

ВЛИЯНИЕ ПОЛИМОРФНЫХ ВАРИАНТОВ ГЕНОВ КАППА–КАЗЕИНА И ГОРМОНА РОСТА НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ ПЕРВОТЕЛОК УРАЛЬСКОГО ТИПА

И.В. ТКАЧЕНКО, С.Л. ГРИДИНА

(Уральский научно–исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно–исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук»)

Потенциал продуктивности крупного рогатого скота во многом зависит от генетических вариантов маркерных генов, присутствующих в генотипе особи. К перспективным ДНК–маркерам относятся ген каппа–казеина (CSN3) и ген гормона роста или соматотропина (GH).

Определена частота встречаемости аллелей и генотипов генов каппа–казеина (A и B) и соматотропина (L и V) у крупного рогатого скота черно–пестрой породы племенных предприятий Свердловской области. Выявлено преимущественное распространение аллеля CSN3^A гена каппа–казеина (83,7%) и аллеля GH^L гена гормона роста (88,3%). Гомозиготный генотип CSN3^{AA} имеет 70,6% животных, генотип CSN3^{AB} несет 26,1% особей, генотип CSN3^{BB} – 3,3%. Распределение генотипов гена гормона роста среди оцененных коров аналогичное: GH^{LL} – 77,2%, GH^{LV} – 22,1%, GH^{VV} – 0,7%. Комплексным генотипом CSN3^{AA}/GH^{LL} обладали 55,8% животных.

Изучена молочная продуктивность 303 коров с разным генотипом за 305 дней первой лактации. Первотелки с генотипом CSN3^{BB} каппа–казеина имели наиболее высокий удой (8231 кг), жирномолочность (4,24%) и выход питательных веществ за период лактации (603,3 кг). Самый низкий удой получен от гетерозиготных животных с генотипом CSN3^{AB} – 7387 кг, они статистически значимо уступали по этому показателю сверстницам с гомозиготными генотипами CSN3^{AA} и CSN3^{BB} при P<0,05.

Существуют различия по уровню молочной продуктивности в зависимости от генотипа по гену гормона роста. Наиболее высокой обильномолочностью характеризовались первотелки с генотипом GH^{LL} – 7799 кг, что на 396 кг выше, чем у гетерозиготных сверстниц при P<0,01. Самый низкий удой по первой лактации имели коровы с генотипом GH^{VV} по соматотропину – 5674 кг, они достоверно уступали по этому показателю не только первотелкам с гомозиготным генотипом GH^{LL} (P<0,001), но и гетерозиготным животным (P<0,01).

Определенной закономерности и значимых различий между группами по содержанию белка в молоке не выявлено.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, тип уральский, генотип, каппа–казеин, соматотропин, полиморфизм, молочная продуктивность.

На территории Свердловской области крупный рогатый скот молочного направления продуктивности представлен уральским типом черно–пестрой породы, который создан путем многолетней целенаправленной селекционной работы. При выведении нового высокопродуктивного и приспособленного к местным условиям типа активно использовали лучший отечественный и зарубежный генофонд. В настоящее время кровность животных по улучшающей голштинской породе составляет более

88%, при этом продуктивность первотелок уральского типа превосходит показатели сверстниц по удою на 1270 кг молока, по жирномолочности – на 0,04% и по содержанию белка – на 0,05% [2]. Достигнутый результат селекции необходимо поддерживать и развивать, учитывая, что раскрытие генетического потенциала продуктивности животных обусловлено, в частности, полиморфизмом маркерных генов.

Наибольшей популярностью у селекционеров пользуется ген каппа-казеина – CSN3, являющийся и более изученным. Существенная доля в стоимости молока принадлежит белку, в связи с этим большое значение имеет генотип животных по гену CSN3, так как накоплены данные, свидетельствующие, что аллели CSN3^A и CSN3^B этого гена оказывают влияние на качественный состав и технологические характеристики молока [3, 4, 11, 14].

К перспективным ДНК-маркерам относится также ген гормона роста или соматотропина, влияние которого на показатели продуктивности крупного рогатого скота молочных пород в настоящее время активно изучается. Взаимосвязь различных вариантов гена GH с молочной продуктивностью к настоящему моменту показана в ряде публикаций [7, 8, 9, 10, 13, 15, 17].

Цель исследований состояла в изучении генетической структуры и оценке молочной продуктивности крупного рогатого скота уральского типа с различными генетическими вариантами генов каппа-казеина и соматотропина.

Методика исследований

Изучение молочной продуктивности в зависимости от генетических вариантов генов каппа-казеина и соматотропина проведено на 303 первотелках уральского типа из четырех племенных заводов Свердловской области, в которых средний удой на фуражную корову был не менее 7000 кг молока: Колхоз «Урал», ООО «Агрофирма «Уральская», ООО «Бородулинское», СПК «Килачевский».

Выделение геномной ДНК проводили из цельной крови, консервированной ЭДТА, с использованием набора ДНК-Экстран-1 производства ЗАО «Синтол» (Россия). Полиморфизм генов выявляли методом ПЦР-ПДРФ анализа. Для амплификации фрагментов генов каппа-казеина (CSN3) использовали праймеры [16]:

F: 5'-ATA gCC AAA TAT ATC CCA ATT CAg T-3'

R: 5'-TTT ATT AAT AAg TCC ATg AAT CTT g-3'

Амплификацию фрагментов гена соматотропина (GH) проводили с праймерами [12]:

F:: 5' - gCT-gCT-CCT-gAg-ggC-CCT-TC -3'

R: 5' - CAT-gAC-CCT-CAg-gTA-CgT-CTC-Cg - 3'

На следующем этапе ПЦР-продукт каппа-казеина обрабатывали эндонуклеазой рестрикции Hind III, соматотропина – AluI. Для постановки реакции рестрикции использованы ферменты производства НПО «СибЭнзим» (Россия).

Частота встречаемости генотипов и аллелей рассчитана в соответствии с общепринятыми методиками [6].

Для изучения взаимосвязи между генотипом животного и признаками молочной продуктивности использованы данные программы ИАС «Селэкс» (молочный скот) за 305 дней первой лактации. Достоверность разницы определена по критерию Стьюдента [6].

Результаты и их обсуждение

Генетическая структура крупного рогатого скота уральского типа, разводимого

в племенных заводах Свердловской области, характеризуется преимущественным распространением аллеля CSN3^A гена каппа-казеина (83,7%) и аллеля GH^L гена гормона роста (88,3%). В соответствии с выявленными частотами аллелей, генотипы по каппа-казеину распределились следующим образом: CSN3^{AA} – 70,6%, CSN3^{AB} – 26,1%, CSN3^{BB} – 3,3%. Аналогичное распределение генотипов наблюдается в случае с геном гормона роста: GH^{LL} – 77,2%, GH^{LV} – 22,1%, GH^{VV} – 0,7%.

По частоте встречаемости аллелей и генотипов генов каппа-казеина и соматотропина полученные нами данные согласуются с результатами исследователей, изучавших полиморфизм этих ДНК-маркеров у крупного рогатого скота черно-пестрой и голштинской пород. В то же время распространение аллеля CSN3^B каппа-казеина значительно выше среди представителей других пород. По сообщению И.М. Волохова и др. [1] при генотипировании первотелок красно-пестрой породы в Волгоградской области, животных с генотипом CSN3^{BB} оказалось 18,0%. Наибольшие отличия в частоте встречаемости генотипов каппа-казеина выявлены Н.С. Марзановым и др. [5] при изучении популяции коров бурой швицкой породы в Кабардино-Балкарской Республике, где частота встречаемости аллеля CSN3^A составила 37,74%, аллеля CSN3^B – 62,26%, генотипа CSN3^{BB} – 38,46%.

Существуют определенные различия по уровню молочной продуктивности животных в зависимости от генотипа по каппа-казеину (табл. 1). Преимущество по удою и жирномолочности имели первотелки с генотипом CSN3^{BB}, белковомолочность была выше в группе гетерозиготных коров, однако достоверных различий между группами по этому показателю не зафиксировано. По сумме питательных веществ, произведенных за 305 дней первой лактации, первотелки с генотипом CSN3^{BB} имели лучшие показатели в сравнении со сверстницами, обладающими другими генотипами каппа-казеина.

Таблица 1

Молочная продуктивность первотелок с различными генотипами каппа-казеина

Генотип	Количество голов	Продуктивность					
		удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	МДЖ, кг	МДБ, кг	сумма питательных веществ, кг
AA	214	7788±101	3,98±0,02	3,10±0,01	310,0	241,4	551,4
AB	79	7387±151	4,05±0,04	3,14±0,02	299,2	232,0	531,2
BB	10	8231±384	4,24±0,09	3,09±0,03	349,0	254,3	603,3
AA к BB		– 443	– 0,26**	+ 0,01	– 39,0	– 12,9	– 51,9
AA к AB		+ 401*	– 0,07	– 0,04	+ 10,8	+ 9,4	+ 20,2
BB к AB		+ 844*	+ 0,19	– 0,05	+ 49,8	+ 22,3	+ 72,1

Здесь и далее: * P < 0,05; ** P < 0,01

Результаты изучения молочной продуктивности первотелок, различающихся генотипами гена гормона роста, представлены в таблице 2. В данном случае значимые различия выявлены только по обильномолочности животных, при этом первотелки с генотипом GH^{LL} превосходили сверстниц с генотипом GH^{LV} на 396 кг или 5,07%. Самый низкий удой по первой лактации имели коровы с генотипом GH^{VV} по соматотропину, они достоверно уступали по этому показателю не только первотелкам с гомозиготным генотипом GH^{LL} (P<0,001), но и гетерозиготным животным, характеризующимся генотипом GH^{LV} (P<0,01).

Таблица 2

Молочная продуктивность первотелок с различными генотипами соматотропина

Генотип	Количество голов	Продуктивность					
		удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	МДЖ, кг	МДБ, кг	сумма питательных веществ, кг
LL	234	7799±95	4,01±0,02	3,12±0,01	312,7	243,3	556,0
LV	67	7403±168	3,98±0,03	3,08±0,02	294,6	228,0	522,6
VV	2	5674±621	4,15±0,15	3,12±0,08	235,5	177,0	412,5
LL к VV		+2125***	-0,14	0,0	+77,2	+66,3	+143,5
LL к LV		+396*	+0,03	+0,04	+18,1	+15,3	+33,4
VV к LV		-1729**	+0,17	+0,04	-59,1	-51,0	-110,1

Генетическая структура поголовья по комплексным генотипам каппа–казеина и соматотропина представлена семью вариантами из девяти возможных (табл. 3).

Наиболее распространенным, как и предполагалось, оказался комплексный генотип CSN3^{AA}/GH^{LL}, им обладали 55,8% животных. Второе место по численности занимали особи с вариантом генотипа CSN3^{AB}/GH^{LL} (19,5%). Реже всех встречалось сочетание CSN3^{AA}/GH^{VV} – 2 головы или 0,6%. Животные с сочетаниями генотипов CSN3^{AB}/GH^{VV} и CSN3^{BB}/GH^{VV} в исследуемой популяции крупного рогатого скота выявлены не были.

Рассматривая молочную продуктивность коров, можно отметить определенную закономерность: удой животных, имеющих одинаковый генотип по каппа–казеину, увеличивается в присутствии GH^L-аллеля гормона роста. Однако это правило не распространяется на первотелок с генотипом CSN3^{BB} каппа–казеина, возможно из-за малочисленности выборки последних, которые имеют самую высокую молочную продуктивность среди всех групп животных.

Таблица 3

Молочная продуктивность первотелок с различными комплексными генотипами

Генотип CSN3/ GH	Количество голов	Продуктивность					
		Удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	МДЖ, кг	МДБ, кг	сумма питательных веществ, кг
AA/LL	169	7925±113	3,99±0,02	3,11±0,01	316,2	246,5	562,7
AA/LV	43	7347±211*	3,93±0,03	3,07±0,02	288,7	225,6	514,3
AA/VV	2	5674±621**	4,15±0,15	3,12±0,08	235,5	177,0	412,5
AB/LL	59	7401±176*	4,04±0,05	3,14±0,02	299,0	232,4	531,4
AB/LV	20	7346±305	4,08±0,07	3,12±0,03	299,7	229,2	528,9
BB/LL	6	8183±491	4,27±0,10**	3,07±0,05	349,4	251,2	600,6
BB/LV	4	8303±703	4,19±0,20	3,13±0,04	347,9	260,0	607,9

Так, обильномолочность снижается с изменением генотипов в ряду CSN3^{AA}/GH^{LL} – CSN3^{AA}/GH^{LV} – CSN3^{AA}/GH^{VV}, а также CSN3^{AB}/GH^{LL} – CSN3^{AB}/GH^{LV}, где первотелки с самым распространенным генотипом CSN3^{AA}/GH^{LL} имеют удой на уровне

не 7925 кг и достоверно превышают по этому показателю животных CSN3^{AA}/GH^{LV} на 578 кг (P<0,05), обладательниц генотипа CSN3^{AA}/GH^{VV} – на 2251 кг (P<0,01), а также первотелок с CSN3^{AB}/GH^{LL} генотипом – на 524 кг (P<0,05).

На данном этапе исследований зафиксировано достоверное различие по содержанию жира в молоке животных с комплексными генотипами CSN3^{AA}/GH^{LL} и CSN3^{BB}/GH^{LL} в пользу последних (P<0,01), однако, очевидно, что в данном случае определяющую роль имеет генотип по каппа–казеину.

Определенной закономерности и значимых различий между группами по содержанию белка в молоке не выявлено.

Заключение

Полученные в исследованиях данные показывают, что крупный рогатый скот уральского типа черно–пестрой породы, разводимый в племенных предприятиях Свердловской области, характеризуется преобладанием аллеля CSN3^A и генотипа CSN3^{AA} каппа–казеина, аллеля GH^L и генотипа GH^{LL} соматотропина. Выявлено преимущество по удою, жирномолочности и выходу питательных веществ первотелок с генотипом CSN3^{BB}, а также по удою и сумме питательных веществ животных, имеющих генотип GH^{LL}. Существенных различий между группами по содержанию белка в молоке не обнаружено.

Библиографический список

1. Волохов И.М., Пащенко О.В., Морозов А.В. Продуктивные качества скота красно–пестрой породы различных генотипов по каппа–казеину // Зоотехния. 2012. № 5. С. 4–5.
2. Гридина С.Л., Гридин В.Ф. Оценка племенных и продуктивных качеств крупного рогатого скота черно–пестрой породы в областях и республиках Урала за 2016 год / Екатеринбург, 2017. 64 с.
3. Гридина С.Л., Ткаченко И.В. Генотипирование крупного рогатого скота племенных предприятий Свердловской области по гену каппа–казеина // АПК России. 2016. Т.23. № 2. С. 273–277.
4. Калашикова 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. 2015. 33 с.
5. Марзанов Н.С., Тохов М.Х., Дохова З.Л., Попов А.Н., Начоев Х.Х., Попов Н.А., Саморуков Ю.В., Марзанова С.Н. Генетические особенности коров бурой швицкой породы и их влияние на технологические свойства молока // Молочное и мясное скотоводство. 2014. № 1. С. 28–30.
6. Меркурьева Е.К., Шангин–Березовский Г.Н. Генетика с основами биометрии / М.: Колос, 1983. 400 с.
7. Некрасов А.А., Попов А.Н., Попов Н.А., Федотова Е.Г. Влияние полиморфизма генов молочных белков и гормонов на энергию роста телок черно–пестрой голштинской породы // Таврический научный обозреватель. 2016. № 5–2 (10). С. 91–95.
8. Некрасов Д.К., Колганов А.Е., Калашикова Л.А., Семашкин А.В. Взаимосвязь полиморфных вариантов генов пролактина, гормона роста и каппа–казеина с молочной продуктивностью коров ярославской породы // Аграрный вестник Верхневолжья. 2017. № 1 (18). С. 40–48.
9. Перчун А.В., Лазебная И.В., Белокуров С.Г., Рузина М.Н., Сулимова Г.Е. Полиморфизм генов CSN3, bPRL и bGH у коров костромской породы в связи с пока-

зателями молочной продуктивности // *Фундаментальные исследования*. 2012. № 11 (Ч.2). С. 304–308.

10. Позовникова М.В., Сердюк Г.Н., Погорельский И.А., Тулинов О.В. Генетическая структура коров молочных пород по ДНК–маркерам и влияние их генотипов на молочную продуктивность // *Молочное и мясное скотоводство*. 2016. № 2. С. 8–12.

11. Толькин С., Ахметов Т., Нурғалиев М. Технологические свойства молока коров с разными генотипами каппа–казеина // *Молочное и мясное скотоводство*. 2011. № 8. С. 4–5.

12. Толькин С.В., Ахметов Т.М., Валиуллина Э.Ф., Вафин Р.Р. Полиморфизм по генам соматотропина, пролактина, лептина, тиреоглобулина быков–производителей // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2012. Т.16. № 4/2. С. 1008–1012.

13. Харзинова, В.Р., Зиновьева Н.А., Гладырь Е.А. Полиморфизм ДНК–маркеров DGAT1, TG5 и GH в связи с линейной принадлежностью и уровнем молочной продуктивности коров черно–пестрой породы // *Проблемы биологии продуктивных животных*. 2011. № 1. С. 73–77.

14. Часовщикова М. Взаимосвязь генетических вариантов каппа–казеина с молочной продуктивностью коров // *Молочное и мясное скотоводство*. 2011. № 8. С. 6–7.

15. Юдин Н.С., Воевода М.И. Молекулярно–генетические маркеры экономически важных признаков у молочного скота // *Генетика*. 2015. Т.51. № 5. С. 600–612.

16. Denicourt, D., Sabour M. P., McAllister A. J. Detection of bovine k–casein genomic variants by the polymerase chain reaction method // *Animal Genetics*. 1990. V.21. P. 215–216.

17. Komisarek J., Michalak A., Walendowska A. The effects of polymorphisms in DGAT1, GH and GHR genes on reproduction and production traits in Jersey cows // *Animal Science Papers and Reports* vol. 29 (2011) no. 1, 29–36.

INFLUENCE OF POLYMORPHIC VARIANTS OF KAPPA–CASEIN GENES AND GROWTH HORMONE ON DAIRY EFFICIENCY OF URAL–TYPE HEIFERS

I.V. TKACHENKO, S.L. GRIDINA

(Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre at Ural Branch of the Russian Academy of Science)

The productivity capacity of cattle depends largely on the genetic variants of marker genes present in the genotype of the animals. Promising DNA markers include the kappa–casein gene (CSN3) and the growth hormone gene (GH).

The authors have evaluated the occurrence frequencies of alleles and genotypes of the kappa–casein gene (A and B) and the growth hormone gene (L and V) of cattle grown in breeding farms in the Sverdlovsk region. The predominant distribution of the CSN3^A allele of the kappa–casein gene (83.7%) and the GH^L allele of the growth hormone gene (88.3%) has been revealed. The genotypes of the kappa–casein gene are distributed according to occurrence frequency as follows: CSN3^{AA} – 70.6%, CSN3^{AB} – 26.1%, CSN3^{BB} – 3.3%. Distribution of genotypes of the growth hormone gene in the population of the Ural type cattle is similar: GH^{LL} – 77.2%, GH^{LV} – 22.1%, GH^{VV} – 0.7%. Complex genotype CSN3^{AA}/GH^{LL} has been found in 55.8% of animals.

The authors have also studied milk productivity of 303 cows with different genotype for 305 days of the first lactation. Heifers with genotype CSN3^{BB} have shown the highest milk

yield (8231 кг), butterfat (4.24%) and yield of nutrients during the lactation period (603.3 kg). The lowest yield has been obtained from animals with genotype CSN3^{AB} – 7387 кг, it is inferior for this indicator to heifers with homozygous genotype CSN3^{AA} и CSN3^{BB} ($P < 0.05$).

There are differences in the level of milk productivity, depending on the genotype for the growth hormone gene. The highest milk yield has been observed in heifers with genotype GHLL – 7799 kg, which is 396 kg higher than in heterozygous peers ($P < 0.01$). The lowest milk yield at first lactation has been demonstrated by cows with GH^{UV} genotype in growth hormone – 5674 kg, they have proved to be inferior for this indicator, not only to heifers with homozygous GH^{LL} genotype ($P < 0.001$), but also and heterozygous animals ($P < 0.01$).

There has been revealed no definite regularity and significant differences between groups in milk protein content.

Key words: cattle, Ural type, genotype, kappa-casein, growth hormone gene, polymorphism, milk productivity.

References

1. Volokhov I.M., Paschenko O.V., Morozov A.V. Produktivnye kachestva skota krasno-pestroy porody razlichnyh genotipov po kappa-kazeinu [Productive qualities of red-motley cattle breed of various genotypes by kappa-casein] // Zootechiya. 2012. No. 5. Pp. 4–5.
2. Gridina S.L., Gridin V.F. Otsenka plemennykh i produktivnykh kachestv krupnogo rogatogo skota cherno-pestroy porody v oblastiakh i respublikakh Urala za 2016 god [Evaluation of breeding and productive qualities of black-motley cattle in the regions and republics of the Urals for 2016] / Ekaterinburg, 2017. 64 p.
3. Gridina S.L., Tkachenko I. V. Genotipirovanie krupnogo rogatogo skota plemennykh predpriyatii Sverdlovskoy oblasti po genu kappa-kazeina [Genotyping of cattle in breeding enterprises of the Sverdlovsk region for the kappa-casein gene] // APK Rossiia. 2016. Vol. 23. No. 2. Pp. 273–277.
4. Kalashnikova L.A., Habibrahmanova Ya.A., Pavlova I.Yu., Ganchenkova T.B., Dunin M.I., Pridanova I.E. Rekomendatsii po genomnoi otsenke krupnogo rogatogo skota [Recommendations on genomic evaluation of cattle] / Lesnye Polyany. 2015. 33 p.
5. Marzanov N.S., Tokhov M.Kh., Dokhova Z.L., Popov A.N., Nachoev Kh.Kh., Popov N.A., Samorukov Yu.V., Marzanova S. N. Geneticheskie osobennosti korov buroy shvitskoy porody i ikh vliyanie na tekhnologicheskie svoistva moloka [Genetic features of brown Swiss cows and their influence on the technological properties of milk] // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. 2014. No. 1. Pp. 28–30.
6. Merkur'eva E. K., Shangin-Berezovsky G. N. Genetika s osnovami biometrii [Genetics with the basics of biometrics] / M.: Kolos, 1983. 400 p.
7. Nekrasov A.A., Popov A.N., Popov N.A., Fedotova E.G. Vliyanie polimorfizma genov molochnykh belkov i gormonov na energiyu rosta telok cherno-pestroy golshtinskoj porody [The influence of genetic polymorphism of milk proteins and hormones on growth energy of black-motley Holstein heifers] // Tavricheskiy nauchnyy obozrevatel'. 2016. No. 5–2 (10). Pp. 91–95.
8. Nekrasov D.K., Kolganov A.E., Kalashnikova L.A., Semashkin A.V. Vzaimosvyaz' polimorfnykh variantov genov prolaktina, gormona rosta i kappa-kazeina s molochnoi produktivnost'yu korov yaroslavskoi porody [Relationship of polymorphic variants of

prolactin genes, growth hormone genes and kappa-casein genes with dairy efficiency of the Yaroslavl cattle breed] // Agrarnyy vestnik Verkhnevolzh'ya. 2017. No. 1 (18). Pp. 40–48.

9. *Perchun A.V., Lazebnaya I.V., Belokurov S.G., Ruzina M.N., Sulimova G.E.* Polimorfizm genov CSN3, bPRL i bGH u korov kostromskoi porody v svyazi s pokazatelyami molochnoi produktivnosti [Polymorphism of CS3, bPRL and bGH genes in the Kostromskaya cattle breed in connection with milk yield indicators] // Fundamentalnye issledovaniya. 2012. No.11 (Part 2). Pp.304–308.

10. *Pozovnikova M.V., Serdyuk G.N., Pogorel'skiy I.A., Tulinov O.V.* Geneticheskaya struktura korov molochnykh porod po DNK–markeram i vliyaniye ikh genotipov na molochnuyu produktivnost' [Genetic structure of dairy cows for DNA markers and the effect of their genotypes on milk yield] // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. 2016. No. 2. Pp. 8–12.

11. *Tyul'kin S., Akhmetov T., Nurgaliev M.* Tekhnologicheskie svoystva moloka korov s raznymi genotipami kappa–kazeina [Technological properties of milk obtained from cows with different kappa-casein genotypes] // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. 2011. No. 8. Pp. 4–5.

12. *Tyul'kin S.V., Akhmetov T.M., Valiullina E.F., Vafin R.R.* Polimorfizm po genam somatotropina, prolaktina, leptina, tireoglobulina bykov–proizvoditeley [Polymorphism of bulls in the somatotropine, prolactin, leptin, thyroglobulin genes] // Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii. 2012. Vol.16. No. 4/2. Pp.1008–1012.

13. *Kharzinova, V.R., Zinov'yeva N.A., Gladyr' Ye.A.* Polimorfizm DNK–markerov DGAT1, TG5 i GH v svyazi s lineynoy prinadlezhnost'yu i urovnem molochnoy produktivnosti korov cherno–pestroy porody [Polymorphism of DNA markers (DGAT1, TG5 and GH) in connection with linear affiliation and dairy productivity level of black–motley cattle] // Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh. 2011. No. 1. Pp.73–77.

14. *Chasovschikova M.* Vzaimosvyaz' geneticheskikh variantov kappa–kazeina s molochnoi produktivnost'yu korov [Interrelation between genetic variants of kappa-casein and dairy productivity of cows] // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. 2011. No. 8. Pp. 6–7.

15. *Yudin N.S., Voyevoda M.I.* Molekulyarno–geneticheskiye markery ekonomicheski vazhnykh priznakov u molochnogo skota [DNA–markers of economically important indicators in dairy cattle] // Genetika. 2015. Vol.51. No. 5. Pp. 600–612.

16. *Denicourt, D., Sabour M. P., McAllister A. J.* Detection of bovine k-casein genomic variants by the polymerase chain reaction method // Animal Genetics. 1990. Vol. 21. Pp. 215–216.

17. *Komisarek J., Michalak A., Walendowska A.* The effects of polymorphisms in DGAT1, GH and GHR genes on reproduction and production traits in Jersey cows // Animal Science Papers and Reports. vol.29 (2011), no.1, pp. 29–36.

Ткаченко Инга Владимировна – к. с.–х. н., вед. науч. сотр. отдела животноводства и иммуногенетической экспертизы Уральского НИИСХ – филиала ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН (620061, г. Екатеринбург, пос. Исток, ул. Главная, д. 21; тел.: (343) 252–72–87; e-mail: tkachenko_uniish@mail.ru).

Гридина Светлана Леонидовна – д. с.–х. н., гл. науч. сотр. отдела животноводства и иммуногенетической экспертизы Уральского НИИСХ – филиала ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН (620061, г. Екатеринбург, пос. Исток, ул. Главная, д. 21; тел.: (343) 252–72–82; e-mail: uralselex@mail.ru).

Inga V. Tkachenko – PhD (Ag), Key Research Associate, Department of Animal Husbandry and Immunogenetic Expertise. Ural Research Institute of Agriculture and Biology – Branch of the FGBNU UrFANITS, Ural Department of the Russian Academy of Sciences (620061, Yekaterinburg, Istok settlement, Glavnaya Str., 21; phone: (343) 252–72–87; e-mail: tkachenko_uniish@mail.ru).

Svetlana L. Gridina – DSc (Ag), Chief Research Associate, Department of Animal Husbandry and Immunogenetic Expertise. Ural Research Institute of Agriculture and Biology – Branch of the FGBNU UrFANITS, Ural Department of the Russian Academy of Sciences (620061, Yekaterinburg, Istok settlement, Glavnaya Str., 21; phone: (343) 252–72–82; e-mail: uralselex@mail.ru).