

## ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА МОЛОКА ЗАГОТОВЛЯЕМОГО НА МОЛОЧНО-ТОВАРНЫХ ФЕРМАХ

*Т. И. Шингарёва, В. А. Шаршунов, С. В. Красноцкий*

Рассмотрены вопросы состава молока заготавливаемого и повышения его качества на молочно-товарных фермах. Изучены факторы, оказывающие существенное влияние на сортность молока и микробиологические показатели: охлаждение, санитарно-гигиеническое состояние молочно-товарных ферм, бактофугирование. Проведен анализ зависимости состава молока от состояния здоровья животных, связанного с маститами. Приведены данные о нецелесообразности в настоящий период установки бактофуг на молочно-товарных фермах.

### **Введение**

В странах с развитым молочным скотоводством качеству молока уделяется особое внимание. В Беларуси в последние годы реконструкция и техническое переоснащение молочно-товарных ферм является главным направлением деятельности агропромышленного комплекса, обеспечивающим снижение затрат на производство продукции, повышение ее качества и конкурентоспособности как на внутреннем, так и на внешнем рынке. В связи с этим большое внимание уделяется переоснащению материально-технической базы животноводства [1].

Реализация молока для большинства сельскохозяйственных организаций служит одним из основных источников поступления финансовых средств на их расчетные счета, определяет экономику и является стратегическим направлением развития отрасли. Плата за молоко по качеству стимулирует и поддерживает на должном уровне технологию производства молока, соблюдение санитарно-гигиенических условий получения, здоровье животных, заинтересованность в повышении квалификации обслуживающего персонала. Низкое качество молока или несоответствие его стандартам наносит прямые убытки производителям и перерабатывающим предприятиям.

Наша страна находится в едином таможенном пространстве с Россией и Казахстаном, в рамках которого на молоко заготавливаемое распространяются единые критерии, что отражено в ТР ТС 033-2013 [2]. В то же время, в сравнении со странами Евросоюза, качество заготавливаемого молока существенно уступает. Для повышения эффективности в направлении улучшения качества молочного сырья в нашей стране в одностороннем порядке с 1 сентября 2015г. были ужесточены критерии сортности молока заготавливаемого [3].

Оплата за молоко-сырье в нашей стране проводится с учетом его сортности, устанавливаемой по показателям качества на предприятиях молочной промышленности. Одними из основных показателей, влияющими на сортность молока, являются микробиологические показатели. Поэтому производители молока ищут возможности обеспечить микробиологическую чистоту молока-сырья. Одним из эффективных методов является применение центробежных способов очистки молока на молочно-товарных фермах.

Исходя из вышеизложенного, целью работы явилось провести научный анализ критериев оценки показателей качества молока заготавливаемого и целесообразности применения центробежных методов очистки молока заготавливаемого на молочно-товарных фермах.

### **Результаты исследований и их обсуждение**

Основными компонентами молока (таблица 1) являются вода, жир, белок (казеины и сывороточные белки), сахар (лактоза) и минеральные вещества (соли, в первую очередь соли кальция и фосфаты). При этом состав молока может меняться в зависимости от рациона питания коров, стадии лактации (например, пониженное содержание казеина и лактозы на поздних стадиях лактации), заболеваний животного (мастит и др.), сезона года и др.

Таблица 1 – Компонентный состав сухих веществ молока

| Компонент                    | Диапазон содержания, % | Среднее содержание, % |
|------------------------------|------------------------|-----------------------|
| Лактоза                      | 4,0–5,0                | 4,8                   |
| Белки:                       | 3,0–3,5                | 3,3                   |
| <i>а) казеин</i>             | 2,2–2,8                | 2,6                   |
| <i>б) сывороточные белки</i> | 0,5–0,8                | 0,65                  |
| Жир                          | 3,0–5,0                | 3,5                   |
| Минеральные соли             | 0,6–0,9                | 0,7                   |

На качество и сортность молока оказывают влияние физико-химические, органолептические, микробиологические показатели и показатели безопасности. К микробиологическим показателям относится, прежде всего, бактериальная обсемененность молока и содержание в молоке соматических клеток. В сыром молоке могут присутствовать различные микроорганизмы (таблица 2) [4].

Таблица 2 – Состав микрофлоры молока

| Показатель                       | Содержание микрофлоры в 1 см <sup>3</sup> молока                        |
|----------------------------------|---|
| Психротрофные микроорганизмы     | $10^2$ – $10^6$   |
| Бактерии группы кишечной палочки | $10^2$ и выше   |
| Стафилококки                     | $10^1$ – $10^2$   |
| Микрококки и коринебактерии      | $10^2$ – $10^4$   |
| Энтерококки                      | $10^2$ – $10^4$   |
| Молочнокислые стрептококки       | $10^3$ – $10^6$   |
| Молочнокислые палочки            | $10^2$ – $10^4$   |
| Спорообразующие бактерии         | 10–20 и более (пастбищный период)<br>100–200 и более (стойловый период) |

Количественный и качественный состав микрофлоры сырого молока зависит от санитарно-гигиенических условий его получения и хранения на молочных фермах, транспортировки, хранения до переработки на молочных предприятиях. На показатель бактериальной обсемененности молока существенное влияние оказывают и зоологические факторы, а также используемые методы бактериальной санации молока: охлаждение, фильтрация, центрифугирование. Второй показатель – содержание соматических клеток в молоке, напрямую связан с состоянием здоровья животных и, прежде всего, заболеванием у коров молочной железы – маститами. Сегодня проблема маститов коров, несмотря на большое количество исследований по разработке средств диагностики, лечения и профилактики, является одной из самых острых не только в нашей стране, но и в мире, так как это приводит к значительным потерям в молочном скотоводстве [5–9].

Охлаждение сырого молока до низкой температуры изменяет биологическую активность микрофлоры и ее качественный состав. До широкого внедрения быстрого охлаждения и холодильного хранения, молоко на фермах медленно охлаждали сначала до 15–20 °С, затем до 8–10 °С, поэтому в нем преобладали мезофильные молочнокислые микроорганизмы. Это зачастую приводило к пороку молока-сырья «повышенная кислотность».

Таблица 3 – Влияние температуры охлаждения на развитие микроорганизмов в молоке

| Температура хранения, °С | Количество микроорганизмов в 1 см <sup>3</sup> через 24 ч | Степень размножения |
|--------------------------|---|---------------------|
| 1                        | 39 000  | отсутствует         |
| 5                        | 41 000  | незначительное      |
| 12                       | 220 000   | 5-кратное           |
| 14                       | 1 530 000   | 37-кратное          |
| 20                       | 55 000 000  | 1268-кратное        |

Быстрое и глубокое охлаждение молока до (4±2) °С и хранение при низких положительных температурах значительно замедляет рост молочнокислой микрофлоры, но может способствовать развитию психротрофных бактерий (*Pseudomonas* и др.) вследствие неактивности «конкурентов». Чем выше общая обсемененность охлажденного молока, тем выше относительное количество психротрофных микроорганизмов [10]. Развитие психротрофной микрофлоры сопровождается активизацией протеолитической активности выделяемых ими экзо- и эндоферментов, и, прежде всего, протеаз и липаз. Наличие их в молоке может вызвать следующие пороки вкуса и консистенции: горький, фруктовый и нечистый вкус, тягучесть консистенции [11].

В настоящий период проблема качества молока-сырья, несмотря на использование холодильного оборудования, сохраняет актуальность. Одним из узких мест остается санитарно-гигиеническое состояние молочно-товарных ферм (таблица 4), что может существенно интенсифицировать развитие микрофлоры в молоке-сырье, даже если такое молоко будет охлаждено до низкой температуры (4 °С) [12].

Таблица 4 – Условия получения молока на молочно-товарных фермах

| Условия получения молока | Количество микроорганизмов в 1 см <sup>3</sup> молока |
|--------------------------|---|
| Чистые коровы            | 4 300   |
| Чистая ферма             |   |
| Чистое оборудование      |   |
| Чистые коровы            | 39 100  |
| Загрязненная ферма       |   |
| Грязное оборудование     |   |
| Грязные коровы           | 136 500   |
| Грязная ферма            |   |
| Грязное оборудование     |   |

С другой стороны, от микробиологических примесей эффективным способом очистки молока является центрифугирование, осуществляемое на сепараторах-молокоочистителях или бактофугах, что основано на разности плотностей молока и микроорганизмов. Так, например, цельное молоко имеет плотность 1,028 г/см<sup>3</sup>, клетки вегетативных форм бактерий – 1,070–1,115 г/см<sup>3</sup>; аэробные и анаэробные споры – 1,130 г/см<sup>3</sup> и более. Плотность микроорганизмов превышает плотность молока, поэтому они, как более тяжелая фаза, под действием центробежной силы выделяются из молока. Причем споры бацилл и клостридий из молока удаляются легче, чем микроорганизмы в вегетативной форме, что объясняется их более высокой плотностью [13].

Однако, несмотря на высокую эффективность центробежных методов очистки для удаления споровой микрофлоры, следует учитывать, что при этом из молока удаляются не только бактерии, но и соматические клетки (до 95 %) [14].

Соматические клетки (далее СК) – это клетки тканей молочных желез, участвующих в секреции молока. Большинство СК, кроме отживших секреторных клеток, специальные белые кровяные тельца (лейкоциты), созданы для борьбы с инфекцией, вызванной

вмешательством бактерий, они производятся иммунной системой животного. СК всегда присутствуют в молоке, но там не размножаются. Их количество у здоровых коров составляет 10–100 тыс. в 1 мл молока. У высокопродуктивных коров повышение концентрации СК встречается чаще, поскольку у них устойчивость к стрессам, как правило, снижена. Согласно приведенным данным Гудкова А.В., в 1 мл молока СК содержится от 100 до 300 тыс., из которых до 90–91 % составляют эпителиальные клетки животного, не более 8 % – лейкоциты и лимфоциты и до 1 % – макрофаги [15].

В разных странах существуют разные показатели качества молока и здоровья вымени. Показатель по конкретной корове менее 200 000/ см<sup>3</sup> (в Европе ниже 100,000/ см<sup>3</sup>) – хороший индикатор здоровья вымени, без инфекций. При превышении этого уровня, риск наличия инфекции возрастает. По нормам многих европейских стран, в заготавливаемом молоке соматических клеток допускается не более 250 тыс./см<sup>3</sup>, а по последнему белорусскому стандарту – 500 тыс./см<sup>3</sup>.

Установлена прямая связь между содержанием соматических клеток и здоровьем животного и прежде всего, маститами (таблица 5) [1, 16].

Таблица 5 – Содержание соматических клеток и здоровье животного

| Среднее содержание соматических клеток в 1 см <sup>3</sup> молока | Здоровье вымени   |
|---|---|
| Менее 200 тыс.  | Очень хорошее   |
| 200–300 тыс.  | Хорошее   |
| 300–400 тыс.  | Удовлетворительное<br>(20 % коров имеют больное вымя)                                   |
| 400–500 тыс.  | Здоровье вымени под угрозой<br>(30 % коров имеют больное вымя)                          |
| 500–700 тыс.  | Наличие проблемы, здоровье вымени нарушено<br>(40 % коров имеют больное вымя)           |
| Свыше 700 тыс.  | Наличие острой проблемы, массовое нарушение здоровья<br>(50 % коров имеют больное вымя) |

Заболевания маститом могут быть клинические и субклинические (бессимптомные). Субклинические маститы представляют собой воспаление, которое незаметно визуально и для выявления требует диагностического исследования.

При маститах изменяются технологические свойства молока, что связано с изменением компонентного его состава (таблица 6) [17, 18].

Так, согласно приведенным данным таблицы 1 и 6, видно, что в молоке уменьшается содержание сухого вещества, молочного жира, казеина, лактозы, солей кальция, фосфора, калия, магния, витаминов. Параллельно с этим увеличивается содержание водорастворимых фракций белка (альбумина, глобулина), хлора, натрия, ферментов (каталазы, редуктазы, фосфатазы).

Повышенное расщепление основного белка молока – казеина снижает выход белковых продуктов. Изучение влияния количества СК в молоке на качество и выход российского сыра (Буткус С.Д., 1983 г.) выявило, что при выработке сыра из молока, содержащего СК более 500 тыс. снизило использование сухих веществ – на 10,7 %, общего белка – на 15,6 %, казеина на 15,1 %. Кроме того, в молоке с повышенным содержанием СК, из-за повышения липолитической активности, увеличивается отход жира в сыворотку, а изменение минерального состава увеличивает риск потери термоустойчивости молока и нарушает процесс ферментации молока заквасочной микрофлорой [17].

Таблица 6 – Состав молока здорового животного и больного маститом

| Показатели                   | Молоко здорового животного | Маститное молоко |
|------------------------------|----------------------------|------------------|
| Лактоза, %                   | 4,7                        | 3,9–4,5          |
| Жир, %                       | 3,8                        | 2,2 (1,5–3,5)    |
| Хлориды, %                   | 0,09–0,10                  | 0,147–0,15       |
| Общий белок, %               | 3,3                        | до 6,1           |
| в т. ч. казеин, %            | 2,7                        | 0,68–2,0         |
| сывороточные белки, %        | 0,7–0,8                    | 1,2–1,3          |
| Сухое вещество, %            | 12,5                       | до 10,8          |
| Кальций, %                   | 0,7                        | 0,16–0,6         |
| Активная кислотность, рН     | 6,5                        | 6,7–6,9          |
| Кислотность титруемая, °Т    | 16–18                      | 14,0–15,9        |
| Соматические клетки, тыс./мл | 100–300                    | 300–1000         |

Таким образом, применение центробежных способов очистки молока на фермах, несмотря на положительный эффект – снижение уровня различной микрофлоры, имеет обратную сторону – не позволяет производителям молочной продукции точно знать, изменен или нет компонентный состав молока, что напрямую зависит от здоровья животного. Применение молока с повышенным исходным содержанием СК, из-за нарушения ферментативной активности заквасочной микрофлоры, не позволяет обеспечить стабильные качественные показатели кисломолочных продуктов, снижает выход и качество белковых молочных продуктов (творог, сыр), приводит к большему пригарообразованию при термообработке, соответственно повышению материальных затрат на санобработку оборудования и другие отрицательные последствия.

### Заключение

В результате проведенных исследований показано, что состав микрофлоры молока может варьировать в широких пределах и зависит от санитарно-гигиенических условий его получения и хранения на молочно-товарных фермах. Существенное снижение микрофлоры достигается в результате быстрого и глубокого охлаждения молока ( $4 \pm 2$  °С) и применения центробежных способов очистки, в частности бактофугирования, основанного на разности плотностей молока и микрофлоры. Это положительно отражается на гигиене молока при получении на молочно-товарных фермах. Однако выявлено, что из молока при этом удаляются не только микроорганизмы, но и соматические клетки, служащие показателем состояния здоровья животного, повышенное содержание которых приводит к изменению компонентного состава и отрицательным последствиям при переработке такого молока. Поэтому, несмотря на положительную сторону, применение бактофугирования молока на молочно-товарных фермах пока преждевременно.

### Литература

- 1 Республиканский регламент. – Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – Минск: Белорусское сельское хозяйство, 2014. – 108 с.
- 2 ТР ТС 033/2013 – Технический регламент Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции».
- 3 СТБ 1598-2006 Молоко и молочные продукты. Термины и определения. Изменение № 3. – Минск: Госстандарт, 2015. – 13 с.
- 4 Банникова, Л.А. Микробиологические основы молочного производства: Справочник / Л.А. Банникова, Н.С. Королева, В.Ф. Семенихина: Под ред. Я.И. Костина. – М.: Агропромиздат, 1987. – 400 с.
- 5 Краевский, А.И. Бактериальный мастит у коров /А.И. Краевский, М.В. Рубленко, Г.П. Дюльгер и др. – Сумы: «Сумской национальный аграрный университет», 2014. – 215 с.
- 6 Серегин, И.Г. Производственный ветеринарно-санитарный контроль молока и молочных продуктов / И.Г. Серегин, Н.И. Дунченко, Л.П. Михалева // М.: ДеЛи принт, 2009. – 403 с.
- 7 Маститы: Причины, профилактика, лечение. – Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан // Казань, 2012. – 8 с.

- 8 Мастит: общая беда молочной промышленности – Режим доступа: <http://www.dairynews.ru/docs/mastit-obshchaya-beda-molochnoy-promyshlennosti-i-.html>.
- 9 Лемиш, А. Важнейшие аспекты борьбы с маститами коров /А. Лемиш, М. Хурсин, В.Обуховский, Н. Песоцкий // Наше сельское хозяйство. Ветеринария и животноводство. – 2013. – № 2. – С. 43–46.
- 10 Stepaniak L. Aktywnosc microbiologiczna w mleku surowym przechowywanym w niskich temperaturach. // Prz. mlecz. 1984. V. 33. N 5. S. 13–15.
- 11 Salih, A. H. Studies on some factors affecting milk lipolysis and the role of psychrotrophic bacteria / А.Н.А. Salih, S. Mohamed // Can. Inst. Food and Technol. J. 1985, V. 18, – N 3. – P. 40.
- 12 Шингарева, Т.И. Производство сыра / Т.И. Шингарева, Р.И. Раманаускас, – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – 340 с.
- 13 Шингарёва, Т.И. Способы очистки молока на предприятиях молочной промышленности / Т.И. Шингарёва, М.А. Глушаков, Е.О. Чупрунова // Вестник Могилёвского государственного университета продовольствия / редкол.: В.А. Шаршунов (гл. редактор) [и др.]. – Могилёв, 2010. – № 2 (9). – С. 20–25.
- 14 Шингарева, Т.И. Производство сыра: учеб. пособие для студентов высших учебных заведений по специальности «Технология хранения и переработки животного сырья» / Т.И. Шингарева, Р.И. Раманаускас. – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – С. 77.
- 15 Гудков, А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты: учебник для вузов. /А.В. Гудков. – М.: ДеЛи принт, 2003. – 800 с.
- 16 Недерева, О.Н. Лечение и профилактика маститов крупного рогатого скота/ Н.О. Недерева, зам. директора по науке ООО «НПЦ БелАгроГен» // AIRC.BY [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <http://airc.by/doc2/Маститы.pdf>. – Дата доступа: 01.03.2018.
- 17 Горбатова, К.К. Химия и физика молока и молочных продуктов / К.К. Горбатова, П.И. Гунькова ; под общ. ред. К.К. Горбатовой. – СПб. : ГИОРД, 2012. – 336 с.
- 18 Изменения качества молока при мастите. Режим доступа: [http://studbooks.net/843862/agropromyshlennost/izmeneniya\\_kachestva\\_moloka\\_mastite](http://studbooks.net/843862/agropromyshlennost/izmeneniya_kachestva_moloka_mastite).

*Поступила в редакцию 06.06.2018*