

helatirovannoj dobavki v kormlenii bykov-proizvoditelej : rekomendacii / M. M. Karpenya [i dr.]. – Vitebsk : VGAVM, 2021. – 23 s. 3. Karpenya, M. M. Kolichestvennye i kachestvennye pokazateli spermy bykov-proizvoditelej pri vklyuchenii v racion peptidno-aminokislotoj helatirovannoj dobavki / M. M. Karpenya, A. V. Krynyna // Zootekhnicheskaya nauka Belarusi : sb. nauch. tr. / NPC NAN Belarusi po zhivotnovodstvu – ZHodino, 2021. – T. 56, ch. 1. – S. 202–209. 4. Karpenya, M. M. Optimizaciya kormleniya plemennyh bychkov i bykov-proizvoditelej: monografiya / M. M. Karpenya. – Vitebsk : VGAVM, 2019. – 172 s. 5. Mikulyonok, V. G. Tekhnologiya konstruirovaniya i izgotovleniya kombikormov, BVMD i premiksov dlya krupnogo rogatogo skota / V. G. Mikulyonok, M. M. Karpenya, A. M. Karpenya. – Vitebsk, 2022. – 186 s. 6. Normy kormleniya krupnogo rogatogo skota : spravochnik / N. A. Popkov [i dr.]. – Zhodino, 2011. – 260 s. 7. Poluchenie peptidno-aminokislotoj ingredientov na osnove gribnoj biomassy ASPERGILLUS ORYZAE / E. M. Serba [i dr.] // Mikologiya i fitopatologiya. – 2020. – T. 54. – № 1. – S. 23–32. 8. Tekhni-cheskie usloviya «Produkty peptidno-aminokislotoj helatirovannye PAD-2, PAD-3» TU BY 100050710.217-2021, vved. 19.08.2021 g., № gosregistracii 062969 / E.A. CHernyavskij [i dr.]. – Minsk, 2021. – 21 s. 9. Helaty v kormlenii vysokoproduktivnyh zhivotnyh / A. S. Ivanova // Ekologo-biologicheskie problemy ispol'zovaniya prirodnyh resursov v sel'skom hozyajstve. – 2018. – S. 180–182. 10. Effektivnost' ispol'zovaniya esencial'nyh mineral'nyh elementov i vitaminov v korm-lenii krupnogo rogatogo skota i molochnykh koz : monografiya / I. V. Brylo [i dr.]. – Minsk : BGATU, 2023. – 272 s.

Поступила в редакцию 17.06.2024.

DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-3-97-106

УДК 636.2.082.2:636.034(476)

## ВЛИЯНИЕ ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНОВ ДИАЦИЛГЛИЦЕРОЛ О-АЦИЛ ТРАНСФЕРАЗЫ 1 (DGAT1), СОМАТОТРОПИНА (GH), ПРОЛАКТИНА (PRL) И БЕТА-ЛАКТОГЛОБУЛИНА (BLG) НА ПОКАЗАТЕЛИ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРОВ ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ МОЛОЧНОГО СКОТА ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ

Михалюк А.Н. ORCID ID 0000-0001-6110-264X, Пешко Н.Н. ORCID ID 0009-0000-5496-3249,  
Танана Л.А. ORCID ID 0000-0002-0631-6116

УО «Гродненский государственный аграрный университет», г. Гродно, Республика Беларусь

В результате исследований установлено, что в большинстве случаев гетерозиготные по гену GH животные генотипа GH<sup>LV</sup> превосходили своих гомозиготных сверстниц генотипов GH<sup>LL</sup> и GH<sup>VV</sup> на 2,5% ... 6,6% (P<0,05). По жирно- и белковомолочности гетерозиготные первотелки генотипа GH<sup>LV</sup> превосходили сверстниц двух других генотипов, а по второй и третьей лактациям более высокие показатели молочной продуктивности имели гомозиготные по аллелям GH<sup>V</sup> и GH<sup>L</sup> особи по сравнению с их гетерозиготными сверстницами. Оценка показателей молочной продуктивности коров по гену DGAT1 по трем лактациям свидетельствует о том, что с повышением порядкового номера лактации они возрастают. По гену PRL наиболее высокий удой за 305 дней лактации был у гетерозиготных первотелок, коров второй и третьей лактаций, имеющих генотип PRL<sup>AB</sup>. Они превосходили своих гомозиготных по аллелю PRL<sup>A</sup> сверстниц на 1,2% ... 10,7% (P<0,01), а по аллелю PRL<sup>B</sup> – на 4,2% ... 9,4% (P<0,01). По жирномолочности более высокие показатели имели гомозиготные животные с генотипом PRL<sup>BB</sup>, а по белковомолочности – гетеро- и гомозиготные особи с генотипами PRL<sup>AB</sup> и PRL<sup>AA</sup>. По количеству молочного жира и белка у первотелок более высокие показатели имели гомозиготные по гену PRL особи генотипа PRL<sup>AA</sup>, а у коров второй и третьей лактации – гетерозиготные особи генотипа PRL<sup>AB</sup>. По гену BLG более высокие показатели по удою за 305 дней лактации, а также количеству молочного жира и белка имели гомозиготные первотелки с генотипом BLG<sup>AA</sup>, по второй и третьей лактации – гетерозиготные животные с генотипом BLG<sup>AB</sup>. **Ключевые слова:** крупный рогатый скот, гены диацилглицерол О-ацил трансферазы 1 (DGAT1), соматотропина (GH), пролактин (PRL) и бета-лактоглобулина (BLG), молочная продуктивность.

## EFFECT OF THE GENE POLYMORPHISM OF DIACYLGLYCEROL O-ACYL TRANSFERASE 1 (DGAT1), SOMATOTROPIN (GH), PROLACTIN (PRL) AND BETA-LACTOGLOBULIN (BLG) ON INDICATORS OF MILK PRODUCTIVITY IN DAIRY CATTLE OF HOLSTEIN BREED OF DOMESTIC SELECTION

Mikhaljuk A.N., Peshko N.N., Tanana L.A.

EE "Grodno State Agricultural University", Grodno, Republic of Belarus

As a result of the research, it was established that in most cases, animals of the GH<sup>LV</sup> genotype heterozygous for the GH gene were superior to their homozygous peers of the GH<sup>LL</sup> and GH<sup>VV</sup> genotypes by 2.5% ... 6.6% (P<0.05). In terms of fat and milk protein content, heterozygous first-calving heifers of the GH<sup>LV</sup> genotype were superior to their peers of the other two genotypes, and in the second and third lactations, individuals homozygous for the GH<sup>V</sup> and GH<sup>L</sup> alleles had higher milk productivity compared to their heterozygous peers. An assessment of the milk productivity indicators of cows using the DGAT1 gene for three lactations indicates that they increase with the growth in the serial number of the lactation. For the PRL gene, the highest milk yield over 305 days of lactation was in heterozygous first-calving heifers, cows of the second and third lactations, having the PRL<sup>AB</sup> genotype. They were superior to their peers homozygous for the PRL<sup>A</sup> allele by 1.2%...10.7% (P<0.01), and for the PRL<sup>B</sup> allele – by 4.2%...9.4% (P<0.01). In terms of milk fat content, homozygous animals with the PRL<sup>BB</sup> genotype had higher indicators, and in terms of milk protein content, hetero- and homozygous individuals with the PRL<sup>AB</sup> and PRL<sup>AA</sup> genotypes had higher indicators. In terms of the milk fat and protein content in first-calving heifers, individuals of the PRL<sup>AA</sup> genotype homo-

*zygous for the PRL gene had higher indicators, and in cows of the second and third lactation, heterozygous individuals of the PRL<sup>AB</sup> genotype had higher indicators. For the BLG gene, homozygous first-calving heifers with the BLG<sup>AA</sup> genotype had higher indicators for milk yield over 305 days of lactation, as well as for the milk fat and protein values; in the second and third lactation – heterozygous animals with the BLG<sup>AB</sup> genotype. **Keywords:** cattle, genes of diacylglycerol O-acyl transferase 1 (DGAT1), somatotropin (GH), prolactin (PRL) and beta-lactoglobulin (BLG), milk productivity.*

**Введение.** Развитие молекулярной генетики повлекло за собой изменения в представлениях о селекции в животноводстве и способствовало появлению качественно новых методов отбора и подбора животных, основанных на использовании молекулярно-генетических маркеров [1]. По мнению многих ученых, фенотипическая селекция сегодня находится на пределе своих возможностей, являясь при этом мероприятием дорогостоящим и длительным, поэтому эффективность селекции в ближайшем будущем будут определять новые высокоэффективные методы молекулярной генетики [2–5]. Данные методы основаны на поиске и использовании перспективных генетических маркеров продуктивности животных, изучении их полиморфизма, а также влиянии на хозяйственно полезные признаки. К таким генам относятся гены, кодирующие белки молока или молочный жир, поэтому они могут быть использованы в качестве прямых генетических маркеров молочной продуктивности. Внедрение генетических маркеров в качестве дополнительных критериев при отборе сельскохозяйственных животных позволит ускорить селекционный процесс и повысить его эффективность.

В этой связи **целью данной работы** явилось изучение влияния полиморфизма генов диацилглицерол О-ацил трансферазы 1 (DGAT1), соматотропина (GH), пролактина (PRL) и бета-лактоглобулина (BLG) на показатели молочной продуктивности коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции.

**Материалы и методы исследований.** Для исследования использовали биологический материал (ушной выщип) от коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции в количестве 105. Племенные карточки животных были предоставлены компьютерной группой по обработке и анализу данных племенного учета РУСП «Гродненское племпредприятие».

ДНК-генотипирование животных по генам диацилглицерол О-ацил трансферазы 1 (DGAT1), соматотропина (GH), пролактина (PRL) и бета-лактоглобулина (BLG) проводили с использованием метода полимеразной цепной реакции (ПЦР) и полиморфизма длин рестрикционных фрагментов (ПДРФ). Ядерную ДНК выделяли перхлоратным методом. Основные растворы для выделения ДНК готовили по Т. Маниатису, Э. Фрич, Дж.Сэмбруку [6], а для амплификации и рестрикции использовали растворы производства ОДО «Праймтех», Беларусь.

В таблице 1 приведен состав реакционной смеси для проведения амплификации исследуемых локусов генов диацилглицерол О-ацил трансферазы 1 (DGAT1), соматотропина (GH), пролактина (PRL) и бета-лактоглобулина (BLG).

**Таблица 1 – Состав реакционной смеси для проведения амплификации исследуемых локусов генов диацилглицерол О-ацил трансферазы 1 (DGAT1), соматотропина (GH), пролактина (PRL) и бета-лактоглобулина (BLG)**

Компоненты	Количество реагентов на 1 пробу
1 x Таq-буфер	1 x
50 mM MgCl <sub>2</sub>	2-5 mM
Смесь дНТФ	2-4 mM
Праймер 1	10-25 пМ
Праймер 2	10-25 пМ
Таq-полимераза 2500 ед, Евроген, PK113L	0,5-1,5 е.а.
ДНК	200-250 нг/мкл
H <sub>2</sub> O	доводим до 25 мкл

Для амплификации участка гена DGAT1 использовали праймеры [12]:

DGAT1 1: 5' CAC CAT CCT CTT CCT CAA GC 3'

DGAT1 2: 5' ATG CGG GAG TAG TCC ATG TC 3'

Условия проведения ПЦР DGAT1: 94°C, 5 мин.; 30 циклов – 94°C, 30 с.; 59°C, 40 с.; 72°C, 40 с.; достройка или финальная элонгация – 72°C, 7 мин. Наличие ПЦР-фрагмента оценивали электрофоретическим методом в 2% агарозном геле при напряжении 120 W 50-60 мин. Длина амплифицированного фрагмента гена DGAT1 составила 411 п.н. Для рестрикции амплифицированного локуса гена DGAT1 применяли эндонуклеазу Aco I. Реакцию проводили при температуре 37°C. Продукты рестрикции генов разделяли электрофоретически в 3% агарозном геле при напряжении 130 W 50-60 мин., в 1×TBE буфере. Визуализацию фрагментов проводили при УФ-свете на системе геледокументирования Gel Doc RX+(BIORAD) с использованием бромистого этидия. При расщеплении про-

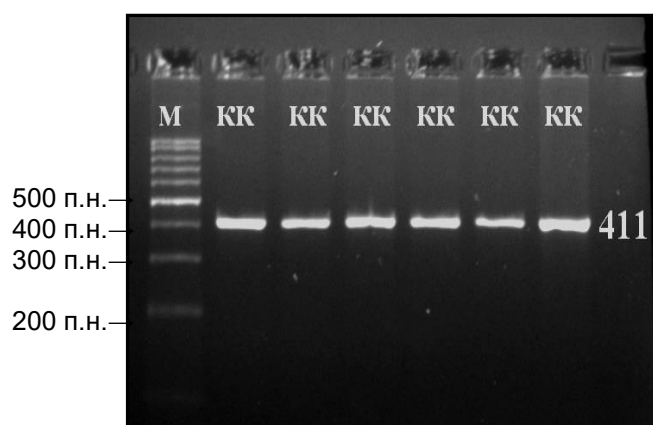
дуктов амплификации гена *DGAT1* идентифицировался генотип: *DGAT1<sup>KK</sup>* – фрагмент 411 п.н. (рисунок 1).

Для амплификации участка гена *GH* использовали праймеры [11]:

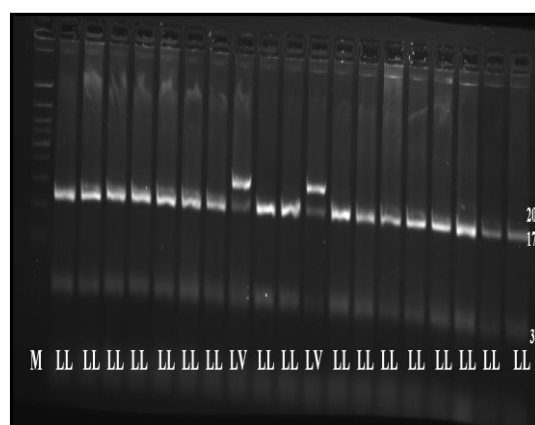
*GH* 1: 5' CCG TGT CTA TGA GAA GC 3'

*GH* 2: 5' GTT CTT GAG CAG CGC GT 3'

Условия проведения ПЦР *GH*: 94°C, 4 мин.; 35 циклов – 94°C, 45 с.; 65°C, 45 с.; 72°C, 45 с.; достройка или финальная элонгация – 72°C, 7 мин. Наличие ПЦР-фрагмента оценивали электрофоретическим методом в 2% агарозном геле при напряжении 120 W 50-60 мин. Длина амплифицированного фрагмента гена *GH* составила 223 п.н. Для рестрикции амплифицированного участка гена *GH* применяли эндонуклеазу *AluI*. Реакцию проводили при температуре 37°C. Продукты рестрикции генов разделяли электрофоретически в 3% агарозном геле при напряжении 130 W 50-60 мин., в 1×TBE буфере. Визуализацию фрагментов проводили при УФ-свете на системе геледокументирования Gel Doc RX+(BIORAD) с использованием бромистого этидия. При расщеплении продуктов амплификации по гену *GH* идентифицировались генотипы: *GH<sup>LL</sup>* – 208 п.н.; *GH<sup>LV</sup>* – 208/172/35 п.н.; *GH<sup>VV</sup>* – 172/35 п.н. (рисунок 2).



**Рисунок 1 – Электрофореграмма рестрикционного анализа гена *DGAT1***



**Рисунок 2- Электрофореграмма рестрикционного анализа гена *GH***

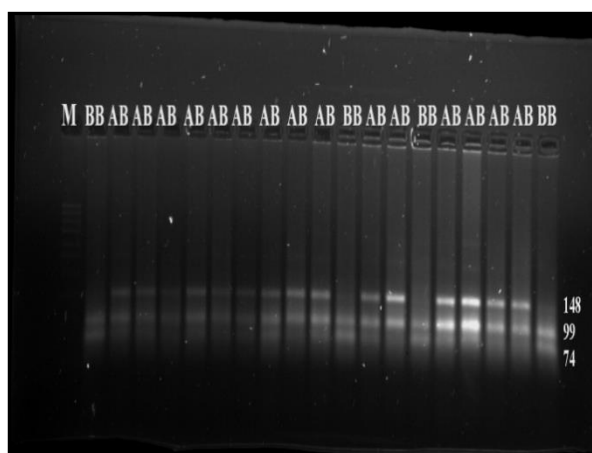
Обозначения: М – маркер молекулярного веса 200 – 500 п.н. (ОДО «Праймтех», Беларусь).

Для амплификации участка гена *BLG* использовали праймеры [10]:

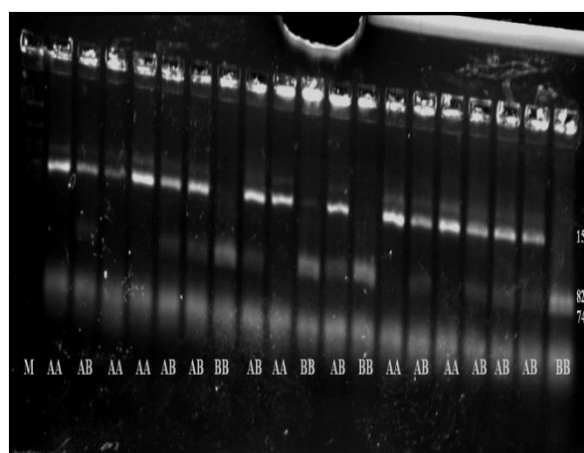
*BLG* 1: 5' TGT GCT GGA CAC CGA CTA CAA AAA G 3'

*BLG* 2: 5' GCT CCC GGT ATA TGA CCA CCC TCT 3'

Условия проведения ПЦР *BLG*: 94°C, 5 мин.; 30 циклов – 94°C, 30 сек.; 59°C, 40 сек.; 72°C, 20 сек.; элонгация – 72°C, 3 мин. Наличие ПЦР-фрагмента оценивали электрофоретическим методом в 2% агарозном геле при напряжении 120 W 50-60 мин. Длина фрагмента гена *BLG* – 247 п.н. Для рестрикции амплифицированного участка гена *BLG* применяли эндонуклеазу *BsuRI* (*Hae* III). Реакцию проводили при температуре 37°C.



**Рисунок 3 - Электрофореграмма рестрикционного анализа гена *BLG***



**Рисунок 4 - Электрофореграмма рестрикционного анализа гена *PRL***

Продукты рестрикции генов разделяли электрофоретически в 3% агарозном геле при напряжении 130 W 50-60 мин., в 1×TBE буфере. Визуализацию фрагментов проводили при УФ-свете на системе геледокументирования Gel Doc RX+(BIORAD) с использованием бромистого этидия. При расщеплении продуктов амплификации по гену *BLG* идентифицируются следующие генотипы: *BLG<sup>AA</sup>* – фрагменты 148/99 п.н.; *BLG<sup>AB</sup>* – фрагменты 148/99/74 п.н.; *BLG<sup>BB</sup>* – фрагменты 99/74 п.н. (рисунок 3).

Для амплификации участка гена *PRL* использовали праймеры [13]:

*PRL* 1: 5' CGA GTC CTT ATG AGC TTG ATT CTT 3'

*PRL* 2: 5' GCC TTC CAG AAG TCG TTT GTT TTC 3'

Условия проведения ПЦР *PRL*: 94°C, 4 мин.; 35 циклов – 94°C, 45 с.; 65°C, 45 с.; 72°C, 45 с.; элонгация – 72°C, 7 мин. Наличие ПЦР-фрагмента оценивали электрофоретическим методом в 2% агарозном геле при напряжении 120 W 50-60 мин. Длина амплифицированного фрагмента гена *PRL* – 156 п.н. Для рестрикции амплифицированного участка гена *PRL* применяли эндонуклеазу *Rsa* I. Реакцию проводили при температуре 37°C. Продукты рестрикции генов разделяли электрофоретически в 3% агарозном геле при напряжении 130 W 50-60 мин., в 1×TBE буфере. Визуализацию фрагментов проводили при УФ-свете на системе геледокументирования Gel Doc RX+(BIORAD) с использованием бромистого этидия. При расщеплении продуктов амплификации по гену *PRL* идентифицируются следующие генотипы: *PRL<sup>AA</sup>* – длиной 156 п.н.; *PRL<sup>AB</sup>* – 156/82/74 п.н.; *PRL<sup>BB</sup>* – 82/74 п.н. (рисунок 4).

Частота встречаемости аллелей по генам диацилглицерол О-ацил трансферазы 1 (*DGAT1*), пролактина (*PRL*), бета-лактоглобулина (*BLG*) и соматотропина (*GH*) рассчитана по формулам по Е.К. Меркурьевой [7]. Для оценки генетического равновесия в популяции по изучаемым генам определяли критерий хи-квадрат ( $\chi^2$ ) или критерий Пирсона [8].

Для изучения молочной продуктивности подопытные животные голштинской породы молочного скота отечественной селекции были сгруппированы в зависимости от возраста: первотелки, коровы второго и третьего отелов. Молочную продуктивность коров определяли по результатам контрольных доений. В статистическую обработку включали показатели животных, продолжительность лактации у которых была не менее 240 дней. У животных с различными генотипами по изучаемым генам учитывали удой, массовую долю жира и белка, выход молочного жира и белка за 305 дней лактации или укороченную лактацию.

Статистическую обработку полученных данных проводили методами биологической статистики в описании Н.А. Плохинского [9], используя при этом компьютерную программу Microsoft Excel. Достоверными считались различия при уровне значимости \* –  $P < 0,05$ ; \*\* –  $P < 0,01$ .

**Результаты исследований.** Исследования были проведены в СПК им. И.П. Сенько Гродненского района, так как данное хозяйство являлось базовым при выведении как чернопестрой, так и голштинской породы молочного скота отечественной селекции. В хозяйстве прекрасно налажен племенной и зоотехнический учет, а также обеспечен высокий зоотехнический фон: условия содержания и кормления животных.

В таблице 2 представлены показатели молочной продуктивности первотелок с различными генотипами по генам *DGAT1* и *GH*. Анализ полученных данных свидетельствует о том, что более высокие показатели молочной продуктивности имели гетерозиготные по гену *GH* первотелки с генотипом *GH<sup>L</sup>V*. Удой за 305 дней лактации у них составил 8346,90±218,06 кг, по этому показателю они превосходили животных с генотипами *GH<sup>LL</sup>* и *GH<sup>VV</sup>* на 2,5%. По массовой доле жира в молоке гетерозиготные по гену *GH* первотелки генотипа *GH<sup>L</sup>V* также превосходили своих гомозиготных сверстниц с генотипами *GH<sup>LL</sup>* и *GH<sup>VV</sup>* на 0,04 п.п. и 0,17 п.п. ( $P < 0,05$ ) соответственно. Количество молочного жира за 305 дней лактации также было выше у гетерозиготных первотелок генотипа *GH<sup>L</sup>V* и составило 320,10±11,10 кг, у сверстниц с генотипом *GH<sup>LL</sup>* данный показатель составил 308,97±10,03 кг, а у животных с генотипом *GH<sup>VV</sup>* – 298,15±13,02 кг соответственно.

**Таблица 2 – Показатели молочной продуктивности первотелок с различными генотипами по генам *DGAT1* и *GH*, ( $M \pm m$ )**

Показатели	Генотип			
	<i>DGAT1<sup>KK</sup></i>	<i>GH<sup>LL</sup></i>	<i>GH<sup>L</sup>V</i>	<i>GH<sup>VV</sup></i>
Удой за 305 дней лактации, кг	8243,32± 192,27	8141,40± 242,40	8346,90± 218,06	8140,20± 257,30
Массовая доля жира, %	3,80± 0,03	3,79± 0,04	3,83± 0,07*	3,66± 0,09
Количество молочного жира, кг	313,60± 8,03	308,97± 10,03	320,10± 11,10*	298,15± 13,02
Массовая доля белка, %	3,25± 0,01	3,27± 0,02	3,30± 0,02	3,26± 0,04
Количество молочного белка, кг	267,85± 6,07	265,63± 7,68	267,10± 6,72	265,15± 9,63

Аналогичная тенденция наблюдалась по показателям белковомолочности и количеству молочного белка. Так, массовая доля белка в молоке гетерозиготных первотелок генотипа  $GH^{LV}$  составила  $3,30 \pm 0,02\%$ , у животных генотипа  $GH^{LL}$  –  $3,27 \pm 0,02\%$  и генотипа  $GH^{VV}$  –  $3,26 \pm 0,04\%$  соответственно. Количество молочного белка в молоке гетерозиготных первотелок генотипа  $GH^{LV}$  составило  $267,10 \pm 6,72$  кг, что на  $0,55\%$  выше, чем у гомозиготных особей с генотипом  $GH^{LL}$  и на  $0,73\%$ , чем у гомозиготных животных с генотипом  $GH^{VV}$ . Что касается гена  $DGAT1$ , то, как было отмечено выше, все исследуемые животные имели один генотип –  $DGAT1^{KK}$ , и поэтому не представлялось возможным оценить показатели молочной продуктивности в сравнительном аспекте разных генотипов. В этой связи сравнение проводили по показателям молочной продуктивности с учетом лактации, а также в сравнении со средними показателями трех генотипов по гену  $GH$ . Результаты сравнительной оценки показателей молочной продуктивности первотелок по гену  $DGAT1$  со средними показателями сверстниц трех генотипов по гену  $GH$  показали, что удой у коров с генотипом  $DGAT1^{KK}$  был выше, чем средний показатель по гену  $GH$  на  $0,4\%$ , по массовой доле жира и белка, а также по количеству молочного жира и белка между первотелками по гену  $DGAT1$  и средними показателями сверстниц трех генотипов по гену  $GH$  достоверных различий не было отмечено.

В таблице 3 приведены показатели молочной продуктивности коров с различными генотипами по генам  $DGAT1$  и  $GH$  по второй лактации. Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что показатели молочной продуктивности коров по второй лактации отличаются от аналогичных показателей первотелок. Установлено, что гомозиготные по гену  $GH$  коровы второй лактации генотипа  $GH^{LL}$  характеризуются более высокими показателями молочной продуктивности по сравнению с гетеро- и гомозиготными животными генотипов  $GH^{LV}$  и  $GH^{VV}$ . Так, удой за 305 дней лактации у них составил  $9169,37 \pm 232,68$  кг, и по этому показателю они превосходили гетерозиготных коров с генотипом  $GH^{LV}$  на  $3,2\%$  ( $P < 0,05$ ), а гомозиготных животных с генотипом  $GH^{VV}$  – на  $4,5\%$  ( $P < 0,05$ ) соответственно. Что касается жирномолочности, то гомозиготные коровы второй лактации генотипов  $GH^{LL}$  и  $GH^{VV}$  превосходили гетерозиготных животных с генотипом  $GH^{LV}$  на  $0,18$  п.п. По количеству молочного жира более высокие показатели также имели гомозиготные по аллелю  $GH^L$  особи. Они превосходили гомозиготных по аллелю  $GH^V$  особей на  $5,4\%$  ( $P < 0,05$ ), а гетерозиготных животных генотипа  $GH^{LV}$  – на  $9,7\%$  ( $P < 0,01$ ) соответственно. Что касается белковомолочности, то у коров с генотипами  $GH^{LL}$  и  $GH^{VV}$  ее содержание было на уровне  $3,23 \pm 0,05\%$ , что выше, чем у гетерозиготных животных генотипа  $GH^{LV}$  на  $0,06$  п.п.

**Таблица 3 – Показатели молочной продуктивности коров с различными генотипами по генам  $DGAT1$  и  $GH$  по второй лактации, ( $M \pm m$ )**

Показатели	Генотип			
	$DGAT1^{KK}$	$GH^{LL}$	$GH^{LV}$	$GH^{VV}$
Удой за 305 дней лактации, кг	$9074,44 \pm 248,43^{**}$	$9169,37 \pm 232,68^*$	$8879,20 \pm 281,95$	$8766,50 \pm 319,30$
Массовая доля жира, %	$3,81 \pm 0,07$	$3,85 \pm 0,08^*$	$3,67 \pm 0,06$	$3,85 \pm 0,09^*$
Количество молочного жира, кг	$348,08 \pm 10,69^{**}$	$355,95 \pm 13,24^{**}$	$324,40 \pm 12,10$	$337,50 \pm 13,02^*$
Массовая доля белка, %	$3,21 \pm 0,02$	$3,23 \pm 0,03$	$3,17 \pm 0,04$	$3,23 \pm 0,05$
Количество молочного белка, кг	$291,96 \pm 10,42^{**}$	$296,16 \pm 11,91$	$282,40 \pm 12,03$	$285,10 \pm 12,32$

Так как удой у гомозиготных коров с генотипом  $GH^{LL}$  был выше, чем у животных двух других генотипов, то и количество молочного белка в молоке у них также было выше и составило  $296,16 \pm 11,91$  кг, в то время как у гетерозиготных особей с генотипом  $GH^{LV}$  –  $282,40 \pm 12,03$  кг,  $GH^{VV}$  –  $285,10 \pm 12,32$  кг соответственно. По гену  $DGAT1$  коровы второй лактации имели более высокие показатели молочной продуктивности по сравнению с первотелками. Так, удой коров второй лактации был выше, чем у первотелок на  $10,0\%$  ( $P < 0,01$ ) и составил  $9074,44 \pm 248,43$  кг. По массовой доле жира и белка в молоке заметных различий между коровами второй лактации и первотелками не наблюдалось. Учитывая, что удой у коров второй лактации были выше, чем у первотелок, а по массовой доле жира и белка в молоке особых различий не наблюдалось, то количество молочного белка и жира в молоке также было выше у коров второй лактации по сравнению с первотелками на  $10,9\%$  ( $P < 0,01$ ) и на  $9,0\%$  ( $P < 0,01$ ) соответственно.

Результаты сравнительной оценки показателей молочной продуктивности животных по гену  $DGAT1$  со средними показателями сверстниц трех генотипов по гену  $GH$  показали, что удой у коров второй лактации с генотипом  $DGAT1^{KK}$  был выше, чем средний показатель трех генотипов по гену  $GH$  на  $1,5\%$  и составил  $9074,44 \pm 248,43$  кг. Массовая доля жира в молоке была выше у животных по

гену *DGAT1* по сравнению со средним показателем коров трех генотипов по гену *GH* на 0,02 п.п., массовая доля белка была на одном уровне и составляла  $3,21 \pm 0,04\%$ . По количеству молочного жира коровы с генотипом *DGAT1<sup>KK</sup>* превосходили своих сверстниц со средним показателем трех генотипов по гену *GH* на 2,6%, а по количеству молочного белка – на 1,4% соответственно.

В таблице 4 приведены показатели молочной продуктивности коров с различными генотипами по генам *DGAT1* и *GH* по третьей лактации.

**Таблица 4 – Показатели молочной продуктивности коров с различными генотипами по генам *DGAT1* и *GH* по третьей лактации, (M $\pm$ m)**

Показатели	Генотип			
	<i>DGAT1<sup>KK</sup></i>	<i>GH<sup>LL</sup></i>	<i>GH<sup>LV</sup></i>	<i>GH<sup>VV</sup></i>
Удой за 305 дней лактации, кг	9752,67 $\pm$ 348,15**	9530,78 $\pm$ 230,81**	9580,14 $\pm$ 283,68*	8983,67 $\pm$ 307,98
Массовая доля жира, %	3,78 $\pm$ 0,09	3,68 $\pm$ 0,09	3,79 $\pm$ 0,10	3,96 $\pm$ 0,10*
Количество молочного жира, кг	366,92 $\pm$ 12,20	348,67 $\pm$ 12,35	363,86 $\pm$ 13,18*	356,00 $\pm$ 12,07
Массовая доля белка, %	3,24 $\pm$ 0,03	3,26 $\pm$ 0,03	3,23 $\pm$ 0,06	3,40 $\pm$ 0,07*
Количество молочного белка, кг	315,25 $\pm$ 12,04	310,00 $\pm$ 12,21	308,86 $\pm$ 13,48	305,33 $\pm$ 10,98

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что показатели молочной продуктивности коров по третьей лактации несколько отличались от показателей молочной продуктивности животных по второй лактации. Удой за 305 дней лактации был выше у гетерозиготных особей генотипа *GH<sup>LV</sup>* по сравнению с показателями гомозиготных коров генотипов *GH<sup>LL</sup>* и *GH<sup>VV</sup>* на 0,5% и на 6,6% ( $P < 0,05$ ) соответственно и составил  $9580,14 \pm 283,68$  кг. Вместе с тем по жирномолочности и белкомолочности более высокие показатели имели гомозиготные коровы третьей лактации с генотипом *GH<sup>VV</sup>*. Так, массовая доля жира в молоке у них составила  $3,96 \pm 0,10\%$ , а массовая доля белка –  $3,40 \pm 0,07\%$ , что выше, чем у гомозиготных сверстниц с генотипом *GH<sup>LL</sup>* на 0,28 п.п. ( $P < 0,05$ ) и на 0,14 п.п. ( $P < 0,05$ ), а с генотипом *GH<sup>LV</sup>* – на 0,17 п.п. ( $P < 0,05$ ) и на 0,17 п.п. ( $P < 0,05$ ) соответственно. За счет того, что удой был выше у гетерозиготных коров с генотипом *GH<sup>LV</sup>* при относительно высокой жирномолочности ( $3,79 \pm 0,10\%$ ), то и количество молочного жира у них также оказалось выше по сравнению с гомозиготными особями генотипа *GH<sup>LL</sup>* на 4,3% ( $P < 0,05$ ), а по сравнению с гомозиготными животными *GH<sup>VV</sup>* – на 2,2% соответственно. По количеству молочного белка достоверных различий между животными трех генотипов не наблюдалось.

По гену *DGAT1* коровы третьей лактации имели более высокие показатели молочной продуктивности по сравнению с животными второй лактации. Так, удой коров третьей лактации был выше, чем у животных второй на 7,4% ( $P < 0,05$ ) и составил  $9752,67 \pm 348,15$  кг. По массовой доле жира и белка в молоке достоверных различий между коровами третьей и второй лактации не наблюдалось. Что касается показателей количества молочного жира и белка в молоке, то они были выше у коров третьей лактации по сравнению с животными второй лактации на 5,4% ( $P < 0,05$ ) и 7,9% ( $P < 0,05$ ) соответственно. Молочная продуктивность коров по гену *DGAT1* в разрезе трех лактаций свидетельствует о том, что с повышением порядкового номера лактации она возрастает. Аналогичные результаты были получены ранее у коров красной белорусской породной группы. Результаты сравнительной оценки показателей молочной продуктивности животных по гену *DGAT1* со средними показателями сверстниц трех генотипов по гену *GH* показали, что удой у коров третьей лактации с генотипом *DGAT1<sup>KK</sup>* был выше, чем средний показатель животных трех генотипов по гену *GH* на 4,1% ( $P < 0,05$ ) и составил  $9752,67 \pm 348,15$  кг. Массовая доля жира в молоке у животных по гену *DGAT1* была ниже по сравнению со средним показателем коров трех генотипов по гену *GH* на 0,03 п.п., а массовая доля белка в молоке – на 0,05 п.п. соответственно. По количеству молочного жира коровы с генотипом *DGAT1<sup>KK</sup>* превосходили своих сверстниц со средним показателем трех генотипов гена *GH* на 3,0%, а по количеству молочного белка – на 2,3% соответственно.

В таблице 5 приведены показатели молочной продуктивности первотелок с различными генотипами по генам *PRL* и *BLG*. Анализ полученных данных свидетельствует о том, что наиболее высокие показатели молочной продуктивности имели гетерозиготные первотелки с генотипом *PRL<sup>AB</sup>*. Их удой за 305 дней лактации составил  $8706,35 \pm 250,55$  кг, что выше, чем у гомозиготных по аллелю *PRL<sup>A</sup>* особей на 10,7% ( $P < 0,01$ ), а по аллелю *PRL<sup>B</sup>* – на 4,2% ( $P < 0,05$ ) соответственно. По массовой доле жира в молоке гетерозиготные и гомозиготные по аллелю В первотелки находились примерно на одном уровне –  $3,83 \pm 0,04\%$  и  $3,82 \pm 0,08\%$  и превосходили гомозиготных по аллелю А особей на 0,05 п.п. и на 0,04 п.п. соответственно.

У исследуемых животных по показателю белковомолочности были отмечены некоторые отличия в сравнении с показателем жирномолочности. Так, наиболее высокие показатели имели гомо- и гетерозиготные первотелки с генотипами  $PRL^{AA}$  и  $PRL^{AB}$  –  $3,25 \pm 0,02\%$  и  $3,25 \pm 0,02\%$ , а наиболее низкие – гомозиготные животные с генотипом  $PRL^{BB}$  –  $3,22 \pm 0,04\%$ , однако достоверных различий по этому показателю между группами животных не отмечалось. Количество молочного жира и белка в молоке также оказалось выше у гетерозиготных по гену  $PRL$  первотелок генотипа  $PRL^{AB}$  и составило  $334,26 \pm 11,17$  кг и  $282,65 \pm 7,64$  кг соответственно, что обусловлено более высоким удоем, а также жирно- и белковомолочностью, чем у гомозиготных по аллелям А и В аналогов. Количество молочного жира у гетерозиготных первотелок с генотипом  $PRL^{AB}$  было выше, чем у гомозиготных сверстниц с генотипом  $PRL^{AA}$  на 12,6 % ( $P < 0,01$ ) и на 4,6 % ( $P < 0,05$ ), чем у гомозиготных животных с генотипом  $PRL^{BB}$  соответственно. Аналогичная тенденция была отмечена и по количеству молочного белка.

**Таблица 5 – Показатели молочной продуктивности первотелок с различными генотипами по генам  $PRL$  и  $BLG$ , ( $M \pm m$ )**

Генотип	Показатели				
	удой за 305 дней лактации, кг	массовая доля жира, %	количество молочного жира, кг	массовая доля белка, %	количество молочного белка, кг
$PRL^{AA}$	$7863,27 \pm 222,84$	$3,78 \pm 0,05$	$296,82 \pm 11,29$	$3,25 \pm 0,02$	$255,45 \pm 9,29$
$PRL^{AB}$	$8706,35 \pm 250,55^{**}$	$3,83 \pm 0,04$	$334,26 \pm 11,17^{**}$	$3,25 \pm 0,02$	$282,65 \pm 7,64^*$
$PRL^{BB}$	$8353,00 \pm 246,12^*$	$3,82 \pm 0,08$	$319,50 \pm 12,51^*$	$3,22 \pm 0,04$	$268,55 \pm 11,57$
$BLG^{AA}$	$8408,44 \pm 292,44^*$	$3,77 \pm 0,07$	$318,00 \pm 11,83^*$	$3,26 \pm 0,04$	$273,56 \pm 9,38^{**}$
$BLG^{AB}$	$8054,03 \pm 207,53$	$3,80 \pm 0,04$	$305,81 \pm 8,79$	$3,26 \pm 0,02$	$262,32 \pm 6,52^*$
$BLG^{BB}$	$7818,50 \pm 275,58$	$3,94 \pm 0,08^*$	$309,00 \pm 12,28$	$3,17 \pm 0,04$	$247,17 \pm 10,87$

По гену  $BLG$  наиболее высокие показатели по удою имели гомозиготные первотелки с генотипом  $BLG^{AA}$  –  $8408,44 \pm 292,44$  кг, они превосходили своих сверстниц генотипа  $BLG^{AB}$  на 4,4% ( $P < 0,05$ ), а гомозиготных особей с генотипом  $BLG^{BB}$  – на 7,5% ( $P < 0,05$ ) соответственно. Вместе с тем наиболее высокая жирномолочность была у гомозиготных первотелок генотипа  $BLG^{BB}$  –  $3,94 \pm 0,08\%$ , и по этому показателю они превосходили своих гетерозиготных сверстниц генотипа  $BLG^{AB}$  на 0,14 п.п. ( $P < 0,05$ ), а гомозиготных животных  $BLG^{AA}$  – на 0,17 п.п. ( $P < 0,05$ ) соответственно. По показателю белковомолочности, напротив, первотелки с генотипом  $BLG^{BB}$  имели более низкие показатели по сравнению с гомо- и гетерозиготными особями генотипов  $BLG^{AA}$  и  $BLG^{AB}$ . Так, массовая доля белка в молоке гомозиготных первотелок с генотипом  $BLG^{BB}$  составила  $3,17 \pm 0,04\%$ , а у гомо- и гетерозиготных первотелок с генотипами  $BLG^{AA}$  и  $BLG^{AB}$  –  $3,26\%$ . По количеству молочного жира и белка в молоке наиболее высокие показатели оказались у гомозиготных по гену  $BLG$  первотелок с генотипом  $BLG^{AA}$  –  $318,00 \pm 11,83$  кг и  $273,56 \pm 9,38$  кг соответственно. По этим показателям они превосходили гетерозиготных животных с генотипом  $BLG^{AB}$  на 3,9% ( $P < 0,05$ ) и на 4,2% ( $P < 0,05$ ), а гомозиготных первотелок с генотипом  $BLG^{BB}$  – на 2,9% и 10,6% ( $P < 0,01$ ) соответственно.

В таблице 6 приведены показатели молочной продуктивности коров с различными генотипами по генам  $PRL$  и  $BLG$  по второй лактации. При анализе полученных данных установлено, что показатели молочной продуктивности коров по второй лактации были аналогичны таковым первотелок. Так, у гетерозиготных по гену  $PRL$  коров второй лактации с генотипом  $PRL^{AB}$  удой составил  $9153,11 \pm 231,89$  кг и был выше, чем у гомозиготных по аллелям  $PRL^A$  и  $PRL^B$  животных на 1,4% и на 4,8% ( $P < 0,05$ ) соответственно. По массовой доле жира более высокие показатели были у животных с генотипом  $PRL^{BB}$  –  $3,92 \pm 0,09\%$ , что на 0,17 п.п. ( $P < 0,05$ ) выше, чем у гетерозиготных сверстниц с генотипом  $PRL^{AB}$  и на 0,08 п.п., чем у гомозиготных коров второй лактации с генотипом  $PRL^{AA}$ . По показателю белковомолочности были отмечены некоторые отличия по сравнению с показателем жирномолочности. Так, наиболее высокие показатели были у гомо- и гетерозиготных коров с генотипами  $PRL^{AA}$  и  $PRL^{AB}$  –  $3,21 \pm 0,03\%$  и  $3,22 \pm 0,04\%$  соответственно, а низкие – у гомозиготных животных с генотипом  $PRL^{BB}$  –  $3,15 \pm 0,04\%$ , что повторяет тенденцию, выявленную у первотелок. По количеству молочного жира более высокие показатели имели гомозиготные коровы с генотипом  $PRL^{AA}$  –  $349,40 \pm 12,44$  кг, и они превосходили гетерозиготных сверстниц генотипа  $PRL^{AB}$  на 1,5%, а гомозиготных животных генотипа  $PRL^{BB}$  – на 2,0% ( $P < 0,05$ ). По количеству молочного белка более высокие

показатели имели гетерозиготные по гену *PRL* животные генотипа  $PRL^{AB}$  –  $295,67 \pm 12,59$  кг, что на 2,0% ( $P < 0,05$ ) и 7,7% ( $P < 0,01$ ) выше, чем у гомозиготных сверстниц по аллелям  $PRL^A$  и  $PRL^B$  соответственно.

**Таблица 6 – Показатели молочной продуктивности коров с различными генотипами по генам *PRL* и *BLG* по второй лактации, ( $M \pm m$ )**

Генотип	Показатели				
	удой за 305 дней лактации, кг	массовая доля жира, %	количество молочного жира, кг	массовая доля белка, %	количество молочного белка, кг
$PRL^{AA}$	$9021,40 \pm 242,14$	$3,84 \pm 0,09$	$349,40 \pm 12,44^*$	$3,21 \pm 0,03$	$289,80 \pm 11,60$
$PRL^{AB}$	$9153,11 \pm 231,89^*$	$3,75 \pm 0,08$	$344,22 \pm 13,76$	$3,22 \pm 0,04$	$295,67 \pm 12,59^{**}$
$PRL^{BB}$	$8727,50 \pm 325,25$	$3,92 \pm 0,09^*$	$342,45 \pm 12,05$	$3,15 \pm 0,04$	$274,50 \pm 13,50$
$BLG^{AA}$	$8080,25 \pm 255,84$	$3,53 \pm 0,09$	$284,40 \pm 12,48$	$3,25 \pm 0,05$	$233,41 \pm 10,22$
$BLG^{AB}$	$9191,45 \pm 213,35^{**}$	$3,83 \pm 0,08$	$354,00 \pm 13,02^{**}$	$3,21 \pm 0,02$	$294,70 \pm 10,60^*$
$BLG^{BB}$	$8465,20 \pm 279,07^*$	$3,87 \pm 0,09^{**}$	$329,20 \pm 14,17^*$	$3,26 \pm 0,06$	$277,20 \pm 11,30^*$

По гену *BLG* динамика показателей молочной продуктивности коров второй лактации отличалась от таковых у первотелок. Так, по удою за 305 дней лактации наиболее высокий показатель имели гетерозиготные коровы с генотипом  $BLG^{AB}$  –  $9191,45 \pm 213,35$  кг. Они превосходили гомозиготных по аллелю  $BLG^A$  сверстниц на 13,7 % ( $P < 0,01$ ), а по аллелю  $BLG^B$  – на 8,5% ( $P < 0,01$ ) соответственно. Что касается жирно- и белкомолочности, то более высокие показатели имели гомозиготные животные генотипа  $BLG^{BB}$  –  $3,87 \pm 0,09\%$  и  $3,26 \pm 0,06\%$  соответственно, это на 0,34 п.п. ( $P < 0,01$ ) и 0,01 п.п. выше, чем у гомозиготных сверстниц с генотипом  $BLG^{AA}$  и на 0,04 п.п. и 0,05 п.п., чем у гетерозиготных особей с генотипом  $BLG^{AB}$  соответственно. Учитывая, что наиболее высокий удой за 305 дней лактации имели гетерозиготные коровы с генотипом  $BLG^{AB}$  –  $9191,45 \pm 213,35$  кг, то количество молочного жира и белка у них также оказалась выше, чем у сверстниц. Так, по количеству молочного жира гетерозиготные коровы второй лактации с генотипом  $BLG^{AB}$  превосходили гомозиготных особей генотипа  $BLG^{AA}$  на 24,4% ( $P < 0,01$ ), с генотипом  $BLG^{BB}$  – на 7,5% ( $P < 0,05$ ), а по количеству молочного белка – на 26,2% ( $P < 0,01$ ) и на 6,3% ( $P < 0,05$ ) соответственно.

В таблице 7 приведены показатели молочной продуктивности коров с различными генотипами по генам *PRL* и *BLG* по третьей лактации.

**Таблица 7 – Показатели молочной продуктивности коров с различными генотипами по генам *PRL* и *BLG* по третьей лактации, ( $M \pm m$ )**

Генотип	Показатели				
	удой за 305 дней лактации, кг	массовая доля жира, %	количество молочного жира, кг	массовая доля белка, %	количество молочного белка, кг
$PRL^{AA}$	$9417,50 \pm 326,35^*$	$3,71 \pm 0,10$	$347,13 \pm 11,67$	$3,24 \pm 0,04$	$303,88 \pm 10,74$
$PRL^{AB}$	$9533,42 \pm 304,26^{**}$	$3,72 \pm 0,09$	$351,11 \pm 12,64$	$3,22 \pm 0,05$	$306,51 \pm 12,11$
$PRL^{BB}$	$8712,40 \pm 354,23$	$3,93 \pm 0,10$	$343,83 \pm 12,94$	$3,29 \pm 0,04$	$286,50 \pm 11,34$
$BLG^{AA}$	$8828,25 \pm 331,05^*$	$3,69 \pm 0,10$	$323,25 \pm 13,17$	$3,36 \pm 0,04$	$295,25 \pm 11,61^*$
$BLG^{AB}$	$9503,05 \pm 256,20^{**}$	$3,79 \pm 0,10$	$359,25 \pm 12,55^{**}$	$3,25 \pm 0,03$	$307,87 \pm 11,22^{**}$
$BLG^{BB}$	$8724,20 \pm 250,03$	$3,92 \pm 0,09$	$341,75 \pm 11,68^*$	$3,25 \pm 0,07$	$283,25 \pm 12,87$

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что показатели молочной продуктивности коров по третьей лактации повторяют динамику таковых по второй лактации. В частности,



удой за 305 дней лактации у гетерозиготных по гену *PRL* особей с генотипом *PRL<sup>AB</sup>* составил 9533,42±304,26 кг, что выше по сравнению с удоем гомозиготных по аллелю *PRL<sup>A</sup>* особей на 1,2%, а по аллелю *PRL<sup>B</sup>* – на 9,4% ( $P<0,01$ ) соответственно. Массовая доля жира и белка в молоке была выше у гомозиготных особей генотипа *PRL<sup>BB</sup>* по сравнению с гомозиготными коровами генотипа *PRL<sup>AA</sup>* на 0,22 п.п. ( $P<0,05$ ) и 0,05 п.п., а по сравнению с гетерозиготными животными генотипа *PRL<sup>AB</sup>* – на 0,21 п.п. ( $P<0,05$ ) и 0,07 п.п. соответственно. Аналогичная тенденция наблюдалась и у коров второй лактации. Количество молочного жира и белка оказалось выше у гетерозиготных животных с генотипом *PRL<sup>AB</sup>* за счет более высокого удоя и составила 351,11±12,64 кг и 306,51±12,11 кг соответственно. По гену *BLG* динамика показателей молочной продуктивности коров третьей лактации повторила динамику по второй лактации. Так, по удою за 305 дней лактации наиболее высокий показатель имели гетерозиготные по гену *BLG* особи с генотипом *BLG<sup>AB</sup>* – 9503,05±256,20 кг, и они превосходили гомозиготных по аллелю *BLG<sup>A</sup>* сверстниц на 7,6% ( $P<0,05$ ), а по аллелю *BLG<sup>B</sup>* – на 8,9% ( $P<0,01$ ) соответственно. По массовой доле жира в молоке наиболее высокие показатели были у гомозиготных особей с генотипом *BLG<sup>BB</sup>* – 3,92±0,09%, а по содержанию белка в молоке – у гомозиготных животных с генотипом *BLG<sup>AA</sup>* – 3,36±0,04%. Однако по количеству молочного жира и белка за 305 дней лактации наиболее высокие показатели имели гетерозиготные особи генотипа *BLG<sup>AB</sup>* – 359,25±12,55 кг и 307,87±11,22 кг соответственно, так как у них был выше удой, чем у гомозиготных по аллелям *BLG<sup>A</sup>* и *BLG<sup>B</sup>* сверстниц. Так, по количеству молочного жира они превосходили своих сверстниц на 11,1% ( $P<0,01$ ) и на 5,1% ( $P<0,05$ ), а по количеству молочного белка – на 4,2% ( $P<0,05$ ) и на 8,6% ( $P<0,01$ ) соответственно.

**Заключение.** Результаты проведенных исследований по изучению влияния полиморфизма генов *DGAT1* и *GH* на показатели молочной продуктивности коров голштинской породы молочной скота отечественной селекции показали, что по удою за 305 дней лактации в большинстве случаев гетерозиготные по гену *GH* животные генотипа *GH<sup>L</sup>V* превосходили своих гомозиготных сверстниц генотипов *GH<sup>L</sup>L* и *GH<sup>V</sup>V* на 2,5% ... 6,6% ( $P<0,05$ ). По жирно- и белковомолочности гетерозиготные первотелки генотипа *GH<sup>L</sup>V* превосходили сверстниц двух других генотипов, а по второй и третьей лактациям более высокие показатели молочной продуктивности имели гомозиготные по аллелям *GH<sup>V</sup>* и *GH<sup>L</sup>* особи по сравнению с их гетерозиготными сверстницами. Оценка показателей молочной продуктивности коров по гену *DGAT1* по трем лактациям свидетельствует о том, что с повышением порядкового номера лактации они возрастают. По гену *PRL* наиболее высокий удой за 305 дней лактации был у гетерозиготных первотелок, коров второй и третьей лактации, имеющих генотип *PRL<sup>AB</sup>*. Они превосходили своих гомозиготных по аллелю *PRL<sup>A</sup>* сверстниц на 1,2% ... 10,7% ( $P<0,01$ ), а по аллелю *PRL<sup>B</sup>* – на 4,2% ... 9,4% ( $P<0,01$ ). По жирномолочности более высокие показатели имели гомозиготные животные с генотипом *PRL<sup>BB</sup>*, а по белковомолочности – гетеро- и гомозиготные особи с генотипами *PRL<sup>AB</sup>* и *PRL<sup>AA</sup>*. По количеству молочного жира и белка у первотелок более высокие показатели имели гомозиготные по гену *PRL* особи генотипа *PRL<sup>AA</sup>*, а у коров второй и третьей лактации – гетерозиготные особи генотипа *PRL<sup>AB</sup>*. По гену *BLG* более высокие показатели по удою за 305 дней лактации, а также количеству молочного жира и белка имели гомозиготные первотелки с генотипом *BLG<sup>AA</sup>*, по второй и третьей лактации – гетерозиготные животные с генотипом *BLG<sup>AB</sup>*.

**Conclusion.** The results of research conducted to study the influence of polymorphism of the *DGAT1* and *GH* genes on the milk productivity in dairy cows of the Holstein breed of domestic selection showed that in terms of milk yield over 305 days of lactation, in most cases, animals of the *GH<sup>L</sup>V* genotype heterozygous for the *GH* gene were superior to their homozygous peers of the *GH<sup>L</sup>L* and *GH<sup>V</sup>V* genotypes by 2.5%...6.6% ( $P<0.05$ ). In terms of fat and milk protein content, heterozygous first heifers of the *GH<sup>L</sup>V* genotype were superior to their peers of the other two genotypes, and in the second and third lactations, individuals homozygous for the *GH<sup>V</sup>* and *GH<sup>L</sup>* alleles had higher milk productivity compared to their heterozygous peers. An assessment of the milk productivity indicators of cows using the *DGAT1* gene for three lactations indicates that they increase with the growth in the serial number of lactations. According to the *PRL* gene, the highest milk yield over 305 days of lactation was in heterozygous first-calving heifers, cows of the second and third lactations, having the *PRL<sup>AB</sup>* genotype. They were superior to their peers homozygous for the *PRL<sup>A</sup>* allele by 1.2%...10.7% ( $P<0.01$ ), and for the *PRL<sup>B</sup>* allele – by 4.2%...9.4% ( $P<0.01$ ). In terms of milk fat content, homozygous animals with the *PRL<sup>BB</sup>* genotype had higher indicators, and in terms of milk protein content, hetero- and homozygous individuals with the *PRL<sup>AB</sup>* and *PRL<sup>AA</sup>* genotypes had higher indicators. In terms of the milk fat and protein content in first-calving heifers, individuals of the *PRL<sup>AA</sup>* genotype homozygous for the *PRL* gene had higher indicators, and in cows of the second and third lactation, heterozygous individuals of the *PRL<sup>AB</sup>* genotype had higher indicators. For the *BLG* gene, homozygous first-calving heifers with the *BLG<sup>AA</sup>* genotype had higher indicators for milk yield over 305 days of lactation, as well as for milk fat and protein content; in the second and third lactation – heterozygous animals with the *BLG<sup>AB</sup>* genotype.

**Список литературы.** 1. Глазко, В. И. Молекулярная биология для животноводства / В. И. Глазко // *Farm Animals*. – 2012. – № 1 (1). – С. 24–29. 2. Завертяев, Б. П. Перспективы развития маркерной и геномной селекции в молочном скотоводстве / Б. П. Завертяев // *Генетика и селекция в животноводстве: вчера, сегодня и завтра : материалы научной конференции, 9–11 июня 2010 г. / Всерос. науч.-исслед. ин-т генетики и разведения с.-х. животных*. – СПб., 2010. – С. 18–21. 3. Прохоренко, П. Н. Роль молекулярно-генетических маркеров в селекции молочного скота / П. Н. Прохоренко, А. Ф. Яковлев // *Зоотехния*. – 1996. – № 7. – С. 2–3. 4. Роль ДНК-диагностики в контроле и элиминации рецессивных наследственных аномалий у сельскохозяйственных животных / Н. А. Зиновьева [и др.] // *Достижения науки и техники АПК*. – 2012. – № 11. – С. 37–40. 5. Смарагдов, М. Г. Методы молекулярных маркеров в селекции хозяйственно-полезных признаков у крупного рогатого скота / М. Г. Смарагдов // *Сельскохозяйственная биология. Сер. Биология животных*. – 2005. – № 6. – С. 3–8. 6. Маниатис, Т. Молекулярное клонирование / Т. Маниатис, Э.Фрич, Дж. Сэмбрук. – Москва : Мир, 1984. – 480 с. 7. Меркурьева, Е. К. Биометрия в селекции и генетике / Е. К. Меркурьева. – Москва : Колос, 1970. – 423 с. 8. Меркурьева, Е. К. Генетика с основами биометрии / Е. К. Меркурьева, Г. Н. Шангин-Березовский. – М.: Колос, 1983. – 400 с. 9. Плохинский, Н. А. Биометрия / Н. А. Плохинский. – Москва : АН СССР, 1969. – 360 с. 10. Ardicli, S. Comprehensive assessment of candidate genes associated with fattening performance in Holstein-Frisian bulls / S. Ardicli [et al] // *Archives Animal Breeding*. – 2019. – 62,9 – 32. 11. Grochowska, R. Stimulated growth hormone (GH) release in Friesian cattle with respect to GH genotypes / R. Grochowska [et al] // *Respod. Nutr. Dev.* – 1999. – Vol. 39. – P.171-180. 12. Effects of DGAT1 variants on milk production traits in Jersey cattle / J. Komisarek [et al] // *Animal Science Papers and Reports*. – 2004. – Vol. 22, no.3. – P. 307-313. 13. Polymorphism of PIT-1 and Prolactin Genes and Their Effects on Milk Yield in Holstein Frisian Dairy Cows Bred in Vietnam / N.T.D. Thya [et al] // *Russian Journal of Genetics*. – 2018. – Vol.54, No.3. – P. 346-352.

**References.** 1. Glazko, V. I. Molekulyarnaya biologiya dlya zhivotnovodstva / V. I. Glazko // *Farm Animals*. – 2012. – № 1 (1). – S. 24–29. 2. Zavertyaev, B. P. Perspektivy razvitiya markernoj i genomnoj selekcii v molochnom skotovodstve / B. P. Zavertyaev // *Genetika i selekcija v zhivotnovodstve: vchera, segodnya i zavtra : materialy nauchnoj konferencii, 9–11 iyunya 2010 g. / Vseros. nauch.-issled. in-t genetiki i razvedeniya s.-h. zhivotnyh*. – SPb., 2010. – S. 18–21. 3. Prohorenko, P. N. Rol molekulyarno-geneticheskikh markerov v selekcii molochnogo skota / P. N. Prohorenko, A. F. Yakovlev // *Zootehniya*. – 1996. – № 7. – S. 2–3. 4. Rol DNK-diagnostiki v kontrole i eliminacii recessivnyh nasledstvennyh anomalij u selskohozyajstvennyh zhivotnyh / N. A. Zinoveva [i dr.] // *Dostizheniya nauki i tehniki APK*. – 2012. – № 11. – S. 37–40. 5. Smaragdov, M. G. Metody molekulyarnyh markerov v selekcii hozyajstvenno-poleznyh priznakov u krupnogo rogatogo skota / M. G. Smaragdov // *Selskohozyajstvennaya biologiya. Ser. Biologiya zhivotnyh*. – 2005. – № 6. – S. 3–8. 6. Maniatis, T. Molekulyarnoe klonirovanie / T. Maniatis, E.Frich, Dzh. Sembruk. – Moskva : Mir, 1984. – 480 s. 7. Merkureva, E. K. Biometriya v selekcii i genetike / E. K. Merkureva. – Moskva : Kolos, 1970. – 423 s. 8. Merkureva, E. K. Genetika s osnovami biometrii / E. K. Merkureva, G. N. Shangin-Berezovskij. – M.: Kolos, 1983. – 400 s. 9. Plohinskij, N. A. Biometriya / N. A. Plohinskij. – Moskva : AN SSSR, 1969. – 360 s. 10. Ardicli, S. Comprehensive assessment of candidate genes associated with fattening performance in Holstein-Frisian bulls / S. Ardicli [et al] // *Archives Animal Breeding*. – 2019. – 62,9 – 32. 11. Grochowska, R. Stimulated growth hormone (GH) release in Friesian cattle with respect to GH genotypes / R. Grochowska [et al] // *Respod. Nutr. Dev.* – 1999. – Vol. 39. – P.171-180. 12. Effects of DGAT1 variants on milk production traits in Jersey cattle / J. Komisarek [et al] // *Animal Science Papers and Reports*. – 2004. – Vol. 22, no.3. – P. 307-313. 13. Polymorphism of PIT-1 and Prolactin Genes and Their Effects on Milk Yield in Holstein Frisian Dairy Cows Bred in Vietnam / N.T.D. Thya [et al] // *Russian Journal of Genetics*. – 2018. – Vol.54, No.3. – P. 346-352.

Поступила в редакцию 30.05.2024.

DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-3-106-111  
УДК 636.086.3

## ВЛИЯНИЕ ФАЗЫ ВЕГЕТАЦИИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКУЮ И ПРОТЕИНОВУЮ ПИТАТЕЛЬНОСТЬ ИСХОДНОГО СЫРЬЯ МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ ТРАВ

Моисеева М.О. ORCID ID 0000-0003-1740-2877, Зенькова Н.Н. ORCID ID 0000-0002-7071-8830,  
Ковалёва И.В. ORCID ID 0000-0003-2301-1397, Шлома Т.М. ORCID ID 0000-0001-5151-290,  
Синцерова А.М. ORCID ID 0000-0002-2159-6670, Ганущенко О.Ф. ORCID ID 0000-0002-2373-3325  
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,  
г. Витебск, Республика Беларусь

В статье представлен анализ энергетической и протеиновой питательности зеленой и проявленной массы многолетних бобовых трав в зависимости от фазы вегетации и технологических параметров, который показал, что уборка трав в фазу стеблевания имеет значительные преимущества, как по энергетической, так и по протеиновой питательности в сравнении с более поздней фазой вегетации. Более энергетически питательный корм с высоким содержанием протеина получен при уборке в фазу стеблевания. **Ключевые слова:** клевер, люцерна, галега, обменная энергия, сырой протеин, питательность, сухое вещество.