университета. – 2023. – № 2(66). – С. 26–32. – DOI 10.31563/1684-7628-2023-66-2-26-32.

2. Кибкало Л. И. Основные признаки молочного скота в условиях промышленной технологии / Л. И. Кибкало, С. П. Бугаев, Н. В. Сидорова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 4. – С. 86–89.

3. Ковалева Г. П. Оценка лактационной деятельности коров-первотелок черно-пестрой породы различных генотипов / Г. П. Ковалева, Н. В. Сулыга, М. Н. Лапина [и др.] // Генетика и разведение животных. – 2021. – № 4. – С. 37–41.

4. Молочная продуктивность и лактационная деятельность коров-первотелок симментальской породы с разными генотипами по гену каппа-казеина / В. А. Дунина, В. А. Трофимов, Е. И. Анисимова [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2025. – № 11. – С. 64–68. – DOI 10.28983/asj.y2025i11pp64-68.

5. Рудишина Н. М. Молочная продуктивность и характер лактационной кривой коров черно-пестрой породы с разной кровностью по голштинской породе / Н. М. Рудишина, М. А. Кравченко // Аграрная наука – сельскому хозяйству : сборник материалов XIII Международной научно-практической конференции. В 2 книгах. – Барнаул : Алтайский государственный аграрный университет, 2018. – Кн. 2. – С. 301–303.

6. Самбуров Н. В. Лактационная деятельность голштинских коров в разные лактации / Н. В. Самбуров // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2025. – № 1. – С. 154–160.

7. Темирдашева К. А. Лактационная деятельность коров / К. А. Темирдашева, В. М. Гукежев // Вестник ОрелГАУ. – 2016. – № 3 (60). – С. 19–22.

8. Тузов И. Н. Характеристика лактационной деятельности голштинских коров / И. Н. Тузов, М. А. Глазко, Е. А. Шевченко // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : сборник тезисов по материалам Всероссийской (национальной) конференции, Краснодар, 19 декабря 2019 года. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2019. – С. 171–172.

DOI: 10.48612/sbornik-2026-1-60
УДК 636.22/.28.034:637.12.072

ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОВОГО СТРЕССА НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО МОЛОКА КОРОВ АЙРШИРСКОЙ ПОРОДЫ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО РЕГИОНА

Кулешова Елена Алексеевна, канд. биол. наук
ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии»,
г. Краснодар, Российская Федерация

Молочный скот высокочувствителен к тепловому стрессу, что приводит к значительному снижению продуктивности и качества молока в летний период. Оценка влияния теплового стресса на молочную продуктивность, жирномолочность, белковомолочность и содержание соматических клеток у коров айрширской породы первой и второй лактации в условиях Краснодарского края является актуальным. Температурно-влажностный индекс (ТВИ) рассчитывали по формуле LivestockWeatherSafetyIndex; пороговое значение для возникновения стресса — 68–72. Установлено, что при ТВИ 70–78 (умеренный стресс) у первотёлок после недельного воздействия высоких температур суточный удой снизился на 7,5 % (с 24,1 до 22,3 кг), массовая доля жира — на 1,8 % (с 3,94 до 3,87 %), белка — на 0,3 % (с 3,20 до 3,19 %), количество соматических клеток возросло на 11,2 % (с 223,3 до 251,4 тыс./см^3). У коров второй лактации падение удоев составило 12,7 % (с 30,7 до 26,8 кг), жира — 0,8 %, белка — 0,3 %, соматических клеток — рост на 10,3 %. Более выраженное снижение продуктивности у коров второй лактации объясняется повышенным уровнем метаболизма и большей чувствительностью к нарушению энергетического баланса. Экономический ущерб от теплового стресса в условиях южных регионов (продолжительность 80–90 дней) сопоставим с технологическими сбоями. Предложен комплекс профилак-

тических мер: контроль ТВИ, усиление вентиляции и орошения, корректировка рационов с повышением энергетической плотности и включением антиоксидантов и осмолитов.

Ключевые слова: тепловой стресс; молочная продуктивность; айрширская порода; жирномолочность; белковомолочность; температурно-влажностный индекс; соматические клетки; адаптация; южный регион

THE IMPACT OF HEAT STRESS ON DAIRY PRODUCTIVITY AND MILK QUALITY IN AYRSHIRE COWS IN THE SOUTHERN REGION

Kuleshova Elena Alekseevna, PhD Biol. Sci.
Krasnodar Research Centre for Animal Husbandry and Veterinary Medicine,
Krasnodar, Russian Federation

Dairy cattle are highly sensitive to heat stress, which leads to a significant reduction in milk productivity and quality during the summer. Assessing the impact of heat stress on milk production, butterfat content, protein content, and somatic cell count in Ayrshire cows in their first and second lactations in the Krasnodar Territory is relevant. The temperature-humidity index (THI) was calculated using the Livestock Weather Safety Index formula; the threshold for stress is 68–72. It was found that at a temperature of 70–78 (moderate stress), after a week of exposure to high temperatures, the daily milk yield of first-calf heifers decreased by 7.5% (from 24.1 to 22.3 kg), the mass fraction of fat - by 1.8% (from 3.94 to 3.87%), protein - by 0.3% (from 3.20 to 3.19%), and the number of somatic cells increased by 11.2% (from 223.3 to 251.4 thousand/cm^3). In cows of second lactation, the decrease in milk yield was 12.7% (from 30.7 to 26.8 kg), fat - by 0.8%, protein - by 0.3%, and somatic cell count increased by 10.3%. A more pronounced decrease in productivity in second-lactation cows is explained by an increased metabolic rate and greater sensitivity to energy imbalance. The economic damage from heat stress in southern regions (lasting 80–90 days) is comparable to technological failures. A range of preventive measures has been proposed: heat stress control, increased ventilation and irrigation, and dietary adjustments to increase energy density and include antioxidants and osmolytes.

Keywords: heat stress; milk productivity; Ayrshire breed; milk fat content; milk protein content; temperature-and-humidity index; somatic cells; adaptation; southern region

Молочное скотоводство является одной из ведущих отраслей животноводства Российской Федерации, обеспечивающей население биологически полноценными продуктами питания. Однако в условиях изменяющегося климата и повышения среднегодовых температур проблема теплового стресса у молочного скота приобретает особую актуальность, особенно в южных регионах страны [2, 4].

Многообразие метеорологических факторов и их непрерывная изменчивость во времени и пространстве требуют совершенной приспособляемости организма животных. Постоянство температуры тела объясняется наличием относительного теплового равновесия организма, то есть полным соответствием между образованием тепла и его отдачей во внешнюю среду, или сбалансированным приходом и расходом тепла. В организме животных постоянно совершаются процессы теплообразования и теплоотдачи благодаря способности к теплорегуляции. Под теплорегуляцией понимают способность животных поддерживать температуру тела на относительно постоянном уровне. Регуляция тепла заключается в повышении или ослаблении обмена веществ и, как следствие, в повышении или уменьшении образования тепла в организме, с одной стороны, и в усилении или уменьшении отдачи тепла в окружающую среду – с другой [1].

Несмотря на значительные возможности механизма терморегуляции, организм коров может сохранять состояние теплового равновесия только в определённых пределах. Наиболее комфортной для высокопродуктивных коров считается температура окружающей среды от +5 до +20 °С, для южных регионов до +25 °С. При повышении температуры, особенно в сочетании с высокой влажностью, теплоотдача затрудняется. Организм не успевает выводить избыточное тепло, происходит перегрев. Это приводит к физиологическим изменениям: учащению дыхания (тахипноэ),

увеличению слюноотделения, сокращению жвачки и потребления сухого вещества кормов, что в итоге влияет на переваривание корма. Одновременно при тепловом стрессе корова теряет с потом, мочой и слюной значительное количество минеральных веществ – натрия, калия и бикарбонатов, что ведёт к дестабилизации всех обменных процессов в организме [2, 5].

Таким образом, тепловой стресс оказывает системное негативное воздействие на коров, затрагивая все основные аспекты их физиологии и продуктивности. Нарушение потребления корма, обмена веществ, воспроизводительной способности и состояния здоровья ведут в молочном производстве к большим экономическим потерям. При температуре выше 23,9 °С в молоке снижается содержание белка, жира, лактозы. Современные исследования указывают на необходимость внедрения цифровых и автоматизированных систем для контроля микроклимата, что положительно сказывается на состоянии здоровья и продуктивности животных [4].

Изучение микроклимата, особенно теплового стресса, актуально для животноводческой науки. Исследования многих авторов показали, что высокие температуры, жара и влажность приводят к ощутимым потерям в скотоводстве. В условиях Краснодарского края, где продолжительность периода с высокими температурами составляет 80–90 дней, проблема теплового стресса стоит особенно остро.

Цель исследований. Выявить сезонные колебания надоев в стаде айрширских коров, вызванные влиянием прямых и косвенных факторов окружающей среды, и оценить влияние теплового стресса на надои и состав молока. Определить пороговые значения температурно-влажностного индекса, при которых у коров айрширской породы возникает тепловой стресс. Оценить изменение суточного удоя, массовой доли жира и белка в молоке у коров первой и второй лактации при воздействии теплового стресса. Установить динамику содержания соматических клеток в молоке как индикатора стрессового состояния и здоровья молочной железы. Сформулировать рекомендации по профилактике теплового стресса в условиях южного региона.

Методика исследований. Исследования проводились в ООО «Племзавод «Дружба» Калининского района Краснодарского края в летний период 2025 года. Хозяйство специализируется на разведении племенного скота айрширской породы. Животные содержатся в оборудованных типовых корпусах с естественной вентиляцией и температурным режимом от +15 до +25 °С, с выгульными базами.

С учётом даты отёла (январь – февраль) были сформированы две группы животных первого и второго отёла по 15 голов в каждой. Животные подобраны по принципу пара-аналогов: учитывались живая масса коров, стадия лактации (120–150 дней), уровень первоначального удоя. Одновременно материалом для исследований послужили данные контрольных доений, а также данные зоотехнического и племенного учёта хозяйства.

Проведена оценка изменчивости признаков молочной продуктивности у коров первой и второй лактации с наступлением летнего периода. Отобранные пробы молока исследовали на содержание жира, белка и количество соматических клеток в лаборатории ФГБНУ КНЦЗВ на анализаторах молока «Лактан исп. 700» и «Соматос мини» в соответствии с ГОСТ 32255-2013 и ГОСТ 23453-2014.

Для определения степени влияния высоких температур на животных применяли температурно-влажностный индекс (ТВИ), рассчитываемый по формуле LivestockWeatherSafetyIndex (Thom, 1959):

ТВИ = (1,8 × T + 32) – [(0,55 – 0,0055 × RH) × (1,8 × T – 26)],

где T — температура воздуха (°C), RH — относительная влажность воздуха (%).

В молочном животноводстве приняты следующие пороговые значения ТВИ:

— до 68 – зона комфорта, тепловой стресс отсутствует;

— 68–72 – лёгкий стресс, физиологические изменения минимальны, но уже возможны потери продуктивности;

— 72–78 – умеренный стресс;

— 78–88 – выраженный стресс, нарушается обмен веществ, здоровье;

— выше 88 – критический стресс, тепловые удары, гибель животных.

Таким образом, контроль значений ТВИ является обязательным элементом системы профилактики теплового стресса. Постоянная оценка позволяет заранее принимать меры по усилению вентиляции, орошению помещений, корректировке кормления и режима поения животных. Определение и расчёт ТВИ

осуществляли ежедневно в 6:00, 12:00 и 18:00 ч при помощи цифрового термогигрометра (точность ±0,5 °С, ±3 % RH).

Основным исследуемым фактором являлось воздействие температурного стресса (ТВИ в пределах 70–78) на продуктивность айрширских коров первой и второй лактации. Контрольный период (до наступления теплового стресса) — 7 дней при ТВИ <68; опытный период (воздействие теплового стресса) – 7 дней при ТВИ 70–78.

Статистическую обработку данных проводили в программе Statistica 10 (StatSoft) с расчётом среднего арифметического (M), стандартного отклонения (σ), коэффициента вариации (Cv, %) и стандартной ошибки среднего (m). Достоверность различий оценивали по t-критерию Стьюдента; различия считали статистически значимыми при p< 0,05 [3].

Результаты исследований и их обсуждение. Тепловой стресс у коров – проблема, с которой сталкивается вся животноводческая отрасль в жаркое время года. Уровень влияния температуры на коров зависит от многих факторов: генотипа, состояния внешних покровов и окраса, особенностей кормления и содержания. В условиях климата Краснодарского края (центральная зона) высокие надои наблюдаются в январе и феврале, низкие – в июле, августе и сентябре. Сезонные колебания надоев вызваны влиянием прямых и косвенных факторов окружающей среды. Прямой эффект связан с высокими температурами, а косвенный – с тепловым стрессом.

Многочисленными исследованиями подтверждается, что дойные коровы очень чувствительны к повышению температуры окружающей среды [3, 4]. Температура воздуха свыше 20 °С вызывает дискомфорт, начинается стрессовая реакция, снижается потребление корма, замедляется процесс ферментации в рубце и, как следствие, происходит существенное сокращение надоев.

При наблюдении за животными на начальном этапе отмечались некоторые поведенческие изменения. Первотёлки снизили двигательную активность, увеличилось потребление воды, у некоторых отмечалось учащение дыхания, снижение потребления сухих кормов. Анализируя данные молочной продуктивности и качества молока (таблица 1), можно отметить, что до наступления теплового стресса у коров-первотёлок суточный удой составлял 24,1 кг, а после недельного воздействия высоких температур окружающей среды произошло снижение удоев на 7,5 % (до 22,3 кг).

Помимо уменьшения количества молока от воздействия высоких температур снижалось и его качество. Так, содержание молочного жира уменьшилось на 1,8 % (с 3,94 до 3,87 %), а белка – на 0,3 % (с 3,20 до 3,19 %). Также отмечено увеличение числа соматических клеток на 11,2 % (с 223,3 до 251,4 тыс/см^3).

Одновременно с изучением влияния высоких температур на организм первотёлок нами было изучено изменение показателей продуктивности коров второй лактации. Нас интересовало, срабатывают ли адаптивные механизмы при повышении температуры окружающей среды. Недельное воздействие показало, что у коров второй лактации снижение удоев составило 12,7 % (с 30,7 до 26,8 кг), содержание молочного жира уменьшилось на 0,8 % (с 3,96 до 3,93 %), белка – на 0,3 % (с 3,21 до 3,20 %). Также с увеличением воздействия теплового стресса увеличивалось содержание соматических клеток в молоке на 10,3 % (с 244,0 до 272,0 тыс/см^3).

Таблица 1 – Показатели молочной продуктивности и качества молока первотёлок до начала и во время воздействия теплового стресса, n = 15

Показатели	Комфортная температура не более 25 °С			Не комфортная температура более 25 °С		
	M ± m	σ	Cv, %	M ± m	σ	Cv, %
Суточный удой, кг	24,1±0,94	3,96	16,4	22,3±1,47*	5,51	24,7
Массовая доля жира, %	3,94±0,03	0,11	2,8	3,87±0,04*	0,16	4,1
Массовая доля белка, %	3,20±0,01	0,01	0,3	3,19±0,01	0,01	0,3
Количество соматических клеток, тыс/см^3	223,3±6,40	22,01	9,9	251,4±7,05 *	26,0	10,3

Примечание: * — различия статистически значимы при p< 0,05.

Таблица 2 – Показатели молочной продуктивности и качества молока коров второй лактации до начала и во время воздействия теплового стресса, n = 15

Показатели	Комфортная температура не более 25 °С			Не комфортная температура более 25 °С		
	M ± m	σ	Cv, %	M ± m	σ	Cv, %
Суточный удой, кг	30,7±1,61	6,04	19,7	26,8±1,33*	4,96	18,5
Массовая доля жира, %	3,96± ,03	0,13	3,3	3,93±0,03	0,12	3,1
Массовая доля белка, %	3,21±0,01	0,01	0,3	3,20±0,01	0,01	0,3
Количество соматических клеток, тыс/см^3	244,0±6,51	24,0	9,8	272,0±4,51*	26,0	9,6

Примечание: * — различия статистически значимы при p< 0,05.

При характеристике молочной продуктивности можно отметить, что уже по истечении семи дней воздействия высоких температур окружающей среды у всех лактирующих коров независимо от периода лактации отмечается снижение продуктивности после возникновения теплового стресса. При этом у первотёлок удои снижались на 7,5 %, а у коров второго отёла снижение составило 12,7 %. Одновременно снижается качество молока: наблюдается снижение содержания жира на 0,8–1,8 %, снижение белка на 0,3 %. Количество соматических клеток увеличивается у первотёлок в большей степени (на 11,2 %), что может свидетельствовать о воспалительных процессах в молочной железе и меньшей адаптированности первотёлок к стрессовым факторам.

Более выраженное снижение продуктивности у коров второй лактации (12,7 % против 7,5 % у первотёлок) объясняется несколькими факторами. Во-первых, коровы второй лактации имеют более высокий уровень метаболизма и продуцируют больше эндогенного тепла, что усугубляет тепловую нагрузку. Во-вторых, более высокий уровень продуктивности требует большего потребления корма, а при тепловом стрессе аппетит снижается в первую очередь, что приводит к более выраженному отрицательному энергетическому балансу. В-третьих, коровы второй лактации более чувствительны к нарушению гомеостаза из-за накопленной метаболической нагрузки от предыдущей лактации.

Механизм снижения жирномолочности и белковомолочности при тепловом стрессе связан с несколькими факторами. Снижение потребления сухого вещества корма приводит к дефициту энергии и структурной клетчатки, что нарушает рубцовое пищеварение и снижает синтез летучих жирных кислот (ацетата и бутирата) — предшественников молочного жира. Одновременно при тепловом стрессе усиливается липолиз жировой ткани, что приводит к накоплению неэстерифицированных жирных кислот в крови и их окислению в печени, что также негативно влияет на синтез молочного жира в молочной железе. Снижение белка в молоке связано с уменьшением синтеза микробного белка в рубце из-за снижения потребления корма и нарушения ферментации, а также с перераспределением аминокислот на поддержание гомеостаза и иммунной функции.

Увеличение содержания соматических клеток в молоке при тепловом стрессе является индикатором стрессового состояния организма и снижения резистентности молочной железы к патогенной микрофлоре. Тепловой стресс подавляет иммунную функцию, снижает активность нейтрофилов и макрофагов, что повышает риск субклинических маститов. Кроме того, снижение потребления корма приводит к дефициту витаминов (A, E) и микроэлементов (Se, Zn), которые являются компонентами антиоксидантной системы и иммунной защиты.

Следует помнить, что в условиях южных регионов тепловой стресс носит хронический характер: в среднем воздействие высоких температур окружающей среды продолжается 80–90 дней. Экономический ущерб от теплового стресса в молочном производстве можно сопоставить с технологическими сбоями. По данным зарубежных исследований, потери молочной отрасли от теплового стресса оцениваются в 1,5–2,0 млрд долларов ежегодно. В условиях Краснодарского края при средней продуктивности стада 6 000 кг молока в год и снижении удоев на 10 % в течение 90 дней

потери составляют около 150 кг молока на корову, что при цене реализации 30 руб/кг даёт прямой ущерб 4 500 руб. на голову, не считая косвенных потерь от снижения воспроизводительной функции и увеличения заболеваемости.

Своевременное выявление теплового стресса у коров, контроль и профилактика, регулярный расчёт температурно-влажностного индекса позволяют определить опасные периоды и заблаговременно запустить механизмы защиты. К механизмам защиты можно отнести зоогигиенические меры: организация вентиляции (скорость воздуха не менее 2 м/с на уровне животного), орошения (мелкодисперсное распыление воды с интервалом 15–20 мин), теневых навесов на выгульных площадках, организация свободного водопоения (не менее 80–100 л воды на голову в сутки).

Обязательна корректировка рационов животных: они должны быть адаптированы к физиологическим нормам в условиях жары. Кормосмеси должны иметь высокую энергетическую плотность (не менее 11,0 МДж ОЭ/кг СВ), качественную клетчатку (НДК не более 30–32 %), сбалансированный минеральный состав с повышенным содержанием натрия (0,5–0,6 % СВ), калия (1,5–1,8 % СВ) и магния (0,35–0,40 % СВ). Все это позволяет существенно повысить устойчивость дойных коров к тепловому стрессу [6].

Выводы. В ходе проведённых исследований установлено, что при показателях температурно-влажностного индекса 70–78 дойные коровы айрширской породы испытывали умеренный стресс. У первотёлок отмечено снижение суточного удоя на 7,5 %, массовой доли жира – на 1,8 %, белка – на 0,3 %, увеличение количества соматических клеток – на 11,2 %. У коров второй лактации падение продуктивности было более выраженным: удои снизились на 12,7 %, жир — на 0,8 %, белок — на 0,3 %, соматические клетки возросли на 10,3 %.

Более выраженное снижение продуктивности у коров второй лактации объясняется повышенным уровнем метаболизма, большей чувствительностью к нарушению энергетического баланса и накопленной метаболической нагрузкой от предыдущей лактации.

Экономический ущерб от теплового стресса в условиях южных регионов (продолжительность 80–90 дней) складывается из снижения таких экономических показателей как снижение жирности молока до 2%, снижение белка до 0,5%, сортности получаемого молока.

Список литературы

1. Датукишвили Е. Р. Изменчивость признаков и ее значение в селекции животных / Е. Р. Датукишвили // Зоотехния. – 2008. – № 11. – С. 6–8.

2. Левина Г. Н. Влияние температуры среды в летний период на продуктивность коров / Г. Н. Левина, У. И. Капминт, В. М. Артюх // Молочное и мясное скотоводство. – 2015. – № 6. – С. 23–28.

3. Меркурьева Е. К. Генетические основы селекции в скотоводстве / Е. К. Меркурьева. – Москва : Колос, 1977. – С. 162–235.

4. Онегов А. П. Гигиена сельскохозяйственных животных / А. П. Онегов, И. Ф. Храбустовский, В. И. Черных. – Москва : Колос, 1977. – С. 15–21.

5. Похловская Н. И. Тепловой стресс: влияние на продуктивность коров / Н. И. Похловская // Комбикорма. – 2016. – № 6. – С. 52–55.

6. Субботин А. Д. Профилактика депрессии воспроизведения у высокопродуктивных молочных коров, вызванной высокими летними температурами / А. Д. Субботин, А. В. Чичилов, О. С. Митякова // Молочное и мясное скотоводство. – 2014. – № 7. – С. 30–31.