

# МОРФОЛОГИЯ И ОНТОГЕНЕЗ ЖИВОТНЫХ

## СОДЕРЖАНИЕ СОМАТИЧЕСКИХ КЛЕТОК В МОЛОКЕ КОРОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ ГЕНОТИПА

Б.С. Иолчиев, В.А. Закопайло,  
Е.В. Романова

Кафедра генетики, селекции и растениеводства  
Российский университет дружбы народов  
*ул. Миклухо-Маклая, 8/2, Москва, Россия, 117198*

Изучен биохимический полиморфизм сывороточных белков молока. Проведены исследования по изучению факторов, влияющих на содержание соматических клеток в молоке коров. Выявлена взаимосвязь между генотипом животных по локусу  $\beta$ -Lg и содержанием соматических клеток в молоке коров. Меньше всего соматических клеток в 1 мл молока содержится у коров с гомозиготным ВВ генотипом. Сила влияния генотипа по локусу  $\beta$ -Lg на количество соматических клеток составляет 17,7%.

**Ключевые слова:** молоко, содержание соматических клеток, генотип.

Молоко и молочные продукты являются одними из главных продуктов питания, а для некоторых групп населения они являются единственным полноценным источником необходимых для организма питательных веществ. В стоимости потребительской корзины их доля составляет 16%. На сегодняшний день на среднестатистического жителя нашей страны приходится примерно 230 кг этой продукции ежегодно.

В настоящее время из числа молочных продуктов абсолютным лидером по потреблению в России является питьевое молоко (23 кг на человека в год), на втором месте — кисломолочные продукты (8,6 кг), на третьем — сыры (3,3 кг), четвертую строчку занимает сливочное масло (2,4 кг) (данные Молочного союза России).

Усвояемость молочных белков в желудочно-кишечном тракте составляет более 90%. Молоко является источником кальция, витаминов А и В, жира. В молоке содержатся дефицитные и незаменимые аминокислоты: метионин, лизин, триптофан.

Молоко как продукт питания должно соответствовать санитарно-гигиеническим требованиям, а молоко, предназначенное для переработки на молочные

продукты, должно соответствовать, помимо санитарно-гигиенических, и определенным технологическим требованиям [1—3].

Важнейшим параметром в оценке качества молока и его пригодности для переработки является количество содержащихся в нем соматических клеток, которые, по существу, представляют собой клетки тела животного. Это клетки цилиндрического, плоского и кубического эпителия молочной железы, лейкоциты, эритроциты. В молоке даже от здоровой коровы всегда содержатся соматические клетки, отторгшиеся из секреторной части вымени. Количество соматических клеток в выдоенном молоке из здорового вымени колеблется между 10 000 и 100 000 в 1 мл. Оно зависит от индивидуальных особенностей животного и его физиологического состояния. При воспалительном процессе в молочной железе (мастит) происходит усиленная миграция лейкоцитов в очаг воспаления и увеличивается их количество, а следовательно, и общее число соматических клеток в молоке. С увеличением уровня содержания соматических клеток в молоке наблюдается и рост заболеваемости животных маститом.

Большое количество соматических клеток вызывает значительные потери молока. С увеличением число соматических клеток (ЧСК) от 100 тыс./см<sup>3</sup> до 270 тыс./см<sup>3</sup> годовой удой коровы снижается в среднем на 250 кг.

В США стадо считается благополучным по маститу в случае, если соматических клеток в молоке не более 200 тыс./см<sup>3</sup>. В Финляндии молоко соответствует наивысшему сорту E1 при количестве соматических клеток до 250 тыс./см<sup>3</sup>, второму сорту E2 при количестве соматических клеток до 400 тыс./см<sup>3</sup>. В странах ЕС уровень содержания соматических клеток в молоке составляет для первого сорта от 300 до 400 тыс./см<sup>3</sup>. В Европейском Союзе молоко с числом соматических клеток выше 400 тыс./см<sup>3</sup> не принимается на молокозаводах. В Германии, когда эта цифра равна 125 тыс./см<sup>3</sup>, стадо оценивается как очень хорошее; при 125—250 тыс./см<sup>3</sup> — хорошее; при 350 тыс./см<sup>3</sup> — удовлетворительное; при 350—500 тыс./см<sup>3</sup> — опасное; при 500—750 тыс./см<sup>3</sup> — неудовлетворительное; при более чем 750 тыс./см<sup>3</sup> — плохое.

Определяется число соматических клеток в разных странах от 1 до 4 раз в месяц. В России такой контроль должен проводиться не реже одного раза в 10 дней. По новому ГОСТу Р52054—2003 «Молоко натуральное коровье — сырье. Технические условия», принятому в нашей стране, для молока высшего сорта допустимо не более 500 тыс./см<sup>3</sup> соматических клеток.

При количестве соматических клеток выше 500 тыс./см<sup>3</sup> качество молока из-за пониженного содержания в нем казеина, молочного сахара, кальция, магния и фосфора является недостаточным для получения высококачественных молочных продуктов после его переработки. Таким образом, количество соматических клеток в 1 см<sup>3</sup> является одним из основных показателей качества молока.

Увеличение количества соматических клеток в молоке сопровождается изменением его физико-химических и технологических показателей. При высоком содержании соматических клеток нарушаются технологические процессы переработки молока, вплоть до того, что молоко может оказаться непригодным для про-

изводства молочных продуктов. Такое молоко является плохим субстратом для развития молочнокислых микроорганизмов, используемых в молочной промышленности для заквасок. Прежде всего, молоко теряет способность к образованию нормального сычужного сгустка, а из-за слабого развития заквасочных культур в сырной массе не достигается необходимый уровень кислотности. Плохая активность закваски и низкая кислотность сырной массы в сочетании с высокой влажностью из-за слабых синергических свойств сгустка создают предпосылки для развития в сыре посторонних, в том числе вредных, микроорганизмов. При выработке сыра появляются пороки вкуса, запаха, цвета и консистенции.

Высокое содержание соматических клеток снижает термоустойчивость молока. Это отражается на технологическом процессе получения и качестве сгущенного и стерилизованного молока.

В молоке с высоким количеством соматических клеток замедляется сычужное свертывание, количество образующегося сгустка понижается в 2,3 раза, отмечается его низкая влагоудерживающая способность [4].

Вышеперечисленные обстоятельства приводит к большим убыткам и отрицательно сказываются на плодотворном развитии молочного скотоводства.

Содержание соматических клеток в молоке обусловлено генетическими и паратипическими факторами.

Целью нашего исследования являлось изучение генетических факторов, влияющих на содержание соматических клеток в молоке коров.

По результатам исследований последних лет ученые предполагают, что одним из генетических факторов, влияющих на количество соматических клеток в молоке, являются генотипы коров по локусу бета-лактоглобулина ( $\beta$ -Lg). Бета-лактоглобулин составляет 50—60% от всей альбуминовой фракции и выкристаллизуется при диализе концентрированного раствора лактоальбумина при pH 5,2. Кристаллы  $\beta$ -лактоглобулина нерастворимы в воде, но сравнительно хорошо растворяются в разбавленных солевых растворах, как например, в полунасыщенном растворе сульфата аммония  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ . По своему элементарному и аминокислотному составу  $\beta$ -лактоглобулин мало отличается от казеина. При пастеризации молока  $\beta$ -Lg денатурируется. Сычужный фермент при обычных условиях  $\beta$ -Lg не свертывает. Этот белок имеет четыре основных генетически обусловленных варианта, которые отличаются аминокислотным составом и обозначаются в порядке уменьшения их электрофоретической подвижности как  $\beta$ -LgA,  $\beta$ -LgB,  $\beta$ -LgC,  $\beta$ -LgD. В системе  $\beta$ -Lg наиболее распространены аллели  $\beta$ -LgA и  $\beta$ -LgB. При этом у животных большинства пород аллель  $\beta$ -LgB превышает по концентрации аллель  $\beta$ -LgA. Вариант  $\beta$ -LgD выявлен у джерсейского скота Англии и Австралии. По встречаемости фенотипов коровы айрширской и бурой латвийской пород имеют самую низкую встречаемость  $\beta$ -LgAA и высокую частоту встречаемости  $\beta$ -LgBB, а у черно-пестрой и голштинской пород — высокая встречаемость генотипа  $\beta$ -LgAB. Научные данные свидетельствуют о том, что физико-химическое и технологические свойства молока коров в зависимости от вариантов  $\beta$ -Lg существенно изменяются.

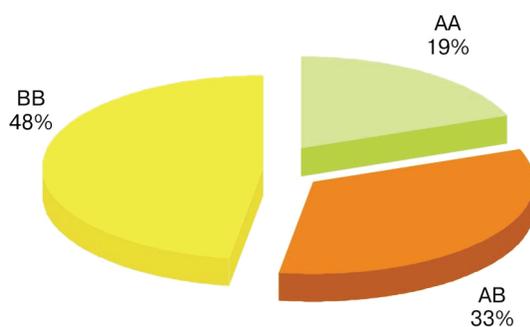
Мы изучали взаимосвязь между генотипом коров по локусу  $\beta$ -Lg и количественным содержанием соматических клеток в молоке.

Исследования проводились в ОПХ «Дубровицы» и в лабораториях Всероссийского научно-исследовательского института животноводства. Ежемесячно проводили контрольные дойки для учета молочной продуктивности животных.

Для подсчета числа соматических клеток в молоке был использован анализатор молока вискозиметрический «СОМАТОС» КНЖГ.414117.001. Биохимический полиморфизм белков молока изучали методом вертикального электрофореза на полиакриламидном геле (ПАГ).

В исследованных нами образцах молока бета-лактоглобулин находился в диморфном состоянии. На электрофореграмме этого белка было зафиксировано три его варианта. Два из них — гомогенные; они отличались друг от друга по электрофоретической подвижности, следовательно, на электрофореграмме фиксировались в разных уровнях: более подвижный вариант АА и менее подвижный ВВ. Третий вариант являлся гетерогенным: на электрофореграмме он был зафиксирован в виде двух полос.

Продуцентами высокозареженного АА варианта бета-лактоглобулина являлись 19% исследованных животных. Гетерогенный АВ вариант был обнаружен в 33% изученных проб. Около 48% популяции продуцировали гомогенный ВВ вариант бета-лактоглобулина (рис. 1).



**Рис. 1.** Частота встречаемости вариантов  $\beta$ -Lg

В популяции наиболее часто встречаются особи — продуценты варианта В: частота встречаемости данного варианта белка в популяции составляет 0,64, альтернативного А варианта — 0,36.

Мы провели сравнительный анализ по содержанию соматических клеток в молоке в зависимости от генотипа коров в локусе бета-лактоглобулина. Результаты исследований показывают, что количество соматических клеток в 1 мл молока сильно варьирует в зависимости от генотипа бета-лактоглобулина (табл. 1). В первый месяц лактации содержание соматических клеток в молоке коров с генотипом АА составило 283 тыс., что на 46% больше, чем в среднем по сборному молоку. В этот период лактации наименьшее количество соматических клеток в 1 мл молока было обнаружено в группе коров с ВВ генотипом. В молоке коров

с гомозиготным ВВ генотипом количество соматических клеток было на 47% меньше, чем в среднем по стаду, и на 181,17 тыс. (в 2,76 раза) меньше, чем в группе животных с альтернативным АА генотипом. Содержание соматических клеток в молоке гетерозиготных коров в начале лактации составило 196 тыс. В молоке животных с гетерозиготным АВ генотипом соматических клеток содержится на 94 тыс. больше, чем у аналогов с гомозиготным ВВ генотипом, но на 86 тыс. меньше, чем у аналогов с АА генотипом. У всех исследованных животных наблюдается тенденция геометрического увеличения количества соматических клеток в течение лактации. Наименьшее количество соматических клеток в молоке коров было обнаружено в первый месяц лактации. Следует отметить, что разница между группами по содержанию соматических клеток в зависимости от генотипа бета-лактоглобулина в течение всей лактации сохранялось, хотя в конце лактации она была не так ярко выражена, как в ее начале. В среднем по стаду содержание соматических клеток в 1 мл молока за лактацию составило 250 тыс. Меньше всего соматических клеток в 1 мл молока содержится у коров с гомозиготным ВВ генотипом. По сравнению с количеством соматических клеток в сборном молоке, полученном от стада в течение лактации, этот показатель в данной группе был на 12% меньше. Молоко, полученное от гетерозиготных коров, по содержанию соматических клеток незначительно отличается от среднего показателя стада. В 1 мл молока, полученного от группы коров с гетерозиготным АВ генотипом, содержится на 8 тыс. больше соматических клеток, чем в среднем по стаду. От коров с гомозиготным АА генотипом, по сравнению с аналогами, получается молоко с высоким количеством соматических клеток.

Таблица 1

**Содержание соматических клеток в молоке коров (тыс./см<sup>3</sup>)  
в зависимости от генотипа β-Lg**

Месяцы лактации	Генотип β-Lg			
	АА	ВВ	АВ	Общ. по стаду
1-й	283,75 ± 7,40	102,58 ± 8,51	196,78 ± 6,87	193,25 ± 9,85
3-й	325 ± 25,63	195,25 ± 12,5	294,35 ± 16,8	281,0 ± 13,86
6-й	356,47 ± 37,8	185,89 ± 7,95	254 ± 7,98	267,05 ± 19,78
Конец лактации	439,56 ± 43,20	416,93 ± 31,10	410,87 ± 72,63	413,92 ± 58,92
В среднем за лактации	349,28 ± 28,97	220,17 ± 8,45	258,32 ± 17,65	250,48 ± 19,78

Для исследования достоверности влияния генотипа животных по локусу бета-лактоглобулина на содержание соматических клеток в молоке мы провели сравнительный дисперсионный анализ; изучали силу влияния генотипа животных по локусу бета-лактоглобулина на такие показатели молочной продуктивности, как удои, содержание жира, белка в молоке и количество соматических клеток. Анализ данных табл. 2 показывает, что генотип животных по β-Lg наиболее сильно влияет на количество соматических клеток и содержание белка в молоке. Сила влияния генотипа по локусу бета-лактоглобулина на количество соматических клеток в молоке составляет 17,7%.

**Результаты дисперсионного анализа влияния фактора генотипа по  $\beta$ -Lg на продуктивные показатели**

Показатели	Сила влияния, %
Удой	3,61
Содержание жира	8,35
Содержание белка	16,6
Количество соматических клеток	17,7

Таким образом, результаты наших исследований показывают, что имеется взаимосвязь между содержанием соматических клеток в 1 мл молока коровы и генотипом животного по локусу  $\beta$ -Lg.

**ЛИТЕРАТУРА**

- [1] *Смирнов А.А.* Гигиенические основы качества безопасности молочной продукции в современных условиях производства: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. — СПб., 2008.
- [2] *Трухачев В.И.* Технологические аспекты оптимизации и совершенствования производства молока, говядины и продукции овцеводства в условиях Юга России // Сетевой научно-методический электронный агрожурнал Московского государственного агроинженерного университета. — 2005. — № 3. — С. 40—43.
- [3] *Иолчиев Б.С., Сулима Н.Н., Закопайло В.А.* Взаимосвязь между генотипом по локусу  $\beta$ -Lg и содержанием соматических клеток в молоке коров / Материалы международной научно-практической конференции ВГНИИЖа «Прошлое, настоящее и будущее зоотехнической науки». — Дубровицы, 2004. — С. 117—119.
- [4] *Сычева О.В.* Научно-практическое обоснование основных факторов, формирующих качество молока — сырья в современном производстве: Автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. — Ставрополь, 2008.

**THE MAINTENANCE OF SOMATIC CAGES IN MILK OF COWS DEPENDING ON THEIR GENOTYPE**

**B.S. Iolchiev, V.A. Zakopajlo,  
E.V. Romanova**

Department of genetics, selection and plant cultivation  
Russian People's Friendship University  
*Mikluchо-Maklay str., 8/2, Moscow, Russia, 117198*

Biochemical polymorphism of milk whey proteins was studied. Trials on the study of factors affecting the content of somatic cells in cow milk were performed. Correlation between genotype of animals for the locus of  $\beta$ -Lg and content of somatic cells in cow milk was discovered. Least somatic cages in 1 ml of milk contains at cows with homozygous BB a genotype. Force of influence of a genotype on locus  $\beta$ -Lg on quantity of somatic cages makes 17,7%.

**Key words:** milk, maintenance of somatic cages, genotype.