

SÜT YAĞININ ERİMESİ, KRİSTALİZASYONU ve POLİMORFİZM

SÜT YAĞININ ERİMESİ

- Süt yağı 40 °C'nin üzerinde likit, - 40 °C' nin altında ise katı (kristal) formda bulunur. Ara sıcaklıklarda likit ve kristal faz karışım halindedir. Genelde likit yağ fazı sürekli fazı oluşturur.
- Süt yağında yer alan yağ asitlerinin çok sayıda olması (yaklaşık 450 yağ asidi belirlenmiş) değişik kombinasyonlarda binlerce trigliserid molekülünün varlığına yol açmıştır.
- Trigliserid kompozisyonuna bağımlı bunların kristalizasyon eğilimleri ve erime noktaları birbirinden farklıdır.

Erime Sınırları

- Saf bileşiklerin sabit bir erime noktası vardır. Ancak süt yağı gibi karışık bir çok bileşeni içeren maddelerin erime sınırları oldukça geniş ve değişebilir özelliktedir.
- Triglicerid bileşenlerinin farklı erime noktalarına sahip olmaları anılan farklılıklara kaynaklık etmektedir.
- Krema hızlı bir şekilde -50 C ye soğutulmuş daha sonra deneme sırasında yavaşça ısıtılmıştır. 1: katı yağ oran, 2: her bir C ye karşılık % olarak erime oranı
- Yağ asitleri kompozisyonu, süt yağının erime kurvesinin belirlenmesinde temel faktördür. Özetle erime sınırları yağ asitleri ile ilişkilidir. Erime sınırları yağ asitlerinin zincir uzunluğunun azalması ve doymamışlık dercesinin artması ile azalmaktadır. İlaveten trigliceridlerdeki yağ asitlerinin niteliği ve pozisyonu da erime kurvesi üzerine etkilidir.

KRİSTALİZASYON

- Süt yağının büyük bölümünü trigliseridler (% 97- 98) oluşturmaktadır. Bu nedenle süt yağının kristalizasyonunda belirleyici etki, trigliseridlerden kaynaklanmaktadır.
- Erimiş/likit formda trigliserid molekülleri yüksek kinetik enerjiye sahiptir. Molekülleri bir arada tutan kuvvetler (hidrojen bağları, Van der Waals çekim kuvvetleri) termal hareketi önleyebilecek düzeyde olmadığı için, her bir molekül serbest hareket edebilmektedir.
- Likit yağ soğutulursa, termal hareket azalır ve moleküller arası kuvvetler trigliserid moleküllerini birbirine yakın şekilde biraraya getirir. Bu aşamada yağ asidi zincirleri paralel yapılar oluşturarak kristalleşir.

Kristalizasyon üç aşamada gerçekleşir;

- kristal çekirdeğin oluşumu
- kristallerin büyümesi
- kristallerin yeniden düzenlenmesi

POLİMORFİZM

- Katı/kristal fazda, aynı kimyasal kompozisyonlu materyallerin, farklı kristal birim hücrelerine sahip olmaları polimorfizm olarak tanımlanır. Solüsyonların kristalizasyonu genelde yavaş bir süreçtir.
- Aşırı soğutmaya (supercooling) gereksinim duyulur. Supercooling, çekirdeklenme ve kristallerin gelişimine yol açar. Yüksek supercooling derecelerinde çekirdeklenme ve çok küçük kristallerin oluşumu sağlanır.
- Kristalizasyon noktasına yakın sıcaklıklarda kristallerin gelişimi yeterli düzeydedir ve büyük kristaller oluşur. Kristallerin gelişiminde, modifikasyonlar ve faz değişimi ortaya çıkabilir. Anılan her iki değişim, kristallerin polimorfik davranışlarının nedenidir.

- Kristallerde moleküllerin biraraya gelme düzeni gerek aynı gerekse komşu kristaller arasındaki etkileşimler (interaksiyonlar) tarafından etkilenir. Sonuçta kristal kafes (lattice) yapıları oluşur.
- Kristal kafes yapısında yer alan en küçük ünite, birim hücre (unit cell) olarak tanımlanır. Kristal kafes, birim hücrelerin üç yönde (üç boyutlu) kendilerini tekrarlamaları ile meydana gelmektedir.
- Yedi (7) kristal birim hücre şekli mevcuttur. Tanımlamada prizmanın kenar uzunlukları ve aralarındaki açılar esas alınmaktadır. Bunlar; kübik, tetragonal, rombohedral, hegzagonal, ortorombik, monoklinik, triklinik'dir.

Polimorfizm yağ kristallerinin birden fazla formda bulunabilme yeteneğidir. Doğal yağlar α, β', β formundadır.

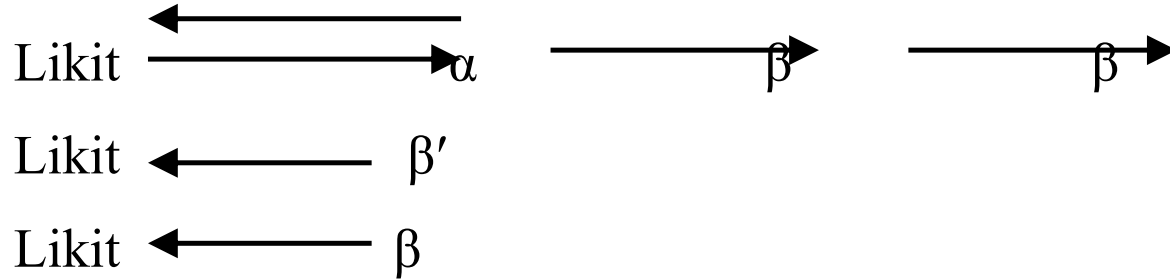
Stabilite α 'dan itibaren artış gösterir. Formlar arasındaki değişimler monotropik'dir. Monotropik, metastabil polimorfik bir formun geri dönüşümsüz stabil forma dönüşmesidir.

Formların kristal yapıları ve erime noktaları birbirinden farklıdır. En stabil ve diğerlerine göre daha yüksek erime noktasına sahip T_1 (triklinik)' in β -polimorfik formudur. β' 'ün β ' ya göre erime noktası daha düşüktür.

β' - formu ortorombik (O_1) birim hücrelerine sahiptir. Stabilitesi en düşük olan α –formunda ise hegzagonal birim hücreleri bulunmaktadır.

Trigliseridlerde polimorfizm:

Saf trigliseridlerin polimorfizm modeli aşağıda verilmektedir.



Hızlı soğutmada metastabil α -formu geri dönüşümlü olarak likit fazdan üretilir. α -formu geri dönüşümsüz daha stabil bir form olan β' -formuna, β' -formu da en stabil form olan β -formuna dönüşür. Ancak süt yağındaki trigliseridlerin tamamı, yukarıda belirtilen üç formu oluşturamazlar. Doğa da birçok madde farklı polimorfik formlarda kristalize olabilirler. Bu formlardan sadece biri mevcut koşullarda stabil, diğerleri ise metastabildir.