

Гудзь В.П., кандидат ветеринарных наук
Белявский В.Н., кандидат ветеринарных наук, доцент

УО «Гродненский государственный аграрный университет», г. Гродно

СОМАТИЧЕСКИЕ КЛЕТКИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОЛОКА (ОБЗОР)

Резюме

В статье представлен обзор литературных источников, посвященных проблеме содержания соматических клеток в молоке коров. Показано, что с повышением количества соматических клеток изменяются состав молока и его физико-химические свойства. Данные изменения в свою очередь ведут к ухудшению его технологических свойств, снижению качественных характеристик молока и готовой продукции.

Summary

The article presents a review of the literature devoted to the problem of the content of somatic cells in the milk of cows. It was shown that with an increase in the number of somatic cells in milk, its composition and physicochemical properties change. These changes in turn lead to the deterioration of its technological properties, reducing the quality characteristics of milk and finished products.

Поступила в редакцию 21.05.2019 г.

Молочное скотоводство является важнейшей отраслью животноводства, обеспечивающей молокоперерабатывающие предприятия сырьем, а население – высокоценными продуктами питания. Молоко и молочные продукты являются одними из главных продуктов питания, а для некоторых групп населения – единственным полноценным источником необходимых организму питательных веществ. Усвояемость молочных белков в желудочно-кишечном тракте составляет более 90 %. При этом молоко как продукт питания должно соответствовать санитарно-гигиеническим требованиям, а молоко, предназначенное для производства молочных продуктов, – еще и определенным технологическим требованиям [7, 9].

Важнейшим параметром в оценке качества молока и его пригодности для промышленной переработки является количество содержащихся в нем соматических клеток. В молоке, полученном от здоровой коровы, присутствие определенного уровня соматических клеток вполне естественно. Соматические клетки молока – это клетки цилиндрического, плоского и кубического эпителия молочной железы,

лейкоциты, лимфоциты и эритроциты. В 1 см³ нормального сырого коровьего молока содержится от 100 до 300 тыс. соматических клеток, из которых 90 % составляют эпителиальные клетки, не более 8 % – лейкоциты и лимфоциты и около 1 % – эритроциты.

Оценка количества соматических клеток проводится при определении сортности молока, поставляемого на молокоперерабатывающие предприятия. По нормам европейских стандартов для молока допускается наличие не более 250 тыс. соматических клеток в 1 см³, а по последнему российскому стандарту ГОСТ Р 52054-2003 «Молоко коровье сырое. Технические условия» – не более 500 тыс. в 1 см³.

В Республике Беларусь согласно требованиям СТБ 1598-2006 «Молоко коровье сырое. Технические условия» количество соматических клеток для молока сорта «экстра» должно составлять не более 100 тыс./см³, для высшего сорта – не более 300 тыс./см³ и для первого сорта – не более 500 тыс./см³. Наличие в молоке более чем 500 тыс. в 1 см³ соматических клеток не допускается [3, 13, 14].

Количество соматических клеток в

молоке зависит от ряда факторов, таких как возраст животного, сезон года, кормление, содержание, стресс-факторы, наличие заболеваний желудочно-кишечного тракта, воспалительных процессов в организме, примеси молозива или молока от «стародойных» коров. По данным российских ученых среднее количество соматических клеток в молоке в молозивный период составляет 640 тыс./см³, в период «стародойности» и запуска – 1509 тыс./см³ [15, 17].

Отмечено, что с возрастом происходит постепенное увеличение в молоке количества соматических клеток. Разница по этому показателю между первотелками и полновозрастными коровами составляет около 40 тыс./см³.

По результатам научных исследований установлено, что 66,6 % первотелок имеют уровень соматических клеток до 90 тыс./см³, а 33,4 % – 200 тыс./см³. У 84,8 % коров 2-й лактации количество соматических клеток составляет 91–200 тыс./см³ и только у 15,2 % коров показатель соматических клеток достигает 90 тыс./см³. У 93,3 % полновозрастных коров содержание соматических клеток в молоке находится в пределах 201–250 тыс./см³, а у 6,7 % коров этот показатель соответствует 90 тыс./см³ [12].

Могут наблюдаться и сезонные колебания количества соматических клеток. Имеются данные, что осенью количество соматических клеток на 15–28 % меньше, чем в другие времена года. При доении роботом количество соматических клеток примерно на 60 % ниже, чем при доении животных в молокопровод или осуществлении этого процесса в доильном зале [3].

Существует четкая зависимость между продуктивностью коровы и уровнем содержания соматических клеток в её молоке.

Исследования, проведённые в США, показали, что высокая молочная продуктивность падает у взрослых коров, имеющих более высокое содержание соматических клеток: 100 л потерь у телок, против 200 л у взрослых коров на каждое повышение количества соматических клеток от 50 до 800 тыс. клеток в 1 см³. В стадах с количеством соматических клеток от 200 до 500 тыс./1 см³

наблюдается падение надоев на 6 %. При этом происходит не только снижение удоев, но и существенно изменяются физико-химический состав и свойства, биологическая полноценность молока, ухудшаются его технологические характеристики и качество молочных продуктов [1, 11].

Особого внимания заслуживает тот факт, что количество соматических клеток в молоке характеризует его безопасность и состояние здоровья животных. Молоко-сырье с большим содержанием соматических клеток имеет высокую бактериальную обсемененность, содержит биологически активные стрептококки, стафилококки и микроскопические грибы. Присутствие соматических клеток в 1 см³ молока в количестве от 300 тыс. до 800 тыс. может свидетельствовать о наличии субклинического мастита, который может протекать длительно, нанося постоянный вред как здоровью животного (вымени), так и хозяйству вследствие уменьшения продуктивности, снижения цены на молоко. При заболевании животных клиническим маститом миграция лейкоцитов в очаг воспаления усиливается, что приводит к возрастанию числа соматических клеток от 1 млн до 10 млн/см³. Наиболее часто возбудителем мастита являются стрептококки и стафилококки. Соответственно, с повышением содержания соматических клеток возрастает частота обнаружения в молоке и молочных продуктах патогенных стафилококков и стрептококков. Стафилококки продуцируют ряд токсинов, которые вызывают пищевые отравления. Пастеризация или термическая обработка их не инактивируют [3, 4, 8, 10, 11].

При высоком содержании соматических клеток снижение технологических свойств молока коров может происходить по причине увеличения в нем количества хлора и натрия, уменьшения содержания обезжиренных сухих веществ, снижения способности молочных белков к свертыванию (инертность сычужного фермента, замедленное выделение молочной сыворотки), появления в молоке ингибиторов.

При первичной обработке молока с высоким содержанием соматических кле-

ток в нем происходят различные нежелательные изменения. Так, например, повышенное содержание хлора и натрия приводит к появлению соленого и горького привкуса. Пониженная устойчивость молока к нагреванию вследствие повышенного содержания сывороточных альбуминов и иммунных глобулинов при стерилизации вызывает его свертывание, что снижает качество продукта.

Промышленная переработка такого молока может привести к ухудшению качества произведенного из него сухого молока. При производстве сгущенного молока в процессе нагревания может произойти спонтанное свертывание с одновременным протеолизом, протекающим под влиянием протеолитических микроорганизмов молока, не подвергнутого термической обработке.

Кроме того, возможно снижение качества твердых, ломтевых и мягких сыров. Инертность сычужного фермента в молоке объясняется пониженным содержанием в нем кальция, низкой кислотностью и повышенным содержанием составных частей сыворотки. При замедленном и неполном сычужном свертывании задерживается отделение сыворотки. В этом случае в сырной массе образуется повышенное количество молочной сыворотки, что влияет на последующие процессы брожения, которые могут идти в нежелательном направлении.

При производстве масла наиболее часто снижение качества конечного продукта связано с появлением в нем постороннего запаха [11].

Немецкие ученые отмечают, что при увеличении числа соматических клеток в молоке повышается содержание жирных кислот, белка, в том числе альбуминов и иммуноглобулинов, каппа-казеина, лактоферрина, натрия, хлора и усиливается активность ряда ферментов, в том числе каталазы, лизоцима, дегидрогеназ, аспаратаминотрансферазы, карбоксилэстеразы, арилсульфатазы, щелочной фосфатазы. Содержание α -, β -казеина, β -лактоглобулина, кальция, магния, фосфора, ксантиноксидазы снижается [18].

По данным ряда авторов, отмечается

положительная связь между количеством соматических клеток в молоке и содержанием в нем белка и жира. Отрицательная корреляция отмечена между соматическими клетками и содержанием лактозы. Так, если количество соматических клеток выше 900 тыс./1 см³ молока, то содержание общего белка в молоке повышается на 0,09 % за счет увеличения содержания альбумина и глобулина. Наблюдается закономерное снижение содержания лактозы на 0,08 %. Содержание основных фракций казеина понижается с 2,54 % до 2,25 % и ниже [6].

К основным технологическим свойствам молока относят термоустойчивость и сычужную свертываемость. Наибольший интерес при этом с точки зрения биологической и пищевой ценности, возможности переработки молока в кисломолочные продукты представляет белок молока. Основной его составляющей является казеин, обладающий свойством коагулировать под воздействием сычужного фермента и кислот. При этом образуется казеиновый сгусток, который служит материалом для производства различных видов сыра и ряда других кисломолочных продуктов.

Высокий уровень соматических клеток в молоке снижает количество казеина, самого важного белка для производства сыра, в то время как количество белков, которые не обладают настоящей технологической ценностью, увеличивается. Содержание кальция также сокращается на две трети, а фосфора – наполовину в молоке с большим количеством соматических клеток, в то время как содержание солей увеличивается. В связи с этим по мере увеличения числа соматических клеток снижается пригодность молока для изготовления сыра. Происходит увеличение продолжительности свертывания молока сычужным ферментом, а также ослабление синергизма и ухудшение качества сгустка. За счет большого количества соматических клеток образуется рыхлый пористый сгусток, плохо отделяющий сыворотку. Такое сырьё непригодно для изготовления молочных продуктов высокого качества, в первую

очередь твёрдых сортов сыра [16].

Канадские исследователи установили, что с увеличением содержания соматических клеток в молоке коров уменьшается содержание жира, белка, сухих веществ и жира в сухом веществе сыра. Так, при увеличении содержания в молоке соматических клеток от 100 тыс. до > 1 млн в 1 см^3 содержание жира, белка, сухого вещества и жира в сухом веществе сыра уменьшается на 6,8 %; 3,6 %; 4,9 % и 1,5%, а содержание воды в сухом обезжиренном молочном остатке и белка в сухом веществе увеличивается на 4,4 % и 2,0 % соответственно. Увеличение содержания соматических клеток в молоке положительно коррелировало с потерями белка из молочной сыворотки. В среднем при увеличении содержания соматических клеток до 1 млн эти потери повышались на 6,8 % [19, 20].

Сгусток из молока, содержащего от 228 до 677 тыс. соматических клеток в 1 см^3 , получается плотный, от 947 тыс. до 1,38 млн – слабый, дряблой консистенции, сыворотка белая, процессы в сырной ванне значительно затягиваются, зерно медленнее образуется. Кроме того, во время созревания сыров разложение молочного сахара, лимонной и молочной кислот происходит медленнее, а, соответственно, биохимические и микробиологические процессы протекают значительно слабее, чем в сырах, вырабатываемых из молока, содержащего 460 тыс. соматических клеток.

Органолептической оценкой установлено, что сыры, выработанные из молока, содержащего более 500 тыс. соматических клеток в 1 см^3 , получают низкого качества, непригодными для реализации и используются для промышленной переработки [2].

Повышение в молоке-сырье количества соматических клеток снижает его способность к сквашиванию молочнокислыми бактериями при выработке кисломолочных напитков. Торможение роста заквасочных микроорганизмов наблюдается при количестве соматических клеток более 300 тыс./ см^3 и становится значительным при его значении выше 400 тыс./ см^3 . Рост числа сомати-

ческих клеток более 500 тыс./ см^3 приводит к увеличению времени сквашивания молока термофильным стрептококком в 2 раза, а смешанной культурой – приблизительно в 1,5 раза.

Так, увеличение содержания соматических клеток в молоке-сырье отрицательно сказывается на качестве кисломолочного напитка – простокваши. Использование молока с количеством соматических клеток более 400 тыс./ см^3 приводит к ухудшению органолептических показателей напитка. Качество простокваши, выработанной из молока с содержанием соматических клеток выше 500 тыс./ см^3 , становится низким, что проявляется в недостаточном количестве молочнокислых бактерий, чрезмерно вязкой и слизистой консистенцией, отделением сыворотки, появлением посторонних привкусов и запаха [4].

При использовании молока-сырья с количеством соматических клеток от 500 тыс. до 1 млн в 1 см^3 для производства творога отмечается снижение выхода продукта на 19 % по сравнению с сырьем, содержащим соматические клетки в пределах до 300 тыс./ 1 см^3 . Готовый продукт имеет неоднородную крупитчатую консистенцию, недостаточно плотный сгусток, сыворотка мутная и отделяется хуже [5].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, количество соматических клеток в молоке является важнейшим параметром оценки качества молока и его пригодности для промышленной переработки. На их число в молоке оказывают влияние множество внешних и внутренних факторов, в том числе время года, возраст животного, период лактации, условия кормления и содержания и другие. Повышение количества соматических клеток приводит к снижению качества, изменению состава и физико-химических свойств молока. В результате ухудшаются его технологические свойства, что ведет к нарушению нормального протекания технологических процессов производства и в конечном итоге отрицательно сказывается на качестве готовой молочной продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамова, Н.И. Влияние различных технологий производства молока на молочную продуктивность коров и содержание соматических клеток / Н.И. Абрамова, И.С. Сереброва // Молочнохозяйственный вестник. – № 4 (20). – 2015. – С. 7–12.
2. Буткус, К.С. Сыропригодность молока при различном содержании в нем соматических клеток: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.02.04 / К.С. Буткус. – М., 1983. – С. 38.
3. Влияние сезона года на содержание соматических клеток в молоке коров черно-пестрой породы при различных технологиях доения / Л.А. Корельская [и др.] // Молочнохозяйственный вестник. – № 2 (22). – 2016. – С. 36–44.
4. Воздействие повышения в молоке-сырье числа соматических клеток на его технологические свойства и качество кисломолочных напитков / А.Л. Ишевский [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – № 4. – С. 46–53.
5. Гунькова, П.И. Влияние количества соматических клеток в молоке на процесс выработки, выход и качество творога / П.И. Гунькова, М.С. Павлов // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2012. – № 2(14). – С. 13.
6. Закопайло, В.А. Характеристика генетических факторов, влияющих на содержание соматических клеток в молоке коров: дис. ... канд. биол. наук: 06.02.07 / В.А. Закопайло. – М., 2011. – 104 л.
7. Иолчиев, Б.С. Содержание соматических клеток в молоке коров в зависимости от их генотипа / Б.С. Иолчиев, В.А. Закопайло, Е.В. Романова // Вестник РУДН. – 2009. – № 2. – С. 55–60.
8. Кадралиева, Б.Т. Влияние различных факторов на уровень соматических клеток в молоке коров / Б.Т. Кадралиева // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2016. – № 4. – С. 42–46.
9. Канеев, А.З. Оценка молочной продуктивности коров с учетом количества соматических клеток в молоке: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.01 / А.З. Канеев. – Лесные Поляны Московской обл., 2003. – 105 л.
10. Клементьева, Ю.И. Продуктивность и качество молока новотельных коров при использовании карнитина / Ю.И. Клементьева, М.Г. Чабаев, А.М. Гаджиев // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 1. – С. 70–75.
11. Ларионов, Г.А. Рекомендации по контролю количества соматических клеток в молоке коров / Г.А. Ларионов, Л.М. Вязова. – Чебоксары. ЗАО «РИЦ Гранит». – 2013. – 24 с.
12. Мартынова, Е.Н. Влияние возраста на молочную продуктивность и количество соматических клеток в молоке коров черно-пестрой породы / Е.Н. Мартынова, В.А. Бычкова, Е.В. Ачкасова // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 2 (35). – С. 11–13.
13. Молоко коровье сырое. Технические условия: СТБ 1598-2006. – Введ. 31.01.2006. – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2006. – 14 с.
14. Повышение качества сырого молока / А.В. Борхольева [и др.] // Actualscience. – 2017. – № 3. – С. 88–89.
15. Портной, А.И. Характер взаимосвязи уровня соматических клеток с количественными и качественными показателями молока / А.И. Портной, В.А. Другакова // Весці НАН Беларусі. – № 2. – 2012. – С. 73–78.
16. Соболева, Н.В. Качество сыра в зависимости от числа соматических клеток в молоке / Н.В. Соболева, С.В. Карамеев, А.А. Ефремов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2011. – № 30-1. – С. 119–122.
17. Шидловская, В.П. Влияние соматических клеток на ферментный спектр сырого коровьего молока / В.П. Шидловская // Молочная промышленность. – 2009. – № 4. – С. 73–75.
18. Heeschen, W. Cell count and milk quality / W. Heeschen // Intern. Dairy federation. Annu. sessions in the Hague. – 1986. – P. 1.
19. Politis, I. Association between somatic cell count of milk and cheeseyielding capacity / I. Politis, K.F. Ng-Kwai-Hang // J. Dairy Sc. – 1988. – T. 71. – № 7. – P. 1720–1727.
20. Politis, I. Effects of somatic cell count and milk composition on cheese composition and cheese making efficiency / I. Politis, K.F. Ng-Kwai-Hang // J. Dairy Sc. – 1988. – T. 71. – № 7. – P. 1711–1719.