

Мирошников П.А., Петриченко М.А.
Алтайский государственный аграрный университет.
Научный руководитель – С.Ю. Бузоверов, к.с.-х.н., доц.

ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ В УЛЬТРАПАСТЕРИЗАЦИИ МОЛОКА

Главным достоинством стерилизованного питьевого молока является его способность длительное время сохраняться без изменений. Это обеспечивается действием высоких температур (до 150 °С), при которых подавляется жизнедеятельность микроорганизмов и их спор.

Однако стерилизация молока приводит и к отрицательным последствиям. Так, нагрев молока при высоких температурах и его продолжительное воздействие разрушает компоненты молока, определяющие вкусовые и питательные свойства. Уменьшить нежелательное воздействие высоких температур на молоко при стерилизации можно, используя ультравысокотемпературный режим (УВТ-режим) обработки.

Использование УВТ-режима при стерилизации молока привело к совершенствованию техники стерилизации, а также к созданию поточных стерилизационных установок и линий. Стерилизованное молоко, полученное при УВТ-режиме, по своим органолептическим и физико-химическим показателям значительно приблизилось к пастеризованному молоку.

Многочисленные экспериментальные исследования состава стерилизованного при УВТ-режиме молока показывают, что оно имеет белый цвет, не имеет резко выраженного вкуса и запаха кипяченого молока. Его пищевая ценность после обработки при УВТ-режиме значительно выше, чем молока, стерилизованного при $t = 115+120$ °С с выдержкой $\phi = 30-20$ мин.

Контрольной мерой определения завершенности процесса стерилизации при УВТ-режиме является степень подавления спорных форм микроорганизмов.

Количество спор, перенесших тепловую обработку, определяют с помощью микробиологических тестов. Конечная концентрация спор зависит от многих причин, главные из которых - концентрация спор в исходном продукте и техника исполнения процесса стерилизации.

Эффективность стерилизации определяют с помощью показателя, который представляет собой логарифм отношения конечной концентрации спор к начальной:

$$S = \lg \frac{N_b}{N_a}$$

где N_b – конечная концентрация спор;

N_a – первоначальная концентрация спор.

По этому показателю можно судить об эффекте стерилизации. Он хотя и дает представление о степени завершенности процесса, но не является по абсолютной величине его неизменной и твердой характеристикой.

Для достижения наивысшей эффективности стерилизации необходима такая выдержка, при которой вся масса жидкости будет нагрета до температуры стерилизации. Однако, нагрев молока до температур стерилизации при длительной выдержке приводит к изменению свойств и структуры белка. Эти изменения принято называть термостабильностью.

Воздействие тепла на белок приводит к изменению физико-химических свойств обработанного молока. Преобразования, происходящие вследствие структурных изменений, приводят к денатурации белковых соединений.

Наибольшим изменениям при нагревании подвергаются сывороточные белки молока, по денатурации которых можно оценивать способы стерилизации. К нестабильности сывороточных белков приводят температура стерилизации, способ нагрева и кислотность исходного молока. Из-за этого сывороточный белок выпадает в осадок на поверхностях аппарата при стерилизации молока в потоке, сокращая тем самым продолжительность его непрерывной работы.

Основным из направлений борьбы с отложениями на нагревательных поверхностях является турбулизация пристенного слоя продукта. Одним из вариантов замедления оседания белка на нагревательных поверхностях аппаратов и, следовательно, увеличения времени между мойками можно рассматривать увеличение скорости течения среды в теплообменниках.

Преимуществом этого способа является быстрый нагрев поступающего на стерилизацию молока за счет его смешивания со значительно большим объемом простерилизованного молока. При использовании этого способа увеличивается время работы между операциями мойки и повышается эффективность теплообмена.

Эффективная борьба с отложениями - это совокупность методов, реализация которых позволяет при минимальных затратах максимально увеличить время непрерывной работы стерилизационного оборудования.

На рисунке 1 представлен температурный график стерилизационно-охладительной установки серии П8-ОСО производительностью 4 т/ч с подачей на автомат фасовки в асептических условиях. На графике описанный выдерживатель обозначен 4-й зоной.

Скорость нагревания можно определить, измеряя увеличение температуры нагреваемой среды в единицу времени. Из графических данных, представленных на рисунке, видно, что скорости нагрева и охлаждения по секциям будут иметь следующие значения: 1-я секция - 6,6 °C/с, 3-я секция - 5 °C/с, 5-я секция - 3 °C/с, 7-я секция - 7 °C/с, 8-я секция - 2 °C/с. При указанных режимах стерилизации вкус приближается к вкусу пастеризованного молока, привкус кипячения отсутствует.

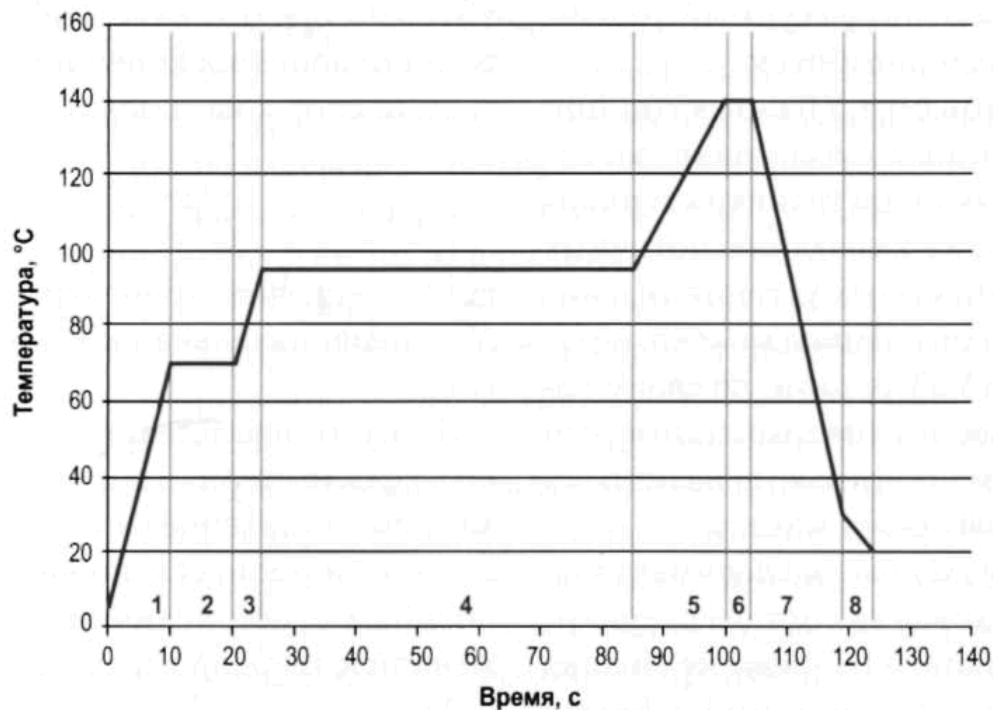


Рисунок 1 – Зависимость температуры продукта от времени обработки в установке: 1 – нагрев до температуры подачи на дезодоратор и гомогенизатор; 2 – подача на дезодоратор и гомогенизатор; 3 – нагрев до температуры предварительной пастеризации; 4 – выдержка при температуре предварительной пастеризации; 5 – нагрев до температуры стерилизации; 6 – выдержка при температуре стерилизации; 7 – охлаждение в секции регенерации; 8 – охлаждение в секции охлаждения холодной водой и подача на автомат фасовки.

Отличительной особенностью современного теплообменного оборудования, выпускаемого предприятием, является применение воды в качестве промежуточного теплоносителя как в подогревателях, так и в пастеризаторах и установках для ультрапастеризации продуктов. Поэтому на выпускаемых трубчатых теплообменниках достигается минимально возможная разница температуры между греющей и нагреваемой средами до 2 °C. Это открывает новые возможности по управлению процессом теплообмена, качеством готовой продукции, а также резко снижает образование отложений и молочного камня. Данные решения позволяют гарантированно контролировать не только процесс производства, но и качество СІР-мойки, что также сказывается на качестве готовой продукции.

Для турбулизации пристенных слоев жидкости, увеличения коэффициента теплопередачи и снижения отложений на теплообменных стенках в конструкциях стерилизационно-охладительных установок применяются трубчатые теплообменники на базе теплообменных трубок специального профиля.

Применение современных методов турбулизации потока в трубчатых теплообменниках позволяет получить теплогидравлические характеристики, не уступающие пластинчатым, а по многим основным параметрам превзойти их.

Новая концепция, подтвержденная расчетными данными, показывает возможность значительного увеличения коэффициента теплопередачи и, как

следствие, уменьшения геометрических размеров в 1,5-2 раза по сравнению с предыдущими поколениями трубчатых теплообменников.

Практикой доказано, что в правильно рассчитанных теплообменниках есть возможность в соответствии с рекомендациями подбирать скорость и температуру продукта в теплообменных каналах с высокой точностью, что, в свою очередь, ведет к снижению времени обработки продукта и минимизации температурной нагрузки на продукт. При этом в зависимости от качества исходного сырья имеется возможность увеличивать время непрерывной работы оборудования более 10 ч.