

# Ассоциация полиморфизма гена бета-казеина с молочной продуктивностью коров плановых пород Республики Башкортостан

Ф.Р. Валитов, к.с.-х.н., ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ

Скотоводство – ведущая отрасль животноводства в России [1–4]. При ведении селекционно-племенной работы в молочном скотоводстве важное значение имеет не только высокая молочность коров, но и качественный состав полученного молока, т.е. содержание в нём жира, белка и других фракций. Казеины составляют около 80% от общего содержания белка в молоке. Бета-казеин является одним из основных молочных белков и членом казеинового кластера с 13 известными вариантами. Это наиболее полиморфный ген молочных белков. Ген бета-казеина (CSN2) локализован в шестой хромосоме. Он является маркёром продуктивных признаков молочного скота [5–7].

Большой интерес для популяционно-генетических исследований представляет изучение полиморфизма генов белков молока, и в частности CSN2. В селекции важное значение имеет выявление связей между генотипами генов белков молока и признаками продуктивности животных. Так, молоко коров, имеющих в генотипе аллель CSN2<sup>B</sup>, характеризуется повышенным содержанием жира и казеина. Генотип CSN2<sup>BB</sup> положительно коррелирует с содержанием жира в молоке, а генотип CSN2<sup>BB</sup> – отрицательно. При этом 3,5% фенотипической варибельности содержания белка в молоке может быть связано с полиморфизмом в гене бета-казеина. Наблюдается зависимость белкомолочности от полиморфизма по CSN2 и CSN3. Установлено, что присутствие В-аллеля бета- и каппа-казеинов в генотипе коров, широкое использование гетерозиготных быков-производителей по этим локусам приводит к повышению содержания белков и улучшению сыродельческих свойств молока [8].

Имеется тесная связь технологических качеств молока и молочных продуктов с генами казеинового кластера и изучены различные комбинации генотипов [9]. В последние годы использование быков голштинской породы обусловило резкое повышение продуктивности коров в племенных стадах, но одновременно с этим появилась тенденция снижения белковости и ухудшения сыродельческих свойств молока [10].

Внедрение маркерной селекции должно опираться на сведения о распространённости «желательных» и «нежелательных» аллелей и генотипов по маркерным генам у наиболее распространённых пород в конкретном регионе [8].

**Цель** настоящего исследования – оценка частоты встречаемости аллелей и генотипов бета-казеина и определение эффективности его влияния на молочную продуктивность коров плановых пород Республики Башкортостан.

**Материал и методы исследования.** Для исследования были проведены выборки коров плановых пород в племенных хозяйствах Республики Башкортостан различных пород – чёрно-пёстрой, бестужевской и симментальской.

Методом ПЦР-ПДРФ с использованием соответствующей эндонуклеазы рестрикции выявляли полиморфизм гена CSN2. Частоту встречаемости генотипов определяли по формуле Меркурьевой (1983), отдельных аллелей – по формуле Алтухова (2002). Статистическую ошибку для частот генов определяли по формуле Животовского (1991).

Данные о молочной продуктивности коров получены из племенных карточек формы Ф-2 МОЛ непосредственно в хозяйстве. Качественные показатели молока оценены в лаборатории селекционного контроля качества молока ОАО «Башкирское» по племенной работе на приборе «Лактан 700М».

Полученные результаты были статистически обработаны по стандартным методам с использованием компьютерной программы «Statistica».

**Результаты исследования.** В таблице 1 представлены частоты аллелей и генотипов гена CSN2 в изученных группах коров чёрно-пёстрой, симментальской и бестужевской пород.

По таблице 1 и рисунку 1 видно, что у всех изучаемых пород наиболее часто встречаемым является гомозиготный генотип CSN2<sup>AA</sup>. Наибольшая его частота отмечается у бестужевской породы – 66,4%, затем у чёрно-пёстрой – 61,8%, наименьшая – у симментальской – 50%. По частоте генотипа CSN2<sup>AB</sup> преимущество имели коровы симментальской породы – 33,9%, что больше, чем у бестужевских коров, на 12,7%, чёрно-пёстрых – на 9,1%. Генотип CSN2<sup>BB</sup> у всех трёх изученных

1. Распределение частот генотипов и аллелей гена CSN2

Порода	n	Частота генотипов, %			Частота аллелей	
		CSN2 <sup>AA</sup>	CSN2 <sup>AB</sup>	CSN2 <sup>BB</sup>	CSN2 <sup>A</sup> ±m <sub>A</sub>	CSN2 <sup>B</sup> ±m <sub>B</sub>
Чёрно-пёстрая	444	61,8	24,8	13,4	0,74±0,02	0,26±0,02
Бестужевская	204	66,4	21,2	12,4	0,76±0,03	0,24±0,03
Симментальская	56	50,0	33,9	16,1	0,66±0,03	0,34±0,03

пород встречался с низкой частотой и колебался от 12,4 до 16,1%.

Частота аллеля CSN2<sup>A</sup> была выше частоты аллеля CSN2<sup>B</sup> у всех пород крупного рогатого скота. Так, у коров чёрно-пёстрой и бестужевской пород частоты аллелей CSN2<sup>A</sup> и CSN2<sup>B</sup> были практически равны (0,76), а у коров симментальской составляли 0,66. Максимальное значение частоты аллеля CSN2<sup>B</sup> наблюдалось у коров симментальской породы – 0,34, минимальное – бестужевской породы – 0,24 (рис. 2).

Результаты анализа молочной продуктивности коров изучаемых пород представлены в таблице 2.

Данные таблицы 2 указывают на то, что по удою среди чёрно-пёстрых коров преимущество было у особей с генотипом CSN2<sup>AA</sup> (4810,21±71,53 кг), что больше, чем у коров с генотипом CSN2<sup>BB</sup>, на 227,8 кг

(P<0,05) и с генотипом CSN2<sup>AB</sup> – на 114,8 кг (P>0,05). Наибольший удой у коров бестужевской породы также был выявлен у животных с генотипом CSN2<sup>AA</sup> (3589,13±95,14 кг), или выше на 97,4 кг (P>0,05) и 87,9 кг (P>0,05), чем у коров с генотипами CSN2<sup>BB</sup> и CSN2<sup>AB</sup> соответственно. Среди коров симментальской породы наибольший удой имели животные с генотипом CSN2<sup>AB</sup> – 3758,12±36,24 кг, причём различия с другими генотипами были недостоверными (P>0,05) и составляли от 21,5 до 57,0 кг. Вариабельность данного показателя колебалась в пределах от 6,12 до 15,31%.

Содержание жира в молоке коров с различными генотипами было практически одинаковым и колебалось по породам в пределах от 3,71 до 3,75% (P>0,05). Коэффициент вариации этого показателя составлял 1,51–5,34%.



Рис. 1 – Графическое изображение частот генотипов по гену CSN2 у различных пород крупного рогатого скота, %

2. Молочная продуктивность коров исследуемых пород с различными генотипами по гену CSN2 (X±Sx)

Показатель	Генотип животных на основе ДНК-диагностики		
	Чёрно-пёстрая порода		
	CSN2AA (n=273)	CSN2AB (n=108)	CSN2BB (n=63)
Удой, кг	4810,21±71,53*	4695,42±56,23	4582,33±39,45
Сv, %	14,26	13,88	15,31
Жир, %	3,75±0,01	3,75±0,02	3,75±0,02
Сv, %	4,81	5,34	5,20
Белок, %	3,25±0,007	3,26±0,005	3,25±0,01
Сv, %	2,65	2,33	2,98
	Бестужевская порода		
	CSN2AA (n=135)	CSN2AB (n=42)	CSN2BB (n=27)
Удой, кг	3589,13±95,14	3501,28±41,44	3491,73±58,44
Сv, %	13,22	12,48	14,01
Жир, %	3,81±0,01	3,82±0,01	3,82±0,01
Сv, %	1,51	1,88	2,01
Белок, %	3,54±0,04	3,53±0,05	3,68±0,05*
Сv, %	5,12	6,37	4,88
	Симментальская порода		
	CSN2AA (n=28)	CSN2AB (n=19)	CSN2BB (n=9)
Удой, кг	3701,08±51,25	3758,12±36,24	3736,59±58,41
Сv, %	6,12	8,98	9,02
Жир, %	3,71±0,02	3,73±0,02	3,73±0,03
Сv, %	4,13	4,44	4,63
Белок, %	3,42±0,02	3,43±0,02	3,41±0,02
Сv, %	3,01	2,86	2,54

Примечание: \* – P<0,05

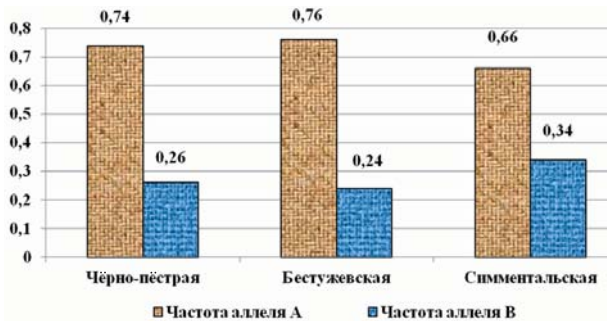


Рис. 2 – Графическое изображение частоты аллелей гена CSN2

По белку молока коровы чёрно-пёстрой породы достоверных различий между генотипами не имели. Коровы симментальской породы с генотипом CSN2<sup>BB</sup> имели максимальное содержание белка (3,68±0,05%) и достоверно превышали особей с генотипами CSN2<sup>AB</sup> на 0,15% (P<0,05) и особей с генотипом CSN2<sup>AA</sup> на 0,14% (P<0,05). Коэффициент вариации по белку молока, так же как и по массовой доле жира, был невысокий и колебался по породам от 2,33 до 6,37%.

**Выводы.** Наибольшим надоем молока отличались коровы чёрно-пёстрой породы с генотипом CSN2<sup>AA</sup> (4810,21 кг), которые по данному показателю достоверно превышали особей с генотипом CSN2<sup>BB</sup> на 227,8 кг, с генотипом CSN2<sup>AB</sup> – на 114,8 кг. Достоверных различий между генотипами по уровню содержания жира в молоке по всем породам не обнаружено. Максимальное содержание белка (3,68%) отмечалось у коров с генотипом CSN2<sup>BB</sup> симментальской породы, что было достоверно выше, чем у особей с генотипами CSN2<sup>AB</sup>, – на 0,15% и особей с генотипом CSN2<sup>AA</sup> – на 0,14%.

Результаты исследования показали целесообразность и эффективность проведения молекулярно-генетического тестирования плановых пород крупного рогатого скота по изучаемому гену для объективной оценки генетической ситуации и накопления в стадах «желательных» генотипов.

### Литература

1. Косилов В.И., Миронова И.В. Потребление питательных веществ и баланс азота у коров чёрно-пёстрой породы при введении в их рацион пробиотического препарата Ветоспорин-актив // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 3 (53). С. 122–124.
2. Белоусов А.М. Совершенствование бестужевского и чёрно-пёстрого скота / А.М. Белоусов, В.И. Косилов, Р.С. Юсупов, Х.Х. Тагиров. Оренбург, 2004. 300 с.
3. Мироненко С.И., Косилов В.И., Жукова О.А. Особенности воспроизводительной функции тёлки и первотёлки на Южном Урале // Вестник мясного скотоводства. 2009. Т. 2. № 62. С. 48–56.
4. Комарова Н.К., Косилов В.И., Востриков Н.И. Влияние лазерного излучения на молочную продуктивность коров различного типа стрессоустойчивости // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 3 (53). С. 132–134.
5. Зиновьева Н.А., Гладырь Е.А., Эрнст Л.К., Брем Г. Введение в молекулярную генную диагностику сельскохозяйственных животных. Дубровицы: ВИЖ, 2002. 112 с.
6. Машуров А.М. Генетические маркеры в селекции животных / М.: Наука, 1980. 318 с.
7. Юмагузин И.Ф. Белковый состав молока симментальских коров отечественной и австрийской селекции // Вклад молодых учёных в инновационное развитие АПК России: матер. Междунар. науч.-практич. конф. молодых учёных и специалистов. Екатеринбург: Уральское издательство, 2012. С. 91–95.
8. Валитов Ф.Р., Давлетова Л.Ф. Полиморфизм гена бета-казеина коров плановых пород Республики Башкортостан // Аграрная наука в инновационном развитии АПК: матер. Междунар. науч.-практич. конф. в рамках XXVI Междунар. специализирован. выст. «Агрокомплекс-2016». Ч. II. Уфа, 2016. С. 27–30.
9. Долматова И.Ю., Валитов Ф.Р. Оценка генетического потенциала крупного рогатого скота по маркерным генам // Вестник Башкирского государственного университета. 2015. № 3 (20). С. 850–853.
10. Хаертдинов Р.А., Афанасьев М.П., Хаертдинов Р.Р. Белки молока. Казань: Идеал-Пресс. 2009. 254 с.