

Измерение динамической вязкости мёда и фруктового сиропа при помощи ViscoQC

Вязкость мёда и сиропа имеет решающее значение для нескольких этапов процесса (например, перекачки, розлива) и является хорошим показателем качества продукта.

Ротационный вискозиметр, такой как ViscoQC, идеально подходит для контроля качества вязких жидкостей.



1 Введение

Фруктовый сироп и мёд — это густые жидкости с высоким содержанием сахара. Концентрация сока во фруктовом сиропе уменьшает объем и вес продукта, а его вкус становится более насыщенным. В результате получается стабильный продукт с меньшими затратами на упаковку, хранение и транспортировку.

Вязкость мёда и сиропа играет важную роль в конструкции технологического оборудования, разработке, транспортировке и контроле качества продукта.

На вязкость фруктовых сиропов влияет их состав, особенно вид фруктов и проводимая в их технологическом процессе обработка, температура и концентрация. Вязкость мёда зависит от вида мёда (от источника нектара и пчел), содержания воды и температуры.

Известно, что большинство фруктовых сиропов и медовых продуктов являются ньютоновскими жидкостями. Это означает, что вязкость остается постоянной в состоянии покоя и при приложении силы.

Вязкость густых жидкостей обычно проверяется с помощью ротационного вискозиметра, такого как ViscoQC.

2 Испытание

Вязкость двух фруктовых сиропов (малинового и цитрусового) и двух видов мёда (цветочного и соснового) анализировали с помощью ротационного вискозиметра ViscoQC 300. Для возможности проведения анализа, например, определения предела текучести с мат. моделями,

онлайн-графиков и пошагового режима был активирован дополнительный программный пакет V-Curve. Кроме того, ViscoQC 100 можно использовать для одноточечного определения вязкости для быстрого контроля качества. ViscoQC 300 также поддерживает дополнительное программное обеспечение для выполнения лабораторных работ AP Connect, которое обеспечивает полностью автоматический сбор, хранение и передачу данных.

Измерения проводились с помощью шпинделей DIN/SSA с использованием PTD 175 для точного контроля температуры (таблица 1). В качестве альтернативы можно использовать PTD 80 для меньшего диапазона температур. Конфигурация прибора зависит от вязкости пробы и необходимости контроля температуры.

Образец	Сироп		Мёд	
Прибор	ViscoQC 300 - L		ViscoQC 300 - R	
Шпindelь	CC26		SC4-29	
Програм. пакет	V-Curve		V-Curve	
Метод	Сканир. по скорости	Темп. скан.	Сканир. по скорости	Темп. скан.
Скорость (rpm)	От 5 до 15	5/10*	От 5 до 35	2.5/30/170**
Темп. система	PTD 175		PTD 175	
Темп. (°C)	20	От 5 до 50	20	От 5 до 50

Таблица 1: Конфигурация и условия измерения при измерении вязкости фруктового сиропа и мёда. *5 об/мин используются при 5/10 °C, а 10 об/мин используются при 20/30/40/50 °C. ** 2,5 об/мин используется при 5/10 °C, 30 об/мин используется при 20 °C и 170 об/мин используется при 30/40/50 °C.

2.1 Условия испытания

Сканирование по скорости:

Для анализа характеристик потока образцов было выполнено сканирование по скорости с помощью ViscoQC 300.

Сироп: нач. знач.: 5 об/мин, конечн. знач.: 15 об/мин, Кол-во точек: 5, темп.: 20 °C, T-Ready: вкл., Целевое время: 30 с

Мёд: нач. знач.: 5 об/мин, конечн. знач.: 35 об/мин, Кол-во точек: 7, темп.: 20 °C, T-Ready: вкл., Целевое время: 30 с

Температурное сканирование:

Для анализа вязкости при заданных температурах

на ViscoQC 300 был создан пошаговый тест. Метод включает шесть шагов при разных температурах с режимом измерения «Стоп по времени (@t)»:

Сироп: заданное знач.: 5/10* об/мин, целевое время: 1 мин, Темп.: 5/10/20/30/40/50 °C, T-Ready: вкл.

Мёд: заданное знач.: 2.5/30/170* об/мин, целевое время: 1 мин, Темп.: 5/10/20/30/40/50 °C, T-Ready: вкл.

*Невозможно было использовать одну и ту же скорость для каждого шага, поскольку крутящий момент был либо слишком низким (<10 %), либо слишком высоким (>100 %). Поэтому для каждой температуры была установлена скорость измерения в пределах от 10 % до 100 % крутящего момента (см. Таблицу 1).

3 Результаты и выводы

Выполняя сканирование скорости, можно показать, что образцы мёда и фруктового сиропа имеют ньютоновское (идеально вязкое) поведение потока (пример: рис. 1). В этом случае на вязкость образцов не влияют внешние силы. Во время производственных процессов, таких как перекачка и наполнение, вязкость остается постоянной. Для ньютоновских образцов для контроля качества достаточно одноточечного определения на одной скорости. Если фруктовые соки содержат значительное количество мякоти или очень концентрированы, они могут демонстрировать дополнительное сопротивление течению, называемое пределом текучести.

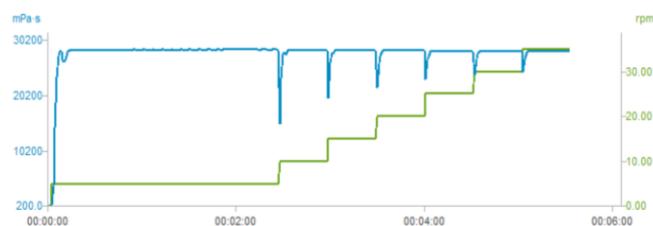


Рисунок 1. Сканирование по скорости соснового мёда при 20 °C от 5 до 35 об/мин с помощью ViscoQC 300 – R, V-Curve, PTD 175 и SC4-29.

С помощью регрессии «Степенной закон» можно определить индекс текучести (ИТ) и индекс консистенции (табл. 2). ИТ указывает на поведение потока образца: ИТ > 1 для сдвигового утолщения, ИТ < 1 для сдвигового утоньшения, ИТ = 1 для ньютоновского поведения. Индекс консистенции – это вязкость продукта за одну обратную секунду (с-1).

Образец	Индекс текучести	Индекс консист.
Цветочный мед	0.9965	20,450 мПа*с
Сосновый мед	0.9943	28,630 мПа*с
Цитрусовый сироп	0.9886	63.00 мПа*с
Малиновый сироп	1.0030	71.20 мПа*с

Таблица 2: Значения степенного закона для образцов меда и фруктового сиропа.

Вязкость мёда и фруктового сиропа сильно зависит от температуры (рис. 2 и таблица 3). Вязкость образцов увеличивается при низких температурах и уменьшается при высоких температурах. Знание вязкости при различных температурах важно для производственного процесса. Кроме того, вязкость фруктового сиропа в холодильнике (~5 °C) и при комнатной температуре (~20 °C) влияет на то, насколько легко его можно вылить из бутылки.

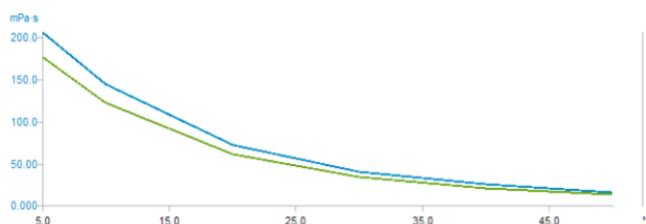


Рисунок 2. Испытание фруктового сиропа в зависимости от температуры от 5 °C до 50 °C с помощью ViscoQC 300 – L, V-Curve, PTD 175 и CC26. Зеленый = цитрусовые, синий = малина.

Температура	Цветочный мёд	Сосновый мёд
5 °C	218,000 мПа*с	313,200 мПа*с
10 °C	88,400 мПа*с	124,800 мПа*с
20 °C	18,460 мПа*с	25,500 мПа*с
30 °C	5,188 мПа*с	7,055 мПа*с
40 °C	1,735 мПа*с	2,324 мПа*с
50 °C	747 мПа*с	941 мПа*с

Таблица 3: Испытание зависимости вязкости от температуры цветочного и соснового мёда.

4 Заключение

ViscoQC 100/300 идеально подходит для контроля качества фруктового сиропа и мёда. В зависимости от требуемого диапазона температур PTD 80 (от 15 °C до 80 °C) и PTD 175 (от -45 °C до 175 °C) обеспечивают точный контроль температуры.

В качестве альтернативы вязкость образцов фруктового сиропа и мёда также можно анализировать без контроля температуры с помощью стандартных шпинделей в стакане на 600 мл. ViscoQC 100/300 – L со шпинделем L1 и защитой шпинделей L подходит для измерения образцов фруктового сиропа. ViscoQC 100/300 – R со шпинделем RH6 и дополнительной защитой шпинделя R подходит для образцов меда.

Анализ вязкости этих продуктов помогает в разработке и оптимизации нескольких технологических операций (например, перекачки, выпаривания, фильтрации).