

Ю.Г. Иванов¹С.А. Андреев¹Д.А. Понизовкин² ✉

¹Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, Россия

²Московский государственный колледж электромеханики и информационных технологий, Москва, Россия

✉ ponizovkind@yandex.ru

Поступила в редакцию: 17.07.2025

Одобрена после рецензирования: 13.11.2025

Принята к публикации: 28.11.2025

© Иванов Ю.Г., Андреев С.А.,
Понизовкин Д.А.

Исследование влияния влажной очистки кожного покрова коров автоматическим щеточным устройством на тепловой стресс в летний период времени

РЕЗЮМЕ

В статье представлены результаты исследования влияния сухой и влажной очистки кожного покрова коров с использованием автоматических щеточных устройств на уровень теплового стресса в летний период в условиях молочной фермы. Эксперимент проводили на 30 коровах в июне 2024 года в Совхозе им. Ленина Московской области. Животные были распределены на три группы по 10 коров. Исследование проводили при температуре воздуха в коровнике от 22 до 26 °С, повышающейся в течение дня, и относительной влажности воздуха 55%. Одна из групп является контрольной, вторая имеет доступ к классической автоматической щетке (сухая очистка), третья группа имеет доступ к автоматической щетке с устройством смачивания ворса щетки (влажная очистка). Результаты показали, что использование сухой и влажной очистки кожного покрова позволяет снизить температуру кожного покрова при 26 °С на 1,5 °С и 4,6 °С, соответственно, в сравнении с группой животных, где доступа у животных к автоматической щетке не было. С увеличением температуры окружающей среды с 22 до 26 °С при относительной влажности воздуха 55% частота использования автоматических щеток животными увеличилась. При этом с ростом температуры окружающего воздуха частота подходов животных к автоматическим щеткам с влажной очисткой возросла на 13%. С увеличением температуры окружающего воздуха возрастает и время использования автоматических щеток коровами. При температуре 26 °С среднее время использования выше на 24% у щеток, осуществляющих влажную очистку. Установлен эффект от использования увлажняющих автоматических щеток для снижения тепловых стрессов у коров, обеспечивающих возможность, в дополнение к системам местной принудительной вентиляции, индивидуального охлаждения каждого животного по его тепловым ощущениям.

Ключевые слова: тепловой стресс, коровник, щетки для коров, автоматические щетки, очистка кожного покрова, влажная очистка, микроклимат

Для цитирования: Иванов Ю.Г., Андреев С.А., Понизовкин Д.А. Исследование влияния влажной очистки кожного покрова коров автоматическим щеточным устройством на тепловой стресс в летний период времени. *Аграрная наука*. 2025; 401 (12): 180–187. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-401-12-180-187>

Yuri G. Ivanov¹Sergey A. Andreev¹Dmitry A. Ponizovkin² ✉

¹Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

²Moscow State College of Electromechanics and Information Technologies, Moscow, Russia

✉ ponizovkind@yandex.ru

Received by the editorial office: 17.07.2025

Accepted in revised: 13.11.2025

Accepted for publication: 28.11.2025

© Ivanov Yu.G., Andreev S.A.,
Ponizovkin D.A.

Research of the effect of wet cleaning of cows' skin with an automatic brushing device on heat stress in the summer

ABSTRACT

The article presents the results of a study of the effect of dry and wet cleaning of the skin of cows using automatic brushing devices on the level of thermal stress in summer in a dairy farm. The experiment was conducted on 30 cows in June 2024 at the State Farm named after him. Lenin Street, Moscow region. The animals were divided into three groups of 10 cows each. The study was conducted at an air temperature in the cowshed from 22 to 26 °C, increasing during the day, and a relative humidity of 55%. One of the groups is a control group, the second has access to a classic automatic brush (dry cleaning), the third group has access to an automatic brush with a brush pile wetting device (wet cleaning). The results showed that the use of dry and wet cleaning of the skin makes it possible to reduce the temperature of the skin at 26 °C by 1.5 °C and 4.6 °C, respectively, in comparison with the group of animals where animals did not have access to an automatic brush. As the ambient temperature increased from 22 to 26 °C at a relative humidity of 55%, the frequency of use of automatic brushes by animals increased. At the same time, as the ambient temperature increased, the frequency of animal approaches to automatic wet cleaning brushes increased by 13%. As the ambient temperature increases, the use time of automatic brushes by cows also increases. At a temperature of 26 °C, the average use time is 24% higher for wet cleaning brushes. The effect of using automatic moisturizing brushes to reduce thermal stress in cows has been established, providing the opportunity, in addition to local forced ventilation systems, to individually cool each animal according to its thermal sensations.

Key words: heat stress, cowshed, cow brushes, automatic brushes, skin cleaning, wet cleaning, microclimate

For citation: Ivanov Yu.G., Andreev S.A., Ponizovkin D.A. Research of the effect of wet cleaning of cows skin with an automatic brushing device on heat stress in the summer. *Agrarian science*. 2025; 401 (12): 180–187 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-401-12-180-187>

Введение/Introduction

В Стратегии ФАО в отношении изменения климата на 2022–2031 годы указывается на необходимость в неотложных мерах, направленных на преодоление воздействия изменения климата на агропродовольственные системы, в основе которых лежит концепция невосприимчивого к климатическим воздействиям сельского хозяйства. Отмечается, что в борьбе с изменением климата агропродовольственные системы, в том числе и животноводство, нуждаются в использовании передового опыта и инновационных технологических решений¹.

В животноводстве крупный рогатый скот является наиболее подверженным влиянию теплового стресса. Физиологические особенности коров и практика промышленного скотоводства показывают, что повышение температуры окружающего воздуха выше 24 °C приводит к ухудшению физиологического состояния животных и снижению молочной продуктивности коров [1, 2]. При высокой влажности воздуха интенсивность испарения влаги с кожной поверхности коров снижается и отведение излишков эндогенного тепла становится затруднительным за счет естественной терморегуляции животного. Кроме параметров микроклимата, на теплообмен влияет загрязнение кожного покрова животных, которое препятствует теплоотдаче в окружающую среду. Если часть тела коровы загрязнена, организму животного сложнее отводить тепло путем испарения пота, так как загрязнение уменьшает площадь поверхности тела, с которой оно происходит. Чем толще слой загрязнения, тем ниже интенсивность теплообмена животного с окружающей средой [3–5].

При высоких температурах воздуха и повышенной относительной влажности воздуха у коров появляются ответные физиологические реакции: увеличиваются частота дыхания, частота пульса, потоотделение, температура тела, температура кожного покрова, потребление воды, снижается двигательная активность, изменяются количество и состав потребляемого корма, происходят изменения в эндокринной системе. Установлены количественные значения увеличения частоты пульса и дыхания коров, характеризующих степень теплового стресса, испытываемого коровами в жаркое время года [6].

Распространенным способом снижения теплового стресса в летний период времени является применение местной принудительной вентиляции, представляющей собой осевые вентиляторы, направленные в зоны нахождения животных [7, 8]. Применение локального обдува в зоне нахождения животных снижает влияние тепловых стрессов за счет снижения температуры воздуха вокруг животного, нагреваемого животным, конвективным путем, а также повышает интенсивность испарения пота с кожного покрова [9].

Однако следует учесть, что эти вентиляторы не могут обеспечить одинаковую для всех коров скорость воздушного потока, которая уменьшается с увеличением расстояния между ними. При этом каждое животное будет охлаждаться по-разному и не учитывается индивидуальная реакция коровы на тепловой стресс. В связи с этим представляется важным предоставить животным дополнительную возможность индивидуально (по своим ощущениям) снижать тепловой стресс. Целесообразно, чтобы объектами управления являлись и коровник, и само животное.

Большой вклад в исследования по снижению тепловых стрессов у коров внес А. Berman. Цикл его работ с 2004 по 2019 год подтвердил, что испарительное охлаждение воздуха в коровнике является эффективным способом снятия теплового стресса у молочного скота, которое наиболее эффективно при жаркой и сухой погоде [10, 11]. Он доказал эффективность сочетания принудительной вентиляции с увлажнением поверхности животных [12].

Применение современных автоматизированных систем поддержания параметров микроклимата в коровнике, безусловно, позволяет снизить влияние теплового стресса на животных, однако этого не всегда достаточно [13–14]. Одним из перспективных направлений исследования является применение технических средств, воздействующих непосредственно на коров, помогая им бороться с тепловым стрессом. Установлено, что одним из способов повышения интенсивности теплообмена коров с окружающей средой в летний период года является применение автоматических щеточных устройств для сухой очистки кожного покрова от загрязнений [15].

Экспериментально установлено, что при возникновении теплового стресса у коров при температуре воздуха 25–35 °C, влажности 50–75%, скорости потока воздуха 0,5–2,0 м/с сухая, влажная и влажная с шампунем способы очистки кожного покрова коровы от загрязнений, проведенные вручную, приводят к снижению роста температуры поверхности тела, увеличению теплоотдачи и испарению пота, повышают теплообмен коров с окружающей средой и уменьшают влияние теплового стресса. Наиболее эффективно снижают тепловой стресс способы влажной очистки и влажной очистки с моющим средством в сравнении с сухим способом [16].

Регистрация температуры кожного покрова позволяет косвенно определять влияние теплового стресса у коров с достаточной точностью. Увеличение температуры воздуха и относительной влажности воздуха приводит к появлению теплового стресса у животных, который характеризуется ответной реакцией организма животного, проявляемой через увеличение частоты дыхания и частоты пульса коров. При этом организм

¹ FAO Strategy on Climate Change 2022–2031. FAO. Rome. 2022.

избавляется от излишков тепла путем выдыхания нагретого воздуха через легкие и увеличением температуры кожного покрова за счет повышения интенсивности циркуляции крови от внутренних органов, имеющих более высокую температуру, к периферии — кожному покрову. В условиях повышенных температур воздуха снижение температуры кожного покрова от физических воздействий свидетельствует о снижении влияния теплового стресса на организм животного [17, 18].

Анализ показывает, что в предыдущих исследованиях не рассматривались влияние способов очистки кожного покрова на снижение стресса у коров, проведенных автоматическим щеточным устройством, частота подходов коров к щеточным устройствам и продолжительность времени использования автоматических щеток коровами в условиях фермы.

Цель исследования — провести оценку эффективности применения автоматических щеток для очистки кожного покрова коров в летний период времени в условиях фермы с сухой очисткой в базовом варианте и оборудованной устройством подачи воды для влажной очистки по физиологической реакции животных на тепловой стресс.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проводили на молочной ферме Совхоза им. Ленина, расположенной в Ленинском городском округе Московской области, с 1 по 30 июня 2024 года.

Коровы содержатся беспривязным способом. В коровнике установлена принудительная система вентиляция с осевыми вентиляторами над зонами нахождения животных и потолочными вентиляторами. В коровнике установлено вертикальное автоматическое щеточное устройство SCHURR (Германия) мощностью 0,37 кВт с вращающимися щетками для очистки боков и спины животного. Определение эффективности применения автоматического щеточного устройства, дополнительно оборудованного устройством подачи воды для проведения влажной очистки кожного покрова коров в сравнении с очисткой кожного покрова коров без подачи воды — сухой очистки.

30 лактирующих коров голштинской породы были разделены на три группы (по 10 коров в каждой). Животные не имели видимых кожных заболеваний. Режим кормления — 2 раза в день. В первой группе животных при применении автоматической щетки проводили влажную очистку кожного покрова за счет смачивания водой ворса щетки из специального устройства для подачи воды. Во второй группе применяли стандартный режим работы автоматической щетки — сухую очистку кожного покрова. Третья группа животных является контрольной — очистка кожного покрова не проводится. К автоматическому щеточному устройству добавлено устройство для смачивания водой ворса щеток. Устройство для подачи воды

Рис. 1. Автоматическая щетка с устройством подачи воды: 1 — бак с водой; 2 — насос; 3 — шланг; 4 — распылитель

Fig. 1. Automatic brush with water supply device: 1 — water tank; 2 — pump; 3 — hose; 4 — sprayer



состоит из бака с водой, погружного насоса мощностью 45 Вт и производительностью 3000 л/ч (WP-4880), шланга и насадки для распыления воды (рис. 1).

Исследование проводили при температуре воздуха в помещении от 22 до 26 °С и относительной влажности 55%. Выбор данного температурного диапазона обусловлен изучением начальной стадии теплового стресса у коров. На начало исследования (в 9:00) температура воздуха в помещении составляла 22 °С. Относительную влажность воздуха 55% измеряли термогигрометром Testo 625 (Германия) (средство измерений (СИ) поверено). На момент завершения исследования (в 15:00) температура воздуха 26 °С, относительная влажность воздуха 55,2%.

Скорость воздуха измеряли цифровым анемометром Testo 417 (Германия), зона нахождения животных обеспечивалась естественной вентиляцией (0,5–0,6 м/с). Потолочные и наклонные вентиляторы были установлены над зонами нахождения животных и обеспечивали дополнительную вентиляцию помещения при температуре воздуха выше 25 °С до скорости 1,0 м/с. Прямые солнечные лучи не попадали в зону нахождения животных. Коровы имели свободный доступ к автоматической щетке (рис. 2).

В процессе исследования регистрировали частоту подходов коров к автоматической щетке, время ее использования, температуру кожного покрова до и после использования автоматической щетки — через 10 минут, после того как исчезнет массирующий эффект.

Температуру кожного покрова определяли бесконтактным способом с помощью медицинского инфракрасного термометра TNK-TOP01 (Scilla, Корея). Точность измерения в диапазоне анализируемых температур находилась в пределах 0,1 °С (СИ поверено).

Рис. 2. Сухая (1) и влажная (2) очистка кожного покрова коров
Fig. 2. Dry (1) and wet (2) cleaning of the skin of cows



Исследование проводили с использованием методов статистического анализа, включая линейный регрессионный анализ и дисперсионный анализ. Был проведен множественный линейный регрессионный анализ для изучения связи между изменением температуры кожи и факторами окружающей среды (температурой, относительной влажностью и скоростью воздуха). Коэффициенты регрессии оценивали методом наименьших квадратов, а значимость каждого фактора определяли с помощью t-критерия.

Для сравнения эффектов двух типов очистки (сухой и влажной) использовали однофакторный дисперсионный анализ. Этот подход позволил оценить различия средних значений температуры кожи между двумя группами и проверить гипотезу об отсутствии разницы между ними.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Получены данные, которые показывают частоту использований автоматической щетки (количество подходов коров к автоматической щетке за час) в каждой группе, среднее время использования щетки животными и температуру кожного покрова после очистки кожного покрова в зависимости от температуры воздуха, которая повышалась с 9:00 до 15:00 (табл. 1).

Исследование показало, что с увеличением температуры окружающего воздуха у животных повышается температура кожного покрова,

определяющаяся реакцией организма на превышение термонейтральной зоны коров. При этом использование сухой и влажной очистки кожного покрова позволяет снизить температуру кожного покрова при 26 °C на 1,5 °C и 4,6 °C, соответственно, в сравнении с группой животных, где доступа у животных к автоматической щетке не было (рис. 3).

С увеличением температуры окружающей среды с 22 до 26 °C при относительной влажности воздуха 55% частота использования автоматических щеток у животных увеличилась.

При этом с ростом температуры частота подходов животных к щеткам с влажной очисткой возросла на 13% (рис. 4).

Рис. 3. Изменение температуры кожного покрова в зависимости от способа очистки кожного покрова
Fig. 3. Skin temperature changes depending on the skin cleaning method

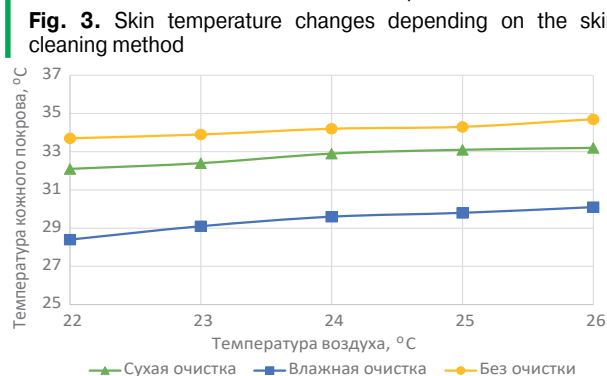


Рис. 4. Изменение частоты подходов коров к автоматическим щеткам от температуры воздуха
Fig. 4. Changing the frequency of cows approaches to automatic brushes depending on the air temperature

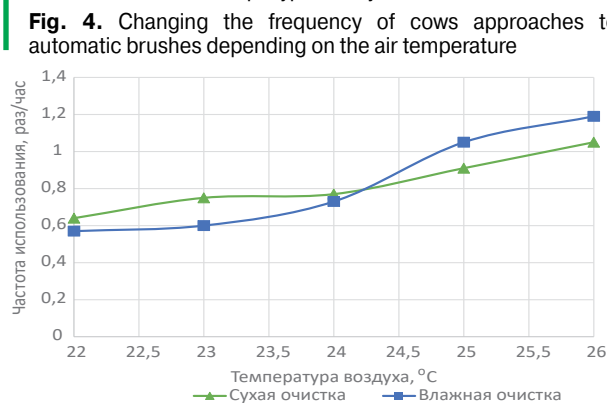


Таблица 1. Результаты исследования способов очистки кожного покрова

Table 1. The results of the study of skin cleansing methods

Фактор	Параметры изучения								
Время, ч.	9:00–11:00			11:00–13:00			13:00–15:00		
Температура воздуха, °C	22,0			24,0			26,0		
Способ очистки	Частота использования, раз/ч	Время использования, с	Температура кожного покрова, °C	Частота использования, раз/ч	Время использования, с	Температура кожного покрова, °C	Частота использования, раз/час	Время использования, с	Температура кожного покрова, °C
Сухая очистка	0,64 ± 0,01	42,1 ± 0,1	32,1 ± 0,1	0,77 ± 0,01	45,9 ± 0,1	32,9 ± 0,1	1,05 ± 0,01	59,1 ± 0,1	33,2 ± 0,1
Влажная очистка	0,57 ± 0,01	38,4 ± 0,1	28,4 ± 0,1	0,73 ± 0,01	43,7 ± 0,1	29,6 ± 0,1	1,19 ± 0,01	59,8 ± 0,1	30,1 ± 0,1
Без очистки	–	–	33,7 ± 0,1	–	–	34,2 ± 0,1	–	–	34,7 ± 0,1

Результаты исследования показали, что с увеличением температуры окружающего воздуха возрастает и время использования автоматических щеток коровами (рис. 5). Стоит выделить, что при температуре 26 °С среднее время использования выше на 24% у щеток, осуществляющих влажную очистку.

Данные собирали ежедневно в течение всего периода наблюдения. Каждый день проводили измерения температуры кожи (сразу после использования щетки и спустя некоторое время после ее окончания). Эти данные затем использовали для построения моделей и проведения статистического анализа.

Для математического описания полученных зависимостей были использованы однофакторные уравнения регрессии, выбираемые из ряда простых функций: линейной, полиномиальной 2-го и 3-го порядка, показательной, гиперболической, степенной, логарифмической и экспоненциальной. При этом предпочтение отдавали функциям, обеспечивающим наибольшую точность воспроизведения экспериментальных данных по минимальной средней ошибке при минимальном количестве входящих в нее параметров.

В качестве уравнений регрессии, иллюстрирующих зависимости температуры кожного покрова животных от температуры воздуха, были использованы линейные функции вида:

$$T_{\text{кп}} = A + B \times T_{\text{возд}}, \quad (1)$$

где A и B — постоянные параметры, рассчитанные методом наименьших квадратов.

Для опыта при влажной очистке $A = 129,57$ и $B = 0,62$, при сухой очистке $A = 25,74$ и $B = 0,29$, при отсутствии очистки $A = 26,78$ и $B = 0,31$. При этом уравнения регрессии обеспечивают средние ошибки 2,44%, 0,25% и 0,19% соответственно. Одновременно были вычислены коэффициенты парной корреляции (0,78, 0,97 и 0,98) при коэффициентах детерминации 0,62, 0,95 и 0,97 соответственно.

Зависимости частоты использования животными щеточных устройств от температуры воздуха при влажной и сухой очистке имеют два слабых экстремума. Для описания этих зависимостей целесообразно использовать полиномы 3-го порядка вида:

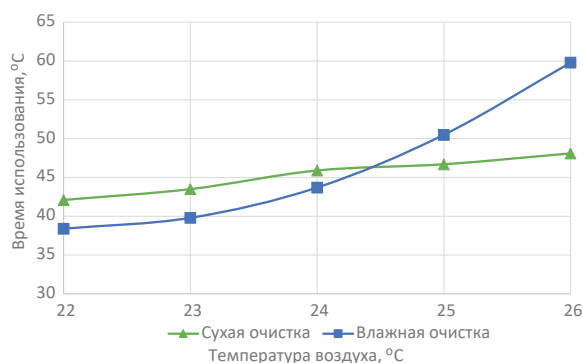
$$T_{\text{кп}} = A + B \times f + C \times f^2 + D \times f^3. \quad (2)$$

Параметры этих полиномов рассчитывались решением системы четырех линейных уравнений. В результате расчета были получены следующие значения: для влажной очистки $A = 359,17$, $B = -44,52$, $C = 1,83$, $D = -0,025$; для сухой очистки $A = -121,32$, $B = 15,39$, $C = -0,649$, $D = 0,009$.

При этом средние ошибки составили 3,29% и 0,96%, коэффициенты корреляции 0,98 и 0,97

Рис. 5. Время использования коровами автоматических щеток

Fig. 5. The time when cows use automatic brushes



и коэффициенты детерминации 0,98 и 0,99 для влажной и сухой очистки соответственно.

Зависимости продолжительности использования щеточных устройств от температуры воздуха были аппроксимированы степенными функциями вида:

$$\tau = A \times (T_{\text{возд}})^B. \quad (3)$$

Для линеаризации этой функции в процессе использования метода наименьших квадратов осуществлялось логарифмирование. При этом были получены следующие результаты: для влажной очистки $A = 0,0056$, $B = 2,8366$; для сухой очистки $A = 2,9892$, $B = 0,8547$.

По результатам сравнения экспериментальных и теоретических значений продолжительности использования щеточных устройств средние ошибки составили 3,15% и 0,88%, коэффициенты корреляции 0,98 и 0,97, коэффициенты детерминации 0,95 и 0,96 для влажной и сухой очистки соответственно.

Однофакторный дисперсионный анализ показал статистически значимые различия между эффектами сухой и влажной очистки на температуру кожи коров: $F(1,18) = 12,34$, $p < 0,01$. Средняя разница в снижении температуры кожи составила $3,4 \pm 0,1$ °C при температуре воздуха 22 °C и 24 °C, а при температуре воздуха 26 °C — $3,1 \pm 0,1$ °C, причем влажная чистка оказалась эффективнее сухой.

Полученные результаты подтверждают предположение о том, что применение автоматических щеток для очистки кожного покрова коров оказывает существенное влияние на температуру поверхности кожи коров и, как следствие, на теплообмен с окружающей средой. При этом эффект снижения температуры кожного покрова зависит как от внешних факторов, таких как температура и относительная влажность воздуха, так и от способа очистки. Более высокие показатели температуры воздуха увеличивают риск перегрева животных, тогда как влажная очистка кожного покрова позволяет снизить эту угрозу путем увеличения отвода тепла за счет процесса испарения.

Важно отметить, что полученные данные следует интерпретировать с учетом ограничений исследования — диапазона температур и относительной влажности окружающего воздуха, а также количества и породы животных.

Несмотря на эти ограничения, полученные результаты согласуются с предыдущими данными исследований, описывающими влияние применения очистки кожного покрова на снижение теплового стресса у коров [16]. Таким образом, установлен эффект от использования увлажняющих автоматических щеток для снижения тепловых стрессов у коров, обеспечивающих возможность, в дополнение к системам местной принудительной вентиляции, индивидуального охлаждения каждого животного по его тепловым ощущениям.

Результаты предоставляют важную информацию для фермерских хозяйств, стремящихся автоматизировать производство (и в частности, уход за своими стадами). Применение автоматических щеток для очистки кожного покрова позволяет уменьшить возможные последствия теплового стресса и улучшить общие условия содержания животных, тем самым повышая их продуктивность и благополучие.

На основе проведенных исследований получен патент «Моющее устройство для коров»² в составе с автоматической щеткой с форсунками для смазывания водой ворса щетки и кожной поверхности коров.

Полученные результаты служат основой для дальнейших исследований по обоснованию рациональных параметров и режимов работы автоматического щеточного устройства с устройством подачи воды для снижения теплового стресса у коров.

Выводы/Conclusions

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что применение автоматических щеток, оборудованных устройством подачи воды для проведения влажной очистки кожного покрова с целью снижения тепловых стрессов в летний

период времени, эффективно для снижения влияния теплового стресса.

Использование сухой и влажной очистки кожного покрова позволяет снизить температуру кожного покрова при 26 °C на 1,5 °C и 4,6 °C, соответственно, в сравнении с группой животных, не имеющей доступа к автоматической щетке.

С ростом температуры воздуха с 22 до 26 °C частота подходов животных к автоматической щетке в группе с влажной очисткой возросла на 13% по сравнению с группой, которая использовала сухую очистку. При температуре воздуха 26 °C средняя продолжительность времени использования автоматической щетки в группе животных, которые использовали влажную очистку, выше на 24%, чем у группы животных, использовавших сухую очистку кожного покрова. При температуре воздуха 22 °C разница в количестве подходов и во времени использования автоматических щеток в группах животных с влажной и сухой очисткой была незначительной.

Таким образом, установлено, что коровы в коровнике, оборудованном для снижения тепловых стрессов местной принудительной вентиляцией, в летний период используют дополнительно и автоматические щетки, причем при повышении температуры окружающего воздуха животные чаще и продолжительнее проводят себе влажную очистку кожного покрова, чем сухую. Применяя влажные щетки, каждой корове предоставляется возможность по своим тепловым ощущениям принимать решение о целесообразности дополнительного охлаждения, чем она и пользуется. Тем самым подтверждена целесообразность рассматривания для борьбы с тепловыми стрессами двух объектов управления — как коровника, так и самого животного.

Перспективными являются дальнейшие исследования по обоснованию рациональных параметров и режимов работы автоматического щеточного устройства с устройством подачи воды для снижения теплового стресса у коров.

² Патент на полезную модель «Моющее устройство для коров» № 226287, № заявл. 2023125868 от 10.10.2023. Опубл. 29.05.2024.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Довлатов И.М., Комков И.В., Базаев С.О., Владимиров Ф.Е., Хакимов А.Р. Влияние теплового стресса, определение температурно-влажностного индекса. *Аграрная наука*. 2024; (10): 171–176. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-387-10-171-176>
2. Dovolou E., Giannoulis T., Nanas I., Amiridis G.S. Heat Stress: A Serious Disruptor of the Reproductive Physiology of Dairy Cows. *Animals*. 2023; 13(11): 1846. <https://doi.org/10.3390/ani13111846>
3. Иванов Ю.Г., Баймуханов Д.А., Борулько В.Г., Понизовкин Д.А., Джанабекова Г.К. Влияние очистки кожного покрова коров на физиологические показатели при тепловых стрессах в теплый период времени. *Вестник Национальной академии наук Республики Казахстан*. 2020; (4): 100–108 (на англ. яз.). <https://doi.org/10.32014/2020.2518-1467.109>

REFERENCES

1. Dovlatov I.M., Komkov I.V., Bazaev S.O., Vladimirov F.E., Khakimov A.R. Effect of heat stress, determination of temperature-humidity index. *Agrarian science*. 2024; (10): 171–176 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-387-10-171-176>
2. Dovolou E., Giannoulis T., Nanas I., Amiridis G.S. Heat Stress: A Serious Disruptor of the Reproductive Physiology of Dairy Cows. *Animals*. 2023; 13(11): 1846. <https://doi.org/10.3390/ani13111846>
3. Ivanov Yu.G., Baimukanov D.A., Borulko V.G., Ponizovkin D.A., Dzhanabekova G.K. Influence of cow skin cleaning on physiological parameters under heat stresses in warm season. *Bulletin of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan*. 2020; (4): 100–108. <https://doi.org/10.32014/2020.2518-1467.109>

4. Berman A. Effects of body surface area estimates on predicted energy requirements and heat stress. *Journal of Dairy Science*. 2003; 86(11): 3605–3610. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73966-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73966-6)
5. Berman A. Estimates of heat stress relief needs for Holstein dairy cows. *Journal of Animal Science*. 2005; 83(6): 1377–1384. <https://doi.org/10.2527/2005.8361377x>
6. Collier R.J., Baumgard L.H., Zimbelman R.B., Xiao Y. Heat stress: physiology of acclimation and adaptation. *Animal Frontiers*. 2019; 9(1): 12–19. <https://doi.org/10.1093/af/vfy031>
7. Новиков Н.Н., Кольчик И.Е. Современное оборудование и технические средства обеспечения микроклимата на животноводческих фермах. *Техника и технологии в животноводстве*. 2020; (1): 81–88. <https://elibrary.ru/mwdcet>
8. Кольчик И.Е., Новиков Н.Н. Усовершенствование технических решений водоиспарительных систем кондиционирования воздуха в животноводческих помещениях. *Техника и технологии в животноводстве*. 2022; (1): 32–38. <https://doi.org/10.51794/27132064-2022-1-32>
9. Кирсанов В.В., Довлатов И.М., Комков И.В., Юрочка С.С. Современные подходы к системам обеспечения параметров воздуха в животноводческих помещениях. *Техника и технологии в животноводстве*. 2022; (4): 61–71. <https://doi.org/10.51794/27132064-2022-4-61>
10. Berman A. Tissue and external insulation estimates and their effects on prediction of energy requirements and of heat stress. *Journal of Dairy Science*. 2004; 87(5): 1400–1412. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73289-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73289-0)
11. Berman A. Predicted limits for evaporative cooling in heat stress relief of cattle in warm conditions. *Journal of Animal Science*. 2009; 87(10): 3413–3417. <https://doi.org/10.2527/jas.2008-1104>
12. Berman A. An overview of heat stress relief with global warming in perspective. *International Journal of Biometeorology*. 2019; 63(4): 493–498. <https://doi.org/10.1007/s00484-019-01680-7>
13. Кирсанов В.В., Цой Ю.А., Павкин Д.Ю. Разработка автоматизированного и роботизированного комплекса машин и оборудования с интеллектуальными цифровыми технологиями для развития молочного животноводства. *Техника и технологии в животноводстве*. 2022; (2): 24–31. <https://doi.org/10.51794/27132064-2022-2-24>
14. Assatbayeva G., Issabekova S., Uskenova R., Karymsakov T., Abdrakhmanov T. Influence of microclimate on ketosis, mastitis and diseases of cow reproductive organs. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*. 2022; 10(3): 2230.
15. Комков И.В., Довлатов И.М., Юрочка С.С., Благоев Д.А., Хакимов А.Р. Обоснование современной системы обеспечения температурных режимов для уменьшения стресса животных. *Аграрный научный журнал*. 2024; (11): 142–149. <https://doi.org/10.28983/asj.y2024i11pp142-149>
16. Ivanov Yu.G., Ponizovkin D.A., Odintsova A.A. Impact analysis of cow skin cleaning methods on heat stress. *Caspian Journal of Environmental Sciences*. 2024; 22(5): 1087–1095.
17. Бычкова Т.К., Конарева К.А., Демина А.Е., Новикова Д.С. Влияние теплового стресса на физиологическое состояние и продуктивность крупного рогатого скота. *Аграрная наука и инновационное развитие АПК: состояние, проблемы и перспективы. Сборник материалов Международной научной конференции. Смоленск: Смоленская государственная сельскохозяйственная академия*. 2024; 13–20. <https://elibrary.ru/ocfxdf>
18. Муханина Е.Н., Сафина Н.Ю., Гайнутдинова Э.Р., Шакиров Ш.К. Последствия длительного воздействия теплового стресса на коров голштинской породы отечественной и зарубежной селекции в зависимости от зооигиенических условий содержания. *Достижения и перспективы развития АПК России. Материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием, посвященной 300-летию РАН. Казань: АН РТ*. 2024; 147–150. https://doi.org/147-150.10.37071/conferencearticle_67337e4123b5b7.06728651
4. Berman A. Effects of body surface area estimates on predicted energy requirements and heat stress. *Journal of Dairy Science*. 2003; 86(11): 3605–3610. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73966-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73966-6)
5. Berman A. Estimates of heat stress relief needs for Holstein dairy cows. *Journal of Animal Science*. 2005; 83(6): 1377–1384. <https://doi.org/10.2527/2005.8361377x>
6. Collier R.J., Baumgard L.H., Zimbelman R.B., Xiao Y. Heat stress: physiology of acclimation and adaptation. *Animal Frontiers*. 2019; 9(1): 12–19. <https://doi.org/10.1093/af/vfy031>
7. Novikov N.N., Kolchik I.E. The modern equipment and technical means of microclimate on livestock farms providing. *Machinery and technologies in livestock*. 2020; (1): 81–88 (in Russian). <https://elibrary.ru/mwdcet>
8. Kolchik I.E., Novikov N.N. Improvement of livestock premises water-evaporating air conditioning systems' technical solutions. *Machinery and technologies in livestock*. 2022; (1): 32–38 (in Russian). <https://doi.org/10.51794/27132064-2022-1-32>
9. Kirsanov V.V., Dovlatov I.M., Komkov I.V., Yurochka S.S. The modern approaches to livestock premises' air providing systems parameters. *Machinery and technologies in livestock*. 2022; (4): 61–71 (in Russian). <https://doi.org/10.51794/27132064-2022-4-61>
10. Berman A. Tissue and external insulation estimates and their effects on prediction of energy requirements and of heat stress. *Journal of Dairy Science*. 2004; 87(5): 1400–1412. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73289-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73289-0)
11. Berman A. Predicted limits for evaporative cooling in heat stress relief of cattle in warm conditions. *Journal of Animal Science*. 2009; 87(10): 3413–3417. <https://doi.org/10.2527/jas.2008-1104>
12. Berman A. An overview of heat stress relief with global warming in perspective. *International Journal of Biometeorology*. 2019; 63(4): 493–498. <https://doi.org/10.1007/s00484-019-01680-7>
13. Kirsanov V.V., Tsoi Yu.A., Pavkin D.Yu. Design of automated and robotic machines' complex and intelligent digital technologies' equipment for dairy farming development. *Machinery and technologies in livestock*. 2022; (2): 24–31 (in Russian). <https://doi.org/10.51794/27132064-2022-2-24>
14. Assatbayeva G., Issabekova S., Uskenova R., Karymsakov T., Abdrakhmanov T. Influence of microclimate on ketosis, mastitis and diseases of cow reproductive organs. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*. 2022; 10(3): 2230.
15. Komkov I.V., Dovlatov I.M., Yurochka S.S., Blagov D.A., Khakimov A.R. Substantiation of modern system of providing temperature regimes to reduce stress of animals. *Agrarian Scientific Journal*. 2024; (11): 142–149 (in Russian). <https://doi.org/10.28983/asj.y2024i11pp142-149>
16. Ivanov Yu.G., Ponizovkin D.A., Odintsova A.A. Impact analysis of cow skin cleaning methods on heat stress. *Caspian Journal of Environmental Sciences*. 2024; 22(5): 1087–1095.
17. Bychkova T.K., Konareva K.A., Demina A.E., Novikova D.S. The effect of heat stress on the physiological state and productivity of cattle. *Agricultural science and innovative development of the agro-industrial complex: state, problems and prospects. Collection of materials of the International scientific conference. Smolensk: Smolensk State Agricultural Academy*. 2024; 13–20 (in Russian). <https://elibrary.ru/ocfxdf>
18. Mukhanina E.N., Safina N.Yu., Gainutdinova E.R., Shakirov Sh.K. Consequences of long-term exposure to heat stress on Holstein cows of domestic and foreign selection depending on zoohygienic conditions of maintenance. *Achievements and prospects for the development of the agro-industrial complex of Russia. Proceedings of the XIV All-Russian scientific and practical conference of young scientists with international participation, dedicated to the 300th anniversary of the Russian Academy of Sciences. Kazan: Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan*. 2024; 147–150 (in Russian). https://doi.org/147-150.10.37071/conferencearticle_67337e4123b5b7.06728651

ОБ АВТОРАХ

Юрий Григорьевич Иванов¹

доктор технических наук, профессор кафедры
механизации сельского хозяйства
iy.electro@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4766-9532>

Сергей Андреевич Андреев¹

доктор технических наук, доцент
energo-andreev@rgau-msha.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8608-9904>

Дмитрий Андреевич Понизовкин²

кандидат технических наук, преподаватель
ponizovkind@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8936-7164>

¹Российский государственный аграрный университет —
МСХА им. К.А. Тимирязева,
ул. Тимирязевская, 49, Москва, 127434, Россия

²Московский государственный колледж электромеханики
и информационных технологий,
ул. Академика Миллионщикова, 20, Москва, 115446,
Россия

ABOUT THE AUTHORS:

Yuri Grigorievich Ivanov¹

Doctor of Technical Sciences; Professor
of the Department of Agricultural Mechanization
iy.electro@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4766-9532>

Sergey Andreevich Andreev¹

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor
energo-andreev@rgau-msha.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8608-9904>

Dmitry Andreevich Ponizovkin²

Candidate of Technical Sciences, Lecturer
ponizovkind@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8936-7164>

¹Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev
Agricultural Academy,
49 Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russia

²Moscow State College of Electromechanics and Information
Technologies,
20 Akademik Millionshchikov Str., Moscow, 115446,
Russia



Достойное вознаграждение за привлеченную рекламу от ИД «Аграрная наука»

Вы

- общительны и активны
- владеете связями в сфере АПК
- имеете время и желание
- хотите заработать

Мы гарантируем

- ☒ интересную работу по привлечению
рекламы в проекты ИД
- ☒ свободный, удобный график
- ☒ официальное оформление
- ☒ щедрый % за принесенную вами
рекламу

Звоните +7 (916) 616-05-31

Реклама