

## МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ И ПОЛИМОРФНЫЕ ВАРИАНТЫ ГЕНОВ КАППА-КАЗЕИНА, БЕТА-ЛАКТОГЛОБУЛИНА ГОЛШТИНИЗИРОВАННОГО ЧЕРНО-ПЕСТРОГО СКОТА САМАРСКОГО ТИПА

**Грашин Валерий Александрович**, канд. с.-х. наук, главный специалист Министерства сельского хозяйства и продовольствия Самарской области.

446442 Самарская область, Кинельский район, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Спортивная д.12.

E-mail: [grashinva@mail.ru](mailto:grashinva@mail.ru)

**Грашин Алексей Александрович**, канд. биол. наук, ст. научный сотрудник ФГБНУ «Всероссийский научный исследовательский институт племенного дела».

446442 Самарская область, Кинельский район, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Щибраева д.5.

E-mail: [grashin.aleksey@mail.ru](mailto:grashin.aleksey@mail.ru)

**Ключевые слова:** генотип, молочная, продуктивность, полиморфизм, ген, каппа-казеин, бета-лактоглобулин.

*Цель исследований – повышение белковомолочности у коров-первотелок голштинизированного чёрно-пёстрого скота Самарского типа. Проведены исследования по выявлению полиморфизма и определению частот встречаемости аллелей и генотипов по локусам гена каппа-казеина (CSN3), бета-лактоглобулина (LGB) и комплексных генотипов (LGB/CSN3) голштинизированных коров Самарского типа чёрно-пёстрой породы. Установлено влияние генотипов этих генов на молочную продуктивность коров-первотелок. Животные ЗАО «Луначарск» с генотипом CSN3<sup>BB</sup> по удою за 305 дней лактации имели преимущества над животными с генотипом CSN3<sup>AA</sup> на 348 кг и CSN3<sup>AB</sup> на 468 кг, по содержанию жира выявлено достоверное превосходство на 0,16% ( $P < 0,001$ ) и 0,23% ( $P < 0,01$ ); по выходу молочного жира – на 23,9 и 28,1 кг, молочного белка – на 15,3 и 12,7 кг соответственно. Коровы ООО «Племзавод «Дружба» с данными генотипами равноценны. Коровы с генотипом LGB<sup>BB</sup> ЗАО «Луначарск» уступали коровам с генотипом LGB<sup>AA</sup> и LGB<sup>AB</sup> по уровню молочной продуктивности на 208 и 75 кг молока, но по содержанию жира имели преимущество на 0,08 %, по белку – на 0,05-0,03%. Коровы ООО «ПЗ «Дружба» с гетерозиготным генотипом LGB<sup>AB</sup> продуцировали достоверно больше на 478 кг ( $P < 0,05$ ) и 150 кг молока в сравнении с гомозиготными LGB<sup>AA</sup> и LGB<sup>BB</sup> генотипами, что увеличило выход молочного жира на 19,8 кг ( $P < 0,05$ ) и белка – на 14,5 кг ( $P < 0,05$ ).*

В настоящее время, с развитием молекулярной генетики и молекулярной биологии, становится возможным идентификация генов, напрямую или косвенно связанных с хозяйственно-полезными признаками животных. Суть маркерной селекции заключается в поиске и анализе генов, позволяющих маркировать локусы количественных хозяйственно полезных признаков и вести отбор с помощью маркеров [4, 5, 7, 8, 9, 10]. Преимущество ДНК-технологий заключается также в том, что генотип животного можно определить в раннем возрасте и служит он пожизненным маркером, независимо от пола, возраста и физиологического состояния, что является важным фактором в селекционной работе. Выявление предпочтительных, с точки зрения селекции, вариантов полиморфизма молочных белков позволит дополнительно к традиционному отбору животных проводить селекцию непосредственно на уровне ДНК, то есть по генотипу. При отборе таких животных, несущих желательные варианты генов, эффективность селекционно-племенной работы может существенно возрасти.

**Цель исследований** – повышение белковомолочности у коров-первотелок голштинизированного чёрно-пёстрого скота Самарского типа.

**Задачи исследований** – определить частоту встречаемости аллельных вариантов и генотипов каппа-казеина и бета-лактоглобулина у коров-первотелок Самарского типа чёрно-пёстрой породы и быков-производителей, используемых в подборе за маточным поголовьем; изучить показатели молочной продуктивности коров-первотелок с различными генотипами молочных белков каппа-казеина, бета-лактоглобулина и комплексных генотипов бета-лактоглобулина / каппа-казеина.

**Материалы и методы исследований.** Оценка полиморфизма гена каппа-казеина (далее – CSN3) и гена бета-лактоглобулина (далее – LGB) проводилась у 127 голштинизированных коров-первотелок Самарского типа чёрно-пёстрой породы: ЗАО «Луначарск» (хозяйство-оригинатор), ООО «Племзавод «Дружба» и быков-производителей ОАО «Головного центра по воспроизводству сельскохозяйственных животных» (9 голов), использованных в подборе к маточному поголовью в этих хозяйствах. Исследования по генотипированию крови коров и образцов семени быков-производителей на CSN3 и LGB проводились в лаборатории ДНК-технологий ВНИИплем г. Москва [6].

На генотип CSN3<sup>AA</sup> указывало наличие фрагмента длиной 530 п.н.; CSN3<sup>AB</sup> – 530, 400 и 130 п.н.; CSN3<sup>BB</sup> – 400 и 130 п.н. Нуклеотидная последовательность праймеров для CSN3: F: 5'-ata-gcc-aaa-tat-atc-cca-att-cag-t-3', R: 5'-ttt-att-aat-aag-tcc-atg-aat-ctt-g-3'. ПЦП-программа: «горячий старт» – 5 мин при 93°C; 35 циклов:

денатурация – 30 с при 93°C, отжиг – 1 мин при 60°C, синтез – 1 мин при 72°C; достройка – 5 мин при 72°C. Генотипу  $LGB^{AA}$  соответствовали фрагменты длиной 153 и 109 п.н.;  $LGB^{AB}$  – 153, 109, 79, 74 п.н.,  $LGB^{BB}$  – 109, 79, 74 п.н. Нуклеотидная последовательность праймеров для  $LGB$ : F: 5'-gtc-ctt-gtg-ctg-gac-acc-gac-tac-a – 3', R: 5'-cag-gac-acc-ggc-tcc-cgg-tat-atg-a – 3'. ПЦР-программа: «горячий старт» – 5 мин при 94°C; 35 циклов: денатурация – 60 с при 94°C, отжиг – 60 с при 60°C, синтез – 60 с при 72°C; достройка – 5 мин при 72°C. Достоверность генотипов  $CSN3$  подтверждалась с помощью рестриктазы – HindIII,  $LGB$  – HaeIII.

Частоту встречаемости генотипов определяли по формуле (1)

$$P = n/N, \quad (1)$$

где  $p$  – частота определения генотипа;  $n$  – количество особей, имеющих определенный генотип;  $N$  – число особей.

Частоту отдельных аллелей определяли по формуле Е. К. Меркурьевой (1977) (2, 3).

$$P_A = (2n_{AA} + n_{AB})/2N, \quad (2)$$

$$Q_B = (2n_{BB} + n_{AB})/2N, \quad (3)$$

где  $P_A$  – частота аллеля А;  $Q_B$  – частота аллеля В;  $N$  – общее число аллелей.

Для оценки избытка гетерозигот в изучаемых выборках животных использовали Хи-квадрат (4):

$$\chi^2 = \sum \frac{(H_o - H_e)^2}{H_e}, \quad (4)$$

где  $H_o$  – наблюдаемая гетерозиготность;

$H_e$  – ожидаемая гетерозиготность.

Соответствие фактического и ожидаемого распределения генотипов проверяли методом хи-квадрат. Ожидаемые результаты частот генотипов в исследуемой популяции рассчитывали по закону Харди-Вайнберга. Молочную продуктивность коров опытных групп определяли путем контрольных доек. Содержание жира и белка в молоке проводили на приборе «Лактан 1-4» в соответствии с инструкциями производителя. Были изучены следующие показатели: продолжительность лактации, удои за лактацию, удои за 305 дней лактации, содержание жира и белка в молоке, количество молочного жира и белка. Для оценки быков-производителей по происхождению и выявления потенциальных возможностей была изучена молочная продуктивность женских предков. Данные по удою, жиру и белку брали из зоотехнических документов (карточка племенного быка – форма 1-мол). Родительский индекс быка определяли расчетным методом по формуле Кравченко:

$$РИБ = (2M + MM + MO)/4.$$

Статистическая обработка данных была выполнена с помощью компьютерной программы «Microsoft Excel».

**Результаты исследований.** Изучением влияния полиморфизма гена  $CSN3$  на молочную продуктивность занимались многие авторы. И. М. Дунин с соавторами (2010) утверждает, что первотелки с генотипом  $CSN3^{BB}$  имели более высокий удои, процент содержания жира и белка в молоке, а также выход молочного жира и белка, по сравнению с первотелками опытных групп с генотипами  $CSN3^{AA}$  и  $CSN3^{AB}$  [1, 2, 3, 4, 7, 10].

В проведенном исследовании получены схожие результаты. Частоты генотипов гена  $CSN3^{AA}$  и  $CSN3^{AB}$  составили 71,9-81,4% и 18,6-24,6% соответственно (рис. 1). Частота встречаемости генотипа  $CSN3^{BB}$  всего 3,5%, а в ООО «Племзавод «Дружба»» генотип  $CSN3^{BB}$  не обнаружен. Частота аллелей А (0,84-0,91), В (0,09-0,16). Наблюдаемые частоты встречаемости генотипов незначительно превышали ожидаемые значения. В исследованной популяции сохраняется генетическое равновесие ( $\chi^2$  от 0,33 до 0,73).

Исследования частоты встречаемости локуса гена  $LGB$  в ЗАО «Луначарск» и ООО «Племзавод «Дружба»» показало, что чаще встречается гетерозиготный генотип  $LGB^{AB}$  (42,37-58,57), доля гомозиготных генотипов  $LGB^{AA}$  (25,42-28,57),  $LGB^{BB}$  (32,91-12,86). Отмечено повышение частоты аллеля В гена  $LGB$  (0,42-0,54) и снижение аллеля А (0,47-0,58).

Из 9 быков-производителей черно-пестрой породы, использовавшихся при подборе родительских пар в селекционном процессе, желательный генотип  $CSN3^{BB}$  не выявлен. Частота встречаемости аллеля В составила 0,166, аллеля А – 0,834. Полученные данные по гену  $LGB$  свидетельствуют о том, что частота встречаемости аллеля В гена  $LGB$  возросла до 0,388, а аллеля А составила 0,612. На основании показателей продуктивности женских предков были вычислены показатели родительского индекса быков-производителей (РИБ). РИБ, рассчитанный по трем рядам предков, по молочной продуктивности составил от 10971 до 11991 кг молока, по процентному содержанию жира в молоке – от 4,18 до 4,22%, и по белку матерей этих быков – 3,3%.

По взаимосвязи локуса коров-первотелок методом ДНК-диагностики были сформированы три группы генотипов  $CSN3^{AA}$ ,  $CSN3^{AB}$  и  $CSN3^{BB}$  (табл. 1).

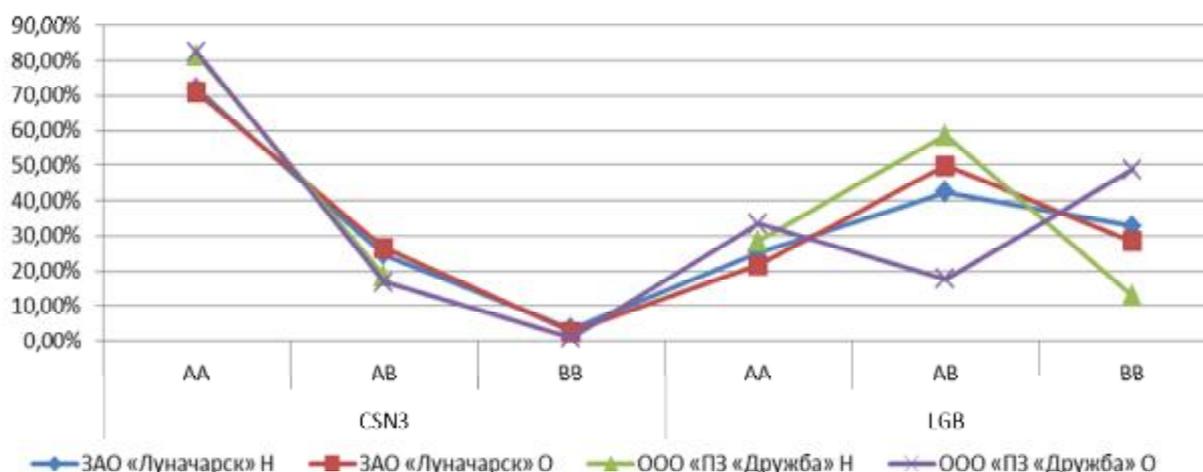


Рис. 1. Частота встречаемости *CSN3* и *LGB* (H – наблюдаемое, O – ожидаемое)

Таблица 1

Молочная продуктивность коров-первотелок черно-пестрой породы самарского типа с различными генотипами гена *CSN3* ( $M \pm m$ )

Наименование хозяйства	Генотип	n	Продолжительность лактации, дней	Удой за лактацию, кг	Удой за 305 дней лактации, кг	Жир, %	Молочный жир, кг	Белок, %	Молочный белок, кг
ЗАО «Луначарск»	AA	41	380,4 ± 8,40	6752 ± 185,1	5795 ± 112,2	4,16 ± 0,03	241,3 ± 5,2	3,01 ± 0,01	172,5 ± 4,1
	AB	14	382,6 ± 14,2	6786 ± 408,7	5675 ± 237,3	4,09 ± 0,09	237,1 ± 22,8	3,05 ± 0,04	175,1 ± 15,6
	BB	2	351,5 ± 1,50	6644 ± 923,5	6143 ± 873,5	4,32 ± 0,01	265,2 ± 37,2	3,06 ± 0,03	187,8 ± 24,2
	AB к AA		+ 2,2	+ 34,0	- 120,0	- 0,07	- 4,2	+ 0,04	+ 2,6
	BB к AA		- 28,9	- 108,0	+ 348,0	+ 0,16***	+ 23,9	+ 0,05	+ 15,3
	BB к AB		- 31,1	- 142,0	+ 468,0	+ 0,23**	+ 28,1	+ 0,01	+ 12,7
ООО «Племзавод «Дружба»	AA	55	395 ± 9,43	6954 ± 175,3	5774 ± 88,0	4,03 ± 0,01	232,5 ± 3,62	3,03 ± 0,01	175 ± 2,73
	AB	13	398 ± 19,8	6918 ± 329,4	5732 ± 139,8	4,02 ± 0,01	230,6 ± 5,6	3,07 ± 0,01	175,9 ± 4,2
	AB к AA		+ 3,0	- 36,0	- 42,0	- 0,01	- 1,9	+ 0,04	+ 0,9

Примечание: достоверность различий: \*\* $P \leq 0,01$ ; \*\*\* $P \leq 0,001$ .

Из данных таблицы 1 видно, что продолжительность лактации у всех групп первотелок колебалась в пределах 352-398 дня. По локусу гена *CSN3* с молочной продуктивностью по отношению к животным с генотипом *CSN3<sup>AA</sup>* и *CSN3<sup>AB</sup>* преимущество имели первотелки с генотипом *CSN3<sup>BB</sup>*. Генотип *CSN3<sup>BB</sup>* является редким, таких коров в стадах мало.

Было выявлено всего две первотелки с генотипом *CSN3<sup>BB</sup>*. За 305 дней первой лактации они продуцировали на 348 и 468 кг молока соответственно больше, чем первотелки с генотипом *CSN3<sup>AA</sup>* и *CSN3<sup>AB</sup>* при недостоверной разнице. Жирность молока коров-первотелок с генотипом *CSN3<sup>BB</sup>* составила 4,32%, выявлено достоверное преимущество по сравнению с первотелками, имеющими генотип *CSN3<sup>AA</sup>* и *CSN3<sup>AB</sup>* соответственно на 0,16% ( $P \leq 0,001$ ) и на 0,23% ( $P \leq 0,01$ ). По выходу молочного жира, также некоторое превосходство имели коровы-первотелки с генотипом *CSN3<sup>BB</sup>*. Разница по генотипам составила: *CSN3<sup>AA</sup>* – 23,9 и *CSN3<sup>AB</sup>* – 28,1 кг. Первотелки с генотипом *CSN3<sup>BB</sup>* незначительно превышали сверстниц с *CSN3<sup>AA</sup>* по содержанию белка в молоке на 0,05% и *CSN3<sup>AB</sup>* на 0,01%, по выходу молочного белка – на 15,3 и 12,7 кг соответственно. Таким образом, первотелки с генотипом *CSN3<sup>BB</sup>* характеризуются более высоким удоем, выходом молочного жира, молочного белка по сравнению со сверстницами генотипов *CSN3<sup>AA</sup>* и *CSN3<sup>AB</sup>*.

Исследованиями по локусу гена *CSN3* в ООО «Племзавод «Дружба» установлено, что по молочной продуктивности первотелки с генотипом *CSN3<sup>AA</sup>* имели незначительное преимущество по отношению к животным с генотипом *CSN3<sup>AB</sup>*. Генотип *CSN3<sup>BB</sup>* в стаде не выявлен. Разница между выборками по полиморфным генотипам по удою и содержанию жира оказалась незначительной и недостоверной. Так, надои молока оказались более высокими у животных с генотипом *CSN3<sup>AA</sup>*, чем у аналогов с генотипом *CSN3<sup>AB</sup>* всего за лактацию на 42 кг, при одинаковом процентном содержании жира в молоке (4,02-4,03%).

Коровы-первотелки данного хозяйства с различными генотипами *CSN3<sup>AA</sup>* и *CSN3<sup>AB</sup>* примерно равноценны по показателям удоя, жирности молока и выхода молочного жира, но молоко коров с генотипом AB более пригодно к переработке для приготовления белкомолочных продуктов [2].

Результаты анализа молочной продуктивности коров-первотелок с различными генотипами гена *LGB* представлены в таблице 2. В стаде ЗАО «Луначарск», по гену *LGB* более высокая молочная продуктивность выявлена у коров с генотипом *LGB<sup>AA</sup>*, по сравнению с животными с генотипом *LGB<sup>AB</sup>* их преимущество

составило 133 кг молока, но с меньшим содержанием жира на 0,12% и белка на 0,02%. Это повлияло на выход молочного жира на 12,4 кг и белка 2,8 кг.

Таблица 2

Молочная продуктивность коров-первотелок с различными генотипами гена *LGB* (M±m)

Наименование хозяйств	Генотип	n	Продолжительность лактации, дней	Удой за лактацию, кг	Удой за 305 дней лактации, кг	Жир, %	Молочный жир, кг	Белок, %	Молочный белок, кг
ЗАО «Луначарск»	AA	15	382 ± 14,5	6947 ± 302,9	5892 ± 210,8	4,09 ± 0,06	257,7 ± 14,9	3,01 ± 0,02	177,3 ± 6,3
	AB	25	385 ± 10,4	6800 ± 230,5	5759 ± 123,9	4,21 ± 0,04	245,3 ± 5,6	3,03 ± 0,01	174,5 ± 3,8
	BB	19	375 ± 12,1	6589 ± 328,7	5684 ± 202,7	4,17 ± 0,06	227,4 ± 10,8	3,06 ± 0,02	173,9 ± 5,9
	AB к AA		+ 3,0	- 147,0	- 133,0	+ 0,12	- 12,4	+ 0,02	- 2,8
	BB к AA		- 7,0	- 358,0	- 208,0	+ 0,08	- 30,3	+ 0,05	- 3,4
	BB к AB		- 10,0	- 211,0	- 75,0	- 0,04	- 17,9	+ 0,03	- 0,6
ООО «Племзавод «Дружба»	AA	20	383 ± 19,3	6444 ± 353,2	5448 ± 172,1	4,01 ± 0,01	218,7 ± 6,9	3,04 ± 0,01	165,4 ± 5,4
	AB	39	398 ± 10,6	7195 ± 170,0	5926 ± 73,7	4,02 ± 0,01	238,5 ± 3,0	3,04 ± 0,01	179,9 ± 2,3
	BB	9	409 ± 13,6	6993 ± 382,8	5776 ± 228,5	4,06 ± 0,01	234,5 ± 9,7	3,05 ± 0,01	176,2 ± 6,8
	AB к AA		+ 15,0	+ 751,0	+ 478,0*	+ 0,01	+ 19,8*	0,0	+ 14,5*
	BB к AA		+ 26,0	+ 549,0	+ 328,0	+ 0,05**	+ 15,8	+ 0,01	+ 10,8
	BB к AB		+ 11,0	- 202,0	- 150,0	+ 0,04**	- 4,0	+ 0,01	- 3,7

Примечание: достоверность разницы: \*P<0,05, \*\*P<0,01.

Коровы с генотипом *LGB<sup>BB</sup>* уступали коровам с генотипом *LGB<sup>AA</sup>* и *LGB<sup>AB</sup>* по уровню молочной продуктивности на 208 и 75 кг молока соответственно, но по содержанию жира в молоке имели преимущества на 0,08%, по белку – на 0,05-0,03% соответственно. Выход молочного белка в молоке коров с генотипами *LGB<sup>BB</sup>* и *LGB<sup>AB</sup>* был одинаковым, составляя 173,9-174,5 кг. Высокая молочная продуктивность в ООО «Племзавод «Дружба» по гену *LGB* выявлена у первотелок с гетерозиготным генотипом *LGB<sup>AB</sup>*. За 305 дней лактации в сравнении с гомозиготными *LGB<sup>AA</sup>* и *LGB<sup>BB</sup>* генотипами они продуцировали достоверно больше на 478 кг (P<0,05) и 150 кг молока лучшего качества, что увеличило выход молочного жира на 19,8 кг (P<0,05) и белка – на 14,5 кг (P<0,05).

Результаты исследований молочной продуктивности коров с различными комплексными генотипами по генам молочных белков приведены в таблице 3. Поскольку некоторые генотипы представлены лишь одним животным, малочисленность выборки не позволяет прийти к каким-либо определенным выводам по оценке их молочной продуктивности.

Таблица 3

Молочная продуктивность коров-первотелок с комплексными генотипами генов *LGB/CSN3*

Наименование хозяйств	Генотип	n	Продолжительность лактации, дней	Удой за лактацию, кг	Удой за 305 дней лактации, кг	Жир, %	Молочный жир, кг	Белок, %	Молочный белок, кг
ЗАО «Луначарск»	AA/AA	11	387,1 ± 17,7	7012 ± 366,6	5929 ± 192,9	4,06 ± 0,06	239,4 ± 14,8	3,01 ± 0,03	178,5 ± 6,1
	AA/AB	3	376,7 ± 37,5	6500 ± 758,9	5383 ± 728,5	3,95 ± 0,01	212,6 ± 4,5	3,03 ± 0,02	163,1 ± 20,4
	AA/BB	1	350	7567	7016	4,31	302,3	2,99	209,8
	AB/AA	19	382,7 ± 12,2	6723 ± 232,5	5765 ± 139,7	4,20 ± 0,04	247,0 ± 6,7	3,04 ± 0,01	175,2 ± 4,3
	AB/AB	4	386,8 ± 24,4	7213 ± 940,7	5939 ± 414,6	4,3 ± 0,02	255,3 ± 4,7	3,05 ± 0,01	181,3 ± 12,4
	AB/BB	1	353	5720	5269	4,33	228,0	3,02	159,1
	BB/AA	11	369,6 ± 16,0	6540 ± 443,7	5715 ± 295,1	4,20 ± 0,07	234,4 ± 10,2	3,06 ± 0,02	174,9 ± 8,6
	BB/AB	7	382,7 ± 22,2	6663 ± 602,4	5648 ± 325,9	4,10 ± 0,03	192,6 ± 5,2	3,08 ± 0,03	173,8 ± 9,3
ООО «Племзавод «Дружба»	AA/AA	15	381,0 ± 21,9	6395 ± 445,4	5393 ± 225,4	4,01 ± 0,01	216,3 ± 9,12	3,03 ± 0,01	164,0 ± 6,9
	AA/AB	5	391,4 ± 44,3	6592 ± 528,7	5614 ± 141,1	4,03 ± 0,01	225,9 ± 5,42	3,05 ± 0,01	171,2 ± 4,4
	AA/BB*	-	-	-	-	-	-	-	-
	AB/AA	34	396,7 ± 12,1	7157 ± 189,2	5916 ± 84,2	4,02 ± 0,01	238,1 ± 3,5	3,04 ± 0,01	179,7 ± 2,6
	AB/AB	7	408,1 ± 21,8	7367 ± 410,7	5972 ± 154,0	4,03 ± 0,01	240,3 ± 5,9	3,03 ± 0,01	180,9 ± 4,7
	AB/BB*	-	-	-	-	-	-	-	-
	BB/AA	8	414,1 ± 14,3	7192 ± 370,6	5918 ± 203,5	4,06 ± 0,01	240,6 ± 8,5	3,03 ± 0,01	179,5 ± 6,1
	BB/AB	1	369	5399	4645	4,0	185,85	3,05	141,8
BB/BB*	-	-	-	-	-	-	-	-	

Примечание: прочерк в таблице означает, что у коров указанный комплексный генотип в данном стаде отсутствует.

Коровы с наиболее часто встречающимися комплексными генотипами *LGB<sup>AB</sup>/CSN3<sup>AA</sup>*, *LGB<sup>BB</sup>/CSN3<sup>AA</sup>* в ЗАО «Луначарск» уступали по удою от 174 до 224 кг молока коровам с не менее часто встречающимися генотипами *LGB<sup>AA</sup>/CSN3<sup>AA</sup>* и *LGB<sup>AB</sup>/CSN3<sup>AB</sup>*. Животные с комплексным генотипом *LGB<sup>AB</sup>/CSN3<sup>AA</sup>* и генотипом *LGB<sup>BB</sup>/CSN3<sup>AA</sup>* имели одинаковые показатели уровня молочной продуктивности 5765 и 5715 кг молока, при этом содержание жира в их молоке достигало 4,20%, белка – 3,04-3,06%. Наиболее высокий уровень удоя

5939 кг молока в сочетании с высоким содержанием в молоке жира (4,30%) и белка (3,05%) отмечен у коров с комплексным генотипом  $LGB^{AB}/CSN3^{AB}$ . При этом выход молочного жира и белка был самый высокий – соответственно 255,3 и 181,3 кг.

Аналогичная тенденция с комплексным генотипом  $LGB^{AB}/CSN3^{AB}$  наблюдалась в ООО «Племзавод «Дружба»». Животные носители этого комплексного генотипа превосходили коров с генотипом  $LGB^{AA}/CSN3^{AA}$  и  $LGB^{AA}/CSN3^{AB}$  по количеству надоенного молока на 579 и 358 кг. При этом коровы с генотипом  $LGB^{AA}/CSN3^{AB}$  незначительно превышали коров этих же генотипов по содержанию жира и белка на 0,01 и 0,02%.

Коровы с наиболее часто встречающимися комплексными генотипами  $LGB^{AB}/CSN3^{AA}$  и  $LGB^{BB}/CSN3^{AA}$  имели одинаковые показатели молочной продуктивности 5916-5918 кг молока, содержание жира – 4,02-4,06%, белка – 3,04-3,03%. Наиболее низкий уровень удоя в стаде (5393 кг молока), отмечен у коров с комплексным генотипом  $LGB^{AA}/CSN3^{AA}$ .

Коровы-первотелки Самарского типа с комплексным генотипом  $LGB^{AB}/CSN3^{AB}$ , гетерозиготные по обоим генам обладают высокими показателями молочной продуктивности и жирномолочности. Наличие аллеля В генов  $CSN3$  и  $LGB$  позволяет получать больше молока высокого качества.

Наблюдалась положительная взаимосвязь продуктивности коров-первотелок с наличием аллелей В генов  $CSN3$  и  $LGB$ . Наиболее высокую продуктивность имели коровы в ЗАО «Луначарск» с генотипом  $LGB^{AB}/CSN3^{AB}$ . Самую низкую продуктивность имели коровы в ООО «Племзавод «Дружба»» с генотипом  $LGB^{AA}/CSN3^{AA}$ .

Таким образом, коровы-первотелки, имеющие в геноме аллель В  $CSN3$ , по белковомолочности превосходили сверстниц (АВ к АА, ВВ к АА, ВВ к АВ) на 0,01-0,05%, содержанию жира (ВВ к АА, ВВ к АВ) – на 0,16- 0,23%, удою (ВВ к АА, ВВ к АВ) – на 348-468 кг молока.

Аналогичная тенденция наблюдалась у коров-первотелок, имеющих в геноме аллель В  $LGB$ , превосходивших сверстниц по белковомолочности (ВВ к АА, ВВ к АВ) на 0,01-0,05%, по содержанию жира (АВ к АА, ВВ к АА) – на 0,01-0,12%. Соотношение ВВ к АВ только в одном хозяйстве было достоверно выше на 0,04%. По удою превосходство на 328-478 кг было выявлено в одном хозяйстве (АВ к АА и ВВ к АА)

Полученные данные говорят в пользу проводимой работы по использованию генотипированных быков-производителей, имеющих в своем геноме желательные аллельные варианты В генов  $CSN3$  и  $LGB$ . При отборе таких животных, несущих необходимые варианты генов, эффективность селекционно-племенной работы может существенно возрасти.

**Заключение.** Установлено, что наличие коров-первотелок в популяции Самарского типа черно-пестрого скота с аллелем В каппа-казеина и бета-лактоглобулина оказывает положительное влияние на удой, содержание белка и жира.

#### Библиографический список

1. Грашин, В. А. ДНК – технологии направление повышения белковомолочности / В.А. Грашин, А.А. Грашин // Молочное и мясное скотоводство. – 2011. – №3. – С. 18-19.
2. Грашин, В. А. Технологические свойства молока коров Самарского типа / В.А. Грашин, А.А. Грашин // Сыроделие и маслоделие. – 2012. – №3. – С. 42-43.
3. Дунин, И. М. Состояние молочного скотоводства и опыт создания Воронежского типа красно-пестрого молочного скота в России / И.М. Дунин, Г.И. Шичкин, Я.В. Авдалян [и др.].–Лесные Поляны: ВНИИплем, 2010. – 162 с.
4. Дунин, И.М. Перспективы развития молочного скотоводства и конкурентоспособность молочного скота, разводимого в РФ / И.М. Дунин, А.Г. Данкверт, А.А. Кочетков // Молочное и мясное скотоводство. – 2013. – №3. – С. 1-5.
5. Справочник пород и типов сельскохозяйственных животных, разводимых в Российской Федерации :словарь терминов по разведению, генетике, селекции и биотехнологии размножения сельскохозяйственных животных / сост.: ДунинИ.М., ДанквертА.Г., Калашникова Л.А. [и др.].–Лесные Поляны: ФГБНУ ВНИИплем, 2013. – 551 с.
6. Калашникова, Л.А. Геномная оценка крупного рогатого скота / Л.А. Калашникова, Я.А. Хабибрахманова. –Лесные Поляны: ВНИИплем, 2013. – 32 с.
7. Boleckova, J. The association of five polymorphisms with milk production traits in Czech Fleckvieh cattle / J. Boleckova, J. Matejickova, M. Stipkova [et al.] // Czech J. Anim. Sci. – 2012. – 57 (2). – P. 45-53.
8. Chrenek, P. The relation between genetic polymorphism markers and milk yield in brown Swiss cattle imported to Slovakia / P. Chrenek, J. Huba, D. Vašiček, D. Peskovicova, J. Bulla // Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. – 2003. – 16. – P.1397–1401.
9. Feleńczak, A. Polymorphism of milk κ-casein with regard to milk yield and reproductive traits of Simmental cows / A. Feleńczak, Z. Gil, K. Adamczyk, P. Zapletal, J. Frelich // Journal Agrob. – 2008. – Vol. 25, №2. –P. 201-207.
10. Tsiaras, A. M. Effect of Kappa – Casein and Beta – Lactoglobulin Loci on Milk Production Traits and Reproductive Performance of Holstein Cows / A.M. Tsiaras, G.G. Bargouli, G. Banos, C.M. Boscovos // Journal of Dairy Science. – 2005. – Vol. 88.–P. 327-334.