

УДК 636.32/.3

DOI: 10.31040/2222-8349-2024-0-3-61-67

**МИНЕРАЛЬНЫЙ ОБМЕН У ИМПОРТНОГО МОЛОЧНОГО СКОТА ПРИ АДАПТАЦИИ К УСЛОВИЯМ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ**

© И.Ю. Венцова, В.А. Сафонов, А.В. Востроилов, П.А. Паршин

Современные технологии в промышленных масштабах животноводства с использованием современных возможностей эксплуатации сельскохозяйственных животных вызывают необходимость исследования адаптационных возможностей организма в данных условиях существования. Период акклиматизации и адаптации импортных коров зависит от транспортного стресса, климатических условий, изменения кормовой базы и других факторов. Для адекватного протекания адаптационных процессов в организме животных важное значение имеет не только реактивность макроорганизма, но и его отдельных структур: клеток, органов и тканей. Недостаточная способность к адаптации приводит к снижению продуктивности, возникновению различных видов патологических состояний, с дальнейшей вероятностью гибели особей. В связи с немаловажным значением минеральных элементов в адаптации и становлении системы метаболизма в организме животных были изучены ряд показателей минерального обмена у импортных нетелей. Скот пород монбельярд и джерсейской был завезен из Дании в СХП ООО «Молоко Черноземья» Воронежской области Аннинского района. Для опыта отбирали по 15 нетелей каждой породы, в качестве контроля использовались аборигенные нетели голштинской породы ( $n=15$ ). В крови животных определяли содержание таких макро- и микроэлементов, как P, Ca, Mg, Cu, Zn, Fe, Mn и Se. Установлено, что скот джерсейской породы быстрее адаптируется к новым условиям жизни, по сравнению с породой монбельярд. Это подчеркивается более близкими к фоновым значениям в содержании неорганического фосфора ( $2.579 \pm 0.037$  мМ/л), марганца ( $3.048 \pm 0.064$  мкМ/л), железа ( $26.975 \pm 0.245$  мМ/л) и магния ( $2.210 \pm 0.008$  мг) (на 4.1, 3.64, 12.95 и 16.6% соответственно ниже фонового значения), цинка ( $17.888 \pm 0.125$  мкМ/л) и меди ( $15.463 \pm 0.183$  мкМ/л) (на 6.8 и 9.4% выше фонового значения) через 30 дней после завоза. Для нетелей породы монбельярд содержание железа в крови составило  $26.975 \pm 0.245$  мМ/л, неорганического фосфора –  $2.579 \pm 0.037$ , марганца –  $2.788 \pm 0.058$  мкМ/л, магния –  $2.173 \pm 0.007$  мг, цинка –  $14.563 \pm 0.138$  мкМ/л и меди –  $13.438 \pm 0.349$  мкМ/л. Полученные данные указывают на важность последующих исследований уровня микроэлементов в системе формирования стресса.

Ключевые слова: адаптация, макроэлементы, микроэлементы, минеральный обмен, молочный скот, нетели.

**Введение.** Проблема стресс-устойчивости живых организмов находится в тесной взаимосвязи с их генетически обусловленной приспособленностью к жизни в тех или иных условиях обитания [1, 2]. При этом немаловажную роль приобретает биогеохимическая составная почв данного региона и, соответственно, влияние ее на условия пищевой цепи [3, 4]. Данные агрохимического, эколого-токсикологического и фитосанитарного мониторинга почв и посевов

сельскохозяйственных культур, проведенного в последнее десятилетие агрохимической службой Министерства сельского хозяйства России, свидетельствуют о прогрессирующей деградации почвенного плодородия во многих регионах России, в т.ч. и в Воронежской области, что представляет угрозу экологической, продовольственной и национальной безопасности страны. Рядом исследователей установлен факт дефицита в пределах Центрально-Черноземного региона,

ВЕНЦОВА Инна Юрьевна – к.б.н., Воронежский государственный университет имени императора Петра I, e-mail: biohimyk@yandex.ru

САФОНОВ Владимир Александрович – д.б.н., Институт геохимии и аналитической химии имени В.И. Вернадского РАН, e-mail: vsafonov2020@mail.ru

ВОСТРОИЛОВ Александр Викторович – д.с.-х.н., Воронежский государственный университет имени императора Петра I, e-mail: vstroilov.a.v24@gmail.com

ПАРШИН Павел Андреевич – д.вет.н., Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии, e-mail: spvga@mail.ru

в частности в Воронежской области, подвижных соединений йода, цинка и молибдена, что, в свою очередь, ведет к подобному явлению и в кормовых культурах, и далее приводит к негативным процессам в метаболизме организма животных и человека [5].

Несомненно, основным индикатором, раскрывающим картину метаболизма в организме животных, и наиболее удобным объектом для проведения различных исследований, является кровь. Известно, что состав крови взаимовлияет характер протекающих в организме биохимических процессов и отражает воспринимаемые ими колебания внешней среды, так как кровь, представляя собой посредника во всех процессах обмена веществ и находясь в постоянном контакте со всеми органами и тканями, отражает все происходящие в них процессы, изменяясь при этом как качественно, так и количественно [6]. В связи с этим состав крови весьма лабилен и напрямую связан с физиологическим состоянием животных. В соответствии с воздействием факторов внешней и внутренней среды в зоне нормы показатели крови могут варьировать и принимать различные оптимальные значения. Эти колебания оптимума направлены на лучшее приспособление к изменениям условий.

Развитие молочного скотоводства в различных его аспектах (генетика и селекция, технологии содержания, ухода, кормления и др.) остается одним из наиболее перспективных направлений в рамках отрасли животноводства.

Последние годы весьма распространенным явлением в регионах Российской Федерации стал импорт различных пород крупного рогатого скота. Целью этого являлось улучшение их генеалогии, совершенствование и повышение продуктивных качеств и воспроизводительной способности отечественного скота.

В этой связи особое внимание следует уделять адаптивным способностям особей к новым условиям внешней среды. Интродукция животных всегда сопровождается комплексом изменений в гомеостазе их организма. И первыми системами, реагирующими на новые условия среды обитания, позиционируются морфофизиологические, биохимические и поведенческие, которые способны обусловить реализацию генетического потенциала организма и выживание в конкретных условиях обитания.

Продолжительность окончательного периода акклиматизации и адаптации импортных животных весьма варьирует. Это обусловлено, в

первую очередь, транспортным стрессом, затем климатическими условиями, изменением кормовой базы и множеством других факторов [7]. Но наиболее длительно протекает генотипическая адаптация, так как проявление полного спектра хозяйственно-полезных признаков реализуется в организме потомства интродуцированных животных.

Одним из первых ключевых метаболических факторов, свидетельствующих о наступлении стресс-реакции, при любых видах стресса, является активирование гипоталамо-симпто-адреномедулярной, гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой и ренин-ангиотензиновой систем [8]. Это проявляется быстрым выбросом в кровь и, соответственно, повышением уровня в ней катехоламинов, кортикостероидов, глюкогона, адренокортикотропного и соматотропного гормонов и ренина. Под их воздействием на раннюю стресс-реакцию происходит повышение содержания некоторых видов цитокинов, уменьшением интенсивности аэробного гликолиза, пентозофосфатного цикла, глюконеогенеза, активацией липолиза, нарушением этерифицирующей функции печени. Сигналом для запуска стресс-реакции служит смещение прооксидантно-антиоксидантного равновесия в направлении активации процесса перекисного окисления липидов (ПОЛ) в биологических мембранах и жидкостях [9]. Отмечено, что неорганический пероксид водорода является причиной нарушений в структуре ДНК белков и липидов эпителиальных клеток. Он является сигнальным элементом для клеточной пролиферации. Промежуточным звеном повреждения ДНК служит железо, являющееся важным элементом в установлении прооксидантного статуса в клетке [10]. В защите организма от активации ответа на стресс-факторы, приводящим к повреждающему действию не только нормально протекающих метаболических процессов, но и организма в целом, участвуют как центральные, так и локальные стресс-лимитирующие системы, такие как антиокислительная защитная система (АОС) организма. Различные исследователи отмечают, что развитие стресса, вне зависимости от его природы, приводит к ухудшению ферментативного и неферментативного звеньев антиоксидантной системы, в том числе каталазы, супероксиддисмутазы (СОД), глутатионзависимых ферментов (ГПО, ГР), витаминов – А, Е, С, фосфолипидов и полиненасыщенных жирных кислот [11].

При более поздних реакциях на воздействие стресса или хроническом стрессе в процесс ответа вовлекаются практически все виды обмена и сопровождаются соответствующими метаболическими изменениями.

Однако своевременный мониторинг морфофизиологических и биохимических критериев гомеостаза организма позволяет адекватно контролировать и регулировать процессы адаптации с целью наиболее полной реализации генетического потенциала завозимых животных [12]. Кроме того, определение и изучение показателей биохимического статуса организма лучших по уровню продуктивности и качеству молока отечественных и зарубежных пород молочного скота имеет высокую практическую значимость и может служить дополнительной основой для контроля их совершенствования [13]. Достаточно распространенными породами молочного направления являются чернопестрая – благодаря высокой молочной продуктивности, джерсейская – обладающая исключительно высокими показателями по содержанию жира и белка в молоке, монбельярд – характеризуется отличными характеристиками белков молока, отражающих наилучшую сыропригодность. При этом в настоящее время в большинстве хозяйств Центрального Черноземья наиболее распространенной породой продолжает оставаться чернопестрая.

В этом ключе актуальность и необходимость проведения исследования биохимических механизмов регуляции и условий повышения интенсивности процессов обмена веществ организма завозимого скота не вызывает сомнений.

**Материалы и методы.** Исследования проводились в СХП ООО «Молоко Черноземья» Воронежской области, Аннинского района. Поскольку при формировании адаптационных процессов в организме животных исключительную роль играют сложные оксидативные ферментные системы, основу биологических молекул которых составляют ионы ряда минеральных элементов [14, 15], то мы сочли целесообразным обратить внимание на показатели минерального обмена. В опыт по изучению состояния минерального обмена при адаптации после транспортного стресса были включены завезенные нетели на 5–6 и 7–8 месяце стельности следующих пород: монбельярд ( $n=15$ ), джерсейской ( $n=15$ ), в качестве фона использовались аборигенные нетели голштинской породы ( $n=15$ ).

Пробы крови у привезенных животных брали с интервалом в несколько недель: первый раз забор крови производили на 3–5 день после завоза в ЦФО РФ; второй – через 30 дней после завоза в хозяйство. В крови данных животных определяли такие показатели минерального обмена, как содержание неорганического фосфора, общего кальция, магния, меди, цинка, железа, марганца и селена

Забор венозной крови у нетелей производили в утренние часы до кормления путем пункции хвостовой вены. Использовали вакуумные пробирки без антикоагулянта для получения сыворотки крови, с ЭДТА-Na – для образцов цельной крови. Содержание меди, цинка, железа, молибдена, кобальта в сыворотке крови животных определяли на атомно-адсорбционном спектрофотометре «Shimadzu AA6300» (Япония), кальция и магния – с помощью ионоселективных электродов на анализаторе «Olympus-400» («Beckman Coulter», США).

Для обработки результатов использовали прикладную статистическую программу «Statistica 6.0» и программное обеспечение «MicrosoftExcel». При оценке достоверности различий показателей в группах использовали метод парных сравнений и  $t$ -критерий Стьюдента.

**Результаты и обсуждение.** Содержание показателей, характеризующих минеральный обмен у импортных нетелей, представлены в табл. 1.

При анализе изучаемых показателей установили, что нетели джерсейской породы более устойчивы к стресс-факторам, по сравнению с животными породы монбельярд. Так, через 30 дней после завоза уровень неорганического фосфора у нетелей джерсейской породы был на 4.1% ниже фонового значения, а у породы монбельярд – на 14.6%, уровень марганца соответственно ниже фонового значения на 3.64% и 11.86%. Уровень селена в обеих группах завезенных нетелей и был ниже фонового значения: у джерсейской породы на 8.6%, а у монбельярд на 6.4%. При этом в данный период у животных джерсейской породы содержание меди и цинка, по сравнению с фоном, было выше соответственно на 9.4 и 6.8%, в то время как их содержание у нетелей породы монбельярд было ниже относительно фонового значения на 5 и 13.1%.

*Показатели минерального обмена у импортных нетелей при адаптации после транспортного стресса*

Показатели	Породы	Голштинская (n=15)	Джерсейская (n=15)	Монбельярд (n=15)
Неорганический фосфор, мМ/л		2.69 ± 0.021	2.283 ± 0.019	2.278 ± 0.028
			2.579 ± 0.037*	2.298 ± 0.033
Общий кальций, мМ/л		2.976 ± 0.012	3.079 ± 0.031	2.838 ± 0.017
			2.949 ± 0.017*	3.035 ± 0.017*
Магний, мг%		2.265 ± 0.007	2.263 ± 0.005	2.194 ± 0.010
			2.210 ± 0.008*	2.173 ± 0.007*
Медь, мкМ/л		14.138 ± 0.239	27.000 ± 1.285	26.013 ± 1.023
			15.463 ± 0.183*	13.438 ± 0.349*
Цинк, мкМ/л		16.75 ± 0.278	17.275 ± 0.199	16.750 ± 0.320
			17.888 ± 0.125*	14.563 ± 0.138*
Железо, мМ/л		30.988 ± 0.251	22.013 ± 0.326	20.775 ± 0.237
			26.975 ± 0.245*	24.85 ± 0.273*
Марганец, мкМ/л		3.163 ± 0.052	2.867 ± 0.044	2.600 ± 0.001
			3.048 ± 0.064	2.788 ± 0.058
Селен, мкМ/л		1.163 ± 0.052	1.233 ± 0.044	1.050 ± 0.022
			1.063 ± 0.044*	1.088 ± 0.035

Пр и м е ч а н и е: числитель – 3–5 день после завоза в ЦФО РФ; знаменатель – 30 дней после завоза в ЦФО РФ; \* – при  $p < 0.05$ .

Характер изменений исследуемых показателей во временном аспекте адаптации у импортированных нетелей носил следующую тенденцию. Содержание магния и меди достоверно снижалось в крови обеих групп животных соответственно на 2.3, 42.7 и 1, 48.3%. Уровень таких показателей, как неорганический фосфор, железо и марганец, напротив, повышался соответственно на 13.0, 22.5, 6.3 и 1.0%, 19.6, 7.2% (при  $p < 0.05$ ). Содержание общего кальция и селена у животных джерсейской породы в период адаптации достоверно снижалось соответственно на 4.2 и 13.8% (при  $p < 0.05$ ), а у нетелей породы монбельярд повышалось на 6.9 и 3.6%. Уровень цинка повышался у нетелей породы джерси на 3.5%, а у породы монбельярд снижался на 13.1% (при  $p < 0.05$ ).

Выявленные изменения могут свидетельствовать о более лабильной адаптационной системе у животных породы монбельярд. При этом более низкие значения относительно фонового содержания неорганического фосфора, возможно, связаны с его включением в энергогенерирующие системы клеток, марганца – с участием в синтезе ферментов оксидоредуктаз [6]. Состояние более глубокого стресса у нетелей породы монбельярд подчеркивают низкие показате-

тели таких микроэлементов как медь, цинк, селен, которые крайне необходимы в синтезе ферментов антиоксидантной системы, характеризующей основные адаптационные механизмы организма животных. Так, например, цинк является активным центром такого цитозольного фермента как супероксиддисмутаза (СОД), ограничивает способность железа генерировать свободнорадикальные реакции, предупреждая повреждающее действие биомембран клеток. Медь входит в состав цитохромоксидазы, биологическая роль которой связана с гидроксिलированием, переносом кислорода и окислительным катализом. Около 95% меди входит в состав гликопротеина – церулоплазмينا, являющимся одним из ключевых ферментов антиоксидантной защитной системы. Селен является не только ключевым компонентом фермента ГПО, также выполняющим антиоксидантную функцию, предотвращая повреждающее действие свободных радикалов, но и участвует в активировании иммунного ответа в организме. Кроме того, селен находится в тесной взаимосвязи с витамином Е [15].

Характерной особенностью всех организмов животных является их более высокая восприимчивость к внешним воздействиям в определенные периоды существования, а адаптаци-

онные возможности остаются ограниченными. Снижается мощность и эргономичность различных метаболических процессов, повышается активность стресс–реализующей системы. Это может привести к дезадаптации организма. Установленные изменения изучаемых показателей минерального обмена свидетельствуют о стремлении к нормализации биомеханизмов адаптации завезенных нетелей к новым условиям жизни.

**Заключение.** Было установлено, что скот джерсейской породы быстрее адаптируется к новым условиям жизни по сравнению с породой монбельярд. Это подчеркивается более близкими к фоновым значениям в содержании неорганического фосфора, цинка, магния, марганца, железа.

Несмотря на многообразие биохимических реакций в ответ на проявление стресса и действующих стрессовых факторов, проблема стресса остается одной из наиболее активно развиваемых областей науки. Однако представленные в настоящем исследовании данные позволяют сделать уже предварительные выводы о некоторых биохимических изменениях организма на стрессовые воздействия. На наш взгляд, перспективными являются исследования, направленные на изучение вопросов ответной реакции на действие стресса и в постстрессорный период в отношении показателей системы ПОЛ-АОЗ, липидного, углеводного и белкового обменов и установлении корреляционных связей между ними.

### Литература

1. Markert B., Fränze S., Wünschmann S. Chemical Evolution: The Biological System of the Elements. Springer International Publishing, Switzerland, 2015. 295 p.
2. Черницкий А.Е., Ермилова Т.С., Сафонов В.А. Оксидативный стресс и постнатальная адаптация телят с внутриутробной задержкой развития // Известия Уфимского научного центра РАН. 2022. № 4. С. 32–39.
3. Шешнищан Т.Л., Шешнищан С.С., Капитальчук М.В. Содержание марганца, цинка, меди и молибдена в волосяном покрове сельскохозяйственных животных долины Нижнего Днестра // Юг России: экология, развитие. 2018. Т. 13. № 4. С. 166–173.
4. Сафонов В.А. Адаптивные изменения антиоксидантного и гормонального статуса коров // Ветеринария. 2011. № 6. С. 32–33.

5. Vorobyov V. et al. Evaluation of hematological and metabolic parameters in small ruminants with trace elements deficiency under different biogeochemical conditions // World's Veterinary Journal. 2019. V. 9. № 4. P. 311–316.

6. Салимзаде Э.А. Применение микроэлементов в кормлении крупного рогатого скота / Э.А. Салимзаде, Д.В. Воробьев, В.А. Сафонов // Прикаспийский международный молодежный научный форум агропромтехнологий и продовольственной безопасности. Астрахань, 2021. С. 59–60.

7. Салахов Ф.Д. Сравнительная характеристика хозяйственно полезных признаков и адаптационных качеств коров голштинской и бурой швицкой пород при промышленной технологии производства молока: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Уфа, 2017. 22 с.

8. Datson N.A., van den Oever J.M., Korobko O.B. et al. Previous history of chronic stress changes the transcriptional response to glucocorticoid challenge in the dentate gyrus region of the male rat hippocampus // Endocrinology. 2013. V. 154. Iss. 9. P. 3261–3272.

9. Ventsova I. The role of oxidative stress during pregnancy on obstetric pathology development in high-yielding dairy cows / I. Ventsova, V. Safonov // American Journal of Animal and Veterinary Sciences. 2021. V. 16. № 1. P. 7–14.

10. Gasparovic A.C., Jaganjac M., Mihaljevic B. et al. Assays for the measurement of lipid peroxidation // Methods Mol Biol. 2013. V. 965. P. 283–296.

11. Чирихина В.А. Физиологический и продуктивный статус коров джерсейской породы в процессе адаптации после длительного транспортного стресса / В.А. Чирихина, А.А. Коровушкин // Проблемы биологии продуктивных животных. 2021. № 1. С. 65–74.

12. Ventsova I. Biochemical Screening of Lipid Peroxidation and Antioxidant Protection in Imported Cows During Adaptation / I. Ventsova, V. Safonov // Advances in Animal and Veterinary Sciences. 2021. V. 9. № 8. P. 1203–1210.

13. Гусев И.В. Сравнительная оценка физиолого-биохимических показателей крови коров чернопестрой и джерсейской пород / И.В. Гусев, Л.С. Гиммадеева, Р.А. Рыков // Зоотехния. 2015. № 12. С. 19–20.

14. Goff J. Invited review: Mineral absorption mechanisms, mineral interactions that affect acid–base and antioxidant status, and diet considerations to improve mineral status // Journal of Dairy Science. 2018. V. 101. P. 2763–2813.

15. Safonov V.A. Biological Role of Selenium and Correction Effects of Its Content in the Organism of Animals // Geochemistry International. 2018. V. 56. № 10. P. 1046–1050.

**References**

1. Markert B., Fränze S., Wünschmann S. *Chemical Evolution: The Biological System of the Elements*. Springer International Publishing, Switzerland, 2015, 295 p.
2. Chernickij A.E., Ermilova T.S., Safonov V.A. Oksidativnyj stress i postnatal'naja adaptacija teljat s vnutriutrobnoj zaderzhkoj razvitija // *Izvestija Ufimskogo nauchnogo centra RAN*, 2022, no. 4, pp. 32-39.
3. Sheshnican T.L., Sheshnican S.S., Kapital'chuk M.V. Soderzhanie marganca, cinka, medi i molibdena v volosjanom pokrove sel'skohozejstvennyh zhivotnyh doliny Nizhnego Dnestra // *Jug Rossii: jekologija, razvitie*, 2018, vol. 13, no. 4, pp. 166-173.
4. Safonov V.A. Adaptivnye izmenenija antioksidantnogo i gormonal'nogo statusa korov // *Veterinarija*, 2011, no. 6, pp. 32-33.
5. Vorobyov V. et al. Evaluation of hematological and metabolic parameters in small ruminants with trace elements deficiency under different biogeochemical conditions // *World's Veterinary Journal*, 2019, vol. 9, no. 4, pp. 311-316.
6. Salimzade Je.A. Primenenie mikrojelementov v kormlenii krupnogo rogatogo skota / Je.A. Salimzade, D.V. Vorob'jov, V.A. Safonov // *Prikaspijskij mezhdunarodnyj molodezhnyj nauchnyj forum agropromtehnologij i prodovol'stvennoj bezopasnosti*, 2021, Astrahan', 2021, pp. 59-60.
7. Salahov, F.D. Sravnitel'naja harakteristika hozjajstvenno poleznyh priznakov i adaptacionnyh kachestv korov golshhtinskoj i buroj shvickoj porod pri promyshlennoj tehnologii proizvodstva moloka: avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata sel'skohozejstvennyh nauk / Salahov Farid Damirovich. Ufa, 2017, 22 p.
8. Datson N.A., van den Oever J.M., Korobko O.B. et al. Previous history of chronic stress changes the transcriptional response to glucocorticoid challenge in the dentate gyrus region of the male rat hippocampus // *Endocrinology*, 2013, vol. 154, iss. 9, pp. 3261-3272.
9. Ventsova, I. The role of oxidative stress during pregnancy on obstetric pathology development in high-yielding dairy cows / I. Ventsova, V. Safonov // *American Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 2021, vol. 16, no. 1, pp. 7-14.
10. Gasparovic A.C., Jaganjac M., Mihaljevic B. et al. Assays for the measurement of lipid peroxidation // *Methods Mol Biol.*, 2013, vol. 965, pp. 283-296.
11. Chirihina V. A. Fiziologicheskij i produktivnyj status korov dzhersejskoj porody v processe adaptacii posle dlitel'nogo transportnogo stressa / V.A. Chirihina, A.A. Korovushkin // *Problemy biologii produktivnyh zhivotnyh*, 2021, no. 1, pp. 65-74.
12. Ventsova I. Biochemical Screening of Lipid Peroxidation and Antioxidant Protection in Imported Cows During Adaptation / I. Ventsova, V. Safonov // *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 2021, vol. 9, no. 8, pp. 1203-1210.
13. Gusev I.V. Sravnitel'naja ocenka fiziologo-biohimicheskikh pokazatelej krovi korov chernopestroj i dzhersejskoj porod / I.V. Gusev, L.S. Gimadeeva, R.A. Rykov // *Zootehnija*, 2015, no. 12, pp. 19-20.
14. Goff J. Invited review: Mineral absorption mechanisms, mineral interactions that affect acid–base and antioxidant status, and diet considerations to improve mineral status // *Journal of Dairy Science*, 2018, vol. 101, pp. 2763-2813.
15. Safonov V.A. Biological Role of Selenium and Correction Effects of Its Content in the Organism of Animals // *Geochemistry International*, 2018, vol. 56, no. 10, pp. 1046-1050.



**MINERAL METABOLISM IN IMPORTED DAIRY CATTLE DURING ADAPTATION TO THE CONDITIONS OF THE CENTRAL BLACK EARTH REGION, RUSSIA**

© I.Yu. Ventsova<sup>1</sup>, V.A. Safonov<sup>2</sup>, A.V. Vostroilov<sup>1</sup>, P.A. Parshin<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great,  
1, ulitsa Michurina, 394087, Voronezh, Russian Federation

<sup>2</sup>Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the Russian,  
19, ulitsa Kosygina, 119991, Moscow, Russian Federation

<sup>3</sup>All-Russian Research Veterinary Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy,  
114b, ulitsa Lomonosova, 394087, Voronezh, Russian Federation

Modern technologies in industrial-scale animal husbandry, utilizing contemporary methods of exploiting agricultural animals, require investigating the adaptive capabilities of organisms under these conditions. The

acclimatization and adaptation period of imported cows depends on transport stress, climatic conditions, changes in the feed, and other factors. The response of the entire organism and its structures – cells, organs, and tissues – is important for the adequate progression of adaptive processes in animals. Insufficient adaptive capacity leads to decreased productivity, the emergence of various pathological conditions, and the potential death of individuals. Given the significant role of mineral elements in adaptation and the establishment of animal metabolic systems, various indicators of mineral metabolism were studied in imported heifers. Cattle of the Montbéliarde and Jersey breeds were imported from Denmark to the agricultural enterprise Moloko Chernozemya LLC in the Anninsky district of the Voronezh Region, Russia. A total of 15 heifers of each breed were selected for the experiment, with indigenous Holstein heifers ( $n = 15$ ) serving as the control group. The blood of the animals was analyzed for macro- and trace elements such as P, Ca, Mg, Cu, Zn, Fe, Mn, and Se. The Jersey breed was determined to adapt more quickly to new living conditions than the Montbéliarde breed. This is highlighted by values closer to baseline for inorganic phosphorus ( $2.579 \pm 0.037$  mM/L), manganese ( $3.048 \pm 0.064$   $\mu$ M/L), iron ( $26.975 \pm 0.245$  mM/L), and magnesium ( $2.210 \pm 0.008$  mg), which are 4.1%, 3.64%, 12.95%, and 16.6% below the baseline value, respectively. Additionally, zinc ( $17.888 \pm 0.125$   $\mu$ M/L) and copper ( $15.463 \pm 0.183$   $\mu$ M/L) levels are 6.8% and 9.4% above the baseline value, respectively, 30 days after importation. For Montbéliarde heifers, the iron content in the blood was  $26.975 \pm 0.245$  mM/L, inorganic phosphorus –  $2.579 \pm 0.037$  mM/L, manganese –  $2.788 \pm 0.058$   $\mu$ M/L, magnesium –  $2.173 \pm 0.007$  mg, zinc –  $14.563 \pm 0.138$   $\mu$ M/L, and copper –  $13.438 \pm 0.349$   $\mu$ M/L. These data highlight the importance of conducting additional research into the influence of trace element levels on stress formation.

Keywords: adaptation, essential trace elements, trace elements, mineral metabolism, dairy cattle, heifers.