

# КАК ПРАВИЛЬНО ВЫБРАТЬ РУБЦОВЫЙ БУФЕР В ПЕРИОД ТЕПЛОВОГО СТРЕССА У КОРОВ

**В. ГРЕЧИШНИКОВ, А. ПАНИН**, кандидаты с.-х. наук, **Е. МИХАЛЬЧУК, М. СЕНИН, О. ПОЖАРСКАЯ**, компания «КормоРесурс»  
**Г. ЯКОВЦЕВ**, компания Timab Magnesium, Франция

К числу насущных проблем молочного животноводства, приносящих ощутимые экономические потери, относится тепловой стресс. Он возникает при воздействии на животных высоких температур окружающей среды в теплое время года в совокупности с повышенной или, наоборот, с очень низкой влажностью. Наиболее комфортной для них является температура в диапазоне от 0 до 25°C. Помимо нее на организм коровы оказывает влияние и влажность воздуха. При высокой влажности тепловой стресс возникает уже при достаточно низких температурах. Например, если температура воздуха составляет всего лишь 20°C, а влажность превышает 70%, корова испытывает начальную фазу теплового стресса и вынуждена использовать все ресурсы организма для адаптации к неблагоприятным условиям окружающей среды.



Пожалуй, одним из самых значимых негативных последствий воздействия теплового стресса на животных является субклинический ацидоз рубца. При правильном соотношении питательных веществ в рационе достигается равномерная динамика ферментации углеводов в рубце, не приводящая к избытку молочной кислоты. Образующиеся при этом летучие жирные кислоты (ЛЖК) используются организмом для производства глюкозы, лактозы, жира в молоке и на энергетические нужды. Недиссоциированные кислоты всасываются, а диссоциированные нейтрализуются буферной системой слюны, в результате чего рН рубцового содержимого поддерживается на уровне 6,2–6,8. Но когда корова испытывает тепловой стресс, у нее наблюдается существенное снижение эффективности этой буферной системы, поскольку из-за интенсивного слюноотделения уменьшается количество бикарбоната. Кроме того, животные, стремясь снизить теплопродукцию, сортируют кормовую смесь, выбирая концентрированные корма и игнорируя объемистые, что также приводит к увеличению количества кислот в рубце и закислению его содержимого.

Под субклиническим ацидозом рубца следует понимать смещение рН рубцового содержимого в кислую сторону (ниже 6,2). Профилактика закисления рубца заключается в правильной организации кормления, стимуляции жевательной активности, поддержании оптимального

анионно-катионного баланса рациона. Но даже в условиях самого совершенного менеджмента применение высококонцентрированных ацидогенных рационов приводит к необходимости более радикальных мер по поддержанию рН рубца на физиологическом уровне, а именно к использованию буферов и нейтрализаторов кислотности.

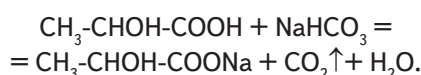
**К истинным буферам относятся вещества, способные поддерживать рН в узком диапазоне при добавлении к ним кислот или щелочей.**

Типичный буфер — бикарбонат натрия, или пищевая сода, использование которой имеет ряд нюансов. Прежде всего, это быстрорастворимое вещество и его действие будет достаточно равномерным только в общесмешанном рационе (ОСР/ТМР). Растворимость соды, ее эффективность в рубце ограничены временем — 1 часом после кормления, тогда как максимальное количество ЛЖК образуется в течение 4–6 часов. Кроме того, есть исследования, которые показывают, что дозировка соды свыше 110 г на голову способствует снижению потребления корма, по-видимому, это связано с ухудшением его вкусовых качеств. Совместное применение соды с солью зачастую приводит к превышению уровня натрия в рационах. Его избыток угнетает активность ряда ферментов, вызывая серьезные метаболические расстройства. ➔

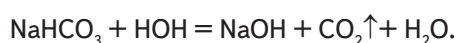
В тканях задерживается больше воды, появляются отеки и повышается артериальное давление, возможны опасные нарушения в работе мышц и нервной системы. Вместе с тем этот катион необходим для правильного функционирования многих систем в организме. Наиболее важная его функция — обеспечение совместно с калием функционирования натрий-калиевого насоса, благодаря чему поддерживается потенциал клеточных мембран и объем клеток, осуществляется поступление питательных веществ в клетки, а также выведение метаболитов за пределы клеток. Натрий регулирует тонус скелетных мышц и сердца, а также передачу сигналов в нервной системе. Таким образом, при использовании соды важно отслеживать рекомендуемый уровень натрия в рационе и соотношение К/Na.

В рубце в результате реакции нейтрализации молочной кислоты содой образуется углекислый газ. В эксперименте *in vitro* при инкубации рубцового содержимого сравнивали действие равных молярных доз разных буферных добавок, об активности которых судили по образованию газов и изменению pH инкубационной среды. Установили, что по сравнению с контролем сода повысила выделение углекислого газа на 49% (Fiser I., 2010), что свидетельствует о значительных потерях энергии рациона.

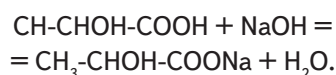
Реакция нейтрализации молочной кислоты гидрокарбонатом натрия:



Следует отметить, что на нейтрализацию молочной кислоты идет только часть гидрокарбоната натрия, остальная часть гидролизует также с выделением углекислого газа:

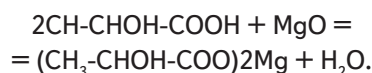


После этого гидроксид натрия вступает в реакцию нейтрализации с кислотами:



Буферные добавки на основе карбоната кальция, такие как кальцинированные морские водоросли, эффективнее соды благодаря более высокой буферной емкости, которая составляет 18–20 мЭкв/г, в сравнении с 12 мЭкв/г у соды. Эти продукты обладают низкой растворимостью, поэтому имеют пролонгированное действие в рубце. Однако следует помнить, что она находится в прямой зависимости от pH среды: чем выше pH, тем выше их растворимость. Оксид магния не обладает буферными свойствами, он обладает щелочными свойствами и является раскислителем или нейтрализатором. Ввиду ограниченной растворимости оксид магния дольше задерживается в рубце и нейтрализует кислоты по мере увеличения их концентрации. При достижении значений pH в рубце 6,6–6,8 растворимость оксида магния резко

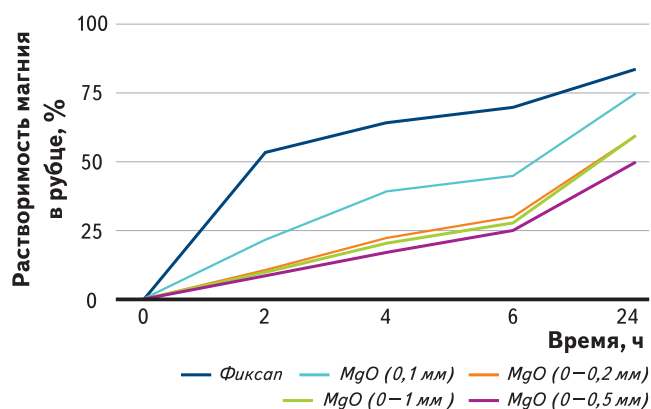
падает, что предотвращает дальнейшее повышение pH рубца, поддерживая его в пределах физиологической нормы. Данная реакция выражается уравнением:



Применение оксида магния вызывает снижение pH не только в рубце, но и в тонком кишечнике, что способствует большей активности амилалитических ферментов и улучшению переваримости крахмала. При этом рационы обогащаются магнием, который зачастую находится в дефиците. В организме животного этот элемент сосредоточен в мягких тканях и скелете, входит в состав костей и зубов, участвует в функционировании нервно-мышечного аппарата и иммунобиологических процессах, является составной частью и активатором многих ферментов (транспортных адезинтрифосфатаз, ацетилхолинэстераз). Магний обеспечивает сохранность структуры митохондрий и осуществление в них сопряжения окисления с фосфорилированием. При его недостатке в кормах и воде у животных возникает гипомagneзиемия, которая проявляется в замедлении роста, нарушении нервно-мышечной деятельности. У лактирующих коров явление гипомagneзиемии, именуемое пастбищной тетанией, может развиваться в весенне-летний период при переводе их на кормление зеленой массой. Добавление магния в рацион увеличивает анионно-катионный баланс (DCAD), оптимальное значение которого в рационах для дойных коров составляет 250–400 мЭкв/кг СВ рациона. Метаболизм магния тесно увязан с уровнем в рационе кальция и фосфора. И чем выше их содержание, тем выше должно быть содержание магния. Потребность в магнии возрастает с повышением уровня продуктивности животных.

Известно, что максимальная теоретическая буферная емкость химически чистого оксида магния составляет 41 мЭкв/г, но у природных оксидов магния в связи с наличием существенного количества примесей она составляет в среднем 15–20 мЭкв/г. Истинная кислотосвязывающая способность различных продуктов на основе оксидов магния может сильно отличаться в зависимости от степени чистоты, активной поверхности, растворимости и, следовательно, их реакционной способности. Чем выше растворимость оксида магния, тем лучше протекает реакция нейтрализации. Научные исследования по растворимости оксида магния проводятся уже длительное время. Еще в 1989 году Beede D.R. и соавторы выяснили, что растворимость разных образцов оксида магния в рубце варьирует от 6,5 до 22,6%. В наше время эти исследования продолжила французская компания Roullier, также известная как TIMAB Magnesium. Изучение растворимости оксидов магния из различных источников проводилось в центре исследований и разработок компании с использованием анализатора переваримости в искусственном рубце. Каждый из образцов в трех повторно-

стях добавляли в инокулят на основе рубцового сока и искусственной слюны. Полученную смесь инкубировали в анаэробных условиях при температуре 39°C. Начальный pH регулировался на уровне 6,5, а мониторинг химической кинетики проводили через 2, 4, 6 и 24 часа. После скрининга множества образцов оксидов магния с различными физико-химическими свойствами и условиями их механической и термической обработки была создана кормовая добавка **Фиксап** для нормализации уровня pH рубца у жвачных животных. Она представляет собой стандартизованную смесь продуктов на основе оксида магния с различными свойствами, спроектированную для обеспечения эффекта быстрой нейтрализации избытка кислот и его пролонгации в течение 6–8 часов. Как видно из результатов опыта, Фиксап обладает наибольшей растворимостью среди источников магния, участвовавших в исследовании, имеет наилучшее усвоение и кислотосвязывающую способность (рис. 1).



Данные Центра Всемирных инноваций Roullier на основе нескольких тестов (ферментация *in vitro*).

Рис. 1. Сравнение растворимости образцов оксида магния и Фиксапа

Из данных рисунка 2 видно, что нейтрализующее действие Фиксапа выше в 3,25 раза, чем у соды, и почти в 2 раза, чем у кальцинированных водорослей.

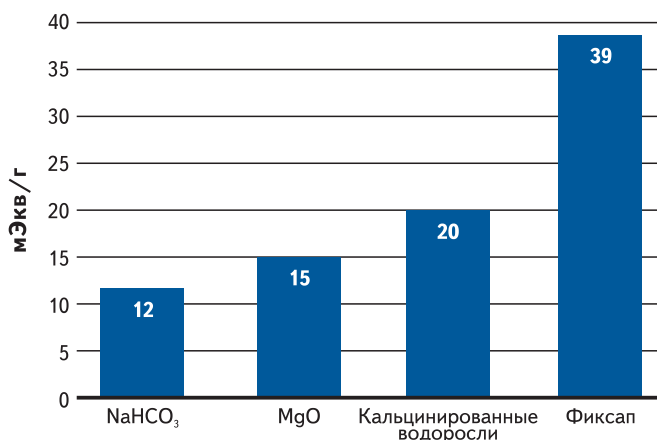


Рис. 2. Нейтрализующая способность различных буферов

Различные условия кормления и содержания животных, а также различное качество кормов требуют дифференцированного подхода к использованию буферов. При их выборе и дозировке необходимо ориентироваться на уровни легкодоступных углеводов, нейтрально-детергентной клетчатки (НДК), натрия, калия, хлора, магния и анионно-катионного баланса.

Риск развития ацидоза рассчитывается как среднеарифметическое значение баллов, полученных по каждому из четырех критериев, и оценивается по следующей шкале: от 0 до 0,7 — низкий; от 0,7 до 1,2 — умеренный; более 1,2 — высокий (таблица).

#### Оценка риска ацидоза на основе анализа рациона

Критерий	Степень риска, баллы		
	низкая	умеренная	высокая
	0	1	2
Концентраты, % от СВ	30–35	35–45	>45
НДК рациона, % от СВ	>35	30–35	<30
НДК основных кормов, % от СВ	>30	25–30	<25
Крахмал, % от СВ	15–20	20–30	>30

Пример расчета: доля концентратов в рационе более 50% (2), НДК рациона 30% (1), НДК основных кормов 25% (1), крахмала 28% (1). Общий балл риска ацидоза:  $(2 + 1 + 1 + 1)/4 = 1,25$ . Вычисленный балл риска развития ацидоза должен использоваться для расчета дозировки буфера. К примеру, баллу 1,25 будет соответствовать дозировка продукта Фиксап 0,4% от СВ рациона.

При анализе эффективности того или иного буфера следует обращать внимание на изменение поведения животных, жевательной активности, потребления корма, продуктивности, на соотношение жира и белка. Правильно подобранный буфер будет способствовать удержанию pH рубца в оптимальном диапазоне на протяжении всего дня, создаст благоприятную среду для развития целлюлозолитической микрофлоры, улучшит переваримость корма и конверсию сухого вещества рациона.

#### Литература

- Профилактика ацидоза рубца у лактирующих коров с применением кормовых буферных добавок / В. С. Крюков, С. В. Зиновьев // Животноводство и молочное дело — 2017.
- Буферные добавки и раскислители в рационе лактирующих коров / В. Крюков, С. Попова // Комбикорма — 2012. — № 6.
- Биохимия водно-минерального обмена // Учебно-методическое пособие. — Витебск, 2007.
- Материалы, предоставленные компанией TIMAB Magnesium, Франция.
- Comparison of Four Magnesium Oxide Sources Each Fed at Three Dietary Concentrations to Lactating Cows / David. K. Beede, German G. Davalos, Estelle M. Hirschert. ■