

## ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА МОЛОКА ПУТЕМ МОДИФИКАЦИИ СИЛИКОНОВЫМИ ПОКРЫТИЯМИ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ДОЕНИЯ КОРОВ

С.А. КОСТЮКЕВИЧ

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

Приведены исследования по изучению влияния обработки оборудования для доения коров силиконовыми соединениями на санитарное качество молока.

*We have conducted research into the influence of milking equipment treatment with silicon-organic compounds on the sanitary quality of milk.*

### Введение

На сегодняшний день в республике продукция молока сорта «Экстра» превышает по стоимости высший сорт примерно на 24–25 %, что может существенно сказаться на экономической эффективности молочного скотоводства. В соответствии с требованиями государственного стандарта молоко сорта «Экстра» должно содержать не менее 3,0 % белка, 8,5 % обезжиренного молочного остатка, не более 100 тыс./см<sup>3</sup> микробных клеток.

Основным критерием в оценке соответствия молока требованиям СТБ 1598–2007 «Молоко коровье. Требования при закупках» и показателем качества явилось содержание в нем общего количества микроорганизмов, поскольку этот показатель является одним из основных при оценке сортности реализуемой продукции.

Качество молока во многом зависит от санитарного состояния оборудования для доения коров. Для его гигиенической обработки имеется ряд моющих и дезинфицирующих средств, а также режимов их использования. Однако спрос на эти средства удовлетворен не полностью, некоторые из них не отвечают предъявляемым требованиям, что непосредственно отражается на качестве получаемого молока и молочных продуктов. Поэтому возникает необходимость изыскания новых, более современных способов, улучшающих санитарное качество молока. Одним из таких способов является обработка молочного оборудования силиконовыми соединениями на основе дихлорсилана.

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

кипящим декагидронафталином, водным раствором плавиковой кислоты или спиртовым раствором едкого калия. Силиконовые пленки сохраняются на обработанной поверхности в течение 3 лет. Их действие нарушается только при механическом обтирании или загрязнении поверхностей [2, 5].

По номенклатуре ИЮПАК, соединения с одним атомом кремния рассматривают как производные силана  $SiH_4$ , указывая в названии все связанные с атомом кремния заместители, кроме атомов водорода. Например,  $(CH_3)_2SiHCl$  — диметилдихлорсилан,  $CF_3CH_2CH_2SiCl_3$  — 3,3,3 — трифторпропилтрихлорсилан [1].

Кремнийорганические соединения применяют в качестве гидрофобизаторов, аппретов для стекловолокна, строительных материалов, наполнителей пластмасс, для модифицирования поверхностей сорбентов и других материалов; получения покрытий для микроразнообразных устройств; в качестве исходного сырья в синтезе катализаторов полимеризации пестицидов, лекарственных средств; как сшивающие и модифицирующие агенты для различных полимеров, в качестве теплоносителей (до 400 °С); тетраметилсилан — эталонное вещество в спектроскопии [1].

В сельском хозяйстве, в частности в животноводстве, силиконовые покрытия получили очень широкое распространение из-за ряда преимуществ:

- хорошие антиадгезивные свойства;
- высокие температурные пределы использования;
- по молекулярному строению схожи с натуральными веществами, что делает их применение безопасными для живых организмов;
- высокая пластичность материала и его свойств, обеспечивающая легкость нанесения на различного рода поверхности;
- экологическая безопасность материала и его безвредность для окружающей среды.

Основным недостатком силиконовых покрытий является недостаточное количество производств силикона и дороговизна импортных материалов.

Основным направлением применения кремнийорганических покрытий в животноводстве является наружное и внутреннее покрытие различных труб, шлангов, баков, емкостей для хранения, переработки и транспортировки продукции животноводства [3].

На молочно-товарных фермах силиконовые материалы применяются в основном для покрытия молокопроводов, пластиковых труб, шлангов и их соединений. Также ими покрываются емкости для сбора и хранения молока. Основным преимуществом применения силикона во внутреннем покрытии труб и шлангов для прокочки по ним молока являются его антиадгезивные свойства.

При использовании обычных (без покрытия) труб и шлангов частицы молока проникают в микротрещины и «застревают» в них. Эти частицы прокисают и являются благоприятной средой для развития различных микроорганизмов, что неизбежно снижает сорт молока и эффективность его производства. Этот процесс нежелателен, т. к. производители постоянно пытаются увеличить сроки хранения молока, чтобы сделать свою продукцию более конкурентоспособной. Силиконовые покрытия не допускают адгезии частиц молока на поверхности молокопровода и значительно сокращают затраты на промывку труб и шлангов [6, 7].

### Основная часть

Целью данных исследований являлось изучение качества молока при обработке оборудования для доения коров силиконовыми покрытиями на основе дихлорсилана. Схема исследований представлена в табл. 1.

Таблица 1. Схема исследований

Линия	Условия обработки оборудования для доения коров
Новое оборудование	
1-я (контрольная)	Без обработки силиконовыми покрытиями
2-я (опытная)	1%-й раствор метил(3,3,3-трифторпропил)дихлорсилана
3-я (опытная)	1%-й раствор диметилдихлорсилана
Оборудование, бывшее в эксплуатации	
1-я (контрольная)	Без обработки силиконовыми покрытиями
2-я (опытная)	1%-й раствор метил(3,3,3-трифторпропил)дихлорсилана

При использовании нового доильно-молочного оборудования для мойки применяли кальцинированную соду, а для дезинфекции – 0,5%-й раствор дезмола.

Результаты исследований, характеризующие санитарно-гигиенические показатели молока, представлены в табл. 2 и 3.

Как видно из данных табл. 2, бактериальная обсемененность молока, полученного на 2-й линии, обработанной смесью 1%-го раствора метил(3,3,3-трифторпропил)дихлорсилана и диметилдихлорсилана, за период исследований была на 11,1 тыс./см<sup>3</sup> микроорганизмов или на 2,6 % ( $P > 0,05$ ) ниже, чем молока с контрольной линии. Коли-титр молока находился в пределах 0,001–1,0, а в начале исследований (первый месяц) кишечная палочка обнаруживалась в разведении 0,1–1,0. Со второго по шестой месяцы эксплуатации оборудования, бактерии группы кишечной палочки были обнаружены в разведениях 0,01–1,0, а с седьмого по двенадцатый — 0,001–1,0. Обработка доильного оборудования смесью 1%-го раствора метил(3,3,3-трифторпропил)дихлорсилана и диметилдихлорсилана не оказала существенного влияния на бактериальную обсемененность полученного молока.

Нанесение на внутренние поверхности доильно-молочного оборудования 1%-го раствора метил(3,3,3-трифторпропил)дихлорсилана способствовало созданию условий для получения молока более высокого санитарного качества с бактериальной обсемененностью на 119,3 тыс./см<sup>3</sup>, или на 28,0 %, ( $P < 0,001$ ) ниже по сравнению с молоком, полученным на доильной установке без обработки силиконовым покрытием. Вследствие улучшения качества промывки доильно-молочного оборудования и создания соответствующих санитарно-гигиенических условий получения молока, в течение трех месяцев после нанесения силиконового покрытия в нем не обнаруживали бактерий из группы кишечной палочки. На четвертом месяце исследований коли-титр колебался от 0,1 до 1,0, а после девяти месяцев эксплуатации установки он составлял 0,01–1,0.

При обработке доильной установки 1%-м раствором диметилдихлорсилана бактериальная обсемененность молока за период исследований была ниже на 56,9 тыс./см<sup>3</sup>, или на 13,4 %, ( $P < 0,01$ ), чем молока с контрольной линии. Коли-титр молока находился на уровне 0,01–1,0. Причем в течение второго-шестого месяцев коли-титр составил 0,1–1,0, а в последующие месяцы бактерии группы кишечной палочки обнаруживались в разведениях 0,01–1,0.

При обработке силиконовым покрытием доильного оборудования, бывшего в эксплуатации более двух лет (табл. 3), бактериальная обсемененность молока со 2-й линии за период исследований была ниже, чем из контрольной линии на 147,3 тыс./см<sup>3</sup>, или на 37,9 %, ( $P < 0,001$ ). Коли-титр молока находился в пределах 0,01–1,0, при этом в течение первых двух месяцев после обработки оборудования силиконовым покрытием бактерии группы

Таблица 2. Санитарно-гигиенические показатели молока (новое оборудование)

Показатели	Технологические линии			
	1	2	3	4
Бактериальная обсемененность, тыс./см <sup>3</sup>	426,2±11,8	415,1±14,3	306,9±20,0	369,3±11,8
Коли-титр	0,001–1,0	0,001–1,0	0,011,0	0,01–1,0
Кислотность, °Т	16,8±0,3	16,7±0,3	16,5±0,2	16,7±0,2
Количество соматических клеток, тыс./см <sup>3</sup>	298,5±34,9	358,2±19,1	283,9±18,6	318,0±30,6
Группа по механической загрязненности	1	1	1	1

кишечной палочки не выявлялись. На третьем-пятом месяцах коли-титр молока находился на уровне 1,0, а затем — 0,01–1,0 до окончания исследований.

Таблица 3. Санитарно-гигиенические показатели молока (оборудование, бывшее в эксплуатации)

Показатели	Технологические линии	
	1	2
Бактериальная обсемененность, тыс./см <sup>3</sup>	389,2±22,5	241,9±26,6
Коли-титр	0,001–1,0	0,01–1,0
Кислотность, °Т	17,1±0,3	16,6±0,2
Количество соматических клеток, тыс./см <sup>3</sup>	360,2±21,3	342,0±18,1
Группа по механической загрязненности	1	1

Бактериальная обсемененность молока с контрольной линии в начале исследований не превышала 261,4 тыс./см<sup>3</sup> микроорганизмов, а затем на шестом-девятом месяцах исследований (летний период) количество микроорганизмов в молоке аналогично возросло до 465,9–488,0 тыс./см<sup>3</sup>.

Бактериальная обсемененность молока, полученного на опытной линии в течение восьми месяцев после модификации силиконовым покрытием оборудования для доения коров, была ниже 300 тыс./см<sup>3</sup>. Повышение содержания микроорганизмов в молоке до 401,2 тыс./см<sup>3</sup> отмечалось на девятом месяце исследований, что связано с сезонными условиями. На протяжении шести месяцев исследований количество микроорганизмов колебалось от 123,6 до 142,4 тыс./см<sup>3</sup>, что свидетельствует о высокой эффективности примененного антиадгезивного покрытия и хорошем санитарном состоянии доильно-молочного оборудования. В последующие месяцы качество покрытия несколько снизилось, т. к. бактериальная обсемененность повысилась к двенадцатому месяцу до 184,3 тыс./см<sup>3</sup>.

Количество микроорганизмов в молоке повышалось пропорционально росту бактериальной обсемененности внутренней поверхности доильно-молочного оборудования, и более резкое повышение бактериальной обсемененности молока отмечалось в летний период, т. к. более высокая температура окружающего воздуха способствовала повышенному росту микроорганизмов.

Бактериальная обсемененность молока повышалась после прохождения по контрольному молокопроводу, не обработанному силиконовыми покрытиями, как в первом, так и втором опытах и находилась в пределах 339,2–426,2 тыс./см<sup>3</sup> микроорганизмов.

Количество соматических клеток в молоке, полученном на опытной линии, в среднем за период исследований колебалось от 141 до 494 тыс./см<sup>3</sup>, что соответствовало требованиям для молока высшего сорта.

Важным показателем в оценке санитарно-гигиенических качеств молока является его кислотность, которая косвенно свидетельствует об уровне микробного обсеменения молока в результате сбраживания бактериями молочного сахара.

Кислотность получаемого молока отвечала требованиям высшего сорта. Однако следует отметить, что обработка внутренних поверхностей доильно-молочного оборудования кремнийорганическими соединениями способствовала некоторому снижению кислотности молока на 0,1–0,5 °Т ( $P > 0,05$ ) в сравнении с кислотностью молока с контрольной линии. Объясняется это тем, что бактериальная обсемененность молока, полученного на опытных линиях, была значительно ниже, что, в свою очередь, повлияло и на кислотность молока.

По группе механической загрязненности молоко контрольной и опытной линий в течение всего периода исследований соответствовала только первой группе.

Модификация силиконовыми покрытиями внутренних поверхностей оборудования для доения коров способствует повышению качества молока вследствие улучшения условий промывки и санитарного состояния доильно-молочного оборудования, что позволяет получать высококачественное

молоко, удовлетворяющее требованиям к сырью для производства продуктов питания. Вместе с тем следует отметить, что качество получаемого молока на обработанных силиконовыми покрытиями установках несколько ухудшалось к концу исследований, что указывает на снижение действия нанесенного покрытия.

### Заключение

Молоко, полученное на доильном оборудовании, обработанном 1%-м раствором метил(3,3,3-трифторпропил)дихлорсилана (новое оборудование), имело более высокие санитарные показатели:

бактериальная обсемененность была на уровне 306,9 тыс./см<sup>3</sup>, или на 28,0 % ( $P < 0,001$ ) ниже чем в контроле, а во втором опыте — 141,9 тыс./см<sup>3</sup>, или на 37,9 % ( $P < 0,001$ ) ниже в сравнении с контролем. Бактериальная обсемененность молока из линии, обработанной диметилдихлорсиланом, находилась в среднем на уровне 369,3 тыс./см<sup>3</sup>, или на 13,4 % ( $P < 0,01$ ) ниже чем в контроле. По бактериальной обсемененности, кислотности и коли-титру молоко из 3 и 4-й опытных технологических линий отнесено к высшему сорту согласно СТБ 1598–2007 «Молоко коровье. Требование при закупках».

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев, П.Г. Свойства кремнийорганических жидкостей : справочник / П.Г. Алексеев, И.И. Скороходов, П.П. Поварнин. М.: Энергоатомиздат, 1997. 328 с.
2. Андрианов, К. Полимеры с неорганическими главными цепями молекул / К. Андрианов М.: Колос, 1962. 148 с.
3. Барановский, М.В. Усовершенствованная технология получения молока высокого качества / М.В. Барановский, В.К. Смунова. Рекомендации БелНИИЖа. Мн: Ураджай, 1988. 15 с.
4. Барановский, М.В. Нетрадиционные методы улучшения санитарного состояния доильно-молочного оборудования / М.В. Барановский // Тез. докл. науч.-произв. конф. «Улучшение качества производимого молока». Тарту, 1990. С. 9–12.
5. Божант, В. Силиконы / В. Божант, В. Хваловский, И. Ратоуски. М., 1960. С. 28–289.
6. Костюкевич, С.А. Способ улучшения санитарного состояния доильных установок / С.А. Костюкевич // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сб. научных трудов. Горки : БГСХА, 2000. С. 88–89.
7. Марусич, С.А. Санитарное состояние доильных установок АДМ-8, обработанных силиконовыми покрытиями / С.А. Марусич // НТИ и рынок. Минск, 1997, № 3. С. 26–29.