

Влияние электролитного баланса на коров

Крюков В.С., профессор. ГК АгроБалт трейд, Санкт-Петербург

Иногда в крови отелившихся коров происходит резкое снижение кальция даже при достаточном содержании элемента в корме, что приводит к гибели животных. Заболевание представляет постоянную проблему для высокопродуктивных стад. При падении уровня свободного кальция в крови во время отёла ниже 4 – 4,5 мг% у животных регистрируется родильный парез. Отчётливые клинические признаки наблюдаются не более чем у 3-7% поголовья и, обычно, у коров второго отёла и старше. Происходят угнетение аппетита и выделения мочи, параличи, коровы залеживаются на боку. Если не принимать меры, то большая часть животных с такими симптомами погибает. Доля коров в острой стадии заболевания не велика и основную проблему для молочных стад представляет субклиническая форма, при которой уровень кальция падает не так низко, и в результате болезнь внешне не проявляется, охватывая до 55 – 65% поголовья. В результате развиваются вторичные заболевания, включая угнетение животных и подвижности, что ведёт к снижению потребления корма, отрицательному балансу энергии, ожирению печени и возникновению кетоза. Падающий тонус мышц, приводит к трудным и продолжительным родам, задержке плаценты, выпадению матки, метритам и маститам, особенно колиформной природы, и другим послеродовым заболеваниям. Гипокальциемия вызывает большие убытки в молочном скотоводстве, которые намного превышают ущерб от клинического проявления болезни. Причины, вызывающие гипокальциемия, обусловлены тем, что в сухостойный период механизм регуляции усвоения и обмена кальция малоактивен в связи с относительно небольшим расходом элемента. В молозиве содержится 1,8 - 2,3 г/л кальция, поэтому потребность в нём высокопродуктивных коров уже в день отёла возрастает на 18 -23 грамма. Организм оказывается не подготовленным для поддержания в крови необходимого уровня кальция при резко возросшем его расходе, потому что не способен резко увеличить его поступление в организм из желудочно-кишечного тракта. В складывавшейся ситуации для поддержания концентрации кальция в крови включается ещё один источник – резорбция скелета, которая в этом случае является нормальным физиологическим процессом. Мобилизация кальция из костей контролируется 1,25-дигидрохолекальциферолом (1,25(OH)2D3), образование которого зависит от паратиреотропного гормона (ПТГ). В детальных исследованиях установили, что содержание 1,25(OH)2D3 и ПТГ у коров с гипокальциемией выше, чем у здоровых животных (Horst et al. 1978, 1979, 1983; Kichura 1982), то есть достаточное количество 1,25(OH)2D3 ещё не является гарантией здоровья животных. После ряда наблюдений предположили, что проявление активности ПТГ зависит от кислотно-щелочного

равновесия в организме и достаточного количества магния. При мягком метаболическом ацидозе повышаются чувствительность тканей к ПТГ, и синтез $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ (Goff, Horst. 1997, Goff et al. 1991. Abu Damir et al. 1994).

Существует несколько способов, организации кормления коров и ветеринарных приёмов для профилактики заболевания, однако они чаще нацелены на ликвидацию последствий, а не предупреждение причин гипокальциемии. Увеличение содержания кальция, фосфора и магния в рационах является не достаточным для исправления положения (Goff. 2000).

В России для профилактики родильного пареза и гипокальциемии принято коров перед отёлом переводить на рационы с низким содержанием кальция. Однако эффект от этого приёма может быть достигнут только в том случае, если корова в сутки потребляет с кормом менее 20 г кальция: приготовить такой рацион крайне затруднительно. Так же следует обращать внимание на содержание в рационе калия, поскольку его высокая концентрация создаёт гораздо большие предпосылки к развитию гипокальциемии, чем кальций (Goff, Horst (1997). Это обусловлено тем, что избыточный калий вызывает метаболический алкалоз и, таким образом, угнетает механизм гомеостаза кальция.

Связь кислотно-щелочного баланса с обменом кальция у новотельных коров активно изучается с 80-х годов прошлого столетия, и результаты исследований уже внедряются в практику (Oetzel 2000).

Специалисты по питанию давно интересовались содержанием в кормах минеральных веществ, подразделив их на щелочные и кислотные (Shohl, Sato. 1922, Shohl 1939). Это деление осуществляется на основе электрических зарядов минеральных элементов в ионизированном состоянии: к щелочным относят катионы, а к кислотным – анионы. Благодаря наличию зарядов, ионы оказывают влияние на обмен веществ, помимо биологической роли, присущей каждому элементу, хотя последнюю нельзя отделить от заряда его иона. Электролитный баланс представляет собой сумму положительно и отрицательно заряженных ионов.

В рационах, разработанных на основе распространённого сырья, обычно преобладают щелочные элементы, поэтому баланс электролитов выражается положительной величиной. Величину катионно-анионного баланса (ВКАБ) измеряют в эквивалентах, используя размерность: мэкв/кг. Не существует понятия: «потребность в ВКАБ», так как

это расчётная величина, которую нельзя взвесить, или потрогать, но она может меняться при изменении рациона, поэтому её необходимо нормировать.

Для расчёта ВКАБ применяют десятки формул, каждая из которых имеет определённое научное обоснование (Ender et al. 1971; Chan 1974, 1981; Horst and Goff 1997; NRC, 2001; Goff et al. 2004).

ВКАБ рационов для коров наиболее часто рассчитывают по формуле:

$$\text{ВКАБ} = (\%Na * 435 + \%K * 256) - (\%Cl * 282 + \%S * 624),$$

где: ВКАБ - величина баланса, мэкв/кг сухого вещества,

% - содержание элемента в расчёте на сухое вещество корма;

выделенные цифры – постоянные коэффициенты, которые связаны с массой эквивалента элемента, поэтому их применяют во всех формулах.

Статистическая обработка результатов, полученных на большом поголовье коров, показала, что ВКАБ, рассчитанная по выше приведенной формуле, лучше, чем по другим коррелировала с содержанием ионизированного кальция в плазме крови ($R^2=0,84$), рН мочи ($R^2=0,85$), потреблением корма ($R^2=0,66$), и с проявлением клиники родильного пареза ($R^2=0,44$).

В мировой науке ещё не сформировалась общепринятая терминология для названия понятий, связанных с ВКАБ и методами её расчёта. В научных статьях одно и то же понятие может выражаться разными словами и числовыми значениями. Это подтверждено существованием нескольких формул расчёта ВКАБ. Поэтому величины ВКАБ, рекомендуемые для оптимальной продуктивности исходя из конкретных исследований, могут оказаться действенными только для тех условий кормления и содержания животных, в которых они были установлены.

При использовании рекомендаций по ВКАБ необходимо обращать внимание на формулу, использованную для расчёта рекомендуемой величины: цифры, рассчитанные по разным формулам, могут различаться в несколько раз. Так, при расчёте ВКАБ трёх рационов по формуле: $Na + K - Cl$ величины составляли 98,1, 185,8 и 270,2 мэкв/кг, тогда как для этих же рационов величины, рассчитанные по формуле $(Na + K) + (Cl + S)$, равнялись 6,5, 92,5 и 90,9 мэкв/кг соответственно (La Manna et al.1999). В научной литературе можно встретить расчет ВКАБ на 100 г, 1кг или 1 фунт корма и даже арифметические ошибки в расчетах, что также вносит путаницу в оценку рекомендуемых величин.

В большинстве случаев направленное изменение ВКАБ рационов проводят за счёт увеличения или снижения содержания хлора и калия, так как именно эти элементы вносят наибольший вклад в величину электролитного баланса. При этом источником хлора могут быть хлористый кальций, хлористый аммоний, и даже соляная кислота, но не хлористые натрий или калий. Источниками анионов могут быть так же сернокислые соли кальция, магния и аммония и в меньшей мере фосфорнокислые соли. Все названные вещества нейтральны, поскольку в молекулярном состоянии отрицательный заряд аниона компенсируется положительным зарядом катиона. В желудке соли подвергаются ионизации и их ионы всасываются в разных соотношениях. Из хлористого кальция, анион хлора легко переходит в кровь, тогда, как всасывание положительно заряженного иона

кальция редко достигает 30%. В результате в организме формируется относительный избыток отрицательных ионов хлора, которые не изменяются в процессе обмена веществ. При включении в рацион хлористого аммония оба иона почти полностью всасываются, но ион аммония быстро нейтрализуется, превращаясь в мочевины, и при этом образуется свободный ион водорода, который ведёт к понижению pH. В тоже время ион хлора остается свободным, сдвигая анионный баланс в негативную сторону. Иная картина наблюдается при включении в рацион хлористых солей натрия или калия – они легко ионизируются и ионы натрия всасываются лишь немного полнее, чем хлора и соотношение их эквивалентов в организме, мало изменяется, поэтому эти соли, практически, не влияют на баланс ионов.

Сумма положительных или отрицательных ионов может оставаться постоянной при изменении величины отдельных слагаемых, если возросший уровень катионов будет уравновешен увеличением анионов. Чрезмерное увеличение (или уменьшение) концентрации калия, магния, хлора, сульфатов приведёт к нарушению условий для обеспечения потребности в них организма. Это, безусловно, будет сказываться на проявлении действия электролитного баланса на организм животного. В экспериментах при изучении влияния ВАКБ на животных изменяют количество отдельных элементов в кормах, неизбежно меняя и их соотношения, что затрагивает основы физиологии обмена веществ. Это объясняет широкие диапазоны рекомендуемых ВКАБ. В научных публикациях, посвящённых изучению влияния ВАКБ на продуктивность, указывают, что для точных рекомендаций необходимо регламентировать соотношение между минералами, используемыми для расчёта ВАКБ (Block, Sanchez 2001).

Идея использования ацидогенных солей в кормлении коров не нова (Craigie, Stoll. 1947. Ender et al. 1971), но популярной она стала последние 25 - 30 лет. Тогда же была предложена формула расчёта ВКАБ (Dishington, I. W. 1975). Вначале интерес к изучению влияния ВКАБ на коров был обусловлен тем, что выявили связь между частотой молочной лихорадки и количеством щелочных элементов в рационе.

Установили, что для повышения уровня кальция в крови коров во время отёла необходимо понизить ВКАБ рациона до -50, -150 мэкв/кг (Horst et al.1997). Большинство практических рационов имеет ВКАБ равную +170 – +250 мэкв/кг, поэтому чтобы достичь требуемой величины, исходная ВКАБ должна быть снижена на 250 - 300 мэкв/кг. Это может быть достигнуто включением суточный рацион 2,5 – 3,5 эквивалентов анионогенных добавок. Если специфика рациона требует большего количества добавок, то использование такого рациона приведёт к угнетению аппетита и другим метаболическим расстройствам (Bertics 1992), поэтому перед применением ацидогенных добавок необходимо возможными приёмами (используемыми при разработке рационов) снизить содержание калия и натрия, не допуская дефицита последнего. В качестве

источников анионов чаще всего используют хлористые аммоний, кальций, а также сернокислые аммоний кальций, магний, или специальные коммерческие препараты.

На основании величин, отражающих число эквивалентов в соли или коммерческом препарате, можно рассчитать их количество, которое необходимо включить в рацион для достижения требуемой ВКАБ. Учитывая, что хлористые кальций и магний, горькие и не вкусные, в рацион добавляют несколько солей, комбинируя их, с учётом содержания в них кальция и магния. Принимая решение о нормировании рационов по ВКАБ, следует учитывать следующее:

1. Исходный рацион должен удовлетворять потребность коров в калии, натрии, хлоре и сере. Избыток калия и натрия создает проблемы для регуляции ВКАБ в сухостойный период, поэтому концентрация этих элементов должна быть снижена до минимального уровня .

2. Рационы с отрицательной ВКАБ надо скармливать не менее 10 дней до отела; их использование более 3 недель не даёт дополнительного эффекта.

3. Анионные соли не используют, если потребление кальция ниже 60 г/гол/ день. Рекомендуемый уровень: 1,0 – 1,3%.

4. При разработке рациона для сухостойных коров стараются достичь в нём минимального содержания калия (0,8 – 1,2%) и до 0,15% натрия – это снизит потребность в анионогенных солях. Если уровень калия будет превышать 1,8% от массы сухого вещества рациона, то применение рациона со снижений ВКАБ окажется бесполезной.

5. Разработку рациона с отрицательной ВКАБ начинают с создания основного рациона с ВКАБ, не превышающей +150 - +200 мэкв/кг.

Затем включают в него сернокислый магний, до уровня магния 0,4% от массы сухого вещества. Добавляют сернокислый кальций или аммоний, чтобы обеспечить потребность в сере не превышая уровня её содержание 0,4%. Хлористые соли добавляют в последнюю очередь до необходимого количества. Хлористый аммоний менее горький, по сравнению с хлористым кальцием и меньше влияет на аппетит, однако включая его в рацион, необходимо следить, чтобы количество не протеинового азота не превышало 3% от сырого протеина или 0,5% от сухого вещества рациона.

6. Лучший технологический вариант использования анионогенных солей – включение их в сбалансированный монорацион. При этом надо следить, чтобы не происходило сепарации добавок из крупно измельчённых грубых кормов. Названные соли могут быть

включены в концентраты, при условии, что концентратов скармливают не менее 2,5 кг /гол/день. Менее удобно для использования – их смешивание с силосом, к тому же этот приём не позволяет надёжно контролировать полное потребление анионогенных солей. Если доза добавок велика (более 2,5 экв в день), то коров приучают к ним в течение 2-3 дней, постепенно увеличивая дозу до полной.

На основании обобщения результатов ряда публикаций пришли к выводу, что наиболее надёжным критерием для принятия решения об оптимальной величине ВАКБ является величина рН мочи (Charbonneau et al. 2006). Образец мочи для анализа отбирают с середины струи (чтобы избежать загрязнений первых порций) через 2-3 суток после начала применения анионогенных добавок и через 4-6 часов после кормления. Для контроля берут 6-8 коров. При этом могут возникнуть следующие ситуации:

Средний рН мочи = $6,3 \pm 0,5$. Хороший результат!

Достигнут компенсируемый метаболический ацидоз.

Средний рН мочи = $7,4 \pm 0,5$. В суточный рацион необходимо добавить 2 экв/гол анионогенных добавок. После 3 дней измерить рН мочи. Цель: рН мочи 6,3 – 6,8

Средний рН мочи = $5,2 \pm 0,5$. Сформировался не компенсируемый метаболический ацидоз. Опасно для животных! Исключите на один день из рациона анионогенные добавки, а затем включите их в количестве 1,5 экв/гол /день и через 3 дня замерьте рН мочи.

У 4 коров рН мочи 5,2 и у 6 коров – рН 7,3 - 7,8.

Коровы с рН 5,2 сегодня с утра съели много корма с низкой ВКАБ, но они не съедят столько же завтра (не вкусный корм) – у них не компенсируемый метаболический ацидоз. Коровы с рН мочи 7,3 - 7,8 с утра не ели корма (не вкусный корм), Но, вероятно, съедят его много на следующий день (проголодаются) и тогда у них будут признаки метаболического ацидоза. Необходимо исключить на один день из рациона анионогенные добавки, а затем включить их в количестве 1,5 экв/гол ежедневно и через 3 дня замерить рН мочи.

Продукция молозива и молока сопровождается повышением интенсивности обмена веществ и преобладанием в организме кислых ионов, которые образуются в процессе метаболизма – это ограничивает продуктивность. Для противодействия им ВКАБ рациона пересматривают. В первые 100 дней лактации величину КАБ рекомендуется поднять ближе к 450 - 500 мэкв/кг. Состав основного рациона в последние дни сухостоя должен

максимально приближаться к рациону отелившейся коровы, поэтому из него в день отёла из него исключают аниогенные добавки и заменяют их алкогенными. Не следует забывать, что количество сульфатов и хлоридов необходимо снизить до уровня, обеспечивающего потребность коров в сере и хлоре. В российской практике коровам после отёла принято скармливать буферные смеси, которые считают самостоятельными кормовыми добавками, мало связанными с составом рациона. В рацион новотельных коров рекомендуют включать 150 - 250 г/гол/день соды, которая является сильным алкогенным фактором и повышает ВКАБ. Дозу соды никто не связывает с ВКАБ, хотя её следует рассчитать исходя из ВКАБ основного рациона и количества, необходимого для повышения ВКАБ до +450... +500 мэкв/кг.

Уровень калия после сухостойного периода в рационе следует поднять до 1,6 – 1,8%, - подходящим его источником будет углекислая соль, поскольку хлористая и серноокислая не эффективны. В связи с этим добавка соды в рационы имеет смысл, если ВКАБ ниже 400 мэкв/кг в течение первых 3 месяцев лактации. В середине лактации ВКАБ снижают до +275 – +400 мэкв/к (Sanchez W. K. 2000), за счёт исключения (или уменьшения) соды, сохраняя концентрацию калия на уровне 1,6%.

При достаточном содержании в рационе физически эффективной клетчатки корова выделяет в сутки до 230-240 литров слюны, с которой в рубец поступает 3,17 кг гидрокарбоната натрия и 0,9 кг динатрийфосфата (Erdman, 1988), а по другим данным - до 7,2 кг гидрокарбоната натрия. При содержании в рационах концентратов более 50% снижается интенсивность жвачки, и поступление слюны в рубец уменьшается до 150 - 170 литров - соответственно меньше поступает в рубец гидрокарбоната натрия, недостаток которого следует восполнять содой. На рационах с высоким уровнем концентратов ВКАБ устанавливают по верхней границе рекомендуемого диапазона. Замечено, что с повышением ВКАБ корма возрастает количество потребляемой воды, что способствует молокоотдаче. На рационах лактирующих коров рН мочи должен быть в пределах 7,6 – 8,3. Показатель ниже 7,6 свидетельствует о том, что ВКАБ рациона следует повысить, иначе корова не достигнет возможного уровня продуктивности. Высокий рН мочи свидетельствует, что наблюдаются нежелательные отклонения в обмене веществ и продуктивность снижена, поэтому нужно убавить в рационе количество соды, вплоть до полного её исключения и, если этого недостаточно, то немного снизить концентрацию калия.

В России результаты по влиянию ВКАБ на коров только накапливаются и применяются в хозяйствах, где работают зарубежные консультанты, поэтому информация остаётся закрытой. В Канаде, США и странах западной Европы этим приёмом пользуются с девяностых годов прошлого столетия (таблица)

Таблица.

Влияние рационов с отрицательной ВКАБ в сухостойный период на здоровье и последующую продуктивность коров

ВАКБ в сухостойный период, экв/кг	Заболевания, %			Получено молока за 305 дней лактации, кг	Исследователи
	Парез	Гипокальцемия,	Задержка последа		
-75	4,2	29,2	0,05	Нет данных	Oetzel и др. 1989
+189	16,7	66,7	25,0		
-250	4,0	19,0	Нет различий	9376	Beede и др. 1991
+50	9,0	50,0		9049	
-129	0,0	Нет данных		7142	Block и др. 1984
+331	47,7			6656	

Из представленных данных следует, что скармливание коровам в сухостойный период рационов, с ВКАБ от -75 до -250 мэкв/кг вело к улучшению здоровья отелившихся коров и повышению удоя на 300 – 400 кг за последующую лактацию.

В заключение повторим, что ВКАБ важный параметр рациона, но не главный. Постановка вопроса о главном компоненте рациона сама по себе не верна, так как состав рациона должен быть сбалансирован с потребностью организма в питательных веществах. ВКАБ – это новый для российских специалистов параметр, контроля качества рациона, который не требуя больших расходов, позволит повысить экономику молочного скотоводства.

Только в ГК АгроБалт трейд производят кормовые добавки для регуляции ВКАБ рационов. Группа компаний АгроБалт Трейд предлагает следующие продукты, для регуляции ВКАБ и подготовки коровы к благополучному отелу:

Минвит-5-2 «Электролитный баланс» (для коров и нетелей в период 3 недели до отела),

Минвиты группы 5 (для сухостойных коров),

БВМК 7310 (для сухостойных коров).

Специалисты ГК АгроБалт трейд располагают необходимыми знаниями и опытом для оказания помощи в практических условиях.

В.С. Крюков

19 октября 2011