

УДК 637.116

Костюкевич С.А.

*Белорусский государственный аграрный технический университет»,
Минск, Республика Беларусь*

СТАБИЛИЗАЦИЯ ЖИРОВОЙ ФРАКЦИИ МОЛОКА ПРИ ДОЕНИИ КОРОВ В МОЛОКОПРОВОД

В целях более полного удовлетворения населения республики в продуктах питания необходимо не только наращивать производство животноводческой продукции, в том числе и молока, но и повышать его качество.

Качество молока как сырья для переработки зависит от физико-химических свойств, биологической полноценности, санитарного состояния, органолептических показателей и технологических свойств. Технологические свойства молока должны соответствовать его назначению. Так при производстве масла к молоку коров предъявляются требования, относящиеся к состоянию жировой фазы. Для производства масла используют молоко коров с круп-

ными жировыми шариками, так как мелкие жировые шарики в большом количестве переходят в пахту.

Имеются многочисленные данные об изменении отдельных компонентов молока при транспортировке по молокопроводу. При этом решающее значение имеет протяженность молокопровода, его разводка и расположение конечной ветви. При длинном молокопроводе (135 м) без технологических подъемов над кормовыми проездами жирность молока составила 3,95–3,98%, что на 0,24–0,40% выше, чем при использовании короткого молокопровода [2].

Из всех видимых структурных элементов молока лучше других выявляются жировые шарики. Они находятся во взвешенном состоянии в водных растворах молока и в совокупности составляют в нем молочный жир, или самую крупную дисперсную эмульсионную систему. В 1 см³ натурального молока коровы насчитывается от 2 до 5 млрд. жировых шариков. Диаметр их колеблется в пределах от 0,5 до 20 мкм. Крупных жировых шариков (15–20 мкм) на каждое поле зрения микроскопа встречается 2–3. В основном диаметр жировых шариков равен 1–4 мкм.

Каждый жировой шарик имеет собственную белково-липидную оболочку, которая представляет собой поверхностный адсорбционный слой. Оболочка не позволяет слиться жировым шарикам в единую сплошную массу. Однако белково-липидная природа оболочек жировых шариков обеспечивает их способность к слабому временному слипанию, которая возрастает по мере увеличения срока хранения молока. В результате многие жировые шарики собираются в кучки (агрегаты), наступает явление агрегации. Сила слипания у оболочек очень мала, но вполне достаточна для того, чтобы образовались конгломераты и ускорился процесс отстаивания сливок. Установлено, что крупные шарики (4–6 мкм) перемещаются в молоке вверх очень медленно – на несколько миллиметров в час. Жировой шарик диаметром 10 мкм за 24 часа поднимается только на 15 см, а шарик диаметром 2 мкм – на 0,6 см. При увеличении диаметра в 14 раз движение шариков ускоряется в 230 раз. Еще быстрее поднимаются кучки слипшихся жировых шариков [4].

Во время транспортировки молока по молокопроводу изменяются размеры и качество оболочек жировых шариков. При этом разрушаются оболочки шариков, дробятся белковые частицы, дисперсность их изменяется пропорционально дисперсности жира. При движении молока по молокопроводу происходит разрушение белковых оболочек жировых шариков, что приводит к увеличению дестабилизированного жира и свободных жирных кислот в молоке на 25–42% или в 1,3–1,6 раза. Объясняется это следствием механического воздействия, в результате чего жировые шарики группируются в конгломераты, оседающие на внутренних стенках доильного оборудования [1; 3].

Многочисленными исследователями (И.П. Баранова, П.Ф. Стариков, Н.Н. Голубцов, 1988; Е. Админ, Л. Лебедев, В. Федоров, 1988; А.Г. Атраментов, 1990) доказано, что устойчивое дисперсное состояние молочного жира характерно для первоначальной стадии его получения. В дальнейшем, при движении молока по молокопроводу происходит разрушение белковых оболочек жировых шариков.

вых шариков. При этом оголенный жир слипается и оседает на внутренних стенках доильно-молочного оборудования, что приводит к снижению его количества в молоке [4; 6].

Для обеспечения устойчивости жировой эмульсии молока в процессе выработки молочных продуктов необходимо стремиться сохранить целостность оболочек жировых шариков. Для этого необходимо сокращать до минимума воздействия на дисперсную фазу молока при транспортировке, хранении и обработке, избегать его вспенивания [5].

В последнее время для улучшения прохождения молока по молокопроводу, снижения потерь и дестабилизации основных компонентов молока применяют обработку молокопроводящих поверхностей доильного оборудования полимерными силиконовыми соединениями.

Целью исследований являлось изучение влияния силиконовых соединений на основе диметилдихлорсилана на устойчивость жировых шариков молока при доении коров в молокопровод.

Силиконовые соединения представляют собой бесцветные жидкости, хорошо растворяющиеся в органических растворителях. На поверхности материала они образуют гомогенную и очень тонкую полиорганосилоксановую пленку, устойчивую при температуре 300–400°C. Силиконовые пленки прочно прилипают к поверхности, обладают высокой адгезивной способностью, не изменяется под влиянием атмосферных воздействий, не смываются растворителями, придают гидрофобность обработанным поверхностям.

Схема исследований представлена в таблице 1.

Таблица 1

Схема исследований

Технологическая линия	Условия обработки доильно-молочного оборудования
1-я (контрольная)	Без обработки силиконовыми соединениями
2-я (опытная)	Смесь: 1 %-ный раствор метил(3,3,3-трифторпропил)дихлорсилана + 1 %-ный раствор диметилдихлорсилана
3-я (опытная)	1 %-ный раствор метил(3,3,3-трифторпропил)дихлорсилана
4-я (опытная)	1 %-ный раствор диметилдихлорсилана

Для реализации данной цели были сформированы по принципу пар-аналогов четыре группы коров – по 45 голов каждая. Условия кормления и содержания животных были одинаковыми. Доеение животных проводилось в молокопровод доильными установками «АДМ-8А». Внутренние поверхности молокопроводящих путей доильного оборудования модифицированы различными силиконовыми соединениями на основе диметилдихлорсилана. Исследова-

ния проводились в производственных условиях на ферме по производству молока ГП «Экспериментальная база «Жодино» Смоленвического района.

Для изучения жировой эмульсии получаемого молока в течение года в двукратной повторности ежемесячно отбирали среднесуточные образцы молока из каждой технологической линии. Для определения изменения жировой фазы молока разовые пробы, отобранные с помощью индивидуального счетчика молока, сравнивали с молоком, полученным на выходе из каждой технологической линии. В средних пробах молока определяли: содержание жира – на приборе «ЦЖМ–1», количество и диаметр жировых шариков определяли по методике И.И. Архангельского.

Полученный материал статистически обработан с помощью стандартных компьютерных программ, результаты сведены в таблицу и проанализированы.

Количество и средний диаметр жировых шариков молока до и после прохождения молока по молокопроводу представлены в таблице 2.

В ходе исследований установлено некоторое изменение количества и среднего диаметра жировых шариков молока после транспортировки его по молокопроводу. При этом на необработанной силиконовыми покрытиями внутренней поверхности доильной установки визуально наблюдалось обильное оседание сбившихся конгломератов молочного жира. На доильных установках, обработанных силиконовыми покрытиями, подобной тенденции не наблюдалось.

Таблица 2

Количество и средний диаметр жировых шариков молока

Показатели	Технологическая линия			
	1	2	3	4
До прохождения по молокопроводу				
Количество жировых шариков, млрд./ см ³	3,25±0,03	3,27±0,02	3,27±0,02	3,28±0,02
% к контролю	100,0	100,6	100,6	100,9
Средний диаметр жировых шариков, мкм	3,41±0,03	3,39±0,03	3,40±0,02	3,44±0,02
% к контролю	100,0	99,4	99,7	100,9
После прохождения по молокопроводу				
Количество жировых шариков, млрд./ см ³	3,59±0,02	3,63±0,03	3,37±0,03***	3,45±0,03**
% к контролю	100,0	101,1	93,8	96,1
Средний диаметр жировых шариков, мкм	3,03±0,04	3,07±0,05	3,31±0,05***	3,36±0,03***
% к контролю	100,0	101,3	109,2	110,9

Примечание: * - P<0,05, ** - P<0,01, *** - P<0,001.

Как видно из данных таблицы 2, количество жировых шариков в образцах молока до прохождения по молокопроводу на всех технологических линиях колебалось от 3,25 до 3,28 млрд./ см³. Разница колебаний в среднем не превышала

0,9 % ($P > 0,05$). Средний диаметр жировых шариков составил 3,39–3,44 мкм. Различия по диаметру также не превышали 0,9 % ($P > 0,05$).

Однако, после транспортировки молока по молокопроводу количество жировых шариков на 1 линии (контроль) увеличилось на 0,34 млрд./ см³ или на 10,5 % ($P < 0,001$), а их средний диаметр уменьшился на 0,38 мкм или на 8,5 % ($P < 0,001$).

На 2-й линии количество жировых шариков в пробах молока повысилось на 0,36 млрд./ см³ или на 11,0 % ($P < 0,01$). Средний диаметр жировых шариков снизился на 0,32 мкм или на 8,5 % ($P < 0,001$).

На 3-й линии, обработанной 1 %-ным раствором метил (3,3,3-трифторпропил)дихлорсилана, количество жировых шариков в молоке после транспортировки по молокопроводу увеличилось незначительно (на 0,1 млрд./ см³) или на 3,0 % ($P > 0,05$), а их диаметр снизился на 0,09 мкм или на 2,7 % ($P > 0,05$). При этом в сравнении с контролем количество жировых шариков в молоке данной линии было ниже на 6,2 % ($P < 0,01$), а их средний диаметр выше на 9,2 % ($P < 0,001$).

При использовании 1 %-ного раствора диметилдихлорсилана (4-я линия) количество жировых шариков в молоке после транспортировки по молокопроводу возросло на 0,17 млрд./см³ или на 5,2 % ($P > 0,05$), а диаметр снизился на 0,08 мкм или на 2,3 % ($P > 0,05$). В сравнении с контрольной линией количество жировых шариков в молоке понизилось на 8,7 % ($P < 0,01$), а их диаметр был выше на 10,8 % ($P < 0,001$).

Модификация внутренних поверхностей доильного оборудования силиконовыми соединениями на основе диметилдихлорсилана способствует сохранению устойчивости жировой эмульсии молока, снижению дестабилизации жировых шариков молока в процессе прохождения по молокопроводу, что способствует получению более высококачественного молока. Наименьшее изменение жировой фракции молока установлено на 3-ей и 4-ой технологических линиях: количество жировых шариков изменилось на 3 и 5,2 % соответственно.

Литература:

1. Админ, Е. Потери молочного жира при транспортировке молока по молокопроводам / Е. Админ, Л. Лебедев, В. Федоров // Молочное и мясное скотоводство. – 1988, №3. – С. 21–22.
2. Безенко, Т.И. Повышение качества молока и снижение его потерь /Т.И. Безенко /Резервы увеличения производства молока. – М., 1986. С. 159–168.
3. Вальдман, Э.К. Об опыте работы по сокращению потерь продукции животноводства / Э.К. Вальдман //Животноводство. – 1985, №2. – С. 32–34.
4. Горбатова, К.К. Биохимия молока и молочных продуктов /К.К. Горбатова. – Санкт-Петербург : ГИОРД, 2004. – 320 с.
5. Кусанова, Б.Т. Состав и технологические свойства молока как сырья для производства молочной продукции /Б.Т. Кусанова //Аграрная наука – сельскому хозяйству : сб. статей. В 3 кн. Междунар. науч.-практ. конф. – Барнаул: Из-во АГАУ, 2008. Кн. 2. – С. 75–77.

6. Марусич, С.А. Снижение потерь основных компонентов молока при транспортировке по молокопроводу, обработанному кремнийорганическими соединениями /С.А. Марусич //Конкурентоспособное производство продукции животноводства в Республике Беларусь. – Сб. науч. тр. – Жодино, 1998. – С. 67–68.