https://doi.org//10.21603/2073-4018-2024-3-5

УДК 615.371:637.1

Оригинальная статья

Маститы – проблема безопасности, качества и сыропригодности молока сырого

Галина Михайловна Свириденко, д-р техн. наук, главный научный сотрудник, руководитель направления микробиологических исследований молока и молочной продукции
E-mail: g.sviridenko@fncps.ru
Валентина Александровна Мордвинова, канд. техн. наук, руководитель направления исследований по технологии сыроделия
E-mail: v.mordvinova @fncps.ru
Дарья Сергеевна Вахрушева, младший научный сотрудник направления микробиологических исследований молока и молочной продукции
E-mail: d.vakhrusheva@fncps.ru
Ирина Леонидовна Остроухова, канд. техн. наук, старший научный сотрудник направления исследований по технологии сыроделия
E-mail: i.ostroukhova@fncps.ru
Всероссийский научно-исследовательский институт маслоделия и сыроделия – филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В. М. Горбатова РАН, г. Углич

В статье приводятся сведения о маститах, как центральной проблеме в обеспечении гигиены получения молока в мировой практике молочного дела. Основной признак мастита – повышение содержания соматических клеток в молоке. Содержание соматических клеток – важнейший косвенный показатель качества молока. К соматическим клеткам относятся клетки вымени и крови. Наличие в молоке из отдельной доли вымени менее 500 тыс/см^3 соматических клеток при отсутствии патогенных бактерий свидетельствует о нормальной секреции, при наличии патогенов – о скрытой инфекции вымени. Воспалительные изменения в вымени (нарушение секреции и маститы) связаны с повышением числа лейкоцитов и других клеток крови. Их доля в общем количестве соматических клеток растет, что является точным индикатором того, что молоко получено от больных коров. Молоко сырое для производства сыра должно содержать не более 4 × 10^5 клеток в 1 см^3. Маститное молоко является несыропригодным. Наиболее распространенным возбудителем стафилококкового мастита является *Staphylococcus aureus*. От 30 до 50 % инфекционных маститов вызывают коагулазоположительные стафилококки, что создает большие риски, особенно для сыров, формуемых насыпью. Изменение состава молока, связанное с воспалением вымени, влияет на его переработку, вкус и хранимоспособность. Так, в молоке высокое содержание хлоридов и низкое содержание лактозы придает ему пресный и солено-горький вкус. Содержание в молоке соматических клеток более 5 × 10^5 клеток в 1 см^3 значительно снижает его термостабильность. При увеличении содержания соматических клеток в молоке статистически достоверно увеличивается время сычужного свертывания, отход жира в сыворотку, увеличивается процент влаги в сырной массе и как результат – снижается выход сыра.

Ключевые слова: маститы, соматические клетки, патогенные микроорганизмы, сыропригодность молока

Для цитирования: Маститы – проблема безопасности, качества и сыропригодности молока сырого / Г. М. Свириденко, В. А. Мордвинова, Д. С. Вахрушева, И. Л. Остроухова // Сыроделие и маслоделие. 2024. № 3. С 58–63. https://www.doi.org/10.21603/2073-4018-2024-3-5

Одной из главных предпосылок безупречного гигиенического качества молока является здоровое вымя коровы. Заболевания вымени распространены повсеместно и представляют собой в мировой практике молочного дела центральную проблему в обеспечении гигиены получения молока [1, 2].

Основной признак мастита – повышение содержания соматических клеток (СК) в молоке. Содержание СК – важнейший косвенный показатель качества молока. К соматическим клеткам относятся любые клетки организма, кроме половых. По происхождению различают клетки вымени и крови. Клетки вымени (эпителиальные клетки) попадают в молоко из молоковыводящих каналов. Они образуются в ходе естественного старения и обновления эпителия и являются постоянной составной частью молока. В молоке здоровой коровы они составляют 60–70 % от общего количества СК. Остаток (30–40 %) – это клетки крови, в частности лейкоциты, прежде всего нейтрафильные гранулоциты, которые могут поглощать инородные тела и в молочной железе играют защитную функцию [3].

В 1 см^3 нормального молока содержится от 100 до 500 тыс. соматических клеток. Наличие в молоке из отдельной доли вымени менее 500 тыс/см^3 соматических клеток при отсутствии патогенных бактерий свидетельствует о нормальной секреции, при наличии патогенов – о скрытой инфекции вымени. Воспалительные изменения в вымени (нарушение секреции и маститы) связаны с повышением числа лейкоцитов и других клеток крови. Их доля в общем количестве СК растет, что является точным индикатором того, что молоко получено от больных коров [4–6].

В международной практике установлена верхняя граница допустимого содержания соматических клеток в молоке из одной четверти вымени – 5×10^5 клеток. Для сборного молока границу устанавливают обычно ниже – 3×10^5 – 5×10^5 клеток в 1 см^3.

Молоко сырое для производства сыра должно содержать не более 4×10^5 клеток в 1 см^3. Маститное молоко является несыропригодным. Поэтому по содержанию соматических клеток в соответствии с ГОСТ Р 52054-2003 сыропригодным может быть молоко высшего сорта (табл. 1).

У клинически здоровых коров состояние локальных факторов неспецифической резистентности молочной железы, в том числе содержание СК, зависит от породы, возраста и периода лактации.

Установлено, что в молоке первотелок содержание СК ниже, чем у коров 3–4 лактации. Низкий уровень соматических клеток в первой половине лактации у здоровых животных свидетельствует о снижении фагоцитарной активности. В то же время увеличение через 3–4 месяца после отела количества СК говорит об активации иммунного ответа [7].

Источник изображения: freepik.com

Повышение числа соматических клеток при попадании микроорганизмов в полость молочной железы обусловлено хемотаксисом, который проявляется со стороны внедрившихся микроорганизмов сенсибилизированными лимфоцитами и макрофагами. При нормальном функционировании системы неспецифической резистентности молочной железы попадание микроорганизмов не приводит к воспалению.

Мастит является полиэтиологическим и полифакторным заболеванием. В появлении заболеваний вымени, наряду со многими возбудителями инфекции, повинны генетические факторы, индивидуальные особенности организма коров, неправильная форма вымени и сосков и влияние внешней среды [1]. К факторам, создающим условия возникновения и развития воспалительных процессов можно отнести: нарушение условий содержания; нарушение кормления (недоброкачественные корма, интоксикации, отравления и т. д.); гинекологические заболевания; нарушение обмена веществ; нарушение режима эксплуатации животных (неправильное доение, неправильный запуск коров и т. д.).

Воспаление молочной железы возникает под воздействием неблагоприятных факторов внешней среды (механических, физических, химических и биологических). К механическим факторам относится большая группа причин, вызывающих

Таблица 1
Допустимые уровни содержания соматических клеток в молоке сыром

Наименование документа	Допустимая норма, тыс. клеток/см^3, не более		
ТР ТС 033/2013	750 (для всех молочных продуктов)	500 (для детского, диетического питания, сыроделия)	
ГОСТ Р 52054-2003	250 (высший сорт)	450 (первый сорт)	750 (второй сорт)
СТО ВНИИМС 019-2019	400 (молоко для сыроделия)		

макротравмы вымени и сосков и микротравмы, связанные с нарушением технологии машинного доения. К физическим факторам относятся: действие низких и высоких температур (охлаждение, обморожение, ожог), повышенная влажность. В группу химических факторов входят раздражающие вещества, воздействующие на ткани вымени.

Технология доения является важным фактором, влияющим на заболеваемость маститом. Неисправности или неправильная эксплуатация доильного аппарата, может увеличить риски возникновения мастита путем изменения или даже повреждения сосков, слизистой оболочки соскового канала, нервно-сосудистой системы вымени и нарушения защитных механизмов животного против патогенов [8–10].

Чрезмерный уровень вакуума и чрезмерное выдаивание приводит к патологии вымени. Рядом научных работ показано, что слишком высокий уровень вакуума при доении, обычно превышающий 50 кПа, может оказывать негативное влияние на состояние сосков [11, 12] и, таким образом, увеличивать риск мастита, особенно у коров первой лактации. Согласно результатам швейцарских ученых, вакуум при доении должен варьироваться в пределах 32–42 кПа, чтобы обеспечить полное и бережное доение. Данный диапазон вакуумного давления обеспечивает адекватное воздействие на соски и гарантирует достаточное выдаивание молока [13]. Кроме ненадлежащей организации процесса доения усугубляющими факторами при развитии мастита являются несоблюдение санитарных правил ухода за выменем, сосками, доильными аппаратами, а также недостаточная квалификация персонала на ферме [14].

Излишне высокие или низкие температура и влажность окружающей среды, а также ветреная погода могут привести к повреждению кожи сосков и ослаблению их внешнего защитного слоя, что также провоцирует риск возникновения мастита [1, 15].

Биологическими факторами являются патогенные микроорганизмы (стрептококки, стафилококки, энтеробактерии, псевдомонады, каринобактерии, микоплазмы и т. д.) [16–18]. Однако основные возбудители маститов – патогенные стафилококки и стрептококки. По данным разных исследователей от 40 % до 80 % всех бактериальных маститов связано с *Streptococcus agalactiae* – возбудителем желтого мастита (стрептококковый мастит). *Streptococcus agalactiae* хорошо приспособлен к развитию и размножению в молочной железе коров. Основным резервуаром для их развития являются трещины на коже и в сосковых каналах [19].

Наиболее распространенным возбудителем стафилококкового мастита является *Staphylococcus aureus* (золотистый стафилококк).

Источник изображения: freepik.com

От 30 до 50 % инфекционных маститов вызывают коагулазоположительные стафилококки. В последние годы количество маститов стафилококковой этиологии постоянно возрастает. Это наиболее опасная и трудно поддающаяся лечению группа маститов [20–25]. Широкое распространение маститов делают сырое молоко главным источником первичного заражения сыров коагулазоположительными стафилококками. При острых маститах стафилококковой этиологии молоко при выходе из вымени может содержать до 10^8 жизнеспособных клеток в 1 см^3, при субклинических – от 10^4 до 10^5 клеток/см^3 [26].

Маститы крупного рогатого скота, вызванные патогенными представителями семейства *Enterobacteriacia*, чаще связаны с низким уровнем санитарно-гигиенических условий содержания скота и носят общее название колимаститов. Наиболее распространенными возбудителями колимаститов являются микроорганизмы родов *Escherichia* и *Klebsiella* [27–29]. Возбудителем мастита могут быть патогенные листерии, попадающие в поврежденное вымя из почвы и способные развиваться при пониженных температурах [30].

Субклиническим (скрытым) заболеваниям вымени следует уделять особое внимание, поскольку такое молоко остается без изменений и постоянно поставляется на молочные заводы. Субклинический мастит является формой мастита, при которой не выявляют симптомов болезни. Однако состав и свойства молока изменяются в результате воспалительного процесса. Содержание СК, хлоридов, pH, электрическая проводимость молока изменяются. Наряду со снижением удоев и с повышенным содержанием соматических клеток маститы вызывают физико-химические изменения состава молока (табл. 2) [6, 31].

Индикатором повышения в молоке количества соматических клеток является понижение содержания лактозы [32, 33]. Характерный признак молока, полученного от больных животных – высокое содержание хлора. Одновременно pH будет выше обычного на 0,1–0,7 %, кислотность ниже обычной на 15–20 %, а электропроводность повышена [34].

Изменение состава молока, связанное с воспалением вымени, влияет на его переработку, вкус и хранимоспособность. Так, в молоке высокое содержание хлоридов и низкое содержание лактозы придает ему пресный и солено-горький вкус. Содержание в молоке соматических клеток более чем 5 × 10^5 клеток в 1 см^3 значительно снижает его термостабильность.

В молоке с высоким содержанием СК повышается протеолитическая и липолитическая активность за счет высвобождающихся при разрушении сомати-

Таблица 2
Влияние маститов на физико-химический состав молока

Компонент молока	Общая тенденция к изменению	Изменение показателя, %
Жир	Пониженное содержание	5–12
СОМО	Пониженное содержание	5–12
Белок	Без изменения	
Казеин	Пониженное содержание	5–8
Фракция *α*-S-казеина	Пониженное содержание	
Фракция *β*-казеина	Пониженное содержание	
Фракция *χ*-казеина	Повышенное содержание	
Хлопьевидный белок	Повышенное содержание	20
Глобулин	Повышенное содержание	
Альбумин	Повышенное содержание	
Лактоза	Пониженное содержание	10–20
Минеральные вещества		
Na	Повышенное содержание	35
Cl	Повышенное содержание	25–35
P	Пониженное содержание	20
Ca	Пониженное содержание	20
Витамины		
A	Без изменений	
B_2 (рибофлавин)	Пониженное содержание	
C	Пониженное содержание	
Ферменты		
Каталаза	Повышенное содержание	
Кислая фосфатаза	Повышенное содержание	

ческих клеток ферментов. Как результат – большее расщепление казеина и молочного жира и снижение хранимоспособности маститного молока.

Характер изменения белковой фракции молока при увеличении содержания СК приводит к ухудшению свойств сычужного сгустка, понижению качества и выхода сыра, что и наблюдается на практике [35].

При увеличении содержания СК в молоке статистически достоверно увеличивается время сычужного свертывания, отход жира в сыворотку, увеличивается процент влаги в сырной массе и как результат – снижается выход сыра [36].

С повышением содержания СК возрастает частота обнаружения в молоке и молочных продуктах патогенных стафилококков и стрептококков. Особенно важное значение этот факт имеет для Российского сыра, способ формования которого создает условия для развития аэробных микроорганизмов, в том числе стафилококков. Содержание в молоке соматических клеток больше 3×10^5 в $см^3$ задерживает размножение заквасочных микроорганизмов [37–41].

Таким образом, можно считать, что содержание соматических клеток является важнейшим комплексным показателем сыропригодности молока.

Bovine Mastitis: Safety and Quality Issues in Cheese Production

Galina M. Sviridenko, Valentina A. Mordvinova, Darya S. Vaxrusheva, Irina L. Ostrouxova
All-Russian Research Institute of Butter and Cheese Production, Gorbatov Federal Center for Food Systems, Uglich

Bovine mastitis is a common hygiene-related issue in milk production. It increases the somatic cell count in milk. Somatic cell count is an important indirect indicator of milk quality. Somatic cells include those of udder and blood. Normally, one healthy udder lobe secretes ≤ 500,000 somatic cells per 1 cm^3 milk. In the presence of pathogenic bacteria, the same amount indicates a latent infection. Inflammatory processes in the udder include impaired secretion and mastitis. They increase the number of leukocytes and other blood cells in the total somatic cell count, which means that the milk came from sick cows. Raw milk for cheese production must contain ≤ 4×10^5 cells per 1 cm^3. Mastitis, or garget milk is not suitable for cheese production. Staphylococcus aureus is the most common causative agent of staphylococcal mastitis in cows. Coagulase-positive staphylococci are responsible for 30-50% cases of infectious mastitis. They pose great risks for bulk-formed cheeses. Mastitis affects milk processing, taste, and storage capacity. It is high in chlorides and low in lactose, which gives it a flat and salty-bitter taste. If somatic cell count exceeds 5×10^5 cells per 1 cm^3, the resulting milk has poor thermal stability. As the content of somatic cells in milk increases, so does the rennet coagulation time: fat goes into whey and moisture in curd increases, which eventually reduces cheese yield.

Keywords: mastitis, somatic cells, pathogenic microorganisms, milk for cheese production

Список литературы

1. **Zigo, F.** Maintaining optimal mammary gland health and prevention of mastitis / F. Zigo [et al.] // Frontiers in veterinary science. 2021. Vol. 8. 607311. https://doi.org/10.3389%2Ffvets.2021.607311

2. **Sharma, N.** Mastitis occurrence pattern in dairy cows and importance of related risk factors in the occurrence of mastitis / N. Sharma [et al.] // Journal of Animal Research. 2018. Vol. 8(2). P. 315–326. https://doi.org/10.30954/2277-940X.04.2018.23

3. **Gonçalves, J. L.** Using milk leukocyte differentials for diagnosis of subclinical bovine mastitis / J. L. Gonçalves [et al.] // Journal of Dairy Research. 2017. Vol. 84(3). P. 309–317. https://doi.org/10.1017/s0022029917000267

4. **Rainard, P.** Invited review: Low milk somatic cell count and susceptibility to mastitis / P. Rainard [et al.] // Journal of Dairy Science. 2018. Vol. 101(8). P. 6703–6714. https://doi.org/10.3168/jds.2018-14593

5. **Павлов В. А.** Производство молока и молочных продуктов (санитарно-гигиенические требования) / В. А. Павлов, В. В. Павлова. – М.: Информагротех, 1999. – 123 с.

6. **Свириденко Г. М.** Микробиологические риски при производстве молока и молочных продуктов / Г. М. Свириденко. – М.: РАСХН, 2009. – 245 с.

7. **Litwińczuk, Z.** Factors determining the susceptibility of cows to mastitis and losses incurred by producers due to the disease–a review / Z. Litwińczuk, J. Król, A. Brodziak // Annals of Animal Science. 2015. Vol. 15(4). P. 819–831. http://doi.org/10.1515/aoas-2015-0035

8. **Romero, G.** Effects of machine milking on udder health in dairy ewes / G. Romero [et al.] // Small ruminant research. 2020. Vol. 188. 106096. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2020.106096

9. **Fuzatti, J. V. S.** Prevalence of mastitis and characterization of milking management of dairy cows in northwestern Sao Paulo state / J. V. S. Fuzatti [et al.] // Boletim de Indústria Animal. 2021. Vol. 78. P. 1–13. https://doi.org/10.17523/bia.2021.v78.e1497

10. **Palii, A. P.** Impact of various milking equipment on incidence of mastitis in dairy herd / A. P. Palii [et al.] // Ukrainian Journal of Ecology. 2020. Vol. 10(5). P. 160–165. http://doi.org/10.15421/2020_224

11. **Sinapis, E.** Effect of vacuum level on milking efficiency, somatic cell counts (SCC) and teat end wall thickness in ewes of Greek mountain Boutsiko breed / E. Sinapis [et al.] // Life Sciences. Vol. 104. P. 128–134. http://doi.org/10.1016/j.livsci.2006.03.027

12. **Guccione J.** Clinical evaluation of poor milking procedures effects on dairy Mediterranean buffaloes udder health / J. Guccione [et al.] // Large Animal Review. 2017. Vol. 23(4). P. 155–157.

13. **Besier, J.** Vacuum levels and milk-flow-dependent vacuum drops affect machine milking performance and teat condition in dairy cows /

J. Besier, R. M. Bruckmaier // Journal of Dairy Science. 2016. Vol. 99(4). P. 3096–3102. https://doi.org/10.3168/jds.2015-10340

14. **Bekuma, A.** Review on hygienic milk products practice and occurrence of mastitis in cow's milk / A. Bekuma, U. Galmessa // Agricultural Research & Technology: Open Access Journal. 2018. Vol. 18(2). P. 1–11.

15. **Krebs, I.** Severity of Clinical Mastitis and Bacterial Shedding / I. Krebs [et al.] // Pathogens. 2023. Vol. 12(9). 1098. https://doi.org/10.3390/pathogens12091098

16. **Баймишева, Д. Ш.** Микрофлора молока при маститах / Д. Ш. Баймишева, Л. А. Коростелева // Молочная промышленность. 2007. № 11. С. 16–19. https://www.elibrary.ru/icdten

17. **Fredebeul-Krein, F.** Factors associated with the severity of clinical mastitis / F. Fredebeul-Krein [et al.] // Pathogens. 2022. Vol. 11(10). 1089. https://doi.org/10.3390%2Fpathogens11101089

18. **Krebs, I.** Severity of Clinical Mastitis and Bacterial Shedding / I. Krebs [et al.] // Pathogens. 2023. Vol. 12(9). 1098. https://doi.org/10.3390/pathogens12091098

19. **Torres, G.** *Streptococcus* agalactiae virulence factors isolated from bovine mastitis and antibiotic treatment response / G. Torres [et al.] // Journal of Applied Microbiology. 2023. Vol. 134(6). lxad116. https://doi.org/10.1093/jambio/lxad116

20. **Hogan, J. S.** Rate of environmental mastitis in quarters infected with Corynebacterium bovis and Staphylococcus species / J. S. Hogan [et al.] // Journal of Dairy Science. 1988. Vol. 71(9). P. 2520–2525. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(88)79840-9

21. **Akineden, O.** Toxin genes and other characteristics of Staphylococcus aureus isolates from milk of cows with mastitis / O. Akineden [et al.] // Clinical Diagnostic Laboratory Immunology. 2001. Vol. 8(5). P. 959–964. https://doi.org/10.1128%2FCDLI.8.5.959-964.2001

22. **Benić, M.** Bovine mastitis: a persistent and evolving problem requiring novel approaches for its control-a review / M. Benić [et al.] // Veterinary Archives.2018. Vol. 88(4). P. 535–557. http://doi.org/10.24099/vet.arhiv.0116

23. **Campos, B.** Diversity and pathogenesis of Staphylococcus aureus from bovine mastitis: Current understanding and future perspectives / B. Campos [et al.] // BMC Veterinary Research. 2022. Vol. 18(1). 115. http://doi.org/10.1186/s12917-022-03197-5

24. **Asmare, A. A.** Incidence of dairy cow mastitis and associated risk factors in Sodo town and its surroundings, Wolaitia zone, Ethiopia / A. A. Asmare, F. Kass // Slovak Journal of Animal Science. 2017. Vol. 50(2). P. 77–89.

25. **Abebe, R.** Incidence rate, risk factors, and bacterial causes of clinical mastitis on dairy farms in Hawassa City, southern Ethiopia / R. Abebe [et al.] // Scientific Reports. 2023. Vol. 13(1). 10945. https://doi.org/10.1038/s41598-023-37328-1

26. **Yıldırım, T.** Staphylococcus aureus and Staphylococcal enterotoxin detection in raw milk and cheese origin coagulase positive isolates / T. Yıldırım [et al.] // International Journal of Science Letters. 2019. Vol. 1(1). P. 30–41. http://doi.org/10.38058/ijsl.596007

27. **Мигунова, О.** Современный подход к санитарно-гигиеническим проблемам на производстве – основа безопасности молочной продукции / О. Мигунова // Молочная промышленность. 2011. № 11. С. 40–42. https://www.elibrary.ru/oizfgl

28. **Massé, J.** Characterization of Klebsiella isolates obtained from clinical mastitis cases in dairy cattle / J. Massé, S. Dufour, M. Archambault // Journal of Dairy Science. 2020. Vol. 103(4). P. 3392–3400. https://doi.org/10.3168/jds.2019-17324

29. **Goulart, D. B.** Escherichia coli mastitis in dairy cattle: etiology, diagnosis, and treatment challenges / D. B. Goulart, M. Mellata // Frontiers in Microbiology. 2022. Vol. 13. 928346. https://doi.org/10.3389%2Ffmicb.2022.928346

30. **Winter, P.** Clinical and histopathological aspects of naturally occurring mastitis caused by *Listeria monocytogenes* in cattle and ewes / P. Winter [et al.] // Journal of Veterinary Medicine, Series B. 2004. Vol 51(4). P. 176–179. https://doi.org/10.1111/j.1439-0450.2004.00751.x

31. **Youssif, N. H.** Impact of subclinical mastitis on milk quality in different seasons / N. H. Youssif [et al.] // International Journal of Veterinary Science. 2020. Vol. 9(2). P. 313–316. https://doi.org/10.37422/IJVS/20.020

32. **Kayano, M.** Associations of the first occurrence of pathogen-specific clinical mastitis with milk yield and milk composition in dairy cows / M. Kayano [et al.] // Journal of Dairy Research. 2018. Vol. 85(3). P. 309–316. https://doi.org/10.1017/s0022029918000456

33. **Antanaitis, R.** Milk lactose as a biomarker of subclinical mastitis in dairy cows / R. Antanaitis [et al.] // Animals. 2021. Vol. 11(6). 1736. https://doi.org/10.3390%2Fani11061736

34. **Lima, R. S.** Mastitis detection and prediction of milk composition using gas sensor and electrical conductivity / R. S. Lima [et al.] // Food and Bioprocess Technology. 2018. Vol. 11. P. 551–560. https://doi.org/10.1007/s11947-017-2029-6

35. **Martí-De Olives, A.** Effect of subclinical mastitis on the yield and cheese-making properties of ewe's milk / A. Martí-De Olives [et al.] // Small ruminant research. 2020 Vol. 184. 106044. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2019.106044

36. **Moradi, M.** The relationship between milk somatic cell count and cheese production, quality and safety: A review / M. Moradi [et al.] // International Dairy Journal. 2021. Vol. 113. 104884. https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2020.104884

37. **Feng, W.** Comparing techniques for detecting the number of somatic cells in raw milk / W. Feng, X. Zheng // European Food Research and Technology. 2005. Vol. 220. P. 653–657. https://doi.org/10.3390%2Fvetsci10070468

38. **Hueston, W. D.** Mastitis control services and utilization of milk somatic cell count data by veterinarians in Ohio / W. D. Hueston [et al.] // Journal of the American Veterinary Medical Association. 1990. Vol. 196. (12). P. 1956–1961.

39. **Booth, J. M.** Mastitis control (Results of questionnaire 1889/A) / J. M. Booth // Bulletin of the International Dairy Federation. 1991. № 262. P. 15–31.

40. **Мутовин, В. И.** Борьба с маститами коров / Мутовин В. И. – М.: «Колос», 1974. – 254 с.

41. **Bramley, A. J.** The sources of mastitis pathogens for a dairy herd and their control / A. J. Bramley // Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte. 1985. Vol. 37(4). P. 375–380