

М.В. БАРАНОВСКИЙ, О.А. КАЖЕКО, В.Н.ТИМОШЕНКО,
А.С. КУРАК

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПЕРВИЧНОЙ ОЧИСТКИ МОЛОКА

*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

Приведены результаты исследований, проведённых в условиях производства молока на молочно-товарном комплексе «Берёзовица» РУП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района Минской области. Объектом для изучения являлась автоматизированная доильная установка «Параллель» 2×17 («WestfaliaSurge», Германия), предметом – способ очистки молока от механических загрязнений при вертикальном расположении устройства для фильтрации, качество молока. Усовершенствован технологический процесс первичной обработки (очистки) молока от механических примесей и загрязнений, заключающийся в применении вертикального способа фильтрации с использованием новых образцов фильтроэлементов, изготовленных ООО «Полимер» (г. Гомель, Республика Беларусь) из волокнисто-пористого нетканого материала методом пневмоэкструзии с установленной оптимальной длиной трубчатого фильтрующего полотна равной 20 сантиметров. Также изучены состав, технологические и санитарно-гигиенические показатели молока, прошедшего стадию очистки усовершенствованным способом фильтрации при доении коров на автоматизированной доильной установке «Параллель» 2×17 («WestfaliaSurge», Германия) в короткий молокопровод.

Ключевые слова: доильная установка, молокопровод, очистка молока, фильтрующие элементы, качество молока.

M.V. BARANOVSKY, O.A. KAZHEKO, V.N. TIMOSHENKO,
A.S. KURAK

IMPROVEMENT OF TECHNOLOGICAL PROCESS OF MILK PRIMARY PURIFICATION

*Research and Practical Center of the National Academy of Sciences
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

Results of research carried out in the conditions of milk production at the dairy complex “Berezovitsa” of RUE “ZhodinoAgroPlemElita” of Smolevichi district in Minsk region are presented in the paper. The research object was the automated milking plant “Parallel” 2×17 (“WestfaliaSurge”, Germany), the subject was the method of milk cleaning of mechanical impurities at vertical arrangement of the filtering device, and milk quality. The technological process of primary treatment (purification) of milk from mechanical impurities has been improved, consisting in the use of a vertical filtration method with new samples of filter elements manufactured by Polymer LLC (Gomel, Republic of Belarus) made of fibrous-porous nonwoven material by pneumo-extrusion method with optimal length of the tubular filter cloth of 20 centimeters. Also composition, technological and sanitary-and-hygienic parameters of milk has been studied,

which passed the stage of purification by an improved filtration method when milking cows at automated milking plant "Parallel" 2x17 ("WestfaliaSurge", Germany) into a short milk pipe.

Keywords: milking plant, milk pipe, milk purification, filter elements, milk quality.

Введение. Молоко является исключительно ценным пищевым продуктом, который имеет огромное значение в питании человека, поскольку молоко и молочные продукты содержат весь спектр питательных веществ, в том числе и незаменимых, необходимых человеку для жизни.

Несмотря на достигнутые успехи в наращивании объемов производства молока, особую актуальность для Беларуси сегодня приобрел вопрос повышения качества молока. Спрос на молочную продукцию обуславливает необходимость производства молока, состав, биологическая и пищевая ценность которого должны соответствовать требованиям потребителя не только внутри страны, но и за ее пределами.

В общей технологической цепи получения молока первичная обработка занимает одно из главных мест. К основным ее элементам относят очистку молока, его охлаждение и хранение до отправки на предприятия молочной промышленности.

Применение сепараторов-очистителей является одним из распространенных способов очистки молока от механических примесей. Процесс очистки здесь происходит в закрытом потоке без вспенивания молока, при этом значительно снижается количество микроорганизмов. Использование центробежных очистителей позволяет удалять из молока не только механические примеси, но и слизь, сгустки фибрина, клетки эпителия и форменные элементы крови, а также микроорганизмы. Количество извлекаемой примеси составляет примерно 0,06% от массы молока, прошедшего через очиститель [1, 2].

Существенным недостатком вышеуказанного способа очистки молока является отсутствие возможности автоматического удаления накопленного осадка и циркуляционной промывки сепаратора. Кроме того, центробежная очистка молока вызывает повреждение оболочек жировых шариков и увеличение содержания дестабилизированного жира (в 2,0-2,5 раза), происходит ухудшение качества молока, увеличение потерь продукции. При центробежной очистке 1 т молока на ОМ-1 потери в пересчете на учетную массу составляют 23,5 килограмма. Очистка при температуре 35-40°C разрушает колонии микроорганизмов и интенсифицирует их рост в процессе последующего хранения. Отмечено более быстрое снижение термостойкости очищенного молока по сравнению с неочищенным.

Согласно данным источников [3, 4] к центробежной очистке молока на фермах следует прибегать только при наличии молока от проблемных лактирующих коров, в других случаях – достаточно фильтрования.

В доильных установках с доением, как в стойлах, так и в доильных залах, очистка молока от различных загрязнений осуществляется в потоке, для чего перед каждым доением устанавливаются современные фильтрующие элементы отечественного или импортного производства. Использование современных молочных фильтров, изготовленных из различного вида сырья, преимущественно из нетканых полотен, (разными способами производства) позволяет обеспечить должное качество молока-сырья на стадии первичной обработки. Так, очистку с тонкостью фильтрации 50 мкм, что соответствует первой группе чистоты, обеспечивают применяемые в настоящее время фильтры из иглопробивного термоскрепленного полотна по ТУ 17-14-255-85, выпускаемые Сыктывкарской фабрикой нетканых материалов (Россия). В Республике Беларусь ООО «Нетканый мир» (г. Пружаны) производит аналогичные фильтрующие элементы.

Согласно данным источника [5] использование нетканых фильтрующих элементов на доильных установках для очистки молока от механических загрязнений, изготовленных иглопробивным способом, повышает эффективность очистки молока от различных примесей и улучшает качество молока-сырья. Однако даже в фильтрах из нетканых материалов при засорении фильтрующего элемента отверстия забиваются и давление начинает проталкивать более пластичные частицы внутрь. Эти частицы являются впоследствии основными источниками для развития бактерий. В связи с этим, все существующие фильтры можно использовать лишь как фильтры грубой очистки.

Воронежской компании ООО «Гера» удалось создать принципиально новый фильтр для тонкой очистки молока, который большие жировые шарики (20-25 мкм) пропускает беспрепятственно, а мелкие механические частицы (10 мкм) задерживает внутри фильтрующего элемента. Данный фильтр эффективно очищает молоко не только от механических примесей, но и существенно снижает содержание соматических клеток.

Таким образом, первичная обработка молока, и, в частности, очистка его от механических примесей с использованием различного рода фильтров и фильтрующих элементов является важным условием производства молока и молочных продуктов высокого качества. А, учитывая постоянно растущий спрос в мире и Республике Беларусь на высококачественные молочные продукты, повышение требований к сырью для их производства, сегодня актуальным остаётся поиск путей получения молока высокого санитарного качества, одним из которых является совершенствование технологического процесса первичной обработки (очистки) молока на молочно-товарных комплексах с использованием инновационных физико-технических решений.

Цель исследований - усовершенствовать технологический процесс первичной обработки (очистки) молока с использованием фильтрующих элементов нового поколения. Изучить химический состав, дисперсность молочного жира, технологические свойства и санитарно-гигиенические показатели молока.

Материал и методика исследований. Исследования проведены на базе лаборатории технологии машинного доения и качества молока РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству» и в условиях производства молока на молочно-товарном комплексе «Берёзовица» Республиканского дочернего унитарного предприятия «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района Минской области.

Объектом для проведения исследований являлась автоматизированная доильная установка «Параллель» 2×17 («WestfaliaSurge», Германия).

Предмет исследований – способ очистки молока от механических загрязнений при вертикальном расположении устройства для фильтрации, качество молока.

В качестве фильтрующего элемента использовались фильтрующие элементы нового поколения, обладающие определённым набором градиентных структурных характеристик производства ООО «Полимер» (г. Гомель).

Преддоильная подготовка молочной железы подопытных животных, включающая стимуляцию рефлекса молокоотдачи и санитарно-гигиеническую обработку вымени, осуществлялась согласно требованиям Республиканского регламента «Организационно-технологические требования при производстве молока на молочных комплексах промышленного типа» [6].

Санитарная обработка доильной установки производилась согласно п.3.1 и 3.2 «Санитарных правил по уходу за доильными установками и молочной посудой, контролю их санитарного состояния и санитарного качества молока» [7].

Качество промывки доильного оборудования оценивалось по нормам, прописанным в «Ветеринарно-санитарных правилах для молочно-товарных ферм сельскохозяйственных организаций, личных подсобных и крестьянских (фермерских) хозяйств по производству молока» (п. 83 глава 6 «Ветеринарно-санитарные требования к доильно-молочному оборудованию») [8].

На протяжении исследований изучались следующие показатели:

- количество молока, подвергнутого очистке – по данным зоотехнического учета;
- содержание массовой доли жира, %; белка, %; лактозы % – на приборе «Милко-Скан 605»;

- плотность - согласно ГОСТу 3625 «Молоко и молочные продукты. Методы определения плотности»;
- кислотность ($^{\circ}\text{T}$) - согласно ГОСТу 3624 «Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности»;
- механическая загрязненность (группа чистоты) – согласно ГОСТу 8218 «Молоко. Метод определения чистоты»;
- количество соматических клеток (тыс./см³) – согласно ГОСТу 23453 «Молоко. Методы определения соматических клеток»;
- бактериальная обсемененность молока (тыс./см³) – согласно ГОСТу 9225 «Молоко и молочные продукты. Методы микробиологического анализа».

Морфологическую оценку молока проводили под бинокулярным микроскопом NIKON, что позволяло визуализировать жировые шарики.

Качество сборного молока оценено в соответствии с техническими условиями СТБ 1598-2006 «Молоко коровье. Требования при закупках» (изменения № 3) [9].

Полученные результаты исследований обработаны биометрически по общепринятым методам вариационной статистики по П. Ф. Рокицкому [10] с использованием компьютерной программы Microsoft Excel.

Результаты эксперимента и их обсуждение. Из существующих способов очистки молока наибольшее применение при доении коров на автоматизированных доильных установках приобрёл способ первичной очистки молока фильтрованием. Мониторинг фильтрующих элементов позволил установить, что в хозяйствах республики используются три вида молочных фильтров: фильтрующие элементы рукавного типа, сшитые из спанбела (спанбонда), плотностью 60-90 г/м²; фильтрующие элементы рукавного типа, сделанные из иглопробивного термоскрепленного полотна, со сваренными швами, плотностью 120-160 г/м³; фильтрующий элемент тонкой очистки трубчатого типа из полипропилена. Последний из вышеперечисленных фильтроэлементов, позиционируется как «фильтр тонкой очистки молока». В отличие от фильтрующих элементов из спанбонда и иглопробивного термоскрепленного полотна, данный фильтр способен очистить молоко не только от посторонних примесей, но и от микроорганизмов и соматических клеток, при этом экономя значительные средства на его приобретение.

В контексте предлагаемых решений были изучены экспериментальные модели фильтрующих элементов нового поколения, выполненные в виде бескаркасного полого цилиндра с возможностью удержания формы из волокнисто-пористого нетканого материала из полимерных волокон, полученных пневмоэкструзией. Отличительной особенностью использования новых модельных образцов фильтрующих элементов является то, что полимерное волокно, образующее фильтрующий

элемент, имеет объемистость и прочную структуру за счет формирования многослойных последовательно расположенных, не имеющих выраженных границ чередующихся слоев с образованием проводящих каналов. По ходу протекаемого на очистку молока диаметр волокон уменьшается со 100 до 10 мкм, а плотность их упаковки увеличивается с 0,1 до 0,5. Это позволяет реализовать в объеме одного фильтроэлемента последовательную очистку молока от крупных, средних, мелких механических загрязнений, а также – от анаэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов, в том числе соматических клеток.

По предварительной оценке установлено, что первичная очистка молока вертикальным способом фильтрации с использованием экспериментальных образцов фильтрующих элементов обеспечивала удаление механических примесей и получение молока 1-ой группы чистоты, снижение содержания соматических клеток с 407 тыс./см³ до 255 тыс./см³ (в среднем на 60%), уровня бактериальной обсеменённости - до 300 тыс./см³. Молоко после очистки имело кислотность 16-17 °Т, плотность - 1028,3 г/см³ и по данным показателям соответствовало сорту «Экстра» согласно СТБ 1598-2006 «Молоко коровье. Требования при закупках». Не обнаружены потери молочного жира.

Однако, при проведении первичной очистки молока было отмечено, что за одну дойку площадь фильтрующего полотна (фильтропласта трубчатого ФТ-35-5,5-340-Ж1) использовалась лишь частично (примерно - 20 см от его длины).

В дальнейшем требовалось проверить степень очистки молока от механических примесей при длине фильтрующего полотна на 14 см короче исходного уровня. В связи с этим, помимо фильтроэлементов, имеющих длину 34 см, была изготовлена партия фильтров длиной 20 сантиметров и проведена оценка качества очистки молока.

Результаты очистки молока от механических примесей новыми опытными образцами фильтрующих элементов представлены в таблице 1, из которой следует, что очистке подвергалось молоко в количестве от 5810 до 6400 кг за одно доение. При этом на очистку поступало молоко, полученное в основном от здоровых коров, и лишь в исключительных случаях - от коров, дающих реакцию на скрытый (субклинический) мастит.

Установлено, что за период исследований очистке от примесей фильтрующими элементами меньшей длины подверглось в среднем на 81 кг молока больше в сравнении с более длинными. Масса механических загрязнений, полученных в процессе первичной обработки молока данными фильтрами, была несколько выше (в среднем за одну дойку – на 0,33 грамма). Однако эти различия не достоверны, а объясняются лишь несколько большей массой молока утреннего надоя, при очистке которого применялись короткие (20 см) фильтрующие элементы.

Следует отметить также, что оба варианта первичной обработки позволили получить высокую степень очистки молока от механических примесей. Небольшая масса механических примесей (2,4-4,8 грамма) указывает на то, что на данном молочно-товарном комплексе лактирующие коровы содержатся в хороших санитарных условиях, а преддоильная подготовка молочной железы, включающая стимуляцию рефлекса молокоотдачи и санитарно-гигиеническую обработку вымени, осуществляется в соответствии с установленными требованиями [10].

Таблица 1 – Результаты очистки молока

Фильтроэлемент (длина – 34 см)					Фильтроэлемент (длина – 20 см)				
№ дойки	Масса фильтра после очистки молока, г	Исходная масса фильтра, г	Масса механических загрязнений, г	Количество молока для очистки, кг	№ дойки	Масса фильтра после очистки молока, г	Исходная масса фильтра, г	Масса механических загрязнений, г	Количество молока для очистки, кг
1	79,3	75,7	3,6	6210	1	63,6	59,6	4,0	6300
2	79,9	75,7	4,2	5910	2	63,9	59,7	4,2	6100
3	80,3	75,7	4,6	6090	3	64,3	59,5	4,8	6110
4	78,8	75,8	3,0	5880	4	63,0	59,7	3,3	5990
5	74,6	71,2	3,4	6060	5	63,2	59,6	3,6	6110
6	79,4	75,7	3,7	5860	6	63,6	59,6	4,0	6050
7	80,1	76,1	4,0	6120	7	63,8	59,5	4,3	6150
8	78,0	75,6	2,4	5810	8	62,8	59,8	3,0	5900
9	75,7	72,1	3,6	6380	9	63,9	59,7	4,2	6400
10	78,0	75,0	3,0	6250	10	63,1	59,7	3,4	6270
M =	-	-	3,55	6057	M =	-	-	3,88	6138
m ±	-	-	0,20	59,9	m ±	-	-	0,17	47,3

Максимальное задержание механических частиц наблюдалось в нижней части фильтров, что объясняется более высоким давлением молока, чем в верхней части корпуса для очистки. Кроме того, короткие фильтрующие элементы за период дойки загрязнились по всей площади, что четко просматривается на рисунке 1.



Рисунок 1 – Фильтрующие элементы молока после фильтрации

При визуальной оценке молока, прошедшего стадию очистки, было установлено, что оно имело белый со слегка желтоватым оттенком цвет, представляло собой однородную жидкость без осадка, сгустков либо подвзбитого жира, обладало вкусом и запахом, свойственным молоку коровьему, не содержало при этом посторонних привкусов и запаха. По органолептическим показателям исследуемое молоко при приемке на молокоперерабатывающее предприятие согласно требованиям СТБ 1598-2006 «Молоко коровье. Требования при закупках» соответствовало сортам «Экстра» и «Высший».

По механической загрязнённости молоко, полученное в эксперименте, соответствовало первой группе чистоты (эталон стандарта 8218-56) и по данному показателю соответствовало требованиям сорту «Экстра» согласно действующему СТБ 1598-2006 «Молоко коровье. Требования при закупках».

В настоящее время одной из основных причин снижения сортности молока является его высокая бактериальная обсеменённость. Поэтому не менее важной функцией очистки молока является снижение данного показателя благодаря устранению одного из источников микроорганизмов – механических примесей молока.

Общую бактериальную обсеменённость исследуемых образцов молока в опыте выражали показателем КОЕ (колониеобразующие единицы), который характеризует количество колоний мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов

(КМАФАнМ) в 1 см^3 молока.

Результаты исследований показали (таблица 2), что технологический процесс первичной обработки (очистки) молока с использованием фильтроэлементов, изготовленных из волокнисто-пористого нетканого материала из полимерных волокон, полученных пневмоэкструзией, имеющих длину рабочей поверхности фильтрующего полотна равную 20 см, позволил снизить количество КМАФАнМ в исходном молоке на 63,4 тыс./см³ или на 60,6 % и получать молоко с содержанием микроорганизмов в 1 см^3 97,7 тысяч (сорт «Экстра»).

Таблица 2 – Санитарно-гигиенические показатели молока

№ п/п	Показатель	Молоко	
		до очистки	после очистки
1	Бактериальная обсеменённость по редуктазной пробе, класс	I	экстра
2	Общая бактериальная обсеменённость, КОЕ тыс./см ³	161,1±19,06	97,7±15,16
3	Содержание соматических клеток, тыс./см ³	379,0±15,38	239,5±13,17
4	Кислотность, °Т	17,4±0,51	17,1±0,50

В дополнение к основному (прямому) методу учёта количества микроорганизмов в молоке использовался и косвенный метод, основанный на учёте биохимической активности бактерий. Исходя из продолжительности изменения окраски резазурина, молоко, прошедшее стадию фильтрации, было отнесено к классу «экстра», что соответствует ориентировочному количеству бактерий в 1 см^3 исследуемого молока, КОЕ до 300 тысяч. Молоко, не прошедшее стадию фильтрации, было отнесено к высшему классу, что соответствует ориентировочному количеству бактерий в 1 см^3 исследуемого молока, КОЕ свыше 300 тысяч. Установленный исследованиями (таблица 2) уровень бактериальной обсеменённости обеспечивал кислотность исследуемых образцов молока на уровне 17-18°Т (сорт «Экстра»).

Важным показателем, характеризующим санитарно-гигиеническое качество молока, является содержание в нём соматических клеток, которые являются критерием и индикатором состояния здоровья животных. Принято считать, что число соматических клеток в молоке здоровых коров не превышает 300-350 тыс./см³. В связи с этим стандартом Беларуси установлено, что для молока сорта «Экстра» допускается содержание соматических клеток до 300 тыс./см³ включительно, для молока высшего сорта предельно допустимое содержание их до 400 тыс./см³, молоко 1-го сорта должно содержать не более 750 тыс./см³. Молоко с повышенным содержанием соматических клеток малопригодно для выработки качественных молочных продуктов, поэтому

данному показателю придаётся большое значение на перерабатывающих предприятиях.

Основной причиной повышения уровня соматических клеток в молоке является заболевание коров маститом, в результате которого в молоке образуются слизистые включения, белково-кровяные хлопья и сгустки. Поэтому очень важно, чтобы в ходе очистки молока эти включения отделялись, не нарушая целостности продукта, и хорошо удерживались, поскольку при дроблении хлопьев под давлением, создающимся насосом, возможно увеличение содержания соматических клеток.

Как показали результаты научно-хозяйственного опыта (таблица 2), в исследуемых образцах молока до очистки среднее содержание соматических клеток составило $379,0 \pm 15,38$ тыс./см³. После очистки их количество снизилось в среднем на 139,5 тыс./см³ (63,2%) и составило $239,5 \pm 13,17$, что указывает на частичное отделение и удерживание слизистых включений, белково-кровяных хлопьев и сгустков и подтверждает отсутствие явления дробления конгломератов соматических клеток при пропускании молока через фильтрующий элемент под давлением молочного насоса.

Главные требования, предъявляемые к фильтрующим элементам для молока, заключаются не только в улучшении санитарно-гигиенического состояния последнего, но и в отсутствии какого-либо влияния на состав продукта.

Анализ результатов научно-хозяйственного опыта, представленных в таблице 3, показал, что среднее содержание массовой доли лактозы в пробах исследуемого молока (до очистки) составило $4,87 \pm 0,030$ %. Минимальное содержание лактозы в индивидуальных пробах молока при этом равнялось 4,70, максимальное - 5,19 %, что соответствует физиологической норме.

Таблица 3 – Химический состав и физико-химические свойства молока

№ п/п	Показатель	Молоко	
		до очистки	после очистки
1	Массовая доля жира, %	$3,91 \pm 0,024$	$3,89 \pm 0,021$
2	Массовая доля белка, %	$3,07 \pm 0,016$	$3,07 \pm 0,015$
3	Массовая доля лактозы, %	$4,87 \pm 0,030$	$4,91 \pm 0,026$
4	Плотность, приведенная к 20°C, г/см ³	$1028,9 \pm 0,13$	$1028,6 \pm 0,11$

Среднее содержание массовой доли белка составило $3,07 \pm 0,016$ % (3,0-3,21%).

Очистка молока от механических загрязнений вертикальным способом фильтрации с использованием исследуемых фильтроэлементов не оказала влияния на содержание данных компонентов. Так, среднее содержание массовой доли белка в пробах молока после очистки, осталось на том же уровне – $3,07 \pm 0,015$ %. Разница по лактозе в 0,04 п. п.

несущественна и не достоверна.

Следует отметить, что используемый фильтроэлемент, будучи изготовленным из экологически чистого и разрешённого к применению в пищевой промышленности сертифицированного полипропилена методом экструзионного напыления, обладает достаточно большим объёмом фильтрующего тела. Проводящие каналы такого фильтра велики, а полимерные нити, которые образуют их, имеют ворсинки. Внутри фильтрующего элемента полимерные нити уложены в определенном порядке и образуют огромное количество проводящих каналов, внутреннее пространство которых заполнено этими ворсинками. Когда молоко под давлением попадает в фильтр (максимальное рабочее давление при перекачке через фильтрующий элемент достигает 25 атм.), массивные жировые шарики без труда раздвигают ворсинки и продвигаются по каналам, а более лёгкие грязевые частички застревают в канале.

Жировые шарики в молоке находятся во взвешенном состоянии. Сохранение «самостоятельности» жировых шариков обусловлено наличием вокруг капель собственного жира моно-, ди- и триглицеридов белковой оболочки, которая представляет собой лецитино-белковый комплекс. Он является специфическим эмульгатором, стабилизирующим жировые шарики в молоке.

Фактором, дестабилизирующим жировую фазу, по мнению большинства исследователей, может быть механическое воздействие на молоко. Степень гидромеханического воздействия на дисперсный состав молока и структуру жировых частиц, зависит в молочных линиях от таких факторов, как режим движения молока, скорость и ускорение потока, конфигурация и состояние поверхности молокопроводящих путей, воздухосодержание и характеристика дисперсного состава воздушных пузырьков, частота и интенсивность механического воздействия. На молочно-товарных комплексах в молочных линиях гидромеханическое воздействие на молоко носит непреднамеренный характер и главная задача заключается в том, чтобы путем выбора рациональных конструктивных параметров и режимов обеспечить условия для получения молока с максимальным сохранением его нативных свойств.

Полученные данные позволяют утверждать, что фильтрация молока в опыте не оказала негативного влияния на жирность молока и не сопровождалась потерями молочного жира. Достоверных изменений в массовой доле жира молока до и после фильтрации не установлено. Разница по данному показателю (0,03 п.п.) не превышала предельно допустимую погрешность работы прибора (таблица 3).

Установлено, что технологический процесс первичной очистки не оказал влияния на натуральность молока. Так, плотность, приведенная к 20°C, в пробах молока до очистки и после - находилась на достаточно

высоком уровне и практически не различалась между собой (таблица 3).

Подсчёт жировых шариков и измерение их величины под микроскопом показали, что жировые шарики молока были средних размеров – от 1 до 6 мкм, их конгломераты в поле зрения микроскопа наблюдались крайне редко и носили единичный характер (рисунок 2). Это позволяло жировым шарикам беспрепятственно проникать через фильтрующее полотно фильтроэлемента.

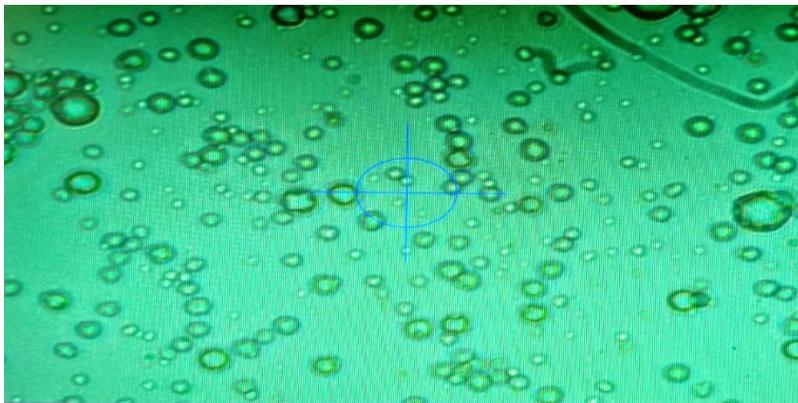


Рисунок 2 – Наглядное изображение количества, величины и структуры жировых шариков молока в процессе технологической очистки

Установлено, что молоко как до, так и после очистки, образовывало под действием сычужного фермента плотный равномерный сгусток, свёртывание происходило без выделения сыворотки и пузырьков газа, что свидетельствовало о качестве молока, соответствующего первому классу пробы на брожение и о его высоких технологических свойствах.

По термостойкости все образцы молока соответствовали первой группе (ГОСТ 25 228-82).

Заключение. Усовершенствован технологический процесс первичной обработки (очистки) молока от механических примесей и загрязнений, заключающийся в применении вертикального способа фильтрации с использованием новых образцов фильтроэлементов, изготовленных из волокнисто-пористого нетканого материала из полимерных волокон методом пневмоэкструзии, с установленной оптимальной длиной трубчатого фильтрующего полотна равной 20 сантиметров.

Установлено, что технологический процесс первичной обработки (очистки) молока усовершенствованным способом фильтрации обеспечил получение молока по механической загрязнённости, соответствующего 1-ой группе чистоты (ГОСТ 8218-5), снижение количества КМА-ФАНМ в исходном молоке на 63,4 тыс./см³ или на 60,6 %, снижение

содержания соматических клеток на 139,5 тыс./см³ (63,2 %) без изменения жировой фазы молока. Получение сырья по санитарно-гигиеническим показателям соответствующего сорту «Экстра». Данный процесс не сопровождался потерями массовой доли белка и лактозы: среднее содержание массовой доли белка в пробах молока после очистки, осталось на том же уровне - $3,07 \pm 0,015$ %. Разница по лактозе в 0,04 п. п. несущественна и не достоверна.

Не наблюдалось ухудшения технологических свойств молока, оцениваемых по термостабильности белков и сычужной свёртываемости. Установлено, что молоко после очистки соответствовало первому классу пробы на брожение, по термостойкости - первой группе (ГОСТ 25 228-82).

Литература

1. Ивашура, А. И. Гигиена производства молока / А. И. Ивашура. – Москва : Росагропромиздат, 1989. - 237 с.
2. Влияние первичной обработки молока путем центробежной очистки на его состав и свойства / М. В. Барановский [и др.] // Научные основы развития животноводства БССР : межвед. тем. сб. – Минск : Ураджай, 1986. - Вып. 16. - С. 98-101.
3. Симарев, Ю. А. Перспективы использования машин и оборудования для охлаждения молока на фермах / Ю. А. Симарев // Тракторы и сельскохозяйственные машины. - 1991. - № 1. - С. 13-17.
4. Симарев, Ю. А. Экономическая эффективность использования техники для доения, первичной обработки и доставки молока : автореф. дис. . . . д-ра экон. наук / Ю. А. Симарев. – Москва, 1992. - 53 с.
5. Верховоломов, Е. Фильтр тонкой очистки / Е. Верховоломов // Молочное и мясное скотоводство. - 2009. - № 1. - С.19.
6. Организационно-технологические требования при производстве молока на молочных комплексах промышленного типа : респ. регламент / И. В. Брыло [и др.] ; М-во сельского хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Науч.- практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству, ГУ «Белплемживобъединение», РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелеского, УО «ВГАВМ», УО «БГСХА», УО «БГАТУ», УО «ГГАУ». – Минск, 2014. - 103 с.
7. Санитарные правила по уходу за доильными установками и молочной посудой, контролю их санитарного состояния и санитарного качества молока / Гос. агропром. комитет СССР. – Москва, 1987. – 22 с.
8. Ветеринарно-санитарные правила для молочно-товарных ферм сельскохозяйственных организаций, личных подсобных и крестьянских (фермерских) по производству молока. – Витебск : УО «ВГАВМ», 2005. – 28 с.
9. СТБ 1598-2006. Молоко коровье. Требования при закупках. – Минск : Госстандарт, 2015. - 11 с.
10. Рокицкий, П. Ф. Введение в статистическую генетику / П. Ф. Рокицкий. – Минск: Высш. шк., 1978. – 447 с.

Поступила 19.03.2021 г.