

Торайғыров университетінің  
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
Торайғыров университета

---

**ТОРАЙҒЫРОВ  
УНИВЕРСИТЕТІНІҢ  
ХАБАРШЫСЫ**

**Химия-биологиялық сериясы**  
1997 жылдан бастап шығады



**ВЕСТНИК  
ТОРАЙҒЫРОВ  
УНИВЕРСИТЕТА**

**Химико-биологическая серия**  
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3544

---

**№ 2 (2024)**

**Павлодар**

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ**  
**Торайгыров университета**

**Химико-биологическая серия**  
выходит 4 раза в год

---

**СВИДЕТЕЛЬСТВО**

о постановке на переучет периодического печатного издания,  
информационного агентства и сетевого издания  
№ KZ84VPY00029266

выдано  
Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан

**Тематическая направленность**  
публикация материалов в области химии, биологии, экологии,  
сельскохозяйственных наук, медицины

**Подписной индекс – 76134**

<https://doi.org/10.48081/YBQU3610>

---

**Бас редакторы – главный редактор**

Ержанов Н. Т.  
*д.б.н., профессор*

Заместитель главного редактора  
Ответственный секретарь

Ахметов К. К., *д.б.н., профессор*  
Камкин В. А., *к.б.н., доцент*

**Редакция алкасы – Редакционная коллегия**

Яковлев Р.В.,	<i>д.б.н., профессор (Российская Федерация);</i>
Титов С. В.,	<i>доктор PhD;</i>
Касанова А. Ж.,	<i>доктор PhD;</i>
Jan Micinski,	<i>д.с.-х.н., профессор (Республика Польша);</i>
Surender Kumar Dhankhar,	<i>доктор по овощеводству,</i> <i>профессор (Республика Индия);</i>
Шаманин В. П.,	<i>д.с.-х.н., профессор</i> <i>(Российская Федерация);</i>
Азаренко Ю. А.,	<i>д.с.-х.н., профессор</i> <i>(Российская Федерация);</i>
Омарова А. Р.,	<i>(технический редактор).</i>

---

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели  
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов  
При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

МРНТИ 68.03.05

<https://doi.org/10.48081/VWFN2488>

**Д. А. Авадани<sup>1</sup>, \*Г. М. Гончаренко<sup>2</sup>, С. Н. Магер<sup>3</sup>,  
Т. С. Хорошилова<sup>4</sup>, Н. Б. Гришина<sup>5</sup>, О. Л. Халина<sup>6</sup>**

<sup>1,2,3,4,5,6</sup>Федеральное государственное

бюджетное учреждение науки

«Сибирский федеральный научный

центр агробιοтехнологий

Российской академии наук»,

Российская Федерация, п. Краснообск.

<sup>1</sup>ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-3401-8793>

<sup>2</sup>ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7938-7014>

<sup>3</sup>ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3879-7564>

<sup>4</sup>ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7226-6292>

<sup>5</sup>ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1873-9263>

<sup>6</sup>ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6939-6718>

\*e-mail: [gal.goncharenko@mail.ru](mailto:gal.goncharenko@mail.ru)

## **ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНОВ CSN3, LEP, LALBA, ВЛИЯНИЕ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И ВОСПРОИЗВОДСТВО МОЛОЧНЫХ КОРОВ**

*В исследовании изучен полиморфизм генов CSN3, LEP и LALBA и их связь с молочной продуктивностью и воспроизводительными способностями коров красной степной породы, разводимых в степной зоне Сибири. Установлены частоты генотипов: CSN3<sup>AA</sup> (41,0 %), CSN3<sup>AB</sup> (44,0 %), CSN3<sup>BB</sup> (15,0 %); LEP<sup>CC</sup> (31,0 %), LEP<sup>CT</sup> (45,0 %), LEP<sup>TT</sup> (24,0 %); LALBA<sup>AA</sup> (39,0 %), LALBA<sup>AB</sup> (50,0 %), LALBA<sup>BB</sup> (11,0 %). Генное равновесие не нарушено ( $\chi^2 = 0,308-0,930$ ). Генотип LEP<sup>TT</sup> ассоциирован с повышенным содержанием жира в молоке в первой лактации (на 0,06–0,07 %) и белка во второй (на 0,11 %), а также сокращением сервис-периода на 34,7 дня по сравнению с LEP<sup>CC</sup>. Генотип LALBA<sup>AA</sup> обусловил увеличение удоя в первой лактации на 624,5 кг, а также повышение содержания белка на 0,06 %. При этом у коров с LALBA<sup>AA</sup> наблюдалось снижение содержания жира в третьей лактации на 0,07 %. Выявленные корреляции генотипов с продуктивными признаками подтверждают их значение для*

*селекции. Результаты требуют дальнейшей проверки на расширенной выборке, однако представляют потенциальную ценность для совершенствования племенной работы.*

*Ключевые слова: красная степная порода, ген, генотип, удои, воспроизводительные способности.*

## **Введение**

Красная степная порода занимает малую долю среди российских молочных пород. Численность составляет 58,25 тыс., что соответствует критическому состоянию, требующему охранного статуса [1; 2; 3]. Важным направлением является изучение её генетических особенностей и продуктивного потенциала. В работе рассматриваются гены *CSN3*, *LEP*, *LALBA* как маркеры молочной продуктивности.

Ген *CSN3* ассоциирован с технологическими свойствами молока, включая сыропригодность. Например, у коров с генотипом *CSN3<sup>BB</sup>* чёрно-пёстрой породы выход творага выше на 6,1–8,8 % [4]. У симменталов генотипы *CSN3<sup>AA</sup>* и *CSN3<sup>AB</sup>* связаны с высоким удоем и жирностью молока, а *CSN3<sup>BB</sup>* – с белковым составом [5; 6]. В некоторых исследованиях *CSN3<sup>AB</sup>* демонстрировал преимущество по удою [7; 8].

Ген *LEP* участвует в липидном обмене и энергетическом балансе. У коров чёрно-пёстрой породы генотип *LEP<sup>CC</sup>* связан с повышенной жирностью молока [9–11].

Белок лактоальбумин, кодируемый геном *LAL<sup>BA</sup>*, также влияет на продуктивность. Генотип *LALBA<sup>AA</sup>* связывают с белкомолочностью, тогда как *LALBA<sup>AB</sup>* и *LALBA<sup>BB</sup>* – с более высоким удоем (473–660 кг), содержанием жира (15,2–24,6 кг) и белка [12; 13].

Современные исследования показывают, что использование комплексных генотипов дает лучшие результаты по сравнению с анализом отдельных маркеров [14], что особенно актуально для оптимизации селекции и сохранения породы.

Цель нашего исследования заключалась в определении полиморфизма генов *CSN3*, *LEP*, *LALBA*, выявления связи между генотипами этих генов и признаками молочной продуктивности, а также воспроизводительными свойствами коров красной степной породы.

## **Материалы и методы**

Исследования проведены на выборке из 100 коров красной степной породы в хозяйстве, расположенном в степной засушливой зоне Сибири. Молекулярно-генетический анализ был проведён в лаборатории биотехнологий СибНИПТИЖ СФНЦА РАН с использованием

апробированных методик [15]. Геномную ДНК выделяли из крови с использованием набора экстракции из клинического материала «Ампли Прайм ДНК-сорб-В» по прописи изготовителя ООО «НекстБио» (г. Москва). Амплификацию проводили в амплификаторе С1000 «BioRad». Идентификацию генотипов определяли электрофорезом в 3 % агарозном геле в УФ-свете с использованием гельдокументирующей системы E-Box-CX5.TS-20.M. Генное равновесие ( $\chi^2$ ) рассчитывали, используя формулу Харди-Вайнберга. Определение популяционно-генетических параметров выполнено в соответствии с рекомендациями [15].

При анализе молочной продуктивности и воспроизводительной способности использовались данные из первичного зоотехнического учёта. Качественный состав молока определяли на приборе «Лактоскан СП».

Обработка данных проводилась с использованием формул биометрического анализа в программе Excel.

### Результаты и обсуждение

Красная степная порода характеризуется довольно высокой частотой генотипа  $CSN3^{BB}$  (15 %) и практически одинаковой частотой  $CSN3^{AA}$  и  $CSN3^{AB}$  генотипов – 41,0 и 44,0 % соответственно. Сходные результаты получены при исследовании красной степной породы Казахстана [16], где на долю генотипа  $CSN3^{BB}$  приходится 16,7 %, частота генотипов  $CSN3^{AA}$  и  $CSN3^{AB}$  составляет 34,2 и 48,5 %. Желательный, с точки зрения сыропригодности, генотип  $CSN3^{BB}$  в других породах встречается значительно ниже. По данным [5; 6], в симментальской породе Южного Урала его встречаемость составляет всего 6,8 %, на таком же уровне частота этого генотипа выявлена у холмогорской породы татарстанского типа [17]. Самая низкая встречаемость генотипа  $CSN3^{BB}$  (3,3–4,7 %) у коров чёрно-пёстрой породы [17–19].

Таблица 1 – Частота аллелей и генотипов  $CSN3$ ,  $LEP$ ,  $LALBA$  в красной степной породе, (n=100)

Генотип	Частота генотипа		Частота аллеля		$\chi^2$
	Наблюдаемая	Ожидаемая	Аллель	Наблюдаемая	
$CSN3^{AA}$	41,0±4,92	39,7±4,89	$CSN3^A$	0,63±0,03	0,308
$CSN3^{AB}$	44,0±4,96	46,6±4,98			
$CSN3^{BB}$	15,0±3,57	13,7±3,43			
$LEP^{PC}$	31,0±4,62	28,6±4,51	$LEP^C$	0,54±0,04	0,930
$LEP^{CT}$	45,0±4,97	49,8±4,99			
$LEP^{TT}$	24,0±4,27	21,6±4,12			

<i>LALB<sup>AA</sup>A</i>	39,0±4,88	41,0±4,92	<i>LALBA<sup>A</sup></i>	0,64±0,03	0,706
<i>LALBA<sup>A</sup>B</i>	50,0±5,00	46,1±4,98			
<i>LALB<sup>AB</sup>B</i>	11,0±3,13	13,0±3,36	<i>LALBA<sup>B</sup></i>	0,36±0,03	

В гене *LEP* выявлено два аллеля с частотами: *LEP<sup>C</sup>* – 0,54 и *LEP<sup>T</sup>* – 0,46. Частоты генотипов составили: *LEP<sup>CC</sup>* – 31,0 %, *LEP<sup>CT</sup>* – 45,0 %, *LEP<sup>TT</sup>* – 24,0 %. Данные сходны с результатами по голштинской породе [20], где соотношение аллелей составляет 0,43 и 0,57, а генотипов – *LEP<sup>CC</sup>* : *LEP<sup>CT</sup>* : *LEP<sup>TT</sup>* – 32,5 : 49,1 : 18,4 %. Подобные результаты получены для голштинизированного чёрно-пёстрого скота Свердловской области: *LEP<sup>CC</sup>* – 31,2 %, *LEP<sup>CT</sup>* – 47,3 %, *LEP<sup>TT</sup>* – 21,5 % [20; 21].

Ген *LALBA* представлен аллелями *LALB<sup>AA</sup>* (0,64) и *LALB<sup>AV</sup>* (0,36). Гомозиготы по *LALB<sup>AA</sup>* составляют 39,0 %, гетерозиготы – 50,0 %, гомозиготы по *LALB<sup>AV</sup>* – 11,0 %. Полиморфизм гена *LALBA* у красной степной породы соответствует данным по чёрно-пёстро-голштинским коровам: *LALB<sup>AA</sup>* – 50,6 %, *LALB<sup>AB</sup>* – 39,9 %, *LALB<sup>BB</sup>* – 9,5 % [13]. В других исследованиях *LALB<sup>BB</sup>* не выявлен, а *LALB<sup>AA</sup>* достигает 60,1 % [22]. Генное равновесие в стаде соблюдается ( $\chi^2 = 0,308-0,930$ ).

Анализ продуктивности по генотипам *CSN3* не выявил явных приоритетов. Однако во второй лактации удой у *CSN3<sup>AA</sup>* выше на 330 кг [6]. У голштинской породы более продуктивным считается *CSN3<sup>BB</sup>* [23].

Таблица 2 – Продуктивность коров за 305 дней лактации с учётом генотипов гена *CSN3*

Показатель	Генотип		
	<i>CSN3<sup>AA</sup></i>	<i>CSN3<sup>AB</sup></i>	<i>CSN3<sup>BB</sup></i>
Первая лактация			
п	38	43	13
Удой, кг	4978,8±126,1	5194,6±175,0	5243,9±310,7
Жир, %	4,32±0,02	4,33±0,02	4,36±0,05
Белок, %	3,35±0,03	3,35±0,03	3,33±0,06
Вторая лактация			
п	33	33	11
Удой, кг	5846,8±166,1	5716,1±180,2	5511,5±166,9
Жир, %	4,38±0,02	4,39±0,02	4,33±0,04
Белок, %	3,48±0,02	3,42±0,03	3,43±0,04

Третья лактация и старше			
п	43	49	15
Удой, кг	6434,0±230,6	6520,4±161,2	6298,7±306,3
Жир, %	4,41±0,02	4,40±0,02	4,42±0,04
Белок, %	3,50±0,02	3,50±0,02	3,51±0,04

При анализе удоев коров с разными генотипами *LEP* не выявлено превосходства по всем учтённым лактациям, хотя различия достигают более 500 кг, например, по второй лактации между генотипами *LEP<sup>TT</sup>* и *LEP<sup>CT</sup>* (таблица 3). Следует отметить, что при анализе связи гена *LEP* с обильномолочностью в ряде исследований достоверных различий также не выявлено [20; 11].

В то же время в первой лактации содержание жира в молоке у животных с генотипом *LEP<sup>TT</sup>* выше на 0,06 % и 0,07 %, чем с *LEP<sup>CC</sup>* и *LEP<sup>CT</sup>* соответственно ( $p \leq 0,05$ ). Также у коров с генотипом *LEP<sup>TT</sup>* во второй лактации отмечено более высокое содержание белка в молоке на 0,11 %, по сравнению с гетерозиготами этого гена ( $p \leq 0,01$ ). Однако в других лактациях как по жиру, так и по белку выявленная зависимость не подтвердилась.

Таблица 3 – Продуктивность коров за 305 дней лактации с учётом генотипов *LEP*

Показатель	Генотип		
	<i>LEP<sup>CC</sup></i>	<i>LEP<sup>CT</sup></i>	<i>LEP<sup>TT</sup></i>
Первая лактация			
п	28	42	24
Удой, кг	5107,5±186,8	5008,8±160,1	5306,5±199,8
Жир, %	4,32±0,02	4,31±0,02	4,38±0,02
Белок, %	3,33±0,04	3,33±0,03	3,41±0,03
Вторая лактация			
п	22	35	20
Удой, кг	5619,9±157,3	5598,2±159,4	6126,4±233,9
Жир, %	4,36±0,03	4,38±0,02	4,39±0,03
Белок, %	3,44±0,03	3,41±0,03	3,52±0,03
Третья лактация и старше			
п	34	56	17
Удой, кг	6423,1±214,1	6406,8±179,4	6675,1±309,1

Жир, %	4,41±0,02	4,40±0,02	4,42±0,02
Белок, %	3,52±0,02	3,48±0,02	3,52±0,03

В исследованиях по связи гена *LALBA* с молочной продуктивностью коров установлено, что коровы с генотипом *LALBA<sup>AA</sup>* имеют более высокий удой по первой лактации на 624,5 кг, по сравнению с животными с генотипом *LALBA<sup>BB</sup>* ( $p \leq 0,05$ ) (таблица 4). Однако, в последующих лактациях эта зависимость не подтвердилась. Кроме того, коровы с генотипом *LALBA<sup>AA</sup>* отличаются повышенным содержанием белка на 0,06 % (первая лактация) и пониженным содержанием жира в молоке на 0,07 % (третья лактация) по сравнению с животными с генотипом *LALBA<sup>AB</sup>* и *LALBA<sup>BB</sup>* соответственно ( $p \leq 0,05$ ).

Таблица 4 – Продуктивность коров за 305 дней лактации в зависимости от носительства генотипа по гену *LALBA*

Показатель	Генотип		
	<i>LALBA<sup>AA</sup></i>	<i>LALBA<sup>AB</sup></i>	<i>LALBA<sup>BB</sup></i>
Первая лактация			
п	37	47	10
Удой, кг	5300,9±207,8	5060,4±118,5	4676,4±172,6
Жир, %	4,35±0,03	4,32±0,02	4,34±0,04
Белок, %	3,40±0,03	3,31±0,02	3,34±0,06
Вторая лактация			
п	26	42	9
Удой, кг	5737,3±221,4	5754,8±130,6	5705,3±303,30
Жир, %	4,38±0,03	4,39±0,02	4,33±0,03
Белок, %	3,44±0,04	3,46±0,02	3,41±0,06
Третья лактация и старше			
п	38	56	13
Удой, кг	6237,3±213,2	6494,1±158,3	6919,8±451,0
Жир, %	4,38±0,02	4,42±0,01	4,45±0,02
Белок, %	3,47±0,03	3,51±0,02	3,54±0,03

В исследованиях чёрно-пёстрой, симментальской, холмогорской, швицкой пород [12] показана слабая связь или её отсутствие во всех изученных породах, за исключением МДБ, содержание которого было выше также у коров с генотипом *LALBA<sup>AA</sup>*.

В то же время по данным [13] полученных на первотёлках, показано, что коровы с генотипами *LALBA<sup>AB</sup>* и *LALBA<sup>BB</sup>* имели более высокий удой на 473–660 кг, по сравнению со сверстницами с генотипом *LALBA<sup>AA</sup>*, а также превосходили его по качественным показателям молока и интенсивности молокоотдачи.

Исследования воспроизводительной способности коров красной степной породы с учётом генотипов *CSN3*, *LALBA*, *LEP* генов позволили выявить преимущество генотипа *LEP<sup>TT</sup>* по более короткой продолжительности сервис -периода на 34,7 дней, против животных с генотипом *LEP<sup>CC</sup>* ( $p \leq 0,05$ ) (табл. 5). По остальным генотипам и возраста первого осеменения существенных различий не установлено.

Таблица 5 – Воспроизводительные качества коров в зависимости от носительства генотипа по генам *CSN3*, *LALBA*, *LEP*

Генотип	Возраст первого осеменения, дн.	Сервис-период, дн.		
		1 лактация	2 лактация	3 и старше лактация
<i>CSN3<sup>AA</sup></i>	916,0±20,6	116,3±11,3	104,9±10,0	106,0±9,5
<i>CSN3<sup>AB</sup></i>	946,2±19,9	143,0±13,0	102,7±9,5	113,5±8,7
<i>CSN3<sup>BB</sup></i>	925,5±26,4	139,1±23,0	117,8±19,5	116,9±16,6
<i>LALBA<sup>AA</sup></i>	926,2±20,5	131,8±14,6	102,0±8,28	121,2±10,8
<i>LALBA<sup>AB</sup></i>	930,2±16,3	133,6±11,0	109,8±10,6	102,8±7,6
<i>LALBA<sup>BB</sup></i>	953,6±57,2	121,5±20,2	100,3±16,7	112,9±17,8
<i>LEP<sup>CC</sup></i>	942,0±25,0	149,5±17,3	123,6±14,5	104,5±11,4
<i>LEP<sup>CT</sup></i>	941,1±21,1	124,3±10,3	103,5±9,5	111,8±8,8
<i>LEP<sup>TT</sup></i>	900,8±17,4	123,7±17,2	88,9±7,7	117,3±11,1

Отсутствие достоверных различий генотипов лептина с воспроизводительными способностями показано в исследованиях [24], проведённых на отечественных костромской, чёрно-пёстрой ярославской породах.

### Выводы

Полиморфизм генов *CSN3*, *LALBA*, *LEP* коров красной степной породы, в основном, совпадает с другими молочными породами. Порода характеризуется высокой частотой генотипа *CSN3<sup>BB</sup>* (15,0 %), что может свидетельствовать о хороших сыродельческих качествах молока красной степной породы.

Выявленные желательные генотипы  $LALBA^{AA}$  коррелирующий с удоем и содержанием белка в молоке,  $LALBA^{BB}$  – с жиром, а также  $LE^{PTT}$  – жиром и белком в молоке, при условии подтверждения в последующих исследованиях с расширенным поголовьем, можно достаточно интенсивно вести их накопление в стаде, через отбор и подбор быков-производителей.

### Список использованных источников

1 Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве Российской Федерации (2023) [Текст] // ФГБНУ ВНИИплем, Москва – 2024. – 25 с.

2 **Калашникова, Л. А., Тяпугин, С. Е., Новиков, А. А., Григорян, Л. Н.** Состояние генофонда в племенном животноводстве Российской Федерации [Текст] // Зоотехния. – 2022. – № 12. – С. 13–16.

3 **Гончаренко, Г. М., Гришина, Н. Б., Плахина, О. В., Герасимчук, Л. Д., Бамбух, В. И., Панков, Е. А., Панков, С. А.** Влияние голштинизации симментальской породы на изменение полиморфизма генов CSN3, BLG и их связь с продуктивностью и сыропригодностью [Текст] // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2016. – № 4(251). – С. 44–53.

4 **Глотова, Г. Н., Позолотина, В. А.** Действие аллельных вариантов гена CSN3 молока на его состав и физико-химические показатели при переработке творога [Текст] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. – 2021. – Т. 13. – № 2 – С. 14–19.

5 **Панин, В. А.** Оценка генотипа по генам CSN3 и LGB, влияющим на синтез молочного белка и жира в молоке симментальских коров [Текст] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 1(81). – С. 197–201.

6 **Панин, В. А.** Молокопродуктивность симментальских коров в условиях степной зоны Оренбургской области [Текст] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 2(82). – С. 247–251.

7 **Зиннатов, Ф. Ф., Тюлькин, С. В., Ахметов, Т. М., Якупов, Т. Р., Зиннатова, Ф. Ф., Николаева, К. Ю., Зарубежнова, Д. В.** Характерные особенности влияния генов белкового обмена на показатели качества молока коров джерсейской породы [Текст] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. – 2024. – Т. 257. – № 1. – С. 98–104.

8 **Лиходеевская, О. Е., Горелик, О. В., Лиходеевский, Г. А.** Исследование генов, ассоциированных с молочной продуктивностью

чёрно-пёстрого скота [Текст] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 1(87). – С. 279–284.

9 **Тюлькин, С. В., Шайдуллин, Р. Р., Гильманов, Х. Х.** Влияние породы и генотипа по гену лептина на молочную продуктивность и качество молока коров // Ветеринарный врач. – 2019. – № 3. – С. 52–56.

10 **Варламова, М. И., Шакиров, Ш. К., Сафина, Н. Ю.** Полиморфизм гена лептин голштинской породы крупного рогатого скота [Текст] // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – 2020. – № 3(47). – С. 3–6.

11 **Парамонова, М. А., Валитов, Ф. Р., Ганиева, И. Н., Кононенко, Т. В.** Ассоциация полиморфизма гена лептина с хозяйственно полезными признаками крупного рогатого скота чёрно-пёстрой породы [Текст] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 1(99). – С. 277–283.

12 **Сельцов, В. И., Костюнина, О. В., Загороднев, Ю. П., Гладырь, Е. А., Сермягин, А. А.** Оценка молочной продуктивности коров с разных пород в связи с полиморфизмом по гену альфа-лактальбумину [Текст] // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 3. – С. 57–60.

13 **Тюлькин, С. В., Загидуллин, Л. Р., Ахметов, Т. М., Шайдуллин, Р. Р., Фаизов, Т. Х., Ефимова, И. О.** Ассоциация полиморфизма гена альфа-лактальбумина с молочной продуктивностью и качеством молока коров [Текст] // Ветеринарный врач. – 2018. – № 6. – С. 52–56.

14 **Калашникова, Л. А., Хабибрахманова, А. Я., Павлова, И. Ю., Ганченкова, Т. Б., Дунин, Н. М., Приданович, И. Е.** Рекомендации по геномной оценке крупного рогатого скота [Текст] // Лесные Поляны. – 2015. – 33 с.

15 **Чесников, Ю. В., Артемьева, А. М.** Оценка меры информационного полиморфизма генетического разнообразия [Текст] // Сельскохозяйственная биология. – 2015. – Т 5. – № 5. – С. 571–578.

16 **Джаксыбаева, Г. Г., Кочнев, Н. Н., Кайниденов, Н. Н., Ахажанов, Е. К., Сыроватский, М. В., Бекетов, С. В.** Полиморфные варианты генов  $\kappa$ -Сп,  $\beta$ -LG крупного рогатого скота симментальской и красной степной пород казахстанской селекции [Текст] // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2024. – № 2. – С. 123–142.

17 **Юльметьева, Ю. Р., Шакиров, Ш. К., Ахметов, Т. М.** Молекулярная диагностика генетического полиморфизма генов кандидатов молочной продуктивности на примере племзавода «Рассвет» Кукморского района Республики Татарстан [Текст] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины. – Казань : КГАВМ, 2015. – Т. 224. – С. 280–285.

18 **Шайдуллин, Р. Р., Ганиев, А. С.** Оценка полиморфизма гена каппа-казеина у животных черно-пестрой породы [Текст] // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 3(31). – С. 104–109.

19 **Гончаренко, Г. М., Авадани, Д. А., Хорошилова, Т. С.** Оценка полиморфизма коров разных пород по генам продуктивности и резистентности [Текст] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2024. – № 2(232). – С. 54–61.

20 **Гайнутдинова, Э. Р., Сафина, Н. Ю., Шакиров, Ш. К., Варламова, М. И.** Влияние полиморфизма гена лептина (LEP) на молочную и мясную продуктивность коров-первотелок голштинской породы [Текст] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. – 2021. – Т. 245. – № 1. – С. 24–28.

21 **Ярышкин, А. А., Шаталина, О. С., Лешонок, О. И., Ковалюк, Н. В.** Влияние полиморфизма гена лептина на хозяйственно полезные признаки крупного рогатого скота [Текст] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 1(93). – С. 260–264.

22 **Афанасьева, А. И., Сарычев, В. А.** Характеристика генетического профиля крупного рогатого скота черно-пестрой породы на основе ДНК-диагностики по генам каппа-казеина (CSN3), бета-лактоглобулина (BLG), альфа-лактальбумина (LALBA) и лептина (LEP) [Текст] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2022. – № 5(211) – С. 48–52.

23 **Зиннатов, Ф. Ф., Ахметов, Т. М., Чевтаева, Н. Д., Стафикопуло, М. А., Горева, Э. Р.** Идентификация и анализ полиморфизма генов белкового обмена у коров голштинской породы [Текст] // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». – 2024. – Т. 10. – № 1. – С. 17–26.

24 **Лемякин, А. Д., Тяжченко, А. Н., Сабетова, К. Д., Чаицкий, А. А., Щеголев, П. О., Королев, А. А.** Воспроизводительная способность коров отечественных молочных пород с различными аллельными вариантами гена лептина. [Текст] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2022. – № 23(6). – С. 884–895.

## References

1 Ezhegodnik po plemennoj rabote v molochnom skotovodstve Rossijskoj Federacii (2023) [Yearbook on Breeding Work in Dairy Cattle Breeding in the Russian Federation] [Text] // FGBNU VNIIPlem, Moskva – 2024. – 25 p.

2 **Kalashnikova, L. A., Tyapugin, S. E., Novikov, A. A., Grigoryan, L. N.** Sostoyanie genofonda v plemennom zhivotnovodstve Rossijskoj Federacii [The State of the Gene Pool in Livestock Breeding in the Russian Federation] [Text] // Zootehniya. – 2022. – № 12. – P. 13–16.

3 **Goncharenko, G. M., Grishina, N. B., Plahina, O. V., Gerasimchuk, L. D., Bambuh, V. I., Pankov, E. A., Pankov, S. A.** Vliyanie golshinizacii simmentalskoj porody na izmenenie polimorfizma genov CSN3, BLG i ih svyaz s produktivnostyu i syroprigodnostyu [The Influence of Holsteinization of the Simmental Breed on Changes in Polymorphism of CSN3 and BLG Genes and Their Relationship with Productivity and Cheese-Making Properties] [Text] // Sibirskij vestnik sel'skohozjajstvennoj nauki. – 2016. – № 4(251). – P. 44–53.

4 **Glotova, G. N., Pozolotina, V. A.** Dejstvie allelnyh variantov gena CSN3 moloka na ego sostav i fiziko-himicheskie pokazateli pri pererabotke tvoroga [The Effect of Allelic Variants of the CSN3 Gene on Milk Composition and Physicochemical Properties During Cottage Cheese Processing] [Text] // Vestnik Rjazanskogo gosudarstvennogo agrotehnologicheskogo universiteta imeni P. A. Kostycheva. – 2021. – T. 13. – № 2 – P. 14–19.

5 **Panin, V. A.** Ocenka genotipa po genam CSN3 i LGB, vliyajushchim na sintez molochnogo belka i zhira v moloke simmentalskih korov [Evaluation of Genotypes for CSN3 and LGB Genes Affecting the Synthesis of Milk Protein and Fat in Simmental Cows] [Text] // Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2020. – № 1(81). – P. 197–201.

6 **Panin, V. A.** Molokoproduktivnost simmentalskih korov v usloviyah stepnoj zony Orenburgskoj oblasti [Milk Productivity of Simmental Cows in the Steppe Zone of the Orenburg Region] [Text] // Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2020. – № 2(82). – P. 247–251.

7 **Zinnatov, F. F., Tjulkin, S. V., Ahmetov, T. M., Jakupov, T. R., Zinnatova, F. F., Nikolaeva, K. Ju., Zarubezhnova, D. V.** Harakternye osobennosti vliyaniya genov belkovogo obmena na pokazateli kachestva moloka korov dzhersejskoj porody [Characteristic Features of the Influence of Protein Metabolism Genes on Milk Quality Indicators in Jersey Cows] [Text] // Uchenye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N. E. Bauman. – 2024. – T. 257. – № 1. – P. 98–104.

8 **Lihodeevskaja, O. E., Gorelik, O. V., Lihodeevskij, G. A.** Issledovanie genov, asociirovannyh s molochnoj produktivnostju cherno-pjostrogo skota [Study of Genes Associated with Milk Productivity in Black-and-White Cattle] [Text] // Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2021. – № 1(87). – P. 279–284.

9 **Tjulkin, S. V., Shajdullin, R. R., Gilmanov, H. H.** Vlijanie porody i genotipa po genu leptina na molochnuju produktivnost i kachestvo moloka korov [The Influence of Breed and Leptin Gene Genotype on Milk Productivity and Milk Quality in Cows] [Text] // Veterinarnyj vrach. – 2019. – № 3. – P. 52–56.

10 **Varlamova, M. I., Shakirov, Sh. K., Safina, N. Ju.** Polimorfizm gena leptin golstinskoj porody krupnogo rogatogo skota [Polymorphism of the Leptin Gene in Holstein Cattle] [Text] // Aktualnye voprosy veterinarnoy biologii. – 2020. – № 3(47). – P. 3–6.

11 **Paramonova, M. A., Valitov, F. R., Ganieva, I. N., Kononenko, T. V.** Associacija polimorfizma gena leptina s hozjajstvenno poleznymi priznakami krupnogo rogatogo skota cherno-pjostroj porody [Association of Leptin Gene Polymorphism with Economically Useful Traits of Black-and-White Cattle] [Text] // Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2023. – № 1(99). – P. 277–283.

12 **Selcov, V. I., Kostjunina, O. V., Zagorodnev, Ju. P., Gladyr, E. A., Sermiagin, A. A.** Ocenka molochnoj produktivnosti korov s raznyh porod v svyazi s polimorfizmom po genu alfa-laktalbuminu [Evaluation of Milk Productivity of Cows of Different Breeds in Connection with Alpha-Lactalbumin Gene Polymorphism] [Text] // Dostizhenija nauki i tehniki APK. – 2013. – № 3. – P. 57–60.

13 **Tjulkin, S. V., Zagidullin, L. R., Ahmetov, T. M., Shajdullin, R. R., Faizov, T. H., Efimova, I. O.** Associacija polimorfizma gena alfa-laktalbumina s molochnoj produktivnostju i kachestvom moloka korov [Association of Alpha-Lactalbumin Gene Polymorphism with Milk Productivity and Milk Quality in Cows] [Text] // Veterinarnyj vrach. – 2018. – № 6. – P. 52–56.

14 **Kalashnikova, L. A., Habibrahmanova, A. Ja., Pavlova, I. Ju., Ganchenkova, T. B., Dunin, N. M., Pridanovich, I. E.** Rekomendacii po genomnoj ocenke krupnogo rogatogo skota [Recommendations for Genomic Evaluation of Cattle] [Text] // Lesnye Poljany. – 2015. – 33 p.

15 **Chesnokov, Ju. V., Artemeva, A. M.** Ocenka mery informacionnogo polimorfizma geneticheskogo raznoobrazija [Assessment of Informational Polymorphism of Genetic Diversity] [Text] // Sel'skohozjajstvennaja biologija. – 2015. – T. 5. – № 5. – P. 571–578.

16 **Dzhaksybaeva, G. G., Kochnev, N. N., Kajnidenov, N. N., Ahazhhanov, E. K., Syrovatskij, M. V., Beketov, S. V.** Polimorfnye varianty genov  $\kappa$ -Cn,  $\beta$ -LG krupnogo rogatogo skota simmentalskoj i krasnoj stepnoj porod kazahstanskoj selekcii [Polymorphic Variants of  $\kappa$ -Cn and  $\beta$ -LG Genes in Simmental and Red Steppe Cattle of Kazakh Selection] [Text] // Veterinarija, zootehnija i biotehnologija. – 2024. – № 2. – P. 123–142.

17 **Julmeteva, Ju. R., Shakirov, Sh. K., Ahmetov, T. M.** Molekuljarnaja diagnostika genetskogo polimorfizma genov kandidatov molochnoj produktivnosti na primere plemzavoda «Rassvet» Kukmorskogo rajona Respubliki Tatarstan [Molecular Diagnostics of Genetic Polymorphism of Candidate Genes for Milk Productivity on the Example of the «Rassvet» Breeding Farm in the Kukmor District of the Republic of Tatarstan] [Text] // Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny. – Kazan : KGAVM, 2015. – T. 224. – P. 280–285.

18 **Shajdullin, R. R., Ganiev, A. S.** Ocenka polimorfizma gena kappazeina u zhivotnyh cherno-pjostroj porody [Assessment of Kappa-Casein Gene Polymorphism in Black-and-White Cattle] [Text] // Vestnik Uljanovskoj gosudarstvennoj selskohozjajstvennoj akademii. – 2015. – № 3(31). – P. 104–109.

19 **Goncharenko, G. M., Avadani, D. A., Horoshilova, T. S.** Ocenka polimorfizma korov raznyh porod po genam produktivnosti i rezistentnosti [Evaluation of Polymorphism of Cows of Different Breeds Based on Productivity and Resistance Genes] [Text] // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2024. – № 2(232). – P. 54–61.

20 **Gajnutdinova, E. R., Safina, N. Ju., Shakirov, Sh. K., Varlamova, M. I.** Vlijanie polimorfizma gena leptina (LEP) na molochnuju i mjasnuju produktivnost' korov-pervotelok golshhtinskoj porody [The Influence of Leptin Gene (LEP) Polymorphism on Dairy and Meat Productivity of Holstein Heifers] [Text] // Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N. E. Baumana. – 2021. – T. 245. – № 1. – P. 24–28.

21 **Jaryshkin, A. A., Shatalina, O. S., Leshonok, O. I., Kovaljuk, N. V.** Vlijanie polimorfizma gena leptina na hozjajstvenno poleznye prizaki krupnogo rogatogo skota [The Influence of Leptin Gene Polymorphism on Economically Useful Traits of Cattle] [Text] // Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2022. – № 1(93). – P. 260–264.

22 **Afanaseva, A. I., Sarychev, V. A.** Harakteristika genetskogo profilya krupnogo rogatogo skota cherno-pjostroj porody na osnove DNK-diagnostiki po genam kappazeina (CSN3), beta-laktoglobulina (BLG), alfa-laktalbumina (LALBA) i leptina (LEP) [Characteristics of the Genetic Profile of Black-and-White Cattle Based on DNA Diagnostics of Kappa-Casein (CSN3), Beta-

Lactoglobulin (BLG), Alpha-Lactalbumin (LALBA), and Leptin (LEP) Genes] [Text] // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2022. – № 5(211). – P. 48–52.

23 **Zinnatov, F. F., Ahmetov, T. M., Chevtaeva, N. D., Stafikopulo, M. A., Goreva, E. R.** Identifikacija i analiz polimorfizma genov belkovogo obmena u korov golshtinskoj porody [Identification and Analysis of Protein Metabolism Gene Polymorphism in Holstein Cows] [Text] // Vestnik Marijskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija «Selskohozjajstvennye nauki. Ekonomicheskie nauki». – 2024. – T. 10. – № 1. – P. 17–26.

24 **Lemjakin, A. D., Tjzhchenko, A. N., Sabetova, K. D., Chajickij, A. A., Shhegovlev, P. O., Korolev, A. A.** Vosproizvoditel'naja sposobnost korov otechestvennyh molochnyh porod s razlichnymi allelnymi variantami gena leptina [Reproductive Ability of Cows of Domestic Dairy Breeds with Different Allelic Variants of the Leptin Gene] [Text] // Agrarnaja nauka Jevro-Severo-Vostoka. – 2022. – № 23(6). – P. 884–895.

Поступило в редакцию 28.11.24.

Поступило с исправлениями 29.11.24.

Принято в печать 06.12.24.

*Д. А. Авадани<sup>1</sup>, \*Г. М. Гончаренко<sup>2</sup>, С. Н. Магер<sup>3</sup>,  
Т. С. Хорошилова<sup>4</sup>, Н. Б. Гришина<sup>5</sup>, О. Л. Халина<sup>6</sup>*

<sup>1,2,3,4,5,6</sup>«Ресей ғылым академиясының

Сібір федералды ғылыми  
агробиотехнологиялар орталығы»

Федералды мемлекеттік

бюджеттік мекемесі,

Ресей Федерациясы, Краснообск а.

28.11.24 ж. баспаға түсті.

29.11.24 ж. түзетулерімен түсті.

06.12.24 ж. басып шығаруға қабылданды.

### **CSN3, LEP, LALBA ГЕНДЕРІНІҢ ПОЛИМОРФИЗМІ ЖӘНЕ ОНЫҢ СҮТТІ СИЫРЛАРДЫҢ ӨНІМДІЛІГІ МЕН ӨНДІРГІШТІГІНЕ ӘСЕРІ**

*Зерттеуде Сібірдің дала аймағында өсірілетін қызыл дала тұқымды сиырлардың CSN3, LEP және LALBA гендерінің полиморфизмі және олардың сүт өнімділігі мен кобею қабілеттерімен*

байланысы зерттелді. Генотиптердің жиіліктері анықталды: CSN3<sup>AA</sup> (41,0 %), CSN3<sup>AB</sup> (44,0 %), CSN3<sup>BB</sup> (15,0 %); LEP<sup>CC</sup> (31,0 %), LEP<sup>CT</sup> (45,0 %), LEP<sup>TT</sup> (24,0 %); LALBA<sup>AA</sup> (39,0 %), LALBA<sup>AB</sup> (50,0 %), LALBA<sup>BB</sup> (11,0 %). Гендік тепе-теңдік бұзылған жоқ ( $\chi^2=0,308-0,930$ ). LEP<sup>TT</sup> генотипі бірінші лактацияда сүттің май құрамының (0,06–0,07 %) және екінші лактацияда ақуыз құрамының (0,11 %) жоғары болуымен, сондай-ақ LEP<sup>CC</sup>-пен салыстырғанда сервис-кезеңнің 34,7 күнге қысқаруымен байланысты болды. LALBA<sup>AA</sup> генотипі бірінші лактацияда сүт сауымының 624,5 кг-ға артуына және ақуыз құрамының 0,06 %-ға өсуіне себеп болды. Сонымен қатар, LALBA<sup>AA</sup> генотипі бар сиырлардың үшінші лактациясында сүт майының мөлшері 0,07 %-ға төмендеді. Генотиптер мен өнімділік сипаттамалары арасындағы анықталған байланыстар оларды селекцияда қолданудың маңыздылығын растайды. Нәтижелер кеңейтілген үлгілерде қосымша тексеруді қажет етеді, бірақ тұқымдық жұмыстарды жетілдіру үшін әлеуетті құндылыққа ие.

*Кілтті сөздер:* қызыл дала тұқым, ген, генотип, сауым, өндіргіштік қабілет.

D. A. Avadani<sup>1</sup>, \*G. M. Goncharenko<sup>2</sup>, S. N. Mager<sup>3</sup>,  
T. S. Khoroshilova<sup>4</sup>, N. B. Grishina<sup>5</sup>, O. L. Khalina<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6</sup>Federal State Budgetary

Scientific Institution «Siberian Federal  
Scientific Center for Agrobiotechnology  
of the Russian Academy of Sciences»,

Russian Federation, Krasnoobsk

Received 28.11.24.

Received in revised form 29.11.24.

Accepted for publication 06.12.24.

## POLYMORPHISM OF CSN3, LEP, LALBA GENES AND THEIR IMPACT ON PRODUCTIVITY AND REPRODUCTION IN DAIRY COWS

*The study investigated the polymorphism of CSN3, LEP, and LALBA genes and their association with milk productivity and reproductive abilities of Red Steppe cows bred in the steppe zone of Siberia. The frequencies of genotypes were determined: CSN3<sup>AA</sup> (41.0 %), CSN3<sup>AB</sup> (44.0 %), CSN3<sup>BB</sup> (15.0 %); LEP<sup>CC</sup> (31.0 %), LEP<sup>CT</sup> (45.0 %), LEP<sup>TT</sup>*

(24.0 %);  $LALBA^{AA}$  (39.0 %),  $LALBA^{AB}$  (50.0 %),  $LALBA^{BB}$  (11.0 %). The genetic equilibrium was not disturbed ( $\chi^2 = 0.308-0.930$ ). The  $LEPTT$  genotype was associated with higher fat content in milk during the first lactation (by 0.06–0.07 %) and higher protein content during the second lactation (by 0.11 %), as well as a reduction in the service period by 34.7 days compared to  $LEP^{CC}$ . The  $LALBA^{AA}$  genotype led to an increase in milk yield during the first lactation by 624.5 kg and an increase in protein content by 0.06 %. At the same time, cows with the  $LALBA^{AA}$  genotype showed a decrease in milk fat content by 0.07 % during the third lactation. The identified correlations between genotypes and productivity traits confirm their importance for selection. The results require further validation on an expanded sample but have potential value for improving breeding programs.

*Keywords:* Red Steppe breed, gene, genotype, milk yield, reproductive abilities.

Теруге 11.12.2024 ж. жіберілді. Басуға 17.12.2024 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

4,46 МБ RAM

Шартты баспа табағы 9,50.

Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген А. К. Темиргалинова

Корректорлар: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Тапсырыс № 4319

Сдано в набор 11.12.2024 г. Подписано в печать 17.12.2024 г.

Электронное издание

4,46 МБ RAM

Усл. п. л. 9,50. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка А. К. Темиргалинова

Корректоры: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Заказ № 4319

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

Павлодар мемлекеттік университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

8 (7182) 67-36-69

e-mail: [kereku@tou.edu.kz](mailto:kereku@tou.edu.kz)

[www.vestnik-cb.tou.edu.kz](http://www.vestnik-cb.tou.edu.kz)