

УДК 636.2.053:619:616.3.087.5

## МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ КАТИОННО-АНИОННОГО БАЛАНСА ОРГАНИЗМА КОРОВ

**А.В. Сенько**

УО «Гродненский государственный аграрный университет»,  
г. Гродно, Республика Беларусь

(Поступила в редакцию 25.06.2013 г.)

***Аннотация.** Изучены механизмы регулирования катионно-анионного баланса (КАБ) организма коров. Установлено, что регуляция КАБ организма возможна только за счет действия сильных анионов хлора, серы и фосфора, при этом органические кислоты не влияют на анионную нагрузку организма. КАБ влияет на проявления болезней обмена веществ у коров в послетельный период.*

***Summary.** The mechanisms regulating the cation-anion balance (CAB) of the cows have been studied. It is established that regulation CAB body is only possible through the action of strong anions of chlorine, sulfur and phosphorus, whereas the organic acids do not affect the anionic load body. CAB affects manifestations of metabolic diseases in cows after calving.*

**Введение.** В развитии экономики нашей страны, особенно одной из ведущих отраслей сельского хозяйства – животноводства, важную роль играют ветеринарная наука и практика. Они направлены на сохранение здоровья сельскохозяйственных животных, на поиски средств и способов предупреждения их болезней, улучшения качества продуктов питания и животноводческого сырья, на решение ветеринарно-медицинских проблем здравоохранения и ветеринарно-санитарных проблем защиты окружающей среды. В связи со специализацией и концентрацией животноводства, переводом его на промышленную основу, развитием межхозяйственной кооперации роль ветеринарной науки и практики возросла ещё больше. Для современной ветеринарной медицины характерно активное использование достижений химии при изучении метаболических процессов, происходящих в организме здорового животного и при развитии патологических процессов. Такие глубокие знания позволяют разрабатывать более эффективные меры профилактики болезней и лечения животных [1].

Оптимизация процессов обмена веществ, регулирование течения биохимических реакций в организме в зависимости от направления, уровня продуктивности и физиологического состояния обеспечивают длительное использование племенных и продуктивных животных, высокую воспроизводительную способность, рождение крепкого жизнеспособного молодняка, хороший рост и развитие, получение высокока-

чественной продукции животного происхождения и, в конечном счете, высокую эффективность ведения отрасли [1, 2, 3].

**Целью работы** было установление механизмов регулирования катионно-анионного баланса (КАБ) организма коров.

При этом на разрешение были поставлены следующие задачи:

- Установить механизмы регуляции катионно-анионного баланса организма у коров.

- Оценить уровень катионно-анионного баланса рациона и его влияние на физиологические и биохимические показатели.

**Материал и методика исследований.** Работа проводилась в два этапа:

Первый этап – эксперимент по установлению механизмов регуляции катионно-анионного баланса организма у коров. На данном этапе изучалось влияние добавок с катионами и аниона на состояние обменных процессов в организме коров.

Второй этап – научно-производственный опыт по выявлению взаимосвязи показателей катионно-анионного баланса рациона с заболеваемостью коров.

На всех этапах проводили исследование крови с целью контроля обмена веществ, при этом использовались общепринятые в ветеринарии методы исследования.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Проведенные исследования позволили установить следующие механизмы регуляции катионно-анионного баланса организма у коров:

- путем взаимодействия органов, регулирующих в организме кислотно-щелочной баланс;

- путем изменения катионно-анионного баланса рациона.

Комплексный подход к кислотно-щелочному балансу (КЩБ), неизвестному как количественный анализ кислотно-щелочного статуса, был предложен канадским физиологом Stewart в 1981. Вместо концентрирования внимания исключительно на гидрокарбонатной системе, как это происходит при традиционных методах, количественный анализ дает возможность учитывать все переменные, которые влияют на кислотно-щелочной статус.

Независимые факторы, которые отвечают за изменения КЩБ, следующие:

а) парциальное давление двуокиси карбона;

б) сильная ионная разница – высокодиссоциированные ионы, которые не метаболизируются;

в) общая концентрация слабых кислот.

Разницу между общим количеством сильных катионов и анионов в крови называют сильной ионной разницей. Все другие показатели, которые обычно используются для оценки КЩБ (например, рН или гидрокарбонаты), являются зависимыми и изменяются только тогда, когда изменяется один или больше независимых факторов.

В соответствии с этой теорией, в любом взятом растворе, включая жидкости организма, количество моль положительно заряженных частиц (катионов) должно равняться количеству моль отрицательно заряженных ионов (анионов).

Если положительно заряженные частицы прибавить к раствору, такому как плазма, количество  $H^+$  катионов уменьшается, а  $OH^-$  анионов – увеличивается для того, чтобы поддержать электронейтральность раствора (раствор становится более щелочным). Напротив, добавление анионов к раствору вызывает повышение  $H^+$  и снижение  $OH^-$  для поддержки электронейтральности раствора, и рН раствора снижается [2,1].

Начальным органом, который имеет весомое влияние на кислотно-щелочной баланс, является кишечник. Специфически он не генерирует кислые или основные эквиваленты, но, в зависимости от состава рациона, в результате панкреатической секреции кишечник регулирует уровень постоянной реабсорбции гидрокарбоната и других элементов в кровь.

Кроме того, кишечник определяет уровень абсорбции сульфосодержащих аминокислот и щелочных солей органических кислот, которые потом используются печенью и тканями с метаболической активностью как субстрат для образования и кислот, и щелочи. Печень окисляет серосодержащие аминокислоты, которые добавляются к общему кислотно-щелочному обмену в крови и окончательно выделяются через почки. С другой стороны, легкие регулируют гидрокарбонатную буферную систему и поддерживают рН крови в узких пределах (респираторная компенсация).

Кишечник, непосредственно не образуя кислоты или щелочи, создает „так называемую” кислотную или щелочную нагрузку, вызванную специфичностью уровней абсорбции каждого электролита. Это доказано нами в эксперименте со скармливанием  $MgCl$ .

Установлено, что из количества магния, который поступает, только приблизительно одна треть абсорбируется, в то же время средняя биодоступность хлора составляет 95%.

Таким образом, если скармливать  $MgCl_2$ , то очевиден избыток хлора относительно магния, который попадает в кровь. В соответствии с принципом электронейтральности понятна необходимость других катионов компенсировать ионы хлора, которые несут негативный заряд.

Натрий – основной катион, доступный для абсорбции вместе с избытком анионов (таких, как хлор) благодаря панкреатической секреции большого количества натрия гидрокарбоната.

Гидрокарбонатный анион образует карбонатные соли из неадсорбируемой части магния. Недостаток гидрокарбоната означает потерю буферной емкости, которая может быть названа кислотной нагрузкой. Подобные результаты кишечной реабсорбции гидрокарбоната установлены и во время скармливания солей кальция неметаболизируемых кислот. Таким образом, скармливание нами в эксперименте  $\text{CaCl}_2$ , также как  $\text{MgCl}_2$ , предопределяет кислотную или анионную нагрузку на организм.

Подобный механизм установлен нами в эксперименте со скармливанием большого количества фосфора в форме фосфопротеина, который в организме гидролизует на аминок- и фосфорную кислоты.

Оба компонента всасываются в соответствующем количестве. Фосфатный ион проникает в энтероциты вместе с натрием, снижая концентрацию гидрокарбоната, и в кишечнике создается кислая нагрузка не благодаря разным уровням абсорбции катионов и анионов, а в результате освобождения кислоты в процессе пищеварения.

Напротив, реальная продукция „настоящих” кислот и оснований происходит в печени или других метаболически активных тканях.

Например, окисление сульфосодержащих аминокислот к мочевины и углекислом газе приводит к образованию сульфатной кислоты. С другой стороны, щелочные соли органических кислот, на примере натрия цитрата, скармливаемые с рационом, метаболизируются до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  и приводят к образованию соответствующего катиона вместе с гидрокарбонатом, повышая, таким образом, циркулирующий щелочной резерв или катионный пул крови.

В крови сульфатная кислота нейтрализуется гидрокарбонатным буфером, в результате чего образуются нейтральные продукты: натрия сульфат и карбонатная кислота, которая позже выделяется как углекислый газ через легкие. Нейтральная соль – натрия сульфат – транспортируется к почкам и натрий реабсорбируется для возобновления циркулирующего гидрокарбонатного буфера.

Нами установлено, что подкислительный сильными анионами хлора, серы и фосфора рацион приводит к освобождению и накоплению катионов в крови для коррекции КАБ организма.

Так, установлено, что коровам, которым скармливали рацион с высоким содержанием  $\text{K}^+$  и  $\text{Na}^+$  перед родами, имели низкую концентрацию кальция и магния в крови, что объясняется отсутствием необходимости накапливать в плазме дополнительные катионы  $\text{Ca}$  и  $\text{Mg}$ .

Пребывание коров во время периода сухостоя в состоянии компенсированного метаболического ацидоза, что описано в отечественной литературе [1, 4, 5], авторы оценивают как очень негативное, следствием которого является развитие послеродовых осложнений.

И все же, как установлено нами, это не совсем верно с точки зрения КАБ и регуляции гомеостаза организма, выявленного нами в эксперименте.

Доступным способом влияния на КЩБ организма может быть изменение кормовой катионно-анионной разницы (КАР) или катионно-анионного баланса (КАБ) рациона.

Главные катионы кормов следующие:  $\text{Na}^+$  (+1),  $\text{K}^+$  (+1),  $\text{Ca}^{++}$  (+2) и  $\text{Mg}^{++}$  (+2), анионы –  $\text{Cl}^-$  (-1),  $\text{SO}_4^{2-}$  (-2), и  $\text{PO}_4^-$  (-3). Присутствующие в кормах катионы и анионы будут изменять сильную ионную разницу только после абсорбции в кровь. Микроэлементы абсорбируются в таком малом количестве, что незначительно влияют на КАБ. Органические кислоты, такие как ЛЖК, абсорбируются в недиссоциированной форме, неся и позитивный, и негативный заряды в кровь. Они быстро метаболизируются печенью, потому мало влияют на КАБ крови.

Подсчет КАБ нуждается в использовании эквивалентной массы электролитов, поскольку КАБ зависит больше от электрического заряда, чем от массы. Эквивалентная масса электролитов равняется молекулярной массе, разделенной на валентность (электрический заряд). Показатель миллиэквивалент (мекв) используется для выражения эквивалентной массы.

Наиболее часто в литературе [2,3] встречается уравнение для подсчета КАБ, учитывающее только концентрации  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  и  $\text{S}^-$ , исходя из уравнения:

$$\text{КАБ мгэкв/кг СВ} = [(\% \text{Na} \times 43.5 + \% \text{K} \times 25.6) - (\% \text{Cl} \times 28.2 + \% \text{S} \times 62.5)] \times 10$$

Это уравнение стало общепринятым, хотя нужно иметь в виду, что Ca, Mg и P, абсорбированные из кормов, также влияют на КАБ организма. Корректируя уровень абсорбции выше указанных составляющих, мы предложили другое уравнение:

$$(\text{Na}^+ + \text{K}^+ + 0,38 \times \text{Ca}^{++} + 0,30 \times \text{Mg}^{++}) - (\text{Cl}^- + 0,60 \times \text{SO}_4^{2-} + 0,60 \times \text{H}_2\text{PO}_4)$$

Наиболее точно контролировать КАБ организмов возможно не за счет показателей рациона, а используя физиологические показатели жидкостей организма.

Нами предложено для контроля КАБ рациона измерять величину pH мочи – индикатор, который легче используется на практике для оценки КАБ, чем уравнение 1 и 2, где используются показатели содержания макроэлементов в кормах.

Нормальная величина рН мочи коров, подобно всем травоядным, выше 7, а у коров с высоким содержанием сильных катионов более 8,0, однако она может быть снижена анионами к значениям около 5,5. Если значение рН в пределах 5–5,5, что предопределено избыточным количеством анионов, развивается некомпенсированный метаболический ацидоз, и коровы снижают потребление сухого вещества. Величина рН мочи изменяется через 48 и более часов после начала скармливания кормов с анионными солями. Для контроля мочу отбирают от коров один раз в течение 3–5 дней.

Нами установлено, что при правильной коррекции КАБ рациона средняя величина рН мочи животных перед отелом должна быть в пределах 6,2–6,8, а после отела выше 8.

Дальнейшие исследования были направлены на анализ рационов коров в период до и после отела. При этом устанавливали КАБ рационов до и после отела.

Анализ рационов коров до- и после родов выявил нарушение минерального питания, проявляющегося высоким положительным уровнем КАБ до родов в сухостойный период – 368 мгэкв/кг СВ при рекомендуемом отрицательном уровне КАБ.

Исследования крови позволили установить нозологический профиль скрыто протекающих нарушений обмена веществ у коров с нарушенным КАБ.

Установлено, что наиболее часто на ферме, где не проводилась корректировка КАБ, отмечали сочетанное течение гипокальциемии и гипوماгнемии –60% случаев. На втором месте по степени встречаемости – кетоз – 40%. Гепатодистрофия отмечается наиболее реже 23,3% случаев.

**Заключение.** Таким образом, нами установлено, что регуляция КАБ организма возможна только за счет действия сильных анионов хлора, серы и фосфора, при этом органические кислоты не влияют на анионную нагрузку организма. КАБ влияет на проявления болезней обмена веществ у коров в послепартурный период.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Грига Э.Н. Послеродовая патология коров (этиология, диагностика, терапия, профилактика): Автореф. дисс. д-ра вет. наук.- Ставрополь, 2003.- 49 с.
2. Dietary cation-anion difference and health and production of pasture-fed dairy cows. 1. Dairy cows in early lactation [Text] / J.R. Roche, D. Dalley, P. Moate, C. Grainger, M. Rath, and F. O'Mara // J. Dairy Sci. – 2003. – Vol. 86, № 3. – P. 970–978. – Bibliog.: 44 title – P. 977–978
3. Dietary Cation-Anion Difference and the Health and Production of Pasture-Fed Dairy Cows 2. Nonlactating Periparturient Cows [Text] / J.R. Roche, D. Dalley, P. Moate, C. Grainger, M. Rath, and F. O'Mara // J. Dairy Sci. – 2003. – Vol. 86, № 3. – P. 979–987. – Bibliog.: 45 title – P. 987.

4. Dietary Cation-Anion Difference Effects on Performance and Acid-Base Status of Dairy Cows Postpartum [Text] / W. Hu, M.R. Murphy, P.D. Constable, and E. Block // J. Dairy Sci. – 2007. – Vol. 90, № 7. – P. 3367–3375. – Bibliog.: 33 title – P. 3374–3375.
5. Effects of Altering Dietary Cation-Anion Difference on Calcium and Energy Metabolism in Peripartum Cows [Text] / S.J. Moore, M.J. VandeHaar, B.K. Sharma, T.E. Pilbeam, D.K. Beede, H.F. Bucholtz, J.S. Liesman, R.L. Horst, and J.P. Goff // J. Dairy Sci. – 2000. – Vol. 83, № 9. – P. 2095–2104. – Bibliog.: 29 title – P. 2103–2104.
6. Remer T. Influence of nutrition on acid-base – metabolic aspects [Text] / T. Remer // Eur. J. Nutr. – 2001. – Vol. 40, № 5. – P. 214–220. – Bibliog.: 16 title – P. 219–220
7. Riond J.-L. Animal nutrition and acid-base balance [Text] / J.-L. Riond // Eur. J. Nutr. – 2001. – Vol. 40, № 5. – P. 245–254. – Bibliog.: 87 title – P. 252–254
8. Wildman C.D. Effects of Dietary Cation-Anion Difference and Potassium to Sodium Ratio on Lactating Dairy Cows in Hot Weather [Text] / C.D. Wildman, J.W. West, J.K. Bernard // J. Dairy Sci. – 2007. – Vol. 90, № 2. – P. 970–977. – Bibliog.: 37 title – P. 977.
9. Любецька Т. Гострий і компенсований ацидоз у корів та йогонасідки [Текст] / Т. Любецька, В. Січкач // Вет. медицина України. – 1999. – № 4. – С. 30–31.
10. Леньо М.І. Кислотно-основний баланс у здорових та хворих на кетозкорів: Автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. вет. наук: спеціальність – 16.00.01 „Діагностика і терапія тварин” / М.І. Леньо. – Біла Церква, 2006. – 22 с.

УДК 636.2.053:619:616.3

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ДОБАВОК ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ НАРУШЕНИЙ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ У КОРОВ В ПОСЛЕОТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД**

**А.В. Сенько, О.И. Туля**

УО «Гродненский государственный аграрный университет»,  
г. Гродно, Республика Беларусь

(Поступила в редакцию 25.06.2013 г.)

**Аннотация.** Изучалась эффективность использования комплексных добавок для профилактики нарушений обмена веществ у коров в послеотельный период. Установлено, что применение добавок кормовых профилактических «ВитаАнион», «ТурбоСтрат» и «МегаВит» для коррекции КАБ рациона позволяет снизить послеродовую гипокальциемию на 43,3%, а также уменьшить частоту проявления гипомagneмии на 50%, что уменьшает непродуцированное выбытие коров на 23,3%, уменьшает заболеваемость эндометритами на 14,6% и повышает продуктивность животных на 4,2 л.

**Summary.** We studied the efficiency of complex additives for the prevention of metabolic disorders in cows in the period after calving. It is established that the prophylactic use of feed additives "VitaAnion" "TurboStrat" and "MegaVit" CAB correction diet reduces postnatal hypocalcaemia by 43,3%, the frequency of occurrence of hypomagnesaemia by 50%, which reduces non-productive disposal of cows by 23,3%, the incidence of endometritis by 14,6% and increases the productivity of the animals on the 4,2 l.