

ОБМЕН ИОНИЗИРОВАННОГО КАЛЬЦИЯ И ИЗМЕНЕНИЕ PH МОЧИ У КОРОВ В ТРАНЗИТНЫЙ ПЕРИОД ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АНИОННЫХ СОЛЕЙ

А. В. ГОРДЕЙКО, Д. В. ВОРОНОВ

Учреждение образования «Гродненский государственный
аграрный университет»,
г. Гродно, Республика Беларусь, 230023

(Поступила в редакцию 15.03.2023)

Гомеостаз кальция в организме поддерживается множеством факторов. Даже при оптимальном поступлении и усвоении минерала, у высокопродуктивных коров регулярно регистрируется снижение уровня кальция в крови: в первую очередь – в новотельный период. Около 50 % высокопродуктивных коров имеют латентную гипокальцемию. Введение в состав рациона кормления анионных солей позволяет регулировать и контролировать катионно-анионный баланс. Для активации поступления в кровь кальция из костей необходимо не только достаточное количество паратгормона (ПГ), но и проявление его активности, которое зависит от кислотно-основного баланса организма (КЩБ). Измерение кальция необходимо для контроля состояния здоровья коровы. В крови кальций находится в трех формах: связанный с белками – альбумином и глобулином, в комплексе с анионами (бикарбонат, цитрат, лактат, фосфат), ионизированный. Свободно ионизированный кальций – является метаболически активной формой минерала. Скрининг коров для выявления дисбаланса уровня минерала путем измерения ионизированного кальция в крови является актуальным для оценки риска появления у коров родильного пареза и причин снижения продуктивности. Использование кормовой добавки, содержащей анионные соли, позволяет повысить уровень ионизированного кальция на 27,3 % в сравнении с данным показателем у коров до отела. В ходе исследования скормливание анионных солей позволило увеличить количество ионного кальция в первые три дня после отела на 27,8 % в сравнении с контрольными животными. Вывод: добавление в рацион анионных солей в виде витаминно-минеральной смеси СК500 благоприятно влияет на кальциевый обмен.

Ключевые слова: кальций, гипокальцемия, транзитный период, анионные соли, коровы.

Calcium homeostasis in the body is maintained by many factors. Even with optimal intake and assimilation of the mineral, highly productive cows regularly register a decrease in the level of calcium in the blood: first of all, in the new calving period. About 50 % of highly productive cows have latent hypocalcemia. The introduction of anionic salts into the composition of the diet allows you to regulate and control the cation-anion balance. To activate the entry of calcium into the blood from the bones, not only a sufficient amount of parathyroid hormone is necessary, but also the manifestation of its activity, which depends on the acid-base balance of the body. Measurement of calcium is necessary to monitor the health of the cow. In the blood, calcium is found in three forms: associated with proteins - albumin and globulin, in combination with anions (bicarbonate, citrate, lactate, phosphate), ionized. Freely ionized calcium is a metabolically active form of the mineral. Screening cows for mineral imbalances by measuring blood ionized calcium is relevant for assessing cows' risk of puerperal paresis and the causes of performance decline. The use of a feed additive containing anionic salts makes it possible to increase the level of ionized calcium by 27.3 % in comparison with this indicator in cows before calving. During the study, the feeding of anionic salts made it possible to increase the amount of ionic calcium in the first three days after calving by 27.8 % in comparison with

control animals. Conclusion: the addition of anionic salts to the diet in the form of a vitamin-mineral mixture SK500 has a positive effect on calcium metabolism.

Key words: calcium, hypocalcemia, transition period, anionic salts, cows.

Введение. Кальций является наиболее распространенным минералом в организме и выполняет важнейшую роль в физиологических процессах: участвует в передаче нервных импульсов, активизирует ряд ферментов и гормонов, его соли обеспечивают прочность костной ткани и свертывание крови [4].

Даже при оптимальном поступлении и усвоении минерала, у высокопродуктивных коров регулярно регистрируется снижение уровня кальция в крови: в первую очередь – в новотельный период. По данным различных авторов, 50% высокопродуктивных коров имеют гипокальциемию после отела [3; 5].

Использование анионных солей в кормлении крупного рогатого скота на практике реализуется уже более десятка лет. Введение в состав рациона кормления анионных солей позволяет регулировать и контролировать катионно-анионный баланс (КАБ) [7; 8].

Подкисленный рацион приводит к освобождению катионов (включая кальций) в кровь для коррекции её рН. Перед отёлом концентрация гидроксипролина плазмы (маркера активности костной резорбции) и ионизированного кальция (iCa) более высока у коров, которые получили рацион с высоким содержанием анионов [6]. Для активации поступления в кровь кальция из костей необходимо не только достаточное количество паратгормона (ПГ), но и проявление его активности, которое зависит от кислотно-щелочного баланса организма (КЩБ). Сдвиг его в кислую сторону (компенсированный метаболический ацидоз) активизирует действие ПГ, повышает ответ тканей на ПГ.

Доступным способом влияния на КЩБ организма может быть изменение кормовой катионно-анионной разницы (КАР) или катионно-анионного баланса (КАБ) рациона. Отмечается, что включение анионных солей в концентрированную смесь, использовавшуюся для дополнения к травяному силосу во время сухостоя, улучшает метаболизм кальция [8; 9; 10].

Есть данные [10] о том, что рацион с низкой КАБ приводит к более высокому ионизированному Са. Эта находка позволяет судить о полезном влиянии анионных солей на метаболизм кальция. Увеличение пропорции ионизированного кальция в общей доле содержания кальция в крови животных анионной группы может происходить благодаря изменениям в кислотно-щелочном балансе крови.

Измерение кальция необходимо для контроля состояния здоровья коровы. В крови кальций находится в трех формах: связанный с белками – альбумином и глобулином, в комплексе с анионами (бикарбонат, цитрат, лактат, фосфат), ионизированный. Последний или по-другому – свободно ионизированный кальций – является метаболиче-

ски активной формой минерала [6]. Это та форма, на уровень которой организм активно реагирует, запуская физиологические процессы адаптации при изменении уровня его в крови [1; 2]. Общепринятый подход оценки эффективности средств, влияющих на обмен кальция, сведен к измерению общего кальция. Считаем актуальным оценить ионизированную фракцию кальция при скармливании анионных солей глубоководной корове.

Цель исследования – определить ионизированный кальций в крови коров до и после отёла и изменение рН мочи на фоне использования анионных солей.

Основная часть. Исследования были проведены в период с сентября 2021 по май 2022 года на МТК «Саволевка» в СПК им. И. П. Сенько (Гродненский р-н) и на кафедре акушерства и терапии УО ГГАУ.

В ходе исследований в секции для сухостойных коров МТК «Саволевка» провели замеры рН мочи и уровня iCa в крови животных. Учитывали количество дней до отела. Контрольная группа животных получала стандартный рацион, опытная – с кормом получала витаминно-минеральную смесь «СК-500».

Для определения уровня рН мочи использовали электронный рН-метр. Мочу отбирали через 2–4 часа после кормления. Для получения мочи аккуратно массировали область, находящуюся примерно на 10–15 сантиметров ниже вульвы. После начала мочеиспускания ожидали некоторое время и собирали материал в чистую емкость. Затем датчик рН-метра размещали в толще мочи, чтобы он был полностью в нее погружен. Каждый раз перед исследованием рН-метр калибровали с применением стандартных растворов. Калибровка производилась по инструкции к прибору. Дополнительно после калибровки прибор проверяли с применением «стандарта», приготовленного в условиях лаборатории.

Взятие крови проводили из хвостовой вены с соблюдением правил асептики и антисептики в вакуумные пробирки со стабилизатором гепарин (5ед. на 1 мл крови). Экспресс-исследование крови для определения iCa проводилось по установленной методике непосредственно в хозяйстве. Для этого использовали анализатор Horiba LAQUAtwin Ca-11C-1 (Япония). Оборудование компактно; отображение показаний происходит в течение нескольких секунд. Капли образца помещали на датчик измерителя ионов кальция LAQUAtwin и перед измерением закрывали крышку датчика. Ждали, пока показания стабилизируются. Сразу после измерения образца крови промывали датчик чистящим раствором, который содержит протеолитический фермент, удаляющий пятна на основе белка.

В результате исследований были получены данные, отраженные в табл. 1–4.

Таблица 1. Результаты исследования рН мочи и iCa у животных контрольной группы до отела

№ коровы	рН	iCa	Дней до отела	рН	iCa	Дней до отела
98310	8,1	0,6	6	выбыла		
313	8,2	0,5	12	8,1	0,6	2
98505	7,8	1	13	8,1	0,7	3
422	8	0,6	12	8,5	0,5	2
476	8,2	0,9	21	7,8	0,8	11
308	8	0,8	21	7,9	0,8	11
289	8,3	0,5	18	7,9	0,9	8
276	8,2	0,6	13	8,1	0,7	3
46	8,1	0,8	17	8,4	0,8	7
98607	8	0,6	16	8,1	0,7	6
56911	8,1	0,7	10	7,3	0,6	1
332	Замеры не проводили			8	0,7	15
423	Замеры не проводили			8,1	0,8	15

Согласно представленной информации установлено, что среднее значение рН мочи у животных контрольной группы снизилось (на 0,1 ед.). В частности уровень рН у коров № 313;476;308;289276 снизился на 0,1–0,4 единицы, а у коровы № 56911 на 0,8 ед. В то время как у животных №98505; 422; 46; 98607 этот же показатель увеличился на 0,1–0,5 единиц.

Уровень ионизированного кальция в среднем по группе остался неизменным (0,7 ммоль/л), что ниже нормального уровня iCa – 0,9 ммоль/л. А у животных № 98505, 422, 476,56911 уровень iCa ближе к отелу даже снизился; и только одна корова № 289 имела нормальный уровень ионизированного кальция. Это явление (сохранение гипокальциемии) может указывать на то, не происходит эффективной стимуляции ПТГ чувствительных рецепторов, что в свою очередь способствует увеличению уровня iCa. При этом, количество общего кальция в рационе соответствовало требованиям норм кормления. Из чего можно сделать вывод, что гипокальциемия не связана с недостатком алиментарного кальция.

Как видно из полученных данных (табл. 2), уровень ионизированного кальция в контрольной группе в первую неделю после отела имел среднее значение 0,7 ммоль/л, что ниже нормального уровня iCa – 0,9 ммоль/л. И только спустя ± 10 дней после отела данный показатель увеличился до 1,0 ммоль/л.

Согласно данным, уровень iCa у 10 из 12 коров был ниже нормы. Это составляет 83,3 % животных из представленной выборки. Однако при измерении данного показателя на 10–16 дни, количество коров с гипокальциемией уменьшилось до 2 животных (№№ 98607 и 423). Это составило 16,7 %. Такое изменение числа животных с дефицитным значением iCa говорит выраженной гипокальциемии в период первых 2–4 дней. У некоторых коров количество iCa изменилось незначительно.

Таблица 2. Результаты исследования iCa у животных контрольной группы после отела

№ коровы	iCa после отела	Дней после отела	iCa после отела	Дней после отела
313	0,5	3	1	12
98505	0,6	2	0,9	15
422	0,8	2	1	16
476	0,4	1	1,2	16
308	0,6	2	1	14
289	0,9	6	0,9	12
276	1	5	0,9	13
46	0,8	2	0,9	10
98607	0,6	3	0,8	12
56911	0,5	1	1,2	14
332	0,6	2	1	12
423	0,7	3	0,8	13
385	Замеры не проводились		0,9	18
412	Замеры не проводились		1	19

Согласно полученным данным (табл. 3), нами было отмечено существенное уменьшение рН мочи. Только у одной головы №229 данный показатель несущественно увеличился (0,1 ед.). Уменьшение уровня рН мочи за счет анионных солей является хорошей тенденцией. Это вызывает метаболический ацидоз, который подкисляет мочу. Метаболическое подкисление коровы делает доступным больше кальция в метаболизме для удовлетворения высокой потребности в кальции, которая возникает при отеле. Это позволяет контролировать уровень кальция после отела.

У животных опытной группы уровень ионизированного кальция до отела имел значение 0,8 ммоль/л, что так же ниже нормального уровня iCa (табл. 3). Только животные № 463, 407, 27, 45, 242 имели уровень ионизированного кальция в пределах нормы. Среднее значение рН мочи по группе за ± 12 дней до отела снизился с 7,9 до 6,9 за 2 дня до отела.

Таблица 3. Результаты исследования рН мочи и iCa у животных опытной группы до отела

№ коровы	рН	iCa	Дней до отела	рН	Дней до отела
474	8,3	0,6	18	6,8	2
484	7,5	0,5	15	6,9	2
463	7,4	0,9	16	6,5	2
146	7,9	0,8	17	6,2	2
395	8,1	0,7	12	6,9	2
435	8,3	0,6	14	7,1	2
444	8,2	0,8	16	7,2	2
229	7,4	0,8	5	7,5	2
386	8,1	0,4	4	7,4	2
407	8,6	0,9	7	7,1	2
27	8,4	0,9	12	6,5	2
45	7,5	1,2	9	6,8	2
242	7,9	1	14	6,9	2
252	7,8	0,8	15	6,7	2
531	7,1	0,6	13	6,8	2

Согласно данным табл. 4, в первые дни после отела средний уровень iCa по опытной группе составил 1,0 ммоль/л.

Таблица 4. Результаты исследования iCa у животных опытной группы после отела

№ коровы	iCa после отела	Дней после отела	iCa после отела	Дней после отела
474	1	3	1,1	14
484	1	4	1,1	15
463	0,9	3	1,2	15
146	0,8	2	1	17
395	1,1	2	1	15
435	1,1	2	1,2	14
444	0,8	3	1,1	12
229	0,8	3	1	15
386	0,7	3	0,9	16
407	0,9	2	0,9	15
27	1,1	3	1,1	14
45	1,1	2	1,1	14
242	1	2	1	14
252	1	2	1,1	12
531	1,2	4	1,2	18

Уровень iCa у 4 из 15 голов был ниже нормы, что составляет 26,6 %. Но при измерении этого показателя после отела – все животные имели уровень ионизированного кальция в пределах нормы. В частности, у животных с низким уровнем iCa до отела данный показатель после отела увеличился на 0,4–0,6 ммоль/л.

Спустя 12–18 дней после отела среднее значение уровня ионизированного кальция по составило 1,1 ммоль/л. У каждого животного показатель увеличился на 0,1–0,3 ммоль/л. Это указывает на эффективность использования анионной добавки в рационе коров. Что позволяет предотвратить развитие гипокальцемии и других патологий, связанных с нарушением обмена веществ.

Сводная информация об изменении рН мочи приведена в рис. 1. Согласно представленным данным рН мочи у животных контрольной группы, в целом, остался без изменений. В тоже время у животных опытной группы данный показатель снизился на 1 единицу. Это явление связано с контролируемым метаболическим ацидозом, возникшим в результате применения анионных солей в составе рационов кормления сухостойных коров. Введение в состав рациона кормления анионных солей позволило регулировать и контролировать катионно-анионный баланс, что отразилось на уровне рН мочи. Такое явление позволит влиять на количество и фракции кальция в крови у животных после отела.

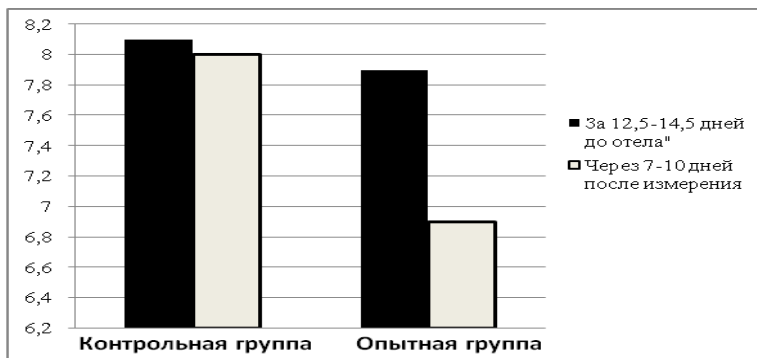


Рис. 1. Уровень pH мочи у животных опытной и контрольной групп, ед.

Сводные данные об изменении количества ионизированного кальция у коров опытной и контрольной групп отражены в табл. 5. Уровень ионизированного кальция в контрольной группе перед отелом остался без изменений и имел значение ниже установленной референтной величины. Этот же показатель в опытной группе увеличился перед отелом на 0,3 ммоль/л: с 0,8 до 1,1 ммоль/л. В целом, рост составил 27,3 %. Это позволяет сделать вывод о высокой эффективности использования анионных солей в рационе сухостойных коров. Как известно, уровень кальция влияет на профилактику родильного пареза и послеродовых осложнений, связанных с нарушением обмена веществ.

Таблица 5. Среднее значение iCa у животных обеих групп до и после отела, ммоль/л ($M \pm m$)

Контрольная группа	Опытная группа
14,5 дней до отела	12,5 дней до отела
0,69±0,16	0,8±0,21
7 дней до отела	через 10 дней после первого измерения
0,72±0,11	1,07±0,1
3 дня после отела	3 дня после отела
0,7±0,18	0,97±0,14
14 дней после отела	14 дней после отела
0,96±0,12	1,1±0,1

Как видно из табл. 5, значение ионизированного кальция у животных опытной группы как до, так и после отела имеет более высокий уровень. Следует отметить, что в начале опыта уровень iCa в опытной группе был ниже требуемых значений (0,8 ммоль/л). Референтная величина – не ниже 0,9 ммоль/л, но уже спустя 10 дней после начала опыта данный показатель увеличился до 1,07 ммоль/л (этот рост составил – 33,7 %). Сразу после отела у коров опытной группы этот параметр уменьшился на 9,3 %. Это явление физиологически обосновано, так как животные начинают лактировать, много кальция выводится с

молоком. Однако, в сравнении с контрольной группой в первые три дня после отела у коров опытной группы этот показатель оказался выше на 27,8 %. Это доказывает предположение, что у новотельных коров, которые потребляли анионные соли до отела, на высоком уровне поддерживается кальция. Эта тенденция продолжилась далее, что было выявлено при мониторинге iCa на 14 день. В частности, количество минерала было выше у опытной группы на 12,7 %, чем у контроля.

Скрининг коров для выявления дисбаланса уровня минерала путем измерения ионизированного кальция в крови является актуальным для оценки риска появления у коров родильного пареза и причин снижения продуктивности. Использование кормовой добавки, содержащей анионные соли, позволяет повысить уровень ионизированного кальция на 27,3 % в сравнении с данным показателем у коров до отела. В ходе исследования скармливание анионных солей позволило увеличить количество ионного кальция в первые три дня после отела на 27,8 % в сравнении с контрольными животными. На основании полученных данных можно сделать вывод, что добавление в рацион анионных солей в виде витаминно-минеральной смеси СК500 благоприятно влияет на кальциевый обмен.

Интересы: экспресс-анализаторы для определения уровня ионизированного кальция в крови, а также для рН-метрии мочи предоставлены ЧНИУП «Алникор» (г. Гродно).

ЛИТЕРАТУРА

1. Годейко, А. Контроль обеспечения организма коровы кальцием: обзор современной информации / А. Гордейко, Д. Шешко, Д. Воронов // Сборник научных статей по материалам XXIII Международной студенческой научной конференции. – Гродно: Издательско-полиграфический отдел УО ГГАУ, 2022. – С. 20–21.
2. Годейко, А. Результаты мониторинга уровня ионизированного кальция в крови коров / А. Гордейко, Д. Воронов // Сборник научных статей по материалам XXIII Международной студенческой научной конференции. – Гродно, 2022. – Издательско-полиграфический отдел УО ГГАУ. – С. 17–19.
3. Акушерство, гинекология и биотехника размножения животных: учебник / Студенцов А.П., Шипилов В. С., Никитин В. Я. [и др.]; под ред. В. Я. Никитина и М. Г. Миролюбова. – М.: КолосС, 2005. – 512 с.
4. Анализ нарушения обмена веществ у высокоудойных коров / Мищенко В. А., Мищенко А. В., Ермилов И. В. [и др.] // Ветеринария Кубани. – 2012. – №6. – С. 15–17.
5. Болезни крупного рогатого скота: справочник / А. А. Лимаренко, А. И. Бараников, Ан. А. Лимаренко [и др.]. – М.: Лань. – С. 149.
6. Пентти, А. Потребность в минеральных веществах. Кормление дойной коровы / А. Пентти. – Финляндия, ProAgria, 2009. – С. 40–44.
7. Lincoln, S. D. & Lane, V. M. Serum ionized calcium concentration in clinically normal dairy cattle, and changes associated with calcium abnormalities // Journal of the American Veterinary Medical Association. – 1990. – №11. – С. 1471–1474.
8. Oetzel, G. R., Olson, J. D., Curtis, C. R. & Fettman, M. J. Ammonium chloride and ammonium sulfate for prevention of parturient paresis in dairy cows // Journal of Dairy Science. – 1988. – №71. – С. 3302–3309.
9. Roche, J. R. Dietary Cation-Anion Difference for Grass-fed Dairy Cows: дис. Ph.D. Diss: Univ. College, Dublin, 1999. – 200 с.
10. Roy, M. Patkin, W. Anu Reynolds, Gerald A. Williams et al. Calcium metabolism in normal pregnancy: a Longitudinal study. – 133, №7 изд. – 1979. – С. 781–787.