

Таблица 2

Содержание молочного жира и белка, %

| I группа | Содержание | | II группа | Содержание | |
|-----------|------------|-------|-----------|------------|-------|
| | жира | белка | | жира | белка |
| Габби | 4,1 | 3,5 | Дания | 4,8 | 3,6 |
| Гаванна | 4,0 | 3,5 | Колея | 4,5 | 3,5 |
| Гагра | 3,9 | 3,6 | Груша | 4,0 | 3,8 |
| Газель | 4,2 | 3,5 | Аукуба | 5,1 | 3,6 |
| Гайза | 4,1 | 3,6 | Анюта | 4,6 | 3,6 |
| Гайна | 4,0 | 3,3 | Варька | 4,3 | 3,6 |
| Гайя | 4,2 | 3,6 | Армене | 4,0 | 3,6 |
| Гамиль | 3,9 | 3,6 | Аляска | 4,5 | 3,5 |
| Ганка | 3,3 | 2,9 | Варька | 3,6 | 3,5 |
| Гасконь | 4,3 | 3,5 | Беляна | 5,4 | 5,1 |
| Гвиана | 3,9 | 3,6 | Ложка | 4,3 | 3,2 |
| В среднем | 4,0 | 3,5 | В среднем | 4,5 | 3,7 |

нами был произведен пересчет валового удоя коз в обеих группах на 305 дней лактации (табл. 3).

Сравнивая показатели двух исследуемых групп коз, можно сделать вывод о том, что значимых различий в их молочной продуктивности за 305 дней лактации не выявлено. Разница между группами по удою за лактацию практически отсутствует (0,2 кг). Наряду с этим следует отметить, что нубийско-зааненские помеси превосходят своих чистопородных зааненских сверстниц по продуцированию молочного жира и белка. Данный показатель важен при производстве сметаны, масла и сыра. По выходу молочного жира и белка животные II группы превосходили своих сверстниц из I группы на 12,6% и 5,4% соответственно.

Проведенные нами исследования показали более высокий уровень молочной продуктивности нубийско-зааненских коз-помесей F₁, у которых в сравнении с зааненскими сверстницами более длительный лактационный период, более высокое содержание жира и белка в молоке, что позволяет рекомендовать их к более широкому использованию для производства товарного молока.

УДК 637.115/637.12:639

МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА ДОИЛЬНОМ ОБОРУДОВАНИИ В КОЗОВОДСТВЕ И МОЮЩИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ИХ УДАЛЕНИЯ

Г. П. ДЕГТЕРЕВ, Е. В. МАШОШИНА

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева

Рассматривается механизм образования загрязнений в процессе машинного доения, обусловленный особенностью состава и микроструктуры козьего молока, и рекомендации по выбору компонентов, необходимых при создании нового щелочного моющего средства для удаления загрязнений с поверхности доильного оборудования в молочном козоводстве.

Ключевые слова: молочные загрязнения, адсорбция, адгезия, моющее средство, козье молоко, доильное оборудование.

Таблица 3

Молочная продуктивность коз зааненской породы и нубийско-зааненских помесей за 305 дней лактации

| Кличка животного | Показатель, кг | | |
|------------------|------------------------|-------------------------|----------------|
| | Удой 305 дней лактации | Получено молочного жира | Получено белка |
| I группа | | | |
| Габби | 546,4 | 22,4 | 19,1 |
| Гаванна | 714,9 | 28,6 | 25,0 |
| Гагра | 796,8 | 31,1 | 28,7 |
| Газель | 763,3 | 32,1 | 26,7 |
| Гайза | 645,9 | 26,5 | 23,3 |
| Гайна | 521,3 | 20,9 | 17,2 |
| Гайя | 611,1 | 25,7 | 22,0 |
| Гамиль | 505,7 | 19,7 | 18,2 |
| Ганка | 700,9 | 23,1 | 20,3 |
| Гасконь | 608,3 | 26,2 | 21,3 |
| Гвиана | 583,6 | 22,8 | 21,0 |
| В среднем | 636,2 | 25,4 | 22,3 |
| II группа | | | |
| Дания | 443,3 | 21,3 | 16,0 |
| Колея | 570,8 | 25,7 | 20,0 |
| Груша | 965,1 | 38,6 | 36,7 |
| Аукуба | 535,1 | 27,3 | 19,3 |
| Анюта | 528,7 | 24,3 | 19,0 |
| Варька | 595,5 | 25,6 | 21,4 |
| Армене | 976,9 | 39,1 | 35,2 |
| Аляска | 645,3 | 29,0 | 22,6 |
| Варька | 601,8 | 21,7 | 21,1 |
| Беляна | 580,5 | 31,3 | 29,6 |
| Ложка | 556,9 | 24,0 | 17,8 |
| В среднем | 636,4 | 28,6 | 23,5 |

The paper presents comparative data in milk production of goats saanen and nubian-saanen crosses first lactation.

Key words: saanen, nubian-saanen crosses, milk productivity.

Шаталов Вячеслав Аркадьевич, канд. с.-х. наук, тел. (499) 976-06-90, e-mail: kozovodstvo@gmail.com

Проведенные нами исследования и анализ литературных данных о механизме образования биопленочных загрязнений на доильном оборудовании в козоводстве, обусловленный особенностями состава и микроструктуры козьего молока [1], характеризуется рядом особенностей.

Возможные преобразования, происходящие с молоком в процессе машинного доения коз, и пос-

тепленное образование поверхностных загрязнений в доильных аппаратах, молокопроводах и других молокопроводящих системах доильных установок можно представить в виде схемы, представленной на рисунке.

В момент выхода из соска животного молоко представляет собой стабилизированные частицы цельного жира, равномерно распределенные в водной среде по всему объему (рисунок, а).

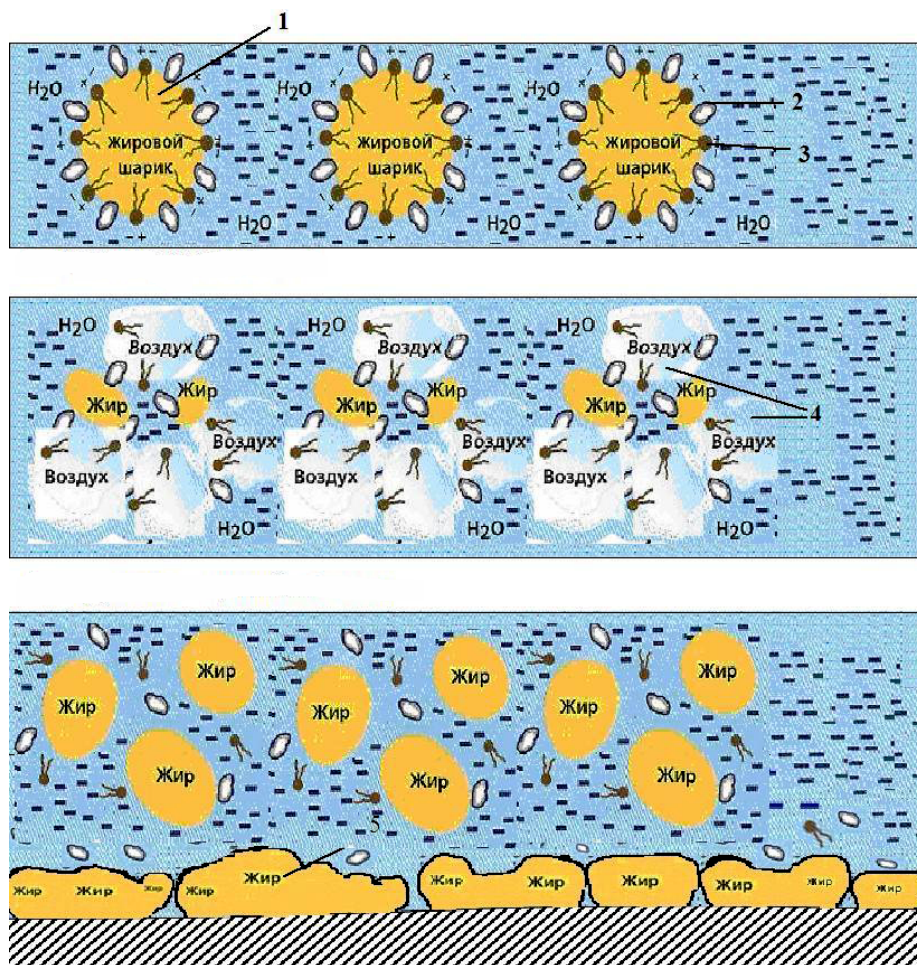
В 1 см³ натурального молока содержится от 3 до 5 млрд жировых шариков диаметром от 0,1 до 20 мкм, находящихся в водной фазе [2]. Все они на первом уровне стабилизированы белково-липоидной оболочкой в виде поверхностно-адсорбционного слоя из полярных компонентов молока, удерживаемого вокруг жирового шарика за счет сил поверхностного натяжения. Наружная сторона пленки жировых шариков, обращенная к водной фазе, состоит из белковой оболочки с сильно гидратированными группами молекул, ориентированных по направлению к данной фазе. Возможно, что этот белковый компонент на поверхности жировых шариков удерживается за счет молекулярных связей с лецитином, обладающим высокой поверхностной активностью и который является своеобразным мостиком между белком, жиром и водой [3]. Второй, наиболее развитый стабилизирующий слой состоит из воды, так же обладающей полярными свойствами. Связанная вода находится в оболочке между гидрофильными боковыми цепями белка и активно препятствует слиянию жировых шариков между собой и осаждению их на поверхности доильного оборудования. Между этими слоями находится третий слой, обеспечивающий прочную связь между белковым и липидным слоями с помощью электростатических сил [2].

В процессе доения соли жесткости, в виде ионов входящие в состав молока, и воздух, попадающий в молокопровод при гидродинамическом перекачивании молока, воздействуют на жировые шарики, лишая их защитной оболочки, состоящей из белково-липоидного и гидратного активного слоев, и электрического заряда. В результате, жировые шарики, лишившись своей защитной оболочки, становятся гидрофобными и неустойчивыми (рисунок, б).

В последующей стадии, в результате межмолекулярного при-

тяжения, обусловленного силами Ван-дер-Ваальса, плохо очищенные и дефектные участки поверхности оборудования «притягивают» к себе жировые шарики, лишившиеся в значительной степени своей белково-липоидной, гидратной оболочки и электрического заряда. Мы наблюдаем образование центров адгезии и кристаллизации масла, представляющих собой биопленочные жировые загрязнения и желеобразные отложения (рисунок, в).

Процесс образования загрязнений на поверхности оборудования протекает поэтапно. В начальной стадии происходит разрушение защитного белково-лецитинового и двойного электрического слоев вокруг жировых шариков. Это ведет к ослаблению гидратного защитного слоя и образованию неустойчивых жировых макрозерен масла [3]. В последующей стадии наблюдается укрупнение жировых шариков и их адгезия и кристаллизация масла на поверхности оборудования в виде желеобразных отложений и жировых биопленочных загрязнений. На последующем этапе соли жесткости, входящие в состав молока и очищающих растворов, создают армирующий слой, который кристаллизуется и превращается в поверхностно-адсорбционные связанные загрязнения.



Механизм образования биопленочных загрязнений:

а – цельный жировой шарик; б – разрушение защитной оболочки; в – образование биопленочных загрязнений; 1 – жировой шарик; 2 – белок; 3 – лецитин; 4 – воздух; 5 – биопленочное загрязнение на поверхности оборудования

Таблица 1

Состав композиций щелочных моющих средств, разработанных для очистки доильного и молочного оборудования в козоводстве, %

| Компоненты композиции | Композиция | | |
|-----------------------|------------|------|------|
| | № 1 | № 2 | № 3 |
| Базовый раствор | 74,9 | 94,9 | 80,0 |
| АФД-10 | — | 5,0 | — |
| Синтамид-5 | 25,0 | — | — |
| Тритичная окись амина | 0,1 | 0,1 | 20,0 |

Удаление таких загрязнений, особенно пристенного монослоя, состоящего, практически из жира, водой и растворами неэффективных моющих средств удалить невозможно, и они со временем переходят в прочно (глубинно) связанные загрязнения в виде «молочно-го камня».

До 80–85 % загрязнений, образующихся на поверхности доильного и молочного оборудования в скотоводстве и козоводстве относятся к адсорбционно-связанным загрязнениям [4].

Для очистки оборудования от адсорбционно-связанных и биопленочных загрязнений в козоводстве требуются специальные высокоэффективные щелочные моющие средства.

Поэтому нами был проведен анализ веществ, входящих составов композиций известных и широко применяемых в молочном производстве жидких щелочных моющих средств.

Как известно первая стадия процесса очистки заключается в смачивании обрабатываемых поверхностей доильно-молочного оборудования [5]. Улучшение смачивания достигается введением в раствор поверхностно-активных веществ (ПАВ).

Однако, такая очистка поверхностей водными растворами ПАВ не в состоянии обеспечить эффективное удаление в случае адгезионно-связанных с поверхностью оборудования загрязнений. Поэтому в состав моющих растворов, как правило, вводят щелочные вещества, способствующие повышению коэффициента очистки [5, 6].

Значительно повышает коэффициент очистки молокопровода, доильных аппаратов и сосковой резины введение в раствор ПАВ едкого калия и метасиликата натрия [7].

Подобная закономерность прослеживается и при введении в композиции моющих средств – комплексобразователей, например, триполифосфата натрия и оксиэтилендифосфоновой кислоты [8].

На основании выбранных известных и традиционно применяемых щелочных веществ, антикоррозионных добавок, поверхностно-активных веществ (ПАВ), комплексобразователей и дезинфицирующих веществ были разработаны и исследованы в лабораторных условиях три рецептуры моющих средств.

Опытная партия разработанных средств была изготовлена на предприятии опытно-технологической фирмы «Этрис» (г. Торжок, Тверской обл.).

Таблица 2

Результаты испытаний моющих средств

| Испытываемые моющие средства | Остаточная загрязненность на очищенной поверхности, г/м ² | |
|------------------------------|--|-----------|
| | при 40 °С | при 50 °С |
| Состав № 1 | 0,30 | 0,26 |
| Состав № 2 | 0,22 | 0,18 |
| Состав № 3 | 0,20 | 0,16 |
| Катрил | 0,48 | 0,42 |
| ЩМС-5 | 0,36 | 0,30 |

Принцип составления композиций был выбран следующий.

В начале изготовлен базовый раствор состава, %:

Триполифосфат натрия – 9

Метасиликат натрия (силикатный модуль 2,4) – 4,5

Гидроксид калия (едкий калий) – 4,5

Оксиэтилендифосфоносовая кислота – 1,0

Моноэтиловый эфир этиленгликоля – 5,0

Гипохлорит натрия – 11,0

Вода дистиллированная – до 100

Затем были приготовлены растворы неионогенных поверхностно-активных веществ (Н-ПАВ) для введения в базовый раствор (различных по химическому составу):

окись алкилдиметиламина (алкилдиметиламинооксид $C_nH_{2n} + 1(CH_3)_2 \cdot NO$, где $n = 8$) ККМ = 0,1 %; 50%-й раствор;

синтамид 5 (N – моно- (2 полиэтиленгликоль этил) амид $C_nH_{2n} + CONHCH_2CH_2O (C_2H_4O)_m \cdot H$, где $n = 10-16$; $m = 5-6$; оксиэтилированный алканоламид; ККМ = 0,5; 20%-й раствор;

неонол АФД-10 (оксиэтилированный пара-н-нонилфенол АСК $\text{C}_6\text{H}_4\text{O}-(CH_2-CH_2-O)_n \cdot H$, где $n = 10$) алкиловые эфиры полиэтиленгликоля; ККМ = 0,004; – 20%-й раствор.

Концентрацию Н-ПАВ определяли исходя из значений критической концентрации мицеллообразования (ККМ) в рабочих растворах при концентрации равной – 1,0 % (10 г/л). Указанные концентрации Н-ПАВ позволяют объективно определить возможность использования данного раствора ПАВ для удаления с поверхности любого типа загрязнений [5, 7, 8].

Состав композиций приведен в табл. 1.

Моющие средства готовили следующим образом. В емкость, имеющую водяную рубашку и мешалку заливают воду в соответствии с рецептурой, указанной в табл. 1. При включенной мешалке загружают вначале базовый раствор, при этом через рубашку прокачивают горячую воду и подогревают смесь до 50–55 °С и в течении 3–5 мин перемешивают. Затем загружают ПАВ. После приготовления состав охлаждают до комнатной температуры.

Исследование эффективности моющего действия растворов щелочных моющих средств (согласно составов № 1, № 2, № 3) проводили на лабораторной установке по методике, разработанной в МИИСП имени В.П. Горячкина [5].

Установка представляет собой емкость в форме цилиндра с механической мешалкой и водяной рубашкой, которая обеспечивает заданную температуру режимов очистки и сопоставимость условий испытаний.

В качестве модельных загрязнений использовали свежее козье сливочное масло.

Модельные образцы представляют собой шлифованные пластины из нержавеющей стали, размером $70 \times 30 \times 2$ мм.

Перед нанесением модельного загрязнения экспериментальные образцы тщательно промываются в горячем растворе ($T = 60$ °С) щелочного моющего средства с использованием волосистой щетки. Ополаскивают образцы дистиллированной водой в двух последовательно установленных емкостях. Высушивают вначале между двумя листами фильтровальной бумаги, обезжиривают спиртом и высушивают. Загрязнитель, растопленный на водяной бане при температуре 50 °С, равномерным слоем в количестве $0,90-0,95$ г наносится с помощью мягкого шпателя на поверхность образца с одной стороны. После этого загрязненный образец кладется в термощкаф, прогретый до 50 °С, и выдерживается в течение 30 мин для равномерного распределения загрязнений на пластине и лучшей их адгезии с поверхностью. Затем образец охлаждается при комнатной температуре, в результате этого масло затвердевает.

Очищающую способность растворов оценивали весовым способом, по массе остаточного загрязнения на образце после очистки. Экспериментальные образцы взвешивали в чистом виде, с нанесенным загрязнением и после очистки на аналитических весах Vibra HTR-80E (специальный (I) класс точности, ГОСТ 24104). Остаточное загрязнение образца M , выражаемое в граммах на единицу площади поверхности ($г/м^2$), определяли по отношению разницы массы образца после очистки m_1 и массы чистого образца m к площади поверхности S по формуле:

$$M = (m_1 - m) / S.$$

Воду использовали при жесткости 8 ммоль/л. Опыты проводили в пяти повторностях при температурах моющего раствора 40 и 50 °С, при концентрации моющего средства 10 г/л и времени очистки – 3 мин. Результаты испытания приведены в табл. 2.

Как видно из таблицы 2, растворы предложенного моющего средства обеспечивают эффективную очистку твердой поверхности от козьего сливочного масла, как при низкой температуре – 40 °С, так и при повышенной – 50 °С. Зачастую при проведении санитарно-гигиенической очистки доильных аппаратов, молочного оборудования и молочной посуды в козоводстве в производственных условиях приходится выполнять вручную при допустимых низких температурах ($40-45$ °С).

Из трех исследуемых композиций окончательно была выбрана и запатентована композиция № 3, обладающая лучшим моющим действием по отношению к загрязнениям на основе козьего молока, хорошей биоразлагаемостью моющего средства и умеренным пенообразованием.

Моющее средство представляет собой прозрачный раствор с легким желтым оттенком, плотностью 1138 кг/м³; при концентрации 10 г/л (1% по массе) раствор моющего средства имеет рН 10,3, умеренное пенообразование (20мм) и поверхностное натяжение $45,5 \cdot 10^{-3}$ н/м, что обеспечивает необходимое качество очистки оборудования. Прозрачность, расслоение, помутнение, запах и щелочность указанных составов в течение 6 мес. остаются постоянными.

Предложенное щелочное моющее средство может использоваться как для ручной, так и для механизированной очистки доильных аппаратов и молочной посуды в козоводстве. Низкое и неустойчивое пенообразование данного моющего средства позволяет эффективно применять его при СІР-мойке доильно-молочного оборудования в замкнутых системах очистки молокопроводящих системах доильных установок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дегтерев Г.П., Машошина Е.В., Остроухов А.И. Специфика очистки загрязнений козьего молока с поверхности доильного оборудования // Овцы, козы, шерстяное дело. 2014. № 3.
2. Тиняков Г.Г., Тиняков В.Г. Микроструктура молока и молочных продуктов. М.: Пищевая промышленность, 1972. 256 с.
3. Масло и молочный жир [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://russia.westfalia-separator.com/fileadmin/GEA_WS_Russia/PDFs/Масло_и_молочный_жир.pdf
4. Дегтерев Г.П. Механизм очистки загрязненных поверхностей молочного оборудования // Молочная промышленность. 1999. № 7.
5. Дегтерев Г.П. Применение моющих средств. М.: Колос, 1981. 239 с.
6. Неволин Ф.В. Синтетические моющие средства. М.: Пищепромиздат, 1957. 285 с.
7. Моор В. Мойка и дезинфекция в моющем деле. М.: Пищепромиздат, 1957.
8. Остроухов А.И. Повышение эффективности очистки доильно-молочного оборудования щелочными моющими растворами в воде различной жесткости: дис. ... канд. техн. наук. М., 2013. 134 с.

The article discusses the mechanism of contamination during milking, due to the peculiarities of composition and microstructure of goat's milk, and guidelines for choosing the components needed to create a new alkaline detergent to remove dirt from the surface of the milking equipment in the dairy goat breeding.

Key words: milk contamination, adsorption, adhesion, goat milk, milking equipment.

Дегтерев Георгий Павлович, доктор техн. наук, профессор, Машошина Елена Васильевна, ст. преподаватель, тел. (499) 976-43-97.