

## **Süt ve Ürünlerinde Mikroorganizmaları Azaltmada Alternatif Yöntemler**

Hasan Temiz<sup>1</sup>, Zekai Tarakçı<sup>2</sup>, Umut Aykut<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Samsun

<sup>2</sup>Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Ordu

### **Özet**

Süt teknolojisinde mikroorganizmaları kontrol altına almak için ısı işlemden başka, vurgulu elektrik alan kullanımı, yüksek hidrostatik basınç, ışınlama, basınçlı CO<sub>2</sub> uygulaması, biyokoruyucuların kullanımı ve benzer yöntemler araştırılmakta veya kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin kullanımıyla, ısı işlem uygulamaları sonucunda sütte meydana gelen fiziksel, kimyasal, duyu ve mikrobiyolojik değişimler de engellenmektedir. Günümüzde gıda işlemede önem kazanmaya başlayan bu yeni teknikler yapılan son araştırmalarla gelişme kaydetmektedir. Ancak süt teknolojisinde bu yeni yöntemlerin uygulanabilirliği henüz kesinlik kazanmamıştır. Hatta bazı yöntemlerden daha iyi verim alınabilmesi için diğer metotlarla kombine olarak kullanılması vurgulanmaktadır. Bu derlemede, süt gibi sıvı gıdaların muhafazasında kullanılan ve mikroorganizmaları azaltmak için uygulanan işlemlerden, vurgulu elektrik alan (PEF) yöntemi, yüksek basınç uygulaması, ultrasound uygulaması, ışınlama, sterilant gazlar, filtrasyon uygulaması ve biyokoruyucular hakkında bilgiler sunulmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Süt, Mikroorganizma, Alternatif yöntemler

### **Giriş**

Günümüzde tüketicilerin tercihi, katkı maddeleri içermeyen, taze tadını muhafaza eden, mikrobiyal açıdan güvenli, raf ömrü uzun, yüksek kalitede gıdalardır. Geleneksel gıda koruma yöntemleri yüksek ısı uygulamaları, tuzlama, asitlendirme, kurutma, kimyasal koruyucu kullanımı iken, tüketici taleplerine cevap verecek şekilde ürünlerin daha besleyici, daha doğal ve daha kolay işlenebilir özellikler kazanması için yeni yöntemler üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. En fazla araştırılmış yöntemler, yüksek hidrostatik basınç, vurgulu elektrik alan, modifiye atmosfer gibi yeni paketleme sistemleri, aktif paketleme, doğal antimikrobiyal bileşenler ve biyokoruyucular gibi ısı olmayan inaktivasyon yöntemleridir (1).

**Vurgulu elektrik alan (PEF) yöntemi:** PEF prosesinde 12-35 kV cm<sup>-1</sup> aralığındaki elektrik alan sıvı gıdalara kısa vurgularla (1-100 µs) uygulanırken mikroorganizmalar üzerine ölümcül bir etki yaratmaktadır. Mikroorganizmaların PEF ile inaktivasyon derecesi daha yüksek elektrik alan intensitesiyle ya da vurgu süresi ve sayısının artmasıyla artmaktadır. İnaktivasyonu etkileyen diğer faktörler,

gıdanın sıcaklığı, pH'sı, iyonik gücü ve elektrik iletkenliğidir (2). PEF yöntemi uygulanan tam süt ve yağsız sütte mikroorganizmalarda 3 ila 6 log'luk azalma görüldüğü bildirilmiştir (3). Süt ürünlerinde PEF konusu üzerindeki çalışmalar yağsız süt, tam süt ve yoğurt üzerine yoğunlaşmıştır. Genellikle bu yöntem mayalar, bakterilerden daha yüksek hassasiyet gösterirken, gram pozitif bakteriler gram negatif bakterilerden daha fazla direnç göstermektedirler. Yöntemin inaktivasyon etkinliği, nisin ve organik asitler gibi antimikrobiyal bileşenlerin varlığı, yüksek su aktivitesi ve pH, düşük ısı uygulamaları gibi diğer faktörlerle kombine edilerek artırılabilir. Bu faktörlerin tümü, PEF'in inaktivasyonu üzerine sinerjistik bir etkiye sahiptir (4).

**Yüksek basınç uygulaması:** Gıdaları korumak ve çeşitlendirmek için geleneksel ısı uygulamalarına en ümit verici alternatiflerden biri de yüksek basınç uygulamasıdır (5). Yüksek basınç işlemi (High Pressure Processing = HPP) veya ultra yüksek basınç (Ultra High Pressure Process = UHP) olarak da tanımlanan yüksek hidrostatik basınç, katı ve sıvı gıdaların ambalajlı veya ambalajsız olarak, 100 ve 1000 MPa (1000 ile 10000 bar) arasında basınca maruz bırakılması işlemidir. Gıda kitlesinde yüksek hidrostatik basınç, boyut, şekil ve gıda kompozisyonundan bağımsız olarak, her yüzeyde her zaman aynı şiddette etkili olmaktadır. Böylece, gıdanın paket boyutu, şekli ve kompozisyonu işlem tayininde birer faktör değildir. Yüksek basınçla inaktivasyon; hücre zarında meydana gelen değişikliklerden, basıncın hücrede sebep olduğu değişimlerden, metabolizma ve genetik mekanizma üzerindeki etkilerden kaynaklanmaktadır (6). Ayrıca yüksek basınç uygulaması, mikroorganizmaların tamamını veya önemli bir kısmının inaktivasyonunu, gıdanın kalite özelliklerini geliştirmek için katılmış olan katkı maddelerinin fonksiyonel ve besinsel değerlerini daha iyi muhafazasını ve daha az enerjiyle işlemin gerçekleşmesini sağlayabilmektedir. Yüksek basınç uygulaması klasik ısıtma işlemleriyle karşılaştırıldığı zaman esansiyel vitaminlerin, aroma maddelerinin ve fitokimyasalların daha az zarar görmesini sağlamaktadır (1). Yapılan çalışmalarda bu teknik ile süt ürünlerinde, peynirlerin raf ömrünün uzadığı, peynirlerin olgunlaşma süresini kısalttığı ve yoğurtlarda yüksek asitliğin gelişmesinin önlenildiği belirlenmiştir (4).

**Ultrasound uygulaması:** Ultrasound kısaca 20 kHz ve daha yüksek frekansa sahip basınç dalgaları olarak tanımlanabilir. Genel olarak ultrasound ekipmanları 20 kHz ile 10 MHz arasında frekansları kullanırlar. Yüksek güç için düşük frekanslar tercih edilmektedir ve 20 kHz ile 100 kHz arasındaki frekanslarda gıdalardaki mikroorganizmaları inaktif hale getiren kavitasyonu yaratan güçlü ultrasound oluşmaktadır (7). Ultrasonik dalgalar materyalin yüzeyine çarptığında bir güç yaratmaktadır. Ultrasound çok hızlı bir şekilde basınç ve sıcaklıkta lokal bir değişim, kavitasyon (sıvı gıdalarda kabarcıklar yaratan), hücre membranında incelleme, ve mikroorganizmalar üzerinde öldürücü etkiye neden olan lokal ısınma ve serbest radikal oluşumunu sağlamaktadır (2). Ultrasound uygulaması sulu

süspansiyonda *E. coli*, *Staph. aureus*, *Bacillus subtilis* ve *Pseu. aeruginosa* bakterilerini, *Trichophyton mentagrophytes* mantarlarını ve *Feline herpesvirus* tip 1 virüsünü yok etmektedir (8). Sürekli akım prosesinde sütlere uygulanan ultrasound işlemine karşı gram negatiflerin gram pozitif bakterilere göre daha hassas olduğu belirtilmektedir (7).

**Işınlama:** Radyasyon yönteminde gıdalar paketlenmeden önce gamma, elektron beam ve X-ışını cihazlarından geçirilir. Gama ışınları *Salmonella* dahil patojenlerin büyük çoğunluğunu öldürür. Ama bu yöntem henüz süt işletmeleri tarafından kabul görmemektedir (9).

**Sterilant gazlar:** Günümüzde gıdalardaki mikroorganizmaları yok etmede kullanılan gazlar O<sub>3</sub> (Ozon), CO<sub>2</sub> ve etilen oksittir. Etilen oksit insan sağlığı üzerine olan olumsuz etkileri nedeniyle bir çok ülkede kullanılmamaktadır. Ozon gazı daha çok su dezenfeksiyonunda kullanılmaktadır. Çok kuvvetli oksidatiftir (10). Basınçlı CO<sub>2</sub> gelecek vadeden bir yöntemdir. Mikrobiyal inaktivasyon CO<sub>2</sub>'nin hücre içine girmesiyle sağlanmaktadır ve karıştırma ile etkinlik artırılabilir. Vejetatif hücrelerde CO<sub>2</sub>, sitoplazmik pH'nın düşmesine, hücreler arası maddelerin ekstraksiyonuna, hücre metabolizmasındaki anahtar enzimlerin inaktivasyonuna, hücre duvarındaki lipidlerin ekstraksiyonuna ve hücre duvarındaki modifikasyona ve iç basınç nedeniyle hücrenin parçalanmasına neden olmaktadır. Yapılan farklı çalışmalarda süte uygulanan basınçlı CO<sub>2</sub> uygulamasıyla *Listeria monocytogenes*'de 3 log'luk, *S. aureus*'ta 7 log'luk, *E. coli*'de 6-7 log'luk azalmalar tespit edilmiştir (11).

**Filtrasyon uygulaması:** Peynir, yoğurt ve diğer süt ürünlerinin yapımında filtrasyon teknikleri (ters osmoz, nanofiltrasyon, ultrafiltrasyon, mikrofiltrasyon gibi) başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Bu teknolojiler, özel sütlü içeceklerde, ısı ileme oluşan kalite problemleri oluşturmayarak raf ömrünü artıran yardımcı teknolojilerdir. Mikrofiltrasyon Amerikada süt proseslerinde uygulanan bir yöntemdir ve ön pastörizasyon işlemi olarak uzun raf ömürlü sütte kullanılmaktadır. Kanada'da filtrasyon teknolojisine dayalı olarak uzun ömürlü sterilize süt üretimi yapılmaktadır (9).

**Biyokoruyucular:** Laktoperoksidaz *Salmonella*'nın bazı türleri ve *E. coli* dahil gram negatif bakterileri inhibe edebilir ayrıca gram pozitif bakterilere karşı bakteriyostatik etki gösterir. Laktoperoksidaz sisteminin aktivasyonu için gerekli olan tiyosiyanat maddesinin çocuklar ve bebekler için güvenilir olmaması nedeniyle Amerika'da kullanılması önerilmemektedir. Laktoferrin whey proteininden oluşturulan ve yapısına Fe bağlı bir protein olup çok fonksiyonlu immün düzenleyicidir ve çok iyi antimikrobiyel ajandır. Yüksek demir ihtiyacı olan bakteriler için inhibe edici iken düşük demir ihtiyacı olan bakteriler için pek etkili değildir. Lizozim bakterilerin hücre duvarındaki glikozidik bağları koparır. Gram negatif bakterilere karşı antibakteriyel olduğu kanıtlanmasına rağmen bazı bakteri türlerine karşı etkilidir. Bu yüzden sütlün korunmasında geniş bir kullanım

## Türkiye 10. Gıda Kongresi; 21-23 Mayıs 2008, Erzurum

alanı yoktur. Nisin en yaygın bakteriyosindir ve protein yapılı olup *Lactococcus lactis* ssp. tarafından üretilir. Gram pozitif bakteri cinsleri ve *Listeria*, *Bacillus cereus* ve *Clostridium botulinum* dahil bakteri sporlarını inhibe eder. Bakteriyosinler saflaştırılıp katkı olarak süte uygulanabildiği gibi bakteriyosin üreten kültürlerin süte katılmasıyla da kullanılabilir (9).

### **Sonuç**

Mikroorganizmaların gelişiminin engellenmesine dair ısı olmayan çok farklı yöntemler bulunmakla birlikte bilimde yaşanan gelişmeler ışığında yeni yöntemler geliştirilebilmektedir. Geliştirilen bu yöntemlerin kullanılabilirliği, yöntemin ekonomik olmasına gıdanın kimyasal, fiziksel ve duyuşal özelliklerini olumsuz etkilememesine ve kolay uygulanabilirliğine bağlıdır. Ancak süt teknolojisinde bu yeni yöntemlerin uygulanabilirliği henüz kesinlik kazanmamıştır. Hatta bazı yöntemlerden daha iyi verim alınabilmesi için diğer metotlarla kombine olarak kullanılması vurgulanmaktadır. Gıda ile ilgilenen bilim insanlarının bu metodlar üzerinde gerekli çalışmalarını yaparak gıda üreticileri için alternatif işleme yöntemlerini belirleyerek gıda sektörümüzün gelişmiş ülke sektörleriyle rekabet edebilir duruma getirilmesi gerekmektedir.

### **Kaynaklar**

1. Gao YL, Ju XR, Qiu WF, Jiang HH. 2007. Investigation of the effects of food constituents on *Bacillus subtilis* reduction during high pressure and moderate temperature. *Food Control*, 18:1250-1257.
2. Felows P. 2000. Processing using electric fields, high hydrostatic pressure, light or ultrasound. In *Food Processing Technology Principle and Practice*. CRC Pres, Boca Raton Boston NY Washington, DC.
3. Michalac S, Alvarez V, Ji T, Zhang QH. 2003. Inactivation of selected microorganisms and properties of pulsed electric field processed milk. *Journal of Food Processing Preservation*, (27):137-151.
4. Devlieghere F, Vermeiren L, Debevere J. 2004. New preservation technologies: Possibilities and limitations. *International Dairy Journal*, 14:273-285.
5. Lanciotti R, Patrignani F, Iucci L, Guerzoni ME, Suzzi G, Belletti N, and Gardini F. 2007. Effects of milk high pressure homogenization on biogenic amine accumulation during ripening of ovine and bovine Italian cheeses. *Food Chemistry*, 104(2):693-701.
6. Arıcı M. 2006. Gıda muhafazasında yüksek hidrostatik basıncın mikroorganizmalar üzerine etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3 (1):41-49.
7. Piyasena P, Mohareb E, McKellar RC. 2003. Inactivation of microbes using ultrasound: a review. *International Journal of Food Microbiology*, (87):207- 216.
8. Bayraktaroğlu G, Obuz E. 2006. Ultrasound yönteminin ilkeleri ve gıda endüstrisinde kullanımı. 9. Gıda Kongresi, 57-60s, 24-26 Mayıs 2006, Bolu.
9. Anonymous, 2001. Achieving extended shelf life in fluid milk: creating hurdles for spoilage factors. *Innovations in dairy*, October 2001. [www.extraordinarydairy.com](http://www.extraordinarydairy.com) (30.11.2007)
10. Acar J. 1999. Mikroorganizmaların öldürülmesi. *Gıda Mikrobiyolojisi kitabından*. Ünlütürk A ve Turantaş F (editörlüğünde) s:227-258, Mengi Tan Basım Evi, Çınarlı-İzmir.
11. Spilimbergo S, Bertucco A. 2003. Non-thermal bacteria inactivation with dense CO<sub>2</sub>. *Biotechnology and Bioengineering*, 84 (6):627-638.