DOI: 10.26898/0370-8799-2019-4-6

УДК: 636.2.034:635.02.2

ВЛИЯНИЕ ГЕНОВ БЕЛКОВ И ГОРМОНОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И ДОЛГОЛЕТИЕ СИММЕНТАЛОВ

Магер С.Н., Гончаренко Г.М., Гришина Н.Б., Хорошилова Т.С., Герасимчук Л.Д., Шишкина М.А., Халина О.Л.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

Для цитирования: Магер С.Н., Гончаренко Г.М., Гришина Н.Б., Хорошилова Т.С., Герасимчук Л.Д., Шишкина М.А., Халина О.Л. Влияние генов белков и гормонов на продуктивность и долголетие симменталов // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. Т. 49. № 4. С. 49–57. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-4-6

For citation: Mager S.N., Goncharenko G.M., Grishina N.B., Khoroshilova T.S., Gerasimchuk L.D., Shishkina M.A., Khalina O.L. Vliyanie genov belkov i gormonov na produktivnost' i dolgoletie simmentalov [Influence of protein and hormone genes on productivity and longevity of Simmentals]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2019, vol. 49, no. 4, pp. 49–57. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-4-6

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Проведены исследования в области молочного скотоводства с применением генетических маркеров (SNPs) для изучения их связи со сроками хозяйственного использования коров и продуктивности. Объектом исследования служили 186 коров симментальской породы из хозяйства, расположенного в Новосибирской области. Для изучения продуктивности (удой, жир, белок, число лактаций) использованы данные зоотехнического учета. Молекулярно-генетические исследования и статистические обработки результатов опытов проведены по общепринятым методикам. Представлены результаты оценки стада по полиморфизму CSN3, PRL, BLG, TNF- α -824 генов, частота генотипов которых соответствует породной принадлежности. Генное равновесие не нарушено ($\chi^2 = 0,147\text{--}2,306$). Гомо- и гетерозиготность находятся примерно в одинаковом соотношении, за исключением гомозиготности гена PRL (0,736). Выявлены

INFLUENCE OF PROTEIN AND HORMONE GENES ON PRODUCTIVITY AND LONGEVITY OF SIMMENTALS

Mager S.N., Goncharenko G.M., Grishina N.B., Khoroshilova T.S., Gerasimchuk L.D., Shishkina M.A., Khalina O.L.

Siberian Federal Scientific Centre
of Agro-BioTechnologies of
the Russian Academy of Sciences
Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

The research was conducted in the field of dairy cattle breeding with the use of genetic markers (SNPs) in order to study their relationship with the period of economic use of cows and their productivity. The object of the study was 186 cows of Simmental breed from the farm situated in Novosibirsk region. To study cows' productivity (milk yield, fat, protein, the number of lactations) the data of zootechnical records was used. Molecular genetic research and statistical processing of experimental results were carried out according to generally accepted methods. The paper presents the results of the herd assessment by polymorphism of CSN3, PRL, BLG, TNF- α -824 genes, whose genotype frequency corresponds to a particular breed. Gene balance is not disturbed ($\chi^2 = 0.147\text{--}2.306$). Homo and heterozygosity are approximately in the same ratio, except for the homozygosity of the gene PRL (0,736). Genotypes of cows desirable for productive longevity were identified: BLG^{BB},

желательные по продуктивному долголетию генотипы коров BLG^{BB} , PRL^{AA} , PRL^{AB} , $TNF-\alpha^{GG}$, численность которых в третьей лактации более 70% по отношению к первой. Наиболее высоким продуктивным долголетием отличались животные с генотипами BLG^{BB} и PRL^{AA} , 9,0 и 8,3% из их числа соответственно имели четвертую лактацию. К желательным генотипам по молочной продуктивности можно отнести генотип BLG^{AA} . Различие с носителями генотипа BLG^{BB} составляло 624 кг ($p < 0,01$). В гене $TNF-\alpha$ более высокий удой по второй лактации на 787,3 кг отмечен у коров с генотипом $TNF-\alpha^{AA}$ в сравнении с генотипом $TNF-\alpha^{GG}$ ($p < 0,01$). У этих животных установлено повышенное содержание в молоке жира на 0,07%, белка на 0,05% ($p < 0,01$).

Ключевые слова: симменталы, генотип, аллель, продуктивное долголетие, удой

ВВЕДЕНИЕ

Продуктивное долголетие коров – многофакторный признак, который в настоящее время имеет стойкую тенденцию к снижению. Потенциал продуктивности коров проявляется в четвертую и пятую лактации, затраты на выращивание ремонтных телок, нетелей окупаются после третьей и четвертой лактации. В связи с этим необходимо устранять причины, снижающие срок эксплуатации животных, и вести селекцию на повышение пожизненной продуктивности, что является важным условием конкурентоспособности отечественного животноводства. Только здоровая корова может быть высокопродуктивной и с длительным сроком использования [1]. Из технологических факторов к наиболее существенным, оказывающим наиболее сильное воздействие на этот показатель, можно отнести живую массу при случке и возраст первого осеменения¹, а также продуктивность по первой и наивысшей лактации [2–4].

Долголетие коров, как показывают исследования, – наследственно обусловленный

PRL^{AA} , PRL^{AB} , $TNF-\alpha^{GG}$, whose number in the third lactation was over 70% in relation to the first. The highest productive longevity was observed in animals with genotypes BLG^{BB} and PRL^{AA} , where 9.0% and 8.3% of their number, respectively, had a fourth lactation. Genotype BLG^{AA} can be referred to as a desirable genotype for milk productivity. The difference from carriers of genotype BLG^{BB} was 624 kg ($p < 0.01$). In the gene $TNF-\alpha$, a higher yield in the second lactation at 787.3 kg was observed in cows with genotype TNF^{AA} , compared to genotype $TNF-\alpha^{GG}$ ($p < 0.01$). The same animals were found to have an increased content of fat in milk by 0.07% and protein by 0.05% ($p < 0.01$).

Keywords: Simmentals, genotype, allele, productive longevity, yield

фактор, зависящий от быков-производителей и их линейной принадлежности. Так, в породе Сибирячка выявлены быки-производители, оказывающие наиболее значимое влияние на продолжительность хозяйственного использования дочерей [3]. Длительность продуктивного использования коров на 65,6% обусловлена влиянием отца, пожизненная молочная продуктивность на 57% [5, 6].

Определена положительная связь между удоєм за лучшую лактацию и продолжительностью жизни, коэффициент корреляции между этими признаками составил 0,48, доля влияния этого показателя на продолжительность жизни составила 16,23%, на пожизненный удой – 27,9%². Кроме того, установлена зависимость продуктивного долголетия коров от породной принадлежности. Коровы симментальской породы отличаются лучшими воспроизводительными качествами, повышенным содержанием белка в молоке, большим продуктивным долголетием по сравнению с черно-пестрой и айрширской породами [7].

¹Яранцева С.Б., Шишкина М.А. Влияние живой массы телок при первом плодотворном осеменении и возраста первого отела на пожизненную продуктивность и долголетие коров // Актуальные проблемы сельского хозяйства горных территорий. Материалы VI Международной научно-практической конференции, 2017. г. Горно-Алтайск, 8–11 июня 2017. С. 190–194.

²Богданова Т.В., Саморуков Ю.В. Порода трех производственных направлений – симментальская // Повышение конкурентоспособности животноводства и задачи кадрового обеспечения. Материалы международной научно-практической конференции. ФГБОУ РАМЖ. пос. Быково Московской области, 2016. С. 46–51.

С появлением молекулярно-генетических методов в животноводстве стало возможным изучение долголетия коров с использованием в селекции генетических маркеров (SNPs) и выявление их связей с этим показателем. Гетерозиготные по гену к-казеина холмогорские коровы сочетают более высокую молочную продуктивность и длительный срок продуктивного использования [8]. Также выявлены желательные и нежелательные аллельные сочетания по генам гормона лептина (LEP).

Цель исследования – изучить генотипические особенности коров симментальской породы и выявить связь генотипов с продуктивностью и долголетием животных.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом исследования служили коровы симментальской породы ($n = 186$). Молекулярно-генетические исследования проведены в лаборатории биотехнологии СибНИПТИЖа СФНЦА РАН. ДНК выделяли из крови консервированной ЭДТА с использованием набора для экстракции из клинического материала «Ампли Прайм ДНК-сорб-В» по прописи изготовителя. ДНК-типирование коров по генам к-казеина, PRL, BLG было проведено согласно рекомендациям³.

Методика определения полиморфизма гена TNF- α -824 A/G изложена в статьях [9, 10]. Амплификацию проводили в амплификаторе C1000 «BioRad». Полученные продукты амплификации генов обрабатывали эндонуклеазами рестрикции Hind III, EcoICRI, Hae III, RsaI (СибЭНЗИМ, Новосибирск) согласно прописи изготовителя. Визуализацию и идентификацию генотипов определяли электрофорезом в 3%-м агарозном геле в УФ-свете.

Для изучения продуктивности (удой, жир, белок, число лактаций) были использованы данные зоотехнического учета. Статистическую обработку проводили с использованием стандартных компьютерных программ Excel по общепринятым методикам.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Стадо симменталов по всем изученным генам имеет полиморфизм (см. табл. 1). Генотип CSN3^{BB}, приоритетность которого в содержании жира и белка в молоке доказана многочисленными исследованиями⁴, в том числе и нашими [11, 12], в исследуемом стаде выявлен на уровне 10%. В то же время существуют сведения о более высокой его частоте (17–25%) в породе симменталов [13]. Видимо на этот факт повлияла голштинизация, подбор быков преимущественно с AA и AB генотипами на протяжении нескольких лет. Полиморфизм гена PRL соответствует средним показателям по породе. Генотип PRL^{AA} является преобладающим во всех молочных породах, включая и симментальскую [14]. Полиморфизм гена BLG в породах значительно отличается, однако соотношение аллелей А и В чаще всего ос-

Табл. 1. Популяционно-генетическая характеристика симменталов

Table 1. Population and genetic characteristics of Simmentals

Генотип	<i>n</i>	Частота, %	χ^2	Ca, %
CSN3 ^{AA}	72	38,7 ± 3,57	2,306	0,540
CSN3 ^{AB}	95	51,1 ± 3,66		
CSN3 ^{BB}	19	10,2 ± 2,21		
PRL ^{AA}	72	70,6 ± 4,51	0,147	0,736
PRL ^{AB}	28	27,4 ± 4,41		
PRL ^{BB}	2	2,0 ± 1,38		
BLG ^{AA}	43	27,6 ± 3,57	2,054	0,501
BLG ^{AB}	69	44,2 ± 3,97		
BLG ^{BB}	44	28,2 ± 3,60		
TNF- α ^{AA}	21	13,5 ± 2,73	0,121	0,530
TNF- α ^{GA}	76	48,7 ± 5,73		
TNF- α ^{GG}	59	37,8 ± 3,88		

³Калашиникова Л.А., Хабибрахманова Я.А., Павлова И.Ю., Ганченкова Т.Б., Дунин М.И., Приданова И.Е. Рекомендации по геномной оценке крупного рогатого скота. Лесные Поляны, Московская область, 2015. 33 с.

⁴Валитов Ф.Р. Эффективность использования современных методов маркерной селекции в молочном скотоводстве: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук, 2018. 42 с.

тается неизменным (0,31–0,39 и 0,61–0,69)⁵. Нашими исследованиями в стаде установлена частота AA, AB и BB генотипов соответственно как 27,6; 44,2; 28,2. В гене TNF-α около половины животных имеют гетерозиготный генотип, TNF-α^{GG} – 37,8%, на долю TNF-α^{AA} приходится 13,5%. При этом генное равновесие не нарушено.

Наиболее высокая гомозиготность отмечена по гену PRL (0,736), тогда как по другим генам она находится примерно в одинаковом соотношении с гетерозиготностью.

На изменение генофонда непосредственное влияние оказывает продуктивное долголетие коров. В связи с этим представляет интерес исследование ассоциированности этого показателя с разными генотипами. Его изучали по количеству животных, имеющих от одной до шести лактаций с учетом генотипов.

Анализ проведен в процентном соотношении численности животных в последующих лактациях к первой (см. табл. 2).

При анализе табл. 2 по продуктивному долголетию выявлены приоритетные генотипы, к которым можно отнести BLG^{BB}, PRL^{AA}, PRL^{AB}, TNF-α^{GG}. Их численность в третьей лактации относительно первой составляет более 70%.

Так, в гене BLG обращают на себя внимание коровы с BLG^{BB} генотипом, численность которых в третьей лактации относительно первой составляет 77,2%, что выше, чем с генотипами BLG^{AA} и BLG^{AB}, на 33,1 и 27,9% соответственно ($p < 0,01$). В дальнейшем разница не достигает достоверных различий, однако тенденция сохраняется и в шестой лактации коров осталось 9,0%, что представляет самое высокое значение этого показателя.

В PRL гене к приоритетному генотипу по показателю долголетия можно отнести PRL^{AA}, число носителей которого в третьей лактации было самое высокое из всех сравниваемых животных. Половина этих животных продуцировала в четвертой, 15% – в пятой и 8,3% – в шестой лактации.

При анализе продуктивного долголетия среди коров с разными генотипами гена TNF-α выявлено более высокое его значение у коров с геном TNF-α^{GG}. По третьей лактации его разница с TNF-α^{GA} генотипом составляет 20,2% ($p < 0,05$), с TNF-α^{AA} генотипом – 37,9% ($p < 0,001$), однако в четвертой лактации различия сохранились только в отношении генотипа TNF-α^{AA}, 40,6% против 9,5% ($p < 0,001$). В последующих лактациях различия между генотипами сгладились.

Табл. 2. Продуктивное долголетие коров с учетом генотипов, %

Table 2. Productive longevity of cows taking into account genotypes, %

Генотип	n (первая лактация)	Лактация				
		вторая	третья	четвертая	пятая	шестая
CSN3 ^{AA}	72	88,8 ± 3,7	47,2 ± 5,8	25,0 ± 5,1	4,1 ± 2,3	1,3 ± 1,3
CSN3 ^{AB}	95	90,5 ± 3,0	48,4 ± 5,1	31,6 ± 4,7	6,3 ± 2,5	4,2 ± 2,0
CSN3 ^{BB}	19	89,5 ± 7,0	42,1 ± 11,3	26,3 ± 10,1	10,5 ± 7,0	5,2 ± 5,1
BLG ^{AA}	43	86,0 ± 5,3	44,1 ± 7,6	34,9 ± 7,3	2,3 ± 2,3	0,0
BLG ^{AB}	69	97,1 ± 2,0	49,3 ± 6,0	26,0 ± 5,3	5,7 ± 2,8	2,8 ± 1,9
BLG ^{BB}	44	95,4 ± 3,2	77,2 ± 6,3	43,2 ± 7,5	13,6 ± 5,2	9,0 ± 4,3
PRL ^{AA}	72	95,8 ± 2,4	81,9 ± 4,5	51,4 ± 5,9	15,3 ± 4,2	8,3 ± 3,3
PRL ^{AB}	28	96,4 ± 3,5	85,7 ± 6,6	57,4 ± 9,3	0,0	0,0
PRL ^{BB}	2	100,0 ± 0,0	100,0 ± 0,0	0,0	0,0	0,0
TNF-α ^{AA}	21	95,2 ± 4,7	33,3 ± 10,2	9,5 ± 6,3	0,0	0,0
TNF-α ^{GA}	76	93,4 ± 2,8	50,0 ± 5,7	34,2 ± 5,6	7,8 ± 3,1	3,9 ± 2,2
TNF-α ^{GG}	59	93,2 ± 3,3	71,2 ± 5,9	40,6 ± 6,4	8,4 ± 3,6	5,0 ± 2,8

⁵Тюлькин С.В. Молекулярно-генетическое тестирование крупного рогатого скота по генам белков молока, гормонов, фермента и наследственных заболеваний: автореф. дис. ... д-ра биол. наук, 2019. 46 с.

Между генотипами гена k-казеина и сроками хозяйственного использования коров, а также с молочной продуктивностью связей не выявлено.

При изучении влияния генотипов гена BLG на продуктивность по всем учтенным признакам существенных различий не выявлено, за исключением удоя во второй лактации, где приоритетное положение занимает генотип BLG^{AA}. Различие с носителями ге-

нотипа BLG^{BB} составляет 624 кг ($p < 0,01$) (см. табл. 3).

О желательности определенного генотипа в гене BLG данные противоречивы. Рядом авторов [15] показана связь показателей молочной продуктивности (удой, жир, белок) с аллелем В гена BLG, другие, напротив, с аллелем А [16, 17].

Аналогичная ситуация отмечена и в отношении генотипов гена TNF- α (см. табл. 4).

Табл. 3. Продуктивность коров за 305 дней лактации в зависимости от носительства генотипа по гену BLG

Table 3. Productivity of cows for 305 days of lactation depending on the genotype carrier of BLG gene

Показатель	Генотип		
	BLG ^{AA}	BLG ^{AB}	BLG ^{BB}
<i>Первая лактация</i>			
<i>n</i>	43	69	44
Удой, кг	5391,1 ± 131,2	5377,8 ± 95,3	5194,2 ± 123,2
Жир, кг	3,71 ± 0,02	3,72 ± 0,01	3,70 ± 0,02
Белок, %	3,27 ± 0,01	3,26 ± 0,01	3,23 ± 0,01
<i>Вторая лактация</i>			
<i>n</i>	37	67	42
Удой, кг	6080,5 ± 185,4	6070,9 ± 149,1	5456,1 ± 153,1
Жир, кг	3,86 ± 0,02	3,88 ± 0,01	3,86 ± 0,02
Белок, %	3,40 ± 0,01	3,42 ± 0,01	3,36 ± 0,02
<i>Третья лактация</i>			
<i>n</i>	35	60	65
Удой, кг	6132,9 ± 124,7	6024,2 ± 139,6	5841,0 ± 136,3
Жир, кг	3,89 ± 0,02	3,91 ± 0,01	3,88 ± 0,02
Белок, %	3,39 ± 0,01	3,38 ± 0,01	3,36 ± 0,0

Табл. 4. Продуктивность коров в зависимости от носительства генотипа по гену TNF- α

Table 4. Productivity of cows depending on the genotype carrier of TNF- α gene

Показатель	Генотип		
	TNF- α ^{AA}	TNF- α ^{AB}	TNF- α ^{BB}
<i>Первая лактация</i>			
<i>n</i>	21	76	58
Удой, кг	5596,1 ± 199,2	5313,5 ± 82,4	5257,6 ± 118,3
Жир, кг	3,75 ± 0,02	3,72 ± 0,01	3,68 ± 0,02
Белок, %	3,29 ± 0,01	3,26 ± 0,01	3,23 ± 0,01
<i>Вторая лактация</i>			
<i>n</i>	20	71	55
Удой, кг	6319 ± 191,9	5981,6 ± 151,4	5632,6 ± 142,2
Жир, кг	3,91 ± 0,02	3,90 ± 0,01	3,88 ± 0,02
Белок, %	3,38 ± 0,01	3,38 ± 0,01	3,36 ± 0,01
<i>Третья лактация</i>			
<i>n</i>	9	74	76
Удой, кг	6516 ± 413,7	5984,5 ± 117,3	5880,1 ± 113,6
Жир, кг	3,91 ± 0,02	3,90 ± 0,01	3,88 ± 0,02
Белок, %	3,38 ± 0,02	3,38 ± 0,01	3,36 ± 0,01

Коровы с желательным с точки зрения продуктивного долголетия генотипом $TNF-\alpha^{GG}$ не отличаются высокой молочной продуктивностью. По второй лактации более высокий удой (на 787,3 кг) у коров с генотипом $TNF-\alpha^{AA}$, в сравнении с генотипом $TNF-\alpha^{GG}$ ($p < 0,01$). У этих животных наблюдали и повышенное содержание в молоке жира на 0,07% и белка на 0,05% ($p < 0,01$). Продуктивность коров с гетерозиготным генотипом $TNF-\alpha^{AG}$ занимает среднее положение.

Выявленные различия между генотипами по срокам хозяйственного использования и молочной продуктивностью коров можно учитывать при составлении перспективного плана племенной работы с этой породой.

ВЫВОДЫ

1. Коровы симментальской породы имеют полиморфизм по всем изученным генам, частота генотипов которых соответствует породной принадлежности. Генное равновесие не нарушено ($\chi^2 = 0,147-2,306$). Гомо- и гетерозиготность находится примерно в одинаковом соотношении, за исключением гомозиготности гена PRL (0,736).

2. Наиболее высокое продуктивное долголетие отмечено у коров с BLG^{BB} , PRL^{AA} , PRL^{AB} , $TNF-\alpha^{GG}$ генотипами. Их численность в третьей лактации относительно первой составляет более 70%. В четвертой лактации более высокая численность коров наблюдается с генотипами BLG^{BB} и PRL^{AA} , 9,0 и 8,3% соответственно относительно первой лактации.

3. К приоритетным генотипам по молочной продуктивности можно отнести генотип BLG^{AA} . Различие с носителями генотипа BLG^{BB} составляет 624 кг ($p < 0,01$). В гене $TNF-\alpha$ более высокий удой по второй лактации (на 787,3 кг) наблюдали у коров с генотипом $TNF-\alpha^{AA}$, в сравнении с генотипом $TNF-\alpha^{GG}$ ($p < 0,01$). У этих животных установлено повышенное содержание в молоке жира на 0,07%, белка на 0,05% ($p < 0,01$).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тихомиров И.А., Скоркин В.К., Аксенова В.П., Андрюхина О.Л. Продуктивное

долголетие коров и анализ причин их выбытия // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2016. № 1 (21). С. 64–72.

2. Руденко О.В. Связь уровня молочной продуктивности красных горбатовских коров с их продуктивным долголетием // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 1 (45). С. 101–106. DOI: 10.18286/1816-4501-2019-1-101-106
3. Клименок И.И., Герасимчук Л.Д., Яранцева С.Б., Шишкина М.А. Продолжительность продуктивного использования коров породы Сибирячка в Западной Сибири // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. 2016. № 4 (41). С. 137–142.
4. Юмагузин И.Ф., Аминова А.Л., Валитов Ф.Р. Продолжительность хозяйственного использования коров в зависимости от уровня молочной продуктивности за первую лактацию // Известия Уфимского научного центра Российской академии наук. 2018. № 3–6. С. 80–82. DOI: 10.1040/2222-8349-2018-6-3-80-82
5. Руденко О.В. Генетические факторы, обуславливающие продуктивное долголетие коров в бурой швицкой породе // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 2 (51). С. 22–28.
6. Ерёмин С.В., Руденко О.В., Ерёмин А.П. Молочная продуктивность и долголетие коров бурой швицкой породы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 2 (70). С. 227–230.
7. Ковалюк Н.В., Гырнец Е.А. Полиморфизм аллелей гена LEP как генетический маркер функционального долголетия крупного рогатого скота айрширской породы // Universum: Химия и биология: электрон. научн. журнал. 2016. № 6 (24). С. 3. URL: <http://7Universum.com/ru/nature/archive/item/3257>.
8. Труфанов В.Г., Серёгин А.С., Глотова Г.Н. Продуктивное долголетие холмогорской породы разных генотипов по каппа-казеину // Вестник Рязанского государственного аграрно-технологического университета им. П.А. Костычева. 2010. № 3 (7). С. 18–20.
9. Крыцина Т.И., Кочнев Н.Н., Голубева Е.Б., Айтназаров Р.Б., Гончаренко Г.М., Юдин Н.С. Ассоциация полиморфизма – 824 A/G гена фактора некроза опухоли с

- показателями роста телят красной степной породы // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. 2014. № 3 (33). С. 71–75.
10. Люханов М.П., Петухов В.Л., Короткевич О.С., Себежко О.И. Исследование однонуклеотидного полиморфизма SNPs по гену TNF R1 у крупного рогатого скота чёрно-пёстрой породы в Западной Сибири в связи с молочной продуктивностью // Зоотехния. 2015. № 3. С. 2–3.
 11. Гончаренко Г.М., Горячева Т.С., Медведева Н.С., Гришина Н.Б., Акулич Е.Г., Кононенко Е.В. Полиморфизм гена к-казеина и сыродельческие признаки молока коров симментальской породы // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 10. С. 45–46.
 12. 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 // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2016. № 4. С. 44–53.
 13. Гончаренко Г.М., Гришина Н.Б., Плахина О.В., Бексеитов Т.К. Полиморфизм гена CSN3 симментальской породы скота разных эколого-географических зон и связь генотипов с продуктивностью // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2016. № 6. С. 47–53.
 14. Валитов Ф.Р. Полиморфизм гена PRL в популяциях крупного рогатого скота плановых пород Республики Башкортостан // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2018. № 2. С. 61–66. DOI: 10.31563/1684-7628-2018-46-2-61-66
 15. Новиков Д.В., Калашикова Л.А., Беган М.А. Полиморфизм генов молочных белков у коров голштинской породы в условиях Рязанской области // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2014. № 2 (22). С. 12–15.
 16. Ахметов Т.М., Тюлькин С.В., Валиулина Э.Ф. Молочная продуктивность коров с разными генотипами бета-лактоглобулина // Учёные записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2011. Т. 207. С. 51–57.
 17. Федотова Н.В., Лозовая Г.С. Полиморфизм бета-лактоглобулина и оценка молочной

продуктивности чёрно-пёстрых коров разных генотипов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2011. № 6. С. 57–60.

REFERENCES

1. Tikhomirov I.A., Skorkin V.K., Aksenova V.P., Andryukhina O.L. Produktivnoe dolgoletie korov i analiz prichin ikh vybytiya [Cows productive longevity and their reasons for culling analysis]. *Vestnik Vserossiiskogo Nauchno-issledovatel'skogo instituta mekhanizatsii zhivotnovodstva* [Journal of All-Russian Research Institute of Animal Husbandry Mechanization], 2016, no. 1 (21), pp. 64–72. (In Russian).
2. Rudenko O.V. Svyaz' urovnya molochnoi produktivnosti krasnykh gorbatovskikh korov s ikh produktivnym dolgoletiem [The connection between the level of milk productivity of red Gorbatov cows and their productive longevity]. *Vestnik Ul'yanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy], 2019, no. 1(45), pp. 101–106. (In Russian). DOI: 10.18286/1816-4501-2019-1-101-106
3. Klimenok I.I., Gerasimchuk L.D., Yarantseva S.B., Shishkina M.A. Prodolzhitel'nost' produktivnogo ispol'zovaniya korov porody Sibiryachka v Zapadnoi Sibiri [Duration of efficient usage of Sibiryachka cows in Western Siberia]. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Novosibirsk State Agrarian University], 2016, no. 4(41), pp. 137–142. (In Russian).
4. Yumaguzin I.F., Aminova A.L., Valitov F. R. Prodolzhitel'nost' khozyaistvennogo ispol'zovaniya korov v zavisimosti ot urovnya molochnoi produktivnosti za pervuyu laktatsiyu [Duration of economic use of cows depending on the level of milk yield during the first lactation]. *Izvestiya Ufimskogo nauchnogo tsentra rossiiskoi akademii nauk* [Proceedings of the RAS Ufa Scientific Centre], 2018, no. 3–6, pp. 80–82. (In Russian). DOI: 10.1040/2222-8349-2018-6-3-80-82
5. Rudenko O.V. Geneticheskie faktory, obuslovlivayushchie produktivnoe dolgoletie korov v buroi shvitskoi porode [Genetic factors influencing productive longevity of cows in brown Schwyz breed]. *Vestnik Izhevskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [The

- Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy], 2017, no. 2 (51), pp. 22–28. (In Russian).
6. Eremin S.V., Rudenko O.V., Eremin A.P. Molochnaya produktivnost' i dolgoletie korov buroi shvitskoi porody [Milk yields and longevity of brown Schwyz cows]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Izvestia of Orenburg State Agrarian University], 2018, no. 2 (70), pp. 227–230. (In Russian).
 7. Kovalyuk N.V., Gyrnets E.A. Polimorfizm allelei gena LEP kak geneticheskie marker funktsional'nogo dolgoletiya krupnogo rogatogo skota airshirskoi porody [Polymorphism of LEP gene allele as a genetic marker of functional longevity of Ayrshire cattle]. *Universum: Khimiya i biologiya: ehlektron. nauchn. zhurnal* [Universum: Chemistry and Biology: Electronic Scientific Journal], 2016, no. 6 (24), pp. 3. URL: <http://7Universum.com/ru/nature/archive/item/3257>. (In Russian).
 8. Trufanov V.G., Seregin A.S., Glotova G.N. Produktivnoe dolgoletie kholmogorskoj porody raznykh genotipov po kappa-kazeinu [Productive longevity of different kappa-casein genotypes Kholmogorskaya breed cows]. *Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrarnotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva* [Herald of Ryazan State Agrotechnological University named after P. A. Kostychev], 2010, no. 3 (7), pp. 18–20. (In Russian).
 9. Krytsina T.I., Kochnev N.N., Golubeva E.B., Aitnazarov R.B., Goncharenko G.M., Yudin N.S. Assotsiatsiya polimorfizma – 824 A/G gena faktora nekroza opukholi s pokazatelyami rosta telyat krasnoj stepnoi porody [Association of polymorphism – 824 A/G of the gene of tumor necrosis factor with growth indices of calves of red steppe breed]. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Novosibirsk State Agrarian University], 2014, no. 3 (33), pp. 71–75. (In Russian).
 10. Lyukhanov M.P., Petukhov V.L., Korotkevich O.S., Sebezhenko O. I. Issledovanie odnonukleotidnogo polimorfizma SNPs po genu TNF R1 u krupnogo rogatogo skota cherno-pestrogo porody v Zapadnoi Sibiri v svyazi s molochnoi produktivnost'yu [Study of single-nucleotide polymorphism (SNP) on the gene TNFR1 of Black-and-White breed cattle in Western Siberia in relation to milk yield]. *Zootekhniya* [Zootechniya], 2015, no. 3, pp. 2–3. (In Russian).
 11. Goncharenko G.M., Goryacheva T.S., Medvedeva N.S., Grishina N.B., Akulich E.G., Kononenko E.V. Polimorfizm gena k-kazeina i syrodel'cheskie priznaki moloka korov simmental'skoi porody [Polymorphism of the k-casein gene and cheese-making characters of milk of cattle of Simmental breed]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of AIC], 2013, no. 10, pp. 45–46. (In Russian).
 12. Goncharenko G.M., Grishina N.B., Plakhina O.V., Gerasimchuk L.D., Bambukh V.I., Pankov E.A., Pankov S.A. Vliyanie golshtinizatsii simmental'skoi porody na izmenenie polimorfizma genov CSN3, BLG i ikh svyaz' s produktivnost'yu i syroprigodnost'yu [Effect of the crossing of Simmental with Holstein on changing polymorphisms in genes CSN3 and BLG and their relationship to productivity and fitness of milk for cheese making]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2016, no. 4, pp. 44–53. (In Russian).
 13. Goncharenko G.M., Grishina N.B., Plakhina O.V., Bekseitov T.K. Polimorfizm gena CSN3 simmental'skoi porody skota raznykh ehkologo-geograficheskikh zon i svyaz' genotipov s produktivnost'yu [Polymorphism in the gene CSN3 in Simmental cattle from different eco-geographical zones and relationship between genotype and productivity]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2016, no. 6, pp. 47–53. (In Russian).
 14. Valitov F.R. Polimorfizm gena PRL v populyatsiyakh krupnogo rogatogo skota planovykh porod Respubliki Bashkortostan [PRL gene polymorphism in populations of cattle for breed improvement in Bashkortostan Republic]. *Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Vestnik of Bashkir State Agrarian University], 2018, no. 2, pp. 61–66. (In Russian). DOI: 10.31563/1684-7628-2018-46-2-61-66
 15. Novikov D.V., Kalashnikova L.A., Began M.A. Polimorfizm genov molochnykh belkov u korov golshtinskoi porody v usloviyakh Ryazanskoi oblasti [Polymorphism of genes of dairy proteins with cows of Holstein breed in Ryazan region]. *Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva* [Herald of Ryazan State Agrotechnological University named after

- P.A. Kostychev], 2014, no. 2(22), pp. 12–15. (In Russian).
16. Akhmetov T.M., Tyul'kin S.V., Valiulina E.H.F. Molochnaya produktivnost' korov s raznymi genotipami beta-laktoglobulina [Milk production of cows with different combination genotypes of kappa-casein and beta-lactoglobulin]. *Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny im. N.E. Bauman* [Scientific Notes of Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman], 2011, vol. 207, pp. 51–57. (In Russian).
17. Fedotova N.V., Lozovaya G.S. Polimorfizm beta-laktoglobulina i otsenka molochnoi produktivnosti cherno-pestrykh korov raznykh genotipov [Beta-lactoglobulin polymorphism and evaluation of milk production of Black-and-White cows of different genotypes]. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Altai State Agricul-

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Магер С.Н., доктор биологических наук, профессор, руководитель Сибирского научно-исследовательского и проектно-технологического института животноводства

✉ **Гончаренко Г.М.**, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск; СФНЦА РАН, а/я 463; e-mail: sibnptij@ngs.ru

Гришина Н.Б., кандидат биологических наук, старший научный сотрудник

Хорошилова Т.С., научный сотрудник

Герасимчук Л.Д., кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник

Шишкина М.А., кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

Халина О.Л., младший научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

Mager S.N., Doctor of Science in Biology, Professor, Head of Siberian Research and Design Institute of Animal Husbandry

✉ **Goncharenko G.M.**, Doctor of Science in Biology, Head Researcher; **address:** PO Box 463, SFSCA RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; e-mail: sibnptij@ngs.ru

Grishina N.B., Candidate of Science in Biology, Senior Researcher

Khoroshilova T.S., Researcher

Gerasimchuk L.D., Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher

Shishkina M.A., Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher

Khalina O.L., Junior Researcher

Дата поступления статьи 17.06.2019
Received by the editors 17.06.2019