

Как видно из таблиц 2 и 3, исследуемые образцы овощных культур богаты флавоноидами, особенно высокое содержание обнаружено в петрушке. Овощные порошки сохраняют свои полезные свойства в течение года, что дает возможность непрерывно обеспечивать производство пищевых продуктов ценными источниками биологически активных веществ [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Лавренова Г. В. От всех болезней / Г. В. Лавренова. – Донецк: МП «Отечество», 1994. – 523 с.
2. Пустырский И. Н. Универсальная энциклопедия лекарственных растений / И. Н. Пустырский. – М.: Махаон, 2000. – 656 с, ил. – (Мир энциклопедий).
3. Лавренов В. К. Энциклопедия пищевых лекарственных растений / В. К. Лавренов, Г. В. Лавренова. – М.: ООО «Издательство АСТ», 2001. – 480 с.
4. Харитонов, И. Б. Возможность использования добавок растительного происхождения при производстве кисломолочных продуктов / И. Б. Харитонов, Л. А. Силантьева // Процессы и аппараты пищевых производств. – 2011. – № 2. – С. 222–226.

УДК 637.073.535.4

С. И. Пищ, магистрант; Н. И. Заяц, доц., канд. техн. наук;
В. И. Чепрасова, ст. науч. сотр. центра ФХМИ, канд. техн. наук
(БГТУ, г. Минск)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ЖИРОВОЙ ФАЗЫ МОЛОКА МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОЙ ДИФРАКЦИИ

Одной из стадий производства молочной продукции является гомогенизация молока, которая заключается в механическом воздействии с целью уменьшения размеров частиц жировой фазы. Диаметр жировых шариков не гомогенизированного молока колеблется в пределах от 1 до 10 мкм с максимумом около 4 мкм. Гомогенизация приводит к уменьшению их размера в среднем до 1–2 мкм. Повышение дисперсности молочного жира приводит к получению более однородной, гомогенной и устойчивой системы. Кроме того, гомогенизация увеличивает вязкость молока, сливок и молочных смесей, что положительно влияет на консистенцию готовых продуктов и расширяет использование гомогенизации

в молочном производстве. В связи с тем, что на эффективность гомогенизации влияют не только технологические параметры гомогенизации, но и свойства молока: содержание сухих веществ, жира, кислотность, плотность, вязкость, необходимо осуществлять контроль за эффективностью гомогенизации. Эффективность гомогенизации определяют по отстаиванию жира, методом центрифугирования, по изменению оптической плотности и среднему размеру жировых шариков [1].

Одним из экспрессных методов определения размеров частиц является метод лазерной дифракции. Определение распределения частиц по размерам методом лазерной дифракции основано на измерении углового распределения интенсивности рассеянного света при прохождении лазерного луча через образец. Частицы в параллельном лазерном луче рассеивают свет на постоянный угол, величина которого зависит от диаметра частиц.

Крупные частицы преимущественно рассеивают свет под малыми углами к лазерному пучку, тогда как мелкие частицы - под большими углами. С использованием теории светорассеяния Ми или приближения Фраунгофера определяют размеры частиц, формирующих индикатрису рассеяния. Размер частиц выражается в виде диаметра сферы эквивалентного объема. Метод лазерной дифракции обладает следующими преимуществами: широкий динамический диапазон, быстрота измерений (менее 1 минуты), высокая повторяемость за счёт анализа большого количества частиц в каждом измерении, отсутствие необходимости проведения градуировки. Кроме того, метод позволяет осуществлять непрерывный контроль и управление процессом диспергирования частиц.

Цель исследований – определение размеров жировых шариков молока с использованием метода лазерной дифракции. Измерения проводили на лазерном анализаторе 90 Plus Particle Size Analyser (Brookhaven Instruments Corporation, США). Образцы молока жирностью от 1,5 до 3,6 % были приобретены в магазине. Обработка результатов и получение распределения по размерам осуществляли с использованием программного обеспечения, при этом предполагалось, что частицы сферические, показатель преломления молочного жира был установлен 1,46 для красного лазера (632,8 нм), показатель преломления воды – 1,33 [2]. Использовали кювету с длиной оптического пути 10 мм.

Для проведения измерений было необходимо оптимизировать условия подготовки образцов и проведения измерений.

Молоко помимо жировых шариков содержит мицеллы казеина и агрегаты жир/белок, которые могут рассеивать свет. Для их диссциации

и устранения влияния на результаты измерений можно использовать различные реагенты: цитрат, оксалат или гидроксид натрия, этилендиаминтетрауксусную кислоту (трилон Б), мочевины и др.[2]. Образцы готовили следующим образом: молоко разбавляли водой в различном соотношении, добавляли реагенты для диссциации козеина (трилон Б), регулируя рН от 7 до 10, а также добавляли эмульгатор(твин 80) для устранения агрегации жировых шариков. Было установлено, что при использовании диссацирующего реагента с рН 7 распределение частиц по интенсивности имеет два пика со средним диаметром 137,93 и 436, 27 нм, что соответствует размерам мицелл козеина и жировых шариков. Исследования показали, что использование эмульгатора твин 80 предотвращает агрегацию жировых шариков молока и влияет на распределение частиц по размерам. В таблице 1 представлены результаты определения эффективного диаметра жировых шариков молока с использованием эмульгатора (образец 1) и без него (образец 2).

Результаты показывают, что эффективный диаметр жировых капель молока при проведении измерений без эмульгатора в 4 раза больше, чем с эмульгатором.

Таблица 1 – Результаты определения эффективного диаметра

Номер образца	Эффективный диаметр, нм	Дисперсия, нм	Интервал разброса, нм
1	1376,3	0,047	От 961,2 до 16
2	346,2	0,153	От 240 до 503,6

На результаты измерений большое влияние оказывает степень разбавления молока. Степень разбавления должна быть достаточной, чтобы избежать многократного рассеивания (свет, отраженный от одной частицы, отражается от других частиц), что приводит к смещению в сторону более низких значений, но достаточно высокий чтобы шум не мешал [2].

Молоко разбавляли водой в 2, 10, 100 и 500 раз. Исследования подтвердили, что чем меньше степень разбавления молока, тем меньше эффективный диаметр (таблица 2).

Таблица 2 – Результаты определения размеров жировых шариков молока в зависимости от степени разбавления

Степень разбавления	Эффективный диаметр, нм	Среднее квадратическое отклонение по результатам трех повторов, нм
2	3,1	0,224
10	13,1	0,224
100	208,8	1,223
500	373,2	0,165

Таким образом, в результате проведенных исследований были оптимизированы условия определения размеров жировых шариков молока.

Применение метода лазерной дифракции позволяет не только определить размеры, но и используя интенсивность распределения оценить гомогенность жировой фазы молока.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брусенцев, А. А. Основы переработки молока на предприятиях молочной промышленности: Уч.-мет.пособие / А.А. Брусенцев. – СПб.: Университет ИТ-МО, 2017. –77 с.

2. 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.

УДК 674.817-419

Н.А. Герман, канд. техн. наук.;
Е.В. Дубоделова, доц., канд. техн. наук.;
И.А. Парасевич, студ.; П.М. Потис, студ.
(БГТУ, г. Минск)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН В ДРЕВЕСНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Материалы на основе древесины имеют непрерывно возобновляющуюся сырьевую базу, что обуславливает эффективность их использования в композиции композитных материалов.

В тоже время, углеродные волокна обладают различным комплексом свойств (рисунок 1), которые обеспечивают широкую область их применения, что позволяет улучшать и дополнять потребительские свойства различных традиционных композиционных материалов, в том числе на основе древесины.

Известно, что перспективным направлением в технологии получения древесных композиционных материалов является применение в их составе композиций армирующих компонентов.

По нашему мнению, углеродным волокнам в полной мере присуща роль армирующего компонента за счет высоких физико-механических свойств, которые представлены в таблице 1 и 2.