

DOI: 10.30906/1999-5636-2019-12-3-7

УДК (UDC) 591.149.1:636.2.034

Статья поступила (Submitted) 25.09.2019 г.

## ЗНАЧИМОСТЬ ПОДДЕРЖАНИЯ ВОДОРОДНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ В ОРГАНИЗМЕ КОРОВ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ И ПОВЫШЕНИЯ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ

© М. М. Луговой, Т. О. Азарнова, В. Е. Подольников, И. С. Луговая

Реакция среды рубца коров — важный показатель, который определяет динамику ферментативных процессов, образование метаболитов, их всасывание и использование в организме. Определена взаимосвязь между молочной продуктивностью коров и уровнем рН кормов и мочи. Для выявления признаков ацидоза изучено значение рН в силосной и сенажной траншеях в одном из колхозов Калужской области. Для обнаружения физиологических закономерностей течения биохимических процессов в организме измерены значения рН мочи у 40 подопытных животных, а также уровень среднесуточной продуктивности по результатам контрольной дойки. Коровы, получавшие «не кислый» силос (рН 4,22) и сенаж (рН 4,96) имели физиологически нормальное значение водородного показателя в моче (среднесуточная молочная продуктивность —  $21,95 \pm 0,94$  кг). Коровы, получавшие корм с более кислым значением рН, уровень которого на 10,7 % был ниже (среднесуточная молочная продуктивность —  $19,35 \pm 0,98$  кг), имели признаки хронического ацидоза. Снижение молочной продуктивности в этой группе на 24,1 % является следствием алиментарных метаболических заболеваний. Снижение рН мочи является диагностическим методом для выявления признаков хронического ацидоза в организме коров. Предложены меры профилактики алиментарных нарушений обмена веществ у молочных коров.

**Ключевые слова:** коровы; рубец; ацидоз; метаболические заболевания; рН; сочные корма.

## IMPORTANCE OF MAINTAINING A HYDROGEN INDEX IN THE COWS FOR PREVENTION OF METABOLIC DISORDERS AND FOR AN INCREASE IN MILK PRODUCTIVITY

© М. М. Lugovoi, T. O. Azarnova, V. Ye. Podolnikov, I. S. Lugovaya

The reaction of the rumen of cows is an important indicator that determines the dynamics of enzymatic processes, the formation of metabolites, their absorption, and use in the body. The relationship between the milk production of cows and the pH level of feed and urine was determined. To identify signs of acidosis, the pH value was studied in the silage and haylage trenches in one of the collective farms of the Kaluga region. To detect physiological patterns of biochemical processes in the body, urine pH values were measured in 40 experimental animals, as well as the average daily milk productivity as a result of control milking. Cows fed "non-acidic" silage (pH 4.22) and haylage (pH 4.96) had a physiologically normal value of the urinary pH in the urine (daily milk production —  $21.95 \pm 0.94$  kg). Cows fed the food with a more acidic pH value, whose level was 10.7% lower (average daily milk production —  $19.35 \pm 0.98$  kg), showed signs of chronic acidosis. A 24.1% decrease in milk productivity in this group is a consequence of alimentary metabolic diseases. A decrease in urine pH is a diagnostic method for detecting signs of chronic acidosis in the cows. Prevention measures for nutritional metabolic disorders in dairy cows are proposed.

**Keywords:** cows; rumen; acidosis; metabolic diseases; pH; succulent feed.

Реакция среды рубца жвачных животных — важный показатель, который определяет динамику ферментативных процессов, образование метаболитов, их всасывание и использование в организме. Водородный показатель (рН) отражает концентрацию свободных ионов водорода и влияет на характеристику физиологических показателей коров. У физиологически здоровых животных показатель рН содержимого рубца равен 6,5 – 7,2, у высокопродуктивных коров — 6,3 – 6,8. Метаболический ацидоз диагностируют при снижении рН до 6,0 – 5,4. Физиологические значения концентрации ионов водорода во внеклеточной жид-

кости поддерживаются буферными и выделительными системами (легкими, почками) [1].

В кислую сторону рН содержимого рубца (4,0 – 5,6) смещается при чрезмерном использовании концентратов, содержащих большое количество расщепляемого в рубце крахмала (сахарная свекла, кукуруза молочно-восковой спелости, патока, яблоки, пшеница, рожь, ячмень, овес, просо, сорго). Это приводит к избыточному образованию лактата (рН 2,2) с нарушением процесса его утилизации, что способствует увеличению численности молочнокислых бактерий, угнетению целлюлолитических, протеолитических и др., что, в свою оче-



Влияние pH на уровень микроорганизмов в рубце и производство ЛЖК

редь, нередко обуславливает диарею и вздутие, в том числе вследствие образования большого количества токсичных продуктов гниения. Наряду с этим увеличение кислотности, а вместе с тем и развитие ацидоза в рубце обуславливает снижение pH крови и мочи, определяя нарушения газообмена и трофики тканей, и создает предпосылки для развития хромоты и, как следствие, некротизации тканей копыт, снижает жирность молока [2 – 4].

Ацидоз рубца возникает и при поедании коровами большого количества перекисшего силоса с pH 3,2, недостатке в рационе клетчатки или чрезмерном измельчении грубых кормов в процессе приготовления моноорма. Ацидоз рубца в зависимости от степени и длительности воздействия причинного фактора может протекать в острой и хронической формах.

Острый ацидоз рубца может возникнуть в любое время года как следствие неправильной сбалансированности рационов. Избыток в рационе кормов, богатых легкорасщепляемым крахмалом, даже при однократной даче может вызывать кратковременное резкое повышение молочной кислоты и летучих жирных кислот (ЛЖК) и сдвиги кислотности рубцовой жидкости до pH 5 – 4 (см. рисунок) [2, 3, 5]. Физиологическая основа ацидоза жвачных заключается в изменении соотношения микрофлоры рубца под влиянием большого содержания в рационе легкоферментируемых углеводов и недостатке клетчатки. В этом случае в рубце целлюлозолитическая микрофлора заменяется на микрофлору, расщепляющую крахмал — амилитическую, при одновременном снижении pH до значения ниже 6. В результате в рубце накапливается большое количество молочной кислоты, поражается слизистая,

возникают нарушения переваримости и всасывания. Расстройство пищеварения при остром ацидозе сопровождается отмиранием флоры и фауны рубца с риском интоксикации, а кумуляция молочной кислоты с одновременным нарушением процессов её дальнейшей трансформации, обусловленным снижением активности ферментов, может привести к метаболическому ацидозу [6]. Все это прежде всего способствует снижению концентрации гемоглобина в крови. Ухудшается перенос кислорода к органам и тканям, а также их трофика. Развивается состояние гипоксии. В плазме крови увеличивается активность ферментов переаминирования — аспаратаминотрансферазы, аланинаминотрансферазы, а также лактатдегидрогеназы. Наряду с этим в крови уменьшается содержание эритроцитов, гемоглобина, нейтрофилов, эозинофильных гранулоцитов и лимфоцитов. При длительном ацидозе значительно снижается уровень жизненно важных микроэлементов, иммунные реакции организма и устойчивость животных к инфекциям, создаются предпосылки для развития маститов, метритов и нарушений функций воспроизводства [7].

Хронический ацидоз рубца возникает при длительном скармливании больших количеств крахмалистых или любых кислых кормов (жом, овощные отходы, силос, барда с pH 3,5 – 3,8). Данная форма ацидоза характеризуется иммунодефицитом, пониженной устойчивостью к инфекционным болезням, глубоким нарушением обмена веществ, появлением ламинита, поражением кровеносных сосудов в области копыт, хромотой из-за гнойных пододерматитов или поражения суставов. Механизм возникновения ламинита включает комплексное воздействие на организм молочной кислоты,

эндотоксинов и гистамина (образуется из аминокислоты гистидина), освобождаемых из погибшей рубцовой флоры и пораженных участков слизистой рубца. Эти продукты всасываются в кровь и отрицательно действуют на микрососудистую сеть растущих стенок копыт [8]. Скармливание животным сои с повышенным содержанием уреазы ведет к образованию в рубце большого количества аммиака, обладающего выраженными щелочными свойствами. Его накопление в рубце определяет повышение значений pH среды, вызывая развитие алкалоза — метаболически обусловленного патологического состояния, характеризующееся нарушением рубцового пищеварения из-за сдвига pH в щелочную сторону. Защелачивание среды рубцового содержимого сопровождается подавлением жизнедеятельности инфузорий и другой полезной микрофлоры вплоть до ее гибели, нарушается рубцовое пищеварение, изменяется соотношение ЛЖК в сторону увеличения лактата. Таким образом, на начальных этапах высокая активность уреазы вызывает большое образование аммиака, который способствует развитию алкалоза, а при хроническом течении (длительном кормлении) — ацидозу [9].

**Показатели pH мочи.** По сведениям О. А. Тюрина, для коров голштинской породы значения pH мочи должны соответствовать 6,2 – 6,8, для коров джерсейской породы — 6,0 – 6,4. В норме реакция мочи жвачных животных — нейтральная или щелочная, обычно не ниже 6,5 – 8,0. При клинической форме pH мочи у животных, больных ацидозом, — резко кислая (5,5 – 6,3), что приводит на фоне развития метаболически патологического состояния к росту процента коров с признаками ламинита [8, 10].

Цель работы — определение взаимосвязи между молочной продуктивностью коров и уровнем pH кормов и мочи, а также выявлением признаков ацидоза.

## Методы исследования

Для выявления признаков ацидоза изучены значения pH в силосной и сенажной траншеях в одном из колхозов Калужской области. Выемали исследуемые добавки в соответствии с общепринятой методикой [11] из 5 различных мест, отступая на 0,5 м от края

**Таблица 1.** Уровень кислотности (pH) сочных кормов в траншеях

Точка	№ 9 (сенаж разнотравный)	№ 7 (силос кукурузный)	№ 4 (сенаж разнотравный)	№ 6 (силос кукурузный)
1	3,9	3,8	4,9	4,4
2	3,9	3,6	4,5	4,2
3	4,1	4,1	4,7	4,5
4	4,2	4,1	5,5	3,9
5	4,0	3,7	5,2	4,1
Среднее	4,02	3,86	4,96	4,22
Норма	4,9 – 5,4	4,2 – 4,4	4,9 – 5,4	4,2 – 4,4

ёмкости хранения, со всей глубины насыпи. Далее формировали среднюю пробу общей массой 2 кг для каждой исследуемой добавки. Измеряли водородный показатель в исследуемых образцах экспресс-методом с помощью портативного pH-метра LAQUAtwin-11 (Япония).

Для выявления физиологических закономерностей течения биохимических процессов в организме измерены значения pH мочи у 40 подопытных коров в 1-ю фазу лактации, а также уровень среднесуточной молочной продуктивности по результатам контрольной дойки.

## Результаты и обсуждение

Установлено, что значение pH сенажа соответствовало 4,02 (траншея № 9), а силоса кукурузного — 3,86 (траншея № 7). Представленные корма относятся к внеклассным и непригодны для скармливания животным. Однако корма из траншей № 4 и 6 по значению pH полностью соответствуют ГОСТ Р 55986–2014 на силос и ГОСТ Р 55452–2013 на сенаж (табл. 1).

Для выявления нарушений в физиологии пищеварения сформировали 2 группы коров по 20 животных в каждой. Контрольная группа получала корм из траншей № 9 и 7, опытная — из траншей № 4 и 6, затем измеряли уровень pH в моче у лактирующих коров (табл. 2). Из

**Таблица 2.** Влияние уровня pH в моче на среднесуточную молочную продуктивность в зависимости от условий кормления

№ п/п	Сенаж разнотравный (pH 4,02) + силос кукурузный (pH 3,86) — контроль		Сенаж разнотравный (pH 4,96) + силос кукурузный (pH 4,22) — опыт	
	pH в моче	продуктивность, кг	pH в моче	продуктивность, кг
1	7,2	27,4	7,5	26,7
2	5,9	16,2	6,3	24,5
3	6,1	22,1	7,7	28,5
4	5,2	15,1	6,6	25,1
5	5,9	16,2	8,4	27,5
6	5,9	16,4	7,8	26,6
7	5,5	15,2	7,3	22,7
8	6,1	23,4	6,5	22,6
9	6,1	24,1	6,8	19,5
10	5,9	17,4	6,7	25,5
11	5,9	17,1	5,9	16,2
12	6,4	25,5	7	22,3
13	5,7	15,9	6,1	21,2
14	5,5	16,2	5,5	15,4
15	5,7	16,2	5,8	14,5
16	5,6	16,4	5,9	16,9
17	5,9	17,5	6,5	21,8
18	6,6	26,4	6,8	22,5
19	6,2	25,7	6,6	22,1
20	5,8	16,6	5,9	17
<i>M ± m</i>	5,96 ± 0,1	19,35 ± 0,98	6,68 ± 0,17*	21,95 ± 0,94

\*  $p < 0,05$ .

данных таблицы видно, что коровы опытной группы, получавшие «не кислый» силос и сенаж, имели физиологически нормальное значение водородного показателя в моче. Коровы контрольной группы, получавшие корм с более кислым значением pH, уровень которого на 10,7 % был ниже, чем в опыте, по показателям имели хронический ацидоз. Снижение молочной продуктивности в контрольной группе на 24,1 % является следствием алиментарных метаболических заболеваний, что подтверждается исследованиями А. М. Гертман и др. [12].

### Заключение

Таким образом, снижение pH мочи является диагностическим методом для выявления признаков хронического ацидоза в организме коров, что в свою очередь подтверждается результатами молочной продуктивности подопытных животных.

Рекомендуемые меры профилактики представлены выше алиментарных нарушений обмена веществ у молочных коров:

1) исключение из рационов перекисших силосов и других кислых кормов;

2) уменьшение в рационе легкоферментируемых углеводов (сахара и крахмал) и увеличение доли трудноперевариваемой клетчатки или введение в рационы крахмала, «защищенного» от распада в рубце, до оптимальных соотношений;

3) смена рационов должна проходить постепенно, сводя к минимуму изменения таких компонентов, как крахмал, сахара, жиры. Изменения этих веществ при переходе с одних рационов на другие должны составлять менее 10 % или среднесуточную норму скармливать в 3 – 6 приемов в течение дня, тогда можно избежать избыточного накопления молочной кислоты в рубце животных.

Оптимизация рубцового пищеварения коров — необходимое условие для роста продуктивности, сохранения здоровья и способности к воспроизводству, получения продукции высокого качества.

Луговой М. М., канд. биол. наук

ЗАО «ПАРТНЕР-М», Москва

lygovoimikhail@yandex.ru

Азарнова Т. О., д-р биол. наук, доцент

Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии —

Московская ветеринарная академия им. К. И. Скрябина

azarena@list.ru

Подольников В. Е., д-р с.-х. наук, проф.

Брянский государственный аграрный университет

v\$podolnikov@mail.ru

Луговая И. С., канд. биол. наук, Москва

ine98@yandex.ru

### ЛИТЕРАТУРА

1. Рядчиков В. Г., Шляхова О. Г. Значение водородного показателя мочи при характеристике физиологических показателей коров / Ветеринария Кубани. 2018. № 1. С. 15 – 17.
2. Архипов А. В. Углеводы кормов: функции, достоинства, проблемы / Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2014. № 9. С. 46 – 63.
3. Симонов Ю. И., Симонова Л. Н., Черненко В. В. Ацидоз — причина ламинитов / Интенсивность и конкурентоспособность отраслей животноводства. Матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию со дня рожд. и 50-летию труд. деят. заслуж. деят. науки РФ, заслуж. учен. Брянской области, почетного проф. Брянского ГАУ, д-ра с.-х. наук, проф. Л. Н. Гамко. — Брянск, 2016. С. 267 – 270.
4. Галочкина В. П., Харитонов Е. Л., Агафонова А. В. и др. Процессы рубцовой ферментации и обмен пировиноградной кислоты в молочной железе у коров с разной жирностью молока / Пробл. биол. продуктив. живот. 2018. № 2. С. 39 – 47.
5. Бандиева С. Я., Бадова О. В. Диагностика и лечение метаболического ацидоза в доклинической стадии у коров на молочно-товарной ферме / Молодежь и наука (эл. журн.). 2018. № 5. С. 2.
6. Евлевский А. А., Скира В. Н., Евлевская Е. П. и др. Метаболический ацидоз у высокопродуктивных коров: причины, последствия, профилактика / Ветеринария. 2017. № 5. С. 45 – 48.
7. Goff J. P. The monitoring, prevention, and treatment of milk fever and subclinical hypocalcemia in dairy cows / Vet. J. 2008. V. 176. P. 50 – 57.
8. Самоловов А. А., Лопатин С. В. Хромота — отражение системных метаболических болезней молочного рогатого скота / Иннов. и прод. безоп. 2013. № 2(2). С. 76 – 80.
9. Кондрахин И. П. Алиментарные и эндокринные болезни животных. — М.: Агропромиздат, 1989. С. 184 – 215.
10. Кондрахин И. П., Архипов А. В., Левченко В. И. и др. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики. Справочник. — М.: Колос, 2004. С. 213 – 310.
11. Петухова Е. А., Бессарабова Р. Ф., Халенева Л. Д., Антонова О. А. Зоотехнический анализ кормов. — М., 1989. С. 238.
12. Гертман А. М., Кирсанова Т. С., Федин А. Ю. Ацидоз рубца как фактор, сдерживающий молочную продуктивность / Учен. зап. Казанской гос. акад. вет. мед. им. Н. Э. Баумана. 2010. Т. 203. С. 83 – 87.

## REFERENCES

1. Ryadchikov V. G., Shlyakhova O. G. The value of the hydrogen indicator of urine in the characterization of the physiological parameters of cows / *Vet. Kubani*. 2018. No. 1. P. 15 – 17 [in Russian].
2. Arkhipov A. V. Carbohydrate feed: functions, advantages, problems / *Vet. Zootekh. Biotekhnol.* 2014. No. 9. P. 46 – 63 [in Russian].
3. Simonov Yu. I., Simonova L. N., Chernenok V. V. Acidosis is the cause of laminitis / Intensity and competitiveness of livestock sectors. Proc. Int. Sci.-Pract. Conf. — Bryansk, 2016. P. 267 – 270 [in Russian].
4. Galochkina V. P., Kharitonov E. L., Agafonova A. V., et al. Citric fermentation processes and pyruvic acid metabolism in the mammary gland in cows with different milk fat / *Probl. Biol. Produktivn. Zhivotnovod.* 2018. No. 2. P. 39 – 47 [in Russian].
5. Bandieva S. Ya., Badova O. V. Diagnosis and treatment of metabolic acidosis in the preclinical stage in cows on a dairy farm / *Molod. Nauka*. 2018. No. 5. P. 2 [in Russian].
6. Evglevsky A. A., Skira V. N., Evglevskaya E. P., et al. Metabolic acidosis in highly productive cows: causes, consequences, prevention / *Veterinariya*. 2017. No. 5. P. 45 – 48 [in Russian].
7. Goff J. P. The monitoring, prevention, and treatment of milk fever and subclinical hypocalcemia in dairy cows / *Vet. J.* 2008. V. 176. P. 50 – 57.
8. Samolovov A. A., Lopatin S. V. Lameness — a reflection of systemic metabolic diseases of dairy cattle / *Innov. Prod. Bezopasn.* 2013. No. 2(2). P. 76 – 80 [in Russian].
9. Kondrakhin I. P. Alimentary and endocrine diseases of animals. — Moscow: Agropromizdat, 1989. P. 184 – 215 [in Russian].
10. Kondrakhin I. P., Arkhipov A. V., Levchenko V. I., et al. Methods of Veterinary Clinical Laboratory Diagnostics: A Handbook. — Moscow: Kolos, 2004. P. 213 – 310 [in Russian].
11. Petukhova EA, Bessarabova R. F., Khaleneva L. D., Antonova O. A. Zootechnical analysis of feed. — Moscow, 1989. P. 238 [in Russian].
12. Gertman A. M., Kirsanova T. S., Fedin A. Yu. Scar acidosis — as a factor restraining milk productivity. / *Uch. Zap. Kazan Gos. Akad. Vet. Med. im. N. E. Baumana*. 2010. V. 203. P. 83 – 87 [in Russian].

Lugovoi M. M.,  
«PARTNER-M» LTD, Moscow, Russia;  
lygovoimikhail@yandex.ru

Azarnova T. O.,  
Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology —  
K. I. Scriabin Moscow Veterinary Academy,  
Moscow, Russia; azarena@list.ru

Podolnikov V. Ye.,  
Bryansk State Agrarian University,  
Bryansk, Russia; v\$podolnikov@mail.ru

Lugovaya I. S.,  
Moscow, Russia; ine98@yandex.ru