

## **Işınlamanın Gıda Kaynaklı Patojenler Üzerine Etkisi**

Pelin K. Yücel<sup>1\*</sup>, Gökçe Polat<sup>2</sup>, A. Kadir Halkman<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara

\*pkozat@yahoo.com

### **Özet**

Gıda ışınlanması, halkı gıda kaynaklı patojenlerin neden olduğu hastalıklara karşı koruyabilen güvenli ve etkili bir gıda işleme teknolojisidir. Işınlama, paketli ya da yığın haldeki gıdaların gama ışınları, X ışınları veya elektronlar gibi iyonlaştırıcı radyasyonlara maruz bırakılması işlemidir. Kanatlı tavuk etleri, et ve et ürünleri, balık, meyve ve sebzeler gibi ham veya minimal işlem görmüş gıdalarda ışınlama üretimin kontrolü için kullanılır. Bu teknoloji, gıda kaynaklı patojenlerin kontrolünün yanında raf ömrünün geliştirilmesi ve gıda kalitesinin korunması için yararlıdır. İyonlaştırıcı radyasyon ile mikrobiyel inaktivasyonun mekanizması, nükleik asitlerin direk veya indirek hasarı sonucu organizmanın gelişmesi veya çoğalması engellenir. Uygulanan doz patojene ve gıda ortamına göre değişmektedir.

Büyük DNA moleküllerine sahip organizmalar düşük dozlarda etkilenmesine karşılık, daha küçük DNA moleküllerine sahip organizmalar daha yüksek doz alabilir. Düşük doz (<0.1 kGy) böcekleri ve parazitleri öldürür ve bitkilerde çimlenmeyi engeller. Orta doz (1.5-4.5 kGy) sporelerden çok çoğu patojen bakterileri öldürür. Yüksek doz (10-45 kGy) bakteri sporlarını ve bazı virüsleri inaktive eder. Işınlama, kritik kontrol noktası için gereken kriteri sağladığı için Tehlike Analizleri ve Kritik Kontrol Noktaları planının bir parçası olarak uygulanabilir ve var olan kontrol ölçütlerinin yerini almaz.

**Anahtar Kelimeler:** Işınlama, İyonlaştırıcı radyasyon, Gıda, Patojenler

### **Giriş**

İyonlaştırıcı radyasyon, gıda kaynaklı hastalıklara neden olan patojen bakterilerin ve diğer mikroorganizmaların ve parazitlerin sayılarını azaltarak gıdanın güvenliğini artırmak için uygulanır.

Gıda ışınlama, önceden paketlenmiş ya da kitle halinde gıda yığınlarının gama ışınları, x ışınları veya elektronlar gibi iyonlaştırıcı radyasyonlara maruz bırakılma işlemidir. Işınlanmış Gıdaların Kodeks Genel Standartlarına göre, gıda teknolojisinde kullanılacak iyonlaştırıcı radyasyonlar yüksek enerjili fotonlar (<sup>60</sup>Co veya <sup>137</sup>Cs radyoaktif izotopların gama ışınları) veya X ışınları (5 MeV enerjiye

sahip makineler) veya 10 MeV enerjiye kadar hızlandırılmış elektronlardır (elektron demeti tarafından üretilen beta ışınları) (1,2). Bu ışınlama kaynakları gıdada radyoaktiviyi indüklemeyiz. Gıda ışınlama için uygulanan iyonlaştırıcı radyasyonun enerjisi, gıdada çekirdekleri parçalayacak kadar yüksek değildir.

Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi/Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı/Dünya Sağlık Örgütü Uzman Komitesi 1981 yılında gıda ışınlama konusunda, 'herhangi bir gıda grubunun 10 kGy toplam ortalama doza kadar ışınlanmanın hiçbir toksikolojik tehlikeye neden olmayacağını ve bu nedenle bu şekilde işlem görmüş gıdanın toksikolojik olarak test edilmesinin daha fazla gerekli olmadığını' ifade etmiştir. İlaveten, gıdanın 10 kGy toplam ortalama doza kadar ışınlanmasının hiçbir besinsel veya mikrobiyolojik probleme neden olmayacağını eklemiştir (3). 50 ülke en azından bir veya daha fazla gıda maddesi veya gıda grubu için ulusal ışınlama düzenlemeleri getirmiştir. Bu ülkelerden otuzdan fazlası bu gıda gruplarının ışınlanmasını ticari amaçlar için uygulamaktadır.

#### **İyonlaştırıcı Radyasyon ile Mikrobiyel İnaktivasyonun Mekanizması**

Gıdalarda 2-7 kGy dozlarında radyasyon uygulaması, duyuşal, besinsel ve teknik kaliteyi etkilemeden, Salmonella ve *Staphylococcus aureus* gibi uzun süre dir bilinen spor oluşturmeyen potansiyel patojenleri ve Campylobacter, *Listeria monocytogenes* veya *Escherichia coli* O157:H7 gibi yeni patojenleri etkili bir şekilde elimine eder. Radyasyon ile dekontaminasyona adaylar, temel olarak kanatlı ve kırmızı et, yumurta ürünleri ve deniz ürünleridir. Gıda donmuş durumda iken bile, radyasyon ile dekontaminasyon uygulanabilir. Yeni araştırma ve geliştirme çalışmaları, minimal işlem görmüş taze ürün ve soğukta muhafaza edilen gıdaların ışınlanmasına yönelmiştir (2).

İyonlaştırıcı radyasyon ile mikrobiyel inaktivasyonun mekanizması, nükleik asitlerin direk veya indirek hasarı sonucudur. Direk hasar, radyasyon enerjisi ile DNA arasında direkt çarpışmayı içerirken, indirek hasar radyasyon su moleküllerini iyonlaştırdığında ve genetik materyal ile tepkimeye giren serbest geçici radikaller oluşturduğunda gözlenir. Foton veya elektron DNA'ya çarptığında lezyonlar oluşur. Lezyonlar, DNA'nın tek zincirinde kırılma olabilir veya enerji veya elektron DNA'daki çift zinciri kırabilir. Tek zincir kırılmaları, ölümcül olmayabilir ancak sayıları bakterinin tamir yeteneğini aşarsa hücrenin ölümüne neden olur. Çift zincir kırılmalarının tamiri, biyolojik sistemlerin yeteneğinin üstünde olduğu için çift zincir kırılmaları ölümcüldür. Bu lezyonlar, tek zincir kırılmalarına kıyasla daha az gözlenir (4).

Genetik materyaldeki etkilere ilave olarak, ışınlama hücrenin diğer bileşenleri üzerinde de birtakım etkilere sahiptir. Radyasyon uygulaması hücrede membran,

enzimler ve plazmidler gibi hücre bileşenleri ile direk ve indirek etkileşime yol açar.

### **Mikroorganizmaların Radyasyon Duyarlılığı**

Mikroorganizmaların iyonlaştırıcı radyasyona karşı duyarlılığı  $D_{10}$  değerlerine bağlıdır.  $D_{10}$  değeri, belirlenen koşullarda popülasyonda %90 azalmaya neden olacak dozu ifade eder (1 log çevrim). Düşük  $D_{10}$  değerleri organizmanın yüksek duyarlılığını ifade eder.  $D_{10}$  değeri, artan ışınlama dozlarında ışınlama sonucunda elde edilen bakteri gelişme eğrisi ile belirlenir. Eğimin negatif kesri  $D_{10}$  değerini verir.

Düşük  $D_{10}$  değerlerinde daha yüksek duyarlılık gözlenir.  $D_{10}$  değeri çoğu patojen bakteri için 1 kGy'den az iken, çoğu bozulma etmeni bakteri için 10 kGy'in altındadır.

### **Radyasyon Duyarlılığını Etkileyen Faktörler**

Gıdaya uygulanması gereken gerçek doz, belirli türlerin direncine ve ortamda bulunan organizmaların sayısına göre değişir. Ortamın kompozisyonu, nem içeriği, ışınlama sırasında sıcaklık, oksijen varlığı veya yokluğu, taze veya donmuş durumda olması gibi çevresel faktörler ışınlamaya karşı mikrobiyel direnci etkiler (5).

İşinlamaya karşı organizmaların hassasiyeti organizmanın karmaşıklığı ile artar. İşinlamaya en dirençli virüslerdir, böcekler ve parazitler ise en duyarlıdır. Sporlar ve kistler, kısa DNA içerdiklerinden işinlamanın etkilerine karşı biraz dirençlidir. İşinlama ile parçalanacak az sayıda kimyasal bağı olduğu için toksinler ve prionlar işinlamaya karşı dirençlidir. Spor oluşturan ve toksin üreten bakteriler spor oluşturmayanlara göre işinlamaya karşı yaklaşık 10 kat dirençlidir. Gram negatif bozulma etmeni bakteriler patojenlere göre daha yüksek hassasiyet gösterirken, gram pozitif bozulma etmeni bakteriler patojenlerden işinlamaya karşı daha dirençlidir. Ancak işinlama hassasiyetinin sınırı dardır (6). Çoğu küfün radyasyon duyarlılığı vejetatif bakterilere eş değerdir (7). Mayalar dirençli bakteriler kadar dirençlidir.

### **Sonuç**

İşinlama, ham veya minimal işlem görmüş gıdaların üretiminde kritik kontrol noktası (KKN) olabilir. Bakteriyel patojenlerin vejetatif formlarının ve parazitlerin elimine edilmesi potansiyeline sahiptir. İşinlama kritik kontrol noktası için gerekli diğer kriterleri karşılamaktadır; örneğin, kritik limitler (minimum ve maksimum dozlar) ortaya konabilir ve proses kontrol izlenir (8).

**Kaynaklar**

1. CAC (Codex Alimentarius Commission). 2003. *Codex general standard for irradiated foods*, Codex Stan 106-1983, Rev. 1-2003
2. Farkas J. 2006. Irradiation for better foods, *Trends in Food Science & Technology*, 17, 148-152
3. WHO. 1981. Wholesomeness of irradiated food, *WHO Technical Reports Series*, 659 (pp.34) Geneva: World Health Organisation
4. Dickson JS. 2001. Radiation inactivation of microorganisms in *Food irradiation: principles and applications*, Molins, R. A. (ed.) 23-35
5. Smith JS and Pillai S. 2004. Irradiation and food safety, *Food Technology*, 58 (11) 48-55
6. Monk JD, Beuchat LR, and Doyle MP. 1995. Irradiation inactivation of food borne microorganisms, *J. Food Protect.*, 58 (2) 197-208
7. Saleh YG, Mayo MS and Ahearn DG. 1988. Resistance of some common fungi to gamma irradiation, *Applied and Environmental Microbiology*, 54, 2134-2135
8. Molins RA, Mortarjemi Y, Kaferstein FK. 2001. Irradiation: a critical control point in ensuring the microbiological safety of raw foods, *Food Control*, 12, 347-356.