

# ISIL İŐLEME ALTERNATİF YÖNTEMLER VE MİKROORGANİZMALAR ÜZERİNE ETKİLERİ -I

- Gıda güvenliği ve kalitesi açısından biyolojik ve kimyasal aktivitelerin kontrol altına alınması gerekmektedir.
- Gıdanın retilmesi sırasında bu durum genellikle ısıll işlemlerle sağlanmaktadır.
- Ancak ısıll işlemlerin bazıları gıdanın besin değeri ve duyuusal özelliklerinde önemli değişikliklere yol açmaktadır.
- Bu nedenle günümüzde gıda üreticileri gerek gıdanın raf ömrünü uzatabilmek, gerekse gıdanın besin değerini koruyabilmek için yeni teknoloji ve yöntem arayışı içine girmişlerdir.
- Geleneksel ısıll yöntemlere alternatif olan bu yeni teknikler, gıda endüstrisinde uzun bir süredir gündemdedir.

Isıl işlem alternatif olarak önerilen ısı olmayan yeni teknikler ;

- Vurgulu Elektrik Alan (Vea),
- Vurgulu (Atımlı) Işık,
- Yüksek Basınç Uygulaması,
- Ultrasonik Vibrasyon
- Ohmik Isıtma
- Mikrofiltrasyon,
- X Işınları,
- Ultraviyole Işık,
- Salınımlı Manyetik Alan

# VURGULU ELEKTRİK ALAN (PEF)

Vurgulu elektrik alan, kısa süre (genellikle 2-300 ms) ve yüksek voltaj elektriksel alan vurgulaması esasına dayanır.

- Bu teknolojide iki elektrot arasına konulan gıdaya 20 - 80 kV/cm<sup>2</sup> arası yüksek voltaj uygulanır.
- Dışarıdan uygulanan elektrik alan hücre membranı boyunca transmembran potansiyel denilen bir elektrik potansiyel farkı oluşturur. Bu potansiyel kritik bir değere ulaştığında, hücre membranında por oluşumu veya elektroporasyon başlar ve geçirgenlik artar. Böylece, hücre membranının koruyucu özelliği ortadan kalkar ve hücre içindeki yaşam materyalleri kaybolur

- Sıvı gıdaların pastörizasyonunda geleneksel ısı işlem yerine kullanılabilen en umut verici teknoloji olarak PEF yöntemi görülmektedir
- PEF teknolojisi elma suyu, sıvı yumurta, portakal suyu, süt ve çorbaların raf ömrünü uzatmada başarıyla kullanılmaktadır.
- Geleneksel ısı işlemlere göre gerek fiziko-kimyasal ve duyu özellikler daha iyi korunmakta gerekse daha az enerji harcanmaktadır.
- Salmonella dublin, Staphylococcus aureus, Pseudomonas izolatları, Pseudomonas fluorescens mikroorganizmaları üzerinde PEF'in etkisi incelenmiştir.

• Mikroorganizma

Sütün Tipi

Uygulama Türü

Logaritmik Düşüş

Pseudomonas fluorescens

Yağsız süt

28 kV/cm, 1 atım, 2 s, 40°C

2

Pseudomonas türleri

Tam yağlı süt

31 kV/cm, 1 atım, 2 s, 55°C

>3

Staphylococcus aureus

Tam yağlı süt

35 kV/cm, 150 bipolar atım,  
8 s, 25°C

4.5

Salmonella dublin

Yağsız süt

25 kV/cm, 100 atım, 30°C

1

- PEF uygulaması mikrobiyal inaktivasyonun yanında enzimlerin inaktive edilmesinde de kullanılır.
- Sütteki alkali fosfataz, peroksidaz, lipaz ve proteazın inaktivasyonu üzerinde çeşitli çalışmalar yapılmıştır.
- Sütteki alkali fosfataz ısı pastörizasyonun yeterliliğinin göstergesidir.
- Yağsız, %2 yağlı ve tam yağlı sütte PEF uygulamasıyla alkali fosfataz inaktivasyonunu araştırmışlardır. 18.8 kV/cm elektrik alan kuvvetinde ve 70 vuru sayısında alkali fosfataz miktarında
  - ✓ yağsız sütte %65'in üzerinde azalma tespit edilirken,
  - ✓ %2 yağlı sütte ve tam yağlı sütte %59 düzeyinde azalma tespit etmişlerdir

# VURGULU (Atımlı) IŞIK

Atımlı ışık yönteminde, infrared bölgeye yakın olan UV bölgedeki geniş spektrumlu dalga boyları (200 nm-1 mm) kullanılmaktadır.

- Sterilize edilecek bir yüzey yaklaşık olarak yüzeyde 0,01-50 J/cm<sup>2</sup> enerji yoğunluğuna sahip en az 1 atımlı ışığa maruz bırakılır.
- Bu durumda 170-2600 nm arasında değişen dalga boyu dağılımının kullanılması gerekmektedir. Atımların süresi 1  $\mu$ s ile 0,1 s arasında değişip saniyede 1-20 flaş uygulanır.



- Escherichia coli, Staphylococcus aureus ve Bacillus subtilis gibi mikroorganizmalar 1-2 J/cm<sup>2</sup> yoğunluğundaki 1-35 aralığında flaş yapılarak inaktive edilebilmektedir.
- Yapılan bir çalışmada çökelekteki Pseudomonas spp.'lerin sayısında 16 J/cm<sup>2</sup> yoğunluğundaki 0.5 ms aralıkla yapılan 2 atımla **1.5 logaritmik** birimlik bir azalma görülmüştür (Dunn ve ark., 1988).
- Çiğ yumurtalardaki bir çalışmada da 0.5 J/cm<sup>2</sup>'lik 8 flaş sonucunda Salmonella enteriditis sayısında 8 logaritmik birimlik bir azalma olmuştur (Anonim, 2011b).
- Başka bir çalışmada da yüksek basınç uygulamasıyla kombinasyonu sonucu balıktaki koliformlar ve psikotrof bakterilerde 3 logaritmik birimlik azalma olduğu görülmüştür

# YÜKSEK BASINÇ UYGULAMASI

- Yüksek hidrostatik basınç patojen ve saprofit mikroorganizmaların inaktivasyonu yeteneğine sahip olan yeni bir gıda muhafaza metodudur. Burada basınç, sıcaklık yerine kullanılan stabilize edici bir faktör durumundadır.
- Yüksek hidrostatik basınç uygulaması, üzerinde en çok çalışılan alternatif bir metottur. Bu uygulamada 100-1000 Mpa aralığında yüksek basınçlar uygulanır. Yüksek basıncın ilk uygulamaları 19. yüzyılın sonlarına doğru sütte gerçekleştirilmiştir.
- Yüksek basınç altında tat, koku ve vitaminler en az etkilendiği, mikroorganizmalar ile enzimler de inaktive olduğu için bu yöntem süt pastörizasyonu ve sterilizasyonu için düşünülebilir.

- Yüksek basınç uygulaması (100–1000 Mpa) oda sıcaklığında yapılabilen en umut verici gıda muhafaza yöntemlerinden birisidir
- UHT sütte 50°C'de 15 dakika boyunca 400 MPa'lık bir uygulama E.coli sayısını yaklaşık 5 logaritmik ünite düzeyinde azaltırken; aynı süre ve sıcaklıkta 500 MPa'lık bir uygulama S. aureus sayısını yaklaşık 6 logaritmik ünite azaltmaktadır.
- Çoğu mikroorganizmanın vejetatif formu 600 Mpa'da 15 dk'da ve 20-30°C'de zarar görür.
- HHP uygulaması ile *Listeria monocytogenes* 340 MPa'da tamamen inaktif edilebilmektedir. Ancak bu bakterinin UHT ve çiğ sütte, yüksek basınca karşı daha dirençli olduğu bildirilmiştir.

# ULTRASOUND

- Ultrasound veya bir başka deyişle sonikasyon gıda endüstrisi için umut vadeden alternatif teknolojilerden biridir. sözlük anlamı ile; saniyede 20.000 veya daha fazla titreşim gerçekleştiren ses dalgaları ile enerji meydana getirilmesi olarak ifade edilmektedir.
- Uygulanan ses dalgasının büyüklüğü ve kullanılan frekansa bağlı olarak çok çeşitli uygulamalara olanak sağlayan bir seri fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal etkiler gerçekleşebilmektedir.
- Gıda prosesleri amacıyla kullanılan düşük frekanslı (20- 100 kHz) ve yüksek güçlü ultrason (power ultrasound) uygulamalarında, **kavitasyon** (gaz kabarcıklarının içe doğru patlamaları nedeniyle oluşan etki) oluşabilmektedir.

- Kaviteasyonda açığa çıkan ısı ve buna bağlı olarak o ortam sıcaklığının 550 C'ye hızlı değişir ve basınç 50 Mpa'a kadar çıkar. Ultrason uygulaması ile mikroorganizmaların ölümü, ortamdaki bu basınç ve sıcaklık değişimleri nedeniyle oluşan kaviteasyon ile açıklanmaktadır.
- Termosonik (ısı ve sonikasyon), manosonik (basınç ve sonikasyon), ve manotermosonik (ısı, basınç ve sonikasyon) işlemler mikroorganizmaların inhibisyonu amacıyla etkili bir şekilde kullanılabilir.

- Mikroorganizmaların yok olması zamana ve ultrasonik uygulamanın gücüne bağlıdır. Bakteri üzerine ultrasonun öldürücü etkisi, stoplazmatik membranın tahrip edilmesine dayanır.
- Ultrasoundun hücrelerde oluşturduğu yıkım etkisi konusunda farklı teoriler mevcuttur. Ultrasonik dalga bir sıvıdan geçtiğinde çok küçük kabarcıklar veya boşluklar meydana getirmektedir (kavitasyon oluşumu).
- Bu kabarcıklar sönmelendikleri anda o noktalarda lokal olarak yüksek sıcaklık ve basınç oluşturmaktadırlar. Sıcaklık ve basınçta meydana gelen bu ani değişimler de hücre duvarının yapısının bozulmasına neden olmaktadır

- Mikrobiyal inaktivasyon açısından bir diğer mekanizma ise serbest radikal oluşumu ile açıklanmaktadır. Ultrasound uygulaması sırasında OH-radikalleri ve hidrojen peroksit oluşmakta ve meydana gelen bu bileşenlerin önemli bakterisidal etkileri bulunmaktadır.
- Ultrasound uygulamasının sulu süspansiyondaki *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* ve *Pseudomonas aeruginosa*' yı yok edebildiğini belirtilmiştir.
- Gram-pozitif hücreler ise hücre duvarlarının daha kalın olması dolayısıyla gram-negatif hücrelere oranla daha dirençlidirler. Sporlar ise ultrasona karşı en dirençli gruptur.

- Sütteki *Bacillus subtilis* sporları üzerinde 70-95°C sıcaklık aralıklarında ultrasound uygulaması yapılmıştır. Tek başına ultrasound bir etki göstermezken, sıcaklıkla beraber ultrasound uygulaması spor popülasyonunu % 63-73 oranında azaltmıştır.
- Yine bir çalışmada UHT sütte *Staphylococcus aureus* için önceki normlarla ultrason yöntemi uygulanmıştır. Tek başına ısıl yönteme göre ultrasoundla beraber uygulanan ısıl işlemin D değerlerini % 43 daha fazla azalttığı görülmüştür. Yoğun sıvılar ve katılar ultrasound dalgalarının yayılmasını engellediği için, bu tekniğin süt ve meyve sularının sterilizasyonu için daha kullanışlı olduğu düşünülmektedir