Kulik Dmitry Konstantinovich, senior researcher of the department of intensive cultivation technologies of All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture (Russia, 400002, Volgograd, ul. Timiryazev, 9); Candidate of Agricultural Sciences; E-mail: galstuk107@yandex.ru

Kornilova Valentina Anatolievna, Professor of the Department «Breeding and feeding of farm animals» of Samara State Agrarian University (Russia, 446442, Samara region, urban settlement Ust-Kinelsky, st. Educational, 2); Doctor of Agricultural Sciences, Associate professor; E-mail: kornilova_va@mail.ru

Khazykov Valery Alexandrovich, Chairman of the SPC «Tundutovo» (Russia, 359420, Republic of Kalmykia, Maloderbetovskiy district, the village of Tundutovo).

Vorontsova Elena Sergeevna, Candidate of Biological Sciences, All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture (9 Timiryazev Street, Volgograd, 400002, Russian Federation). E-mail: esvoronts@mail.ru

Информация об авторах

Варакин Александр Тихонович, профессор кафедры «Частная зоотехния» Волгоградского государственного аграрного университета (Россия, 400002, г. Волгоград, Университетский пр., д. 26); доктор сельскохозяйственных наук, профессор; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0375-7108>; Email: varakinat58@mail.ru

Саломатин Виктор Васильевич, профессор кафедры «Частная зоотехния» Волгоградского государственного аграрного университета (Россия, 400002, г. Волгоград, Университетский пр., д. 26); доктор сельскохозяйственных наук, профессор; E-mail: zootexnia@mail.ru

Кулик Дмитрий Константинович, старший научный сотрудник отдела интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого земледелия (Россия, 400002, г. Волгоград, ул. Тимирязева, 9); кандидат сельскохозяйственных наук; E-mail: galstuk107@yandex.ru

Корнилова Валентина Анатольевна, профессор кафедры «Разведение и кормление сельскохозяйственных животных» Самарского государственного аграрного университета (Россия, 446442, Самарская обл., п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, д. 2); доктор сельскохозяйственных наук, доцент; E-mail: kornilova_va@mail.ru

Хазыков Валерий Александрович, председатель СПК «Тундутово» (Россия, 359420, Республика Калмыкия, Малодербетовский район, село Тундутово).

Воронцова Елена Сергеевна, кандидат биологических наук, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия» (РФ, 400002, г. Волгоград, ул. Тимирязева, 9). E-mail: esvoronts@mail.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2021-03-30

INFLUENCE OF A NATURAL METAMODULATOR ON BIOCHEMICAL INDICATORS AND PRODUCTIVITY OF DAIRY COWS IN THE CONDITIONS OF THE SOUTH OF RUSSIA

E.N. Rud, V.A. Grin, E.V. Kuzminova, M.P. Semenenko

«Krasnodar Scientific Center for Animal Science and Veterinary Medicine», Krasnodar

Received 05.07.2021

Submitted 30.08.2021

The reported study was funded by RFBR according to the research project № 20-316-90009

Summary

The article presents the results of studying the influence of betaine on the biochemical parameters and productivity of dairy cows under the heat stress. As a result of the studies, it was found that daily use of betaine hydrochloride in cows during heat stress in a dose of 25 g per head provides an increase in milk yield, as well as in the content of fat and protein in milk, while reducing the number of somatic cells. The use of betaine had an optimizing effect on the protein, carbohydrate-fat, and mineral metabolism of lactating cows, as well as the state of their liver.

Abstract

Introduction. Global climate change and its impact on the environment is one of the leading problems of the 21st century. In the zone of the South of Russia, the air temperature in summer can reach + 45 °C (the optimal air temperature for cows is considered to be 10±2 °C), therefore, with such extreme

influences, it is of decisive importance to develop approaches to reduce the negative consequences of heat stress through the use of drugs in the diets of cows and feed additives that provide homeostasis of the body during seasonal hyperthermia. **Object.** Betaine hydrochloride 95% is a white or cream powder with a specific odor. **Materials and methods.** To conduct the research in early May, when the ambient temperature values are most comfortable for cattle, two groups of cows 10 heads each were formed according to the principle of paired analogs. Animals were selected for the experiment, ranked according to physiological state (2-3 months of lactation), results of clinical examination and biochemical blood profile. The first group of cows was an intact control; the animals of the second experimental group were orally administered betaine hydrochloride at a dose of 25 g per head daily for 21 days of July. **Results and conclusions.** When calculating the indicators of the temperature-humidity index, it was determined that in the summer period in the Krasnodar region cattle are constantly under conditions of heat stress with a predominance of moderate heat stress. As a result of the studies carried out, cows receiving betaine showed higher milk productivity (on average by 4.5%) compared to control analogues. Peak values were reached on the 7th day from the start of the additive application, a persistent increase was recorded on the 17th day, which indicates the cumulative effect of betaine in the body of dairy cattle. Betaine influenced the chemical composition of milk, causing a higher content of milk fat by 0.16% and protein – by 0.08%, with a decrease in the number of somatic cells in milk by 14%, relative to intact cows. The use of betaine had an optimizing effect on the protein, carbohydrate-fat, mineral metabolism of lactating cows, as well as on the state of their liver.

Key words: *heat stress, cows, pharmacological correction, betaine hydrochloride, milk productivity, blood biochemistry*

Citation. Rud E. N., Grin V. A., Kuzminova E. V., Semenenko M. P. Influence of a natural metamodulator on biochemical indicators and productivity of dairy cows in the conditions of the South of Russia. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2021. 3(63). 291-300 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2021-03-30.

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 636.2.034:619:615.4

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНОГО МЕТАМОДУЛЯТОРА НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ПРОДУКТИВНОСТЬ МОЛОЧНЫХ КОРОВ В УСЛОВИЯХ ЮГА РОССИИ

Е. Н. Рудь, аспирант

В. А. Гринь, кандидат ветеринарных наук

Е. В. Кузьмина, доктор ветеринарных наук, доцент

М. П. Семененко, доктор ветеринарных наук, доцент

ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии»

Дата поступления в редакцию 05.07.2021

Дата принятия к печати 30.08.2021

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ
в рамках научного проекта № 20-316-90009*

Актуальность. Глобальное изменение климата и его влияние на окружающую среду является одной из ведущих проблем XXI века. В зоне Юга России температура воздуха летом может достигать +45 °С (оптимальной температурой воздуха для коров считается 10±2 °С), поэтому при таких экстремальных воздействиях решающее значение имеет разработка подходов к уменьшению негативных последствий теплового стресса за счет применения в рационах коров лекарственных препаратов и кормовых добавок, обеспечивающих гомеостаз организма при сезонной гипертермии. **Объект.** Бетаина гидрохлорид 95 %, по внешнему виду представляет со-

бой порошок белого или кремового цвета со специфическим запахом. **Материалы и методы.** Для проведения исследований в начале мая, когда значения температуры окружающей среды наиболее комфортны для крупного рогатого скота, по принципу парных аналогов были сформированы две группы коров по 10 голов в каждой. В опыт отбирались животные, ранжированные по физиологическому состоянию (2-3 месяц лактации), результатам клинического обследования и биохимическому профилю крови. Первая группа коров – интактный контроль, животным второй опытной группы в июле ежедневно в течение 21 дня перорально применялся бетаин гидрохлорид в дозе 25 г на голову. **Результаты и выводы.** При расчёте показателей температурно-влажностного индекса установлено, что в летний период в Краснодарском крае крупный рогатый скот постоянно находится в условиях теплового стресса – с преобладанием умеренного теплового стресса. В результате проведенных исследований у коров, получающих бетаин, зарегистрирована более высокая молочная продуктивность (в среднем на 4,5 %) относительно контрольных аналогов. Пиковые значения были достигнуты на 7 день от начала применения добавки, стойкое увеличение зарегистрировано на 17 сутки, что свидетельствует о накопительном эффекте бетаина в организме молочного скота. Бетаин влиял на химический состав молока, обуславливая более высокое содержание молочного жира – на 0,16 % и белка – на 0,08 %, при снижении количества соматических клеток в молоке – на 14 %, относительно интактных коров. Применение бетаина оказало оптимизирующее влияние на белковый, углеводно-жировой, минеральный обмены лактирующих коров, а также состояние их печени.

Ключевые слова: продуктивность молочных коров, метамодуляторы, природные метамодуляторы, бетаин.

Цитирование. Рудь Е. Н., Гринь В. А., Кузьминова Е. В., Семененко М. П. Влияние природного метамодулятора на биохимические показатели и продуктивность молочных коров в условиях Юга России. *Известия НВ АУК.* 2021. 3(63). 291-300. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-03-30.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. Глобальное изменение климата и его влияние на окружающую среду является одной из ведущих проблем XXI века. Согласно климатическим моделям, в период с 1990 по 2100 год прогнозируется глобальное потепление, приблизительно на 1,4-5,8 °С. На территории России ожидается увеличение особо жарких дней и продолжительности таких периодов с возрастанием частоты засух. Наряду с потеплением, отмечается сдвиг среднегодового климата в сторону более влажных условий [6, 12].

Ведущей причиной экономических потерь в животноводстве в условиях повышенных температур окружающей среды служит снижение адаптивных способностей организма в поддержании температурного баланса тела и толерантности к тепловому стрессу, чему способствует селекция животных на высокую продуктивность. Особенно это относится к молочным коровам, у которых из-за интенсивного обмена веществ при тепловом стрессе значительно снижается молочная продуктивность, их способность к воспроизводству, а в исключительных случаях происходит гибель животных [2, 7, 8, 10].

В зоне Юга России температура воздуха летом может достигать +45 °С (оптимальной температурой воздуха для коров считается 10±2 °С), и при таких экстремальных воздействиях решающее значение имеет разработка подходов к уменьшению негативных последствий теплового стресса за счет применения в рационах коров лекарственных препаратов и кормовых добавок, обеспечивающих гомеостаз организма при сезонной гипертермии [1, 5].

Среди перспективных компонентов для разработки средств фармакокоррекции в условиях воздействия на животных высоких температур окружающей среды особая роль может быть отведена производным аминокислот, к которым относятся бетаины.

Термин «бетаины» произошел от латинского названия сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.), в которой содержится простейший представитель этого ряда – перметилированный глицин. Интерес ученых к этим веществам обусловлен тем, что бетаины являются биологически активными цвитерионными соединениями, обладающими широким спектром фармакологических свойств [3, 14].

Применительно к тепловому стрессу важно, что бетаин имеет осмопротекторные свойства, выражающиеся в понижении потребностей организма во внутриклеточной воде, и это способствует снижению затрат энергии при поддержании осмотического баланса. Липотропные свойства бетаина обуславливают процесс нейтрализации молочной кислоты, тем самым уменьшая уровень эндотоксикоза организма в условиях стресса. В последнее время в медицине бетаин наиболее часто используется в качестве гепатопротекторного и метаболического средств [4, 9, 11, 13].

В связи с этим целью настоящего исследования явилось изучение влияния бетаина на биохимические показатели и продуктивность молочных коров при тепловом стрессе.

Объект исследования – бетаина гидрохлорид 95 % (производство «Sunwin Biotech Shandong Co., LTD», Китай). По внешнему виду представляет собой порошок белого или кремового цвета со специфическим запахом.

Материалы и методы. Исследования проводились в 2020 году в животноводческом хозяйстве Краснодарского края на коровах голштинской породы. Период по изучению эффективности бетаина при тепловом стрессе коров определялся на основании показателей температурно-влажностного индекса (ТВИ), который рассчитывали по общепринятому методу Н.Н. Kibler (1964). Степень проявления теплового стресса у коров оценивали исходя из градации, когда: ТВИ > 68 – легкий тепловой стресс; ТВИ > 72 – умеренный тепловой стресс; ТВИ > 80 – сильный тепловой стресс.

Для проведения исследований в начале мая, когда значения температуры окружающей среды наиболее комфортны для крупного рогатого скота, по принципу парных аналогов были сформированы две группы коров по 10 голов в каждой. В опыт отбирали животных, ранжированных по физиологическому состоянию (2-3 месяц лактации), результатам клинического обследования и биохимическому профилю крови.

Первая группа была контрольной и состояла из интактного поголовья, во второй опытной группе коровам ежедневно в течение 21 дня июля перорально применялся бетаина гидрохлорид в дозе 25 г на голову.

Для исследований пробы крови и молока отбирали у всех коров в начале мая и в конце июля. Лабораторные исследования крови проводили на автоматизированном биохимическом анализаторе «Vitalab Selectra Junior», уровень белковых фракций определяли нефелометрически, каротина – по Бессею, в модификации Анисовой, микроэлементный состав крови – методом **атомно-абсорбционной спектроскопии** на приборе «Квант-2». Для оценки качества отбиралась средняя проба из суточного молока от коров за три смежных дня, в которых определялась массовая доля жира и белка на приборе «Лактан», лактозу – на анализаторе «АКМ-98».

Статистическая обработка данных проводилась с помощью программы Statistica v. 10. Достоверность различий между группами определяли с помощью t-критерия Стьюдента.

Результаты и обсуждение. При расчёте показателей температурно-влажностного индекса, проведенного на основе данных среднесуточной температуры и влажности окружающей среды весенне-летнего периода за 2018, 2019 и 2020 годы

установлено, что в летний период в Краснодарском крае крупный рогатый скот постоянно находится в условиях теплового стресса – с преобладанием умеренного теплового стресса. При этом наиболее высокий температурно-влажностный индекс зарегистрирован в июле, когда средний показатель ТВИ за месяц по 2018, 2019 и 2020 гг. был выше 72, а в ряде случаев – больше 80, что свидетельствует о воздействии теплового стресса (от умеренного до сильного) на животных в этот период.

При изучении эффективности бетаина гидрохлорида при тепловом стрессе было зарегистрировано, что при его применении клинический статус коров опытной группы свидетельствовал об их большей устойчивости к высоким температурам июля, относительно контрольных аналогов: животные были более активны; имели температуру тела в среднем на 0,5-0,7 °С ниже; более ровное дыхание.

Коровы контрольной группы потребляли в среднем на 20 % больше воды, чем животные, получающие бетаин.

При анализе показателей удоя выявлено увеличение молочной продуктивности у коров, получающих бетаин: пиковые значения были достигнуты на 7 день от начала применения добавки; стойкое увеличение зарегистрировано на 17 сутки, что свидетельствует о накопительном эффекте бетаина в организме молочного скота.

После прекращения ввода бетаина регистрацию суточного удоя продолжали еще в течение двух недель. В итоге продуктивность в опытной группе в среднем была на 4,5 % выше, чем у контрольных аналогов, что в натуральном выражении составило примерно 1 кг молока на голову в сутки.

Если в сравнительном аспекте рассматривать данные по качественным признакам молока, то при его органолептической оценке разницы как между группами, так и в результате воздействия теплового стресса, выявлено не было. Молоко было белого цвета с желтоватым оттенком, однородной консистенции, без посторонних включений, с запахом, свойственным натуральному свежему молоку, сладковатое на вкус.

В химическом составе молока у коров при тепловом стрессе происходит снижение его жирности и белковости (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние бетаина на качественные показатели молока коров при тепловом стрессе ($M \pm m$; $n=10$)

Table 1 – Influence of betaine on the quality parameters of cows' milk under the heat stress ($M \pm m$; $n = 10$)

Показатель / Indicator	Группа / Group			
	1 – контрольная / 1 – control		2 – опытная / 2 – experimental	
	начало опыта / beginning of ex- periment	конец опыта / end of experiment	начало опыта / beginning of experiment	конец опыта / end of experiment
Массовая доля жира, % / Mass fraction of fat, %	3,58±0,01	3,16±0,02	3,56±0,03	3,32±0,01
Массовая доля белка, % / Mass fraction of protein, %	3,29±0,06	3,21±0,04	3,31±0,02	3,29±0,03
Массовая доля лактозы, % / Mass fraction of lactose, %	4,85±0,07	4,78±0,11	4,79±0,06	4,93±0,04
Количество соматических клеток, тыс./мл / Number of somatic cells, thousand / ml	148,9±11,5	189,4±10,3	151,4±9,6	163,5±7,6*

Примечание: различия достоверны * $p \leq 0,05$ по отношению к контролю

Так, разница в конце опыта относительно фоновых данных в абсолютных значениях составила: в 1 группе по жиру – 0,42 % и по белку – 0,08 %; во 2 группе по жиру – 0,24 % и по белку – 0,02 %. В относительных значениях разница между группами составила по жиру – 5,1 % и по белку – 2,3 %.

При развитии теплового стресса у интактных коров уровень лактозы в молоке имел тенденцию к снижению – в абсолютных значениях на 0,07 %. Следовательно, тепловой стресс влияет на уровень лактозы в молоке коров значительно меньше, чем на содержание белка и жира. Применение бетаина способствовало повышению лактозы в молоке – на 0,17 % (абсолютное значение) и на 2,84 % (относительное значение).

Проведенными исследованиями установлено, что вместе с повышением ТВИ увеличивалось и количество соматических клеток в молоке – на 40,5 тыс./мл (контрольная) и на 12,1 тыс./мл (опытная). При расчете разница составила 21,4 % и 7,4 % соответственно по группам. Следовательно, применение бетаина обуславливало более низкий уровень соматических клеток в молоке – с разницей 14 % относительно контрольных аналогов.

Результаты фоновых биохимических исследований сыворотки крови коров представлены в таблице 2 в виде сводных данных по всем группам, поскольку по этим параметрам также происходила выборка животных, что позволило сделать средние межгрупповые различия не выше 5 %. Все коровы на начало эксперимента были здоровыми и их биохимические показатели находились в пределах референсных значений.

Таблица 2 – Влияние бетаина на биохимические показатели крови коров при тепловом стрессе ($M \pm m$; $n=10$)

Table 2 – Influence of betaine on the biochemical parameters of the blood of cows under the heat stress ($M \pm m$; $n=10$)

Показатель / Indicator	Фоновые / Background	Группа / Group	
		1 – контроль / 1 – control	2 – опытная / 2 – experimental
Белок общий, г/л / Total protein, g / l	83,7 $\pm$ 2,23	86,1 $\pm$ 1,35	88,9 $\pm$ 2,47
Альбумины, % / Albumins, %	41,7 $\pm$ 1,68	45,2 $\pm$ 0,93*	46,3 $\pm$ 0,85*
α -глобулины, % / α -globulins, %	12,9 $\pm$ 0,24	13,1 $\pm$ 0,20	11,2 $\pm$ 0,09
β -глобулины, % / β -globulins, %	9,6 $\pm$ 0,42	6,8 $\pm$ 0,18	9,8 $\pm$ 0,27
γ -глобулины, % / γ -globulins, %	35,8 $\pm$ 2,41	34,9 $\pm$ 3,09	32,7 $\pm$ 1,96
Мочевина, ммоль/л / Urea, mmol / l	4,88 $\pm$ 0,09	4,17 $\pm$ 0,11**	4,56 $\pm$ 0,16*
Креатинин, ммоль/л / Creatinine, mmol / l	87,5 $\pm$ 3,02	92,6 $\pm$ 3,28	95,4 $\pm$ 2,21
Глюкоза, ммоль/л / Glucose, mmol / l	2,41 $\pm$ 0,05	2,27 $\pm$ 0,08	2,36 $\pm$ 0,04
Общий билирубин, мкмоль/л / Total bilirubin, μ mol / l	6,15 $\pm$ 0,18	7,19 $\pm$ 0,11**	6,51 $\pm$ 0,13*
АсАт, Ед/л / AST, U / l	83,5 $\pm$ 3,43	84,7 $\pm$ 6,98	82,5 $\pm$ 4,55
АлАт, Ед/л / ALT, U / l	29,8 $\pm$ 1,86	34,7 $\pm$ 1,52*	32,1 $\pm$ 2,84
ЩФ, Ед/л / ALP, U / l	127,7 $\pm$ 3,79	148,0 $\pm$ 2,98*	139,2 $\pm$ 1,53*
Триглицериды, ммоль/л / Triglycerides, mmol / l	0,33 $\pm$ 0,05	0,27 $\pm$ 0,01**	0,29 $\pm$ 0,04*
Холестерин, ммоль/л / Cholesterol, mmol / l	6,14 $\pm$ 0,29	5,96 $\pm$ 0,15	6,03 $\pm$ 0,11
Магний, ммоль/л / Magnesium, mmol / l	1,23 $\pm$ 0,02	1,06 $\pm$ 0,08**	1,14 $\pm$ 0,03
Хлориды, ммоль/л / Chlorides, mmol / l	98,5 $\pm$ 0,55	93,7 $\pm$ 0,92	95,2 $\pm$ 0,39
Кальций общий, ммоль/л / Total calcium, mmol / l	2,48 $\pm$ 0,05	2,39 $\pm$ 0,06	2,46 $\pm$ 0,09
Фосфор неорг., ммоль/л / Phosphorus inorganic, mmol / l	1,53 $\pm$ 0,09	1,62 $\pm$ 0,04	1,59 $\pm$ 0,03

Примечание: различия достоверны * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$ по отношению к фоновым данным

Установлено, что тепловой стресс оказал влияние на биохимический профиль крови коров. Так, в сыворотке крови количество общего белка увеличивалось за счет повышения содержания альбуминов, уровни которых на конец опыта превосходили исходные показатели – в контрольной группе на 2,8 % и 7,7 %, в опытной группе – на 5,8 % и 9,9 %. При этом концентрация глобулиновых фракций в крови существенно не изменялась. Скорее всего, повышению протеинового спектра крови способствовала общая дегидратация организма коров в условиях гипертермии, приводящая к сгущению крови и концентрированию плазмы, с увеличением в ней уровня общего белка и альбуминов. Также возможно, что в процессе адаптации животных к высокой температуре увеличение содержания общего белка в плазме опосредуется кортикостероном, который регулирует физико-химические механизмы поддержания объема крови при дегидратации за счет осмотического давления. Применение бетаина обуславливало активацию в пределах нормы протеинового метаболизма организма коров.

При перегревании организма нарушается мочевинообразующая функция печени, и наши исследования согласуются с этими данными, поскольку содержание мочевины в сыворотке крови коров снизилось в 1 группе на 17,1 % ($p \leq 0,01$) от фоновых показателей, а во второй – на 7,1 % (разница между группами составила 10 %).

В содержании креатинина при тепловом стрессе выявлено увеличение показателя, с разницей к концу опыта на 5,6 % (1 группа) и на 8,3 % (2 группа) относительно фоновых данных. Креатинин – продукт обмена белков, в синтезе которого принимают участие аминокислоты метионин, глицин и аргинин. Поскольку концентрация креатинина в крови коров опытной группы была выше, чем у контрольных аналогов, то этот результат можно рассматривать в аспекте положительного влияния бетаина на метаболизм аминокислот.

У всех животных отмечена тенденция к снижению концентрации глюкозы в сыворотке крови при воздействии теплового стресса с наиболее выраженными изменениями в 1 группе при разнице к фоновым данным на 6,1 %. Между кортизолом и глюкозой имеется обратная зависимость, что может приводить к истощению запасов глюкозы и гликогена в печени, а также снижению функций инсулярного аппарата организма животных. Применение бетаина оптимизировало углеводный обмен в организме коров при разнице в концентрации глюкозы с исходными данными на 2,1 % (разница между группами составила 4 %).

В сыворотке крови коров в летний период установлена более высокая активность аминотрансфераз относительно весеннего периода. Причем активность АЛАТ у контрольных животных приближалась к верхним значениям референсных показателей и составила $34,7 \pm 1,52$ Ед/л (на 14,1 % больше от исходных данных, при $p \leq 0,05$). У коров, получавших бетаин, этот показатель был ниже и составлял $32,1 \pm 2,84$ Ед/л (разница с началом опыта составила 7,2 %). Концентрация АсАТ у коров в обеих группах в течение всего периода исследований значимо не изменилась.

Выявлена статистическая закономерность увеличения активности ЩФ у всех животных, составившая в 1 группе 13,7 % и во 2 группе 8,3 %. Увеличение активности ЩФ может быть обусловлено не только влиянием теплового стресса, но и повышенной активностью, как плацентарной (маркер нормального функционирования фетоплацентарной системы), так и костной изоформами (созревание матрикса и минерализация костей плода). Поскольку у всех коров, отобранных в опыт, происходило увеличение срока стельности, гиперферментемия в этом случае носила физиолого-приспособительный характер, обусловленный, в основном изменениями, происходящими в организме беременного животного.

При изучении содержания триглицеридов в сыворотке крови коров выявлено, что в начале опыта их уровень регистрировался на нижней границе нормы. При развитии теплового стресса у интактных коров произошло снижение этого показателя на 22,2 % ($p \leq 0,01$), а у получавших бетаин – на 13,8 % ($p \leq 0,05$). Соответственно разница между группами составила 8,4 %.

Обращает на себя внимание повышенное значение общего билирубина в сыворотке крови коров в летний период даже у здорового поголовья с разницей к фоновым показателям в 1 группе на 14,5 % ($p \leq 0,01$) и во 2 группе – на 5,5 % ($p \leq 0,05$), что свидетельствует о напряженном функционировании печени и затрудненном оттоке желчи у коров. Различие в 9 % между группами подтверждает данные о гепатопротекторных свойствах бетаина, что позволило оптимизировать пигментообразовательную функцию печени у опытных коров.

В условиях повышенной температуры воздуха в организме животных увеличивается скорость метаболических реакций, происходит потеря электролитов с потом, что является одним из факторов развития ассоциированных с жарой осложнений. Эта концепция нашла подтверждение в проведенном нами эксперименте, поскольку при фоновых исследованиях концентрация магния регистрировалась в пределах значений нормы, а по окончании опыта произошло достоверное ($p \leq 0,01$) снижение показателя в контрольной группе на 16,1 %, а в опытной – на 7,9 %. Концентрация хлоридов во время теплового стресса также была ниже по сравнению с весенним периодом – в 1 группе на 5,1 % и во 2 группе – на 3,5 %.

Выводы. Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что в летний период в условиях Южного региона России крупный рогатый скот постоянно находится в условиях теплового стресса, с преобладанием по степени тяжести умеренного теплового стресса. Применение коровам бетаина гидрохлорида 95 % в течение 3 недель в дозе 25 г на голову при тепловом стрессе обеспечило повышение молочной продуктивности коров, содержания молочного жира и белка при снижении количества соматических клеток в молоке. Бетаин оказал оптимизирующее влияние на белковый, углеводно-жировой, минеральный обмены лактирующих коров, а также состояние их печени.

Своевременные и адекватные меры по профилактике теплового стресса за счет применения веществ метамодулирующего действия помогут нивелировать его негативные последствия для организма коров и связанные с ним убытки для животноводческого хозяйства.

Библиографический список

1. Головань В. Т., Юрин Д. А., Кучерявенко А. В. Определение индивидуальной резистентности животных к высокой солнечной активности // Российская сельскохозяйственная наука. 2018. № 1. С. 53-56.
2. Гормональный статус коров при тепловом стрессе на фоне применения фитопрепаратов / А. С. Зенкин, А. И. Свитин, Н. Ю. Калязина [и др.] // Иппология и ветеринария. 2019. № 4 (34). С. 74-79.
3. Кайшева Н. Ш. Разработка бетаина гидрохлорида как фармацевтической субстанции для производства лекарственного препарата – аналога ацидина // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2019. Т. 22. № 12. С. 34-37.
4. Коцаев А. Г., Патиева Т. П., Неверова О. П. Влияние бетаина на продуктивно-технологические показатели птицы // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2020. № 84. С. 242-246.
5. Кузьмина Е. В. Проблема теплового стресса в молочном животноводстве // Ветеринария Кубани. 2020. № 3. С. 10-11.
6. Папцов А. Г., Шеламова Н. А. Направления и меры адаптации сельского хозяйства государств-членов ЕАЭС к глобальным климатическим изменениям // Экономика сельского хозяйства России. 2017. № 7. С. 90-97.
7. Полховская Н. Тепловой стресс: влияние на продуктивность коров // Комбикорма. 2016. № 6. С. 52-55.

8. Тепловой стресс у лактирующих молочных коров и способы его профилактики / Ю. Фомичев, Н. Сулима, Е. Сидоров, О. Бардин // Молочное и мясное скотоводство. 2013. № 2. С. 30-32.
9. Baumgard L. H., Rhoads R.P. The effects of hyperthermia on nutrient partitioning // Ruminant nutrition symposium. Ithaca: NY, 2017. P. 1855-1865.
10. Cook N. B. The effect of heat stress and lameness on time budgets of lactating dairy cows // J. Dairy Sci. 2017. P. 1674-1682.
11. Ratriyanto A., Mosenthin R. Osmoregulatory function of betaine in alleviating heat stress in poultry // J Anim Physiol Anim Nutr (Berl). 2018. № 102 (6). P.1634-1650.
12. Rossati A. Global Warming and Its Health Impact // Occup Environ Med. 2017 № 8 (1). P. 7-20.
13. Saeed M. Reconsidering betaine as a natural anti-heat stress agent in poultry industry: a review // Trop Anim Health Prod. 2017. № 49 (7). P. 1329-1338.
14. Zhao G. Betaine in Inflammation: Mechanistic Aspects and Applications // Immunol. 2018. № 24 (9). P. 1070.

Conclusions. The obtained data indicate that in the summer period in the conditions of the Southern region of Russia, cattle are constantly under heat stress, with a predominance of the moderate heat stress. The use of 95% betaine hydrochloride to cows for 3 weeks at a dose of 25 grams per head under heat stress provided an increase in the dairy productivity of cows, the content of milk fat and protein while reducing the number of somatic cells in milk. Betaine had an optimizing effect on the protein, carbohydrate, fat, and mineral metabolism of lactating cows, as well as the state of their liver.

Timely and adequate measures to prevent heat stress through the use of meta-modulating substances will help to neutralize its negative consequences for the body of cows and the associated losses for livestock farming.

References

1. Golovan V. T., Yurin D. A., Kucheryavenko A. V. Determination of individual resistance of animals to high solar activity / V.T. Golovan, // Russian Agricultural Science. 2018. № 1. P. 53-56.
2. Hormonal status of cows under heat stress against the background of the use of phytopreparations / A. S. Zenkin, A. I. Svitin, N. Yu. Kalyazina [et al.] // Hippology and veterinary medicine. 2019. № 4 (34). P. 74-79.
3. Kaisheva N. Sh. Development of betaine hydrochloride as a pharmaceutical substance for the production of a drug analog of acidin // Questions of biological, medical and pharmaceutical chemistry. 2019. Vol. 22. № 12. P. 34-37.
4. Koschaev A. G., Patieva T. P., Neverova O. P. Influence of betaine on the productive and technological indicators of poultry // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2020. № 84. P. 242-246.
5. Kuzminova E. V. The problem of heat stress in dairy farming // Veterinary Medicine of Kuban. 2020. № 3. P. 10-11.
6. Paptsov A. G., Shelamova N. A. Directions and measures of agriculture adaptation of member states of EEU to global climatic changes // The economy of agriculture in Russia. 2017. №. 7. P. 90-97.
7. Polkhovskaya N. Heat stress: influence on the productivity of cows // Compound feed. 2016. № 6. P. 52-55.
8. Heat stress in lactating dairy cows and methods of its prevention / Yu. Fomichev, N. Sulima, E. Sidorov, O. Bardin // Dairy and meat cattle breeding. 2013. № 2. P. 30-32.
9. Baumgard L. H., Rhoads R.P. The effects of hyperthermia on nutrient partitioning // Ruminant nutrition symposium. Ithaca: NY, 2017. P. 1855-1865.
10. Cook N. B. The effect of heat stress and lameness on time budgets of lactating dairy cows // J. Dairy Sci. 2017. P. 1674-1682.
11. Ratriyanto A., Mosenthin R. Osmoregulatory function of betaine in alleviating heat stress in poultry // J Anim Physiol Anim Nutr (Berl). 2018. № 102 (6). P.1634-1650.
12. Rossati A. Global Warming and Its Health Impact // Occup Environ Med. 2017 № 8 (1). P. 7-20.

13. Saeed M. Reconsidering betaine as a natural anti-heat stress agent in poultry industry: a review // Trop Anim Health Prod. 2017. № 49 (7). P. 1329-1338.

14. Zhao G. Betaine in Inflammation: Mechanistic Aspects and Applications // Immunol. 2018. № 24 (9). P. 1070.

Authors Information

Rud Ekaterina Nikolaevna, PhD student of the Department of Pharmacology of the Krasnodar Research Centre for Animal Husbandry and Veterinary Medicine (1-ya Liniya st., Krasnodar, 350004)
ORCID: 0000-0002-1160-4411, E-mail: rudkaterina@bk.ru.

Grin Vladimir Anatolevich, leading scientific researcher of the Department of Pharmacology of the Krasnodar Research Centre for Animal Husbandry and Veterinary Medicine (1-ya Liniya st., Krasnodar, 350004), PhD in Veterinary Sciences

ORCID: 0000-0002-7171-4073; E-mail: grin@krasnodarvet.ru.

Kuzminova Elena Vasilevna, chief researcher of the Department of Pharmacology of the Krasnodar Research Centre for Animal Husbandry and Veterinary Medicine (1-ya Liniya st., Krasnodar, 350004), Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor

ORCID: 0000-0003-4744-0823, E-mail: niva1430@mail.ru.

Semenenko Marina Petrovna, Head of the Department of Pharmacology of the Krasnodar Research Centre for Animal Husbandry and Veterinary Medicine (1-ya Liniya st., Krasnodar, 350004), Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor

ORCID: 0000-0001-8266-5900, E-mail: sever291@mail.ru.

Информация об авторах:

Рудь Екатерина Николаевна, аспирант отдела фармакологии федерального государственного бюджетного научного учреждения «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии» (350004, г. Краснодар ул. 1-я Линия).

ORCID: 0000-0002-1160-4411; E-mail: rudkaterina@bk.ru.

Гринь Владимир Анатольевич, ведущий научный сотрудник отдела фармакологии федерального государственного бюджетного научного учреждения «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии» (350004, г. Краснодар ул. 1-я Линия), кандидат ветеринарных наук.

ORCID: 0000-0002-7171-4073; E-mail: grin@krasnodarvet.ru.

Кузьминова Елена Васильевна, главный научный сотрудник отдела фармакологии федерального государственного бюджетного научного учреждения «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии» (350004, г. Краснодар ул. 1-я Линия, 1), доктор ветеринарных наук, доцент.

ORCID: 0000-0003-4744-0823, E-mail: niva1430@mail.ru.

Семененко Марина Петровна, заведующая отделом фармакологии федерального государственного бюджетного научного учреждения «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии» (350004, г. Краснодар ул. 1-я Линия, 1), доктор ветеринарных наук, доцент,

ORCID: 0000-0001-8266-5900, E-mail: sever291@mail.ru.

DOI: 10.32786/2071-9485-2021-03-31

ECONOMIC EFFICIENCY OF TREATMENT OF HONEY BEES AGAINST VARROATOSIS IN THE CONDUCT OF ORGANIC LIVESTOCK

**V. A. Chuchunov, E. B. Radzievsky, V. A. Zlepkin,
T. V. Konobley, Yu. V. Radzievskaya**

Volgograd State Agrarian University, Volgograd

Received 20.01.2021

Submitted 19.08.2021

Summary

The article presents the results of economic efficiency of medical and preventive measures in the treatment of varroatosis in honeybees, through the use of formic acid as an acaricide. The development trend and quality of wintering of bee colonies, as well as the honey productivity obtained from them, are monitored.

Abstract

The results of the economic efficiency of the treatment and prophylactic measures in the treatment of varroatosis in honey bees through the use of formic acid as an acaricide are presented. The trend of development and quality of wintering of bee colonies, as well as the honey productivity obtained from them, is