

О. А. Епишко, Н. Н. Пешко, Т. И. Кузьмина, В. В. Пешко

Влияние комплексных генотипов по генам бета-лактоглобулина, пролактина и гормона роста на молочную продуктивность коров белорусской черно-пестрой породы

Аннотация. В статье представлены результаты оценки молочной продуктивности (удой, содержание жира и белка в молоке, количество молочного жира и молочного белка) коров белорусской черно-пестрой породы с различными комплексными генотипами по генам бета-лактоглобулина, пролактина и гормона роста. С использованием метода ПЦР-ПДРФ установлен полиморфизм по генам бета-лактоглобулина, пролактина и гормона роста. Рассчитана частота встречаемости комплексных генотипов по генам бета-лактоглобулина, пролактина и гормона роста. Исследования проведены в отраслевой научно-исследовательской лаборатории «ДНК-технологий» и на кафедре генетики и разведения сельскохозяйственных животных УО «Гродненский государственный аграрный университет». Анализ проведенных исследований свидетельствует о том, что в КСУП «Экспериментальная база «Октябрь» из всех протестированных коров больше всего животных (29 и 25 голов) имели генотипы $LGB^{AB}PRL^{AA}GH^{LL}$ и $LGB^{AA}PRL^{AA}GH^{LL}$ (28,4% и 24,5%, соответственно). В целом по изучаемой популяции выявлено 12 групп комплексных генотипов. В ОАО «Агрокомбинат «Скидельский» больше всего коров (26,0% или 13 голов) имели генотип $LGB^{AB}PRL^{AA}GH^{LL}$. В исследуемой популяции выявлено 16 групп комплексных генотипов. Однако генотипы $LGB^{AA}PRL^{BB}GH^{LV}$, $LGB^{AA}PRL^{BB}GH^{VV}$, $LGB^{BB}PRL^{AA}GH^{VV}$, $LGB^{AB}PRL^{BB}GH^{LL}$ и $LGB^{AA}PRL^{BB}GH^{LL}$ были идентифицированы только у одного животного. Проведенные исследования свидетельствуют о том, что наличие аллелей LGB^B , PRL^B , GH^V в генотипе животных способствовало получению более высокого удоя, количества молочного жира и белка, по сравнению с коровами, несущими аллели LGB^A , PRL^A , GH^V , что говорит о целесообразности проведения селекции на увеличение частоты встречаемости желательных аллелей в популяции крупного рогатого скота, а также позволит, наряду с отбором по фенотипу, выявлять ценные комбинации генов, влияющие на молочную продуктивность сельскохозяйственных животных.

Ключевые слова: ген, полиморфизм, генотип, молочная продуктивность, коровы белорусской черно-пестрой породы.

Авторы:

Епишко Ольга Александровна — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий научно-исследовательской лабораторией ДНК-технологий УО «Гродненский государственный аграрный университет», Республика Беларусь, 230023, г. Гродно, ул. Академическая, 10; e-mail: labgen@mail.ru;

Пешко Надежда Николаевна — аспирант УО «Гродненский государственный аграрный университет», Республика Беларусь, 230023, г. Гродно, ул. Академическая, 10; e-mail: labgen@mail.ru;

Кузьмина Татьяна Ивановна — доктор биологических наук, профессор Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных-филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр животноводства-ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста» (ВНИИГРЖ), Санкт-Петербург, Россия поселок Тярлево, Московское шоссе, дом 55 а, тел.: +7 (921) 392-19-47 e-mail: prof.kouzmina@mail.ru;

Пешко Валентин Валентинович — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, начальник научного отдела УО «Гродненский государственный аграрный университет», Республика Беларусь, 230008, г. Гродно, ул. Терешковой, 28.

Введение.

Для увеличения эффективности селекционного процесса по основным хозяйственно полезным признакам многие ученые предлагают использовать маркирование одного признака по нескольким генам. Использование комплексного маркирования одного и того же признака одновременно по нескольким генам является более эффективным, чем по одному гену-маркеру и позволяет повысить

уровень молочной продуктивности сельскохозяйственных животных [1, 2]. Но в большинстве научных работ комплексное влияние генов на хозяйственно полезные признаки крупного рогатого скота не рассматривалось [3]. Так в исследованиях Позовниковой М. В. и др. [4] у коров айрширской породы из 27 теоретически ожидаемых генотипов установлено 13 комплексных генотипов по генам бета-лактоглобулина, пролактина и гормона

роста. Особи с комплексным генотипом $LGB^{BB}PRL^{GG}GH^{LV}$ имели удои за 305 дней лактации выше на 299–1850 кг, содержание молочного жира — на 11,6–60,8 кг и количество молочного белка — на 13,0–57,4 кг ($P < 0,05$; $P < 0,01$), по сравнению с животными с другими комплексными генотипами. Наивысшей жирномолочностью (4,35%) и белковомолочностью (3,65%) характеризовались животные с комплексными генотипами $LGB^{BB}PRL^{AG}GH^{LV}$ и $LGB^{AA}PRL^{AG}GH^{LL}$, соответственно. Кроме того, стоит отметить коров с комплексными генотипами $LGB^{AB}PRL^{GG}GH^{LL}$ и $LGB^{BB}PRL^{GG}GH^{LL}$ отличающихся показателями молочной продуктивности выше средней по стаду [4].

У голштинизированных коров черно-пестрой породы наиболее часто встречались комплексные генотипы $LGB^{AB}PRL^{AA}GH^{LL}$ (16,0%), $LGB^{AB}PRL^{AB}GH^{LV}$ (15,0%) и $LGB^{AB}PRL^{AB}GH^{LL}$ (14,0%). В указанной популяции животных различия по удою составили 459 кг молока, по жирномолочности — 0,29%, по белковомолочности — 0,19%, по количеству молочного жира и белка — 35,0 кг и 25,0 кг соответственно. Особи с комплексными генотипами $LGB^{AB}PRL^{AB}GH^{LL}$ и $LGB^{AB}PRL^{AA}GH^{LV}$ характеризовались удоем свыше 8 000 кг молока за лактацию, что обеспечило получение от них большего количества молочного жира и белка [5]. Ученые высказали мнение, что: «Малое количество коров с редкими генотипами в стаде не позволяет делать категоричных выводов о характере их взаимосвязи с показателями молочной продуктивности и требует дальнейших исследований» [5].

Хабибрахмановой Я. А. и Калашниковой Л. А. [6, 7] было изучено комплексное влияние генотипов каппа-казеина (CSN3), бета-лактоглобулина, пролактина и гормона роста в популяциях холмогорской, черно-пестрой, ярославской и симментальской пород. Учеными было установлено, что пять из тридцати шести возможных генотипов встречались у всех пород: $CSN3^{AB}LGB^{AB}PRL^{AB}GH^{LV}$, $CSN3^{AB}LGB^{AB}PRL^{AB}GH^{LL}$, $CSN3^{AA}LGB^{AB}PRL^{AB}GH^{LV}$, $CSN3^{AA}LGB^{AB}PRL^{AB}GH^{LL}$ и $CSN3^{AA}LGB^{AB}PRL^{AA}GH^{LV}$. Причем, у животных черно-пестрой породы частота встречаемости комплексных генотипов $CSN3^{AA}LGB^{AB}PRL^{AB}GH^{LL}$ и $CSN3^{AA}LGB^{AB}PRL^{AB}GH^{LV}$ составила 15,7% и 20,5% соответственно. Коровы холмогорской породы с комплексным генотипом $CSN3^{AA}LGB^{AB}PRL^{AA}GH^{LL}$ по удою, количеству молочного жира и белка, а с генотипом $CSN3^{AB}LGB^{AB}PRL^{AB}GH^{LV}$ по жирномолочности и белковомолочности превосходили животных других генотипов ($P < 0,01$). На более низкие показатели молочной продуктив-

ности отмечены у коров с генотипом $CSN3^{BB}LGB^{AB}PRL^{AA}GH^{LL}$. В популяции черно-пестрой породы самый высокий удои, а также количество молочного жира и белка имели особи с комплексным генотипом $CSN3^{AA}LGB^{AB}PRL^{BB}GH^{LV}$, жирномолочность — с генотипом $CSN3^{AA}LGB^{AB}PRL^{BB}GH^{LL}$, белковомолочность — с генотипами $CSN3^{AB}LGB^{AB}PRL^{AB}GH^{LL}$ и $CSN3^{AB}LGB^{AB}PRL^{AB}GH^{VV}$ [6].

Изучение влияния комплексных генотипов в популяции коров ярославской породы свидетельствует о том, что особи с генотипом $PRL^{AB}GH^{VV}$ имели более высокую жирномолочность и низкую белковомолочность. Противоположная зависимость отмечена у животных с генотипом $PRL^{AB}GH^{LL}$. Опытная группа коров, имеющая генотип $PRL^{BB}GH^{VL}$, по количеству молочного жира достоверно превосходила животных с генотипами $PRL^{AB}GH^{LL}$ и $PRL^{BB}GH^{VV}$, но по содержанию молочного белка имела промежуточное значение. Среднее значение по количеству молочного жира имели коровы с генотипами $PRL^{AA}GH^{VV}$ и $PRL^{BB}GH^{LL}$, которые являются перспективными в селекционном процессе для повышения уровня молочного белка. Авторы указывают, что только один комплексный генотип ($PRL^{BB}GH^{VV}$) является неблагоприятным для молочной продуктивности, но не рекомендуют выбраковывать таких животных, поскольку двойные гомозиготы при скрещивании могут стать источниками генотипов, ценных по жирномолочности ($PRL^{AB}GH^{VV}$ и $PRL^{BB}GH^{VL}$) и белковомолочности ($PRL^{AA}GH^{VV}$ и $PRL^{BB}GH^{LL}$) [3].

Таким образом, развитие молекулярной генетики дало возможность идентифицировать гены, связанные с хозяйственно полезными признаками, что обеспечивает наряду с отбором по фенотипу выявление ценных комбинаций генов, влияющих на молочную продуктивность сельскохозяйственных животных.

Материалы и методы исследований.

Исследования проведены в отраслевой научно-исследовательской лаборатории «ДНК-технологий» и на кафедре генетики и разведения сельскохозяйственных животных УО «Гродненский государственный аграрный университет».

Объектом наших исследований являлся генетический материал (ушной «выщип») коров белорусской черно-пестрой породы, содержащихся в КСУП «Экспериментальная база «Октябрь» Вороновского района (n=102) и ОАО «Агрокомбинат «Скидельский» Гродненского района Гродненской области (n = 50).

ДНК-диагностику генотипов по гену бета-лактоглобулина, пролактина и гормона роста проводили

с использованием метода полимеразной цепной реакции (ПЦР) и полиморфизма длин рестриционных фрагментов (ПДРФ). Ядерную ДНК выделяли перхлоратным методом. Основные растворы для выделения ДНК, амплификации и рестрикции готовили по Т. Маниатису, Э. Фрич, Дж. Сэм-бруку [8].

Для амплификации участка гена LGB использовали праймеры:

LGB 1: 5' -TGT GCT GGA CAC CGA СТА САА ААА G - 3';

LGB 2: 5' - GCT CCC GGT ATA TGA ССА CCC TCT - 3';

ПЦР-программа: «горячий старт» — 5 минут при 94°C, 35 циклов: денатурация — 60 секунд при 94°C, отжиг — 60 секунд при 60°C, синтез — 60 секунд при 72°C, достройка — 5 минут при 72°C. Амплификацию гена LGB проводили с использованием реакционной смеси объемом 25 мкл, содержащей 2 мкл буфер, 2 мкл MgCl₂, 2 мкл dNTP's, 0,4 мкл праймера 1, 0,5 мкл праймера 2, 0,5 мкл Taq-полимеразы, 17,1 мкл — H₂O, 100–200 нг/мкл геномной ДНК. Концентрацию и специфичность амплификата оценивали электрофоретическим методом в 1,5% агарозном геле (при напряжении 110 В). Длина фрагмента гена LGB — 247 п.н. Для рестрикции амплифицированного участка гена BLG применяли эндонуклеазу BsuRI (HaeIII). Реакцию проводили при температуре 37°C. Продукты рестрикции разделяли электрофоретически в 3% агарозном геле (при напряжении 130 В) в TBE буфере при УФ-свете с использованием бромистого этидия на системе гель-документирования Gel Doc RX+ (BIORAD).

При расщеплении продуктов амплификации по гену LGB идентифицируются следующие генотипы: LGB^{AA} — фрагмент 148, 99 п.н.; LGB^{AB} — фрагменты 148, 99, 74 п.н.; LGB^{BB} — фрагменты 99, 74 п.н.

Для амплификации участка гена PRL использовали праймеры:

PRL 1: 5' — CGA GTC CTT ATG AGC TTG ATT CTT- 3';

PRL 2: 5' — GCC TTC CAG AAG TCG TTT GTT TTC- 3'.

ПЦР-программа: «горячий старт» — 5 минут при 95°C; 30 циклов: денатурация — 30 секунд при 95°C, отжиг — 30 секунд при 63°C, синтез — 30 секунд при 72°C, достройка — 10 минут при 72°C. Реакционная смесь для проведения амплификации по гену PRL готовилась в объеме 15 мкл и включала следующие компоненты: 1,5 мкл буфер, 1,5 мкл MgCl₂, 2 мкл dNTP's, 0,6 мкл каждого праймера, 0,4 мкл Taq-полимеразы, 7,9 мкл H₂O, 100–200 нг/мкл геномной ДНК. Концент-

рацию и специфичность амплификата оценивали электрофоретическим методом в 1,5% агарозном геле (при напряжении 110 В). Длина амплифицированного фрагмента гена PRL составила 156 п.н. Для рестрикции амплифицированного участка гена PRLR использовали эндонуклеазу AvaII. Реакцию проводили при температуре 37°C. Продукты рестрикции генов разделяли электрофоретически в 3% агарозном геле (при напряжении 130 В) в TBE буфере при УФ-свете с использованием бромистого этидия на системе гель-документирования Gel Doc RX+ (BIORAD).

При расщеплении продуктов амплификации рестриктазой AvaII при 37°C идентифицировались следующие генотипы: PRL^{AA} — 156 п.н.; PRL^{AB} — 156, 82, 74 п.н.; PRL^{BB} — 82, 74 п.н.

Для амплификации участка гена GH использовали праймеры:

GH 1: 5' -CCG TGT СТА TGA GAA GC - 3'

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

ПЦР-программа: «Горячий старт» — 4 минуты при 94°C, 35 циклов: денатурация — 60 секунд при 94°C, отжиг — 60 секунд при 59°C, синтез — 60 секунд при 72°C, достройка — 4 минуты при 72°C. Реакционная смесь для проведения амплификации по гену GH готовилась в объеме 25 мкл и включала следующие компоненты: 1,5 мкл буфер, 1,5 мкл MgCl₂, 2 мкл dNTP's, 0,4 мкл каждого праймера, 0,5 мкл Taq-полимеразы, 18,2 мкл H₂O, 100–200 нг/мкл геномной ДНК. Длина амплифицированного фрагмента — 223 п.о. При расщеплении продуктов амплификации рестриктазой Alu I при 37°C были идентифицированы следующие генотипы: GH^{VV} — фрагмент 208 п.о.; GH^{LL} — фрагменты 172, 35 п.о. GH^{LV} — фрагменты 208, 172 и 35 п.о.

Для изучения молочной продуктивности подопытные коровы белорусской черно-пестрой породы были сгруппированы в зависимости от возраста: первотелки, коровы второго и третьего отелов. Молочную продуктивность подопытных коров определяли при помощи проведения ежемесячных контрольных доений. В обработку включали показатели по тем животным, у которых продолжительность лактации была не меньше 240 дней, а возраст при первом отеле составлял 26–30 месяцев. У животных с различными генотипами по изучаемым генам учитывали удои, содержание жира и белка, выход молочного жира и белка за 305 дней лактации.

Результаты и их обсуждение.

Анализ проведенных исследований свидетельствует о том, что в КСУП «Экспериментальная база «Октябрь» из всех протестированных коров больше всего животных имели генотипы LGB^{AB}

PRL^{AA}GH^{LL} и LGB^{AA}PRL^{AA}GH^{LL} 28,4% и 24,5% (29 и 25 голов) соответственно. В целом по изучаемой популяции выявлено 12 групп комплексных генотипов. В ОАО «Агрокомбинат «Скидельский» больше всего коров (26,0% или 13 голов) имели генотип LGB^{AB}PRL^{AA}GH^{LL}. В исследуемой популяции выявлено 16 групп комплексных генотипов. Однако генотипы LGB^{AA}PRL^{BB}GH^{LV}, LGB^{AA}PRL^{BB}GH^{VV}, LGB^{BB}PRL^{AA}GH^{VV}, LGB^{AB}PRL^{BB}GH^{LL} и LGB^{AA}PRL^{BB}GH^{LL} были установлены только у одного животного.

Результаты анализа молочной продуктивности коров с различными комплексными геноти-

пами по генам бета-лактоглобулина, пролактина и гормона роста представлены в таблицах 1–3.

Данные таблицы 1 свидетельствуют о том, что в КСУП «Экспериментальная база «Октябрь» первотелки с комплексным генотипом LGB^{BB}PRL^{AB}GH^{LL} достоверно превосходили по удою на 572,6 и 760,7 кг сверстниц с генотипами LGB^{AA}PRL^{AA}GH^{LL} и LGB^{AA}PRL^{AB}GH^{LV} соответственно ($P < 0,01$), а животные с генотипом LGB^{AA}PRL^{AB}GH^{LV} уступали особям с генотипами LGB^{AA}PRL^{AB}GH^{LL}, LGB^{AB}PRL^{AA}GH^{LL}, LGB^{AB}PRL^{AB}GH^{LL} и LGB^{BB}PRL^{AA}GH^{LL} на 514,2–709,7 кг ($P < 0,05$).

Таблица 1. Молочная продуктивность первотелок с различными комплексными генотипами по генам бета-лактоглобулина, пролактина и гормона роста

№	Генотип	n	Показатели				
			Удой за 305 дней лактации, кг	Жирномолочность, %	Белковомолочность, %	Количество молочного жира, кг	Количество молочного белка, кг
1	2	3	4	5	6	7	8
КСУП «Экспериментальная база «Октябрь»							
1	LGB ^{AA} PRL ^{AA} GH ^{LL}	25	4365,4 ± 168,8	3,70 ± 0,02	3,14 ± 0,02	161,4 ± 6,3	137,4 ± 5,5
2	LGB ^{AA} PRL ^{AB} GH ^{LL}	7	4773,9 ± 181,5*	3,78 ± 0,03*	3,13 ± 0,03	180,4 ± 7,2	149,6 ± 6,2*
3	LGB ^{AA} PRL ^{AB} GH ^{LV}	3	4177,3 ± 224,6	3,70 ± 0,1	3,13 ± 0,04	154,9 ± 11,2	130,7 ± 6,5
4	LGB ^{AA} PRL ^{BB} GH ^{LL}	3	4453,7 ± 237,9	3,81 ± 0,01*·□	3,24 ± 0,01*·□	169,7 ± 9,5	144,1 ± 7,5
5	LGB ^{AB} PRL ^{AA} GH ^{LL}	29	4691,5 ± 111,5*	3,74 ± 0,02	3,16 ± 0,02	175,8 ± 4,6	148,4 ± 3,8*
6	LGB ^{AB} PRL ^{AB} GH ^{LL}	6	4887,0 ± 239,8*	3,76 ± 0,03	3,18 ± 0,02	183,6 ± 8,9*	155,2 ± 7,3·
7	LGB ^{AB} PRL ^{AA} GH ^{LV}	3	4619,7 ± 156,4	3,72 ± 0,02	3,17 ± 0,07	172,0 ± 5,0	146,4 ± 7,1
8	LGB ^{AB} PRL ^{BB} GH ^{LV}	2	4657,0 ± 399,0	3,70 ± 0,02	3,16 ± 0,05	172,1 ± 15,4	147,1 ± 14,7
9	LGB ^{BB} PRL ^{AA} GH ^{LL}	16	4714,1 ± 101,4*	3,76 ± 0,02*	3,19 ± 0,02	177,0 ± 3,6*	150,4 ± 3,4*·
10	LGB ^{BB} PRL ^{AB} GH ^{LL}	6	4938,0 ± 155,1·	3,75 ± 0,02	3,27 ± 0,03*□	185,1 ± 6,0*·	161,5 ± 4,5*□
ОАО «Агрокомбинат «Скидельский»							
1	LGB ^{AA} PRL ^{AA} GH ^{LL}	3	5937,0 ± 130,5	3,66 ± 0,03	3,20 ± 0,02	217,2 ± 2,9	189,9 ± 3,3
2	LGB ^{AB} PRL ^{AA} GH ^{LL}	9	5943,1 ± 51,3□	3,66 ± 0,02*	3,22 ± 0,01	217,7 ± 2,0*	191,2 ± 1,5*
3	LGB ^{AA} PRL ^{AA} GH ^{LV}	5	5844,8 ± 70,7	3,66 ± 0,03	3,20 ± 0,01	214,1 ± 3,5	186,9 ± 2,0
4	LGB ^{BB} PRL ^{AA} GH ^{LL}	13	5988,7 ± 58,8□	3,66 ± 0,01□	3,24 ± 0,01·	219,4 ± 2,2·	194,0 ± 2,8*·
5	LGB ^{AA} PRL ^{AB} GH ^{LV}	3	5984,7 ± 96,3*	3,61 ± 0,01	3,24 ± 0,01·	216,3 ± 3,6	193,9 ± 3,7
6	LGB ^{BB} PRL ^{AA} GH ^{LV}	2	6098,0 ± 3,0□	3,70 ± 0,01*·□	3,30 ± 0,04*	225,3 ± 0,2·□	200,9 ± 2,2*·□
7	LGB ^{AB} PRL ^{AA} GH ^{LV}	2	5874,0 ± 15,0	3,67 ± 0,02·	3,22 ± 0,03	212,0 ± 1,4	186,0 ± 1,9
8	LGB ^{AB} PRL ^{BB} GH ^{LV}	2	6262,5 ± 38,5*·□	3,67 ± 0,05	3,22 ± 0,01	229,5 ± 4,2*·□	201,3 ± 0,9·□
9	LGB ^{BB} PRL ^{AB} GH ^{LL}	2	6110,0 ± 98,0*□	3,65 ± 0,02	3,23 ± 0,01*	223,0 ± 2,4*□	197,3 ± 2,6*□
10	LGB ^{AB} PRL ^{AB} GH ^{LL}	2	5925,5 ± 119,5	3,67 ± 0,01□	3,23 ± 0,01*	217,2 ± 4,1	191,4 ± 3,3
11	LGB ^{BB} PRL ^{BB} GH ^{LL}	2	6114,0 ± 11,0*□	3,67 ± 0,01□	3,25 ± 0,04	224,4 ± 1,0*·□	198,7 ± 2,1*·□

КСУП «Экспериментальная база «Октябрь», удои

- * – межгрупповые различия (2 и 3, 3 и 5, 3 и 6, 3 и 9) статистически достоверны при $P < 0,05$;
- – межгрупповые различия (1 и 10, 3 и 10) статистически достоверны при $P < 0,01$.

КСУП «Экспериментальная база «Октябрь», жирномолочность

- * – межгрупповые различия (1 и 2, 1 и 9, 2 и 8, 4 и 9, 8 и 9) статистически достоверны при $P < 0,05$;

- — межгрупповые различия (1 и 4, 4 и 10) статистически достоверны при $P < 0,01$;
- — межгрупповые различия (4 и 5, 4 и 7, 4 и 8) статистически достоверны при $P < 0,001$.

КСУП «Экспериментальная база «Октябрь», белковомолочность

- * — межгрупповые различия (4 и 9, 9 и 10) статистически достоверны при $P < 0,05$;
- — межгрупповые различия (4 и 6) статистически достоверны при $P < 0,01$;

□ — межгрупповые различия (1 и 4, 1 и 10, 2 и 4, 2 и 10, 3 и 4, 3 и 10, 5 и 10, 6 и 10, 4 и 5) статистически достоверны при $P < 0,001$.

КСУП «Экспериментальная база «Октябрь», молочный жир

- * — межгрупповые различия (1 и 6, 1 и 9, 3 и 10) статистически достоверны при $P < 0,05$;
- — межгрупповые различия (1 и 10) статистически достоверны при $P < 0,01$.

КСУП «Экспериментальная база «Октябрь», молочный белок

- * — межгрупповые различия (1 и 9, 2 и 3, 3 и 5, 5 и 10) статистически достоверны при $P < 0,05$;
- — межгрупповые различия (3 и 6, 3 и 9) статистически достоверны при $P < 0,01$;
- — межгрупповые различия (3 и 10) статистически достоверны при $P < 0,001$.

ОАО «Агрокомбинат «Скидельский», удой

- * — межгрупповые различия (1 и 8, 3 и 9, 4 и 11, 5 и 7) статистически достоверны при $P < 0,05$;
- — межгрупповые различия (5 и 8, 8 и 10) статистически достоверны при $P < 0,01$;
- — межгрупповые различия (2 и 6, 2 и 7, 2 и 8, 2 и 11, 3 и 6, 3 и 8, 3 и 11, 4 и 7, 4 и 8, 8 и 11, 6 и 7, 6 и 8, 7 и 8, 7 и 9, 7 и 11) статистически достоверны при $P < 0,001$.

ОАО «Агрокомбинат «Скидельский», жирномолочность

- * — межгрупповые различия (2 и 5, 6 и 9, 6 и 10, 6 и 11) статистически достоверны при $P < 0,05$;
- — межгрупповые различия (4 и 6, 5 и 7) статистически достоверны при $P < 0,01$;
- — межгрупповые различия (4 и 5, 5 и 6, 5 и 10, 5 и 11) статистически достоверны при $P < 0,001$.

ОАО «Агрокомбинат «Скидельский», белковомолочность

- * — межгрупповые различия (1 и 6, 3 и 6, 3 и 9, 3 и 10) статистически достоверны при $P < 0,05$;
- — межгрупповые различия (3 и 4, 3 и 5) статистически достоверны при $P < 0,01$.

ОАО «Агрокомбинат «Скидельский», молочный жир

- * — межгрупповые различия (1 и 8, 1 и 11, 2 и 7, 3 и 9, 4 и 8, 4 и 11, 5 и 8, 5 и 11, 8 и 10) статистически достоверны при $P < 0,05$;
- — межгрупповые различия (1 и 6, 2 и 8, 3 и 8, 3 и 11, 4 и 6, 4 и 7, 5 и 6) статистически достоверны при $P < 0,01$;
- — межгрупповые различия (2 и 6, 2 и 11, 3 и 6, 6 и 7, 7 и 8, 7 и 9, 7 и 11) статистически достоверны при $P < 0,001$.

ОАО «Агрокомбинат «Скидельский», молочный белок

- * — межгрупповые различия (1 и 11, 2 и 7, 2 и 9, 3 и 4, 4 и 6, 6 и 10) статистически достоверны при $P < 0,05$;
- — межгрупповые различия (1 и 6, 2 и 11, 4 и 7, 4 и 8, 8 и 10) статистически достоверны при $P < 0,01$;
- — межгрупповые различия (1 и 8, 2 и 6, 2 и 8, 3 и 6, 3 и 8, 3 и 9, 3 и 11, 6 и 7, 7 и 8, 7 и 9, 7 и 11) статистически достоверны при $P < 0,001$.

В целом самым высоким удоим обладали животные с генотипом $LGB^{BB}PRL^{AB}GH^{LL}$ (4938,0 кг), что на 51,0–760,7 кг больше по сравнению со сверстницами других групп. По жирномолочности отмечено превосходство первотелок с генотипом $LGB^{AA}PRL^{BB}GH^{LL}$ на 0,05–0,11% по сравнению с животными с комплексными генотипами $LGB^{A-}PRL^{AA}GH^{LL}$, $LGB^{AB}PRL^{AA}GH^{LL}$, $LGB^{AB}PRL^{A-}GH^{LV}$, $LGB^{AB}PRL^{BB}GH^{LV}$, $LGB^{BB}PRL^{AA}GH^{LL}$ и $LGB^{BB}PRL^{AB}GH^{LL}$ ($P < 0,05$; $P < 0,01$; $P < 0,001$). Жирномолочность в изучаемой популяции животных находилась в пределах 3,70–3,81%. Более высоким уровнем белковомолочности характеризовались первотелки с генотипом $LGB^{BB}PRL^{AB}GH^{LL}$ (3,27%), что больше по сравнению со сверстницами других групп на 0,03–0,14% ($P < 0,05$; $P < 0,01$; $P < 0,001$). Достоверные различия по количеству молочного жира установлены между группами животных с генотипами $LGB^{AB}PRL^{AB}$

GH^{LL} , $LGB^{BB}PRL^{AA}GH^{LL}$, $LGB^{BB}PRL^{AB}GH^{LL}$ и $LGB^{AA}PRL^{AA}GH^{LL}$, где разница составила 15,6–23,7 кг ($P < 0,05$; $P < 0,01$). Также достоверно выше было содержание молочного жира у первотелок с генотипом $LGB^{BB}PRL^{AB}GH^{LL}$ по сравнению с животными с генотипом $LGB^{AA}PRL^{AB}GH^{LV}$ (на 30,2 кг, $P < 0,05$). Количество молочного белка было выше у животных с генотипами $LGB^{AB}PRL^{AA}GH^{LL}$, $LGB^{AB}PRL^{AB}GH^{LL}$, $LGB^{BB}PRL^{AA}GH^{LL}$ и $LGB^{BB}PRL^{AB}GH^{LL}$ на 17,7–30,8 кг по сравнению со сверстницами с генотипом $LGB^{AA}PRL^{AB}GH^{LV}$ ($P < 0,01$; $P < 0,001$).

В ОАО «Агрокомбинат «Скидельский» по первой лактации животные с генотипом $LGB^{BB}PRL^{BB}GH^{LL}$ имели удой на 125,3–269,2 кг больше, чем сверстницы с генотипами $LGB^{AB}PRL^{AA}GH^{LL}$, $LGB^{AA}PRL^{AA}GH^{LV}$, $LGB^{BB}PRL^{AA}GH^{LL}$ и $LGB^{AB}PRL^{AA}GH^{LV}$ ($P < 0,05$; $P < 0,001$). Животные с генотипами $LGB^{AA}PRL^{AA}GH^{LV}$ и $LGB^{AB}PRL^{AA}$

GH^{LV} по удою достоверно уступали сверстницам с генотипами LGB^{BB}PRL^{AA}GH^{LV}, LGB^{AB}PRL^{BB}GH^{LV} и LGB^{BB}PRL^{AB}GH^{LL} на 388,5–417,7 кг (P < 0,05; P < 0,001). Жирномолочность у особей с генотипом LGB^{AA}PRL^{AB}GH^{LV} была на 0,05–0,09% ниже, по сравнению с первотелками с генотипами LGB^{AB}PRL^{AA}GH^{LL}, LGB^{BB}PRL^{AA}GH^{LL}, LGB^{BB}PRL^{AA}GH^{LV}, LGB^{AB}PRL^{AB}GH^{LL} и LGB^{BB}PRL^{BB}GH^{LL} (P < 0,05; P < 0,01; P < 0,001), а с генотипом LGB^{BB}PRL^{AA}GH^{LV} на 0,03–0,05% выше, чем у сверстниц с генотипами LGB^{BB}PRL^{AA}GH^{LL}, LGB^{BB}PRL^{AB}GH^{LL}, LGB^{AB}PRL^{AB}GH^{LL} и LGB^{BB}PRL^{BB}GH^{LL} (P < 0,01; P < 0,001). Уровень белковомолочности в исследуемой популяции находился в пределах 3,20–3,30%. Однако, следует отметить, что животные с генотипами LGB^{AA}PRL^{AA}GH^{LL} и LGB^{AA}PRL^{AA}GH^{LV} по этому показателю достоверно уступали первотелкам с генотипами LGB^{BB}PRL^{AA}GH^{LL}, LGB^{AA}PRL^{AB}GH^{LV}, LGB^{BB}PRL^{AA}GH^{LV}, LGB^{BB}PRL^{AB}GH^{LL} и LGB^{AB}PRL^{AB}GH^{LL} на 0,03–0,1% (P < 0,05; P < 0,01). Более высоким содержанием молочного жира (229,5 кг) и белка (201,3 кг) характеризовались животные с генотипом LGB^{AB}PRL^{BB}GH^{LV}, что на 4,2–17,5 кг

и 0,4–15,3 кг соответственно выше, по сравнению со сверстницами других групп (P < 0,05; P < 0,01; P < 0,001). Вместе с тем, первотелки с генотипом LGB^{BB}PRL^{BB}GH^{LL} по количеству молочного жира и белка достоверно превосходили животных с различными комплексными генотипами на 1,4–12,4 кг и 1,4–12,7 кг соответственно (P < 0,05; P < 0,01; P < 0,001).

Из данных таблицы 2 видно, что по второй лактации в КСУП «Экспериментальная база «Октябрь» коровы с генотипом LGB^{AA}PRL^{AA}GH^{LL} достоверно уступали сверстницам с генотипами LGB^{AA}PRL^{BB}GH^{LL}, LGB^{AB}PRL^{BB}GH^{LV}, LGB^{BB}PRL^{AA}GH^{LL} и LGB^{BB}PRL^{AB}GH^{LL} по удою на 442,8 кг, 112,5 кг, 483,1 кг и 746,7 кг соответственно (P < 0,05; P < 0,01; P < 0,001). Также установлено превосходство животных с генотипом LGB^{AB}PRL^{BB}GH^{LV} на 537,1 кг по сравнению с коровами с генотипом LGB^{AA}PRL^{AB}GH^{LL} (P < 0,05), на 669,7 кг — с генотипом LGB^{AA}PRL^{BB}GH^{LL} (P < 0,001), на 1012 кг — с генотипом LGB^{AB}PRL^{AA}GH^{LL} (P < 0,001) и на 629,4 кг — с генотипом LGB^{BB}PRL^{AA}GH^{LL} (P < 0,01).

Таблица 2. Молочная продуктивность коров с различными комплексными генотипами по генам бета-лактоглобулина, пролактина и гормона роста по второй лактации

№	Генотип	n	Показатели				
			Удой за 305 дней лактации, кг	Жирномолочность, %	Белковомолочность, %	Количество молочного жира, кг	Количество молочного белка, кг
1	2	3	4	5	6	7	8
КСУП «Экспериментальная база «Октябрь»							
1	LGB ^{AA} PRL ^{AA} GH ^{LL}	25	4910,5 ± 158,2	3,75 ± 0,02	3,19 ± 0,01	184,0 ± 5,9	156,7 ± 5,5
2	LGB ^{AA} PRL ^{AB} GH ^{LL}	7	5449,9 ± 226,0	3,76 ± 0,05	3,21 ± 0,03	205,3 ± 10,4	174,8 ± 6,3*
3	LGB ^{AA} PRL ^{AB} GH ^{LV}	3	4786,3 ± 599,4	3,72 ± 0,07	3,22 ± 0,04	178,5 ± 23,9	153,6 ± 17,9
4	LGB ^{AA} PRL ^{BB} GH ^{LL}	3	5353,3 ± 33,5*	3,77 ± 0,09	3,24 ± 0,04	201,6 ± 3,6*	173,6 ± 1,8*
5	LGB ^{AB} PRL ^{AA} GH ^{LL}	29	5011,0 ± 160,5	3,75 ± 0,02	3,22 ± 0,01*	188,1 ± 6,4	161,3 ± 5,3
6	LGB ^{AB} PRL ^{AB} GH ^{LL}	6	5675,0 ± 406,0	3,82 ± 0,04	3,25 ± 0,04	217,3 ± 17,2	185,1 ± 15,5
7	LGB ^{AB} PRL ^{AA} GH ^{LV}	3	4629,7 ± 872,2	3,83 ± 0,05	3,21 ± 0,05	178,2 ± 35,4	148,0 ± 25,9
8	LGB ^{AB} PRL ^{BB} GH ^{LV}	2	6023,0 ± 177,0*□	3,78 ± 0,18	3,26 ± 0,02*	227,4 ± 4,2*□	196,4 ± 7,0*□
9	LGB ^{BB} PRL ^{AA} GH ^{LL}	16	5393,6 ± 159,8*	3,78 ± 0,03	3,26 ± 0,02*	203,6 ± 6,3*	176,0 ± 5,4*
10	LGB ^{BB} PRL ^{AB} GH ^{LL}	6	5657,2 ± 272,9*	3,84 ± 0,04*	3,23 ± 0,03	217,2 ± 11,1*	182,6 ± 8,4*
ОАО «Агрокомбинат «Скидельский»							
1	LGB ^{AA} PRL ^{AA} GH ^{LL}	3	6138,3 ± 128,8	3,66 ± 0,04	3,22 ± 0,03	224,8 ± 2,9	197,6 ± 2,3
2	LGB ^{AB} PRL ^{AA} GH ^{LL}	9	6202,3 ± 55,1*	3,66 ± 0,01*	3,22 ± 0,01	227,0 ± 2,3	199,9 ± 2,2*
3	LGB ^{AA} PRL ^{AA} GH ^{LV}	5	6042,4 ± 45,9	3,65 ± 0,02	3,21 ± 0,01	220,7 ± 2,7	193,7 ± 1,6
4	LGB ^{BB} PRL ^{AA} GH ^{LL}	13	6888,3 ± 67,6*□	3,66 ± 0,01*	3,25 ± 0,01*	230,5 ± 2,9*	204,4 ± 2,5*□
5	LGB ^{AA} PRL ^{AB} GH ^{LV}	3	6267,3 ± 91,4*	3,62 ± 0,01	3,23 ± 0,01	226,9 ± 3,2	202,2 ± 3,3*
6	LGB ^{BB} PRL ^{AA} GH ^{LV}	2	6367,5 ± 30,5*□	3,70 ± 0,01*□	3,29 ± 0,03*	235,3 ± 1,4*□	209,2 ± 2,6*□
7	LGB ^{AB} PRL ^{AA} GH ^{LV}	2	5994,0 ± 106,0	3,68 ± 0,01□	3,22 ± 0,03	220,6 ± 3,3	193,0 ± 5,2
8	LGB ^{AB} PRL ^{BB} GH ^{LV}	2	6557,5 ± 51,5*□	3,68 ± 0,04	3,21 ± 0,01	241,3 ± 4,5*□	210,2 ± 1,3*□
9	LGB ^{BB} PRL ^{AB} GH ^{LL}	2	6354,5 ± 96,5*	3,67 ± 0,01□	3,27 ± 0,01□	232,9 ± 3,2*	207,5 ± 3,5*□
10	LGB ^{AB} PRL ^{AB} GH ^{LL}	2	6289,5 ± 1,5*□	3,69 ± 0,01*□	3,24 ± 0,05	231,8 ± 0,3*□	203,8 ± 3,2*
11	LGB ^{BB} PRL ^{BB} GH ^{LL}	2	6421,0 ± 21,0*	3,67 ± 0,01□	3,28 ± 0,03*	235,3 ± 1,1*□	210,6 ± 2,6*□

КСУП «Экспериментальная база «Октябрь», удои

- * — межгрупповые различия (1 и 9, 1 и 10, 2 и 8, 4 и 5, 5 и 10) статистически достоверны при $P < 0,05$;
- — межгрупповые различия (1 и 4, 8 и 9) статистически достоверны при $P < 0,01$;
- — межгрупповые различия (1 и 8, 4 и 8, 5 и 8) статистически достоверны при $P < 0,001$.

КСУП «Экспериментальная база «Октябрь», жирномолочность

- * — межгрупповые различия (1 и 10) статистически достоверны при $P < 0,05$.

КСУП «Экспериментальная база «Октябрь», белковомолочность

- * — межгрупповые различия (1 и 5) статистически достоверны при $P < 0,05$;
- — межгрупповые различия (1 и 8, 1 и 9) статистически достоверны при $P < 0,01$.

КСУП «Экспериментальная база «Октябрь», молочный жир

- * — межгрупповые различия (1 и 9, 3 и 8) статистически достоверны при $P < 0,05$;
- — межгрупповые различия (1 и 4, 1 и 10) статистически достоверны при $P < 0,01$;
- — межгрупповые различия (1 и 8, 4 и 8, 5 и 8, 8 и 9) статистически достоверны при $P < 0,001$.

КСУП «Экспериментальная база «Октябрь», молочный белок

- * — межгрупповые различия (1 и 2, 2 и 8, 3 и 8, 4 и 5, 8 и 9) статистически достоверны при $P < 0,05$;
- — межгрупповые различия (1 и 4, 1 и 9, 1 и 10) статистически достоверны при $P < 0,01$;
- — межгрупповые различия (1 и 8, 4 и 8, 5 и 8) статистически достоверны при $P < 0,001$.

ОАО «Агрокомбинат «Скидельский», удои

- * — межгрупповые различия (1 и 11, 2 и 3, 3 и 5, 4 и 7) статистически достоверны при $P < 0,05$;
- — межгрупповые различия (2 и 6, 3 и 9, 5 и 8, 6 и 10, 7 и 9, 7 и 10, 8 и 11) статистически достоверны при $P < 0,01$;
- — межгрупповые различия (1 и 8, 2 и 8, 2 и 11, 3 и 4, 3 и 6, 3 и 8, 3 и 10, 3 и 11, 4 и 8, 6 и 7, 6 и 8, 7 и 8, 7 и 11, 8 и 10, 10 и 11) статистически достоверны при $P < 0,001$.

ОАО «Агрокомбинат «Скидельский», жирномолочность

- * — межгрупповые различия (3 и 6, 4 и 10, 6 и 9, 6 и 11) статистически достоверны при $P < 0,05$;
- — межгрупповые различия (2 и 5, 2 и 6, 4 и 5, 4 и 6) статистически достоверны при $P < 0,01$;
- — межгрупповые различия (5 и 6, 5 и 7, 5 и 9, 5 и 10, 5 и 11) статистически достоверны при $P < 0,001$.

ОАО «Агрокомбинат «Скидельский», белковомолочность

- * — межгрупповые различия (2 и 4, 2 и 6, 3 и 11, 8 и 11) статистически достоверны при $P < 0,05$;
- — межгрупповые различия (3 и 4, 3 и 6, 4 и 8, 5 и 9, 6 и 8) статистически достоверны при $P < 0,01$;
- — межгрупповые различия (2 и 9, 3 и 9, 8 и 9) статистически достоверны при $P < 0,001$.

ОАО «Агрокомбинат «Скидельский», молочный жир

- * — межгрупповые различия (1 и 10, 2 и 10, 3 и 4, 4 и 7, 4 и 8, 5 и 6, 8 и 10) статистически достоверны при $P < 0,05$;
- — межгрупповые различия (2 и 8, 3 и 9, 5 и 8, 5 и 11, 6 и 10, 7 и 9) статистически достоверны при $P < 0,01$;
- — межгрупповые различия (1 и 6, 1 и 8, 1 и 11, 2 и 6, 2 и 11, 3 и 6, 3 и 8, 3 и 10, 3 и 11, 6 и 7, 7 и 8, 7 и 10, 7 и 11, 10 и 11) статистически достоверны при $P < 0,001$.

ОАО «Агрокомбинат «Скидельский», молочный белок

- * — межгрупповые различия (1 и 4, 1 и 9, 2 и 3, 3 и 5, 4 и 8, 5 и 8, 5 и 11, 7 и 9) статистически достоверны при $P < 0,05$;
- — межгрупповые различия (2 и 6, 3 и 10, 6 и 7) статистически достоверны при $P < 0,01$;
- — межгрупповые различия (1 и 6, 1 и 8, 1 и 11, 2 и 8, 2 и 11, 3 и 4, 3 и 6, 3 и 8, 3 и 9, 3 и 11, 7 и 8, 7 и 11) статистически достоверны при $P < 0,001$.

Существенных различий по жирномолочности между коровами исследуемых групп не установлено. Однако, животные с генотипом $LGB^{BB}PRL^{AB}GH^{LL}$ имели содержание жира в молоке на 0,09% больше, по сравнению со сверстницами с генотипом $LGB^{AA}PRL^{AA}GH^{LL}$ ($P < 0,05$). По белковомолочности выявлено превосходство коров с генотипами $LGB^{AB}PRL^{BB}GH^{LV}$, $LGB^{BB}PRL^{A}GH^{LL}$ и $LGB^{AB}PRL^{AA}GH^{LL}$ над животными с генотипом $LGB^{AA}PRL^{AA}GH^{LL}$ на 0,03–0,07% ($P < 0,05$; $P < 0,001$). В целом белковомолочность в изучаемой популяции находилась на уровне 3,19–3,26%. Самым высоким количеством молочного жира характеризовались коровы с генотипом LGB^{AB}

$PRL^{BB}GH^{LV}$ — 227,4 кг, что на 23,8–48,9 кг больше, чем у животных с генотипами $LGB^{AA}PRL^{A}GH^{LL}$, $LGB^{AA}PRL^{AB}GH^{LV}$, $LGB^{AA}PRL^{BB}GH^{LL}$, $LGB^{AB}PRL^{AA}GH^{LL}$ и $LGB^{BB}PRL^{AA}GH^{LL}$ ($P < 0,05$; $P < 0,001$). Также на 17,6–33,2 кг количество молочного жира было ниже у коров с генотипом $LGB^{AA}PRL^{AA}GH^{LL}$, по сравнению со сверстницами с генотипами $LGB^{AA}PRL^{BB}GH^{LL}$, $LGB^{BB}PRL^{AA}GH^{LL}$ и $LGB^{BB}PRL^{AB}GH^{LL}$ ($P < 0,05$; $P < 0,01$). Аналогичные различия выявлены и по содержанию молочного белка. Так, животные с генотипом $LGB^{AB}PRL^{BB}GH^{LV}$ отличались более высоким количеством молочного белка (на 11,3–48,4 кг), чем сверстницы других групп ($P < 0,05$; $P < 0,001$).

Следует отметить, что животные с генотипом $LGB^{AA}PRL^{AA}GH^{LL}$ имели количество молочного белка достоверно ниже, чем коровы с генотипом $LGB^{AA}PRL^{AB}GH^{LL}$, $LGB^{AA}PRL^{BB}GH^{LL}$, $LGB^{BB}PRL^{AA}GH^{LL}$ и $LGB^{BB}PRL^{AB}GH^{LL}$ на 18,1 кг, 16,9 кг, 19,3 кг и 25,9 кг соответственно ($P < 0,05$; $P < 0,01$). В ОАО «Агрокомбинат «Скидельский» по второй лактации коровы с генотипом $LGB^{BB}PRL^{AA}GH^{LL}$ имели самый высокий удой — 6888,3 кг, что на 330,8–894,3 кг больше, по сравнению с животными других групп ($P > 0,05$; $P < 0,05$; $P < 0,001$). Необходимо указать, что коровы с генотипом $LGB^{AA}PRL^{AA}GH^{LV}$ достоверно уступали по удою сверстницам других групп (кроме генотипов $LGB^{AA}PRL^{AA}GH^{LL}$ и $LGB^{AB}PRL^{AA}GH^{LV}$) на 160,0–845,9 кг ($P < 0,05$; $P < 0,01$; $P < 0,001$). По жирномолочности установлено превосходство коров с генотипом $LGB^{BB}PRL^{AA}GH^{LV}$ — 3,70%, что на 0,01–0,08% больше, чем у сверстниц других генотипов ($P < 0,05$; $P < 0,01$; $P < 0,001$). Как и по жирномолочности, так и по белкомолочности животные с генотипом $LGB^{BB}PRL^{AA}GH^{LV}$ имели содержание белка в молоке на 0,01–0,08% больше, по сравнению с коровами других генотипов ($P > 0,05$; $P < 0,05$; $P < 0,01$). Следует отметить несколько большую жирномолочность и белкомолочность у животных, имеющих в генотипе аллели LGB^B и PRL^B . В результате исследований установлено, что животные с генотипом $LGB^{BB}PRL^{BB}GH^{LL}$ достоверно пре-

восходили сверстниц с генотипами $LGB^{AB}PRL^{AB}GH^{LL}$, $LGB^{AB}PRL^{AA}GH^{LV}$, $LGB^{AA}PRL^{AB}GH^{LV}$, $LGB^{AA}PRL^{AA}GH^{LV}$, $LGB^{AB}PRL^{AA}GH^{LL}$ и $LGB^{AA}PRL^{AA}GH^{LL}$ по количеству молочного жира на 3,5–14,7 кг ($P < 0,05$; $P < 0,001$). Коровы с комплексными генотипами $LGB^{AA}PRL^{AA}GH^{LV}$ и $LGB^{AB}PRL^{AA}GH^{LV}$ уступали особям других групп по этому показателю на 4,2–20,7 кг ($P > 0,05$; $P < 0,05$; $P < 0,01$; $P < 0,001$). Аналогичная ситуация отмечена и по содержанию молочного белка. Так, животные с генотипами $LGB^{AA}PRL^{AA}GH^{LV}$ и $LGB^{AB}PRL^{AA}GH^{LV}$ имели количество молочного белка на 3,9–17,6 кг ниже, по сравнению со сверстницами других групп ($P < 0,05$; $P < 0,01$; $P < 0,001$). Более высоким содержанием молочного белка характеризовались животные с генотипом $LGB^{BB}PRL^{BB}GH^{LL}$ — 210,6 кг, что на 0,4–17,6 кг выше, чем у коров исследуемых генотипов ($P > 0,05$; $P < 0,05$; $P < 0,01$; $P < 0,001$).

Данные, представленные в таблице 3, показывают, что по третьей лактации в КСУП «Экспериментальная база «Октябрь» животные с генотипом $LGB^{AB}PRL^{AA}GH^{LV}$ достоверно уступали сверстницам с генотипами $LGB^{AA}PRL^{AB}GH^{LL}$, $LGB^{AB}PRL^{AA}GH^{LL}$, $LGB^{BB}PRL^{AA}GH^{LL}$ и $LGB^{BB}PRL^{AB}GH^{LL}$ по удою на 965–1323,2 кг, а коровы с генотипом $LGB^{AA}PRL^{AB}GH^{LV}$ — на 619,0–977,2 кг ($P < 0,05$; $P < 0,01$; $P < 0,001$).

Таблица 3. Молочная продуктивность коров с различными комплексными генотипами по генам бета-лактоглобулина, пролактина и гормона роста по третьей лактации

№	Генотип	n	Показатели				
			Удой за 305 дней лактации, кг	Жирномолочность, %	Белкомолочность, %	Количество молочного жира, кг	Количество молочного белка, кг
1	2	3	4	5	6	7	8
КСУП «Экспериментальная база «Октябрь»							
1	$LGB^{AA}PRL^{AA}GH^{LL}$	25	5647,1 ± 201,1	3,76 ± 0,02	3,21 ± 0,01	212,4 ± 8,0	180,7 ± 6,2
2	$LGB^{AA}PRL^{AB}GH^{LL}$	7	5941,9 ± 285,3*	3,75 ± 0,03	3,23 ± 0,03	222,4 ± 9,4*	192,0 ± 10,0*
3	$LGB^{AA}PRL^{AB}GH^{LV}$	3	5209,0 ± 152,4	3,77 ± 0,07	3,16 ± 0,07	196,4 ± 8,9	164,4 ± 1,3
4	$LGB^{AA}PRL^{BB}GH^{LL}$	3	6001,3 ± 609,6	3,84 ± 0,04*	3,23 ± 0,02	229,9 ± 21,9	194,1 ± 19,8
5	$LGB^{AB}PRL^{AA}GH^{LL}$	29	5828,0 ± 140,0	3,78 ± 0,02	3,25 ± 0,01	220,5 ± 5,8*	189,4 ± 4,7
6	$LGB^{AB}PRL^{AB}GH^{LL}$	6	5730,2 ± 331,4	3,79 ± 0,04	3,24 ± 0,02	217,1 ± 11,8	185,1 ± 9,8*
7	$LGB^{AB}PRL^{AA}GH^{LV}$	3	4863,0 ± 344,1	3,72 ± 0,03	3,25 ± 0,05	181,1 ± 14,0	157,9 ± 10,4
8	$LGB^{AB}PRL^{BB}GH^{LV}$	2	5899,5 ± 600,5	3,74 ± 0,09	3,24 ± 0,02	219,8 ± 17,4	190,8 ± 18,5
9	$LGB^{BB}PRL^{AA}GH^{LL}$	16	6151,2 ± 184,5	3,80 ± 0,03	3,28 ± 0,03*	233,7 ± 7,9	201,7 ± 6,9*
10	$LGB^{BB}PRL^{AB}GH^{LL}$	6	6186,2 ± 242,5	3,80 ± 0,02*	3,29 ± 0,02*	235,4 ± 10,0	203,6 ± 7,8*
ОАО «Агрокомбинат «Скидельский»							
1	$LGB^{AA}PRL^{AA}GH^{LL}$	3	6280,0 ± 85,9	3,67 ± 0,04	3,22 ± 0,03	230,2 ± 1,7	202,0 ± 0,7
2	$LGB^{AB}PRL^{AA}GH^{LL}$	9	6347,7 ± 69,9	3,67 ± 0,01*	3,23 ± 0,01	232,9 ± 3,1	205,0 ± 2,5

Продолжение таблицы 3

№	Генотип	n	Показатели				
			Удой за 305 дней лактации, кг	Жирномолочность, %	Белковомолочность, %	Количество молочного жира, кг	Количество молочного белка, кг
1	2	3	4	5	6	7	8
3	LGB ^{AA} PRL ^{AA} GH ^{LV}	5	6218,8 ± 54,3	3,66 ± 0,02	3,21 ± 0,01	227,8 ± 3,1	199,4 ± 2,4
4	LGB ^{BB} PRL ^{AA} GH ^{LL}	13	6511,7 ± 75,1*□	3,67 ± 0,01*	3,25 ± 0,01*	239,2 ± 2,9	212,0 ± 2,7□
5	LGB ^{AA} PRL ^{AB} GH ^{LV}	3	6359,0 ± 75,1	3,64 ± 0,01	3,22 ± 0,01	231,7 ± 2,9	205,0 ± 3,1
6	LGB ^{BB} PRL ^{AA} GH ^{LV}	2	6660,0 ± 149,0*·	3,70 ± 0,01*·□	3,32 ± 0,04*·	246,1 ± 5,2*·□	220,7 ± 2,6*·□
7	LGB ^{AB} PRL ^{AA} GH ^{LV}	2	6198,5 ± 195,5	3,69 ± 0*·□	3,26 ± 0,02*	228,7 ± 7,2	202,1 ± 7,6
8	LGB ^{AB} PRL ^{BB} GH ^{LV}	2	6763,5 ± 141,5*·□	3,69 ± 0,02*	3,24 ± 0,02	249,3 ± 6,2*·□	218,8 ± 5,6*·□
9	LGB ^{BB} PRL ^{AB} GH ^{LL}	2	6670,0 ± 116,0*·□	3,68 ± 0,01·	3,26 ± 0□	245,1 ± 4,6*·□	217,4 ± 3,8·□
10	LGB ^{AB} PRL ^{AB} GH ^{LL}	2	6412,0 ± 212,0	3,64 ± 0,02	3,26 ± 0,04	233,1 ± 8,7	208,8 ± 9,1
11	LGB ^{BB} PRL ^{BB} GH ^{LL}	2	6629,5 ± 142,5*·	3,64 ± 0,02	3,28 ± 0,04	241,3 ± 6,5	217,4 ± 2,0□

КСУП «Экспериментальная база «Октябрь», удой

- * — межгрупповые различия (2 и 3, 2 и 7) статистически достоверны при P < 0,05;
- — межгрупповые различия (3 и 5, 5 и 7) статистически достоверны при P < 0,01;
- — межгрупповые различия (3 и 9, 3 и 10, 7 и 9, 7 и 10) статистически достоверны при P < 0,001.

КСУП «Экспериментальная база «Октябрь», жирномолочность

- * — межгрупповые различия (4 и 7, 7 и 10) статистически достоверны при P < 0,05.

КСУП «Экспериментальная база «Октябрь», белковомолочность

- * — межгрупповые различия (1 и 9, 4 и 10) статистически достоверны при P < 0,05;
- — межгрупповые различия (1 и 10) статистически достоверны при P < 0,001.

КСУП «Экспериментальная база «Октябрь», молочный жир

- * — межгрупповые различия (2 и 3, 2 и 7, 3 и 5) статистически достоверны при P < 0,05;
- — межгрупповые различия (3 и 10, 5 и 7) статистически достоверны при P < 0,01;
- — межгрупповые различия (3 и 9, 7 и 9, 7 и 10) статистически достоверны при P < 0,001.

КСУП «Экспериментальная база «Октябрь», молочный белок

- * — межгрупповые различия (1 и 9, 1 и 10, 2 и 7, 3 и 6) статистически достоверны при P < 0,05;
- — межгрупповые различия (1 и 3, 2 и 3, 5 и 7) статистически достоверны при P < 0,01;
- — межгрупповые различия (3 и 5, 3 и 9, 3 и 10, 7 и 9, 7 и 10) статистически достоверны при P < 0,001.

ОАО «Агрокомбинат «Скидельский», удой

- * — межгрупповые различия (1 и 4, 1 и 6, 1 и 11, 2 и 9, 5 и 9, 7 и 8, 7 и 9) статистически достоверны при P < 0,05;
- — межгрупповые различия (1 и 8, 1 и 9, 2 и 8, 3 и 6, 3 и 11, 5 и 8) статистически достоверны при P < 0,01;
- — межгрупповые различия (3 и 4, 3 и 8, 3 и 9) статистически достоверны при P < 0,001.

ОАО «Агрокомбинат «Скидельский», жирномолочность

- * — межгрупповые различия (2 и 5, 2 и 6, 2 и 7, 4 и 5, 4 и 6, 4 и 7, 5 и 8) статистически достоверны при P < 0,05;
- — межгрупповые различия (5 и 9, 6 и 10, 6 и 11, 7 и 10, 7 и 11) статистически достоверны при P < 0,01;
- — межгрупповые различия (5 и 6, 5 и 7) статистически достоверны при P < 0,001.

ОАО «Агрокомбинат «Скидельский», белковомолочность

- * — межгрупповые различия (2 и 6, 3 и 7, 4 и 5, 5 и 6) статистически достоверны при P < 0,05;
- — межгрупповые различия (3 и 4, 3 и 6) статистически достоверны при P < 0,01;
- — межгрупповые различия (2 и 9, 3 и 9, 5 и 9) статистически достоверны при P < 0,001.

ОАО «Агрокомбинат «Скидельский», молочный жир

- * — межгрупповые различия (2 и 6, 2 и 8, 2 и 9, 5 и 6, 5 и 9, 7 и 8) статистически достоверны при P < 0,05;
- — межгрупповые различия (1 и 4, 1 и 6, 1 и 8, 3 и 4, 5 и 8) статистически достоверны при P < 0,01;
- — межгрупповые различия (1 и 9, 3 и 6, 3 и 8, 3 и 9) статистически достоверны при P < 0,001.

ОАО «Агрокомбинат «Скидельский», молочный белок

- * — межгрупповые различия (2 и 8, 4 и 6, 5 и 8, 6 и 7) статистически достоверны при P < 0,05;
- — межгрупповые различия (1 и 8, 2 и 9, 5 и 9) статистически достоверны при P < 0,01;
- — межгрупповые различия (1 и 4, 1 и 6, 1 и 9, 1 и 11, 2 и 6, 2 и 11, 3 и 4, 3 и 6, 3 и 8, 3 и 9, 3 и 11, 5 и 6, 5 и 11) статистически достоверны при P < 0,001.

Более высоким удоем характеризовались особи с генотипом $LGB^{BB}PRL^{AB}GH^{LL}$ — 6186,2 кг, что на 35,0–1323,2 кг выше, по сравнению с животными других групп. По жирномолочности достоверные различия отмечены только между особями с генотипом $LGB^{AB}PRL^{AA}GH^{LV}$ и $LGB^{AA}PRL^{BB}GH^{LL}$ и $LGB^{BB}PRL^{AB}GH^{LL}$ (на 0,12% и 0,08% соответственно, $P < 0,05$), а по белкомолочности коровы с генотипом $LGB^{AA}PRL^{AA}GH^{LL}$ уступали на 0,07–0,08% животным с генотипами $LGB^{BB}PRL^{AA}GH^{LL}$ и $LGB^{BB}PRL^{AB}GH^{LL}$ ($P < 0,01$; $P < 0,001$). Самой низкой жирномолочностью характеризовались коровы с генотипом $LGB^{AB}PRL^{AA}GH^{LV}$ (3,72%), а белкомолочностью — с генотипом $LGB^{AA}PRL^{AB}GH^{LV}$ (3,16%). От особей с генотипом $LGB^{BB}PRL^{AB}GH^{LL}$ получено более высокое количество молочного жира (235,4 кг) и белка (203,6 кг), по сравнению с коровами других исследуемых групп.

В ОАО «Агрокомбинат «Скидельский» установлено превосходство коров с генотипом $LGB^{AB}PRL^{BB}GH^{LV}$ по удою на 93,5–565,0 кг и количеству молочного жира на 3,2–21,5 кг, а с генотипом $LGB^{BB}PRL^{AA}GH^{LV}$ — по жирномолочности на 0,01–0,06%, белкомолочности на 0,04–0,15% и количеству молочного белка на 1,9–21,3 кг по сравнению с особями других изучаемых групп ($P < 0,05$; $P < 0,01$; $P < 0,001$).

Выводы.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что наличие аллелей LGB^B , PRL^B , GH^L в генотипе животных детерминирует более высокие показатели удоя, количества молочного жира и белка, по сравнению с коровами, несущими аллели LGB^A , PRL^A , GH^V , что указывает на целесообразность проведения селекции на увеличение частоты встречаемости желательных аллелей в популяции крупного рогатого скота.

Литература

1. Хабибрахманова Я. А. Генный полиморфизм молочных пород скота / Я. А. Хабибрахманова, Ш. Р. Мещеров, Л. А. Калашникова // Съезд генетиков и селекционеров, посвященный 200-летию со дня рождения Ч. Дарвина. V Съезд ВОГИС, Москва, 21-28 июня 2009 г. — Москва, 2009. — С. 110.
2. Погорельский И. А. Полиморфизм генов бета-лактоглобулина, гормона роста и пролактина и влияние их генотипов на молочную продуктивность коров / И. А. Погорельский, Г. Н. Сердюк, М. В. Позовникова / Молочное и мясное скотоводство. — 2014. — № 6. — С. 9–13.
3. Лазебная И. В. Полиморфизм генов гормона роста и пролактина в связи с признаками качества молока у крупного рогатого скота ярославской породы / Лазебная И. В., Лазебный О. Е., Максименко В. Ф., Сулимова Г. Е. // Сельскохозяйственная биология. — 2012. — № 2. — С. 39–44.
4. Позовникова М. В. Генетическая структура айрширского скота по однонуклеотидным ДНК-маркерам и влияние их генотипов на молочную продуктивность / О. В. Тулинова, И. А. Погорельский, Г. Н. Сердюк / Генетика и разведение животных. — 2015. — № 2. — С. 22–27.
5. Калашникова Л. А. Влияние полиморфизма генов молочных белков и гормонов на молочную продуктивность коров черно-пестрой породы / Л. А. Калашникова, Я. А. Хабибрахманова, А. Ш. Тинаев // Доклады РАСХН. — 2009. — № 3. — С. 49–52.
6. Хабибрахманова Я. А. Полиморфизм генов молочных белков и гормонов крупного рогатого скота: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.02.01 / Я. А. Хабибрахманова. — Лесные Поляны Моск. обл., 2009. — 20 с.
7. Хабибрахманова Я. А. Генное разнообразие молочных пород крупного рогатого скота / Я. А. Хабибрахманова, Л. А. Калашникова // В сб. науч. тр. «Устойчивое развитие экономики: состояние, проблемы, перспективы», УО «Полес ГУ», Пинск, 2009. — С. 48–49.
8. Маниатис, Т. Молекулярное клонирование / Т. Маниатис, Э. Фрич, Дж. Сэмбрук -М.: «Мир». — 1984. — 480 с.

Epishko O. A., Peshko N. N., Kuzmina T. I., Peshko V. V.

Influence of complex genotypes of beta-lactoglobulin, prolactin and growth hormone genes on milk production of Byelorussian black-and-white cows

Abstract. Results of the evaluation of milk production (milk, fat and protein content in milk, amount of milk fat and milk protein) of Belarusian black-white cows with various complex genotypes of beta-lactoglobulin,

prolactin and growth hormone gene are presenting in article. Polymorphism for beta-lactoglobulin, prolactin and growth hormone genes was established by the PCR-RFLP method. The frequency of occurrence of complex genotypes by genes of beta-lactoglobulin, prolactin and growth hormone is calculated. Studies were conducted in the research laboratory of «DNA technologies» of the Department of Genetics and Breeding of Agricultural Animals of the Grodno State Agrarian University.

The analysis of conducted studies had shown that the majority of all tested cows (29 and 25 animals) at the CSCP «Experimental base «October» had genotypes $LGB^{AB}PRL^{AA}GH^{LL}$ and $LGB^{AA}PRL^{AA}GH^{LL}$ (28.4% and 24.5%, respectively). In total, 12 groups of complex genotypes were identified from the studied population. The majority of cows (26.0% or 13 heads) had the genotype $LGBABPRLAAGHLL$ at the «Agrokombinat «Skidelsky». At the studied population, 16 groups of complex genotypes were identified. However, genotypes $LGB^{AA}PRL^{BB}GH^{LV}$, $LGB^{AA}PRL^{BB}GH^{VV}$, $LGB^{BB}PRL^{AA}GH^{VV}$, $LGB^{AB}PRL^{BB}GH^{LL}$ and $LGB^{AA}PRL^{BB}GH^{LL}$ were identified from one animal only.

Conducted studies show that the presence of alleles of LGB^B , PRL^B , GH^L in animal genotype provided with higher milk yield, the amount of milk fat and protein compared to cows bearing LGB^A , PRL^A , GH^V alleles, which suggests expediency of selection breeding on frequency of occurrence of the desired alleles at the cattle population, and also, along with phenotypic selection, identify valuable combinations of genes that affect milk production of farm animals.

Key words: gene, polymorphism, genotype, milk production, Byelorussian black-and-white cows.

Authors:

Epishko Olga Alexandrovna — PhD (Agr. Sci.), associate Professor, head of research laboratory of DNA technology «Grodno state agrarian University», Republic of Belarus, 230023, Grodno, Belarus, Akademicheskaya, 10, e-mail: labgen@mail.ru;

Peshko Nadejda Nikolaevna — graduate student of «Grodno state agrarian University», Republic of Belarus, 230023, Grodno, Belarus, Akademicheskaya, 10, e-mail: labgen@mail.ru;

Kuzmina Tatyana Ivanovna — Head of Laboratory of Developmental Biology; Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding — Branch of the L. K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry, Russia, St. Petersburg, Tyarlevo, Moscovskoe sh., 55 a; e-mail: prof.kouzmina@mail.ru;

Peshko Valentin Valentinovich — PhD (Agr. Sci.), associate Professor, head of research department of «Grodno state agrarian University», Republic of Belarus, 230008, Grodno, Tereshkova str., 28.

References

- Habibrahmanova, Ya. A. Genetic polymorphism of cattle dairy breeds / Ya. A. Habibrahmanova, Sh.R. Meshcherov, L. A. Kalashnikova // Congress of geneticists and breeders, dedicated to the 200th anniversary of the birth of Charles Darwin. VOGIS Congress, Moscow, June 21–28, 2009 — Moscow, 2009. — P. 110.
- Pogorelsky, I. A. Polymorphism of beta-lactoglobulin, growth hormone and prolactin genes and the effect of their genotypes on milk productivity of cows. Pogorelsky, G. N. Serdyuk, M. V. Pozovnikova / Dairy and meat cattle breeding. — 2014. — No. 6. — P. 9–13.
- Lazebnaya I. V. Genetic polymorphism of growth hormone and prolactin connected with milk quality of Yaroslavl cattle / Lazebnaya I. V., Lazebny O. E., Maksimenko V. F., Sulimova G. E. // Agricultural Biology. — 2012. — № 2. — P. 39–44.
- Pozovnikova M. V. Genetic structure of Ayrshire cattle for single nucleotide DNA markers and the effect of their genotypes on milk production. Pozovnikova M. V., Tulinova O. V., Pogorelsky I. A., Serdyuk G. N. / Genetics and breeding of animals. — 2015. — № 2. — P. 22–27.
- Kalashnikova L. A. Influence of polymorphism of the milk proteins genes and hormones on the milk production of black-and-white breed of cows. Kalashnikova L. A. Habibrahmanova, A. Sh. Tinaev // Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences. — 2009. — No. 3. — P. 49–52.
- Habibrahmanova Ya. A. Genetic polymorphism of milk proteins and hormones of cattle: the author's abstract. Dis. cand. Biol. Sciences: 06.02.01 / Ya. A. Habibrahmanov. — Forest Glades Mosk. Obl., 2009. — 20 p.
- Habibrahmanova Ya. A. Genetic diversity of dairy cattle breeds / Ya. A. Habibrahmanova, L. A. Kalashnikova // In the collection. Sci. Tr. «Sustainable economic development: state, problems, prospects», «Polessky State University», Pinsk, 2009. — P. 48–49.
- Maniatis, T. Molecular cloning / T. Maniatis, E. Fritsch, J. Sambrook-M.: «The World». — 1984. — 480 p.