

АППАРАТНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА МОЛОЧНО ПРОДУКЦИИ

Авторы: *Седых Елена Сергеевна (Московский Государственный Университет Пищевых Производств)
Куликова Галина Александровна (Московский Государственный Университет Пищевых Производств)*

Аннотация: *В статье описаны общие характеристики молока и молочной продукции, описан химический состав молока. Приведены примеры аппаратных установок для исследования физико-химических показателей молока.*

Ключевые слова: *Физико-химические показатели, молочная продукция, химический состав.*

Annotation: *The article describes the general characteristics of milk and dairy products, describes the chemical composition of milk. Examples of hardware installations for the study of physical and chemical parameters of milk are given.*

Keywords: *Physical and chemical parameters, dairy products, chemical composition.*

Введение. Молоко и молочные продукты относятся к группе повседневного потребления и сопровождают человека в течение всей жизни – с первых дней появления на свет до глубокой старости. Роль молочных продуктов в рационе человека трудно переоценить. Они изначально обладают полезными диетическими свойствами в силу особенностей состава и свойств сырья, из которого изготавливаются. Не зря великий русский ученый академик И.П. Павлов назвал молоко: «Изумительной и наиболее совершенной пищей, приготовленной самой природой». Литературный обзор Высокая пищевая ценность молока обусловлена тем, что оно содержит все необходимые человеку питательные вещества, которые хорошо сбалансированы и легко и полностью усваиваются. В последние десятилетия вследствие негативного воздействия внешних факторов большое внимание уделяется разработке, производству и контролю молочных продуктов питания лечебно-профилактического назначения, имеющих сбалансированный состав, способствующих укреплению защитных функций организма. Речь идет о продуктах функционального назначения, оказывающих направленное действие на отдельные системы организма или организм в целом, которые в известной степени могут служить альтернативой лекарственным препаратам. Ещё Гиппократ говорил: «Наше лекарство должно быть пищей, а наша пища должна быть лекарством». Молочные продукты относятся к числу наиболее потребляемых человеком продуктов и именно через них можно определенным образом повлиять на состояние здоровья. На первый план здесь выступают кисломолочные продукты, которые наряду с ценными пищевыми веществами содержат большое количество живых клеток полезных микроорганизмов. В современном мире роль молочных продуктов сложно переоценить, поэтому в перерабатывающей промышленности существует насущная проблема точного, правильного, достоверного и по возможности быстрого осуществления контроля молока и молочных продуктов по физико-химическим показателям качества и безопасности. Применение стандартизованных методов контроля порой не позволяет оперативно оценить

качество, и значительно усложняется процесс входного контроля, особенно в связи с увеличением фальсификаций молочного сырья. Поэтому в последнее время набирает актуальность использования аппаратных методов анализа, которые позволяют довольно быстро провести ряд необходимых измерений. Отличительная особенность молока и молочных продуктов как объектов исследований состоит в том, что данные продукты представляют собой сложные поликомпонентные системы. Все это влечет за собой необходимость совершенствования и методологии исследований молочных продуктов в направлении их точности и воспроизводимости результатов исследований с использованием высокоэффективных, в основном, инструментальных методов анализа. Химический состав и пищевая ценность молока Основными показателями молока являются химический состав, степень чистоты, органолептические, биохимические, физико-химические свойства, а также наличие в нем токсических и нейтрализующих веществ. В состав молока входят более сотни органических (жир, белки, углеводы, ферменты, витамины, гормоны) и неорганических (вода, минеральные соли, пигменты, газы) веществ. Молоко является сложной полидисперсной системой. Молочный сахар - лактоза растворен в дисперсной среде (воде - 85-89%) молока, величина его молекул 1-1,5 нм. Соли молока находятся в виде коллоидных частиц, белковые вещества образуют коллоидные растворы. Жир молока находится в теплом состоянии в виде эмульсии, в холодном - в виде суспензии. Молоко состоит из воды и распределенных в ней пищевых веществ - жиров, белков, углеводов, ферментов, витаминов, минеральных веществ, газов

Таблица 1 Химический состав молока

Компонент	Среднее значение, %	Массовая доля, %
Вода	87,5	85-89
Сухое вещество, всего	12,5	11-15
В том числе: молочный жир	3,8	2,9-5
фосфолипиды	0,04	0,03-0,05
Белки, всего	3,3	2,8-3,6
В том числе:-казеин	2,6	2,3-2,09
-сывороточные белки(альбумин и глобулин)	0,7	0,6-0,8
Небелковые азотистые соединения	0,05	0,02-0,08
Углеводы (лактоза)	4,7	4,5-5,0
Галактоза, глюкоза	0,55	0,01-0,1
Зола(минеральные вещества)	0,73	0,6-0,85
Соли неорганических кислот	0,8	0,5-0,8
Газы, мл %	6,5	5-8

Состав молока непостоянен. Отсутствие одного из веществ или незначительное отклонение его количества от нормы обычно указывает на болезненное состояние животного или на неполноценность пищевого рациона (корма). Теоритические исследования путем сравнения с альтернативными методами

Гравиметрический метод определения жира по Сокслету Сущность метода. Принцип анализа заключается в обработке пробы соляной кислотой, добавлении спирта и последующей экстракции жира из получившейся смеси диэтиловым и петролейным эфирами, выпаривании растворителей и взвешивании остатка. Для автоматизации процесса используют автоматические экстракторы жира по Сокслету. Автоматические экстракторы жира позволяют не только анализировать сразу несколько проб, но и контролировать процесс и следить за нагревом. Анализатор белка по Кельдалю Анализ белка по методу Кьельдаля является самым распространенным методом, но, к сожалению, имеет ряд существенных недостатков : низкая скорость анализа, большое количество возможных потерь в процессе анализа, громоздкое оборудование и необходимость использования агрессивных реагентов (концентрированная серная кислота и раствор щелочи). Уменьшить или полностью исключить данные недостатки метода позволяет применение автоматизированного оборудования для определения азота/белка. Метод Кьельдаля включает в себя три основных этапа: дигерирование, дистилляцию и титрование. До настоящего времени не найдена замена серной

кислоте, которая используется для вышеуказанной цели. Однако использовать для дегидрирования чистую серную кислоту нецелесообразно из-за низкой скорости протекания процесса. Время дегидрирования можно значительно уменьшить добавлением соли и катализаторов. Лучше использовать стандартизированные изделия, например, таблетки Кьельтабз. Альтернативные методы определения кислотности В качестве основных приборов, позволяющих определить уровень активной и титруемой кислотности в молоке, необходимо выделить рН-метры, рефрактометры, анализаторы титруемой кислотности, экспресс тесты (индикаторные полоски). Действие рН-метров основано на измерении уровня электродвижущей силы электродной системы, пропорциональной активности ионов водорода в молоке. Прибор оснащается погружным датчиком, встроенным электродом, специальным индикатором и набором стандарт-титров. рН-метры бывают как стационарные, так и портативные. Рефрактометры - это измерительные приборы, основанные на определении коэффициента преломления волны света. Рефрактометры позволяют определить физико-химические свойства вещества, а в интересующем нас случае, установить уровень кислотности молока. Экспресс тесты (индикаторные полоски) - наиболее простейший из приборов для измерения уровня кислотности молока. Принцип работы довольно прост: берём индикаторную полоску и опускаем в молоко, а по прошествии 15 секунд сравниваем изменившийся цвет полоски со сравнительной шкалой, также прилагаемой в комплекте. Полоски являются наименее точным, на наш взгляд, определителем кислотности молока, можно получить приблизительный результат, подходящий для домашней разовой варки сыров, не сильно зависящих от уровня рН. Экспресс- метод ультрозвукового анализа Сущность метода. Метод основан на распространении ультразвуковых волн в жидкости. В зависимости от физико-химических свойств продукта, варьируется и скорость ультразвука. Ход анализа. Анализ производится в течение 2-3 минут с помощью ультразвуковых анализаторов молока. Проба молока помещается в анализатор, затем прибор выводит результаты исследования на экране. При этом прибор дает результаты сразу по нескольким параметрам в зависимости от калибровки (жиру, белку, СОМО, добавленной воде и т.д.). Анализатор молока Лактан Анализлируемые параметры : жир, белок, сомо, плотность, добавленная вода, сухие вещества, лактоза, температура. Анализатор прост и удобен в работе, не требует высокой квалификации персонала. Для проведения анализа необходимо наполнить стаканчик пробой молока, поставить стаканчик под пробоприемник и нажать всего одну кнопку для выполнения измерения. По окончании анализа результат измерения появится на индикаторе прибора. После окончания работы анализатор следует промыть специальными моющими средствами, поставляемыми в комплекте с анализатором. Клевер-2 Анализатор качества молока Клевер-2 обеспечивает экспресс-оценку процентного содержания жира, сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО) и плотности в одной пробе свежего цельного, консервированного молока или сливок. Несмотря на многообразие функций, анализатор качества молока Клевер-2 очень прост в применении, что позволяет проводить на нем измерения неквалифицированному персоналу. Основные операции на приборе заключаются в том, чтобы залить пробу для измерения и после измерения слить ее. Процесс измерения качественных показателей молока или сливок занимает 2,5 - 3,5 мин. Молоко комнатной температуры измеряется за 2,5 мин, а охлажденное - за 3,5 мин. На индикатор прибора выводится вся необходимая оператору информация.

Индикация результатов измерений производится в цифровой форме с дискретностью отсчета 0,01%. Прибор работает автономно, но имеет возможность подключения к компьютеру для градуировки или регистрации результатов измерений. Для работы анализатора Клевер-2 с компьютером в комплекте с ним поставляется все необходимое для подключения Экспресс-метод инфракрасной спектроскопии. Метод инфракрасной спектроскопии применяется в молочной промышленности для определения химического состава (жира, белка, лактозы) и физико-химических свойств (плотность, точка замерзания и т.д.) вещества. Метод ИК-спектроскопии используется как для контроля поступающего сырья, так и для анализа готовой продукции. Метод основан на том, что через вещество проходит ИК-излучение, которое иногда ослабевает настолько, что образуются полосы поглощения. Данные полосы представляют собой ИК-спектр. Анализатор сопоставляет ИК-спектры анализируемого вещества с ИК-спектрами, сохраненными в библиотеке прибора, и на основании этого определяет точный состав продукта. Обычно ИК-спектроскопию применяют как дополнительный метод исследования после хроматографии. Однако ее можно применять как основной метод при анализе в полевых условиях или в том случае, если нужно провести исследование быстро. При этом метод ИК-спектроскопии остается одним из наиболее точных, так как ИК-спектр – одно из наиболее однозначных физических свойств, характеризующих вещество. Вывод К наиболее известным моделям в настоящее время относятся отечественные ультразвуковые анализаторы Лактан, Клевер и другие различного исполнения, а также зарубежные – Лактоскан, Экомилк (Болгария) и другие. Основное отличие приборов разных фирм – программное обеспечение. От его качества во многом зависит технический уровень самого прибора, в том числе точность определения количества того или иного компонента. Ультразвуковые анализаторы молока и молочной продукции лишены таких недостатков, как длительность определения показателей, использование дорогостоящих реактивов, повышенная опасность для обслуживающего персонала. С помощью ультразвуковых анализаторов можно без применения химических реактивов одновременно измерять до 11 показателей, характеризующих качество молочной продукции. В последние годы уровень приборной техники для анализа молочной продукции значительно вырос. И если раньше сложное аналитическое оборудование применялось для научных исследований, то тенденции аналитического приборостроения сегодняшнего дня связаны с внедрением высококлассных приборов непосредственно в производственные условия. При этом разработчики, не снижая параметрических характеристик аппаратуры, стараются снизить ее стоимость и упростить работу на ней. Разработанные в последнее время национальные стандарты на инструментальные методы анализа позволят расширить применение оборудования для анализа молочной продукции. Литература Учебные пособия: 1. Голубева, Л. В. Технология молока и молочных продуктов. Молочные консервы : учебник и практикум для академического бакалавриата / Л. В. Голубева. — 2-е изд., пере- раб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. 2. Забодалова Л.А., Евстигнеева Т.Н. Технология цельномолочных продуктов и мороженого: Учеб. пособие. СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. 3. Родионов, Г. В. Технология производства и оценка качества молока : учеб. пособие / Г. В. Родионов, В. И. Остроухова, Л. П. Табакова. – Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2018. 4. Твердохлеб Г., Диланян З.Х., Чекулаева Л.В., Шилер Г.Г. Технология молока и молочных продуктов. М.: Агропромиздат, 1991. 5. ТР ТС 033/2013 Технический

регламент Таможенного союза "О безопасности молока и молочной продукции"

Электронные ресурсы: 6.

<https://labmoloko.ru/stati/metody-opredeleniya-zhira-v-moloke-i-molochnyx-produktax-i-neobходимое-oborudovanie> 7.

<https://labmoloko.ru/stati/metod-ik-spektroskopii-pri-kontrole-kachestva-moloka-i-molochnyx-produktov> 8.

https://ozlib.com/883859/tovarovedenie/sovremennye_apparatnye_metody_opredeleniya_fiziko_himicheskikh_pokazateley_moloka