



УДК 636.2:636.083:591.111

**АДАПТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗМА КОРОВ В УСЛОВИЯХ
ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР РАЗНОГО ДИАПАЗОНА**

**ADAPTIVE PECULIARITIES OF COWS IN VARIOUS RANGES OF
TEMPERATURES BELOW ZERO**

Л.К. Бусловская, А.Ю. Ковтуненко
L.K. Buslovskaya, A.Y. Kovtunencko

*Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 308015, г. Белгород,
ул. Победы, 85*

Belgorod State National Research University, 85 Pobedy St, Belgorod, 308015, Russia

E-mail: buslovskaya@bsu.edu.ru

Аннотация. Изучены адаптационные реакции у коров красно-пестрой породы при «холодном» беспривязно-боксовом содержании в климатических условиях Центрально-Черноземного экономического района России. Установлено, что температуры среды в диапазонах $-3 \dots -5^{\circ}\text{C}$ и $-18 \dots -20^{\circ}\text{C}$ вызывают у коров развитие стресс реакции, что подтверждается данными оценки функционального состояния организма, гематологических и биохимических параметров. Анализ лейкограммы и лейкоцитарных индексов крови в изученных температурных условиях показал наличие классических признаков стресса. Доказано, что стресс реакция при воздействии температуры $-18 \dots -20^{\circ}\text{C}$ проходит со значительным напряжением функциональных механизмов организма, характеризуется снижением иммунологической реактивности и появлением признаков патологии.

Resumé. The adaptive responses in red-motley cows which are bred within the "cold" loose-box conditions in the climate of Central Black Earth economic region of Russia are studied. The findings showed that the temperature in the range of $-3 \dots -5^{\circ}\text{C}$ and $-18 \dots -20^{\circ}\text{C}$ can cause stress reaction in cows, which is confirmed by evaluation of their organism functional state, hematological and biochemical parameters. The main signs of stress are revealed based on the analysis of the dynamics of leukogram and of leukocyte indexes. It is proved that the stress response can require tension of functional mechanisms of the body and be characterized by a decrease of immunological reactivity and the appearance of pathology signs caused by the temperature in the range of $-18 \dots -20^{\circ}\text{C}$.

Ключевые слова: адаптационные реакции, коровы, «холодный» метод содержания лейкограмма, лейкоцитарные индексы.

Key words: adaptive responses, cows, cool conditions of breeding, leukogram, leukocyte indexes.

Введение

Эффективность производственной деятельности промышленных молочных комплексов во многом зависит от того, насколько действующая технология соответствует биологическим потребностям животных. В настоящее время в условиях средней полосы России применяется «холодный» способ содержания поголовья крупного рогатого скота. При этом внедряются зарубежные проекты, в которых с первых дней жизни практикуется содержание животных без регуляции параметров микроклимата, что может оказывать негативное воздействие на организм, особенно в зимний период времени. По действующим требованиям к микроклимату коровников они должны быть оборудованы системами вентиляции и отопления, чтобы обеспечить в помещениях температуру $+10^{\circ}\text{C}$ и относительную влажность не выше 75%. Эти нормативы необходимо соблюдать в течение всего периода эксплуатации животных. В то время как средняя температура зимних месяцев в Белгородской области составляет -6°C и «холодное» содержание крупного рогатого скота осуществляется в нарушение этих норм [Ходанович, 2008; Кудрин, Ижболдина, 2011].

Известно, что реакция организма на температурный фактор зависит от возраста, породы, продуктивности, акклиматизации животного. Воздействия как низких, так



и высоких температур могут стать стресс факторами, вызывать функциональные нарушения, снижение иммунитета и заболевания. Высокопродуктивные животные, обладая интенсивным уровнем обмена веществ и энергии, склонны к нарушениям гомеостаза, поддержание которого сопровождается напряжением компенсаторных механизмов. Величина энергозатрат на приспособление к неблагоприятным условиям, так называемая «цена адаптации», при этом возрастает. Продуктивность сельскохозяйственных животных падает, происходят непроизводительные затраты кормов, экономическая эффективность производства продукции снижается [Бусловская, 2003]. Поэтому изучение адаптационных процессов у коров при низких температурах позволит оценить степень стрессирования организма и напряженность функциональных приспособительных механизмов, на основании чего появляется возможность судить об оптимальных условиях содержания и уточнения существующих норм.

Целью нашего исследования явилось изучение адаптационных реакций у коров при воздействии низких температур в условиях «холодного» беспривязно-боксового содержания.

Объект и методы исследования

Экспериментальная часть работы была выполнена в условиях молочно-товарной фермы «Петровка-1» Белгородского района Белгородской области Центрально-Черноземного экономического района РФ в зимние месяцы 2012 года. В хозяйстве холодным беспривязно-боксовым способом содержали 150 коров красно-пестрой породы. Были проведены две серии экспериментов, в первой серии изучали адаптацию коров к воздействию температуры $-3...-5^{\circ}\text{C}$ (гр. №2, $n=10$), во второй – $18...-20^{\circ}\text{C}$ (гр. №3, $n=10$), поголовье контрольных животных содержали в коровниках при температуре $+15^{\circ}\text{C}$ (гр. №1, $n=10$). Группы формировали по принципу аналогов. В процессе адаптации оценивали функциональное состояние организма на основе физиометрических показателей: частота дыхания, частота сердечных сокращений, температура тела, биохимических и гематологических параметров, по лейкограмме и лейкоцитарным индексам диагностировали приспособительные реакции. Выбор температурных диапазонов $-3...-5^{\circ}\text{C}$ и $18...-20^{\circ}\text{C}$ обусловлен необходимостью изучения физиологического состояния крупного рогатого скота при «холодном» беспривязно-боксовом содержании в конкретном хозяйстве при сложившихся условиях.

Забор крови производили из яремной вены в утреннее время до кормления на 5-е сутки адаптационного периода. В цельной крови определяли концентрацию гемоглобина, абсолютное число эритроцитов, лейкоцитов, скорость оседания эритроцитов (СОЭ), гематокрит, цветной показатель, протромбиновое время (ПТВ). В сыворотке крови определяли содержание глюкозы, общего белка, креатинина, холестерина ферментов аланинаминотрансферазы (АлАТ), аспартатаминотрансферазы (АсАТ). Анализировали лейкограмму, изучали динамику всех групп лейкоцитов и рассчитывали лейкоцитарные индексы: лейкоцитарный индекс интоксикации (ЛИИ), индекс сдвига лейкоцитов крови (ИСЛК) и соотношение лимфоцитов и сегментоядерных нейтрофилов (Л/С). Мазок крови на предметном стекле фиксировали и окрашивали двумерно по Май-Грюнвальд и Гимзы, подсчет клеток осуществляли с помощью микроскопа ЛОМО-МИКМЕД-2. Анализы проводили в испытательной лаборатории Белгородской ГСХА, клинической лаборатории Белгородской областной больницы им. Святителя Иосафа, клинической лаборатории больницы пос. Октябрьский Белгородского района общепринятыми методами.

Весь полученный в опытах цифровой материал был обработан методом вариационной статистики с использованием программы Microsoft Office Excel 2007. Статистическую обработку проводили с помощью расчета t -критерия Стьюдента. Достоверность различий показана при: * – $p < 0.05$, ** – $p < 0.01$, *** – $p < 0.001$.



Результаты исследований и их обсуждение

Для характеристики функционального состояния подопытных животных при приспособлении к температурному фактору ежедневно определяли частоту дыхания, частоту сердечных сокращений, температуру тела, производили осмотр животных, наблюдали за поведением и др. Все изученные параметры у коров контрольных и опытных групп находились в границах физиологической нормы. Так частота дыхания составляла в среднем от 13.8 ± 0.6 до 24.2 ± 2.1 дых. дв. в мин., частота сердечных сокращений – от 62.7 ± 2.4 до 89.2 ± 0.8 уд. в мин., температура тела от 37.3 ± 0.1 до 38.9 ± 0.2 °С. Строго следили за здоровьем животных, при появлении признаков заболеваний коров из опытов исключали.

Среди параметров, имеющих наибольшее значение для изучения адаптивных особенностей животных, данные гематологических и биохимических исследований особенно важны. Они позволяют достаточно объективно оценивать самые разнообразные изменения, происходящие в организме. Кроме того, эти параметры дают основания для наиболее полной характеристики состояния организма, наличия стресс реакции, ее стадии, напряженности и др. Оценка функционального состояния организма не может быть полной без общего анализа крови. В крови коров контрольной и опытных групп было изучено содержание эритроцитов, лейкоцитов, гемоглобина, СОЭ. В табл. 1 представлены гематологические параметры коров при их адаптации к температуре среды $-3... -5$ °С.

Таблица 1

Гематологические параметры коров при адаптации к температуре среды $-3... -5$ °С

Table 1

Hematologic parameters of cows in adapting caused by the temperature in the range of $-3 ... -5$ °С

Показатели	Группы	
	контроль	опыт
Эритроциты, $10 \times 12 / л$	5.23 ± 0.11	5.14 ± 0.03
Лейкоциты, $10 \times 9 / л$	7.8 ± 0.08	8.24 ± 0.21
Цветной показатель	0.68 ± 0.01	0.66 ± 0.02
Гемоглобин, г/л	111.6 ± 1.0	109.9 ± 3.5
СОЭ, мм/ч	1.16 ± 0.09	$2.1 \pm 0.08^*$

Примечание: достоверные изменения по сравнению с параметрами коров контрольной группы * – при $p < 0.05$.

Было установлено, что при температурном воздействии в крови коров содержание эритроцитов, лейкоцитов, гемоглобина, цветной показатель были в пределах значений физиологической нормы [Василисин и др., 2009; Воробьева, 2011]. Скорость оседания эритроцитов (СОЭ) у крупного рогатого скота контрольной группы была в границах, характерных для здоровых животных (0.5–1.5). У коров опытной группы – достоверно увеличилась (на 81%).

Известно, что лейкоцитарная система крови чутко реагирует на любые изменения, происходящие в организме под воздействием факторов внешней среды. Эти изменения отражают сложный гормональный баланс в организме и особенности реализации адаптивной реакции. В результате происходят изменения в содержании разных групп лейкоцитов [Галицкая, 2003]. В таблице 2 представлена лейкограмма крови коров при воздействии температуры окружающей среды $-3 ... -5$ °С.

При изучении воздействия на организм коров температуры $-3 ... -5$ °С были выявлены следующие изменения в содержании клеток лейкограммы: достоверно уменьшилось количество лимфоцитов (на 44%), палочкоядерных нейтрофилов – на 37%, при этом увеличилось содержание сегментоядерных нейтрофилов на 63%, моноцитов на 56%, базофилов на 74% по сравнению с контрольными величинами.



Таблица 2

Лейкограмма крови коров при адаптации к температуре среды $-3 \dots -5^{\circ}\text{C}$

Table 2

Leukogram of cows blood during adaptation caused by the temperature in the range of $-3 \dots -5^{\circ}\text{C}$

Клетки лейкограммы, %	Группы	
	Контроль	Опыт
Эозинофилы	5.9 ± 0.2	5.5 ± 0.3
Палочкоядерные нейтрофилы	5.2 ± 0.2	$3.3 \pm 0.3^*$
Сегментоядерные нейтрофилы	30.2 ± 0.4	$49.2 \pm 0.9^*$
Лимфоциты	51.5 ± 0.6	$28.9 \pm 0.7^{**}$
Моноциты	6.2 ± 0.3	$9.7 \pm 0.2^*$
Базофилы	1.0 ± 0.2	$4.3 \pm 0.3^*$

Примечание. Достоверные изменения по сравнению с параметрами коров контрольной группы: * – при $p < 0.05$; ** – $p < 0.01$.

Снижение количества лимфоцитов с одновременным приростом числа сегментоядерных нейтрофилов в наших исследованиях указывает на развитие в организме коров стресс реакции. По данным М.Г. Пшенниковой [2000] – это ответная реакция на однократное и многократное стрессорное воздействие на стадии мобилизации общего адаптационного синдрома. Уменьшение содержания палочкоядерных нейтрофилов, т. е. нейтрофильный сдвиг «вправо» в сторону зрелых форм клеток также отражает адаптивную функцию крови [Авылов, 2000; Галицкая, 2003].

Содержание моноцитов в лейкограмме увеличилось на 56%. По мнению некоторых исследователей, такая тенденция является признаком напряженности механизмов адаптации. На напряжение функций организма при стресс реакции также указывает и увеличение содержания базофилов [Гаркави и др., 2006; Галицкая, 2003].

Как известно, реализация стрессовой реакции происходит при участии щитовидной железы, тироксин мобилизует энергетические источники организма для преодоления нагрузки. Существует определенная взаимосвязь между тиреоидной активностью щитовидной железы и содержанием базофилов периферической крови. М.С. Галицкая [2003] обнаружила, что при возрастании тиреоидной активности уменьшается количество базофилов, при торможении функции щитовидной железы происходит их увеличение.

Кроме того, важными диагностическими критериями для выявления стресс реакции являются соотношения между гранулоцитами и агранулоцитами крови, которые подвержены в процессе адаптации значительным изменениям [Авылов, 2001; Галицкая, 2003]. Их отражают лейкоцитарные индексы, расчет которых дает основания оценить тип адаптационной реакции и наличие в организме интоксикационных процессов, характеризующих степень напряжения функциональных приспособительных механизмов.

На рисунке 1 представлены лейкоцитарные индексы крови коров при воздействии температуры окружающей среды $-3 \dots -5^{\circ}\text{C}$.

Важную роль для выяснения наличия интоксикационных процессов в организме, особенно при хронических стрессах, выполняет определение лейкоцитарного индекса интоксикации (ЛИИ) [Галицкая, 2003]. ЛИИ на сегодняшний день самый распространенный индекс интоксикации, который является количественным выражением сдвига лейкоцитарной формулы в сторону нейтрофилов. Его рассчитывают с целью проведения оценки выраженности интоксикации. В опыте ЛИИ достоверно увеличился в 2.2 раза по сравнению с контролем, что может характеризовать накопление продуктов обмена и напряженность функциональных приспособительных механизмов.

Для обнаружения стресс реакции используют также индекс сдвига лейкоцитов крови (ИСЛК). По данным И.И. Сперанского и др. ИСКЛ не зависит от общего числа лейкоцитов крови и является маркером реактивности организма при разных состоя-



ниях. Его увеличение связано со снижением количества эозинофилов и повышением – палочко- и сегментоядерных нейтрофилов [Сперанский и др., 2009] По данным М.С. Галицкой [2003] при увеличении этого индекса, а соответственно и содержания гранулоцитов четко диагностируется стресс реакция. В наших исследованиях при температурном воздействии $-3.. -5^{\circ}\text{C}$ данный показатель в крови коров увеличился в 2.7 раза по сравнению с контролем.

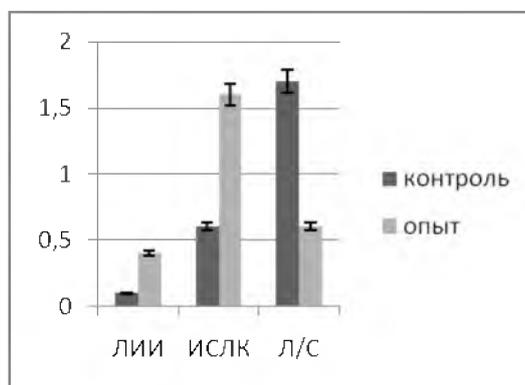


Рис. 1. Лейкоцитарные индексы крови коров при адаптации к температуре среды $-3 \dots -5^{\circ}\text{C}$, ед.

Fig. 1. Cows blood leukocyte index in adapting caused by the temperature in the range of $-3 \dots -5^{\circ}\text{C}$, units

Соотношение в лейкограмме лимфоцитов и сегментоядерных нейтрофилов (Л/С) позволяет диагностировать адаптационные реакции разного уровня [Авылов, 2000; Пшенникова, 2000]. Тест достаточно чувствителен для оценки действия факторов разной силы, поэтому получил широкое распространение. В опыте было установлено достоверное уменьшение Л/С в 2.8 раза, что указывает на развитие стресс реакции.

Таким образом, в процессе адаптации значительным изменениям подвергались все лейкоцитарные индексы.

Таблица 3

Биохимические параметры крови коров при адаптации к температуре среды $-3.. -5^{\circ}\text{C}$

Table 3

Biochemical parameters of the blood of cows during adaptation caused by the temperature in the range of $-3 \dots -5^{\circ}\text{C}$

Показатели	Группы	
	контроль	опыт
Глюкоза, ммоль/л	3.04±0.08	2.77±0.07*
Общий белок, г/л	80.1±1.4	80.7±1.02
Мочевина, ммоль/г	4.88±0.09	4.05±0.34
Креатинин, ммоль/л	71.4±1.0	62.7±2.3*
Билирубин, ммоль/л	8.6±0.1	18.2±0.4**
АлАТ, ммоль×ч	0.29±0.01	0.62±0.01**
АсАТ, ммоль×ч	0.33±0.01	0.92±0.15*
Кэфф. де Ритиса	1.14±0.01	1.48±0.08*
Холестерин, ммоль/л	5.01±0.06	3.41±0.05*
Тимоловая проба, ед.	1.59±0.07	1.97±0.13

Примечание. Достоверные изменения по сравнению с параметрами коров контрольной группы: * – при $p < 0.05$; ** – $p < 0.01$.



Биохимические параметры крови являются индикатором функционирования всего организма, а также характеризуют степень адаптации животных к различным стрессирующим факторам, в том числе и к условиям содержания [Громыко, 2005]. В таблице 3 представлены некоторые биохимические параметры крови коров при адаптации к воздействию температуры $-3...-5^{\circ}\text{C}$.

Как было установлено, изученные биохимические параметры крови коров контрольной и опытной групп находились в пределах физиологической нормы. Вместе с тем колебания отдельных из них при сравнении данных контрольной и опытной групп оказались статистически достоверными. Так содержание глюкозы в крови у опытных коров снизилось на 9%, креатинина на 12%, холестерина на 32%. В тоже время содержание билирубина увеличилось на 112%, ферментов переаминирования АЛАТ – на 114%, АсАТ – на 179%.

У жвачных животных углеводный обмен играет значительную роль в поддержании интенсивности других видов обмена. Основным показателем метаболизма углеводов служит концентрация глюкозы в крови. В условиях стресса поступление глюкозы в кровь растет. В наших опытах концентрация глюкозы достоверно уменьшалась. Уменьшение ее содержания может быть симптомом нарушения углеводного обмена, признаком отсутствия запасов гликогена в печени и мышцах, кроме того, у коров – результатом несоответствия расходов глюкозы на метаболические процессы и образование молока поступлению энергии с кормом.

По мнению ряда авторов, содержание холестерина в крови здоровых коров находится в прямой корреляции с молочной продуктивностью [Громыко, 2005; Кушнерова, 2005]. Холестерин как важный структурный элемент клеточной мембраны участвует в образовании комплексов с белками внутренней митохондриальной мембраны, он может играть роль в обновлении мембранных липидов молочной железы, посредством чего осуществляется взаимодействие между ферментами липогенеза и предшественниками жира. Из этого может следовать, что низкий уровень холестерина в крови связан не только с пониженным уровнем обменных процессов, но и с ухудшением состояния железистой ткани вымени.

В сыворотке крови подопытных коров было выявлено значительное увеличение содержания фермента АсАТ. В результате коэффициент де Ритиса достоверно увеличился, что может отражать напряжение некоторых физиологических функций организма. Превышение средних величин коэффициента может свидетельствовать об изменениях функционального состояния клеток печени, о поражении сердечной мышцы, о наличии острых и хронических инфекционных заболеваний, вероятность возникновения которых у коров возрастает при «холодном» беспривязно-боксовом содержании [Громыко, 2005; Кушнерова, 2005].

Во второй серии экспериментов коровы опытной группы находились при температуре среды $-18...-20^{\circ}\text{C}$. В таблице 4 представлена лейкограмма крови коров.

Таблица 4
Лейкограмма крови коров при адаптации к температуре среды $-18...-20^{\circ}\text{C}$

Table 4
Cows blood leukogram during adaptation caused by the temperature in the range of $-18...-20^{\circ}\text{C}$

Клетки, %	Группы	
	контроль	опыт
Эозинофилы	5.4±0.2	1.3±0.1*
Палочкоядерные нейтрофилы	5.4±0.2	4.9±0.2
Сегментоядерные нейтрофилы	29.9±0.4	59.1±1.8*
Лимфоциты	51.2±0.6	24.9±1.8**
Моноциты	6.0±0.3	8.1±0.2*
Базофилы	0.8±0.2	1.1±0.2

Примечание. Достоверные изменения по сравнению с параметрами коров контрольной группы: * – при $p < 0.05$.



В этой серии экспериментов были выявлены достоверные и значительные изменения параметров лейкограммы, так содержание эозинофилов уменьшилось на 76%, лимфоцитов на 51%, сегментоядерных нейтрофилов – увеличилось на 98%, моноцитов – на 35% по сравнению с величинами у коров группы контроля.

Известно, что при развитии стресс реакции происходит активация глюкокортикоидной системы, что приводит к снижению содержания эозинофилов. Именно эозинопению некоторые исследователи считают наиболее объективным диагностическим критерием стресса [Пшенникова, 2000]. Можно полагать, что выявленное снижение числа эозинофилов при температурном воздействии $-18 \dots -20^{\circ}\text{C}$ является следствием сложных гормональных изменений присущих стресс реакции организма.

В первой кратковременной фазе стресса организм мобилизует защитные механизмы для противодействия отрицательным факторам среды, на этой стадии снижается реактивность организма, в крови увеличивается содержание нейтрофилов и уменьшается – лимфоцитов [Авылов, 2000; Галицкая, 2003; Пшенникова, 2000]. При адаптации к температуре среды $-18 \dots -20^{\circ}\text{C}$ была выявлена такая динамика в содержании лимфоцитов и сегментоядерных нейтрофилов.

Одним из признаков напряженности адаптационных возможностей организма является повышение функциональной активности ретикулярно-эндотелиальной системы. Л.Х. Гаркави и др. [2006] считают, что имеется определенная взаимосвязь между содержанием моноцитов в лейкограмме и функциональной активностью этой системы. Увеличение содержания моноцитов свидетельствует о напряжении функциональной активности ретикулярно-эндотелиальной системы, что является признаком напряжения адаптационных возможностей организма и передозировки действующего фактора. Можно предположить, что температура среды $-18 \dots -20^{\circ}\text{C}$ для коров является значительным по силе фактором.

Подтверждением этого может служить динамика лейкоиндексов, представленная на рисунке 2.

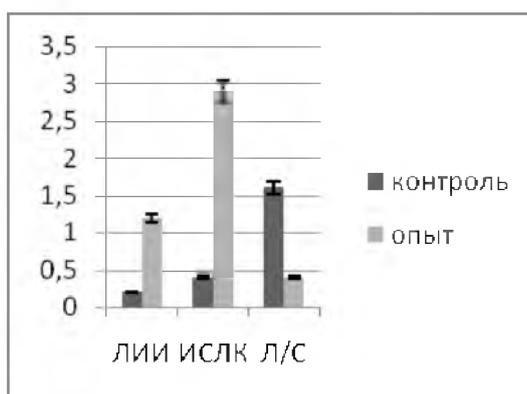


Рис. 2. Лейкоцитарные индексы крови коров при адаптации к температуре среды $-18 \dots -20^{\circ}\text{C}$, ед.

Fig. 2. Cows blood leukocyte index in adapting caused by the temperature in the range of $-18 \dots -20^{\circ}\text{C}$, units

Было установлено, что ЛИИ и ИСЛК достоверно увеличились (в 6 раз) по сравнению с контролем, Л/С снизился в 4 раза, все это свидетельствует о наличии в организме стресс реакции при значительном напряжении функциональных механизмов и даже патологических процессов со снижением иммунологической реактивности.

На значительную силу температурного фактора указывают также уменьшение количества эритроцитов на 20% и увеличение СОЭ на 47%.

В таблице 5 представлены биохимические показатели крови коров при адаптации к температуре $-18 \dots -20^{\circ}\text{C}$.



Таблица 5

Биохимические параметры крови коров при адаптации к температуре $-18 \dots -20^{\circ}\text{C}$

Table 5

Biochemical parameters of the blood of cows at adapting caused by the temperature in the range of $-18 \dots -20^{\circ}\text{C}$

Показатели	Группы	
	Контроль	Опыт
Глюкоза, ммоль/л	3.04±0.08	4.14±0.10*
Общий белок, г/л	80.1±1.4	69.2±1.6*
Мочевина, ммоль/г	4.88±0.09	2.22±0.18*
Креатинин, ммоль/л	71.4±1.0	48.6±0.6*
Билирубин, ммоль/л	8.6±0.1	15.2±0.2**
АлАТ, ммоль×ч	0.29±0.01	0.52±0.06*
АсАТ, ммоль×ч	0.33±0.01	1.06±0.25*
Козф. де Ритиса	1.14±0.01	2.04±0.18*
Холестерин, ммоль/л	5.01±0.06	1.89±0.13**
Тимоловая проба, ед.	1.59±0.07	0.71±0.11*

Примечание. Достоверные изменения по сравнению с параметрами коров контрольной группы: * – при $p < 0.05$; ** – $p < 0.01$.

При воздействии температуры среды $-18 \dots -20^{\circ}\text{C}$ у коров были отмечены достоверные изменения всех изученных биохимических параметров крови. В частности содержание глюкозы увеличилось на 36%, билирубина – на 76%, ферментов АлАТ – на 79%, АсАТ – на 221% соответственно по сравнению с величинами контрольной группы. При этом уменьшилось содержание общего белка на 14%, мочевины – на 55%, креатинина – на 32%, холестерина – на 62%, тимоловая проба достоверно уменьшилась на 55%.

В данной серии экспериментов в процессе адаптации коров к условиям «холодного» способа содержания в сыворотке крови увеличилась концентрация глюкозы. Во время стресс реакции происходит выброс в кровь катехоламинов, которые мобилизуют энергетические резервы организма для преодоления чрезмерного стрессорного воздействия [Аншаков, 2006].

Достоверное уменьшение содержания общего белка в крови коров опытной группы может свидетельствовать о переходе стресс реакции в катаболическую фазу и о мобилизации белков как источников энергии. На усиление процессов катаболизма в наших исследованиях указывает и значительное увеличение содержания билирубина в сыворотке крови. Значительное уменьшение концентрации холестерина в сыворотке крови может свидетельствовать об использовании липидов как источников энергии, компенсируя напряженность других видов обмена. Переключение энергетического обмена с углеводного типа на липидный характеризует переход стресс реакции к стадии резистентности [Громыко, 2005; Крылова, 2000].

Достоверное уменьшение содержания мочевины в сыворотке крови коров опытной группы согласуется с динамикой уровня общего белка. Большая часть протеина кормов в рубце подвергается гидролизу до аминокислот с последующим их дезаминированием до аммиака, избыток которого всасывается в кровь, попадает в печень и преобразуется в мочевину. Уменьшение концентрации мочевины в сыворотке крови может указывать на ухудшение синтетической функции печени [Громыко, 2005; Кушнерова, 2005]. Подтверждением этого может служить достоверное снижение величины тимоловой пробы, также характеризующей белково-синтетическую функцию печени. Уменьшение содержания креатинина в крови опытных животных согласуется с данными по содержанию общего белка, мочевины и других биохимических параметров и подтверждает напряженность белкового обмена.

Заключение

Таким образом, при холодном беспривязно-боксовом содержании коров красно-пестрой породы в климатических условиях Центрально-Черноземного экономического района России в обоих изученных диапазонах низких температур ($-3 \dots -5^{\circ}\text{C}$) и ($-18 \dots -20^{\circ}\text{C}$) в организме были диагностированы стресс реакции. Основными характерными признаками реакции стали нейтрофилез и лимфопения периферической крови. По данным М.Г. Пшенниковой [2000] – это наиболее характерные признаки стрессорного воздействия в стадии мобилизации общего адаптационного синдрома. Происходит выброс кортикостероидов, угнетающих функции тимуса и лимфоидной системы, подавляется синтез интерлейкинов, в частности, интерлейкина-5, интеграция лимфоцитов нарушается, и их содержание в периферической крови снижается [Авылов, 2000]. Кроме того, известно, что глюкокортикоиды как основные адаптивные гормоны вызывают эозинопению, которая в наших экспериментах при воздействии температуры $-18 \dots -20^{\circ}\text{C}$ оказалась ярко выраженной. Эозинопения также сопровождает состояния, характеризующиеся общим снижением иммунитета и сопротивляемости организма. На напряженность приспособительных механизмов указывают моноцитоз и базофилия. При этом изменения в содержании изученных клеток в экспериментах с температурой в диапазоне $-18 \dots -20^{\circ}\text{C}$ гораздо больше, и, кроме того, их значения нередко выходят за границы референтных.

Стресс реакцию в организме коров подтверждают лейкоцитарные индексы, изменения которых произошли при температуре $-3 \dots -5^{\circ}\text{C}$ в 2.2–2.8 раз, при температуре $-18 \dots -20^{\circ}\text{C}$ – в 4–6 раз. Лейкоиндексы – маркеры реактивности организма при разных состояниях, их рассчитывают для оценки выраженности интоксикации. Динамика, полученная в экспериментах, характеризует накопление продуктов обмена и напряженность функциональных приспособительных механизмов, которые особенно выражены у коров при температуре $-18 \dots -20^{\circ}\text{C}$.

Напряженность функциональных приспособительных механизмов характеризуют и биохимические параметры крови. Концентрация глюкозы в крови один из основных параметров гомеостаза. Ее увеличение, также и билирубина, ферментов переминирования, коэффициента де Ритиса, уменьшение концентрации общего белка, мочевины, холестерина, креатинина во второй серии экспериментов были больше. Все это может свидетельствовать о наличии в организме коров при «холодном» беспривязно-боксовом содержании стресс реакции со значительным напряжением физиологических механизмов адаптации, об изменениях функционального состояния клеток печени и сердечной мышцы, снижении иммунологической реактивности и даже возникновении патологических процессов.

Список литературы

References

1. Авылов Ч. 2000. Стресс-факторы и резистентность животных. Животноводство России, (11): 20–21.
Avylov Ch. 2000. Stress factors and resistance of animals. Zhivotnovodstvo Rossii, (11): 20–21. (in Russian)
2. Аншаков Д.В. 2006. Гематокритное число и уровень глюкозы в крови молодняка яичных кур после дебикирования в различном возрасте. Научно-производственный опыт в птицеводстве: Экспресс-информ, (1): 17–20.
Anshakov D.V. 2006. Hematocrit, and the blood glucose level of young chickens egg after beak trimming at various ages. Nauchno-proizvodstvennyj opyt v pticevodstve: Jekspress-inform, (1): 17–20. (in Russian)
3. Бусловская Л.К. 2003. Энергетический обмен и кислотно-щелочной баланс у сельскохозяйственных животных при адаптации к стрессорам. Белгород, Изд-во БелГУ, 188.
Buslovskaya L.K. 2003. Energeticheskij obmen i kislotno-shhelochnoj balans u sel'skokhozyajstvennykh zhiivotnykh pri adaptatsii k stressoram [Energy metabolism and acid-base balance in farm animals in adapting to stressors]. Belgorod, Izd-vo BelGU, 188. (in Russian)



4. Василисин В.В., Соколов В.В., Голубцов А.В. 2009. Физиолого-биохимические показатели крови коров красно-пестрой породы и коров симментальской породы австрийской селекции. Вестник Воронежского государственного аграрного университета, (1): 58–63.

Vasilisin V.V., Sokolov V.V., Golubtsov A.V. 2009. Physiological and biochemical indicators of blood of cows of red-motley breed cows and Simmental Austrian selection. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Vestnik of Voronezh state agrarian university], (1): 58–63. (in Russian)

5. Воробьева Н.В. 2011. Некоторые параметры физиологического статуса высокопродуктивных коров различных генеалогических линий. Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии, (1): 46–49.

Vorob'eva N.V. 2011. Some parameters of the physiological status of highly productive cows of various genealogical lines. Vestnik Ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skokhozyajstvennoj akademii [Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy], (1): 46–49. (in Russian)

6. Галицкая М.С. 2003. Влияние различных стрессовых ситуаций на моторно-секреторную функцию тонкого кишечника собак и коррекция стресс реакций с использованием биологически активных добавок. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Омск, 23.

Galitskaya M.S. 2003. Vliyanie razlichnykh stressovykh situatsij na motorno-sekretornuyu funktsiyu tonkogo kishechnika sobak i korrektsiya stress reaksij s ispol'zovaniem biologicheski aktivnykh dobavok [Effect of different stress on the motor and secretory function of the small intestine of dogs and correction of stress reactions with the use of dietary supplements]. Abstract. dis. ... cand. biol. sciences. Omsk, 23. (in Russian)

7. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Т.С. Кузьменко. 2006. Активационная терапия. Антистрессорные реакции активации и тренировки и их использование для оздоровления, профилактики и лечения. Ростов-на-Дону, 256.

Garkavi L.K., Kvakina E.B., T.S. Kuz'menko. 2006. Aktivatsionnaya terapiya. Antistressornye reaksii aktivatsii i trenirovki i ikh ispol'zovanie dlya ozdorovleniya, profilaktiki i lecheniya [Activation Therapy. Antistress reactions of activation and training and their use for healing, prevention and treatment]. Rostov-na-Donu, 256. (in Russian)

8. Громько Е.В. 2005. Оценка состояния коров методами биохимии. Экологический вестник Северного Кавказа, 1 (2): 80–94.

Gromyko E.V. 2005. Otsenka sostoyaniya korov metodami biokhimii. Jekologicheskij vestnik Severnogo Kavkaza [The North Caucasus Ecological Herald], 1 (2): 80–94. (in Russian)

9. Кудрин М., Ижболдина С. 2011. Роль микроклимата в продуктивности коров. Животноводство России, (8): 33–34.

Kudrin M., Izboldina S. 2011. The role of climate in the productivity of cows. Zhivotnovodstvo Rossii, (8): 33–34. (in Russian)

10. Кушнерова Н.Ф., Спрыгин В.Г., Фоменко С.Е. 2005. Влияние стресса на состояние липидного и углеводного обмена печени, профилактика. Гигиена и санитария, (5): 17–21.

Kushnerova N.F., Sprygin V.G., Fomenko S.E. 2005. The effects of stress on the state of the liver lipid and carbohydrate metabolism, prevention. Gigena i sanitariya [Hygiene and Sanitation], (5): 17–21. (in Russian)

11. Пшенникова М.Г. 2000. Феномен стресса. Эмоциональный стресс и его роль в патологии. Патологическая физиология и экспериментальная терапия, (4): 21–31.

Pshennikova M.G. 2000. The phenomenon of stress. Emotional stress and its role in pathology. Patologicheskaja fiziologija i jeksperimental'naja terapija [Journal of Pathophysiology and Experimental Therapy], (4): 21–31. (in Russian)

12. Сперанский И.И., Самойленко Г.Е., Лобачева М.В. 2009. Общий анализ крови – все ли его возможности исчерпаны? Интегральные индексы интоксикации как критерии оценки тяжести течения эндогенной интоксикации, ее осложнений и эффективности проводимого лечения. Острые и неотложные состояния в практике врача, (6): 3–12.

Speranskij I.I., Samojlenko G.E., Lobacheva M.V. 2009. Complete blood count – have all its possibilities been exhausted? Integral indexes of intoxication as the severity of endogenous intoxication evaluation criteria, its complications, and the effectiveness of the treatment. Ostrye i neotlozhnye sostoyaniya v praktike vracha, (6): 3–12. (in Russian)

13. Ходанович Б. 2008. Холодное содержание молочных коров: за и против. Животноводство России, (11): 39–42.

Kodanovich B. 2008. The cold keeping of dairy cows: Pros and Cons. Zhivotnovodstvo Rossii, (11): 39–42. (in Russian)