

## МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОМОГЕНИЗАЦИИ МОЛОКА

Гомогенизация молока – процесс дробления жировых шариков путем воздействия на молоко значительных внешних усилий, осуществляемая с целью исключения отстаивания жира с образованием слоя сливок. Скорость всплывания жирового шарика в условиях естественного отстоя зависит от его радиуса в квадрате, что указывает на возможность предотвращения отстоя за счет уменьшения радиуса, что и достигается гомогенизацией.

Степень дробления жировых шариков зависит от давления и температуры, которые характеризуют режим гомогенизации. Кроме того, на эффективность гомогенизации влияют свойства продукта и его состав: содержание сухих веществ и жира, кислотность, плотность, вязкость. В связи с этим, необходимо осуществлять контроль эффективности гомогенизации. В гомогенизированном молоке диаметр жировых шариков не должен превышать 2 мкм.

Эффективность гомогенизации определяют по отстаиванию жира, методом центрифугирования, микроскопии, по изменению оптической плотности и др. Повышение дисперсности молочного жира приводит к получению более однородной, гомогенной и устойчивой системы, что положительно сказывается на качестве готовых продуктов.

Цель исследования – определение степени гомогенизации молока по диаметру жировых шариков с использованием оптических методов. Были использованы следующие методы: лазерной дифракции, турбидиметрии и микроскопии.

Метод лазерной дифракции позволяет на основании применимой модели светорассеяния получить информацию о распределении частиц по размеру путем измерения интенсивности светорассеяния и определения ее зависимости от угла рассеяния, длины волны и поляризации света. Это абсолютный метод, не требующий калибровки. Лазерная дифракция обладает рядом преимуществ, включая простоту и быстроту измерений, высокую воспроизводимость и широкий динамический диапазон размеров, охватывающий почти пять порядков величины: от нанометров до миллиметров.

Измерения проводили на лазерном анализаторе 90 Plus Particle Siting Software Ver. 420 производства компании Brookhaven Instruments. Образцы молока различной жирности и разных производителей были приобретены в магазине. Были подобраны условия проведения

измерений. Молоко помимо жировых шариков содержит мицеллы казеина и агрегаты жир/белок, которые могут рассеивать свет. Для устранения их влияния на результаты измерений использовали различные реагенты: щелочь, этилендиаминтетрауксусную кислоту (трилон Б) и др. Для дезинтеграции жировых шариков необходимо также использовать эмульгатор [1]. В результате проведенных исследований был оптимизирован состав раствора реагентов, состоящий из этилендиаминтетрауксусной кислоты (трилон Б) и эмульгатора – твин 80. Кислотность была отрегулирована до pH 10 с помощью 0,1 м гидроксида натрия. Кроме того, были проведены исследования по оптимизации степени разбавления молока. Молоко разбавляли в 2, 25, 50, 100 и 500 раз. Разбавление необходимо для предотвращения многократного рассеяния света, что приводит к смещению результатов в сторону более низких значений. Оптимальные условия подготовки пробы: 2 мл молока смешивали с 2 мл раствора реагентов и разбавляли до 100 мл дистиллированной водой. В результате было получено распределение жировых шариков молока по размерам (дифференциальное и интегральное) и результаты эффективного диаметра жировых шариков, который для различных образцов составлял от 350 до 1200 нм.

Для определения размеров жировых шариков был использован также метод турбидиметрии. Он основан на измерении интенсивности света, прошедшего через дисперсную систему. Интенсивность падающего светового потока ослабляется вследствие его рассеяния частицами дисперсной системы. Для проведения турбидиметрических измерений использовали спектрофотометр ПЭ-5300 ВИ и фотоколориметр КФК-3-01. Для расчета размеров частиц в дисперсной системе может быть использовано уравнение Рэлея, если размеры частиц не более 1/10 длины волны падающего света, или уравнение Геллера если размеры частиц более этой величины. По полученным результатам был рассчитан показатель степени длины волны в уравнении Геллера и рассмотрена возможность использования уравнения для определения диаметра жировых шариков.

Результаты диаметра жировых шариков, полученные двумя методами, сравнивали с результатами микроскопических исследований, которые хорошо согласуются.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Measurement of homogenisation efficiency of milk by laser diffraction and centrifugation/ Eva Ransmark [and. etc] // International Dairy Journal. – September 2019. – V.96. – P. 93-97.