

УДК 621

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ЭКСПРЕСС КОНТРОЛЯ ЖИДКОСТЕЙ

Анна Владимировна Бурак

Студентка 4 курса

Кафедра «Лазерные технологии в машиностроении»

Московский государственный технический университет имени Н.Э.Баумана

Научный руководитель: М.А.Якимова

Ассистент кафедры «Лазерные технологии в машиностроении»

Ключевые слова: молоко(milk), жирность (fat content), контроль (monitoring).

Аннотация: В данной работе проведен обзор методов экспресс контроля жидкостей. На основании приведенного обзора планируется разработка новых методов анализа состава жидкостей на основе взаимодействия света с рассеивающими средами на примере коровьего молока.

Введение

Цель выполнения научно исследовательской работы является разработка метода экспресс-диагностики жира в молоке и молочных продуктах на основе взаимодействия лазерного излучения с веществом

Предлагаемых решения:

-Разработка методики определения жирности молока и молочных продуктов;

-Определение оптимальных условий облучения молока лазерным излучением с целью определения массовой доли жира молока и молочных продуктов

Т.к. молоко-сложная многокомпонентная среда, то соответственно процесс распространения лазерного излучения тоже сложный. Поэтому предлагаемые решения необходимы чтобы достоверно определять искомый параметр.

В настоящее время в России сложилась тяжелая ситуация в вопросе контроля качества молока. На молочных фермах контроль качества продукта ведется с использованием устаревшего оборудования, а зачастую отсутствует совсем. В результате этого на дальнейшую обработку поступает молоко, в котором точно не определен состав, кроме того, в нем могут содержаться посторонние вещества: антибиотики, тяжелые металлы и др. Часты нарушения при переработке молока. Для увеличения веса его разбавляют, для увеличения плотности добавляют сухое молоко, крахмал, растительные жиры. В этом случае продукты утрачивают полезные свойства, иногда становятся опасными для здоровья.

Задача экспресс-определения количественного содержания жира в молоке и молочных продуктах является важной для таких областей деятельности человека, как сельское хозяйство, пищевая промышленность, молочная промышленность экологический мониторинг и др.

Согласно стандартам РФ, при приемке молока с фермы необходимо контролировать следующие параметры качества: органолептические показатели, температура, кислотность, массовая доля жира, белка, плотность, чистота, бактериальная обсемененность, температура заморозки, термоустойчивость, а так же содержание посторонних веществ (соматических клеток, ингибирующих веществ и пр.). Массовая доля таких компонентов молока, как жир, белок, лактоза, ферменты определяет питательную ценность молока. Кроме того, от содержания этих компонентов зависит возможность применения молока для применения в кулинарии, например для производства сыров, кисломолочных продуктов и кондитерских изделий. Это явилось одной из причин того, что анализ содержания жира выбран в качестве главной цели

работы. Были и другие причины такого выбора. Первое – это огромное значение для человека. Жиры и белки молока в организме играют роль пластического материала, необходимого для построения новых клеток и тканей, а также являются источником энергии. Естественно, точная информация о содержании жиров необходима, особенно это касается детских и диетических продуктов. Во-вторых, жиры играют важную роль в технологических процессах переработки молока. Они обладают рядом функциональных свойств: эмульгирующих, пенообразующих, структурообразующих, водосвязывающих и других, позволяющих использовать их в производстве продуктов сложного сырьевого состава. От их состава и структурного состояния зависит правильность хода процесса переработки и качество конечного продукта. Возможно контролировать правильность протекания техпроцесса по содержанию и состоянию частиц. Ввиду вышесказанного, концентрация – это параметры, имеющие первостепенное значение для определения качества молока. Так же важное значение имеют форма и дисперсность частиц жира. Размеры жировых шариков могут говорить о качестве продукта: шарики диаметром менее 1 мкм преобладают в молоке, полученном от больных коров, а диаметром 10—20 мкм — в молоке, неблагополучном в гигиеническом отношении. Поэтому, в качестве контролируемых параметров выберем концентрацию жира и его распределение по размерам.

Методы контроля состава полидисперсных сред

Методы контроля состава подразделяют на регистрационные, расчетные, социологические, экспертные и измерительные. Выбор метода зависит от цели и специфики проводимых исследований. Объективные количественные результаты о содержании веществ в смеси дают измерительные методы, базирующиеся на информации, получаемой с использованием средств измерения. Измерительные методы могут быть биологическими, физическими, химическими.

Биологические методы используют для определения пищевой и биологической ценности продукции. Их подразделяют на физиологические и микробиологические. Физиологические применяют для установления степени усвоения и переваривания питательных веществ, безвредности, биологической ценности. Микробиологические методы применяют для определения степени обсемененности продукции различными микроорганизмами. Химические методы применяют для определения состава и количества входящих в продукцию веществ. Они подразделяются на количественные и качественные – это методы аналитической, органической, физической и биологической химии. Физические методы применяют для определения физических свойств продукции – плотности, коэффициента рефракции, вязкости, липкости и др. К таким методам относятся микроскопия, поляриметрия, колориметрия, рефрактометрия, спектроскопия, реология, люминесцентный анализ и другие.

Оптические методы контроля состава полидисперсных сред

Все большее применение находят оптико-электронные анализаторы состава молока. Измерения с помощью оптико-электронных приборов отличаются простотой и быстротой проведения исследований. Они позволяют производить измерения автоматически, с минимальным участием оператора. Оптический сигнал преобразуется детектором в электрический сигнал, что позволяет производить автоматическую обработку данных. На выходе прибора оператор получает непосредственно требуемую количественную характеристику показателя качества, например процентное содержание жира.

Многообразие явления, возникающих при взаимодействии оптического излучения с веществом позволило разработать целый ряд методов анализа состава и свойств различных сред. К ним относятся микроскопия, спектральный анализ, люминесцентный анализ, поляриметрия, фотометрия, нефелометрия, рефрактометрия и др. При взаимодействии с различными веществами поляризация света может изменяться. По повороту излучения можно судить о структуре поверхности, оптических постоянных, толщине образца, а также концентрации растворов оптически активных веществ. Для определения содержания жиров в большей степени подходят нефелометрия и спектральный анализ.

Турбидиметрический и нефелометрический методы исследования дисперсных систем растворов связаны с рассеянием света частицами дисперсной фазы, которое зависит от длины волны излучения, размера и формы рассеивающих частиц и иногда от их расположения в пространстве. Турбидиметром называют анализатор мутности, определяющий поглощение в слое анализируемого вещества, при условии, что источник и детектор расположены на одной оси (рис. 1а). В нефелометрах для определения мутности используется принцип светорассеяния, определяемого под различными углами к источнику: 90° (нефелометрический детектор) (рис. 1б), 45° или 135° (детектор прямого рассеяния) (рис. 1в), $260-285^\circ$ (детектор обратного рассеяния) (рис. 1г).

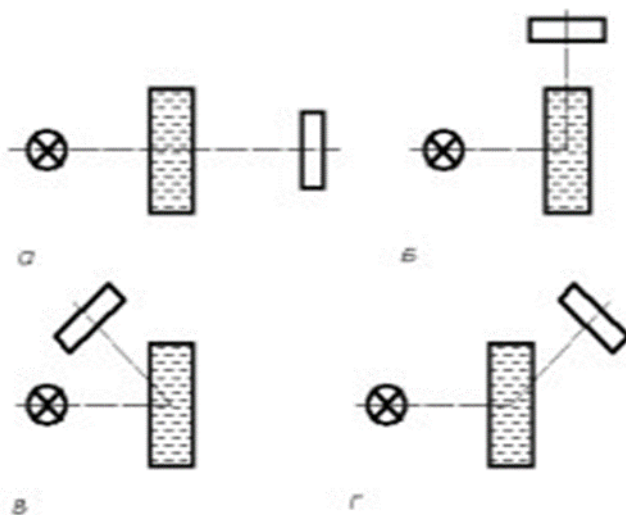


Рис. 1. Типы детекторов: а) турбидиметрический; б) нефелометрический; в) обратного рассеяния; г) прямого рассеяния

Спектральный анализ основан на том, что вещества поглощают излучение строго определенных длин волн. По степени ослабления оптического излучения известного спектрального состава и энергетики судят о содержании поглощающего вещества в пробе. Для количественной оценки используется закон Бугера – Ламберта, устанавливающий зависимость между поглощающей способностью и толщиной контролируемого раствора, вида:

$$F = F_0 \cdot 10^{-KCL},$$

где F – световой поток, прошедший через контролируемую среду, F_0 – первичный световой поток, падающий на поверхность контролируемого раствора, K – молярный коэффициент поглощения, C – концентрация растворенного вещества, L – толщина слоя раствора.

При работе с сильно поглощающими средами, к которым относится и молоко, закон не выполняется строго. Это связано с возрастающим влиянием многократного рассеяния излучения частицами. Анализ рассеяния излучения в молоке осложняется еще и тем, что частицы в нем имеют различные размеры. В многокомпонентных средах на поглощение излучения веществом может влиять наличие компонентов, имеющих поглощение на близких длинах волн. Поэтому требуется использовать монохроматическое излучение высокой чистоты или устранять посторонние компоненты. В зависимости от спектрального диапазона, в котором производится анализ, выделяют обычно фотометрию (видимая область спектра) и ИК-спектроскопию.

Основные недостатки применяемых в настоящее время аналитических методов контроля качества молока – это их сложность, большая длительность измерения, высокие требования к квалификации персонала. Их выполнение возможно только в специализированной лаборатории, что связано с финансовыми и временными затратами. Оптико-электронные методы анализа молока выгодно отличаются малым временем анализа, возможностью проведения экспресс-

анализа и полной автоматизации измерений. Разработка таких методов, а также оборудования для их реализации позволит повысить точность определения параметров молока, сделать подобный анализ доступным для большинства потребителей, заинтересованных в контроле качества молочных продуктов.

Это подход может быть применен для определения состава и свойств различных многокомпонентных сред, таких как различные виды топлива, лекарственных веществ, продуктов питания, воды.

Литература

1. ГОСТ 52054-2003. Молоко натуральное коровье - сырье. Технические условия. Стандартинформ. М., 2008. 9 с.
2. Подлегаева Т.В., Просеков А.Ю. Методы исследования свойств сырья и продуктов питания. Кемерово, 2004. 102 с.
3. ГОСТ 5867-90 Молоко и молочные продукты. Методы определения жира. Стандартинформ, 2006 г. 15 с.
4. Брусиловский Л.П., Вайнберг А.Я., Тоншев Ю.В. Новые приборы автоматического контроля состава и качества молока и молочных продуктов. М.: ЦНИИТЭИмясомолпром, 1983. 55 с.
5. Шмидт В. «Оптическая спектроскопия для химиков и биологов». М.: Техносфера, 2007. 363 с.
6. Курочкин И.Е., Кортаева М.А., Пырикова С.И., Шиганов И.Н., Григорьянц А.Г. Лазерный экспресс-анализ состава жидких сред // Технологии машиностроения. 2011 г., № 11, с. 62 – 65.
7. Г.Н, Крусъ, А.М. Шалыгина, Э.В, Волокитина Методы исследования молока и молочных продуктов М.: Колос, 2000. 367 с.
8. М.С. Касторных, В.А. Кузьмина, Ю.С. Пучков и др.. Товароведение и экспертиза пищевых жиров молока и молочных продуктов. Москва: Академия, 2003.
9. Р.А. Козулин В.М.З.В.Е.К., "Аналитические методы контроля многокомпонентных жидкостей," Научное приборостроени , 2003.
10. Делоне Н.Б. Взаимодействие лазерного излучения с веществом. Москва: Наука, 1982.
11. Григорьянц А. Г., Кортаева М. А., Алехнович В. И., Шиганов И. Н. Инструментальные методы контроля состава и свойств полидисперсных сред, 2012