

УДК/UDC 636.2.034; 577.2

DOI: 10.21323/2618-9771-2018-1-3-38-43

Оригинальная научная статья

ВЛИЯНИЕ ГЕНОТИПА КОРОВ НА ИХ ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО МОЛОКА

Тюлькин С.В.

Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

молоко, молочный жир и белок, качественные показатели, генотип, ПЦР, ДНК

Как показывают исследования российских и иностранных учёных, порода и генотип коров влияет на их продуктивность и качество молока. В связи с этим, целью данного исследования было изучение молочной продуктивности и качества молока коров холмогорской породы татарстанского типа с разными комплексными генотипами по генам белков молока, а именно альфа S1-казеина, бета-казеина, каппа-казеина, бета-лактоглобулина и альфа-лактальбумина. Генотипы по генам белков молока определяли методами ДНК-анализа. Определение количественных и качественных показателей молока проводили контрольными дойками и на анализаторе молока «ЛАКТАН 1-4». Более качественное молоко-сырьё, то есть с наибольшим количеством питательных веществ, таких как молочный жир и белок, было молоко от коров с комплексными генотипами белков молока BB/AB/AB/AB/AA, BB/AB/AB/AB/AB, BB/AB/AB/AB/BB. В практическом плане из такого сырья можно получить больше качественных молочных продуктов.

Original scientific paper

THE EFFECT OF COWS GENOTYPE ON THEIR PRODUCTIVITY AND MILK QUALITY

Sergey V. Tyulkin

Kazan State Agricultural University, Kazan, Russia

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

milk, milk fat and protein, qualitative properties, genotype, PCR, DNA

As studies by Russian and foreign scientists show, the breed and the cows genotype affects on their productivity and milk quality. In connection with this, the purpose of this research was to study the milk productivity and milk quality of the Tatarstan type Kholmogory cows with different complex genotypes on the milk protein genes, namely, alpha S1-casein, beta-casein, kappa-casein, beta-lactoglobulin, alpha-lactalbumin. The genotypes on the milk protein genes were determined by DNA analysis methods. Determination of quantitative and qualitative indicators of milk was carried out by control milking and on a milk analyzer «LAKTAN1-4». Better raw milk, that is, with the greatest amount of nutrients, such as milk fat and protein, was milk from cows with complex genotypes of milk proteins BB/AB/AB/AB/AA, BB/AB/AB/AB/AB, BB/AB/AB/AB/BB. In practical terms, it is possible to get more quality dairy products from such raw materials.

1. Введение

В связи с возрастающим требованием рынка к качеству молока и вырабатываемой молочной продукции, в частности по таким показателям, как содержание жира, количество и состав молочного белка и др., актуализируется потребность в селекции дойного стада с помощью генетических маркеров, ассоциированных с качественными признаками молочной продуктивности [1].

В качестве потенциальных ДНК-маркеров молочной продуктивности и качества молока у крупного рогатого скота рассматриваются аллели генов белков молока. Так, аллель *B* гена альфа S1-казеина (*CSN1S1*) оказывает влияние на увеличение выхода молока, а другой его аллель *C* связан с увеличением содержания белка в молоке [2]. Аллель *B* гена бета-казеина (*CSN2*), обладающий выраженным положительным влиянием на сыродельческие свойства молока, дополнительно усиливает аналогичное влияние аллеля *B* каппа-казеина. При этом аллель *A* гена *CSN2* позитивно влияет на термоустойчивость молока [3]. Ген каппа-казеина (*CSN3*) отвечает за белкомолочность и технологические свойства молока. Так, аллель *B* гена *CSN3* связан с более высоким содержанием белка в молоке, а также более высоким выходом творога и сыра. Ген бета-лактоглобулина (*BLG*) ассоциирован с белкомолочностью и биологической ценностью молока [4,5]. Его аллель *B* характеризуется как высоким содержанием казеиновых белков, так и высоким

процентом жира в молоке, а аллель *A* — высоким содержанием сывороточных белков, соответственно. Уровень же проявления признаков молочной продуктивности у коров, несущих в своём геноме аллели *A* и *B* гена альфа-лактальбумина (*LALBA*) различается в зависимости от породной принадлежности [6].

Расширяемый ассортимент молочной продукции создает конкурентную среду, стимулирующую к производству высококачественных продуктов. Причем продукцию наивысшего качества можно произвести только из молочного сырья, обладающего целым комплексом свойств: высокой массовой долей белка и жира, требуемыми санитарно-гигиеническими показателями. Также молоко-сырьё должно обладать специфическими качествами технологической пригодности, обеспечивающими выработку того или иного вида молочной продукции, обеспечивая набор потребительских свойств [7,8].

Цельномолочные и стерилизованные молочные продукты, особенно продукты консервированные, геродиетические, функциональные и детского питания можно изготовить только из полноценного и качественного молока-сырья, оценочные критерии которого постоянно расширяются [9,10,11,12,13,14,15,16,17,18].

В связи с этим, целью данного исследования было изучение молочной продуктивности и качества молока коров холмогорской породы татарстанского типа с разными комплексными генотипами по генам *CSN1*, *CSN2*, *CSN3*, *BLG*, *LALBA*.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Тюлькин С.В. Влияние генотипа коров на их продуктивность и качество молока. *Пищевые системы*. 2018; 1(3): 38–43. DOI: 10.21323/2618-9771-2018-1-3-38-43

FOR CITATION: Tyulkin S.V. The effect of cows genotype on their productivity and milk quality. *Food systems*. 2018; 1(3): 38–43. (In Russ.). DOI: 10.21323/2618-9771-2018-1-3-38-43

2. Материалы и методы

Исследованию подлежали 164 коровы-первотёлки ОАО «Племзавод «Бирюлинский» Высокогорского района Республики Татарстан Российской Федерации.

Основные этапы молекулярно-генетического исследования состояли из получения биологического материала от крупного рогатого скота, экстракции ДНК из исследуемого материала, ДНК-анализа методом ПЦР и ПЦР-ПДРФ и электрофорезной детекции продуктов амплификации и рестрикции.

Получение биологического материала. Кровь, взятую с яремной вены у крупного рогатого скота, вносили в пластиковые пробирки с 100 мМ ЭДТА с разведением консерванта до конечной концентрации 10 мМ.

Экстракция нуклеиновых кислот из полученных образцов крови выполнена комбинированным щелочным способом.

Установление генотипов у коров по генам казеинов (*CSN1S1*, *CSN2*, *CSN3*) и сывороточных белков (*BLG*, *LALBA*) молока проводили методами ДНК-анализа, а именно ПЦР-ПДРФ [19, 20, 21] и АС-ПЦР [22, 23, 24].

Удои коров-первотёлок определяли ежелекательным методом контрольных доений, а далее рассчитывали за полную и неполную лактации, то есть за 305 дней и не менее 240 дней соответственно.

Процентное содержание жира и белка в молоке устанавливали на анализаторе молока «ЛАКТАН 1-4».

Вариационно-статистический анализ результатов исследования проводили биометрическим методом. Достоверность полученных результатов исследования подтверждалась табличными данными критерия по Стьюденту.

3. Результаты и обсуждение

В Табл. 1 приведена оценка молочной продуктивности и качества молока (удой за лактацию, содержание и количество жира в молоке, содержание и количество белка в молоке) первотёлок холмогорской породы татарстанского типа с разными комплексными генотипами генов белков молока *CSN1S1*, *CSN2*, *CSN3*, *BLG*, *LALBA*.

Удой за лактацию коров холмогорской породы с разными комплексными генотипами *CSN1S1*, *CSN2*, *CSN3*, *BLG*, *LALBA* был в пределах от 4311 кг (генотип *BB/AA/AB/BB/AA*) до 5427 кг (генотип *BB/AA/AA/AA/AB*). Первотёлки с комплексным генотипом *BB/AA/AB/BB/AA* уступали аналогам с другими комплексными генотипами на 229–1240 кг молока. Причём достоверная разница имела между аналогами с комплексным генотипом *BB/AA/AB/BB/AA* и первотёлками с генотипами *BB/AA/AA/AA/AA*, *BB/AA/AA/AA/AB*, *BB/AA/AA/AA/BB*, *BB/AA/AA/AA/AB/AA*, *BB/AA/AA/AB/AB*, *BB/AB/AB/AB/AA*, *BB/AB/AB/AB/AB*, *BB/AB/AB/AB/BB* — 694–1240 кг молока ($P < 0,05 - 0,01$). Удои за лактацию выше 5000 кг молока имели девять групп коров с комплексными генотипами, при этом наибольшие удои (5551 кг) были у первотёлок с генотипом *BB/AB/AB/AB/AB*.

Содержание жира в молоке было в пределах от 3,71% (генотип *BB/AA/AA/AA/BB*) до 4,02% (генотип *BB/AA/AB/AA/AB*). По содержанию жира в молоке коровы с комплексным генотипом *BB/AA/AA/AA/BB* уступали особям с другими генотипами на 0,02–0,28%. При этом достоверная разница выявлена между особями с комплексными генотипами *BB/AA/AA/AA/BB* и *BB/AA/AA/AA/AA*, *BB/AA/AB/AA/AB* — 0,28–0,31% ($P < 0,05 - 0,01$) жира. Наибольшее (3,99–4,02%) содержание жира в молоке было в группах аналогов с комплексными генотипами *BB/AA/AA/AA/AA*, *BB/AA/AA/AB/BB*, *BB/AA/AB/AA/AB*. Получены также данные, что по количеству жира в молоке за лактацию сверстницы с комплексным генотипом *BB/AA/AB/BB/AA* уступали животным с другими генотипами на 10,9–51,8 кг молочного жира. Причём досто-

верная разница выявлена между первотёлками с комплексным генотипом *BB/AA/AB/BB/AA* и генотипами *BB/AA/AA/AA/AA*, *BB/AA/AA/AA/AB*, *BB/AA/AA/AA/BB*, *BB/AA/AA/AB/AA*, *BB/AA/AA/AB/AB*, *BB/AA/AA/AB/BB*, *BB/AA/AB/AA/AB*, *BB/AA/AB/BB/AB*, *BB/AB/AB/AB/AA*, *BB/AB/AB/AB/AB*, *BB/AB/AB/AB/BB*, *BB/AB/BB/AB/AB* — 27,7–51,8 кг ($P < 0,05 - 0,001$). Наибольшее количество молочного жира (207,7–214,3 кг) получено от коров с комплексными генотипами *BB/AB/AB/AB/AA*, *BB/AB/AB/AB/AB*, *BB/AB/BB/AB/AB*.

Содержание белка в молоке было в пределах от 3,17% (генотип *BB/AA/AA/BB/AB*) до 3,45% (генотип *BB/AB/BB/AB/AB*). По содержанию белка в молоке коровы с комплексными генотипами *BB/AA/AA/BB/AA*, *BB/AA/AA/BB/AB* уступали сверстницам с другими генотипами на 0,02–0,27%. Причём достоверная разница выявлена между первотёлками с комплексными генотипами *BB/AA/AA/BB/AA*, *BB/AA/AA/BB/AB* и генотипами *BB/AA/AA/AA/AA*, *BB/AA/AA/AA/AB*, *BB/AA/AA/AA/BB*, *BB/AA/AA/AB/AA*, *BB/AA/AA/AB/AB*, *BB/AA/AB/AA/AB*, *BB/AA/AB/BB/AA*, *BB/AA/AB/BB/AB*, *BB/AB/AB/AB/AA*, *BB/AB/AB/AB/BB*, *BB/AB/BB/AB/AB* — 0,05–0,28% ($P < 0,05 - 0,001$). Наибольшее (3,32–3,45%) содержание белка в молоке было в группах аналогов с комплексными генотипами *BB/AA/AB/AA/AB*, *BB/AA/AB/BB/AA*, *BB/AA/AB/BB/AB*, *BB/AB/AB/AB/AA*, *BB/AB/AB/AB/AB*, *BB/AB/AB/AB/BB* и *BB/AB/BB/AB/AB*. Также получены сведения, что по количеству бел-

Таблица 1
Молочная продуктивность и качество молока у коров с разными комплексными генотипами *CSN1S1*, *CSN2*, *CSN3*, *BLG*, *LALBA*

	n	удой, кг	жир, %	молочный жир, кг	белок, %	молочный белок, кг
<i>BB/AA/AA/AA/AA</i>	4	5194* ± 180,5	3,99* ± 0,07	207,2** ± 6,86	3,26* ± 0,03	169,3* ± 5,61
<i>BB/AA/AA/AA/AB</i>	6	5427** ± 221,7	3,74 ± 0,09	203,0** ± 7,75	3,27*** ± 0,02	177,5* ± 7,34
<i>BB/AA/AA/AA/BB</i>	6	5340* ± 308,7	3,71 ± 0,08	198,1* ± 13,27	3,29** ± 0,03	175,7* ± 11,11
<i>BB/AA/AA/AB/AA</i>	22	5005* ± 88,3	3,80 ± 0,05	190,2** ± 4,11	3,25*** ± 0,01	162,7* ± 2,94
<i>BB/AA/AA/AB/AB</i>	20	5217** ± 139,7	3,92 ± 0,07	204,5*** ± 4,88	3,23*** ± 0,01	168,5* ± 4,45
<i>BB/AA/AA/AB/BB</i>	7	4853 ± 236,5	3,99 ± 0,11	193,6* ± 8,35	3,20 ± 0,01	155,3 ± 7,63
<i>BB/AA/AA/BB/AA</i>	21	4630 ± 201,8	3,92 ± 0,07	181,5 ± 8,45	3,18 ± 0,01	147,2 ± 6,09
<i>BB/AA/AA/BB/AB</i>	18	4540 ± 217,3	3,86 ± 0,06	175,2 ± 9,16	3,17 ± 0,01	143,9 ± 6,74
<i>BB/AA/AA/BB/BB</i>	5	4648 ± 69,7	3,73 ± 0,12	173,4 ± 7,63	3,22 ± 0,02	149,7* ± 2,60
<i>BB/AA/AB/AA/AB</i>	4	5023 ± 184,0	4,02** ± 0,04	201,9** ± 7,84	3,39*** ± 0,03	170,3 ± 5,53
<i>BB/AA/AB/BB/AA</i>	7	4311 ± 264,3	3,77 ± 0,07	162,5 ± 8,22	3,32* ± 0,06	143,1 ± 8,36
<i>BB/AA/AB/BB/AB</i>	7	4992 ± 327,1	3,92 ± 0,10	195,7* ± 12,00	3,39*** ± 0,04	169,2 ± 10,22
<i>BB/AA/AB/BB/BB</i>	4	4562 ± 87,4	3,89 ± 0,13	177,5 ± 4,52	3,21 ± 0,06	146,4 ± 5,51
<i>BB/AB/AB/AB/AA</i>	8	5368** ± 219,0	3,87 ± 0,10	207,7** ± 8,87	3,37*** ± 0,02	180,9** ± 7,23
<i>BB/AB/AB/AB/AB</i>	12	5551** ± 186,8	3,86 ± 0,06	214,3*** ± 7,61	3,37*** ± 0,03	187,1*** ± 6,45
<i>BB/AB/AB/AB/BB</i>	7	5368** ± 206,5	3,88 ± 0,05	208,3** ± 7,36	3,40*** ± 0,02	182,5** ± 7,07
<i>BB/AB/BB/AB/AB</i>	3	5023 ± 197,7	3,87 ± 0,07	194,4* ± 7,20	3,45*** ± 0,04	173,3* ± 8,73

Разница между наибольшими и наименьшим показателями, * — $P < 0,05$, ** — $P < 0,01$, *** — $P < 0,001$

ка в молоке за лактацию животные с комплексными генотипами BB/AA/AA/BB/AB и BB/AA/AB/BB/AA уступали особям с другими генотипами на 2,5–44,0 кг. Причём достоверная разница выявлена между первотёлками с комплексными генотипами BB/AA/AA/BB/AB, BB/AA/AB/BB/AA и генотипами BB/AA/AA/AB/AB, BB/AA/AB/AA/AA, BB/AA/AB/BB/AB, BB/AA/AB/AA/AB – 18,8–44,0 кг ($P < 0,05 - 0,001$) молочного белка.

Количество белка в молоке пропорционально в нем содержанию казеина, который ассоциируется с таким показателем как сыропригодность [25,26]. Наибольшее количество молочного белка (180,9–187,1 кг) получено от животных с комплексными генотипами BB/AB/AB/AB/AA, BB/AB/AB/AB/AB, BB/AB/AB/AB/BB.

1. Introduction

In connection with the growing demand of the market for a quality of milk and dairy products, in particular for a fat content, composition and content of milk protein, there is a need for dairy herd selection with the help of genetic markers associated with qualitative signs of dairy productivity [1].

Alleles of milk protein genes are considered as potential DNA markers of milk productivity and milk quality in cattle. Thus, allele B of alpha S1-casein gene CSN1S1 influences on the increase of milk yield, whereas other allele C is associated with the increase of protein content in milk [2]. Allele B of beta-casein gene CSN2 which has a pronounced positive effect on the cheese's milk properties, further enhances the similar effect of kappa-casein allele B. In this case, the allele A of the CSN2 gene positively affects the thermal stability of milk [3]. The kappa-casein gene CSN3 is responsible for a milk protein content and technological properties of milk. Thus, allele B of the CSN3 gene is associated with a higher protein content in milk as well as a higher yield of cottage cheese and cheese. The beta-lactoglobulin gene BLG is associated with protein of milk and the biological value of milk [4,5]. His allele B is characterized by both a high content of casein proteins and high percentage of fat in milk, whereas allele A – with a high content of whey proteins, respectively. The level of manifestation of signs of milk productivity in cows bearing the allele A and B of the alpha-lactalbumin gene (LALBA) in their genome varies depending on the breed [6].

An expanding range of dairy products creates a competitive environment that stimulates the production of high-quality products. Moreover, the products of the highest quality can be produced only from dairy raw materials which possess a whole complex of properties: high mass fraction of protein and fat and required sanitary and hygienic indices. Also raw milk should have specific qualities of technological suitability that ensures the production of a particular type of dairy products providing a set of consumer properties [7, 8].

Whole milk and sterilized dairy products, especially canned, gerodietic, functional and baby food can be made only from high-grade and high-quality raw milk, the evaluation criteria of which are constantly expanding [9,10,11,12,13,14,15,16,17,18].

In this regard, the purpose of this study was to study the milk productivity and quality of milk of the Kholmogory breed of the Tatarstan type with different complex genotypes according to the genes CSN1, CSN2, CSN3, BLG, LALBA.

2. Materials and methods

The investigation was carried out using 164 cows of first calving JSC «Plemzavod» Biryulinsky», Vysokogorsky district, Republic of Tatarstan, Russian Federation.

The main stages of molecular genetic research consisted from the obtaining of biological material from cattle, extraction

4. Выводы

В целом более высокая молочная продуктивность выявлена у первотёлок холмогорской породы татарстанского типа с комплексными генотипами белков молока BB/AA/AA/AA/AB, BB/AA/AA/AA/BB, BB/AB/AB/AB/AA, BB/AB/AB/AB/AB, BB/AB/AB/AB/BB, соответственно. При этом лучшего качества было молоко от коров с комплексными генотипами BB/AB/AB/AB/AA, BB/AB/AB/AB/AB, BB/AB/AB/AB/BB, в их молоке содержалось наибольшее количество молочного жира и белка, что важно для перерабатывающих предприятий молочной промышленности, в частности при производстве сметаны, масла, творога, сыра и других молочных продуктов.

of DNA from the test material, DNA analysis by PCR and PCR-RFLP and electrophoresis detection of amplification and restriction products.

Production of biological material. Blood that has been taken from the jugular vein of cattle was introduced into plastic tubes with 100 mM EDTA diluted with a preservative to a final concentration of 10 mM.

The extraction of nucleic acids from the obtained blood samples was performed by a combined alkaline method.

Establishment of genotypes of cows according to the casein genes (CSN1S1, CSN2, CSN3) and whey proteins (BLG, LALBA) of milk was performed by DNA analysis methods, namely PCR-RFLP [19,20,21] and AC-PCR [22,23,24].

Yield of milk of cows was determined every decade by the counting of control milking, and then the complete and incomplete lactation was determined for 305 days but not less than 240 days, respectively.

The percentage of fat and protein in milk was established using a milk analyzer «LAKTANI-4».

Variational-statistical analysis of the results of the study was carried out by a biometric method. The reliability of the obtained results of the study was confirmed by the table data of the Student criteria.

3. Results and discussion

Table 1 gives an estimate of milk productivity and milk quality (milk yield for lactation, content and quantity of fat in milk, content and quantity of protein in milk), a Kholmogory breed of Tatarstan type with different complex genotypes of milk protein genes CSN1S1, CSN2, CSN3, BLG, LALBA.

The yield for lactation of cows of the Kholmogory breed with different complex genotypes of CSN1S1, CSN2, CSN3, BLG, LALBA was in the range from 4.311 kg (genotype BB/AA/AB/BB/AA) to 5427 kg (genotype BB/AA/AA/AA/AB). Whole sprouts with a complex genotype of BB/AA/AB/BB/AA were inferior to 229–1240 kg of milk to analogs with other complex genotypes. Moreover, there was a significant difference between analogs with a complex genotype BB/AA/AA/AA/AA/AB, BB/AA /AA/AA /AA/AA/AA/AA/AA/AB/AA/AA/BB/AB /AB/AB/AB/AB, BB/AB/ AB/ AB / AB /AB/AB/AB/AB/AB/AB/AB/AB/AB/AB/AB/AB/AB/AB/AB/AB/BB – for 694–1240 kg of milk ($P < 0.05 - 0.01$). Nine groups of cows with complex genotypes had milk yield for lactation above 5000 kg with the largest milk yield (5551 kg) for the cows with genotype BB/AB/AB/AB/AB.

The fat content in milk was in the range of 3.71% (genotype BB/AA/AA/AA/BB) to 4.02% (genotype BB/AA/AB/AA/AB). In terms of fat content in milk, cows with the combined genotype BB/AA/AA/AA/BB were inferior to individuals with other genotypes by 0.02–0.28%. A significant difference of fat for 0.28–0.31% was found between individuals with complex

Table 1
Milk productivity and milk quality of cows with different complex genotypes CSN1S1, CSN2, CSN3, BLG, LALBA

	n	milk yield, kg	fat, %	milk fat, kg	protein, %	milk protein, kg
BB/AA/AA/AA/AA	4	5194* ± 180.5	3.99* ± 0.07	207.2** ± 6.86	3.26* ± 0.03	169.3* ± 5.61
BB/AA/AA/AA/AB	6	5427** ± 221.7	3.74 ± 0.09	203.0** ± 7.75	3.27*** ± 0.02	177.5* ± 7.34
BB/AA/AA/AA/BB	6	5340* ± 308.7	3.71 ± 0.08	198.1* ± 13.27	3.29** ± 0.03	175.7* ± 11.11
BB/AA/AA/AB/AA	22	5005* ± 88.3	3.80 ± 0.05	190.2** ± 4.11	3.25*** ± 0.01	162.7* ± 2.94
BB/AA/AA/AB/AB	20	5217** ± 139.7	3.92 ± 0.07	204.5*** ± 4.88	3.23*** ± 0.01	168.5* ± 4.45
BB/AA/AA/AB/BB	7	4853 ± 236.5	3.99 ± 0.11	193.6* ± 8.35	3.20 ± 0.01	155.3 ± 7.63
BB/AA/AA/BB/AA	21	4630 ± 201.8	3.92 ± 0.07	181.5 ± 8.45	3.18 ± 0.01	147.2 ± 6.09
BB/AA/AA/BB/AB	18	4540 ± 217.3	3.86 ± 0.06	175.2 ± 9.16	3.17 ± 0.01	143.9 ± 6.74
BB/AA/AA/BB/BB	5	4648 ± 69.7	3.73 ± 0.12	173.4 ± 7.63	3.22 ± 0.02	149.7* ± 2.60
BB/AA/AB/AA/AB	4	5023 ± 184.0	4.02** 0.04	201.9** ± 7.84	3.39*** ± 0.03	170.3 ± 5.53
BB/AA/AB/BB/AA	7	4311 ± 264.3	3.77 ± 0.07	162.5 ± 8.22	3.32* ± 0.06	143.1 ± 8.36
BB/AA/AB/BB/AB	7	4992 ± 327.1	3.92 ± 0.10	195.7* ± 12.00	3.39*** ± 0.04	169.2 ± 10.22
BB/AA/AB/BB/BB	4	4562 ± 87.4	3.89 ± 0.13	177.5 ± 4.52	3.21 ± 0.06	146.4 ± 5.51
BB/AB/AB/AB/AA	8	5368** ± 219.0	3.87 ± 0.10	207.7** ± 8.87	3.37*** ± 0.02	180.9** ± 7.23
BB/AB/AB/AB/AB	12	5551** ± 186.8	3.86 ± 0.06	214.3*** ± 7.61	3.37*** ± 0.03	187.1*** ± 6.45
BB/AB/AB/AB/BB	7	5368** ± 206.5	3.88 ± 0.05	208.3** ± 7.36	3.40*** ± 0.02	182.5** ± 7.07
BB/AB/BB/AB/AB	3	5023 ± 197.7	3.87 ± 0.07	194.4* ± 7.20	3.45*** ± 0.04	173.3* ± 8.73

The difference between the largest and smallest indicators, * – P < 0.05, ** – P < 0.01, *** – P < 0.001

genotypes BB/AA/AA/AA/BB and BB/AA/AA/AA/AA, BB/AA/AB/AA/AB (P < 0.05–0.01). The largest (3.99–4.02 %) fat content in milk was in the groups of analogs with complex genotypes BB /AA/AA/AA/AA, BB/AA/AA/AB/BB, BB/AA/AB/AA/AB. Data also show that according to the amount of fat in milk for lactation peers with a complex genotype of BB/AA/AB/BB/AA was inferior to 10.9–51.8 kg of milk fat in animals with other genotypes. A significant difference was found between

the cows of first calving with the complex genotype BB/AA/AB/BB/AA and the genotypes BB/AA/AA/AA/AA, BB/AA/AA/AA/AB, BB/AA/AA/AA/BB, BB/AA/AA/AB/AA, BB/AA/AA/AB/AB, BB/AA/AA/AB/BB, BB/AA/AB/AA/AB, BB/AA/AB/BB/AB, BB/AB/AB/AB/AA, BB/AB/AB/AB/AB, BB/AB/AB/AB/BB, BB/AB/BB/AB/AB – 27.7–51.8 кг (P < 0.05–0.001). The greatest amount of milk fat (207.7–214.3 kg) was obtained from cows with complex genotypes BB/AB/AB/AB/AA, BB/AB/AB/AB/AB, BB /AB/AB/AB/BB.

The protein content in milk was in the range from 3.17 % (genotype BB/AA/AA/BB/AB) to 3.45 % (genotype BB/AB/BB/AB/AB). In terms of protein content in milk, cows with complex genotypes BB/AA/AA/BB/AA, BB/AA/AA/BB/AB were inferior to peers with other genotypes by 0.02–0.27 %. A significant difference was found between cows of first calving with complex genotypes BB/AA/AA/BB/AA, BB/AA/AA/BB/AB and genotypes BB/AA/AA/AA/AA, BB/AA/AA/AA/AB, BB/AA/AA/AA/BB, BB/AA/AA/AB/AA, BB/AA/AA/AB/AB, BB/AA/AB/AA/AB, BB/AA/AB/BB/AA, BB/AA/AB/BB/AB, BB/AB/AB/AB/AA, BB/AB/AB/AB/AB, BB/AB/AB/AB/BB, BB/AB/BB/AB/AB – 0.05–0.28 % (P < 0.05–0.001). The highest protein content in milk (3.32–3.45 %) was in the groups of analogues with complex genotypes BB/AA/AA/AA/AB, BB/AA/AB/BB/AA, BB/AA/AB/BB/AB, BB/AB/AB/AB/AA, BB/AB/AB/AB/AB, BB/AB/AB/AB/BB and BB/AB/BB/AB/AB. It was also reported that animals with complex genotypes BB/AA/AA/BB/AB and BB/AA/AB/BB/AA were inferior to individuals with other genotypes by 2.5–44.0 kg in terms of protein content in milk for lactation. A significant difference was found between the cows of first calving with complex genotypes BB/AA/AA/BB/AB, BB/AA/AB/BB/AA and genotypes BB/AA/AA/AB/AB, BB/AA/AB/AA/AA, BB/AA/AB/BB/AB, BB/AA/AB/AA/AB – 18.8–44.0 kg (P < 0.05–0.001) of milk protein.

The amount of protein in milk is proportional to the content of casein in it which is associated with such an indicator as cheese-worthiness [25,26]. The greatest amount of milk protein (180.9–187.1 kg) was obtained from animals with complex genotypes BB/AB/AB/AB/AA, BB/AB/AB/AB/AB, BB/AB/AB/AB/BB.

4. Conclusions

In general, a higher milk productivity was found in the Kholmogory breeds of the Tatarstan type with complex genotypes of milk proteins BB/AA/AA/AA/AB, BB/AA/AA/AA/BB, BB/AB/AB/AB/AA, BB/AB/AB/AB/AB, BB/AB/AB/AB/BB, respectively. The best quality of milk was from cows with complex genotypes BB/AB/AB/AB/AA, BB/AB/AB/AB/AB, BB/AB/AB/AB/BB, their milk contained the greatest amount of milk fat and protein which is important for dairy industry, in particular in the production of sour cream, butter, cottage cheese, cheese and other dairy products.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шайдуллин, Р.Р., Ганиев, А.С. (2017). Комплексное влияние полиморфизма генов CSN3 и DGAT1 на молочную продуктивность чёрнопёстрого скота. *Вестник Ульяновской ГСХА*, 1(37), 156–159.
2. Pečiulaitienė, N., Miceikienė, I., Mišeikienė, R., Krasnopiorova, N., Kriauzienė, J. (2007). Genetic factors influencing milk production traits in Lithuanian dairy cattle breeds. *Zemės ūkio Mokslai*, 14(1), 32–38.
3. Мухаметгалиев, Н.Н. (2005). Оценка молочных пород скота и их помесей по сырпригодности молока. *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*, 181, 139–146.
4. Ахметов, Т.М., Тюлькин, С.В., Валиуллина, Э.Ф. (2011). Молочная продуктивность коров с разными комбинациями генотипов каппа-казеина и бета-лактоглобулина. *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*, 207, 51–57.
5. Хаертдинов, Р.А., Афанасьев, М.П., Хаертдинов, Р.Р. (2009). Белки молока. Казань; Идел-Пресс». –256 с. ISBN978–5–85247–335–6.
6. Костюнина, О.В. (2005). Молекулярная диагностика генетического полиморфизма основных молочных белков и их связь с технологическими свойствами молока. Дис. канд. биол. наук. Дубровицы, ВГ-НИИЖ. – 127 с.
7. Галстян, А.Г., Петров, А.Н. Чистовалов, Н.С. (2007). Передовые технологии водоподготовки в производстве восстановленных молочных продуктов. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 11, 30–33.
8. Петров, А.Н., Радаева, И.А., Галстян, А.Г., Туровская, С.Н. (2010). Производство молочных консервов: инновации в формировании свойств сырья. *Молочная промышленность*, 5, 74–77.
9. Галстян, А.Г., Радаева, И.А., Червцов, В.В., Туровская, С.Н., Илларионова, Е.Е., Петров, А.Н. (2015). Улучшение качества молочных консервов за счет использования пастеризованного молока-сырья. *Молочная промышленность*, 5, 42–44.
10. Галстян, А.Г., Петров, А.Н., Радаева, И.А., Саруханиян, О.О., Курзанов, А.Н., Сторожук, А.П. (2016). Научные основы и технологические

принципы производства молочных консервов геродиетического назначения. *Вопросы питания*, 85(5), 114–119.

11. Галстян, А.Г., Петров, А.Н., Павлова, В.В. (2002). Активность воды в молочных продуктах. *Переработка молока*, 7(33), 8–9.
12. Михайлова, Ю.А. (2016). Белковомолочность и технологические свойства молока коров с разными генотипами каппа-казеина. Дис. канд. с. — х. наук. Ярославль, Ярославская ГСХА. — 131 с.
13. Ракина, Ю.А., Валитов, Ф.Р., Долматова, И.Ю. (2013). Влияние гена альфа-лактоальбумина на технологические свойства молока крупного рогатого скота чёрно-пёстрой породы. *Вестник Башкирского Государственного аграрного университета*, 1, 60–61.
14. Тамарова, Р.В., Корчагина, Ю.А. (2013). Влияние генотипа по каппа-казеину на количество и качество творога из молока коров ярославской породы. *Вестник АПК Верхневолжья*, 4(24), 46–49.
15. Gregorio, P.Di., Grigoli, A.Di., Trana, A.Di, Alabiso, M., Maniaci, G., Rando, A., Valluzzi, C., Finizio, D., Bonanno A. (2017). Effects of different genotypes at the CSN3 and LGB loci on milk and cheese-making characteristics of the bovine Cinisara breed. *International Dairy Journal*, 71, 1–5.
16. Neamt, R.I., Saplacan, G., Acatincai, S., Cziszter, L.T., Gavojdian, D., Ilie, D.E. (2016). The influence of CSN3 and LGB polymorphisms on milk production and chemical composition in Romanian Simmental cattle. *Acta Biochimica Polonica*, 64(3), 493–497.
17. Tyulkin, S.V., Vafin, R.R., Zagidulin, L.R., Akhmetov, T.M., Petrov, A.N., Diel, F. (2018). Technological properties of milk of cows with different genotypes of kappa-casein and beta-lactoglobulin. *Foods and Raw Materials*, 6(1), 154–162.
18. Volkandari, S.D., Indriawati, I., Margawati, E.T. (2017). Genetic polymorphism of kappa-casein gene in Friesian Holstein: a basic selection of dairy cattle superiority. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 42(4), 213–219.
19. Валиуллина, Э.Ф., Зарипов, О.Г., Тюлькин, С.В., Ахметов, Т.М., Вафин, Р.Р. (2007). Характеристика быков производителей с различными
- ми комбинациями генотипов каппа-казеина, бета-лактоглобулина по молочной продуктивности их матерей. *Ветеринарная практика*, 4, 59–63.
20. Вафин, Р.Р., Ахметов, Т.М., Валиуллина, Э.Ф., Зарипов, О.Г., Тюлькин, С.В. (2007). Оптимизация способов генотипирования крупного рогатого скота по гену каппа-казеина. *Ветеринарная практика*, 2, 54–69.
21. Тюлькин, С.В., Ахметов, Т.М., Муратова, А.В. (2013). Характеристика быков-производителей с разными генотипами альфа-лактоальбумина по происхождению. *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*, 216, 324–328.
22. Ахметов, Т.М., Тюлькин, С.В., Вафин, Р.Р., Кабиров И.Ф. (2012). Характеристика быков-производителей с разными генотипами бета-казеина по происхождению. *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*, 210, 14–20.
23. Тюлькин, С.В., Ахметов, Т.М., Муратова, А.В., Вафин, Р.Р. (2012). Характеристика быков-производителей с разными генотипами альфа S1-казеина по происхождению. *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*, 212, 384–390.
24. Тюлькин, С.В., Загидуллин, Л.Р., Шайдуллин, С.Ф., Ахметов, Т.М., Вафин, Р.Р. (2016). Полиморфизм гена бета-казеина в стадах крупного рогатого скота Республики Татарстан. *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*, 228(4), 78–81.
25. Самусенко, Л.Д., Химичева, С.Н. (2012). Генотип коров — основа качества молока. *Молоко и молочные продукты: производство и реализация*, 2, 17–19.
26. Лоретц, О.Г. (2012). Оценка качества молока коров при разном генезе и технологиях содержания. *Аграрный вестник Урала*, 8(100), 43–44.

REFERENCES

1. Shaidullin, R.R., Ganiev, A.S. (2017). Complex influence of CSN3 and DGAT1 gene polymorphism on milk productivity of blackspotted cattle. *Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy*, 1(37), 156–159. (in Russian)
2. Pečiulaitienė, N., Miceikienė, I., Mišeikienė, R., Krasnopiorova, N., Kriauzienė, J. (2007). Genetic factors influencing milk production traits in Lithuanian dairy cattle breeds. *Zemės ūkio Mokslai*. 14(1), 32–38.
3. Mukhametgaliev, N.N. (2005). Evaluation of dairy breeds of cattle and their hybrids according to the milk suitability of milk. *Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine N.E. Bauman*, 181, 139–146. (in Russian)
4. Ahmetov, T.M., Tjulkin, S.V., Valiullina, E.F. (2011). Milk production of cows with different combination genotypes of kappa-casein and beta-lactoglobulin. *Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine N.E. Bauman*, 207, 51–57. (in Russian)
5. Khayertdinov, R.A., Afanasyev, M.P., R.R.Khayertdinov. R.R. (2009). Milk proteins. Kazan: «Idel-Press» publishing house. — 2009. — 256 p. ISBN978–5–85247–335–6. (in Russian)
6. Kostunina, O.V. (2005). Molecular diagnostics of genetic polymorphism of basic milk proteins and their relationship to the technological properties of milk. The Dissertation of the Doctor of Biological Sciences. Dubrovitsy: VGNIG. — 127 c. (in Russian)
7. Galstyan, A.G., Petrov, A.M., Chistovalov, N.S. (2007). The advanced water preparation technologies for reconstituted dairy products manufacture. *Storage and processing of farm products*, 11, 30–33. (in Russian)
8. Petrov, A.N., Radaeva, I.A., Galstyan, A.G., Turovskaya, S.N. (2010). The canned milks production: innovations in the formation of raw materials characteristics. *Dairy Industry*, 5, 74–77. (in Russian)
9. Galstyan, A.G., Radaeva, I.A., Chervetsov, V.V., Turovskaya, S.N., Illarionova, E.E., Petrov, A.N. (2015). Improvement of the canned milk products quality due to the application of the pasteurized raw milk. *Dairy Industry*, 5, 42–44. (in Russian)
10. Galstyan, A.G., Petrov, A.N., Radaeva, I.A., Sarukhyan, O.O., Kurzanov, A.N., Storozhuk, A.P. (2016). Scientific bases and technological principles of the production of gerodietetic canned milk. *Voprosy Pitaniia*, 85(5), 114–119. (in Russian)
11. Galstyan, A.G., Petrov, A.N., Pavlova, V.V. (2002). Activity of water in dairy products. *Milk Processing*, 7, 8–9. (in Russian)
12. Mikhailova, Yu.A. (2016). Protein milk and technological properties of milk of cows with different kappa-casein genotypes. The Dissertation of the Candidate of Agricultural Sciences. Yaroslavl: Yaroslavl State Agricultural Academy — 131 p. (in Russian)
13. Rakina, U.A., Valitov, F.R., Dolmatova, I.Yu. (2013). Polymorphism of the alpha-lactalbumin gene in population of black — and white cattle. *Vestnik BSAU*, 1, 60–61. (in Russian)
14. Tamarova, R.V., Korchagina, Ju.A. (2013). Influence of kappa-casein genotype on quantity and quality of curd from milk of cows of the Yaroslavl breed. *Vestnik APK Verkhvolzhya*, 4(24), 46–49. (in Russian)
15. Gregorio, P.Di., Grigoli, A.Di., Trana, A.Di, Alabiso, M., Maniaci, G., Rando, A., Valluzzi, C., Finizio, D., Bonanno A. (2017). Effects of different genotypes at the CSN3 and LGB loci on milk and cheese-making characteristics of the bovine Cinisara breed. *International Dairy Journal*, 71, 1–5.
16. Neamt, R.I., Saplacan, G., Acatincai, S., Cziszter, L.T., Gavojdian, D., Ilie, D.E. (2016). The influence of CSN3 and LGB polymorphisms on milk production and chemical composition in Romanian Simmental cattle. *Acta Biochimica Polonica*, 64(3), 493–497.
17. Tyulkin, S.V., Vafin, R.R., Zagidulin, L.R., Akhmetov, T.M., Petrov, A.N., Diel, F. (2018). Technological properties of milk of cows with different genotypes of kappa-casein and beta-lactoglobulin. *Foods and Raw Materials*, 6(1), 154–162.
18. Volkandari, S.D., Indriawati, I., Margawati, E.T. (2017). Genetic polymorphism of kappa-casein gene in Friesian Holstein: a basic selection of dairy cattle superiority. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 42(4), 213–219.
19. Valiullina, E.F., Zarirov, O.G., Tjulkin, S.V., Ahmetov, T.M., Vafin, R.R. (2007). Characterization of bull-producers with different combinations of kappa-casein & beta-lactoglobulin genotypes by milk production their mothers. *Veterinary practice*, 4, 59–63. (in Russian)
20. Vafin, R.R., Ahmetov, T.M., Valiullina, E.F., Zarirov, O.G., Tjulkin, S.V. (2007). An optimization of cattle genotyping means by kappa-Casein gene. *Veterinary practice*, 2, 54–69. (in Russian)
21. Tjulkin, S.V., Ahmetov, T.M., Muratova, A.V. (2013). The characteristics of stud bulls with different genotypes of alpha-lactalbumin by origin. *Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine N.E. Bauman*, 216, 324–328. (in Russian)
22. Ahmetov, T.M., Tjulkin, S.V., Vafin, R.R., Kabirov, I.F. (2012). The characteristics of bull-producers with different genotypes of beta-casein by origin. *Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine N.E. Bauman*, 210, 14–20. (in Russian)
23. Tjulkin, S.V., Ahmetov, T.M., Muratova, A.V., Vafin, R.R. (2012). The characteristics of bull-producers with different genotypes of alpha s1-casein by origin. *Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine N.E. Bauman*, 212, 384–390. (in Russian)
24. Tyulkin, S.V., Zagidullin, L.R., Gilmanov, H.H., Shajdullin, S.F., Ahmetov, T.M., Vafin, R.R. (2016). Polymorphism of beta casein gene for herds of cattle in the Republic of Tatarstan. *Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine N.E. Bauman*, 228(4), 78–81. (in Russian)
25. Samusenko, L.D., Khimicheva, S.N. (2012). Genotype of cows is the basis of milk quality. *Milk and dairy products: production and marketing*, 2, 17–19. (in Russian)
26. Loretts, O.G. (2012). Evaluation of milk quality of cows at different genesis and content technologie. *The Agrarian Bulletin of the Urals*, 8(100), 43–44. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	AUTHOR INFORMATION
<p>Принадлежность к организации</p> <p>Тюлькин Сергей Владимирович — кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель, кафедра «Биотехнология, животноводство и химия», Казанский государственный аграрный университет. 420011, Казань, ул. Ферма-2. Тел.: +7-937-524-12-34 e-mail: tulsv@mail.ru</p>	<p>Affiliation</p> <p>Sergey V. Tyulkin — candidate of agricultural sciences, senior lecturer, department of biotechnology, animal husbandry and chemistry, Kazan State Agricultural University 420011, Kazan, Ferma-2 str., Tel.: +7-937-524-12-34 e-mail: tulsv@mail.ru</p>
<p>Критерии авторства</p> <p>Полностью подготовил рукопись и несет ответственность за плагиат</p>	<p>Contribution</p> <p>Completely prepared the manuscript and is responsible for plagiarism</p>
<p>Конфликт интересов</p> <p>Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.</p>	<p>Conflict of interest</p> <p>The author declare no conflict of interest.</p>
<p>Поступила 22.09.2018</p>	<p>Received 22.09.2018</p>