

Александр Михайлович Гертман¹, Дина Мратовна Максимович^{2✉}

^{1,2}Южно-Уральский государственный аграрный университет, Троицк, Челябинская область, Россия

^{1,2}maximovichdina@mail.ru

КОРРЕКЦИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РУБЦОВОГО ПИЩЕВАРЕНИЯ И ОБМЕНА УГЛЕВОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ У КОРОВ-ПЕРВОТЕЛОК В УСЛОВИЯХ БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ПРОВИНЦИИ¹¹

Цель исследования – разработка схемы коррекции показателей процессов рубцового пищеварения и обмена углеводных соединений у коров-первотелок в условиях биогеохимической провинции СПК «Сарафаново» Челябинской области. В образцах почв данного хозяйства на фоне недостатка микроэлементов установлено повышенное содержание железа – в 3,2–4,3 раза; никеля – на 14,4–91,4 % относительно предельно допустимой концентрации. В условиях биогеохимической провинции у значительного количества коров-первотелок отмечается нарушение всех видов обмена. Уменьшение уровня сахара в крови на 41,3 % по сравнению с нормой объясняется нарушениями пищеварения и обмена углеводов. Введение в кормовой рацион коров-первотелок свекловичной патоки, пивных дрожжей, «Витартила» позволило нормализовать показатели рубцового пищеварения и углеводного обмена. Рост количества простейших в рубцовом содержимом опытных животных в 2,9 раза по сравнению с контрольными сопровождался увеличением содержания летучих жирных кислот – на 29,9 %. На фоне коррекции у коров-первотелок происходило достоверное повышение глюкозы в крови при одновременном снижении активности 1,6 дифосфат альдозазы на 35,9 %, что является благоприятным фактором, способствующим повышению скорости регуляции гликолиза в целом, и подтверждается снижением уровня молочной и пировиноградной кислот у коров-первотелок на 17,5 и 12,9 % соответственно. В крови опытной группы коров-первотелок произошло снижение солей никеля на 12,8 % ($P < 0,05$) по сравнению с контрольной группой, что связано с сорбционными свойствами «Витартила». Проводимая терапия в данном хозяйстве позволила повысить в опытной группе коров молочную продуктивность на 18,1 %, а также воспроизводительную функцию.

Ключевые слова: коровы-первотелки, биогеохимическая провинция, тяжелые металлы, летучие жирные кислоты, гликолиз

Для цитирования: Гертман А.М., Максимович Д.М. Коррекция показателей рубцового пищеварения и обмена углеводных соединений у коров-первотелок в условиях биогеохимической провинции // Вестник КрасГАУ. 2023. № 5. С. 179–185. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-5-179-185.

Alexander Mikhailovich Gertman¹, Dina Mratovna Maksimovich^{2✉}

^{1,2}South Ural State Agrarian University, Troitsk, Chelyabinsk Region, Russia

^{1,2}maximovichdina@mail.ru

CORRECTION OF RUMEN DIGESTION INDICATORS AND CARBOHYDRATE COMPOUNDS METABOLISM IN FIRST-CALF HEIFERS UNDER CONDITIONS OF BIOGEOCHEMICAL PROVINCE

The purpose of the study is to develop a scheme for correcting the indicators of rumen digestion and metabolism of carbohydrate compounds in first-calf heifers under the conditions of the biogeochemical province of the Sarafanovo farm in the Chelyabinsk Region. In the soil samples of this farm, against the background of a lack of trace elements, an increased content of iron was found – by 3.2–4.3 times; nic-

kel – by 14.4–91.4 % relative to the maximum permissible concentration. In the conditions of a biogeochemical province, a significant number of first-calf heifers show a violation of all types of metabolism. The decrease in blood sugar levels by 41.3 % compared with the norm is explained by disorders of digestion and carbohydrate metabolism. The introduction of beet molasses, brewer's yeast, Vitartil into the diet of first-calf heifers made it possible to normalize the indicators of rumen digestion and carbohydrate metabolism. The increase in the number of protozoa in the rumen content of experimental animals by 2.9 times compared with the control was accompanied by an increase in the content of volatile fatty acids – by 29.9 %. Against the background of correction in first-calf heifers, there was a significant increase in blood glucose with a simultaneous decrease in the activity of 1,6 diphosphate aldolase by 35.9 %, which is a favorable factor contributing to an increase in the rate of regulation of glycolysis in general, and is confirmed by a decrease in the level of lactic and pyruvic acids in first-calf heifers by 17.5 and 12.9 %, respectively. In the blood of the experimental group of first-calf heifers, there was a decrease in nickel salts by 12.8 % ($P < 0.05$) compared with the control group, which is associated with the sorption properties of Vitartil. The therapy carried out in this farm made it possible to increase milk productivity in the experimental group of cows by 18.1 %, as well as the reproductive function.

Keywords: first-calf heifers, biogeochemical province, heavy metals, volatile fatty acids, glycolysis

For citation: Gertman A.M., Maksimovich D.M. Correction of rumen digestion indicators and carbohydrate compounds metabolism in first-calf heifers under conditions of biogeochemical province // Bulliten KrasSAU. 2023;(5): 179–185. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-5-179-185.

Введение. Интенсификация животноводства, постоянное совершенствование генетического потенциала, высокая молочная продуктивность коров, несбалансированность их рациона по ключевым компонентам питания, стрессы и гиподинамия приводят к функциональному перенапряжению организма и создают предпосылки для развития заболевания обмена веществ. Остроту проблемы усугубляют геохимические аномалии определенных территорий, которые принято называть биогеохимическими провинциями, где течение обменных процессов имеет существенные особенности [1]. В ходе диспансерного обследования животных отдельно рассматривают нарушения углеводного, белкового, минерального, липидного и других обменов, при этом все типы обмена веществ взаимосвязаны. В хозяйствах повсеместно регистрируются комбинации различных метаболических нарушений, поскольку расстройство одного вида обмена неизбежно вызывает нарушение другого вида [2].

Принимая во внимание морфофункциональную специфику многокамерного желудка жвачных, причинами ряда заболеваний незаразной этиологии (ацидоз, остеодистрофия, гепатоз и др.) могут быть нарушения процессов рубцового пищеварения [3]. Известно, что в рубце жвачных животных под воздействием ферментативных процессов образуются летучие жирные кислоты (ЛЖК), которые служат одним из главных

энергетических материалов для них. Предшественником глюкозы у жвачных является пропионовая кислота, которая всасывается в стенке рубца, поступает в кровь и далее в печень, где начинает участвовать в углеводном обмене. Таким образом, имеет место тесная взаимосвязь процессов рубцового пищеварения и обмена углеводных соединений. Особую значимость дефицит углеводов представляет в определенном физиологическом состоянии, которым является лактация, так как в этот период животные нуждаются в большом количестве питательных веществ и энергии, необходимых для образования молока. Высокая молочная продуктивность у коров-первотелок на территории биогеохимической провинции сопровождается глубокими изменениями обменных процессов [2].

Учитывая вышеизложенное, изучение показателей, характеризующих процессы пищеварения в рубце, состояние показателей углеводного обмена у коров-первотелок позволит глубже раскрыть механизм развития ряда заболеваний обмена веществ, а предлагаемые схемы коррекции имеют актуальное научное направление в ветеринарной практике.

Цель исследования – разработка схемы коррекции показателей процессов рубцового пищеварения и обмена углеводных соединений у коров-первотелок в условиях биогеохимической провинции.

Материалы и методы. Исследование было проведено на базе СПК «Сарафаново» Чебаркульского района Челябинской области. Специализацией хозяйства является производство молока. Всего в хозяйстве 977 голов дойных коров с продуктивностью 6 085 кг за лактацию.

На первом этапе в хозяйстве была сформирована экспериментальная группа из десяти коров-первотелок ($n = 10$), у которых были отобраны для исследований образцы крови и содержимого рубца. Установленные при этом данные сравнивали с нормативными, которые приводит И.П. Кондрахин [4]. На втором этапе коровы-первотелки были разделены на две группы ($n = 5$).

Контрольной группе животных коррекционное лечение не проводилось, для них использовали принятый в сельскохозяйственном предприятии рацион. Коровам-первотелкам опытной группы дополнительно в рацион вводили: свекловичную патоку в количестве 1,5 кг на голову в сутки, в разведении водой 1:3; минерально-кормовую добавку «Витартил», в дозе 0,1 г/кг живой массы 1 раз в сутки в течение 15 дней с интервалом 15 дней; пивные дрожжи – 50 г на голову [5]. Продолжительность эксперимента составила 30 дней. Морфологический и биохимический анализы крови животных проводились по стандартным ветеринарным методикам [4]. Отбор проб содержимого рубца, его исследование для определения pH, количества инфузорий, общего количества летучих жирных кислот выполняли по методике, предложенной Н.В. Куриловым [6]. Методом газовой хроматографии с использованием хроматографа Chrom-5 в лаборатории химико-физиологических исследований ВНИИФБиП сельскохозяйственных животных определяли состав летучих жирных кислот содержимого рубца. Количество эссенциальных микроэлементов и солей тяжелых металлов (солей никеля) определяли во всех пробах (почва, источники воды, корма, кровь) атомно-абсорбционным методом с использованием спектрофотометра ААС-3. Статистическая обработка материала проводилась по Стьюденту с помощью критерия достоверности, и после этого результаты сравнивали с нормативными, которые приводит И.П. Кондрахин [4] и Г.П. Грибовский [7].

Результаты и их обсуждение. Исследование объектов окружающей среды землепользования СПК «Сарафаново» на содержание в них эссенциальных и токсических элементов позволило выявить серьезные отклонения относительно предельно допустимой концентрации (ПДК). Так, в образцах почвы, отобранных от различных полей хозяйства, на которых выращены кормовые культуры (ячмень, кукуруза на силос, смесь однолетних трав на сенаж) было обнаружено значительное превышение нормы содержания железа, уровень которого в объектах превышал ПДК в 4,3; 3,6; 3,2 раза соответственно. Количество жизненно необходимых элементов (медь, цинк, кобальт) было в значительной степени меньше показателей ПДК. В образцах почвы, полученных в местах выращивания ячменя фуражного, количество меди было на 71,4 %; в местах произрастания силосных культур на 69,4; а в образцах почвы сенажных культур на 27,6 % ниже ПДК. Во всех образцах почвы исследуемых участков содержание цинка и кобальта было пониженным. Наряду с этим отмечено высокое содержание никеля, которое превышало ПДК в образцах почвы зерновых культур на 42,8 %; силосных – на 91,4 и сенажных – на 14,4 %.

Токсико-химический анализ источников воды хозяйства позволил выявить следующие изменения. В пробах воды, взятых из водонапорной башни, уровень железа ниже значений ПДК на 60 %, а в поилках животноводческих помещений превышал его в 4,7 раза, что, вероятно, связано с коррозией водопроводных труб. Уровень меди, цинка и кобальта был существенно меньше значений ПДК: меди – на 98,3 %; цинка – на 70,0 и кобальта – на 94,5 %.

В образцах кормовых культур (ячмень) было выявлено превышение количества железа на 50 %; в силосе кукурузном – на 46,7; в сенаже – на 39,7 %. Количество микроэлементов (медь, цинк, кобальт) было значительно ниже значения МДУ. Превышение МДУ по никелю было обнаружено в образцах всех кормов, так, в концентратах количество никеля превышало МДУ на 62,3 %; силосе кукурузном – на 31,3 и сенаже – на 29,7 %.

Учитывая изложенное, проведенные исследования дают основание считать, что землепользование СПК «Сарафаново» является био-

геохимической провинцией с выраженным дефицитом жизненно необходимых элементов в объектах окружающей среды, высоким содержанием железа и никеля. Анализ кормового рациона позволил выявить выраженный дефицит сахара, микроэлементов, витаминов и высокий уровень никеля.

Характеристики фоновых показателей рубца отличались уменьшением рН среды рубца на 13,7 %; числа инфузорий – на 73,0 и общей концентрации ЛЖК – на 28,8 %. Исследованием установлено, что процент летучих жирных кислот (ЛЖК) составил: уксусная кислота – 59,1 %; пропионовая – 14,3; изомасляная – 1,9; масляная – 21,5 %, и только 3,2 % приходилось на ЛЖК с длинной углеродной цепью (изовалерьяновая, валерьяновая, капроновая). При сравнении полученных данных с нормативными показателями было отмечено, что содержание уксусной кислоты на 4,4 %; пропионовой – на 10,7 % было ниже,

а количество масляной и изомасляной – на 79,1; 90,1 % соответственно выше рекомендованных значений. Помимо этого, у исследуемых коров-первотелок отмечалась гипогликемия, уровень глюкозы был на 41,3 % ниже нормы. Активность фермента 1,6 дифосфата альдолазы при этом была повышена на 14,8 %. Уровень содержания молочной и пировиноградной кислот превышал нормативные значения на 40,4 и 30,1 % соответственно. Это явление свидетельствует о преобладании анаэробного пути гликолиза.

Таким образом, у экспериментальной группы коров-первотелок имеют место глубокие изменения процессов пищеварения в рубце и обмене углеводов соединений. Предлагаемая схема коррекции показателей рубцового пищеварения и обмена углеводов соединений имела терапевтический эффект. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Показатели процессов рубцового пищеварения у коров-первотелок на фоне проведенной терапии (M ± m; n = 5)

Показатель	Через 30 дней эксперимента	
	Опытная группа	Контрольная группа
рН, ед.	6,9±0,04	6,29±0,07*
Кол-во инфузорий, × 10 ⁹ /л	797,6±0,06	270,6±0,09***
Общее кол-во ЛЖК, ммоль/л	116,4±0,03	89,6±0,08**

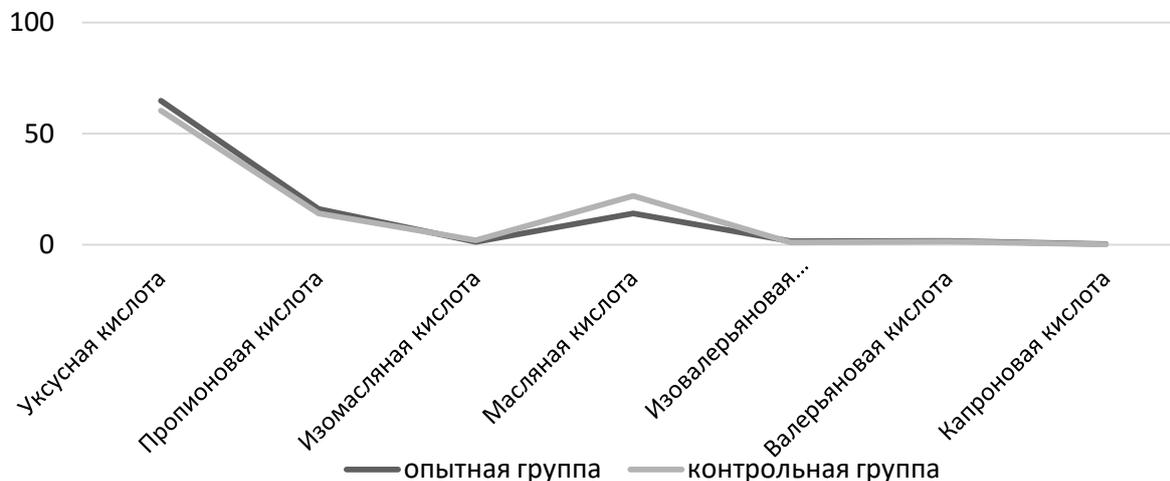
* P < 0,05 ; ** P < 0,01; *** P < 0,001.

Данные таблицы 1 говорят о том, что комплексное применение свекловичной патоки, пивных дрожжей и кормовой добавки «Витартил» способствовали нормализации процессов рубцового пищеварения. В результате проведенной терапии указанными препаратами реакция среды рубца у опытных животных была на 9,6 % (P < 0,05) выше, чем у животных контрольной группы. Рост количества простейших в рубцовом содержимом опытных животных в 2,9 раза (P < 0,001) сопровождался увеличением количества летучих жирных кислот – на 29,9 % (P < 0,01) по сравнению с контрольными значениями. Нормализация активной реакции среды произошла за счет кормовой добавки «Витартил», полученной из опал-кристоболитовых пород и имеющей в составе оксиды кремния, алюминия, магния и другие микро- и макроэле-

менты. За счет входящих в состав элементов она обладает антацидными свойствами и участвует в процессах нейтрализации избытка кислых продуктов, образующихся в рубце. Кроме того, она выполняет функцию сорбентов и способствует удалению из желудочно-кишечного тракта продуктов метаболизма, токсинов, солей тяжелых металлов, газов. В крови опытной группы коров-первотелок произошло снижение солей никеля на 12,8 % (P < 0,05) по сравнению с показателями крови животных контрольной группы, что связано с сорбционными свойствами «Витартила». Активизации процессов рубцового пищеварения способствовало введение в рацион опытной группы коров свекловичной патоки, которая является источником быстрой энергии, стимулирует микробную активность, используется для питания микрофлоры. Фарма-

кологическое действие пивных дрожжей обусловлено «входящими в его состав витаминами группы В, аминокислотами и минеральными веществами, которые обеспечивают рост и развитие животных, улучшают усвоение пищи, активизируют транспортные функции кишечника,

нормализуют обменные процессы, обладают иммуностимулирующим действием, способствуют выведению токсических элементов» [5]. Проводимая терапия позволила оказать существенное влияние на перераспределение ЛЖК в содержимом рубца (рис.).



Уровень ЛЖК в содержимом рубца на фоне проводимой терапии, %

На рисунке отражено, что предложенный метод коррекции привел к повышению уксусной и пропионовой кислоты на 7,2 (P < 0,05) и 13,3 % (P < 0,05) соответственно при одновременном снижении изомасляной и масляной кислот на 28,9 (P < 0,01) и 32,4 % (P < 0,01) соответственно в сравнении с контрольными животными. В опытной группе коров-первотелок увеличилось количество кислот с длинной углеродной цепью: изовалерьяновой – на 54,5 % (P < 0,001); валерьяновой – на 18,0 (P < 0,01) и капроновой – на 50,0 % (P < 0,001).

Таким образом, свекловичная патока, пивные дрожжи и «Витартил» активизировали процессы пищеварения в рубце коров-первотелок

опытной группы, а это явление оказало положительное влияние на показатели обмена углеводных соединений.

В таблице 2 отражено достоверное повышение глюкозы (P < 0,01) в крови опытной группы коров-первотелок при одновременном снижении активности 1,6 дифосфат альдолазы на 35,9 % (P < 0,01) на фоне коррекции, что является благоприятным фактором, способствующим повышению скорости регуляции гликолиза в целом. Эта тенденция подтверждается снижением уровня молочной и пировиноградной кислот у коров-первотелок на 17,5 (P < 0,01) и 12,9 % (P < 0,05) соответственно.

Таблица 2

Показатели обмена углеводных соединений на фоне проводимой терапии (M ± m; n = 5)

Показатель	Через 30 дней эксперимента	
	Опытная группа	Контрольная группа
Глюкоза, ммоль/л	2,63±0,04	1,79±0,09**
1,6 дифосфат альдолаза, Ед/л	38,3±0,10	59,7±0,02**
Молочная кислота, ммоль/л	1,32±0,06	1,60±0,04**
Пировиноградная кислота, мкмоль/л	171,4±0,09	196,6±0,06*

*P < 0,05; **P < 0,01.

Обобщая данные исследования, необходимо отметить, что в опытной группе коров наблюдалось повышение молочной продуктивности на 18,1 %, активизировалась воспроизводительная способность, так как четыре головы из пяти коров опытной группы к концу эксперимента пришли в охоту.

Заключение

1. В условиях биогеохимической провинции, когда объекты внешней среды содержат аномальное количество микро-, макроэлементов и солей тяжелых металлов, у коров-первотелок нарушаются все виды обмена веществ.

2. Погрешности рациона, дефицит углеводов, микроэлементов, высокий уровень солей никеля в нем являются основными этиологическими факторами глубоких изменений показателей процессов пищеварения в рубце и обмена углеводов у коров-первотелок.

3. Предлагаемая схема коррекции кормового рациона коров-первотелок путем введения свекловичной патоки, пивных дрожжей и «Витартила» сопровождалась не только нормализацией показателей рубцового пищеварения и углеводного обмена, но и высокими молочной продуктивностью и воспроизводительной способностью.

Список источников

1. Роль экологических факторов в развитии незаразной патологии в условиях технологической провинции Южного Урала / А.М. Гертман [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. Казань: Казанская ГАВМ им. Н.Э. Баумана, 2008. С. 37–41.
2. Гертман А.М., Кирсанова Т.С., Папуниди К.Х. Коррекция молочной продуктивности больных гепатозом коров в условиях нарушенного экологического равновесия // Ветеринарный врач. 2010. № 2. С. 7–10.
3. Гертман А., Самсонова Т. Нормализация рубцового пищеварения в условиях техно-

- генных провинций // Молочное и мясное скотоводство. 2012. № 3. С. 28–29.
4. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: справочник / И.П. Кондрахин [и др.]; под общ. ред. И.П. Кондрахина. М.: КолосС, 2004. 519 с.
5. Справочник лекарственных препаратов: официальный сайт. URL: <https://www.vidal.ru> (дата обращения: 17.02.2023).
6. Куриллов Н.В., Севастьянова Н.А. Изучение пищеварения у жвачных: метод. указания / ВНИИ физиологии, биохимии и питания с.-х. животных. Боровск, 1987. 104 с.
7. Грибовский Г.П. Ветеринарно-санитарная оценка основных загрязнителей окружающей среды на Южном Урале. Челябинск, 1996. 224 с.

References

1. Rol' `ekologicheskikh faktorov v razvitii nezaraznoj patologii v usloviyah tehnologicheskoy provincii Yuzhnogo Urala / A.M. Gertman [i dr.] // Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N.`E. Baumana. Kazan': Kazanskaya GAVM im. N.`E. Baumana, 2008. S. 37–41.
2. Gertman A.M., Kirsanova T.S., Papunidi K.H. Korrekciya molochnoj produktivnosti bol'nyh gepatozom korov v usloviyah narushennogo `ekologicheskogo ravnovesiya // Veterinarnyj vrach. 2010. № 2. S. 7–10.
3. Gertman A., Samsonova T. Normalizaciya rubcovogo pischevareniya v usloviyah tehnogennyh provincij // Molochnoe i myasnoe skotvodstvo. 2012. № 3. S. 28–29.
4. Metody veterinarnoj klinicheskoy laboratornoj diagnostiki: cpravochnik / I.P. Kondrahin [i dr.]; pod obsch. red. I.P. Kondrahina. M.: KolosS, 2004. 519 s.
5. Spravochnik lekarstvennyh preparatov: oficial'nyj sajt. URL: <https://www.vidal.ru> (data obrascheniya: 17.02.2023).
6. Kurilov N.V., Sevast'yanova N.A. Izuchenie pischevareniya u zhvachnyh: metod. Ukazaniya / VNIi fiziologii, biohimii i pitaniya s.-h. zhivotnyh. Borovsk, 1987. 104 s.

7. *Gribovskij G.P. Veterinarno-sanitarnaya ocen- sredy na Yuzhnom Urale. Chelyabinsk, 1996.*
ka osnovnyh zagryaznitelej okruzhayuschej 224 s.

Статья принята к публикации 13.03.2023 / The article accepted for publication 13.03.2023.

Информация об авторах:

Александр Михайлович Гертман¹, заведующий кафедрой незаразных болезней имени профессора Кабыша А.А., доктор ветеринарных наук, профессор

Дина Мратовна Максимович², доцент кафедры незаразных болезней имени профессора Кабыша А.А., кандидат ветеринарных наук, доцент

Information about the authors:

Alexander Mikhailovich Gertman¹, Head of the Department of Non-Contagious Diseases named after Professor Kabysh A.A., Doctor of Veterinary Sciences, Professor

Dina Mratovna Maksimovich², Associate Professor at the Department of Non-Contagious Diseases named after Professor Kabysh A.A., Candidate of Veterinary Sciences, Docent

