

Сывороточные напитки являются популярными готовыми белковыми напитками, благодаря своим отличным питательным качествам и хорошему вкусу. Для придания свежего и приятного вкуса напитки на основе сыворотки обычно готовят с добавлением фруктов или овощей. Вопросы стабильности являются одной из основных проблем, с которыми обычно сталкиваются при производстве такого рода напитков, например, кристаллизация лактозы при хранении в холодильнике, коагуляция сывороточных белков и др. Очень важно изучить стабильность рецептур сывороточных напитков и модифицировать их для улучшения характеристик. С помощью системы дисперсионного анализа стабильности MultiScan 20 (MS 20) (рис. 2) изменения стабильности могут быть обнаружены и оценены количественно гораздо быстрее, чем это позволяет сделать любой традиционный тест на срок годности. В данном приложении представлено исследование стабильности четырех рецептур сывороточных напитков.



Рисунок 1: Сывороточные напитки с различными фруктовыми добавками.

### Метод

MultiScan MS 20 (рис. 2) - это измерительный прибор для автоматического анализа оптической стабильности и старения жидких дисперсий и различных других характеристик зависящих от времени и температуры механизмов дестабилизации. Он состоит из базового блока и до шести подключаемых башен ScanTowers с термостатируемыми камерами для образцов. ScanTowers MS 20 могут индивидуально управляться и работать при различных температурах (от 4 °C до 80 °C).

Благодаря программному обеспечению MSC, MS 20 является идеальным прибором для анализа стабильности, поскольку даже малейшие изменения в дисперсиях могут быть обнаружены и оценены. MS 20 позволяет быстро и объективно проанализировать стабильность дисперсии, а также сделать выводы о возможных механизмах дестабилизации самостоятельно.



Рисунок 2: Система анализа устойчивости MultiScan MS 20 с шестью независимыми Scan Towers.

### Эксперимент

Небольшая пробирка, заполненная жидкостью, помещается в одну из "сканирующих башен" MS 20. Сканирующая система состоит из светодиодов пропускания и обратного рассеяния вместе с детектором. Эта система перемещается вдоль вертикальной стороны флакона (ось z).

Полученная интенсивность пропускания и обратного рассеяния представлена на диаграмме "интенсивность-позиция". Сканирование образца проводилось через заданные временные интервалы. Изменения в обнаруженном измерительном сигнале могут дать пояснения о свойствах стабильности образца.

20 мл каждого состава сывороточного напитка (кассис, персик, кровавый апельсин, мультифрукт) налили в прозрачный стеклянный флакон и измеряли каждые 5 мин в течение 5 ч 45 мин. Измеряемая зона находится между 0 мм (дно стакана) и 57 мм (уровень заполнения флакона). На рис. 3 показаны флаконы с образцами в конце измерения.



Рисунок 3: Образцы сывороточных напитков с различными фруктовыми добавками после измерения.

## Результаты

Поскольку образцы имеют значительную объемную концентрацию, сигнал передачи был слишком слабым и показывал очень мало информации в течение всего измерения. Поэтому для изучения стабильности сывороточных напитков был проанализирован сигнал обратного рассеяния.

Все четыре образца показали схожее изменение интенсивности обратного рассеяния с течением времени. На рисунке 4 показан график зависимости интенсивности обратного рассеяния от положения для сывороточного напитка с кассисом. Он показывает явное изменение сигнала в зависимости от времени, а также в зависимости от положения, который уменьшился в верхней части между 50 мм и 55 мм, что указывает на типичный процесс седиментации.

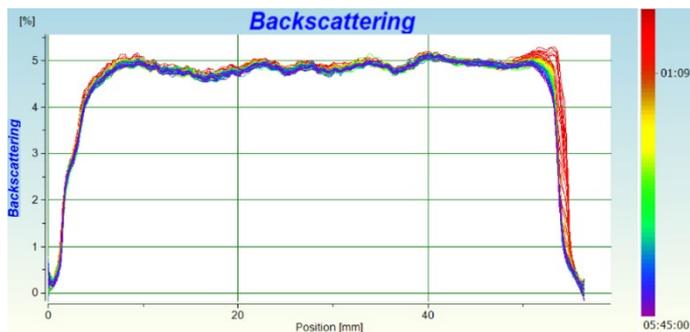


Рисунок 4: Диаграмма интенсивности обратного рассеяния сывороточного напитка с шасси.

Рассчитанное с помощью соответствующей функции программного обеспечения MSC, изменение фронта миграции может быть проанализировано, в результате чего средняя скорость седиментации составила 1,038 мм/ч в первые 1 ч и 0,02576 мм/ч в последние 4 ч 45 мин для сывороточного напитка кассиса (рис. 5). Причина заключается в том, что большинство частиц уже осели в течение первого часа.

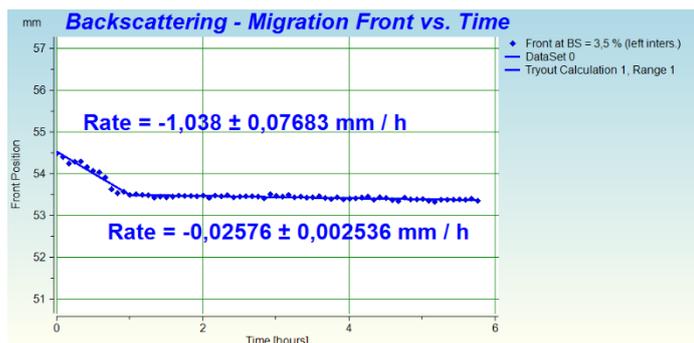


Рисунок 5: Изменение фронта миграции сывороточного напитка, содержащего кассис, с течением времени.

Соответственно, остальные 3 образца были проанализированы, в результате чего были получены показатели седиментации, представленные на рис. 6. Сывороточные напитки с персиком, кассисом или кровавым апельсином также были очень нестабильны в течение первого часа, в то время как сывороточный напиток с мультифруктами показал постоянную скорость седиментации всего 0,1029 мм/ч во время испытания, что указывает на его наивысшую стабильность.

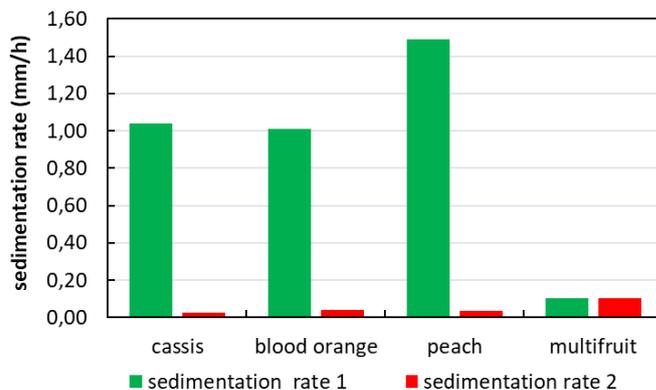


Рисунок 6: Изменения фронта миграции (диапазон положения 50 - 55 мм) четырех образцов (скорость изменения 1: 0 - 1 ч; скорость изменения 2: 1 ч - 5 ч 45 мин).

А сывороточный напиток с персиком оказался с самым нестабильным составом со скоростью седиментации 1,491 мм/ч, в то время как напитки с кассисом и кровавым апельсином показали схожую стабильность.

Что особенно важно, программное обеспечение MSC может также предоставлять общий анализ с помощью функции индекса стабильности. Для прямого и простого получения разницы в стабильности результаты всех образцов могут быть отображены в окне наложения (рис. 7). В соответствии с полученными ранее результатами, анализ индекса стабильности подтверждает, что напиток с мультифруктами является наиболее стабильным, а сывороточный напиток с персиком - наиболее нестабильным. **Эти результаты подчеркивают превосходную применимость MS 20 для анализа и количественной оценки проблем стабильности различных рецептов на местном и глобальном уровнях с высокой надежностью.**

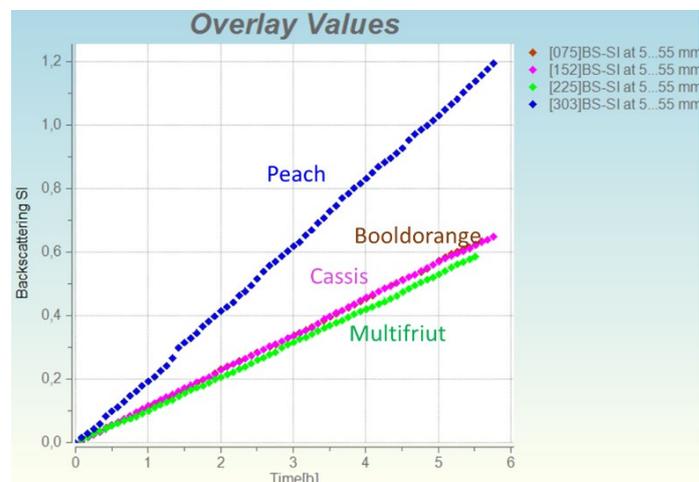


Рисунок 7: Наложение изменения индекса стабильности обратного рассеяния трех образцов в зависимости от времени.

## Итог

С помощью системы анализа стабильности MS 20 и его ПО "MSC" можно продемонстрировать простой и быстрый способ исследования стабильности рецептов сывороточных напитков. Изменения могут быть обнаружены чувствительно, легко и надежно, что позволяет производителю предвидеть и количественно оценить проблемы стабильности и, таким образом, гарантировать оптимальную по времени и стоимости разработку продукта.