

ВЛИЯНИЕ ФИЛЬТРОВ ТОНКОЙ ОЧИСТКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ БЕЗОПАСНОСТИ И КАЧЕСТВА МОЛОКА-СЫРЬЯ

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

Галина Михайловна Свириденко, д-р техн. наук, главный научный сотрудник
Всероссийский научно-исследовательский институт маслоделия и сыроделия – филиал
Федерального научного центра пищевых систем им. В. М. Горбатова РАН, г. Углич
E-mail: g.sviridenko@fnpcps.ru

В рамках работы проведены исследования влияния процесса очистки сырого молока с использованием фильтров тонкой очистки на показатели безопасности, в т. ч. содержание соматических клеток и бактериальную обсемененность, а также содержание различных групп микроорганизмов, являющихся технически вредной микрофлорой для сыроделия. В работе исследованы 3 вида фильтров тонкой очистки с различными характеристиками, заявляемыми производителями фильтров, в частности, с антибактериальным эффектом, тонкой очистки и Somatic для более тщательной очистки молока от соматических клеток. В исходном молоке и в тех же образцах молока, прошедших очистку через фильтры, контролировали количество соматических клеток вискозиметрическим методом; бактериальную обсемененность, количество спорных форм микроорганизмов рода *Clostridium* и рода *Bacillus*, а также дрожжей и плесневых грибов путем посева на плотные питательные среды и подсчета количества жизнеспособных клеток. Исследовано влияние очистки молока с помощью фильтров на изменение его физико-химического состава, в т. ч. массовую долю белка, жира, лактозы, СОМО, показателя плотности и точки замерзания, а также изменение белковых фракций молока до и после фильтрования. Установлено, что очистка сырого молока с использованием фильтров тонкой очистки не оказывает статистически достоверное влияние на физико-химический состав молока, но приводит к фальсификации показателя «количество соматических клеток», не оказывая значимого влияния на количество жизнеспособных клеток различных групп микроорганизмов. Следовательно, использование показателя «количество соматических клеток», определяющего примесь маститного молока, является реальной проблемой объективного контроля его микробиологической безопасности.

Ключевые слова: маститы, соматические клетки, контроль, фильтры для очистки молока, бактериальная обсемененность

Для цитирования: Свириденко, Г. М. Влияние фильтров тонкой очистки на показатели безопасности и качества молока-сырья / Г. М. Свириденко // Молочная промышленность. 2025. № 3. С. 22–29. <https://doi.org/10.21603/1019-8946-2025-3-41>

ВВЕДЕНИЕ

Важным элементом необходимого гигиенического качества молока является здоровое физиологическое состояние молочной железы животного. Инфекционные заболевания вымени, причиной которых являются патогенные микроорганизмы, распространены повсеместно и представляют собой в мировой практике молочного дела центральную проблему в обеспечении гигиены получения молока [1]. Первичное обсеменение сырого молока патогенными микроорганизмами начинается с сосковых каналов и поверхности вымени, особенно в случае развития воспалительного процесса молочной железы, т. е. мастита [2].

Одним из основных элементов производственного контроля является определение отсутствия / наличия в молоке-сырье примеси маститного молока, являющегося источником патогенных микроорганизмов, а также оказывающего влияние на качество и хранимоспособность молочных продуктов.

Перечень патогенных микроорганизмов, способных стать причиной воспалительного процесса вымени, значителен. К наиболее распространенным

возбудителям инфекции можно отнести стрептококки, стафилококки, энтеробактерии, псевдомонады, спорные микроорганизмы и т. д. [3–21].

Объективно при приемке молока на переработку не представляется возможным осуществлять прямой контроль патогенных микроорганизмов, снижающих безопасность молока при инфекционном воспалении вымени, т. е. мастите. Примесь маститного молока в сборном возможно обнаружить не прямым определением наличия и идентификации в молоке патогенных микроорганизмов, а с использованием тех или иных косвенных признаков.

Косвенный признак мастита – повышение содержания в молоке соматических клеток за счет увеличения количества клеток крови, в т. ч. лейкоцитов, при попадании микроорганизмов в полость молочной железы. Очень важно, что содержание соматических клеток можно легко и быстро определить в молоке, поэтому первичную диагностику маститов проводят по контролю соматических клеток, которые сами по себе не влияют на безопасность молока. В настоящее время определение

количества соматических клеток в молоке регламентируется ГОСТ 23453–2014 «Молоко. Методы определения соматических клеток».

Согласно требованиям ТР ТС 033/2013 и ГОСТ Р 52054-2023 приемке подлежит молоко с содержанием соматических клеток не более $7,5 \times 10^5$ в 1 см^3 , что значительно превышает допустимый уровень, соответствующий границе безопасности, и предполагает 6–10 % примеси маститного молока в сборном. В то же время для детского питания и сыров количество соматических клеток соответствует норме безопасности – не более 500 тыс./ см^3 , а в требованиях ГОСТ Р 52054-2023 данный показатель нормирован – не более 400 тыс./ см^3 .

При анализе получаемых результатов необходимо учитывать ряд особенностей. Опыт работы многих молокоперерабатывающих предприятий свидетельствует о том, что при контроле соматических клеток в молоке с использованием вискозиметра в журналах фиксируются значения менее 90 тыс./ см^3 , которые специалисты, принимающие молоко на предприятии, считают нормой и относят данное молоко к высшему сорту. Такие выводы являются очень опасным заблуждением, т. к. в норме для сборного молока показатель соматических клеток менее 200 тыс./ см^3 у стада на территории РФ не наблюдается. Чтобы получить такой уровень соматических клеток в сборном молоке, необходимо иметь стадо перводоек в первые 3–4 месяца после отела. Таким образом, показания вискозиметра менее 200 тыс./ см^3 говорят либо о фальсификации молока, либо об иных отклонениях от нормы¹.

В результате многолетней работы специалистов отдела микробиологии ВНИИМС накоплен значительный экспериментальный материал по влиянию различных факторов на результаты определения количества соматических клеток в молоке. Установлено пропорциональное снижение средних показателей количества соматических клеток в зависимости от температуры: чем выше температура обработки молока, тем ниже показатели. Следовательно, объективный подсчет соматических клеток возможен только в сыром молоке, не прошедшем термическую обработку.

При внесении в молоко фальсифицирующих агентов, в т. ч. перекиси водорода, мочевины и т. д., показатели количества соматических клеток, определяемые вискозиметрическим методом, снижаются с увеличением концентрации вносимого реагента [22].

С учетом современных условий получения и резервирования молока на фермах, **целью исследования** являлось изучение влияния процесса очистки сырого молока с использованием фильтров тонкой очистки на показатели безопасности, в т. ч. содержание соматических клеток и бактериальную обсемененность, а также содержание различных групп микроорганизмов, являющихся технически вредной микрофлорой.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследования послужили образцы молока сырого и молока, прошедшего очистку с использованием фильтров тонкой очистки. Проводилась сравнительная оценка показателей безопасности, в т. ч. содержания соматических клеток и бактериальной обсемененности, а также содержания различных групп микроорганизмов, являющихся технически вредной микрофлорой, в исходном молоке и молоке после фильтрации с использованием стандартизованных методов.

Конструкция фильтра (рис. 1) состоит из корпуса и фильтрующего элемента (фильтр). Корпус фильтра представляет собой колбу из нержавеющей стали с двумя патрубками и крышкой. Фильтр устанавливается в молокопровод после насоса до емкости для хранения / транспортировки молока. Фильтр представляет собой полипропиленовый картридж, являющийся сменным носителем.



Рисунок 1. Конструкция фильтра

¹Свириденко, Г. М. Стандарты определения соматических клеток молока / Г. М. Свириденко // Переработка молока. 2014. № 3. С. 6–10. <https://elibrary.ru/rygbrj>



Источник изображения: freerik.com

Согласно заявлениям производителей, фильтры, сделанные из волокнисто-пористого полипропилена, обеспечивают эффективную очистку молока от механических примесей (до 98–100 %), а также продуктов мастита и бактериальной обсемененности (до 60 %). Диаметр отверстий фильтрующего элемента варьируется в пределах от 15 до 20 мкм, благодаря чему задерживаются мельчайшие механические частицы, но при этом проходят все компоненты молока и сохраняется его физико-химический состав. Жировой шарик, являющийся самой крупной частицей молока, по своей природе эластичен и под давлением, созданным молочным насосом, принимает форму каналов и должен беспрепятственно проходить сквозь фильтр, а механические частицы задерживаются на ворсе и застревают в каналах. Принцип работы фильтра и процесс фильтрования сырого молока показан на рисунке 2.

Через входной патрубок насосом молоко подается в корпус фильтра. В нем, под давлением распределяясь по всей внешней поверхности фильтрующего элемента, молоко проходит через многослойные цилиндрические каналы фильтра, выполненные из многократно намотанных друг на друга полипропиленовых волокон. После этого через выпускной патрубок молоко поступает уже очищенным.

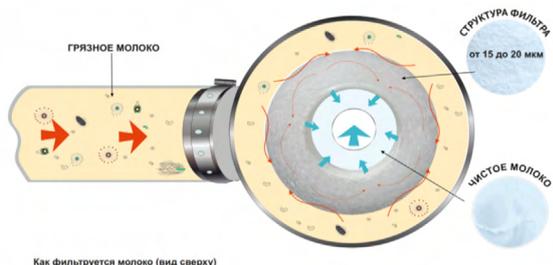


Рисунок 2. Процесс фильтрования сырого молока

Нами исследованы 3 вида фильтров тонкой очистки с различными характеристиками, заявляемыми производителями фильтров, в частности, с антибактериальным эффектом, фильтр тонкой очистки и Somatic фильтр для более тщательной очистки молока от соматических клеток. В работе применялись стандартные и общепринятые микробиологические и физико-химические методы исследований.

Исследования проводили в трех-пятикратной повторности. Экспериментальные данные были проанализированы при помощи однофакторного дисперсионного анализа при уровне статистической значимости $p = 0,05$. Статистическую обработку полученных данных и построение графиков проводили с использованием программы Microsoft Excel. Результаты представлены в форме «среднее значение \pm стандартное отклонение».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Теоретический анализ результатов очистки молока сырого с использованием фильтров тонкой очистки дает возможность сделать следующие предварительные оценки. Диаметр отверстий фильтра варьируется в пределах от 15 до 20 мкм. Большинство бактериальных клеток имеют размеры меньше, чем поры фильтра. Так, размеры прокариотической вегетативной клетки варьируются в пределах 0,3–5,0 мкм, спор плесневых грибов 0,3–5,0 мкм, дрожжей 2,5–10 \times 2,5–30 мкм (рис. 3). Поэтому большинство микроорганизмов, в т. ч. патогенных, должны беспрепятственно проходить через фильтр. Вместе с тем размеры соматических клеток больше бактериальной и могут достигать до 30 мкм (макрофаги – 8–30 мкм, лейкоциты – 10–20 мкм, эпителиальные клетки – 10–14 мкм). Таким образом, макрофаги и лейкоциты должны задерживаться фильтром, что будет искажать нормируемый показатель безопасности молока – содержание соматических клеток как косвенный показатель примеси маститного молока.

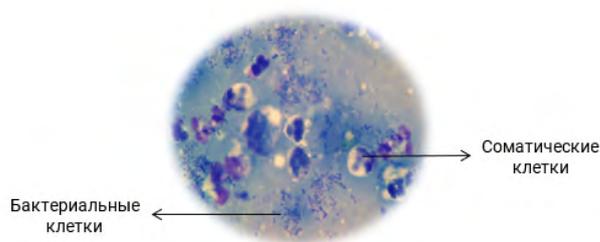


Рисунок 3. Микропрепарат сырого молока

В процессе исследований изначально определяли содержание соматических клеток в молоке после первичной очистки, т. е. прохождения сырого молока через первый фильтр (рис. 4), моделируя процесс очистки молока на ферме перед емкостью для сбора и резервирования. Затем определяли содержание соматических клеток при повторной очистке молока различными фильтрами (рис. 5), как возможной дополнительной очистке при отгрузке молока на переработку или при приемке на перерабатывающем предприятии.

При прохождении сырого молока через первый фильтр отмечено снижение количества соматических клеток в среднем на 50 %,

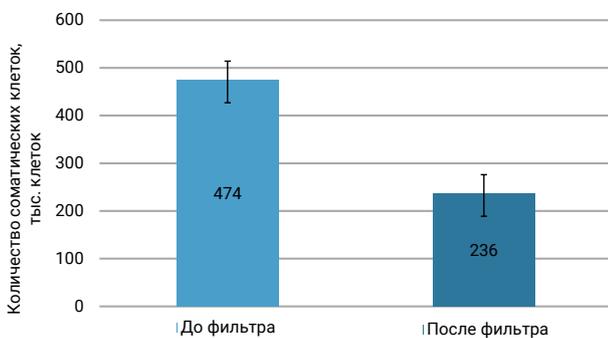


Рисунок 4. Содержание соматических клеток в сыром молоке до и после первичного фильтрования (n = 18)

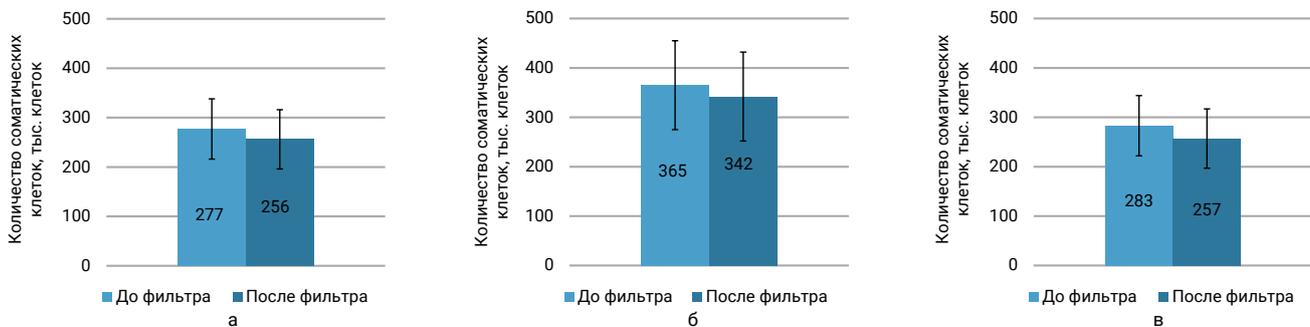


Рисунок 5. Содержание соматических клеток в сыром молоке до и после повторного фильтрования с использованием фильтров: а) антибактериального (n = 12); б) тонкой очистки (n = 14); в) Somatic (n = 14)

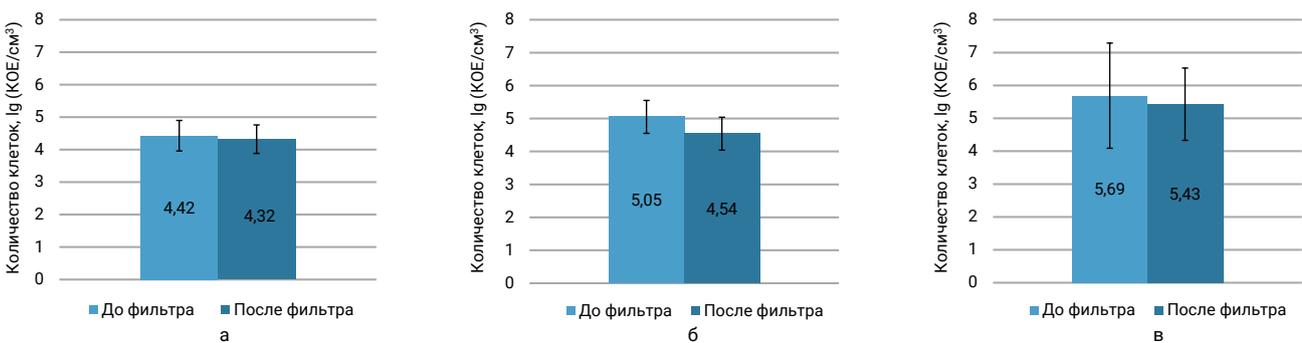


Рисунок 6. Общая бактериальная обсемененность (КМАФАМ) молока до и после фильтрования с использованием фильтров: а) антибактериального (n = 12); б) тонкой очистки (n = 14); в) Somatic (n = 14)

в то время как вторичная фильтрация при последующей очистке молока с помощью дополнительного фильтра обеспечивает снижение данного показателя на уровне погрешности метода (не более 10 %). Полученные результаты закономерны, т. к. при прохождении молока через первый фильтр задерживаются клетки крови, а эпителиальные клетки проходят как при первичной, так и повторной фильтрации, определяя показатель остаточного количества соматических клеток в молоке, который не является в таком случае косвенным показателем безопасности.

На втором этапе оценивалась эффективность очистки сырого молока с помощью полипропиленовых фильтров с различными характеристиками от бактериального загрязнения. На рисунке б показаны результаты исследования изменения показателя общей бактериальной обсемененности сырого молока при использовании различных фильтров.

Как свидетельствуют экспериментальные исследования, не зависимо от вида используемых фильтров фильтрование сырого молока закономерно не оказало значимого влияния на изменение показателя КМАФАМ, т. е. общей бактериальной обсемененности, включающей в т. ч. патогенные микроорганизмы, попадающие из маститного молока.

На рисунках 7 и 8 представлены результаты исследования влияния фильтров различного назначения на количество споровых форм клостридий и бацилл в сыром молоке. Стоит отметить, что исследования влияния очистки молока с использованием конкретных видов фильтров проводились в разное время года (антибактериальный – лето; фильтр тонкой очистки – весна; Somatic – зима), что повлияло на исходное содержание спор в молоке.

Несмотря на идентичный размер пор (на уровне 15–20 мкм) фильтров различной функциональной направленности, получены неоднозначные результаты по эффективности очищения молока от споровых форм микроорганизмов рода *Clostridium*. При фильтровании молока с использованием антибактериального фильтра не отмечено значимого влияния на содержание спор клостридий, что также можно связать с достаточно низким их исходным содержанием (рис. 7а). При использовании фильтра тонкой очистки и фильтра Somatic (рис. 7б и 7в) отмечено снижение споровых форм *Clostridium* на 23 и 20 % соответственно, что можно объяснить относительно крупными размерами образуемых спор отдельных видов клостридий, которые могут достигать 20 мкм, и значительным исходным их содержанием в молоке, полученном в весенне-зимний период, когда риск обсеменения клостридиями наиболее высок.



Источник изображений: freepik.com

Результаты, представленные на рисунке 8, показывают, что при фильтровании сырого молока с использованием всех видов фильтров отмечается незначительное снижение споровых форм аэробных микроорганизмов рода *Bacillus*, поскольку споры данных бактерий вне зависимости от их видовой принадлежности имеют меньшие размеры (до 7 мкм), чем споры клостридий.

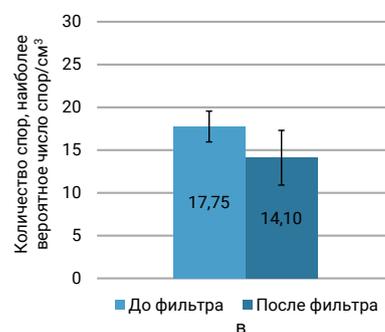
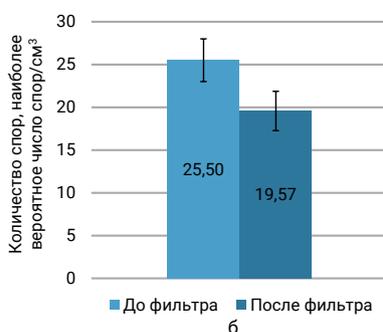
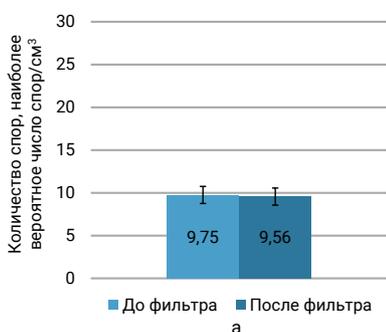


Рисунок 7. Содержание споровых форм микроорганизмов рода *Clostridium* в молоке до и после фильтрования с использованием фильтров: а) антибактериального (n = 12); б) тонкой очистки (n = 14); в) Somatic (n = 14)

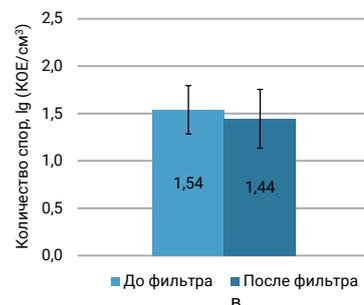
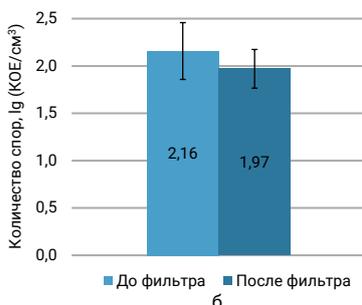
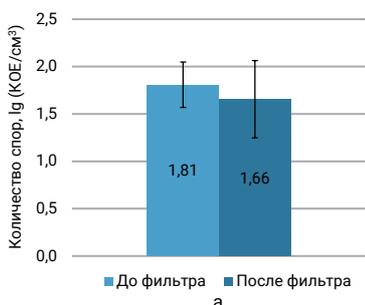


Рисунок 8. Содержание споровых форм микроорганизмов рода *Bacillus* в молоке до и после фильтрования с использованием фильтров: а) антибактериального (n = 12); б) тонкой очистки (n = 14); в) Somatic (n = 14)

Дрожжи и плесневые грибы являются микрофлорой порчи в сыроделии и при содержании их в большом количестве в исходном молоке для выработки сыра могут оказать негативное влияние на формирование показателей качества готовой продукции. На рисунках 9 и 10 представлены результаты микробиологических исследований молока до и после фильтрования относительно данных представителей технически вредной микрофлоры.

Согласно результатам, представленным на рисунке 9, отмечено влияние очистки молока с помощью полипропиленовых фильтров тонкой очистки и Somatic фильтров на снижение количества дрожжей (до 0,5 порядка), что закономерно, т. к. размер дрожжевых клеток сопоставим с размером пор фильтра.

Разброс полученных результатов относительно плесневых грибов (рис. 10) объясняется широкой вариацией размеров вегетативных грибов и спор (5–50 мкм) различных видов, контаминирующих сырое молоко.

Кроме исследования влияния фильтрования молока на его микробиологические показатели, нами также было изучено влияние данного процесса на физико-химический состав молока. В таблице 1 показаны результаты изменения состава основных компонентов молока в результате фильтрования.

Согласно данным, представленным в таблице 1, не выявлено статистически достоверных различий до и после фильтрования молока по исследуемым показателям массовой доли белка, жира, лактозы, СОМО, плотности и точки замерзания.

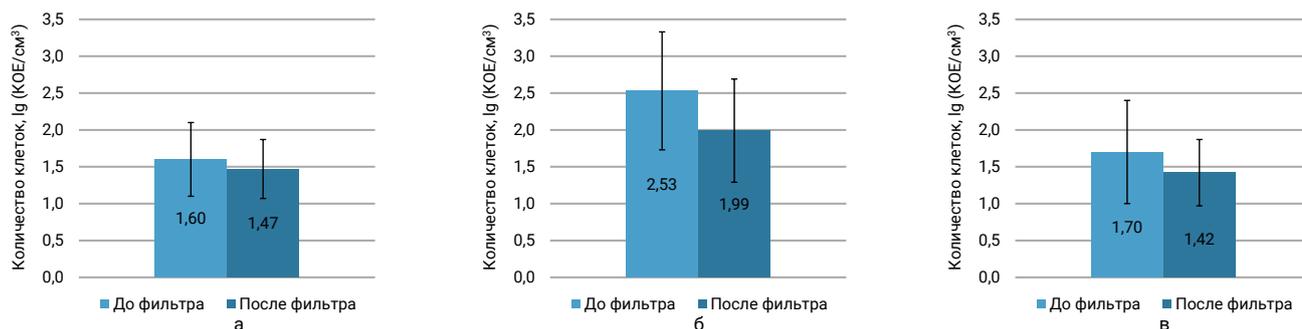


Рисунок 9. Содержание дрожжей в молоке до и после фильтрования с использованием фильтров: а) антибактериального (n = 12); б) тонкой очистки (n = 14); в) Somatic (n = 14)

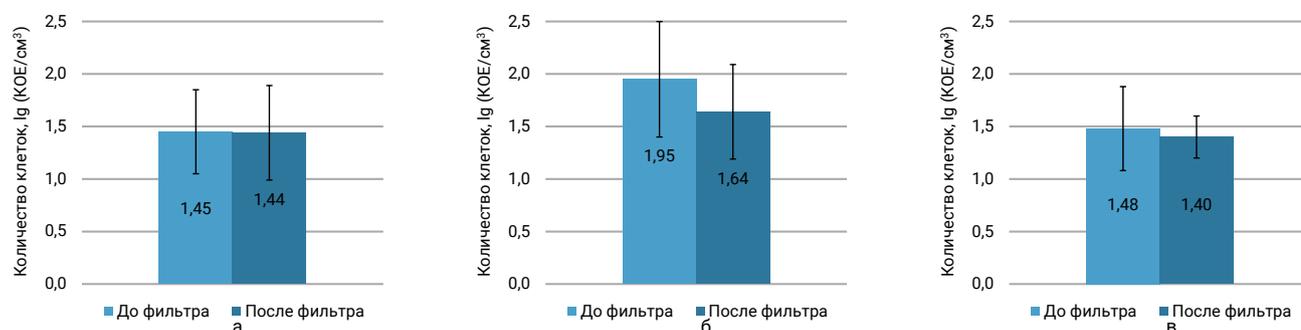


Рисунок 10. Содержание плесневых грибов в молоке до и после фильтрования с использованием фильтров: а) антибактериального (n = 12); б) тонкой очистки (n = 14); в) Somatic (n = 14)

Таблица 1. Средние значения физико-химических показателей до и после фильтрования и попарное сравнение выборок (t-тест)

Показатель	Среднее значение		t-статистика (по модулю)	t крит.
	до фильтра	после фильтра		
Массовая доля белка, %	3,19 ± 0,04	3,18 ± 0,04	0,45	2,10
Массовая доля жира, %	4,33 ± 0,41	4,40 ± 0,35	1,87	2,10
Массовая доля лактозы, %	4,64 ± 0,06	4,66 ± 0,06	1,13	2,10
СОМО, %	8,79 ± 0,12	8,82 ± 0,10	0,97	2,10
Плотность, кг/м³	1029,09	1029,06	0,24	2,10
Точка замерзания	-0,548	-0,551	1,30	2,12



Источник изображения: freepik.com

В таблице 2 приведены данные по исследованию белковых фракций молока до и после фильтрования.

Согласно результатам, представленным в таблице 2, данные по влиянию фильтрования на белковые фракции молока внутри одного образца до и после фильтра не имеют статистически значимых различий. Данную закономерность можно объяснить способностью белковых молекул молока за счет небольших размеров проходить через поры фильтрующего элемента. Основная часть казеина (около 95 %) содержится в виде мицелл, имеющих размер в пределах 0,1–0,2 мкм, а остальная – в виде мономеров и полимеров фракций казеина и субмицелл размером 0,02–0,04 мкм [23].

ВЫВОДЫ

Таким образом, экспериментально подтверждено, что очистка сырого молока с использованием фильтров тонкой очистки не оказывает значимого влияния на физико-химический состав молока, но приводит к существенному снижению количества соматических клеток, не оказывая значимого влияния на количество различных групп микроорганизмов. Данный факт делает невозможным использование показателя «количество соматических клеток» для объективной оценки микробиологической безопасности молока, т. е. наличия примеси маститного молока как источника патогенных микроорганизмов. ■

Таблица 2. Изменение белковых фракций молока до и после фильтрования (n = 40)

Вид фильтра		Массовая доля, %				
		общего азота	небелкового азота	общего белка	сывороточных белков	казеина
Антибактериальный	До фильтра	0,497 ± 0,060	0,007 ± 0,003	3,17 ± 0,06	0,57 ± 0,06	2,60 ± 0,06
	После фильтра	0,488 ± 0,060	0,007 ± 0,003	3,11 ± 0,06	0,43 ± 0,06	2,68 ± 0,06
Тонкой очистки	До фильтра	0,493 ± 0,060	0,010 ± 0,003	3,15 ± 0,06	0,59 ± 0,06	2,56 ± 0,06
	После фильтра	0,486 ± 0,060	0,007 ± 0,003	3,10 ± 0,06	0,48 ± 0,06	2,62 ± 0,06
Somatic	До фильтра	0,492 ± 0,060	0,019 ± 0,003	3,14 ± 0,06	0,29 ± 0,06	2,85 ± 0,06
	После фильтра	0,478 ± 0,060	0,017 ± 0,003	3,05 ± 0,06	0,27 ± 0,06	2,78 ± 0,06

Поступила в редакцию: 13.02.2025
Принята в печать: 12.05.2025

EFFECT OF FINE MESH FILTERS ON MILK SAFETY AND QUALITY

Galina M. Sviridenko

All-Russian Scientific Research Institute of Butter- and Cheesemaking – Branch of V. M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS, Uglich

ORIGINAL ARTICLE

Fine mesh filters improve the safety indicators of raw milk. They are expected to reduce somatic cell count and bacterial contamination, as well as to prevent technically harmful microflora from entering the cheese mass. The authors compared three types of commercial fine mesh filters labelled by manufacturers as antibacterial, fine-purification, and anti-somatic. The somatic cell count in the original milk and the filtered samples was controlled viscometrically. Such indicators as bacterial contamination, *Clostridium/Bacillus* spores, yeasts, and mold fungi were defined by sowing on dense nutrient media followed by viable cell counting. The physicochemical properties included the mass fraction of protein, fat, lactose, non-fat milk solids, density, freezing point, and protein fraction. The fine mesh filters had no statistically significant effect on the physicochemical composition of milk. However, their use led to false somatic cell count data, with no significant effect on the viable cell count of the abovementioned microorganisms. The somatic cell count, which is supposed to indicate mastitis milk, proved to complicate the microbiological safety control of dairy products.

Keywords: mastitis, somatic cells, control, milk purification filters, bacterial contamination

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **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>
2. **Свириденко, Г. М.** Молоко-сырье и молочные продукты – значимый источник пищевых токсикоинфекций / Г. М. Свириденко // Молочная промышленность. 2009. №7. С. 78–82. <https://elibrary.ru/rhiuht>
3. **Gomes, F.** Control of bovine mastitis: Old and recent therapeutic approaches / F. Gomes, M. Henriques // Current Microbiology. 2016. Vol. 72. P. 377–382. <https://doi.org/10.1007/s00284-015-0958-8>
4. **Rainard, P.** Knowledge gaps and research priorities in *Staphylococcus aureus* mastitis control / P. Rainard [et al.] // Transboundary and Emerging Diseases. 2018. Vol. 65. P. 149–165. <https://doi.org/10.1111/tbed.12698>
5. **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](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(88)79840-9)
6. **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/CDLI.8.5.959-964.2001>
7. **Benić, M.** Bovine mastitis: A persistent and evolving problem requiring novel approaches for its control—a review / M. Benić [et al.] // Veterinarski arhiv. 2018. Vol. 88(4). P. 535–557. <https://doi.org/10.24099/vet.arhiv.0116>
8. **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. <https://doi.org/10.1186/s12917-022-03197-5>
9. **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>
10. **Abril, A. G.** *Staphylococcus aureus* exotoxins and their detection in the dairy industry and mastitis / A. G. Abril [et al.] // Toxins. 2020. Vol. 12. (9). 537. <https://doi.org/10.3390/toxins12090537>
11. **Мигунова, О.** Современный подход к санитарно-гигиеническим проблемам на производстве – основа безопасности молочной продукции / О. Мигунова // Молочная промышленность. 2011. № 11. С. 40–42. <https://elibrary.ru/oizfgl>
12. **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>
13. **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/fmicb.2022.928346>
14. **Fuenzalida, M. J.** Negatively controlled, randomized clinical trial to evaluate intramammary treatment of nonsevere, gram-negative clinical mastitis / M. J. Fuenzalida, P. L. Ruegg // Journal of Dairy Science. 2019. Vol. 102(6). P. 5438–5457. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.928346>
15. **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>
16. **Wente, N.** Recurrent mastitis—persistent or new infections? / N. Wente [et al.] // Veterinary Microbiology. 2020. Vol. 244. 108682. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17324>
17. **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/10.1016/j.vetmic.2020.108682>
18. **Abo Elyazeed, H.** Genetic diversity and phylogenetic relationships of *Clostridium perfringens* strains isolated from mastitis and enteritis in Egyptian dairy farms / H. Abo Elyazeed [et al.] // BMC Microbiology. 2024. Vol. 24(1). P. 157. <https://doi.org/10.1186/s12866-024-03260-1>
19. **Mavangira, V.** Gangrenous mastitis caused by *Bacillus species* in six goats / V. Mavangira [et al.] // Journal of the American Veterinary Medical Association. 2013. Vol. 242(6). P. 836–843. <https://doi.org/10.2460/javma.242.6.836>
20. **Nieminen, T.** Toxinogenic *Bacillus pumilus* and *Bacillus licheniformis* from mastitic milk / T. Nieminen [et al.] // Veterinary Microbiology. 2007. Vol. 124. P. 329–339. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2007.05.015>
21. **Doyle, C. J.** Anaerobic sporeformers and their significance with respect to milk and dairy products / C. J. Doyle [et al.] // International Journal of Food Microbiology. 2015. Vol. 197. P. 77–87. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2014.12.022>
22. **Свириденко, Г. М.** Разработка межгосударственного стандарта. Методы определения соматических клеток в сыром молоке / Г. М. Свириденко // Молочная промышленность. 2015. № 6. С. 18–81. <https://elibrary.ru/twbevh>
23. **Тихомирова, Н. А.** Определение размера коллоидных белков молока методом динамического рассеяния света / Н. А. Тихомирова [et al.] // Молочная промышленность. 2017. № 10. С. 54–55. <https://elibrary.ru/zheqkh>