Реологическая характеристика мороженого

Реологическое поведение мороженого, зависящее от температуры, является важным свойством конечного продукта. Например, мороженое должно иметь низкую жесткость при низких температурах, чтобы его можно было хорошо набирать, но, с другой стороны, оно должно иметь сливочную консистенцию, чтобы после таяния при более высоких температурах его было приятно ощущать во рту. В это же время в промежуточном диапазоне при таянии потребителю не нравится ощущение лишнего холода.

1 Введение

Реологическое поведение мороженого, зависящее от температуры, является важным свойством конечного продукта. Например, мороженое должно иметь низкую жесткость при низких температурах, чтобы его можно было хорошо набирать, но, с другой стороны, оно должно иметь сливочную консистенцию, чтобы после таяния при более высоких температурах его было приятно ощущать во рту. В это же время в промежуточном диапазоне при таянии потребителю не нравится ощущение слишком сильного холода.
В данном отчете проведена температурно-зависимая реологическая характеристика образцов мороженого. Дана корреляция между реологическими данными и сенсорным (вкусовым) впечатлением.

2 Образец

Было использовано стандартное ванильное мороженое с двумя разными способами обработки: Freezer (замороженное) и ULTICE.

3 Условия испытания

Измерения проводились с использованием реометра MCR Anton Paar с опцией Direct Strain Oscillation (DSO), температурной системы Пельтье PTD, профилированной вставки 25 мм и измерительной системы с профилированными параллельными плоскостями PP25-P (Ø 25 мм). Размер зазора был 2 или 3 мм. Особое внимание следует уделить подготовке пробы. Были подготовлены диски диаметром 25 мм и помещены в реометр, настроенный на -20°C.

Из-за растяжимой структуры мороженого и жесткой консистенции мороженого при низких температурах использовалась измерительная система с параллельными плоскостями. Для предотвращения скольжения использовались профилированные геометрии.

Усовершенствованная температурная система Пельтье PTD, которая устраняет любые значительные температурные градиенты по всему образцу, использовалась для установки температуры.

Для измерения образцов мороженого используются осцилляционные испытания, поскольку они дают дополнительную информацию об упругом поведении образца, т. е. можно различать вязкостные (G'') и упругие (G') свойства.

Температурная развертка (TS) или осцилляционная термореология (OTR) на мороженом:

Предустановка: постоянная угловая частота = 10 c^{-1}, постоянная деформация = 0,02 %. Изменение температуры T = 20 °C до +10 °C, скорость нагрева 0,5 K в минуту.

4 Результаты и Выводы

На рис. 1 показаны результаты TS для двух разных видов мороженого. Можно выделить три разных региона:

1. T < -10 °C:

В реологическом поведении преобладает микроструктура кристаллов льда. Уровень динамического модуля упругости G’ и модуля потерь G’’ соответствует жесткости и возможности черпать мороженое.

2. -10°C<T<0°C:

Кристаллы льда тают. Чем круче наклон G’ и G’’, тем быстрее таяние, т. е. более выраженное сенсорное восприятие холода.

3. T>0°C:

Все кристаллы льда расплавлены. На реологическое поведение влияют только диспергированные пузырьки воздуха и жировая фаза. G’’ коррелирует с сенсорным ощущением сливочности. Чем выше модуль потерь, тем более сливочное впечатление от мороженого ощущается потребителем.

На рис. 1 показано, что образец ULTICE имеет лучшую зачерпываемость, менее выраженное ощущение холода и более высокую кремообразную консистенцию по сравнению с замороженным образцом.

На рисунке 2 показана важность хорошего контроля температуры. Один и тот же образец мороженого измеряли с помощью температурной системы PTD и открытой системы, в которой температура только нижней плоскости контролировалась с помощью системы Пельтье. Как видно, значения G’ и G’’, измеренные без кожуха, намного ниже по сравнению с измерениями с системой PTD, что указывает на более высокую среднюю температуру в образце. Кроме того, довольно большие температурные градиенты в образце для такой системы приводят к более сглаженным кривым G' и G", на которых детали процесса плавления не наблюдаются в той мере, в какой это необходимо для корреляции реологического поведения с важными свойства мороженого.

5 Заключение

Результаты показывают, что температурно-зависимая характеристика образцов мороженого дает подробную информацию о его способности к набиранию и сливочности, а также о холоде, который потребитель ощущает в процессе таяния. Если в экспериментальной установке преобладает точная температура с небольшими температурными градиентами в образцах мороженого, реологические данные могут быть напрямую связаны с механическим поведением и сенсорным впечатлением от образцов. Таким образом, предлагаемый тест может служить инструментом для улучшения и обеспечения качества продуктов из мороженого.

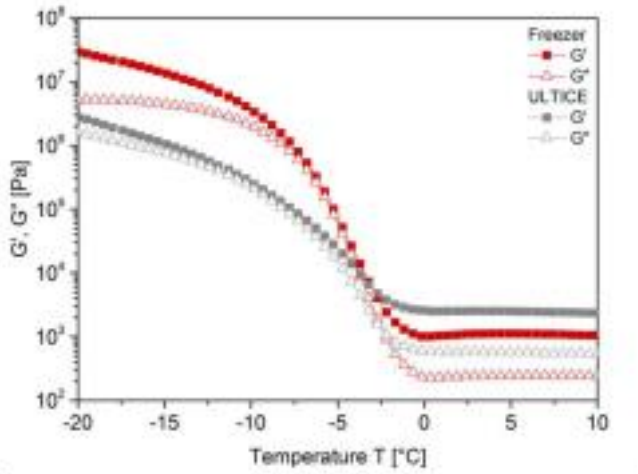

Рисунок 1: Температурная развертка (TS) мороженого при различных условиях обработки

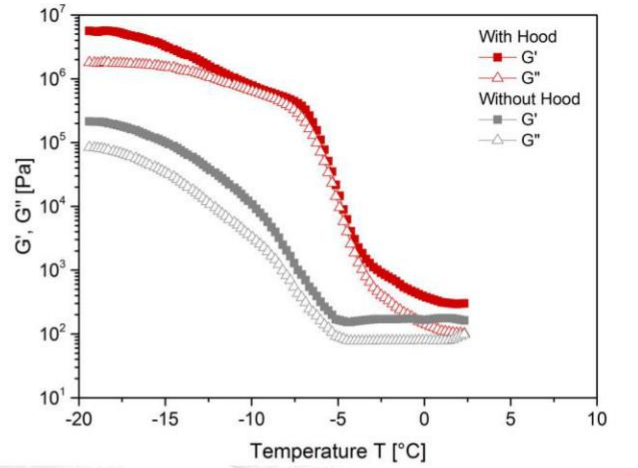

Рисунок 2. Температурные развертки (TS) мороженого с PTD (с кожухом) и обычной системой Пельтье (без кожуха).