

16. Ekkhorutomven O.T. Vzaimosvaz prodolzhitelnosti sukhostoinogo perioda, molochnoi produktivnosti i reproduktivnoi sposobnosti korov / O.T. Ekkhorutomven, G.F. Medvedev, V.A. Chernikova // Zhivotnovodstvo i veterinarnaia meditsina. – 2022. – No. 2 (45). – S. 8-13.
17. de Feu, M.A., Evans, A.C.O., Lonergan, P., Butler, S.T. (2009) The Effect of Dry Period Duration and Dietary Energy Density on Milk Production, Bioenergetic Status, and Postpartum Ovarian Function in Holstein-Friesian Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 92, 6011-6022. DOI: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2009-2374>.
18. Lim, D. H., Jung, D. J. S., Ki, K. S., et al. (2023). Effects of dry period length on milk production and physiological responses of heat-stressed dairy cows during the transition period. *Journal of Animal Science and Technology*, 65(1), 197–208. <https://doi.org/10.5187/jast.2022.e104>.
19. Villa-Godoy, A., Hughes, T. L., Emery, R. S., Chapin, L. T., Fogwell, R. L. (1988). Association between energy balance and luteal function in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 71(4), 1063–1072. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(88\)79653-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(88)79653-8).
20. Rutherford, A. J., Oikonomou, G., & Smith, R. F. (2016). The effect of subclinical ketosis on activity at estrus and reproductive performance in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 99(6), 4808–4815. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10154>.
21. Butler, S. T., Pelton, S. H., Butler, W. R. (2006). Energy balance, metabolic status, and the first postpartum ovarian follicle wave in cows administered propylene glycol. *Journal of Dairy Science*, 89(8), 2938–2951. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72566-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72566-8).
22. Aardema, H., van Tol, H. T. A., Wubbolts, R. W., et al. (2017). Stearoyl-CoA desaturase activity in bovine cumulus cells protects the oocyte against saturated fatty acid stress. *Biology of Reproduction*, 96(5), 982–992. <https://doi.org/10.1095/biolreprod.116.146159>.



УДК 636.08.003. 237.21:591.151

DOI: 10.53083/1996-4277-2024-232-2-54-61

Г.М. Гончаренко, Д.А. Авадани, Т.С. Хорошилова

G.M. Goncharenko, D.A. Avadani, T.S. Khoroshilova

## ОЦЕНКА ПОЛИМОРФИЗМА КОРОВ РАЗНЫХ ПОРОД ПО ГЕНАМ ПРОДУКТИВНОСТИ И РЕЗИСТЕНТНОСТИ

### EVALUATION OF POLYMORPHISM IN COWS OF DIFFERENT BREEDS BY GENES OF PRODUCTIVITY AND RESISTANCE

**Ключевые слова:** селекция, полиморфизм, генотип, аллель, частота, симментальская порода, красная степная порода, чёрно-пёстрая порода, инбридинг, генное равновесие, резистентность.

Цель исследований заключается в сравнительной оценке полиморфизма генов *CSN3*, *LALBA*, *LEP*, *TNF-L-824*, *PIT1* *SCD 1* у коров симментальской, красной степной и чёрно-пёстрой пород, разводимых в разных эколого-географических условиях, и выявлении их резистентности по биохимическим показателям. Установлено, что породы по частоте генотипов имеют некоторую вариативность. Красная степная порода имеет более высокую частоту генотипа *CSN3<sup>BB</sup>* – на 10,3%, чем коровы чёрно-пёстрой породы, генотипа *LEP<sup>TT</sup>* – на 22,0%, в сравнении с симментальской породой. Более высокая частота генотипа *LALBA<sup>AA</sup>* наблюдалась у коров чёрно-пёстрой породы на 14,7 и 16,3%, чем в других сравниваемых породах. По генотипам гена *Pit-1* сравниваемые породы имеют незначительные различия. Симментальская порода характеризуется более

высокой концентрацией генотипа *TNF-L-824<sup>GG</sup>* – на 19,4%, чем красная степная, у которой, напротив, выше частота гомозиготного генотипа *TNF-L-824<sup>AA</sup>* на 10,0%. В красной степной породе частота генотипа *SCD1<sup>CC</sup>* составляет 66,0, что выше, чем у животных чёрно-пёстрой породы, на 21,3%. Между симментальской и красной степной породой различий по этому гену не выявлено. Наблюдаемая гетерозиготность по исследованным генам совпадает с ожидаемой. Отрицательное значение индекса фиксации (*Fis*) свидетельствует об отсутствии инбридинга в стадах. Генное равновесие в стадах не нарушено,  $\chi^2$  находится в пределах 0,012–1,509. Анализ биохимических показателей крови показал более высокий статус резистентности коров симментальской породы, по сравнению с чёрно-пёстрой и красной степной, по содержанию белка в сыворотке крови на 13,97 и 23,90 г/л, глобулинов – на 20,35 и 23,58 г/л и  $\gamma$ -глобулинов – на 21,57 и 23,41 г/л, в сравнении с красной степной и чёрно-пёстрой породами. Альбумино-глобулиновое соотношение выше в чёрно-пёстрой породе на 0,11–0,22, чем у коров симменталь-

ской и красной степной пород, что свидетельствует о более интенсивном белковом обмене.

**Keywords:** selection, polymorphism, genotype, allele, frequency, Simmental cattle, Red Steppe cattle, Black-Pied cattle, inbreeding, gene balance, resistance.

The research goal was comparative evaluation of the polymorphism of the *CSN3*, *LALBA*, *LEP*, *TNF-L-824*, *PIT-1*, *SCD1* genes in Simmental, Red Steppe and Black-Pied cows bred under different ecological and geographical conditions and to identify their resistance based on biochemical indices. It was found that breeds had some variability in the frequency of genotypes. The Red Steppe breed had higher frequency of the *CSN3<sup>BB</sup>* genotype by 10.3% than in cows of the Black-Pied breed, the *LEP<sup>TT</sup>* genotype by 22.0%, as compared to Simmental cows. Higher frequency of the *LALBA<sup>AA</sup>* genotype of this gene was observed in Black-Pied cows by 14.7% and 16.3% than in other compared breeds. The compared breeds had minor differences in the genotypes of the *PIT-1* gene. The Simmental breed was characterized by higher concentra-

tion of the *TNF-L-824<sup>GG</sup>* genotype by 19.4% than the Red Steppe breed which, on the contrary, had higher frequency of the homozygous *TNF-L-824<sup>AA</sup>* genotype by 10.0%. In the Red Steppe breed, the frequency of the *SCD1<sup>CC</sup>* genotype was 66.0 which was by 21.3% higher than in the Black-Pied cows. No differences were found between the Simmental and Red Steppe breeds. The observed heterozygosity for the studied genes coincides with the expected one. A negative value of the fixation index (*F<sub>i</sub>*) indicates the absence of inbreeding in the herds. The gene balance in the herds is not disturbed;  $\chi^2$  is in the range of 0.012-1.509. The analysis of biochemical blood indices showed higher resistance status of Simmental cows, as compared to Black-Pied and Red Steppe cows in terms of protein content in blood serum by 13.97 g L, and 23.90 g L, globulins by 20.35 g L and 23.58 g L and  $\gamma$ -globulins by 21.57 g L and 23.41 g L, in comparison with the Red Steppe and Black-and-Pied breeds. The albumin-globulin ratio is higher in the Black-Pied breed (0.66) by 0.11-0.22 than in Simmental and Red Steppe cows which indicates more intense protein metabolism.

**Гончаренко Галина Моисеевна**, д.б.н., гл. науч. сотр., Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, п. Краснообск, Новосибирская обл., Российская Федерация, e-mail: gal.goncharenko@mail.ru.

**Авадани Диана Александровна**, лаборант-исследователь Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, п. Краснообск, Новосибирская обл., Российская Федерация, e-mail: kehi666@mail.ru.

**Хорошилова Татьяна Сергеевна**, к.б.н., ст. науч. сотр., Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, п. Краснообск, Новосибирская обл., Российская Федерация, e-mail: tatagoryacheva@mail.ru.

**Goncharenko Galina Moiseevna**, Dr. Bio. Sci., Chief Researcher, Siberian Federal Scientific Center of Agro-Biotechnologies of Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, Russian Federation, e-mail: gal.goncharenko@mail.ru.

**Avadani Diana Aleksandrovna**, Research Assistant, Siberian Federal Scientific Center of Agro-Biotechnologies of Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, Russian Federation, e-mail: kehi666@mail.ru.

**Khoroshilova Tatyana Sergeevna**, Cand. Bio. Sci., Senior Researcher, Siberian Federal Scientific Center of Agro-Biotechnologies of Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, Russian Federation, e-mail: tatagoryacheva@mail.ru.

## Введение

В настоящее время генетические маркёры разных типов находят всё более широкое применение в селекции молочного скотоводства для решения вопросов, касающихся контроля происхождения молодняка, прогнозирования генетического потенциала племенных животных, эффективного их подбора, мониторинга уровня гомо- и гетерозиготности, инбридинга.

В молочном скотоводстве большой интерес представляют гены, ассоциированные с удоем, качественным составом молока и резистентностью животных. К наиболее изученному относится ген *CSN3*, генотип которого *CSN3<sup>BB</sup>*, как показали многочисленные исследования, связан с повышенным содержанием белка и сыропригодностью [1-3]. Ген альфа-лактальбумина (*LALBA*) рассматривается как генетический маркёр качественного состава молока, его генотипы

в ряде исследований ассоциируются с более высоким удоем и количеством молочного жира, молочного белка [4]. Ген *LEP* (лептин) оказывает влияние на содержание жира в молоке, а также репродуктивные способности [5, 6]. Ген *Pit-1* (гипофизарно-специфический фактор транскрипции), по мнению исследователей, является маркёром качественного состава молока и мясной продуктивности [7].

Из панели представленных генов определённый интерес вызывают *TNF- $\alpha$*  (*824 A/G*) и *SCD1* (стеарил-коэнзим-А-десатураза1), которые рассматриваются в качестве маркёров, связанных с качеством молока, репродуктивными показателями и фертильностью коров [8-10].

Селекция животных по продуктивности имеет эффективность только среди здоровых животных, поэтому так важно знать биохимический статус коров и контролировать его показатели. В

исследованиях [11] показано, что продуктивное долголетие коров зависит от способа их содержания. Коровы, находящиеся на привязном содержании в зимний период, имеют преимущество по сроку хозяйственного использования перед круглогодовым беспривязным содержанием на 86,2 дня.

С увеличением продуктивности животных усиливается обмен веществ, что приводит к нарушениям энергетического, белкового, минерального и витаминного обменов [12]. Исследованиями на чёрно-пёстрой породе установлена взаимосвязь между изменением биохимических показателей крови глубокостельных коров и иммунобиохимическим профилем крови новорождённых телят [13]. При этом показано, что естественная резистентность значительно варьировалась у коров-дочерей разных быков [14]. Учитывая, что животные имеют разную реактивность на условия среды, зависящую от наследственных особенностей, были предприняты исследования по поиску связей генотипов и биохимических показателей.

**Цель** исследований – дать сравнительную оценку стад симментальской, красной степной и чёрно-пёстрой пород разных эколого-географических зон по генотипической структуре, селекционно-генетическим параметрам и резистентности с привлечением генов *CSN3*, *LALBA*, *LEP*, *TNF-L-824*, *PIT1*, *SCD1*.

**Задачи** исследований:

1) провести генотипирование коров симментальской, красной степной и чёрно-пёстрой пород по генам *CSN3*, *LALBA*, *LEP*, *TNF-L-824*, *PIT1* *SCD1*;

2) дать сравнительную оценку породам по частотам генотипов, селекционно-генетическим параметрам ( $\chi^2$ , наблюдаемая (Ho), ожидаемая гетерозиготность (He), индекс фиксации (Fis));

3) оценить уровень резистентности коров разных пород по биохимическим показателям.

#### Объекты и методы исследований

Объектом исследования были симментальская порода, Республика Алтай (n=101), красная степная порода (n=100) и чёрно-пёстрая (n=85), Новосибирская область. Исследования проведены в 2023 г. Молекулярно-генетические исследования проведены в лаборатории биотехнологии СибНИПТИЖ СФНЦА РАН. Геномную ДНК выделяли из крови с использованием набора экстракции из клинического материала «Ам-

пли Прайм ДНК-сорб-В» по прописи изготовителя ООО «НекстБио» (г. Москва).

Полиморфизм гена *CSN3*, *LEP*, *LALBA* определяли по методике ПЦР-ПДРФ, разработанной во Всероссийском НИИ племенного дела [15]. Методика определения полиморфизма генов *PIT*, *CSD1*, *TNF- $\alpha$ -824 A/G* изложена в статьях [7-10].

Аmplификацию проводили в амплификаторе С1000 «BioRad». Полученные продукты амплификации генов обрабатывали эндонуклеазами рестрикции Hind III, EcoICRI, Hae III, RsaI (Сиб-ЭНЗИМ, г. Новосибирск) согласно прописи изготовителя. Визуализацию и идентификацию генотипов определяли электрофорезом в 3%-ном агарозном геле в УФ-свете.

Частотную характеристику генотипов изучаемых генов оценивали по формуле Харди-Вайнберга для двухаллельных систем с использованием критерия  $\chi^2$ . Определение популяционно-генетических параметров произведено в соответствии с рекомендациями [16].

Биохимические исследования крови определены по общепринятым методикам в лаборатории болезней молодняка Института экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока СФНЦА РАН.

#### Результаты исследований и их обсуждение

Полиморфизма генов *CSN3*, *LEP*, *LALBA*, *TNF*, *Pit-1*, *SCD1* у коров симментальской, чёрно-пёстрой и красной степной имеет генетические особенности, видимо, связанные с предшествующей селекцией и породной принадлежностью (табл. 1). Так, в красной степной породе частота генотипа *CSN3<sup>BB</sup>*, ассоциированного с сыропригодностью молока, выше в красной степной породе, на 10,3%, чем у коров чёрно-пёстрой породы ( $p \leq 0,05$ ). О низкой частоте желательного генотипа *CSN3<sup>BB</sup>* (около 3%) в стаде коров чёрно-пёстрой породы уральского типа сообщалось в исследованиях [2]. Кроме того, красная степная порода отличается повышенным содержанием генотипа *LEP<sup>TT</sup>* на 22,0%, в сравнении с коровами симментальской породы ( $p \leq 0,001$ ). У коров чёрно-пёстрой породы соотношение генотипов *LEP<sup>CC</sup>:LEP<sup>CT</sup>:LEP<sup>TT</sup>* было как 38,8:45,8:15,2. Следует отметить, что частота генотипов *LEP* у коров чёрно-пёстрой породы имеет совпадающее значение с данными по этой породе в исследованиях [17].

Полиморфизм гена *LALBA* наиболее близок у коров симментальской и красной степной, чем у чёрно-пёстрой. Более высокая частота *LALBA<sup>AA</sup>* генотипа этого гена наблюдалась у коров чёрно-пёстрой породы – на 14,7 и 16,3%, чем в других сравниваемых породах ( $p \leq 0,05$ ).

По генотипам гена *Pit-1*, связанным с резистентностью, холестерином сравниваемые породы имеют незначительные различия (табл. 2). Сравнительная оценка изучаемых нами пород с холмогорской породой татарстанского типа показала, что они имеют существенные отличия. Генотип *Pit-1<sup>AA</sup>* в холмогорской породе выявлен у 11,4%, генотип *Pit-1<sup>AB</sup>* – 40,5%, доля генотипа *Pit-1<sup>BB</sup>* составляет 48,1%, что значительно меньше, чем в красной степной породе, – 62,0% [7].

Симментальская порода характеризуется более высокой концентрацией генотипа *TNF-L-824<sup>GG</sup>* – на 19,4%, чем красная степная, у которой, напротив, выше частота гомозиготного генотипа *TNF-L-824<sup>AA</sup>* на 10,0% ( $p \leq 0,05$ ).

Сравнительная оценка полиморфизма гена в породах *SCD1* показала, что большинство коров красной степной породы имеют генотип *SCD1<sup>CC</sup>* – (66,0), что выше, чем у животных чёрно-пёстрой породы, на 21,3% ( $p \leq 0,01$ ). Между симментальской и красной степной породой различий не выявлено. Иное соотношение генотипов в гене *SCD1* выявлено у коров голштинской породы. Частота генотипа *SCD1<sup>TC</sup>* составляла 0,609, *SCD1<sup>CC</sup>* – 0,391, генотип *SCD1<sup>TT</sup>* не выявлен [8].

Таблица 1

Частота генотипов *CSN3*, *LEP*, *LALBA* генов у коров разных пород, %

Генотип	Симментальская (n=101)	Красная степная (n=100)	Чёрно-пёстрая (n=85)
<i>CSN3<sup>AA</sup></i>	46,5±4,96	41,0±4,92	48,3±5,42
<i>CSN3<sup>AB</sup></i>	44,6±4,95	44,0±4,96	47,1±5,41
<i>CSN3<sup>BB</sup></i>	8,9±2,83	15,0±3,57	4,7±2,23
<i>LEP<sup>CC</sup></i>	62,4±4,82	31,0±4,62	38,8±5,28
<i>LEP<sup>CT</sup></i>	35,6±4,76	45,0±4,97	45,8±5,41
<i>LEP<sup>TT</sup></i>	2,0±1,39	24,0±4,27	15,2±3,90
<i>LALBA<sup>AA</sup></i>	40,6±4,88	39,0±4,88	55,3±5,39
<i>LALBA<sup>AB</sup></i>	49,5±4,97	50,0±5,00	40,0±5,31
<i>LALBA<sup>BB</sup></i>	9,9±2,97	11,0±3,13	4,7±2,29

Таблица 2

Частота генотипов *TNF-L-824*, *Pit-1*, *SCD1* генов у коров разных пород, %

Генотип	Симментальская (n=101)	Красная степная (n=100)	Чёрно-пёстрая (n=85)
<i>TNF-L-824<sup>AA</sup></i>	5,0±2,17	15,0±3,57	-
<i>TNF-L-824<sup>GA</sup></i>	39,6±4,87	49,0±5,00	-
<i>TNF-L-824<sup>GG</sup></i>	55,4±4,95	36,0±4,80	-
<i>Pit-1<sup>AA</sup></i>	5,0±2,17	7,0±2,55	8,2±2,98
<i>Pit-1<sup>AB</sup></i>	39,6±4,87	31,0±4,62	48,2±5,42
<i>Pit-1<sup>BB</sup></i>	55,4±4,95	62,0±4,85	43,5±5,37
<i>SCD1<sup>CC</sup></i>	50,5±4,97	66,0±4,74	44,7±5,39
<i>SCD1<sup>TC</sup></i>	39,6±4,87	30,0±4,58	44,7±5,39
<i>SCD1<sup>TT</sup></i>	9,9±2,97	4,0±1,96	10,5±3,33

Примечание. «-» – генотип не определялся.

На основании частот генотипов рассчитаны популяционно-генетические параметры (табл. 3). Наблюдаемая гетерозиготность по исследованным генам совпадает с ожидаемой. Отрицательное значение индекса фиксации (*Fis*) свидетельствует об отсутствии инбридинга в стадах. Генное равновесие в стадах не нарушено,  $\chi^2$  находится в пределах 0,012-1,509. Индекс фиксации

имеет отрицательное значение или около нуля, что свидетельствует об отсутствии инбридинга в стадах.

При сравнении биохимических показателей и резистентности коров с разными генотипами внутри породы различий не установлено. Межпородные различия могут быть обусловлены разной технологией содержания. Сравнительная

оценка биохимических показателей симментальской породы с длительным пребыванием на пастбище (май-октябрь), чёрно-пёстрой и красной степной со стойловым содержанием с выгульным двором позволила выявить значительные их отличия. Так, содержание общего белка в крови у коров симментальской породы находится в пределах 94,25 г/л, что выше на 23,9 г/л, чем у коров красной степной породы, и на 13,97, чем чёрно-пёстрой ( $p \leq 0,001$ ) (табл. 4). Содержание альбуминов к сыворотке крови симментальских коров выше на 5,01 г/л, чем у животных

красной степной породы ( $p \leq 0,001$ ). По содержанию глобулинов симментальская порода превосходит другие сравниваемые породы на 20,29-25,58 г/л ( $p \leq 0,001$ ). У симменталов также отмечено более высокое содержание  $\beta$ -глобулинов – на 2,79 г/л, чем в красной степной. По  $\gamma$ -глобулинам симментальская порода имеет превосходство над сравниваемыми породами на 21,57-23,41 г/л ( $p \leq 0,001$ ). Однако альбумино-глобулиновое соотношение выше в чёрно-пёстрой породе, что свидетельствует о более интенсивном белковом обмене.

Таблица 3

**Селекционно-генетические параметры молочных пород**

Показатель	CSN3	LEP	LALBA	TNF- $\alpha$	Pit-1	SCD-1
Симментальская порода						
Наблюдаемая (observed) гетерозиготность (Hobs)	45	36	50	40	40	40
Ожидаемая (expected) гетерозиготность (Hex)	43,3	32,1	45,7	37,6	37,6	42,1
Индекс фиксации (Fis)	-0,039	-0,121	-0,094	-0,064	-0,064	+0,058
$\chi^2$	0,146	1,509	0,875	0,403	0,403	0,269
Красная степная порода						
Наблюдаемая (observed) гетерозиготность (Hobs)	44	45	50	40	40	40
Ожидаемая (expected) гетерозиготность (Hex)	46,6	49,8	46,1	47,7	34,8	30,8
Индекс фиксации (Fis)	+0,055	+0,096	- 0,084	-0,161	-0,149	-0,198
$\chi^2$	0,138	1,455	0,875	0,394	0,394	0,275
Чёрно-пёстрая						
Наблюдаемая (observed) гетерозиготность (Hobs)	40	33	34	-	41	38
Ожидаемая (expected) гетерозиготность (Hex)	34,4	40,1	31,6	-	37,2	37,2
Индекс фиксации (Fis)	-0,162	+0,177	-0,075	-	-0,102	-0,021
$\chi^2$	2,209	0,069	0,480	-	0,886	0,012

Таблица 4

**Биохимические показатели коров симментальской, красной степной и чёрно-пёстрой пород, г/л**

Показатели	Симментальская (n=101)	Красная степная (n=100)	Чёрно-пёстрая (n=85)
Общий белок	94,25 $\pm$ 1,14	70,35 $\pm$ 0,57	80,28 $\pm$ 0,04
Альбумины	30,34 $\pm$ 1,21	25,33 $\pm$ 0,54	31,92 $\pm$ 0,74
Глобулины	68,95 $\pm$ 1,19	45,37 $\pm$ 0,68	48,66 $\pm$ 0,93
A/G	0,44	0,55	0,66
$\alpha$ -глобулины	6,33 $\pm$ 0,75	7,16 $\pm$ 0,39	8,98 $\pm$ 0,46
$\beta$ -глобулины	8,59 $\pm$ 0,97	5,80 $\pm$ 0,32	8,89 $\pm$ 0,64
$\gamma$ -глобулины	55,01 $\pm$ 1,39	31,60 $\pm$ 0,63	33,44 $\pm$ 0,78

Таким образом, по большинству учтённых показателей симментальская порода характеризуется более высоким уровнем резистентности, по сравнению с красной степной и чёрно-пёстрой породами.

**Заключение**

Установлен полиморфизм генов *CSN3*, *LEP*, *LALBA*, *TNF*, *Pit-1*, *SCD1* у коров симментальской, красной степной, чёрно-пёстрой пород из разных эколого-географических зон. Породы по частоте генотипов имеют как сходство, так и

различие, обусловленное предшествующей селекцией и породной принадлежностью. На основании частот генотипов рассчитаны селекционно-генетические параметры, свидетельствующие о геномном равновесии в стадах исследуемых пород ( $\chi^2 = 0,012-1,509$ ), уровень наблюдаемой гетерозиготности совпадает с ожидаемой, индекс фиксации имеет отрицательное значение или около нуля, что свидетельствует об отсутствии инбридинга в стадах.

Анализ биохимических показателей крови показал более высокий уровень резистентности коров симментальской породы, по сравнению с чёрно-пёстрой и красной степной. В симментальской породе выявлено превосходство по содержанию белка в сыворотке крови на 13,97 и 23,90 г/л, глобулинов – на 20,35 и 23,58 г/л и  $\gamma$ -глобулинов – на 21,57 и 23,41 г/л, в сравнении с красной степной и чёрно-пёстрой породами ( $p \leq 0,001$ ). А/Г соотношение в чёрно-пёстрой породе, что выше на 0,11-0,22, чем у коров симментальской и красной степной пород, что свидетельствует о более интенсивном белковом обмене.

#### Библиографический список

1. Влияние генетических факторов на продуктивность коров и качество молока / И. Ю. Михайлова, Е. Г. Лазарева, А. В. Бигалова [и др.]. – DOI 10.24411/0235-2486-2021-10007. – Текст: непосредственный // Пищевая биотехнология. – 2021. – № 1. – С. 36-40.
2. Ткаченко, И. В. Влияние полиморфных вариантов генов каппа-казеина и гормона роста на молочную продуктивность первотёлок уральского типа / И. В. Ткаченко, С. Л. Гридина. – DOI 10.26897/0021-342X-2018-5-87-95. – Текст: непосредственный // Известия ТСХА. – 2018. – № 5. – С. 87-95.
3. Anggraeni, Anggraeni & Anggraeni, Anneke & Nury, H.S. & Andreas, Eryk & Sumantri, Cece. (2017). Genetic Variants of  $\kappa$ -Casein and  $\beta$ -Lactoglobulin Genes and Their Association with Protein and Milk Components of Holstein Friesian Cows at Small Farmers in Lembang, West Java. KnE Life Sciences. 2. DOI: 86.10.18502/kls.v2i6.1023.
4. Ассоциация полиморфизма гена альфа-лактальбумина с молочной продуктивностью и качеством молока / С. В. Тюлькин, Л. Р. Загидуллин, Т. М. Ахметов [и др.]. – Текст: непосредственный // Ветеринарный врач. – 2018. – № 6. – С. 52-56.
5. Влияние полиморфизма гена лептина на хозяйственно-полезные признаки крупного рогатого скота / А. А. Ярышкина, О. С. Шаталина, О. И. Лешонок, Н. В. Ковалюк. – DOI 10.37670/2073-0853-2022-93-1-260-264. – Текст: непосредственный // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 1 (93). – С. 260-264.
6. Взаимосвязь полиморфизм генов липидного обмена (LEP, TG5) с молочной продуктивностью крупного рогатого скота / Ф. Ф. Зиннатов, А. Р. Шамсова, Ф. Ф. Зиннатов [и др.]. – Текст: непосредственный // Учёные записки Казанской ГАВМ. – 2017. – Т. 231. – С. 72-75.
7. Молочная продуктивность и качество молока коров с разными генотипами по гену *PIT1* / Г. И. Гилемханов, Л. Р. Загидуллин, Т. М. Ахметов [и др.]. – Текст: непосредственный // Актуальные направления научных исследований: технологии, качество, и безопасность: сборник материалов / II Национальная (Всероссийская) конференция учёных в рамках III Международного симпозиума инноваций в пищевой биотехнологии. – 2022. – С. 60-62.
8. Лейбова, В. Б. Биохимический статус коров сухостойного периода в связи с полиморфными вариантами гена *SCD1* и репродуктивным потенциалом / В.Б. Лейбова, М.В. Позовникова. – DOI 10.26897/0021-342X-2021-1-78-86. – Текст: непосредственный // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 1. – С. 78-86.
9. Исследование однонуклеотидного полиморфизма SNPs по гену *TNF1* у крупного рогатого скота чёрно-пёстрой породы в Западной Сибири в связи с молочной продуктивностью / М. П. Люханов, В. Л. Петухов, О. С. Короткевич, О. С. Себежко. – Текст: непосредственный // Зоотехния. – 2015. – № 3. – С. 2-3.
10. Экономические потери молока и выработка вследствие яловости коров с разными генотипами гена *TNF- $\alpha$*  / Н. Ю. Сафина, З. З. Фаттахова, Э. Р. Гайнутдинов, Ш. К. Шакиров. – DOI: 10.31588/2413\_4201\_1883\_4\_252\_216. – Текст: непосредственный // Учёные записки Казанской государственной академии им. Н. Э. Баумана. – 2022. – Т. 252, № 4. – С. 216-221.
11. Белова, С. Н. Продуктивное долголетие коров в зависимости от способа содержания / С. Н. Белова, В. А. Плешков. – DOI

10.31677/2072-6724-2023-67-2-142-147. – Текст: непосредственный // Вестник НГАУ. – 2023 – № 2 (67) – С. 142-148.

12. Гусаров, И.В. Оценка биохимического статуса крови высокопродуктивных коров при разных способах содержания / И.В. Гусаров, М.В. Шутова, Л.А. Корельская, В.М. Смыслов. – DOI 10.52231/2225-4269\_2021\_4\_34. – Текст: непосредственный // Молочно хозяйственный вестник. – 2021 – № 2 (44). – С. 34-37.

13. Иванюк, В. П. Влияние биохимических параметров крови глубокостельных коров на иммунобиохимический статус телят / В. П. Иванюк, Г. Н. Бобкова. – Текст: непосредственный // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 5 (85). – С. 156-160.

14. Еременко, В. И. Показатели естественной резистентности коров, принадлежащих к разным линиям / В. И. Еременко, Ю. В. Стасенкова. – Текст: непосредственный // Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. – 2018. – № 2. – С. 65-72.

15. Рекомендации по геномной оценке крупного рогатого скота / Л. А. Калашникова, А. Я. Хабибрахманова, И. Ю. Павлова [и др.]. – Текст: непосредственный // Лесные Поляны. – 2015. – 33 с.

16. Чесноков, Ю. В. Оценка меры информационного полиморфизма генетического разнообразия / Ю. В. Чесноков, А. М. Артемьева. – DOI 10.15389/agrobiology.2015.5.571rus. – Текст: непосредственный // Сельскохозяйственная биология. – 2015. – Т. 5, № 5. – С. 571-578.

17. Ассоциация полиморфизма гена лептина с хозяйственно ценными признаками крупного рогатого скота чёрно-пёстрой породы / М. А. Парамонова, Ф. Р. Валитов, И. Н. Ганиева, Т. В. Кононенко. – DOI 10.37670/2073-0853-2023-99-1-277-283. – Текст: непосредственный // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 1 (99). – С. 277-283.

### References

1. Mikhailova, I.Iu. Vliianie geneticheskikh faktorov na produktivnost korov i kachestvo moloka / I.Iu. Mikhailova, E.G Lazareva, A.V. Bigalova, Kh.Kh. Gilmanov, S.V. Tiulkin // Pishchevaia biotekhnologija. – 2021. – No. 1. – S. 36-40. DOI: 10.24411/0235-2486-2021-10007.

2. Tkachenko, I.V. Vliianie polimorfnykh variantov genov kappa-kazeina i gormona rosta na mo-

lochnuiu produktivnost pervotelok uralskogo tipa / I.V. Tkachenko, S.L. Gridina // Izvestiia TSKhA. – 2018. – No. 5. – S. 8 7-95. DOI: 10.26897/0021-342X-2018-5-87-95.

3. Anggraeni, Anggraeni & Anggraeni, Anneke & Nury, H.S. & Andreas, Eryk & Sumantri, Cece. (2017). Genetic Variants of k-Casein and  $\beta$ -Lactoglobulin Genes and Their Association with Protein and Milk Components of Holstein Friesian Cows at Small Farmers in Lembang, West Java. KnE Life Sciences. 2. DOI: 86. 10.18502/kls.v2i6.1023.

4. Tiulkin, S.V. Assotsiatsiia polimorfizma gena alfa-laktalbumina s molochnoi produktivnostiu i kachestvom moloka / S.V. Tiulkin, L.R. Zagidullin, T.M. Akhmetov, R.R. Shaidullin, T.Kh. Faizov, I.E. Efimova // Veterinarnyi vrach. – 2018. – No. 6. – S. 52-56.

5. Iaryshkina, A.A. Vliianie polimorfizma gena leptina na khozhchivstvenno-poleznye priznaki krupnogo rogatogo skota / A.A. Iaryshkina, O.S. Shatalina, O.I. Leshonok, N.V. Kovaliuk // Izvestiia Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2023. – No. 1 (93). – S. 260-264. DOI: 10.37670/2073-0853-2022-93-1-260-264.

6. Zinnatov, F.F. Vzaimosviaz polimorfizm genov lipidnogo obmena (LEP, TG5) s molochnoi produktivnostiu krupnogo rogatogo skota / F.F. Zinnatov, A.R. Shamsova, F.F. Zinnatova, T.M. Akhmetov, A.R. Safiullina // Uchenye zapiski Kazanskoi GAVM. – 2017. – Т. 231. – S. 72-75.

7. Gilemkanov, I.Iu. Molochnaia produktivnost i kachestvo moloka korov s raznymi genotipami po genu PIT1 / G I. Gilemkanov, L.R. Zagidullin, T.M. Akhmetov, R.R. Shaidullin, S.V. Tiulkin // Aktualnye napravleniia nauchnykh issledovani: tekhnologii, kachestvo, i bezopasnost. Sbornik materialov II natsionalnoi (Vserossiiskoi konferentsii uchenykh v ramkakh III Mezhdunarodnogo simpoziuma innovatsii v pishchevoi biotekhnologii. – 2022. – S. 60-62.

8. Leibova, V.B. Biokhimicheskii status korov sukhostoinogo perioda v sviazi s polimorfnyimi variantami gena SCD1 i reproduktivnym potentsialom / V.B. Leibova, M.V. Pozovnikova // Izvestiia TSKhA. – 2021. – No. 1. – S. 78-86. DOI: 10.26897/0021-342X-2021-1-78-86.

9. Liukhanov, M.P. Issledovanie odnonukleotidnogo polimorfizma SNPs po genu TNF1 u krupnogo rogatogo skota cherno-pestroi porody v Zapadnoi Sibiri v sviazi s molochnoi produktivnostiu /

M.P. Liukhanov, V.L. Petukhov, O.S. Korotkevich, O.S. Sebezsko // Zootekhnii. – 2015. – No. 3. – S. 2-3.

10. Safina, N.Iu. Ekonomicheskie poteri moloka i vyruchka vsledstvie ialovosti korov s raznymi genotipami gena TNF- $\alpha$  / N.Iu. Safina, Z.Z. Fattakhova, E.R. Gainutdinov, Sh.K. Shakirov // Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii im. N.E. Baumana. – 2022. – T. 252. – No. 4. – S. 216-221. DOI: 10.31588/2413\_4201\_1883\_4\_252\_216.

11. Belova, S.N., Produktivnoe dolgoletie korov v zavisimosti ot sposoba soderzhaniia / S.N. Belova, V.A. Pleshkov // Vestnik NGAU. – 2023. – No. 2 (67). – S. 142-148. DOI: 10.31677/2072-6724-2023-67-2-142-147.

12. Gusarov, I.V. Otsenka biokhimicheskogo statusa krovi vysokoproduktivnykh korov pri raznykh sposobakh soderzhaniia / I.V. Gusarov, M.V. Shutova, L.A. Korelskaia, V.M. Smyslov // Molochnokhoziaistvennyi vestnik. – 2021. – No. 2 (44). – S. 34-37. DOI: 10.52231/2225-4269\_2021\_4\_34.

13. Ivaniuk V.P. Vliianie biokhimicheskikh parametrov krovi glubokostelnykh korov na immunobiokhimicheskii status teliat / V.P. Ivaniuk, G.N. Bobkova // Izvestiia Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2020. – No. 5 (85). – S. 156-160.

14. Eremenko V.I. Pokazateli estestvennoi rezistentnosti korov, prinadlezhashchikh k raznym liniiam / V.I. Eremenko, Iu.V. Stasenkov // Uchenye zapiski Krymskogo federalnogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. – 2018. – No. 2. – S. 65-72.

15. Kalashnikova, L.A. Rekomendatsii po genomnoi otsenke krupnogo rogatogo skota / L.A. Kalashnikova, A.Ia. Khabibrakhmanova, I.Iu. Pavlova, T.B. Ganchenkova, N.M. Dunin, I.E. Pridanovich. – Lesnye Poliany, 2015. – 33 s.

16. Chesnokov, Iu.V. Otsenka mery informatsionnogo polimorfizma geneticheskogo raznoobraziia / Iu.V. Chesnokov A.M. Artemeva // Selskokhoziaistvennaia biologii. – 2015. – T. 5. No. 5. – S. 571-578. DOI: 10.15389/agrobiologiya.2015.5.571rus.

17. Paramonova, M.A. Assotsiatsiia polimorfizma gena leptina s khoziaistvenno tsennymi priznakami krupnogo rogatogo skota chernopestroi porody / M.A. Paramonova, F.R. Valitov, I.N. Ganieva, T.V. Kononenko // Izvestiia Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2023. – No. 1 (99). – S. 277-283. DOI: 10.37670/2073-0853-2023-99-1-277-283.



УДК 636.127.1

DOI: 10.53083/1996-4277-2024-232-2-61-67

**М. Отгоны, Х. Бадгарын, Н.В. Мантатова, О. Чулуунбатын, Х. Чимэдцэрэнгийн**  
**M. Otgony, Kh. Badgaryn, N.V. Mantatova, O. Chuluunbatyn, Kh. Chimedtserengijn**

## ОЦЕНИВАЮЩИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТРЕНИРОВОК МОНГОЛЬСКИХ СКАКОВЫХ ЛОШАДЕЙ

### EVALUATIVE INDICES OF THE MONGOLIAN RACEHORSE EXERCISES

**Ключевые слова:** скаковая лошадь, частота сердечных сокращений, тренировка, молочная кислота, V200, THR100, лейкоцит, лимфоцит, мышечная клетка.

Исследователями выявлены, что чем выше значения показателя V200 у скаковых лошадей, тем больше вероятность успешно и без травм пройти скачки, преодолеть высокую физическую нагрузку. Чем ниже значения показателя THR100, тем меньше запасы анаэробного вида энергоснабжения во время тренинга, тем быстрее стабилизируется частота сердечных сокращений после нагрузки. Этот показатель (THR100) стабилизируется в короткие сроки, когда тренировка выполнена на максимальном уровне, и мышечные клетки

переходят в режим аэробной тренировки. Монгольские скаковые лошади участвуют в самом крупном фестивале (Наадам), после прохождения интенсивных тренировок в течение 1 месяца, начиная с июня каждого года. В этот период мы провели исследования у 32 скаковых лошадей старше 5-летнего возраста, находящихся в постоянном тренировочном режиме. Во время скачки измеряли показатели скорости (V200), когда частота сердечных сокращений достигает 200 bpm, показатель время (THR100) стабилизации сердечных сокращений после нагрузки – к 100 bpm. У 19 из всех исследованных лошадей в начале и конце длительной интенсивной тренировки изучены гематологические показатели крови, у 8 из них была исследована интенсивность снижения молочной кислоты через 0, 15 и