически чистой продукции животноводства.

По сообщению ряда авторов, нитраты и продукты их восстановления, особенно при избыточном поступлении в организм моногастричных животных, подавляют деятельность щитовидной железы, состояние которой оценивают как гипофункциональное [3, 5]. На жвачных животных, в частности крупном рогатом скоте, исследования подобного рода практически не проводились.

Некоторые серусодержащие соединения, например, тиоцианаты, тиоурацил, тиомочевина, сходные по отдельным химическим свойствам с тиосульфатом натрия, обладают ярко выраженным анти тиреоидным действием [3]. Возможность аналогичного влияния тиосульфата натрия на метаболизм тиреоидных гормонов в организме подопытных животных была вполне вероятной. Поэтому анализ показателей, характеризующих активность щитовидной железы крупного рогатого скота в зависимости от уровня нитратов и тиосульфата натрия в рационах, имеет определенный научный и практический интерес.

Изучая возможность профилактики нитрат-нитритных отравлений крупного рогатого скота с использованием тиосульфата натрия, мы исследовали влияние этого препарата и различных уровней нитратного азота в рационах на активность щитовидной железы нетелей и коров-первотелок черно-пестрой породы.

Методика

Эксперименты проводили на Островском молочном комплексе колхоза им. М. Горького Ленинского района Московской области. Для

них были отобраны нетели черно-пестрой породы, находившиеся на 4-5-м месяцах стельности, со средней живой массой 415-425 кг и по принципу пар-аналогов с учетом возраста, живой массы, происхождения распределены в опыте 1 (с июля 1989 г. по май 1990 г.) на 4, а в опыте 2 (с декабря 1989 г. по октябрь 1990 г.) — на 3 группы по 5 гол. в каждой. Продолжительность одного опыта 10 мес (5 мес стельности и первая половина лактации животных). Нетели всех групп получали хозяйственный рацион (ОР) питательностью 8-9, коровы-первотелки — 18-19 корм. ед., составленный в соответствии с детализированными нормами кормления с учетом живой массы, возраста, физиологического состояния и продуктивности животных. Группы I в обоих опытах были контрольными. В опыте 1 во 2-4-й группах уровень нитрата калия доводился до 0,75% от сухого вещества рациона. На этом фоне животным 3-й и 4-й групп дополнительно скармливали тиосульфат натрия — соответственно 25 и 50 г на 1 гол. в сутки. В опыте 2 дозы тиосульфата натрия во 2-й и 3-й группах были аналогичными при естественном уровне нитрата калия в рационе.

В период проведения эксперимента нетелей, а затем коров-первотелок содержали на привязи и ежедневно им предоставляли активный моцион. Кормили животных 3 раза в сутки, ежедневные дозы нитрата калия и тиосульфата натрия задавали в смеси с концентратами в 2 приема равными частями. К потреблению этих солей животных приучали постепенно в течение 2 нед.

Два раза в месяц определяли хи-

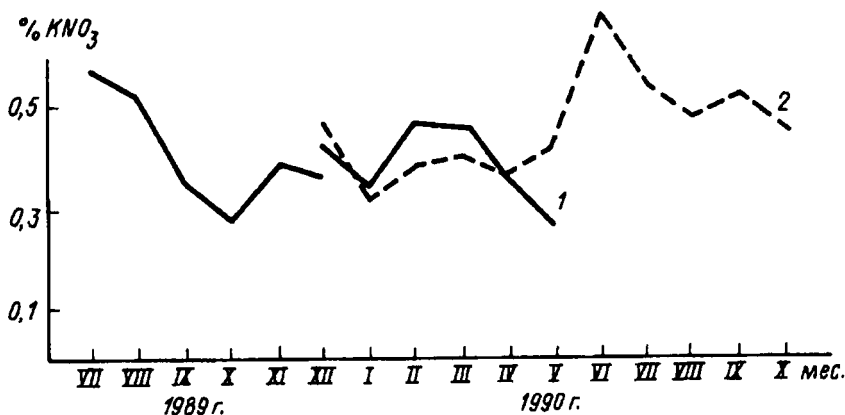
мический состав кормов (с использованием общепринятых методик зоотехнического анализа) и содержание нитратного азота в них (потенциометрически с помощью моноселективного электрода в солевой суспензии алюмокалиевых квасцов на иономере ЭВ-74). Для изучения переваримости и использования питательных веществ рационов было проведено 4 балансовых опыта. О характере обменных процессов в организме нетелей и коров-первотелок судили по результатам биохимических исследований молозива, молока и крови, которую брали ежемесячно из яремной вены через 4 ч после утреннего кормления животных. Вели постоянный контроль за динамикой живой массы, уровнем молочной продуктивности, состоянием воспроизводительной функции подопытного поголовья и качеством полученного молодняка.

В сыворотке крови определяли содержание тиреоидных гормонов

(тироксина и трийодтиронина) радиоиммунологическим методом (у нетелей на 8-м месяце стельности, у коров-первотелок — на 2-м месяце лактации), концентрацию сульфгидрильных групп (в опыте 2) — амперометрическим титрованием, уровень нитратного азота в крови — тем же методом, что и в коровах. Полученные в эксперименте данные обработаны биометрически.

Результаты

Концентрация нитрата калия в сухом веществе рационов нетелей и коров-первотелок варьировала в течение эксперимента от 0,24 до 0,71% при предельно допустимом уровне для глубокостельных животных 0,2, лактирующих — 0,5% (рисунок). Нитраты, поступающие в организм крупного рогатого скота с питьевой водой, в расчеты не принимались. Однако следует отметить, что их содержание часто превышало ПДК (45 мг $\text{NO}_3^-/\text{л}$) и колебалось от 43 до



Динамика содержания нитрата калия в сухом веществе рационов нетелей (1) и коров-первотелок (2).

114 мг NO₃⁻ на 1 л. Из кормов, полученных при внесении под кормовые культуры 120-200 кг азота на гектар, наибольшей концентрацией нитрата характеризовались: зеленая масса злаков и злаково-бобовых мешанок — 1115-2900 мг на 1 кг корма натуральной влажности (при ПДК 500 мг/кг), свекла кормовая — 1963-3017 (ПДК — 2000), сено злаковых трав — 580-4370 (ПДК — 1000) и патока свекловичная — 3850-5250 мг/кг (ПДК — 1500 мг/кг). Максимальное количество нитрата калия с сухим веществом рационов животные потребляли в летний период (июнь — июль) — 0,5-0,7%. Так, во время проведения балансовых опытов в июле уровень нитрата калия в сухом веществе рационов коров-первотелок в опыте 2 составлял в среднем 0,56% и примерно соответствовал предельно допустимым зоотехническим (0,2-

0,5%) и ветеринарным (0,1-0,2 г на 1 кг живой массы) нормам, установленным для крупного рогатого скота (табл. 1). У нетелей и коров-первотелок, получавших с сухим веществом рационов 0,75% азотно-кислого калия (опыт 1), потребление нитратов превышало в 1,5-3,7 раза зоотехнические и в 1,1-1,7 раза ветеринарные нормативы.

Таким образом, поголовье 2,3 и 4-й групп в опыте 1 находилось под воздействием своеобразного «нитратного пресса», смоделированного нами и максимально возможного в реальных условиях при широко распространенных в настоящее время нормах азота, вносимых с органическими и минеральными удобрениями под кормовые культуры (90-250 кг/га).

Из табл. 2 видно, что в опыте 1 при повышении уровня нитрата калия в рационах животных 2-й группы до-

Т а б л и ц а 1

Потребление нитрата калия нетелями (числитель) и коровами-первотелками (знаменатель)

| Показатель | Группа | | | |
|--------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| <i>Опыт 1</i> | | | | |
| Потребление в сутки: | 27,3 | 77,2 | 77,4 | 77,3 |
| на гол., г | 49,9 | 119,8 | 120,1 | 120,0 |
| на 1 кг живой массы, г | 0,05 0,10 | 0,17 0,23 | 0,17 0,23 | 0,17 0,23 |
| Содержание в рационе, | 0,28 | 0,75 | 0,75 | 0,75 |
| % на сухое вещество | 0,31 | 0,75 | 0,75 | 0,75 |
| <i>Опыт 2</i> | | | | |
| Потребление в сутки: | 21,6 | 22,8 | 22,2 | - |
| на 1 гол., г | 89,1 | 89,2 | 82,2 | - |
| на 1 кг живой массы, г | 0,05 0,17 | 0,05 0,17 | 0,05 0,17 | - |
| Содержание в рационе, %, | 0,24 | 0,24 | 0,24 | - |
| на сухое вещество | 0,58 | 0,54 | 0,55 | - |

**Содержание нитрат-иона и сульфгидрильных групп в крови
нетелей (числитель) и коров-первотелок (знаменатель)**

| Группа | Нитрат-ион, мг% | | SH-группы, мг% |
|---------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | до опыта | опыт | |
| <i>Опыт 1</i> | | | |
| 1 | <u>6,0±0,2</u> | <u>6,2±0,7</u> | - |
| | - | <u>10,1±0,2</u> | - |
| 2 | <u>5,9±0,4</u> | <u>8,9±0,2^{*1}</u> | - |
| | - | <u>13,4±0,5^{**1}</u> | - |
| 3 | <u>6,4±0,5</u> | <u>6,5±0,5^{*2}</u> | - |
| | - | <u>10,7±0,3^{**2}</u> | - |
| 4 | <u>6,4±0,1</u> | <u>5,7±0,3^{*2}</u> | - |
| | - | <u>10,5±0,5^{**2}</u> | - |
| <i>Опыт 2</i> | | | |
| 1 | <u>5,4±0,2</u> | <u>5,3±0,2</u> | <u>33,4±0,7</u> |
| | - | <u>9,3±0,2</u> | <u>39,3±1,1</u> |
| 2 | <u>5,7±0,2</u> | <u>5,0±0,3</u> | <u>36,9±1,0^{*1}</u> |
| | - | <u>8,0±0,1^{*1}</u> | <u>46,2±0,9^{**1}</u> |
| 3 | <u>5,3±0,1</u> | <u>4,5±0,1^{*1}</u> | <u>36,5±1,3</u> |
| | - | <u>8,2±0,2^{*1}</u> | <u>47,6±1,5^{*1}</u> |

Примечание. Здесь и далее звездочкой обозначена достоверность разности по сравнению с группой, номер которой указан около этого знака.
* — при $P < 0,05$; ** — при $P < 0,01$; *** — при $P < 0,001$.

стительно увеличилось содержание нитратного азота в крови нетелей (на 43,2) и коров-первотелок (на 32,3%). У животных 3-й и 4-й групп, подверженных аналогичной нитратной нагрузке, подобного роста концентрации нитрат-иона в крови по отношению к контролю не выявлено, а по сравнению со 2-й группой этот показатель достоверно снизился, что, вероятно, связано с положительным влиянием тиосульфата натрия на метаболизм нитратного азота в организме жвачных. Такой же эффект от использования тиосульфата натрия получен в опыте 2 (без дополнительного скармливания азотнокислого калия).

Рационы были сбалансированы по содержанию йода, и подопытные животные не испытывали недостатка в данном микроэлементе. Казалось бы, что обмен йодсодержащих соединений в организме нетелей и коров-первотелок контрольных и опытных групп не будет иметь резких различий. Однако контроль за функциональным состоянием щитовидной железы выявил несколько иную картину. Между уровнем нитратов в рационах и концентрации тиреоидных гормонов в крови была обнаружена обратная зависимость. Если перед началом эксперимента (до введения в рационы тиосульфата натрия и азотнокислого калия)

концентрация тиреоидных гормонов в сыворотке крови животных контрольных и опытных групп существенно не различалась, то с повышением уровня нитрата калия в рационе животных 2-й группы (опыт 1) их содержание по отношению к контролю достоверно снизилось (табл. 3).

Уровень гормонов щитовидной железы у поголовья сравниваемых групп находился в отрицательной коррелятивной зависимости не только от содержания нитратов в рационах, но и от их концентрации в крови животных, о чем свидетельствуют данные табл. 2 и 3. Видимо, нитраты, являясь йоддепрессивными соединениями, подавляли синтез тироксина и трийодтиронина, дефицит которых неблагоприятным

образом сказывался на обмене веществ, продуктивности и воспроизводительной функции крупного рогатого скота.

Хотя при этом яркого проявления клинических признаков острого нитрат-нитритного токсикоза или йодной недостаточности у животных не наблюдали, предположение о хроническом характере течения нитратного отравления и гипофункциональном состоянии щитовидной железы было подтверждено комплексом биохимических и физиологических исследований. На наш взгляд, данные о содержании тироксина и трийодтиронина в сыворотке крови крупного рогатого скота наряду с другими хорошо известными современной науке показателями (концентрация эритроцитов и лей-

Т а б л и ц а 3

Содержание тиреоидных гормонов в сыворотке крови нетелей (числитель) и коров-первотелок (знаменатель)

| Группа | Трийодтиронин, нг% | | Тироксин, мкг% | |
|---------------|--------------------------|--|-------------------------|--|
| | до опыта | опыт | до опыта | опыт |
| <i>Опыт 1</i> | | | | |
| 1 | $\frac{60,8 \pm 2,6}{-}$ | $\frac{60,6 \pm 2,5}{77,8 \pm 1,9}$ | $\frac{3,4 \pm 0,1}{-}$ | $\frac{3,8 \pm 0,2}{4,2 \pm 0,2}$ |
| 2 | $\frac{62,0 \pm 4,2}{-}$ | $\frac{46,2 \pm 1,9^{**1}}{54,9 \pm 3,1^{*1}}$ | $\frac{3,7 \pm 0,1}{-}$ | $\frac{2,6 \pm 0,1^{*1}}{3,0 \pm 0,4^{*1}}$ |
| 3 | $\frac{60,3 \pm 1,2}{-}$ | $\frac{74,3 \pm 2,3^{***2}}{79,3 \pm 2,6^{**2}}$ | $\frac{3,4 \pm 0,2}{-}$ | $\frac{3,7 \pm 0,2^{**2}}{4,4 \pm 0,1^{*2}}$ |
| 4 | $\frac{62,1 \pm 2,6}{-}$ | $\frac{63,8 \pm 3,4^{*2}}{77,6 \pm 2,6^{**2}}$ | $\frac{3,1 \pm 0,2}{-}$ | $\frac{4,4 \pm 0,3^{**2}}{4,1 \pm 0,1}$ |
| <i>Опыт 2</i> | | | | |
| 1 | $\frac{59,1 \pm 2,0}{-}$ | $\frac{62,5 \pm 2,0}{63,4 \pm 2,6}$ | $\frac{3,8 \pm 0,2}{-}$ | $\frac{3,9 \pm 0,3}{4,6 \pm 0,1^{*1}}$ |
| 2 | $\frac{60,1 \pm 3,4}{-}$ | $\frac{75,6 \pm 2,4^{*1}}{80,1 \pm 3,8^{*1}}$ | $\frac{3,5 \pm 0,2}{-}$ | $\frac{4,1 \pm 0,2}{4,6 \pm 0,1^{*1}}$ |
| 3 | $\frac{63,5 \pm 2,3}{-}$ | $\frac{70,4 \pm 3,5}{78,3 \pm 2,4^{*1}}$ | $\frac{3,9 \pm 0,3}{-}$ | $\frac{4,1 \pm 0,3}{4,2 \pm 0,3}$ |

коцитов, гемоглобина и метгемоглобина, нитратного азота и каротина) можно использовать в качестве надежного теста при диагностике хронических нитрат-нитритных отравлений животных, когда отсутствует четко выраженная клиническая картина заболевания.

В настоящее время для крупного рогатого скота еще не установлены физиологические нормативы содержания тиреоидных гормонов в сыворотке крови. Многие исследователи считают, что максимальные и минимальные его границы могут варьировать в довольно-таки широких пределах, что зависит от ряда факторов — возраста, физиологического состояния, продуктивности. Это, кстати, подтверждают и данные табл. 3. Так, у поголовья 1-й группы в опыте 1 в связи с возрастными изменениями обмена веществ в организме и физиологического состояния (нетели на 8-м месяце стельности — первотелки на 2-м месяце лактации) всего за 4 мес активность щитовидной железы резко возросла, о чем свидетельствует повышение содержания тироксина и трийодтиронина в сыворотке крови соответственно на 8,1 и 28,5%.

Животные-аналоги, находящиеся в одинаковых условиях кормления и содержания, характеризуются, как правило, постоянным и не имеющим существенных различий уровнем тиреоидных гормонов [3, 6]. Следовательно, полученные в эксперименте данные о резком колебании содержания тироксина и трийодтиронина в сыворотке крови животных контрольных и опытных групп — следствие влияния исследуемых факторов, т.е. повышения уровня нитратов в рационах и скар-

мливания различных доз тиосульфата натрия.

Включение в состав нитратсодержащих рационов нетелей и коров-первотелок тиосульфата натрия в количестве 25 и 50 г на 1 гол. в сутки позволило нормализовать деятельность щитовидной железы. Наибольшему влиянию изучаемого препарата (в дозе 25 г на 1 гол. в сутки) были подвержены биосинтез трийодтиронина и интенсивность его выведения в кровяное русло. В сыворотке крови нетелей и коров-первотелок 3-й группы (опыт 1) концентрация данного гормона была выше, чем во 2-й группе, соответственно в 1,6 ($P \leq 0,001$) и 1,4 раза ($P \leq 0,01$). Такое же действие тиосульфата натрия на активность щитовидной железы животных отмечали и в опыте 2, но разница между поголовьем контрольных и опытных групп была здесь значительно меньше, чем в опыте 1, что, возможно, обусловлено более низким уровнем нитратов в сухом веществе рациона.

По данным ряда исследователей, метаболизм тиреоидных гормонов осуществляется с помощью глутатионзависимых ферментов, в частности глутатиондегидрогеназы, заменяющей ион J^- на H^+ , но ее активность подавляется различными окислителями, в том числе нитратами и нитритами [3, 5]. Видимо, тиосульфат натрия препятствовал окислению сульфгидрильной группы и снижению активности глутатиондегидрогеназы, устранив тем самым дефицит тироксина и трийодтиронина. Это предположение в какой-то мере подтверждают результаты определения содержания сульфгидрильных групп в крови нетелей и коров-первотелок в опыте 2. Их кон-

центрация у животных 2-й и 3-й групп в отдельных случаях достоверно превышала контроль (табл. 2). Вероятно, тиосульфат натрия способствовал не только защите от окисления нитратами и нитритами сульфгидрильных групп ферментов, регулирующих обмен тиреоидных гормонов в организме крупного рогатого скота, но и предотвращал инактивирование ферментных систем вследствие восстановления SH-групп, необходимых для проявления соответствующей активности.

Тиосульфат натрия оказывал благоприятное влияние не только на обмен веществ и функцию щитовидной железы подопытных животных, но и способствовал повышению молочной продуктивности коров-первотелок. Так, его скармливание первотелкам 3-й и 4-й групп в опыте 1 позволило получить за период раздоя (90 дней) $1959 \pm 102,8$ и $1909 \pm 125,9$ кг молока 4% жирности, что соответственно на 4,8 и 7,5; 2,2 и 4,7% больше, чем от животных 1-й и 2-й групп. Аналогичную закономерность наблюдали и в опыте 2, где от коров 2-й и 3-й групп за 3 мес лактации было надоено $2014 \pm 97,7$ и $1986 \pm 65,1$ кг молока 4% жирности, что превышало показатели контрольной группы на 4,8 и 3,3%.

Противопоказаний к использованию тиосульфата натрия в рационах нетелей и коров-первотелок установлено не было, не получили подтверждения и данные ряда исследователей о возможном антигероидном действии данного соединения.

Выводы

1. При использовании в рационе нетелей и коров-первотелок кормов, полученных при внесении на 1 га

посевов кормовых культур 120-200 кг азота с органическими и минеральными удобрениями, уровень нитрата калия в его сухом веществе варьировал в течение эксперимента от 0,24 до 0,71%. Наибольшее количество азотнокислого калия с сухим веществом рационами поступало в организм коров-первотелок в летний период — 0,49-0,71%.

2. Повышенная нитратная нагрузка организма крупного рогатого скота являлась причиной достоверного увеличения содержания нитрат-иона в крови.

3. Установлена отрицательная функциональная зависимость между уровнем нитратного азота в рационах и концентрацией тиреоидных гормонов в сыворотке крови. Повышение уровня нитрата калия в сухом веществе рационов нетелей и коров-первотелок до 0,75% приводило к достоверному снижению содержания тироксина и трийодтиронина в сыворотке крови (в среднем на 27-30%).

4. Скармливание нетелям и коровам-первотелкам тиосульфата натрия в количестве 25 и 50 г на 1 гол. в сутки с рационами, содержащими в сухом веществе 0,24-0,75% нитрата калия, способствовало снижению концентрации нитратного азота, увеличению содержания сульфгидрильных групп, нормализации обмена тиреоидных гормонов. Наибольший эффект получен при использовании тиосульфата натрия в дозе 25 г на 1 гол. в сутки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Башкин В.Н. Эколого-агрохимические проблемы применения азотных удобрений. — Вестн. с.-х. науки, 1987, № 2, с. 37-46. —

2. Варнавская В.А., Зайцев В.В. Влияние нитратов и нитритов в кормах на здоровье животных. — Зоотехния, 1988, № 5, с. 59-60. — 3. Кашин В.К. Биогеохимия, фотофизиология и агрохимия йода. Л.: Наука, 1987. — 4. Соколов О.А. Экологические аспекты применения азотных удобрений. — Агрохимия, 1990, № 1, с. 3-14. — 5. Фаткуллина Т.А. Зобогенное действие нитратов и рапса на организм животных и

его предупреждение. — Автореф. канд. дис. Самарканд, 1990. — 6. Шамберев Ю.Н., Николаев А.С. Влияние гормонов на продуктивность и воспроизводство животных. М.: ВНИИТЭИ, 1987. — 7. Wiesner E. Wieviel Nitrat verträgt der Mensch. Zeitschrift des VDLUFA 96. Kongreß in Karlsruhe, 1984, S. 3-7.

*Статья поступила 24 июля
1993 г.*

SUMMARY

It has been found that higher level of nitrates in rations results in considerably lower content of thyroxin and triiodinetironin in blood serum of cattle. Feeding heifers and first calvers 25 and 50 g of sodium thiosulfate a day per I head in their rations containing 0.24-0.75% potassium nitrate in dry matter promoted normaization of thyroid hormones metabolism.