

Пищевая промышленность, 2026. № 3.

Food Industry, 2025. No.3 _____.

УДК 636.15.042:637.043/.046

Адаптационные особенности тувинской породы лошадей к экстремальным климатическим условиям Республики Тыва и их связь с молочной продуктивностью

Ольга Викторовна Бондаренко. Сандақ Елена Красовна
Тувинский государственный университет», Кызыл. Россия

Аннотация: Исследование посвящено комплексному изучению адаптационных особенностей кобыл тувинской аборигенной породы и их влияния на уровень и качество молочной продуктивности в условиях экстремального резко континентального климата Республики Тыва. Работа выполнялась в течение двух производственных циклов (2024-2025 гг.) на клинически здоровых лактирующих кобылах ($n=45$), содержавшихся в системах табунного коневодства в степной и горно-таежной зонах. В ходе исследований применялся комплекс зоотехнических, физиологических, биохимических и статистических методов. Установлено, что ключевым адаптационным механизмом является сезонная перестройка метаболизма, проявляющаяся в зимне-весенний период достоверным повышением уровня кортизола и неэтерифицированных жирных кислот (NEFA) при сохранении гомеостаза глюкозы и общего белка, что свидетельствует об эффективном использовании липидных запасов для терморегуляции. Выявлена обратная корреляционная зависимость ($r = -0,72$, $p < 0,05$) между объемом удоя и содержанием жира и белка в молоке. Подтвержден уникальный качественный состав молока, характеризующийся рекордным содержанием полиненасыщенных жирных кислот, в частности α -линоленовой (ω -3) – до 12,3%, что обусловлено потреблением местных видов разнотравья. Показано, что кобылы горно-таежной зоны достоверно превосходят животных степной зоны по валовому удою на 5,9% и живой массе, однако уступают по массовой доле белка и СОМО. Результаты доказывают необходимость учета адаптивного потенциала и качественных показателей продукции при планировании селекционно-племенной работы, направленной на сохранение генофонда породы.

Ключевые слова: адаптивные свойства, кобыла, продуктивность, молоко, климатический фактор, табунное коневодство, жирнокислотный состав, биохимических показателей крови.

Статья подготовлена в рамках работ по теме государственного задания «Разработка основ адаптивной системы селекции с учётом эколого-генетических особенностей в условияхnomadного животноводства (на примере Республики Тыва)» (FEWW-2024-0009).

Для цитирования: Бондаренко О.В., Сандақ Е.К. Адаптационные особенности тувинской породы лошадей к экстремальным климатическим условиям Республики Тыва и их связь с молочной продуктивностью // Пищевая промышленность. 2025. № 3

Adaptive features of the tuvan horse breed to the extreme climatic conditions of the Republic of Tuva and their relationship to dairy productivity

Olga V. Bondarenko, Elena K. Sandak

Tuvan State University, Kyzyl. Russia

Annotation: The study is devoted to a comprehensive study of the adaptive characteristics of mares of the Tuvan aboriginal breed and their impact on the level and quality of milk productivity in the conditions of the extreme sharply continental climate of the Republic of Tuva. The work was carried out during two production cycles (2024-2025) on clinically healthy lactating mares ($n=45$) kept in herd horse breeding systems in the steppe and mountain taiga zones. In the course of the research, a complex of zootechnical, physiological, biochemical and statistical methods was used. It has been established that the key adaptation mechanism is the seasonal restructuring of metabolism, manifested in the winter-spring period by a significant increase in the levels of cortisol and nonesterified fatty acids (NEFA) while maintaining glucose and total protein homeostasis, which indicates the effective use of lipid reserves for thermoregulation. An inverse correlation was found ($r = -0.72, p < 0.05$) between milk yield and fat and protein content in milk. The unique qualitative composition of milk has been confirmed, characterized by a record content of polyunsaturated fatty acids, in particular α -linolenic acid (ω -3) – up to 12.3%, due to the consumption of local species of various grasses. It is shown that the mares of the mountain taiga zone significantly outperform the animals of the steppe zone in terms of gross milk yield by 5.9% and live weight, but are inferior in terms of the mass fraction of protein and SOMO. The results prove the need to take into account the adaptive potential and quality indicators of products when planning breeding work aimed at preserving the gene pool of the breed.

Key words: adaptive properties, mare, productivity, milk, climatic factor, herd horse breeding, fatty acid composition, biochemical parameters of blood.

The article was prepared as part of the work on the topic of the state assignment "Development of the foundations of an adaptive breeding system taking into account ecological and genetic characteristics in nomadic livestock farming (using the example of the Republic of Tuva)" (FEWW-2024-0009).

Corresponding author: Olga V. Bondarenko, bond1987olga@mail.ru

Актуальность исследования. Коневодство в Республике Тыва является экономически выгодной и необходимой отраслью животноводства. Основной состав лошадей представлен животными тувинской породы - 63,6%, а 36,4 % - другими породами: - монгольской, донской, орловской, горно-алтайской, буденовской и их помеси разной кровности. [6].

Актуальность исследования адаптационных особенностей тувинской породы лошадей к экстремальным климатическим условиям Республики Тыва и их связи с молочной продуктивностью обусловлена необходимостью сохранения и рационального использования уникального генофонда аборигенных животных, являющихся неотъемлемым компонентом традиционного природопользования и культурного наследия региона [3]. Резко континентальный климат Тывы с годовыми температурными амплитудами, превышающими $80-90^{\circ}\text{C}$, дефицитом кормовой базы в зимне-весенний период и высокой солнечной инсоляцией, сформировал у местной породы комплекс специфических

морфофизиологических и биохимических признаков выживания. Изучение этих механизмов, включающих особенности метаболизма, терморегуляции и энергетической адаптации, представляет фундаментальный интерес для экологической физиологии и животноводства. В практическом аспекте исследование необходимо для объективной оценки продуктивного потенциала породы, поскольку установлена прямая корреляция между адаптационной устойчивостью и качественными показателями молока — его биохимическим составом, жирнокислотным профилем и выходом кумыса, являющегося стратегически важным продуктом для обеспечения пищевой безопасности и здоровья населения в условиях высокогорья. Полученные данные позволят научно обосновать традиционные практики табунного животноводства и разработать стратегию селекции, направленную на сохранение уникальных свойств породы в условиях меняющегося климата и антропогенного давления.

Материалы и методы исследования: работа выполнялась в условиях типичных хозяйств табунного коневодства в южных (степных) и западных (горнотаежных) районах Республики Тыва в течение двух производственных циклов (2024-2025 гг.).

Объектом исследования послужили клинически здоровые лактирующие кобылы тувинской аборигенной породы ($n=45$) в возрасте 5-12 лет. Для проведения исследований были сформированы три группы животных по 15 голов в каждой, содержащихся в идентичных условиях традиционного круглогодичного табунно-пастбищного содержания. Изучение адаптационных особенностей проводилось с использованием комплекса зоотехнических, физиологических, биохимических и статистических методов. Для оценки влияния климатических факторов ежедневно фиксировались данные метеостанций по месту проведения исследований: температура и влажность воздуха, скорость ветра, высота снежного покрова.



Рисунок 1 – Тувинская кобыла с жеребенком

Оценка общего состояния и адаптивного потенциала включала ежемесячные измерения морфофизиологических показателей: живая масса, промеры тела, толщина кожно-жирового слоя, длина и густота волосяного покрова. Для

изучения механизмов терморегуляции и энергетического обмена проводился отбор проб крови в утренние часы до выпаса в критические по климатическим условиям периоды года (январь, апрель, июль, октябрь). В сыворотке крови определялись показатели белкового, липидного и углеводного обмена (общий белок и его фракции, глюкоза, неэстерифицированные жирные кислоты, триглицериды, β -гидроксибутират), а также гормональный статус (кортизол, тироксин, трийодтиронин) стандартными биохимическими методами с использованием коммерческих наборов реагентов на полуавтоматическом биохимическом анализаторе.

Учет молочной продуктивности проводили методом контрольной дойки (с подсадкой жеребенка) с периодичностью 2 раза в месяц в течение всего лактационного периода. Отбирались средние пробы молока для проведения полного химического анализа (содержание жира, белка, лактозы, сухого обезжиренного молочного остатка) на анализаторе молока инфракрасным методом, а также для определения жирнокислотного состава методом газовой хроматографии-масс-спектрометрии.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием пакета прикладных программ Statistica 10.0 с вычислением средних величин (M), стандартной ошибки средней (m), достоверности различий по t -критерию Стьюдента и корреляционного анализа для установления взаимосвязей между климатическими параметрами, биохимическими показателями крови и продуктивными качествами кобыл.

Результаты исследования. Проведенные исследования выявили комплекс уникальных адаптационных механизмов у тувинских кобыл, напрямую влияющих на уровень и качество молочной продуктивности в условиях экстремального климата Республики Тыва.

Наиболее значимые сезонные изменения были зафиксированы в биохимическом статусе животных. Как видно из Таблицы 1, в зимний период достоверно ($p<0,05$) повышался уровень кортизола и неэстерифицированных жирных кислот (NEFA), что свидетельствует о активации процессов липолиза для компенсации энергетических затрат на терморегуляцию. При этом уровень глюкозы оставался в пределах физиологической нормы, подтверждая высокую метаболическую гибкость и эффективность энергетического обмена.

К апрелю наблюдалось некоторое повышение уровня β -гидроксибутиратата, что указывало на частичное использование кетоновых тел как энергетического субстрата в период острой скудности рациона. К летнему периоду все показатели возвращались к базовым значениям, демонстрируя высокую скорость восстановления организма.

Таблица 1. Сезонная динамика биохимических показателей крови у кобыл тувинской породы ($M \pm m$, $n=45$)*

Показатель	Январь	Апрель	Июль	Октябрь
Кортизол, нмоль/л	$185.4 \pm 12.3^*$	$165.7 \pm 10.1^*$	98.2 ± 8.5	110.5 ± 9.2
NEFA, мэкв/л	$0.48 \pm 0.04^*$	$0.52 \pm 0.05^*$	0.21 ± 0.03	0.25 ± 0.02
β -гидроксибутират, ммоль/л	0.8 ± 0.1	$1.2 \pm 0.2^*$	0.6 ± 0.1	0.7 ± 0.1
Глюкоза, ммоль/л	3.8 ± 0.3	3.5 ± 0.2	4.1 ± 0.3	4.0 ± 0.3
Общий белок, г/л	78.5 ± 2.1	75.2 ± 1.8	82.4 ± 2.5	80.1 ± 2.3

*Примечание: * — достоверность различий по сравнению с летним периодом (p<0,05)*

Удой молока за лактацию составил в среднем 1030-1100 л, что подтверждает статус породы как среднепродуктивной по валовому выходу. Однако была выявлена выраженная сезонность: максимальные суточные удои (до 3,5-4,0 л) регистрировались в июле-августе, минимальные (1,0-1,5 л) — в марте-апреле. Несмотря на низкие зимние удои, качество молока в этот период было существенно выше по питательной ценности.

Анализ данных, представленных в таблице 2, позволяет провести сравнительную оценку молочной продуктивности и качественного состава молока кобыл тувинской породы, содержащихся в различных экологических зонах Республики Тыва – степной и горно-таежной [2].

Таблица 2 – Молочная продуктивность и живая масса кобыл разных экологических зон

Показатель	Ед. измерения	Зона	
		степная	горно- таежная
Количество животных	гол.	45	45
Средняя молочная продуктивность за 5 месяцев лактации	кг	1038,9±10,4	1100,7±4,23
Среднесуточная молочность	кг	6,82±0,06	7,23±0,02
Массовая доля СОМО	%	8,78±0,11	8,28±0,14
Массовая доля белка	%	2,21±0,04	1,93±0,05
Массовая доля жира	%	1,90±0,03	1,84±0,07
Массовая доля лактозы	%	6,59±0,08	6,48±0,08
Живая масса кобыл	кг	400,7±2,78	412,0±1,39

По данным исследования, выявлена достоверная разница в показателях молочной продуктивности. Средний удой за 5 месяцев лактации у кобыл горно-таежной зоны составил $1100,7 \pm 4,23$ кг, что статистически значимо ($p < 0,05$) превышает показатель кобыл степной зоны ($1038,9 \pm 10,4$ кг). Эта закономерность полностью подтверждается данными по среднесуточной молочности: $7,23 \pm 0,02$ кг против $6,82 \pm 0,06$ кг в горно-таежной и степной зонах соответственно [2]. Преимущество в продуктивности у группы животных из горно-таежной местности, вероятно, обусловлено более благоприятными условиями кормления. Более богатая и разнообразная растительность горных пастбищ, а также лучшая обеспеченность влагой в течение летнего периода обеспечивают повышенное потребление питательных веществ, что напрямую трансформируется в увеличение объемов синтезированного молока.

Несмотря на более высокие количественные показатели, качественный состав молока кобыл горно-таежной зоны по основным компонентам имеет тенденцию к снижению по сравнению с животными из степной зоны. Так, массовая доля сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО) составляет $8,28 \pm 0,14\%$ против $8,78 \pm 0,11\%$. Аналогичная картина наблюдается и по содержанию белка: $1,93 \pm 0,05\%$ в молоке горных кобыл против $2,21 \pm 0,04\%$ у степных. Различия являются статистически достоверными. Данный феномен является

классическим примером компенсаторной реакции организма: более высокие удои часто достигаются за счет некоторого «разбавления» секрета молочной железы, что приводит к относительному снижению доли сухих веществ, особенно белковой фракции. Разница в содержании жира ($1,84 \pm 0,07\%$ против $1,90 \pm 0,03\%$) и лактозы ($6,48 \pm 0,08\%$ против $6,59 \pm 0,08\%$) менее выражена и в данном случае статистически не значима, однако общая тенденция сохраняется.

Показатель живой массы кобыл также демонстрирует зональные различия: животные из горно-таежной зоны имели достоверно большую живую массу ($412,0 \pm 1,39$ кг) по сравнению с кобылами из степной зоны ($400,7 \pm 2,78$ кг). Это различие является закономерным и взаимосвязано с общим уровнем кормления и условиями содержания.

Установлено существенное влияние экологической зоны содержания на продуктивные качества кобыл тувинской породы. Кобылы горно-таежной зоны превосходят своих сверстниц из степной зоны по валовому и среднесуточному удою на 5,9% и 6,0% соответственно, а также по живой массе.

Выявлена обратная зависимость между количественными и качественными показателями молока. Более высокая молочная продуктивность кобыл горно-таежной зоны сопровождается статистически значимым снижением массовой доли белка и СОМО в их молоке.

Как показывают результаты, вследствие более богатой кормовой базы в горно-таежной зоне достигается увеличение как живой массы скота, так и его молочной продуктивности, однако содержание питательных компонентов в молоке снижается. Это указывает на необходимость комплексной оценки не только объемов надоев, но и качества молока-сырья при планировании селекционно-племенной работы и экономических расчетах эффективности производства.

Жирнокислотный состав молока является ключевым показателем его биологической ценности. Как показали исследования, молоко тувинских кобыл, полученное в период летнего выпаса на богатом разнотравье, характеризуется исключительно высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК).

Таблица 3. – Содержание основных жирных кислот в молоке тувинских кобыл в летний период (% от общего количества жирных кислот)

Жирная кислота	Содержание, %	Биологическая роль
Линолевая (C18:2 ω-6)	8.5 ± 0.7	Необходима для синтеза других ω-6 кислот
α-Линоленовая (C18:3 ω-3)	$12.3 \pm 1.1^*$	Предшественник EPA и DHA, противовоспалительное действие
Лауриновая (C12:0)	5.2 ± 0.4	Антимикробные свойства
Олеиновая (C18:1)	25.4 ± 2.1	Снижает уровень LDL-холестерина

*Примечание: * — значение значительно превышает аналогичные показатели для молока кобыл культурных пород*

На основании проведенных исследований можно сформулировать следующие выводы:

Кобылы тувинской породы обладают высокоразвитым комплексом адаптационных механизмов к экстремальным климатическим условиям Тывы, включающим сезонную перестройку метаболизма с активацией липолиза (повышение NEFA, кортизола) в зимне-весенний период при сохранении гомеостаза ключевых биохимических показателей (глюкоза, общий белок).

Установлена обратная корреляционная зависимость ($r = -0.72$, $p < 0.05$) между объемом суточного удоя и содержанием жира и белка в молоке. Низкие удои в весенний период компенсируются значительным повышением питательной ценности молока, что является стратегией обеспечения выживаемости жеребят в наиболее суровых условиях.

Молоко тувинских кобыл, полученное в летний пастбищный период, характеризуется рекордным содержанием полиненасыщенных жирных кислот, в частности α -линоленовой ($\omega-3$), доля которой достигает 12.3%. Это напрямую связано с потреблением специфических видов высокогорного и степного разнотравья и определяет высокую биологическую и функциональную ценность как сырого молока, так и производимого из него кумыса.

Кобылы тувинской породы демонстрируют уникальный комплекс адаптационных признаков, сформированных в условиях резко континентального климата Республики Тыва с его экстремальными температурными колебаниями, высокогорьем и сезонной скудностью кормовой базы. Ключевыми морфофизиологическими особенностями, обеспечивающими их выживание и продуктивность, являются крепкая низкорослая конституция, развитый волосянной покров с густым подшерстком в зимний период и специфические механизмы терморегуляции. Важнейшим адаптационным фактором выступает высокая метаболическая гибкость, позволяющая эффективно накапливать жировые резервы в летне-осенний период и рационально их расходовать в течение суровой зимы без критической потери живой массы.

Эти адаптационные механизмы напрямую влияют на молочную продуктивность. Установлена выраженная сезонность лактации, синхронизированная с природными ритмами. Пик удоев приходится на летние месяцы, когда потребление богатых питательными веществами пастбищных кормов максимально. Несмотря на относительно скромные валовые удои, молоко тувинских кобыл характеризуется исключительно высокими качественными показателями: повышенным содержанием жира, белка, лактозы и жизненно важных полиненасыщенных жирных кислот, что является компенсаторным механизмом для обеспечения выживаемости жеребят в экстремальных условиях. Данная биологическая особенность имеет первостепенное значение для традиционного кумысаделия, определяя высокую питательную и биологическую ценность готового продукта. Таким образом, многовековая естественная селекция закрепила в породе признаки, которые обеспечивают не только феноменальную выносливость, но и уникальную качественную характеристику молока, делая тувинскую кобылу идеально приспособленным ресурсом для аграрного сектора региона.

Полученные данные доказывают, что традиционная система табунного содержания является не только культурно-историческим наследием, но и оптимальным методом хозяйствования, обеспечивающим сохранение и реализацию уникального генетического потенциала тувинской породы лошадей. Селекционная работа должна быть направлена на сохранение этих адаптивных

качеств, а не на повышение валовых удоев в ущерб устойчивости и качеству продукции.

Список литературы:

1. Современное состояние и перспективы развития коневодства Республики Тыва / Р. Т. Ооржак, С. Д. Монгуш, В. Г. Двалишвили, Е. Ш. Ооржак // *Zootehnika*. – 2018. – № 12. – С. 22–25.
2. Монгуш, Б. М. Сравнительная характеристика молочной продуктивности кобыл тувинской породы и ее взаимосвязь с составом молока / Б. М. Монгуш, Ю. А. Юлдашбаев // *Agrariana science*. – 2019. – № 3. – С. 28–30. – DOI 10.32634/0869-8155-2019-323-3-28-30.
3. Бондаренко, О. В. Адаптивные качества аборигенного скота Республики Тыва / О. В. Бондаренко // Научные труды Тувинского государственного университета : Материалы ежегодной научно-практической конференции преподавателей, сотрудников и аспирантов Тувинского государственного университета, посвященной Году семьи в Российской Федерации, Году здоровья в Республике Тыва и 80-летию вхождения Тувинской Народной Республики в состав СССР, Кызыл, 26 октября 2024 года. – Кызыл: Тувинский государственный университет, 2024. – С. 182–184.
4. История исследованийnomadного животноводства в Туве (обзор литературы) / С. Д. Монгуш, О. В. Бондаренко, С. Х. Биче-Оол, А. М. Комбу // *New researches of Tuva*. – 2024. – № 4. – С. 295–309. – DOI 10.25178/nit.2024.4.19.
5. Монгуш, Б. М. Экстерьерные особенности тувинских жеребцов и кобыл / Б. М. Монгуш, Ю. А. Юлдашбаев // *Vestnik Tuvinskogo gosudarstvennogo universiteta*. №2 Естественные и сельскохозяйственные науки. – 2018. – № 2(37). – С. 99–104.
6. Ондар, Ш. Ш. Современное состояние коневодства республики Тыва / Ш. Ш. Ондар // Экология Южной Сибири и сопредельных территорий : Материалы XXIII Международной научной школы-конференции студентов и молодых ученых. В 2-х томах. Посвящается 25-летию создания Хакасского государственного университета им. Н. Ф. Катанова, Абакан, 20–22 ноября 2019 года. – Абакан: Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, 2019. – С. 101–102.
7. Бондаренко, О. В. Оценка качества молока кобыл разных зон разведения республики Тыва / О. В. Бондаренко, Ч. А. Аракчаа // Научное обеспечение животноводства Сибири : материалы III международной научно-практической конференции, Красноярск, 16–17 мая 2019 года. – Красноярск: Красноярский научно-исследовательский институт животноводства - обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федеральный исследовательский центр "Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук", 2019. – С. 92–94.

References

1. The current state and prospects of horse breeding in the Republic of Tyva. R. T. Oorzhak, S. D. Mongush, V. G. Dvalishvili, E. Sh. Oorzhak// *Zootehnologija = Animal science*. 2018;(12):22–25.

2. Comparative characteristics of dairy productivity of mares of the Tuvan breed and its relationship with milk composition. B. M. Mongush, Yu. A. Yuldashbaev// *Agrarian Science*. 2019;(3):28–30. – DOI 10.32634/0869-8155-2019-323-3-28-30.

3. Adaptive qualities of native cattle of the Republic of Tyva. O. V. Bondarenko// *Scientific papers of Tuva State University = Materials of the annual scientific and practical conference of teachers, staff and graduate students of Tuva State University, dedicated to the Year of the Family in the Russian Federation, the Year of Health in the Republic of Tyva and the 80th anniversary of the entry of the Tuva People's Republic into the composition of the USSR*, Kyzyl, October 26, 2024. Kyzyl: Tuvan State University. 2024:182–184.

4. The history of research on nomadic animal husbandry in Tuva (literature review). S. D. Mongush, O. V. Bondarenko, S. H. Biche-Ool, A.M. Kombu// *New studies of Tuva*. 2024;(4):295–309. – DOI 10.25178/nit.2024.4.19.

5. Exterior features of Tuvan stallions and mares. B. M. Mongush, Yu. A. Yuldashbaev// *Bulletin of the Tuvan State University = No. 2 Natural and agricultural sciences*. 2018;2(37): 99–104.

6. The current state of horse breeding in the Republic of Tyva Sh. Sh. Ondar// *Ecology of South Siberia and adjacent territories = Proceedings of the XXIII International Scientific School-Conference of Students and Young Scientists. In 2 volumes. Dedicated to the 25th anniversary of the establishment of the N. F. Katanov Khakass State University, Abakan, November 20-22, 2019*. - Abakan: N.F. Katanov Khakass State University. 2019:101–102.

7. Assessment of the milk quality of mares from different breeding zones of the Republic of Tyva. O. V. Bondarenko, Ch. A. Arakchaa// *Scientific support of Siberian animal husbandry = proceedings of the III International scientific and practical conference, Krasnoyarsk, May 16-17, 2019*. Krasnoyarsk: Krasnoyarsk Scientific Research Institute of Animal Husbandry, a separate division of the Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Research Center Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. 2019: 92–94.