

## Влияние генотипа коров по каппа-казеину на морфологический состав соматических клеток в молоке

*Н.В. Соболева, к.с.-х.н., ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ;  
С.В. Карамеев, д.с.-х.н., профессор; А.С. Карамеева,  
к.б.н., ФГБОУ ВО Самарская ГСХА*

В течение многих лет главной задачей отрасли молочного животноводства являлось увеличение продуктивности животных [1, 2]. При этом оценка качества молока ограничивалась показателем массовой доли жира. Изменение взглядов на диетическое питание привело к изменению основ селекции молочного скота. В 2004 г. введён новый ГОСТ Р52054-2003 «Молоко натуральное коровье – сырьё», предусматривающий контроль содержания в молоке не только жира, но и белка. Возрастающее значение приобретает пригодность молока к выработке белково-молочных продуктов. Эффективность селекции на улучшение качественных показателей молока и его технологических свойств можно повысить путём использования новых генетических методов.

Благодаря достижениям в молекулярной биологии и генетике идентифицированы гены, кон-

тролирующие хозяйственно полезные признаки (геномный анализ животных). Большинство важных хозяйственно полезных признаков сельскохозяйственных животных (молочная и мясная продуктивность, темпы роста, содержание жира и белка в молоке и др.) относятся к признакам с полигенной природой наследования. В связи с тем, что их количественный уровень генетически определяется различными аллельными вариантами целого ряда локусов, разбросанных по всему геному. Среди множества таких генов можно выделить группу мажорных генов, вносящих наибольший вклад в формирование и функционирование хозяйственно полезных признаков. К таким генам относится ген каппа-казеина [3].

Установлена взаимосвязь генотипа коров по локусу гена каппа-казеина с признаками белково-молочности и технологическими свойствами молока. Молоко коров с генотипом АВ и ВВ каппа-казеина отличается более высоким содержанием белка и под действием сычужного фермента свёртывается

раньше, чем молоко коров с генотипом АА. Наличие варианта В каппа-казеина позволяет увеличить выход белково-молочных продуктов и улучшить их качество [4].

С другой стороны, ряд авторов отмечают, что, несмотря на высокие показатели молочной продуктивности, у помесных животных с кровью голштинской породы ухудшается качество молока при производстве сыра. Они считают, что причиной устойчивой тенденции ухудшения сыродельческих свойств товарного молока в ряде европейских стран является значительное увеличение поголовья голштинского скота и его помесей, у которых нежелательный АА-генотип каппа-казеина встречается с высокой частотой [5].

В Российской Федерации на данный момент только 3% заготавливаемого молока расходуется на производство сыров. Недостаточные объёмы в значительной степени определяются низким качеством заготавливаемого молока [6].

Одним из показателей, определяющих качество молока, характеризующих его безопасность, технологические свойства, а также состояние здоровья животных, является количество содержащихся в молоке соматических клеток.

Соматические клетки, представленные лейкоцитами и эпителием молочных альвеол и молоковыводящих путей, — это один из компонентов нормального молока. В секрете здоровых коров преобладают эпителиальные клетки, образующиеся в процессе естественного старения и обновления тканей. При заболевании животного маститом усиливается миграция лейкоцитов в очаг воспаления, что приводит к возрастанию числа соматических клеток. Но уровень соматических клеток в секрете молочной железы сопряжён не только с заболеванием вымени, но зависит от ряда паратипических факторов и определяется наследственными особенностями животных. В настоящее время в странах с развитым скотоводством при построении селекционных индексов быков-производителей широко используется показатель числа соматических клеток дочерей [7, 8].

**Цель** наших исследований — установление взаимосвязи между генотипом коров по локусу гена каппа-казеина и количеством соматических клеток в молоке, характеризующих его технологические свойства.

**Материал и методы исследования.** Исследование проводили в ООО «Радуга» Самарской области. Объектом исследования являлись чистопородные коровы чёрно-пёстрой породы.

Кровь для исследования брали до утреннего кормления. Полиморфизм ДНК изучали на основе полимеразной цепной реакции (ПЦР) в лаборатории молекулярной генетики Башкирского ГАУ. Подсчёт соматических клеток в молоке проводили в НИЛЖ Самарской ГСХА на инфракрасном анализаторе молока «Фоссоматик». Для оценки морфологического состава соматических клеток

и цитологических исследований мазки молока окрашивали по Романовскому—Гимзе.

**Результаты исследования.** Анализ полученных данных свидетельствует, что из 100 обследованных коров-первотёлок чёрно-пёстрой породы с генотипом по локусу гена каппа-казеина АА выявлено 49 гол. (49%), с генотипом АВ — 44 гол. (44%) и с ВВ — 7 гол. (7%). Частота встречаемости генов CNS3<sup>А</sup> и CNS3<sup>В</sup> составляла соответственно 0,71 и 0,29. Разная частота встречаемости аллелей гена каппа-казеина подтверждает необходимость проведения генотипирования животных по данному локусу в практике селекционной работы. Определение количества соматических клеток в молоке коров разных генотипов по каппа-казеину показало, что самым высоким их содержанием отличались коровы с генотипом АА, а самым низким — с генотипом ВВ на всех этапах лактационного периода (табл.).

Очень важно отметить, что число соматических клеток в молоке существенно изменяется в течение лактации. Их динамика проходила по кривой, т.е. самое высокое содержание наблюдалось в молоке новотельных коров (659,9–831,4 тыс/мл), затем происходило их значительное уменьшение до 90 сут. лактации (94,8–127,9 тыс/мл), после чего отмечалось плавное увеличение до запуска коров (226,8–293,7 тыс/мл). При этом на 5-е сут. лактации в молоке коров генотипа АА соматических клеток было больше, по сравнению с генотипом ВВ, на 173,5 тыс./мл (26,4%;  $P < 0,001$ ), на 30-е сут. — на 76,7 тыс/мл (36,2%;  $P < 0,001$ ), на 90-е сут. — на 33,1 тыс/мл (34,9%;  $P < 0,001$ ), на 180-е сут. — на 29,3 тыс/мл (26,0%;  $P < 0,01$ ), на 305-е сут. — на 66,9 тыс/мл (29,5%;  $P < 0,001$ ) (табл.).

Для полного понимания процессов, происходящих в молочной железе, и объяснения изменения содержания соматических клеток необходимо знать их морфологический состав. Лабораторные исследования показали, что соматические клетки молока бывают разного типа, в основном это эпителиальные клетки, лимфоциты и нейтрофильные гранулоциты.

Установлено, что число и структура морфологического состава соматических клеток изменяются в зависимости от физиологического состояния животного по периодам лактации.

Сразу после отёла в секрете молочной железы коровы высокое содержание соматических клеток обусловлено за счёт миграции в неё антибактериальных факторов, которые в большинстве своём представлены лейкоцитами (нейтрофилами и лимфоцитами). Связано это с тем, что после отёла молочная железа не вошла ещё в нормальный ритм функциональной деятельности и в её состоянии наблюдается определённая отёчность. В этот период соматические клетки на 66,1–67,6% представлены нейтрофильными гранулоцитами, на 19,8–23,1% — лимфоцитами и на 10,8–12,6% — эпителиальными клетками. Самое высокое содержание нейтрофилов

Морфологический состав соматических клеток молока коров в разные периоды лактации, тыс./мл

Период лактации, сут.	Генотип по локусу гена каппа-казеина	Наименование клеток						Всего (X±Sx)
		эпителиальные		лимфоциты		нейтрофильные гранулоциты		
		X±Sx	%	X±Sx	%	X±Sx	%	
5	AA	89,8±3,6	10,8	192,1±5,4	23,1	549,5±10,9	66,1	831,4±15,2
	AB	86,9±3,3	11,3	164,6±4,8	21,4	517,8±11,3	67,3	769,3±11,8
	BB	82,9±3,2	12,6	130,3±5,1	19,8	444,7±9,7	67,6	657,9±10,4
30	AA	134,7±3,4	46,7	6,6±0,8	2,3	147,2±4,0	51,0	288,5±7,3
	AB	126,7±3,9	52,0	4,4±0,6	1,8	112,5±3,6	46,2	243,6±5,9
	BB	115,6±3,2	54,6	2,5±0,3	1,2	93,7±3,3	44,2	211,8±6,4
90	AA	89,4±4,7	69,9	1,2±0,4	0,9	37,3±3,9	29,2	127,9±7,3
	AB	76,0±4,3	73,4	0,7±0,3	0,7	26,8±3,1	25,9	103,5±6,1
	BB	71,6±4,5	75,5	0,6±0,1	0,6	22,6±2,8	23,9	94,8±4,6
180	AA	101,7±4,9	71,6	1,7±0,6	1,2	38,7±4,3	27,2	142,1±6,0
	AB	96,1±5,2	76,5	1,1±0,4	0,9	28,4±3,5	22,6	125,6±6,4
	BB	88,9±4,4	78,8	1,0±0,2	0,9	22,9±3,1	20,3	112,8±5,6
305	AA	229,6±6,7	78,2	10,1±1,2	3,4	54,0±4,6	18,4	293,7±8,2
	AB	202,3±5,9	82,8	7,1±0,8	2,9	34,9±3,2	14,3	244,3±5,9
	BB	190,3±4,6	83,9	5,4±0,5	2,4	31,1±2,8	13,7	226,8±6,5

(549,5 тыс./мл) было в молоке коров с генотипом AA, которые превышали генотип AB на 31,7 тыс./мл (6,1%; P<0,05), генотип BB – на 104,8 тыс./мл (23,6%; P<0,001). По содержанию лимфоцитов разница составляла соответственно 27,5 тыс./мл (16,7%; P<0,01) и 61,8 тыс./мл (47,4%; P<0,001), по содержанию эпителиальных клеток – 2,9 тыс./мл (3,3% и 6,9 тыс./мл (8,3%).

Уже к концу первого месяца лактации содержание нейтрофилов в сыворотке крови снизилось в 3,7–4,7 раза, лимфоцитов – в 29,1–52,1 раза, эпителиальных клеток, наоборот, увеличилось в 1,5–1,4 раза, что свидетельствует о снижении антимикробной неспецифической резистентности молока.

Молочная железа коров после отёла и периода раздоя, который характеризуется наиболее высоким уровнем молочной продуктивности, приходит в норму в соответствии с физиологическими показателями только к концу 3-го месяца лактации. В этот период наблюдается самое низкое содержание соматических клеток в молоке как в целом, так и по морфологическим группам. Самое высокое содержание соматических клеток (127,9 тыс./мл) отмечено в молоке коров с генотипом AA, а самое низкое (94,8 тыс./мл) – с генотипом BB. При этом в молоке коров с генотипом BB содержание эпителиальных клеток было меньше на 17,8 тыс./мл (19,9%; P<0,05), лимфоцитов – на 0,6 тыс./мл (50,0%), нейтрофильных гранулоцитов – на 14,7 тыс./мл (39,4%; P<0,01).

На 180-е сут. лактации содержание эпителиальных клеток в молоке увеличилось соответственно по генотипам каппа-казеина, на 12,3; 20,1; 17,3 тыс./мл (13,8; 26,4; 24,2%; P<0,05–0,01), а содержание лимфоцитов и нейтрофилов осталось практически без изменения.

В связи с тем что в ходе лактации, в процессе молокообразования и молоковыделения происходит разрушение клеток секреторного эпителия альвеол, которые выводятся с молоком, наблюдает-

ся увеличение числа соматических клеток в основном за счёт их эпителиальных форм. К 305-м сут. лактации доля эпителиальных клеток в общем количестве соматических клеток составляла 78,2–83,9%, лимфоцитов – 2,4–3,4%, нейтрофильных гранулоцитов – 13,7–18,4%. Самое высокое содержание всех типов соматических клеток отмечалось в молоке коров с генотипом AA, а самое низкое – с генотипом BB. При этом в натуральных величинах самое высокое содержание эпителиальных клеток было в молоке коров с генотипом AA, а в процентном отношении, наоборот, с генотипом BB.

**Вывод.** Установлена определённая связь между генотипом коров по локусу гена каппа-казеина и содержанием соматических клеток в молоке. Отмечено, что число соматических клеток разных морфологических типов изменялось в зависимости от генотипа коров по каппа-казеину и ещё более значительно от периода лактации и физиологического состояния организма коров.

### Литература

1. Косилов В.И., Комарова Н.К., Востриков Н.И. Молочная продуктивность коров разных типов телосложения после лазерного облучения БАТ вымени // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 3 (47). С. 107–110.
2. Комарова Н.К., Косилов В.И. Снижение сроков преддольной подготовки нетелей с использованием лазерного излучения // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 2 (46). С. 126–129.
3. Галлямова А., Исламова С. Каппа-казеин – важнейший селекционный критерий в молочном скотоводстве // Молочное и мясное скотоводство. 2008. № 2. С. 17–18.
4. Соболева Н.В., Ефремов А.А., Карамеев С.В. Качество сыра из молока коров с разными генотипами каппа-казеина // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. № 3 (31). С. 180–182.
5. Ефремов А.А., Соболева Н.В., Карамеев С.В. Технологические свойства молока коров разных генотипов по каппа-казеину // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. № 4 (32). С. 157–161.
6. Калашникова Л.А., Дунин И.М., Глазко В.И. Селекция XXI века: использование ДНК-технологий. М.: ВНИИплем, 2001. 34 с.
7. Соболева Н.В., Карамеев С.В., Ефремов А.А. Технологические свойства молока коров разных пород в зависимости от количества соматических клеток // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2010. № 4 (28). С. 112–114.
8. Коротков А.С., Табакова Л.П., Родионов Г.В. Влияние паратипических и генетических факторов на число соматических клеток в молоке здоровых коров // Главный зоотехник. 2005. № 8. С. 32–35.