

Стерилизация Молока с Помощью Ультразвука

Екатерина А.Скиба, Владимир Н. Хмелев, *IEEE Member*

Бийский технологический институт

Алтайский государственный технологический университет им. И.И. Ползунова

Аннотация – В статье приведены результаты опытов по обработке молока ультразвуком. Показана принципиальная возможность пастеризации и стерилизации с помощью ультразвуковых колебаний, установлена продолжительность обработки молока, необходимая для их достижения в различных режимах. Предназначена для разработчиков ультразвуковых приборов и специалистов молочной промышленности.

Ключевые слова – молоко, ультразвуковой технологический аппарат, стерилизация.

I. ВВЕДЕНИЕ

СТЕРИЛИЗАЦИЯ молока проводится в целях получения безопасного в санитарно-гигиеническом отношении продукта и обеспечения его длительного хранения при температуре окружающей среды без изменения качества.

Стерилизованная продукция имеет ряд привлекательных свойств, как для производителя, так и для потребителя. Уменьшаются потери, сопровождающие реализацию скоропортящейся продукции и составляющие до 20 % от объема. За счет расширения торговой зоны предприятия увеличивается сбыт. Длительный срок реализации и возможность хранения при обычных температурных режимах позволяет транспортировать эту продукцию в отдаленные регионы. Потребителя привлекает гарантированное качество продукта и возможность безопасно использовать его в дачных или походных условиях [1]. В этой связи актуальной остается работа по совершенствованию методов стерилизации молока.

Одним из нетрадиционных видов обработки молока является ультразвуковая обработка. В настоящее время при переработке молока используются ультразвуковые установки для гомогенизации [2,3,4], данных по стерилизации молока в промышленных условиях в литературе нет.

II. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Нами проведены эксперименты по стерилизации молока с помощью ультразвуковых колебаний. Для опытов использовалось цельное сырое молоко, полученное в весенне-стойловый период. Массовая доля жира в образцах варьировала от 3,2 до 3,4 %, массовая доля белка – от 2,4 до 2,9 %, плотность – от 1025 до 1029 кг/м³, титруемая кислотность – от 13 до 17 °Т, термоустойчивость соответствовала 2-4 группе.

Озвучивание проводили на ультразвуковом технологическом аппарате «Кристалл» (модель УЗОИ–0,4/22–М) при частоте 22 кГц и мощности 90, 120 и 150 Вт. Ультразвуковой обработке подвергали молоко объемом 240, 160 и 80 мл. Общую бактериальную обсемененность сырого молока определяли по пробе с метиленовым синим и методом предельных разведений. Обсемененность молока составляла от $7,5 \cdot 10^3$ до $9,3 \cdot 10^6$ КОЕ/см³, то есть молоко относилось к I-III классу.

Эффективность пастеризации и стерилизации оценивали по изменению общей бактериальной обсемененности (определяли методом посева на агаризованную питательную среду) и пробе на пероксидазу.

III. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Зависимость общей численности микрофлоры от продолжительности и мощности ультразвуковых колебаний и объема обрабатываемого молока отражена на рисунке 1.

Согласно требованиям санитарных норм в пастеризованном молоке количество анаэробных и факультативных анаэробных микроорганизмов (КМАФАМ) допускается не более $5 \cdot 10^4$ КОЕ/см³ для пастеризованного в бутылках и пакетах группы А, не более $1 \cdot 10^5$ КОЕ/см³ – для группы Б и не более $2 \cdot 10^5$ КОЕ/см³ – для пастеризованного во флягах и цистернах. В стерилизованном молоке общее количество бактерий в 1 мл должно быть не более 100 КОЕ/см³.

Эффект пастеризации наблюдался через 11, 6 и 7 мин для мощностей 90, 120 и 150 Вт соответственно, при обработке в объеме 240 мл. При снижении объема необходимое для достижения пастеризации время

озвучивания составило 9, 6 и 5 мин для объема 160 мл и 4, 3, и 2 мин – для объема 80 мл при тех же мощностях. Таким образом, при уменьшении объема в 3 раза, продолжительность ультразвуковой обработки для достижения пастеризации сокращается примерно в 3 раза.

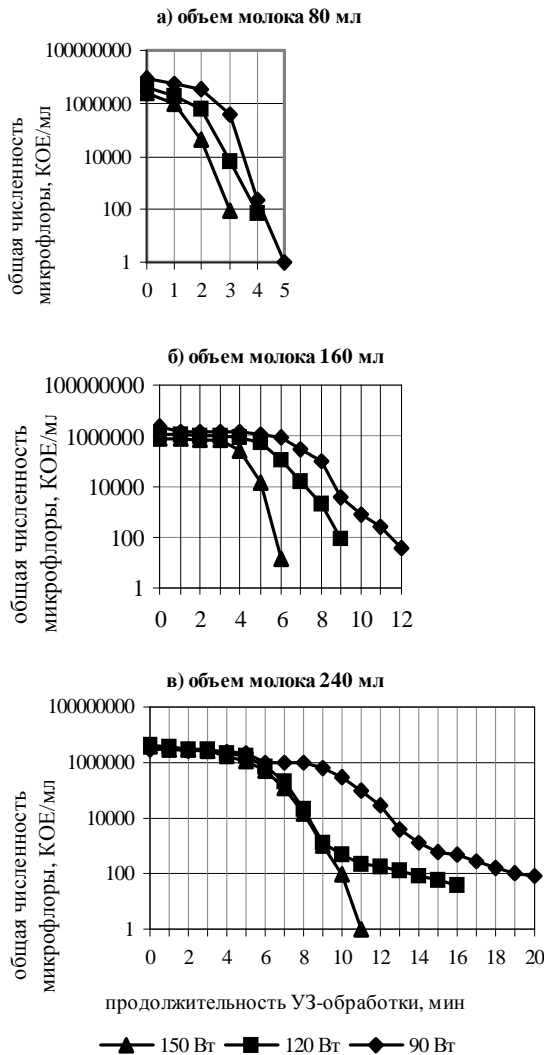


Рисунок 1 – Динамика снижения общей численности микроорганизмов в процессе ультразвуковой обработки в зависимости от мощности ультразвуковых колебаний и объема обрабатываемого молока

Анализ изменения продолжительности ультразвуковой обработки в зависимости от мощности при постоянном объеме показывает, что увеличение мощности в 1,7 раз (с 90 до 150 Вт) приводит к снижению продолжительности в 1,6 раза для объема 240 мл, в 1,8 раза для объема 160 мл и в 2 раза для объема 80 мл.

Эффект стерилизации при обработке молока объемом 240 мл наблюдается через 20, 16, и 11 мин для мощностей 90, 120 и 150 Вт, соответственно. При снижении объема до 160 мл продолжительность озвучивания сокращается до 12, 9 и 6 мин, а при снижении объема до 80 мл – до 5, 4 и 3 мин для мощностей 90, 120 и 150 Вт соответственно.

Уменьшение объема в 3 раза (с 240 до 80 мл) приводит к уменьшению продолжительности

ультразвуковой обработки примерно в 4 раза при постоянной мощности. Увеличение мощности в 1,7 раза (с 90 до 150 Вт) приводит к сокращению времени озвучивания примерно в 2 раза для каждого объема обрабатываемого молока.

Таким образом, продолжительность озвучивания, необходимая для достижения эффектов пастеризации и стерилизации снижается при увеличении мощности ультразвукового воздействия и особенно – уменьшении объема обрабатываемого молока. Эффективность стерилизации составляла от 99,9998 до 100 %.

Отметим, что для производства стерилизованного молока методом ультравысокотемпературной обработки, используется молоко с бактериальной обсемененностью по редуцтазной пробе не ниже I класса, а в опытах было использовано молоко I-III классов.

В молочной промышленности эффективность пастеризации контролируется пробой на пероксидазу с хлоридом парафенилендиамина. Метод анализа достаточно прост, чувствительность метода позволяет обнаружить добавление 5 % не пастеризованных молочных продуктов к пастеризованным при температуре не менее 80 °С [5].

Проба на пероксидазу проводилась во всех экспериментах, и, в тех случаях, когда общая обсемененность соответствовала требованиям, предъявляемым к пастеризованному и стерилизованному молоку, проба давала отрицательный результат, таким образом, метод позволяет объективно оценивать эффективность пастеризации с помощью ультразвука.

Отметим, что при мощности ультразвуковых колебаний 90 Вт в объемах 240 и 160 мл молока эффект пастеризации достигался немного раньше, чем инактивация пероксидазы; а температура молока после ультразвуковой обработки во всех опытах была ниже 80 °С (и составляла от 64 до 77 °С). То есть при озвучивании молока пероксидаза разлагается быстрее, чем при термической обработке. Механизм инактивации фермента требует более детального изучения.

IV. ВЫВОДЫ

По результатам проведенных работ можно сделать следующие выводы:

- показана принципиальная возможность пастеризации и стерилизации молока с помощью ультразвука,
- продолжительность озвучивания, необходимая для достижения эффектов пастеризации и стерилизации снижается при увеличении мощности ультразвукового воздействия и уменьшении объема обрабатываемого молока,
- эффективность ультразвуковой стерилизации составляет от 99,9998 до 100 %.
- по пробе на пероксидазу можно объективно оценить эффективность пастеризации, проведенной с помощью ультразвуковой обработки.

Необходимо продолжить исследования в данном направлении. Проведение ультразвуковой обработки молока в потоке позволит сократить продолжительность озвучивания и, в дальнейшем, разработать промышленную линию получения стерилизованного молока.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Куркина, О. С. Производство стерилизованного молока // Переработка молока. – 2001. - № 7. С.5.
- [2] Зверев, С. В., Лобанов А.В. Ультразвуковая техника в молочной промышленности // Переработка молока. – 2005. - №1. – С. 10.
- [3] Патент РФ № 2104636 МПК 6 А01J11/16 Способ производства высокожирных молочных продуктов и устройства для его осуществлени // Салмин О.Н., Салмин П.Н., Солянкин Д.А., заяв. 26.04.96, опубл. 21.01.97.
- [4] Патент РФ №1709967 МПК 5 А01J11/16 Способ гомогенизации молока и молочных продуктов, включающий прокачку потока через полость гомогенизатора с его обработкой генерированием колебаний с созданием резонанса // Ганиев Р.Ф., Евтушенков В.П., Калашников Г.А., Костров С.А., Давыдов С.В., Хачунов М.З., заявл. 06.06.89, опубл. 05.03.90.
- [5] Крусъ, Г. Н., Шалыгина, А. М., Волокитина, З. В. Методы исследования молока и молочных продуктов / под ред. А.М. Шалыгиной. – М.: Колос, 2000. – 368 с.: ил.

Екатерина А. Скиба получила степень кандидата технических наук в Кемеровском технологическом институте пищевой промышленности в 2004 г. Ее научный интерес – практическое использование ультразвуковых аппаратов в молочной промышленности.