

## Yenilebilir Tohum Filizlerinin Mikrobiyal Güvenliği

Hasan Yetim<sup>1</sup>, Fatih Törnük<sup>2</sup>, İsmet Öztürk<sup>1</sup>, Osman Sağdıç<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Kayseri

<sup>2</sup>Erciyes Üniversitesi, Safiye Çıkrıkçıoğlu Meslek Yüksekokulu, Kayseri

E-posta: hyetim@erciyes.edu.tr

### ÖZET

Baklagiller, turp, buğday, yonca ve brokoli gibi birçok bitki tohumunun çimlendirilmesiyle elde edilen yenilebilir filizler, tohumlarına göre daha yüksek düzeyde esansiyel amino asit, vitamin, mineral ve diğer bazı fitokimyasalları içermeleri nedeniyle fonksiyonel gıda olarak kabul edilmektedirler. Ancak hiçbir işlem görmemiş tohumlar, üretildikleri şartlara göre çok sayıda ve farklı türde patojen veya saprofit mikroorganizmayı da içerebilmektedirler. Özellikle filiz üretimi esnasında herhangi bir mikrobiyal inaktivasyon işleminin uygulanmaması, mevcut mikroorganizmaların çimlendirme esnasında yüksek düzeylere ulaşmasına neden olmakta ve filizleri mikrobiyolojik olarak tehlikeli hale getirebilmektedir. Günümüze kadar tüm dünyada tohum filizlerinden *Salmonella* ve *Escherichia coli* O157:H7 gibi tehlikeli patojenlerin izole edildiği birçok çalışma mevcuttur. Bu nedenle yenilebilir filizlerin mikrobiyal riskinin azaltılabilmesi amacıyla kimyasal dezenfeksiyon, ışınlama ve ısı işlem gibi yöntemler veya bunların çeşitli kombinasyonları denenmiş, ancak filizlerdeki tüm patojenleri etkili bir şekilde yok edecek iyi bir yöntem ortaya konulamamıştır. Bu makalede farklı tohumların çimlendirilmesiyle elde edilen filizlerin mikroflorası ve mevcut mikroorganizma yükünü azaltmak amacıyla yapılan çalışmalar özetlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yenilebilir filiz, Mikrobiyal güvenlik, Mikrobiyal inaktivasyon

### Microbial Safety of Edible Seed Sprouts

#### ABSTRACT

Edible seed sprouts produced by germinating some plant seeds like legumes, radish, wheat, alfalfa and broccoli, are generally considered as a functional food due to their high contents of essential amino acid, vitamin, mineral and some phytochemical in comparison to their seeds. However, unprocessed seeds and grains may contain a number of different species of pathogen and saprophytic microorganism. These can grow rapidly during sprouting since no microbial inactivation treatment take place before sprouting, and this makes sprouts microbiologically unsafe. There have been numerous studies which show the presence of well known pathogens like *Salmonella* and *Escherichia coli* O157:H7 on sprouts. In order to eliminate microbial risk of sprouts, various techniques such as chemical disinfection, irradiation and heat treatment or their combinations were utilized but an effective method still needs be developed to remove all pathogens. In this article, studies for the detection of microflora of edible sprouts of various seeds and as well as the research on the reduction of microbial load were reviewed.

**Key Words:** Edible sprout, Microbial safety, Microbial inactivation

#### GİRİŞ

Bir gıda veya ürününün fonksiyonel özellikte olduğunun ifade edilebilmesi için bunun hem besleyici değerinin olması ve hem de sağlığa faydalı bir özellik taşıması gerekir. Nitekim birçok gıda maddesinin bünyesinde bulunan biyoaktif bileşenler, sağlığa olumlu etkilerinden dolayı o gıdaya fonksiyonel özellik kazandırmaktadırlar. Fonksiyonel gıdaların başta kalp-damar hastalıkları, kanser ve osteoporoz gibi bazı rahatsızlıkların ortaya

çıkma riskini azalttığı ve bunların yanı sıra insanların ruh sağlığı üzerinde de faydalarının olduğu bildirilmiştir [1, 2].

Yenilebilir tohum filizleri, çok eski çağlardan beri bazı Uzakdoğu Asya toplumları tarafından geleneksel olarak tüketiliyor olmasına rağmen, dünyadaki popülaritesi son 20 yılda yaygınlaşmaya başlamıştır [3]. Taze olarak ya da minimal ölçüde işlenerek tüketilmekte olan ürünler içerisinde tohum filizleri, günümüzde önemini giderek

artırmakta ve her gün çok daha büyük kitlelere hitap etmektedir.

Günümüzde yaygın olarak tüketilen tohum filizleri; turp, buğday, yonca, brokoli, soya ve bakliyatlar gibi çok sayıda bitki ve sebze tohumunun çimlendirilmesiyle üretilmektedir. Çimlendirme işlemi, pratikte toprak altı ile benzer koşullar sağlanarak gerçekleştirilmektedir. Bu işlem genelde modern iklimlendirme kabinlerinde gerçekleştirilebildiği gibi evde basit yöntemlerle de yapılabilmektedir. Örneğin kavanoz yönteminde; tohumlar önce bir süre suda bekletilerek bünyelerine nem çektikten sonra yine kavanozlarda belli aralıklarla ıslatılarak çimlendirilebilirler. Örtü yönteminde ise tohum önce suda bekletilir ve ardından iki örtü arasına yayılarak ara sıra bu örtüler nemlendirilir ve istenen çimlenme sağlanır [4]. Çimlendirme işleminin süresi bitkiye ve çimlendirme koşullarına göre değişiklik arz edebilir ve elde edilen filiz, tohumundan ayrılarak tüketilir. Filiz oluşumu sırasında, tohumların bünyelerinde önemli biyokimyasal olaylar meydana gelir. Bu biyokimyasal değişiklikler sonucunda vitamin, mineral, enzim ve antioksidan maddeler gibi çok sayıda besin öğesinde artışlar meydana gelmektedir [5, 6, 7]. Hem bu artışların hem de yeni fonksiyonel maddelerin sentezlenmesi sayesinde filizlerin tohumlarına göre fonksiyonel özellikleri artmakta ya da yeni fonksiyonel özellikler ortaya çıkmaktadır [8]. İşte bu bakımdan tohum filizleri, fonksiyonel gıdalar sınıfına dâhil edilmektedir [9].

Minimal ölçüde işlenerek ya da taze olarak tüketilen gıdalar arasında yer olan tohum filizleri, geleneksel üretimde tüketilene kadar herhangi bir mikrobiyal dezenfeksiyon işlemine tabi tutulmamaktadır. Bu yüzden

yenilebilir filizler, mikrobiyolojik açıdan risk taşıyan gıdalar arasındadır. Bu derlemede fonksiyonel gıda olarak değerlendirilen yenilebilir filizlerin taşıdığı mikrobiyolojik riskler ve bu riskin ortadan kaldırılması amacıyla yapılan çalışmalar ele alınmıştır.

## YENİLEBİLİR FİLİZLERDE PATOJEN MİKROORGANİZMA RİSKİ

Tohum filizleri yaygın olarak çiğ ya da minimal ölçüde işlenerek tüketilen gıda ürünleridir. Filizler bünyelerinde büyük ölçüde tohum kaynaklı çok sayıda patojen mikroorganizma barındırmakta [10] ve bunların sayıları çimlendirme sırasında çok yüksek düzeylere kadar ulaşabilmektedir [11]. Nitekim filizlerin yüksek oranda su, protein, vitamin ve mineral madde içermeleri onları, mikrobiyal gelişim için son derece elverişli ortamlar haline getirmektedir [12, 13, 14]. Bunun yanında çimlendirme koşulları (yüksek sıcaklık ve nispi nem) patojen mikroorganizmaların gelişiminde hızlandırıcı rol oynamaktadır [15, 16].

Yapılan çalışmalar, tohum ve yenilebilir filizlerinin yüksek mikrobiyal yük taşıdığını ve bunların çoğu zaman patojen mikroorganizma kontaminasyonuna maruz kaldıklarını göstermektedir [17]. Ayrıca farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda, laboratuvar ortamında üretilen filizlerle ticari olarak satılanların, mezofilik aerobik bakteri sayılarının genellikle birbirine çok yakın olduğu bildirilmiştir [18]. Tablo 1'de farklı araştırmacılar tarafından filizlerde tespit edilen mikrobiyal yükler görülmektedir.

Tablo 1. Yenilebilir filizlerde tespit edilen mikrobiyal yükler

Mikroorganizma Grubu	Mikrobiyal Yük (log <sub>10</sub> kob/g)				
	Soya Fasulyesi, Yonca Filizi [19]	Brokoli, Turp Filizi [209]	Mung Fasulyesi Filizi [21]	Fasulye, Brokoli, Yonca, Karnabahar Filizi [22]	Yonca, Turp, Mung Fasulyesi Filizi [23]
TMAB	7.10-9.20	9.37	4.54-11.38		<1
TK		7.86	5.11-7.38		
MK	2.80-7.60		1.23-5.90	5.0-7.23	<1
FK		7.11			
<i>E. coli</i>			<4.0-5.50		<1
PB		8.42			
<i>Enterobacteriaceae</i>	7.20				
<i>Salmonella</i>	<1		<1		<1

kob: koloni oluşturan birim; TMAB: toplam mezofilik aerobik bakteri; TK: toplam koliform; MK: maya-küf; FK: fekal koliform; PB: psikrofilik bakteri.

Abadias ve ark. [19] tarafından yapılan bir çalışmada, İspanya'da farklı süpermarketlerden, minimal işlem görmüş meyve ve sebzeler ile filizlerden oluşan 300 farklı numune toplanmış ve mikrobiyolojik analize tabi tutulmuştur. Araştırma sonucunda numuneler içinde en yüksek mikrobiyal yükün toplanan soya ve yonca filizi örneklerinde olduğu ve filiz numunelerinin tamamında toplam mezofilik aerobik mikroorganizma sayısının 10<sup>7</sup> kob/g'in üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Filizlerde mezofilik aerobik mikroorganizmaların yanı sıra psikrofilik mikroorganizmaların sayısı da yüksek çıkmıştır. Ayrıca filizlerin %40 gibi yüksek bir kısmının *Escherichia coli* ile kontamine olduğu belirlenmiştir. Yine Piernas ve Guiraud [24] pirinç tohum ve filizlerini

mikrobiyal analize tabi tutmuş ve pirinç tohumlarındaki 7.43-7.45 log<sub>10</sub> kob/g düzeyindeki toplam mezofilik aerobik bakteri sayısının 48 saatlik çimlendirme işlemi sonucunda ortalama 2 log düzeyinde arttığını bildirmişlerdir.

Günümüze kadar filizlerin çiğ olarak tüketilmesinden kaynaklanan çok sayıda enfeksiyon vakası kaydedilmiştir. Kaydedilen ilk vaka, 1973 yılında ABD'de *Bacillus cereus* ile kontamine olmuş ev üretimi filizlerin tüketiminden dolayı yaşanmıştır [25, 26]. Kaydedilen diğer vakaların büyük bir kısmı ise *E.coli* O157:H7 kaynaklı olup şu ana kadar yaşanan en büyük *E.coli* O157:H7 vakası, Japonya'da turp filizi tüketimi sonucu

görülmüş ve bu olay yaklaşık 6000 kişiyi etkilemiştir. ABD'de de yine yonca filizlerinin tüketiminden kaynaklanan bir toplu *E.coli* O157:H7 enfeksiyon vakası yaşanmıştır [27]. Son olarak 2009 yılı Nisan ayında ABD Gıda ve İlaç İdaresi (FDA), piyasaya sürülen bazı filizlerdeki potansiyel *Listeria monocytogenes* kontaminasyon riskinden dolayı bu filizlerin piyasadan toplanmasına yönelik bir bildiri yayımlamıştır [28].

## YENİLEBİLİR FİLİZLERDE PATOJEN RİSKİNİN AZALTILMASI

Geleneksel olarak evlerde üretilen ve son yıllarda gelişmiş ülkelerde ticari üretimi de söz konusu olmaya başlayan yenilebilir filizler minimal olarak işlem görmüş gıdalar sınıfında yer almakta olup üretim sürecinde herhangi bir dezenfeksiyon işlemine tabi tutulmamaktadır. Tohum yüzeyinde bulunan bakterilerin çimlenme esnasında tohumun iç kısmına girmeleri, tüketicilerin filizleri yemeden önce pişirmemeleri ve yıkasalar bile yıkama işleminin patojen ve bozulmaya yol açan mikroorganizmaların uzaklaştırılmasında yetersiz kalması, filizleri mikrobiyolojik açıdan riskli ürünler arasına dâhil etmektedir [21, 29].

Filizlerde mevcut patojen mikroorganizmaların kaynağı genel olarak tohumlardır ve bu tohumlara uygulanacak bir dezenfeksiyon işlemi filizlere uygulanacak işlemlere göre çok daha etkilidir [3, 30]. Bunun nedenleri mikroorganizma sayısı ve organik materyalin tohumda filize göre çok daha düşük düzeyde olması ve bakterilerin çimlenme sırasında tohumun iç dokularına doğru girmeleri olabilir [10, 31].

Tohumlardan patojen mikroorganizmaların uzaklaştırılması amacıyla bir takım çalışmalar yapılmıştır, bunlardan bazıları iyonize radyasyon [14, 27, 32, 33], ısı işlem [24, 34, 35], yüksek basınç [3, 36], klorlu bileşikler, etanol, hidrojen peroksit ve ozon gibi kimyasal bileşiklerle muameledir [24, 37, 38]. Bu çalışmalarda, bir taraftan patojen mikroorganizmalar elimine edilirken, diğer taraftan tohumun çimlenme yeteneğinin de muhafaza edilmesi amaçlanmıştır [39]. Tablo 2'de çeşitli araştırmacıların tohumları farklı kimyasal bileşiklerle muamele etmeleri sonucu tohumların mikrobiyal yüklerinde meydana gelen değişiklikler görülmektedir.

Tablo 2. Tohumların farklı kimyasal maddelerle muameleleri sonucu mikrobiyal yüklerinde meydana gelen değişimler.

Uygulanan Madde (Kaynak)	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Tohum	Mikrobiyal Azalma (log <sub>10</sub> kob/g)					
				<i>L.monocytogenes</i>	<i>B.cereus</i>	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella</i>	TMAB	TK
Musluk Suyu [8]	20	30	Yonca		<1.00	<1.00	<1.00		
NaClO (1000 ppm) [40]	OS	10	Pirinç					2-3	
ClO <sub>2</sub> (25g/L) [38]	OS	5	Yonca			0.96			
ClO <sub>2</sub> (500 ppm) [38]	OS	5	Yonca			2			
Ozon (14.3 g/L) [38]	OS	3	Yonca			0.59			
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (100 ppm) [41]	OS	5	Pirinç					0.31	0.20
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (1000 ppm) [41]	OS	5	Pirinç					0.47	0.28
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (5000 ppm) [41]	OS	5	Pirinç					0.70	0.37
ClO <sub>2</sub> (50 ppm) [42]	OS	5	Brokoli	1.24		1.66	1.54	1.36	0.63
Fumarik asit (%0.5) [42]	OS	5	Brokoli	2.26		2.29	2.02	2.60	1.46
(50 ppm) ClO <sub>2</sub> / (%0.5) fumarik asit [42]	OS	5	Brokoli	2.65		2.39	2.74	2.70	1.71

TMAB: Toplam mezofilik aerobik bakteri, TK: Toplam koliform, kob: Koloni oluşturan birim, OS: Oda sıcaklığı.

İyonize radyasyon, tohum ve filizlerin dezenfeksiyonunda araştırılan yöntemlerden birisi olmuştur. Radyasyon enerjisi, tohum ve filizlerin yüzeylerindeki patojenlere ilaveten dokulardaki çatlak, yarık ve hücreler arası boşluklardan penetre olan patojenleri de etkileyebilmektedir [14, 43]. Bu nedenle iyonize radyasyon, hem tohum ve hem de filizlerde çeşitli gıda kaynaklı patojenleri tamamen elimine edebilmektedir [40]. FDA, filizleri de kapsayan taze gıdalara 1 kGy, filiz üretimi için kullanılacak tohumlara ise 8 kGy'ye kadar olan dozlarda iyonize radyasyon uygulanmasına yasal olarak izin vermiştir [44]. Ülkemizde de Tarım ve Köyişleri Bakanlığının yayımladığı Gıda İşinleme Yönetmeliğinde, hububatlarda mikroorganizmaları azaltmak amacıyla belirlenen maksimum işinleme dozu 5 kGy iken, taze meyve ve sebzeler için bu doz 1 kGy olarak belirlenmiştir [45].

Waje ve ark. [14] tarafından yapılan bir çalışma ile Çin piyasasından farklı tohum filizleri toplanmış ve gama ışınlarla yapılan elektron demeti uygulamalarının mikrobiyal yüklerdeki azalmaya etkisi araştırılmıştır.

Çalışmada uygun dozlardaki gama ışınlarının, filiz dekontaminasyonunda etkili olabileceği ortaya konulmuş ve işinleme işleminin, patojen inaktivasyonunda elektron demeti yönteminden ( $\leq$ MeV) daha etkili olduğu belirlenmiştir. 2007 yılında Hindistan'da yapılan bir çalışmada ise 4 log<sub>10</sub> kob/g *S.typhimurium* inoküle edilmiş çeşitli tohumlardaki mevcut yük, 2 kGy gama işinleme işlemi ile tamamen elimine edilebilmiştir [46].

Tohum dezenfeksiyonuna uygulanan spesifik işlemlerin tohumun çimlenebilirliği üzerindeki potansiyel inhibisyon etkisini ortadan kaldırmak amacıyla bazı araştırmacılar birden fazla dezenfeksiyon işlemi kombinasyonunu da denemişlerdir. Örneğin, Penàs ve ark. [36], yüksek basınç, sodyum hipoklorit ve karvakrol muamelesi kombinasyonunun Mung fasulyesi tohumlarının mikrobiyal redüksiyon ve çimlenebilirliği üzerindeki etkisini araştırmıştır. Bu araştırmada "yüksek basınç + hipoklorit" ile "yüksek basınç + karvakrol" kombinasyonları ayrı ayrı uygulandığında, her iki durumda da tohumun mikroorganizma yükünde etkin bir azalma (>5 log) meydana gelirken bu uygulamalar

sonucunda tohumların çimlenebilirliği sırasıyla %80 ve %60 olarak tespit edilmiştir.

Son yıllarda gıdalarda patojen bakterilerin kontrolünde bakteriyofajların kullanımı konusuna artan bir ilgi olmuştur. Doğada yaygın olarak bulunan [47] ve bakterilerin doğal düşmanları olan fajlar gıda güvenliği ve muhafazası konusundaki geleneksel yöntemlere göre güvenilir bir biyokontrol ajanı olmasıyla gelecek vaat etmektedir [48, 49]. Fajların çeşitli gıdalarda *Salmonella*, *L. monocytogenes* ve *Campylobacter jejuni* gibi patojenlerin gelişimini başarıyla kontrol ettiği bilinmektedir [50]. Fajların konakçalarına spesifik olmaları ve hedef hücre dışındaki bakterilere etki edememeleri, kullanımları bakımından en önemli sınıflayıcı faktör olup [51] faj kullanılırken kombinasyon ve dozajın hedef mikroorganizmaya uygun ayarlanması gerekmektedir [52, 53]. Guenther ve ark. [54] yaptıkları çalışmada, yapay olarak *L. monocytogenes* ile inoküle edilmiş çeşitli tüketime hazır gıdalarda A511 ve P100 fajlarının *L. monocytogenes* kontrolünde oldukça etkili olduğunu belirlemişlerdir. Yenilebilir filizlerdeki patojenlerin kontrolü amacıyla yapılan çalışmalarda ise farklı sonuçlar elde edilmiştir. Örneğin, Kocharunchitt ve ark. [52] *Salmonella* ile kontamine edilmiş yonca tohumlarında iki *Salmonella* bakteriyofajının (SSP5 ve SSP6) etkinliğini araştırmış ve bu fajlarla sadece 1 kob/g azalma sağlanabilmiştir. Diğer bir çalışmada ise mung fasulyesi ve yonca tohumlarının çimlenmesi esnasında *Salmonella* gelişimini kontrol etmek amacıyla tohumlara *Salmonella* antagonisti olduğu belirlenen *Enterobacter asburiae* ve 6 fajdan oluşan bir faj kokteyli ayrı ayrı ve kombine olarak uygulanmıştır. Bu çalışmada da faj kokteyli ve *E. asburiae* muameleleri ile 4 günlük çimlenme sonrasında *Salmonella* tamamen yok edilememiş ve sırasıyla 5.21 ve 6.32 kob/g azalma sağlanabilmiştir [55].

## SONUÇ

Filiz üretimi sırasında tohumlardaki mevcut mikroorganizmaların da tohumların çimlenmesi sırasında çoğalması, filizlerin çiğ olarak ya da herhangi bir mikrobiyal inaktivasyon işlemi görmeden tüketilmelerini riskli hale getirmektedir. Bu riski ortadan kaldırmak amacıyla günümüze kadar çok sayıda araştırma yapılmıştır. Kimyasal maddelerle muameleler, tohumların yüzeyindeki mikroorganizmaları giderme potansiyeline sahipken, tohuma nüfuz olmuş patojenlere ise etki edememektedir. Bu açıdan ışınlama işlemi tohuma nüfuz edebildiği için daha avantajlı görülmektedir. Ancak yapılan çalışmalarda ne ışınlama ne de kimyasallarla dezenfeksiyon işlemleri ile patojen mikroorganizmalar tamamen elimine edilememiştir. Bununla beraber söz konusu işlemlerin kombine olarak kullanımı daha etkili sonuçlar vermiştir. Bakteriyofajlar ise her ne kadar daha güvenilir olsalar da konakçalarına spesifik oldukları için filizlerde bulunabilecek farklı türdeki patojen mikroorganizmaları inhibe edebilmek için birden fazla faj kombinasyonunun kullanımını gerektirmektedir. Ayrıca daha fazla fajın genetik olarak karakterize edilmesi, faj kullanılırken formülasyon ve dozajının iyi ayarlanması gibi hususlar da bu konuda dikkat çekilen önemli noktalar arasındadır. Sonuç olarak

yenilebilir tohum filizlerindeki patojen mikroorganizmaları tamamen elimine edebilmek amacıyla yapılacak çalışmaların geliştirilmesi, bu yöntemlere yenilerinin eklenmesi ve bunların kombinasyonlarının kullanılması gerekmektedir. Ayrıca, bu noktada dikkat edilmesi gereken en önemli husus, uygulanacak işlemler tohumun çimlenebilirliğini olumsuz etkilememeli ve tüketiciler için toksik olmamalıdır.

## KAYNAKLAR

- [1] CMPA, 2003. Reporting of diet, nutrition and food safety (1995-2003). *Center for Media and Public Affairs*, Washington, 33.
- [2] Sarkar, S. 2007. Functional foods as self-care and complementary medicine. *Nutrition and Food Science*, 37: 160-167.
- [3] Penàs, E., Gómez, R., Frías, J., Vidal-Valverde, C., 2009. Efficacy of combinations of high pressure treatment, temperature and antimicrobial compounds to improve the microbiological quality of alfalfa seeds for sprout production. *Food Control*, 20: 31-39.
- [4] Öztürk, İ., 2008. Çimlendirilmiş buğday tanesinin kimyasal özelliklerinin belirlenmesi ve doğal gıda katkı maddesi olarak değerlendirilme imkanlarının araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 71 s.
- [5] Lorenz, K., 1980. Cereal sprout: composition, nutritive value, food applications. *CRC-Critical Reviews Food Science Nutrition*, 13 (4): 353-385.
- [6] Finney, P.L., 1985. Effect of germination on cereal and legume nutrients changes and food or feed value: comprehensive review. *Recent Advances of Phytochemistry*, 17: 229-308.
- [7] Yang, F., Basu, T.K., Ooraiikul, B., 2001. Studies on germination condition and antioxidant contents of wheat grain. *International Journal of Food Science Nutrition*, 52: 319-330.
- [8] Yetim, H., Öztürk, İ., Törnük, F., Sağdıç, O., Hayta, M., 2010. Yenilebilir bitki ve tohum filizlerinin fonksiyonel özellikleri, *Gıda Dergisi*, Baskıda.
- [9] Pasko, P., Barton, H., Zagrodski, P., Gorinstein, S., Folta, M., Zachwieja, Z., 2009. Anthocyanins, total polyphenols and antioxidant activity in amaranth and quinoa seeds and sprouts during their growth. *Food Chemistry*, 115: 994-998.
- [10] NACMCF (National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods), 1999. Microbiological safety evaluations and recommendations on sprouted seeds. *International Journal of Food Microbiology*, 52: 123-153.
- [11] De Roeve, C., 1998. Microbiological safety evaluations and recommendations on fresh produce. *Food Control*, 9 (6): 321-347.
- [12] Thompson, S., Powell, D.A., 2000. Risks associated with the consumption of fresh sprouts, Food Safety Network, <http://www.foodsafetynetwork.ca>, Accessed October 2007.
- [13] Wood, M., Safer sprouts, Agricultural Research Magazine, <http://www.ars.usda.gov>, Accessed October 2007, 2000.
- [14] Waje, C.K., Jun, S.Y., Lee, Y.K., Kim, B.N., Han, D.H., Jo, C., Kwon, J.H., 2009. Microbial quality

- assessment and pathogen inactivation by electron beam and gamma irradiation of commercial seed sprouts, *Food Control*, 20: 200-204.
- [15] Rosas, C.J., Escartin, E.F., 2000. Survival and growth of *Vibrio cholerae* O1, *Salmonella typhi* and *Escherichia coli* O157:H7 in alfalfa sprouts. *Journal of Food Science*, 65: 162–165.
- [16] Sharma, R.R., Demirci, A., 2003. Treatment of *Escherichia coli* O157:H7 inoculated alfalfa seeds and sprouts with electrolyzed oxidizing water. *International Journal of Food Microbiology*, 86: 231-237.
- [17] Montville, R., Schaffner, D., 2005. Monte Carlo simulation of pathogen behavior during the sprout production process, *Applied and Environmental Microbiology*, 71(2): 746-753.
- [18] Fett, W.F., Fu, T., Tortorello, M.L., 2006. Microbiology of fresh produce, ASM Press, Washington.
- [19] Abadias, M., Usall, J., Oliviera, M., Alegre, I., Viñas, I., 2008. Microbial quality of fresh, minimally-processed fruit and vegetables, and sprouts from retail establishments. *International Journal of Food Microbiology*, 123: 121 – 129.
- [20] Martinez-Villaluenga, C., Frías, J., Gulewicz, P., Gulewicz, K., Vidal-Valverde, C., 2008. Food safety evaluation of broccoli and radish sprouts. *Food and Chemical Toxicology*, 46: 1635-1644.
- [21] Alonzo, A.G., Mirasol, C.B., Estrada, A.M.P., Lopez, G.A.A., Nery, J.G.B., Villafior, E.J.B., 2007. Microbiology of retail mung bean sprouts vended in public markets of national capital region, Philippines. *Food Control*, 18: 107-1313.
- [22] Tournas, V.H., 2005. Moulds and yeasts in fresh and minimally processed vegetables and sprouts. *International Journal of Food Microbiology*, 99: 71-77.
- [23] Robertson, L.J., Johannessen, G.S., Gjerde, B.K., Loncarevic, S., 2002. Microbiological analysis of seed sprouts in Norway. *International Journal of Food Microbiology*, 75: 119 – 126.
- [24] Piernas, V., Guiraud, J.P. 1997. Microbial hazards related to rice sprouting, *International Journal of Food Science and Technology*, 32: 33-39.
- [25] Portnoy, B.L., Goepfert, J.M., Harmon, S.M., 1976. An outbreak of *Bacillus cereus* food poisoning resulting from contaminated vegetable sprouts. *American Journal of Epidemiology*, 103: 589-594.
- [26] Taormina, P.J., Beuchat, L.R., Slutsker, L. 1999. Infections associated with eating seed sprouts: an international concern. *Emerging Infectious Disease*, 5: 626-634.
- [27] Waje, C.K., Kwon, J.K., 2007. Improving the food safety of seed sprouts through irradiation treatment. *Food Science and Biotechnology*, 16: 171-176.
- [28] FDA (Food and Drug Administration), Amalgamated Produce, Inc. Recalls Sprouts in the North Eastern United States Because of Possible Health Risk, <http://www.fda.gov/Safety/Recalls/ArchiveRecalls/2009/ucm135947.htm>, April 2009.
- [29] Mohle-Boetani, J.C., Farrar, J.A., Werner, S.B., Minassian, D., Bryant, R., Abbott, S., Slutsker, L., Vugia, D.J., 2001. *Escherichia coli* O157 and *Salmonella* infections associated with sprouts in California, 1996–1998. *Annals of International Medicine*, 135, 239-247.
- [30] Caetano- Anolles, G., Favelukes, G., Bauer, W.D., 1990. Optimization of surface sterilization for legume seed. *Crop Science*, 30: 708-712.
- [31] Hara-Kudo, Y., Konuma, H, Iwaki, M, Kasuga, F, Sugita-Konishi, Y, Ito, Y, Kumagai, S., 1997. Potential hazard of radish sprouts as a vehicle of *Escherichia coli* O157:H7. *Journal of Food Protection*, 60: 1125-1127.
- [32] Rajkowski, K.T., Thayer, D.W., 2000. Reduction of *Salmonella* spp. and strains of *Escherichia coli* O157:H7 by gamma irradiation of inoculated sprouts. *Journal of Food Protection*, 63: 871-875.
- [33] Bari, M.L., Al-Haq M.I., Kawasaki, T., Nakauma, M., Todoriki, S., Kawamoto, S., Isshikii, K., 2004. Irradiation to kill *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* on ready-to-eat radish and mungbean sprouts. *Journal of Food Protection*, 67: 2263-2268.
- [34] Jaquette, C.B., Beuchat, L.R., Mahon, B.E., 1996. Efficacy of chlorine and heat treatment in killing *Salmonella Stanley* inoculated onto alfalfa seeds and growth and survival of the pathogen during sprouting and storage. *Application of Environmental Microbiology*, 62: 2212-2215.
- [35] Weiss, A., Hammes, W.P., 2005. Efficacy of heat treatment in the reduction of *Salmonellae* and *Escherichia coli* O157:H7 on alfalfa, mung bean and radish seeds used for sprout production, *European Food Research and Technology*, 221: 187-191.
- [36] Penàs, E., Gómez, R., Frías, J., Vidal-Valverde, C. 2010. Efficacy of combinations of high pressure, temperature and antimicrobial products on germination of mung bean seeds and antimicrobial quality of sprouts. *Food Control*, 21: 82-88.
- [37] Lang, M.M., Ingham, B.H., Ingham, S.C., 2000. Efficacy of novel organic acid and hypochlorite treatments for eliminating *Escherichia coli* O157:H7 from alfalfa seeds prior to sprouting. *International Journal of Food Microbiology*, 58: 73-82.
- [38] Singh, N., Singh, R.K., Bhunia, A.K., 2003. Sequential disinfection of *Escherichia coli* O157:H7 inoculated alfalfa seeds before and during sprouting using aqueous chlorine dioxide, ozonated water and thyme essential oil. *Swiss Society of Food Science and Technology*, 36: 235-243.
- [39] Jin, H.H., Lee, S.Y., 2007. Combined effect of aqueous chlorine dioxide and modified atmosphere packaging on inhibiting *Salmonella typhimurium* and *Listeria monocytogenes* in mungbean sprouts. *Journal of Food Science*, 72: 441-445.
- [40] Piernas, V., Guiraud, J.P., 1998. Control of microbial growth on rice sprouts. *International Journal of Food Science and Technology*, 33: 297-305.
- [41] Lee, M.J., Park, S.Y., Ha, S.D., 2007. Reduction of coliforms in rice treated with sanitizers and disinfectants. *Food Control*, 18: 1093-1097.
- [42] Kim, Y.J., Kim, M.H., Song, K.B. 2009. Efficacy of aqueous chlorine dioxide and fumaric acid for inactivating pre-existing microorganisms and *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella typhimurium*, and *Listeria monocytogenes* on broccoli sprouts, *Food Control*, 20: 1002-1005.

- [43] Buck, J.W., Walcott, R.R., Beuchat, L.R., 2003. Recent trends in microbiological safety of fruits and vegetables, Plant Health Process, <http://www.plantmanagementnetwork.org>, Accessed October 2007.
- [44] Code of Federal Regulations, 2000. 21 CFR Part 179 Irradiation in the production processing and handling of food. US Federal Register, 65, 64605-64607.
- [45] TGK (Türk Gıda Kodeksi), 2005. Gıda ve Isınlama Yönetmeliği, [http://www.kkgm.gov.tr/yonetmelik/gida\\_isinlama.html](http://www.kkgm.gov.tr/yonetmelik/gida_isinlama.html).
- [46] Saroj, S. D., Hajare, S., Shashidhar, R., Dhokane, V., Sharma, A., Bandekar, J. R., 2007. Radiation processing for elimination of *Salmonella typhimurium* from inoculated seeds used for sprout making in India and effect of irradiation on germination of seeds. *Journal of Food Protection*, 70 (8): 1961-1965.
- [47] Chibani-Chennoufi, S., Bruttin, A., Dillmann, M.L., Bru'ssow, H., 2004. Phage-host interaction: an ecological perspective. *Journal of Bacteriology*, 186: 3677–3686.
- [48] Greer, G. G., 2005. Bacteriophage control of foodborne bacteria. *Journal of Food Protection*, 68 (5): 1102-1111.
- [49] Strauch, E., Hammerl, J.A., Hertwig, S., 2007. Bacteriophages: new tools for safer food. *Journal of Consumer Protection and Food Safety*, 2: 138–143.
- [50] Rees, C.E.D., Dodd, C.E.R., 2006. Phage for rapid detection and control of bacterial pathogens in food. *Advances in Applied Microbiology*, 59: 159–186.
- [51] Carlton, R.M., Noordman, W.H., Biswas, B., de Meester, E.D., Loessner, M.J., 2005. Bacteriophage P100 for control of *Listeria monocytogenes* in foods: Genome sequence, bioinformatic analyses, oral toxicity study, and application. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 43 (3): 301-312.
- [52] Kocharunchitt, C, Ross, T, McNeil, D.L., 2009. Use of bacteriophages as biocontrol agents to control *Salmonella* associated with seed sprouts. *International Journal of Food Microbiology*, 128: 453-459.
- [53] O'Flynn, G., Coffey, A., Fitzgerald, G.F., Ross, R.P., 2006. The newly isolated lytic bacteriophages st104a and st104b are highly virulent against *Salmonella enterica*. *Journal of Applied Microbiology*, 101: 251–259.
- [54] Guenther, S., Huwyler, D., Richard, S., Loessner, M.J., 2009. Virulent bacteriophage for efficient biocontrol of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat foods. *Applied and Environmental Microbiology*, 75 (1): 93-100.
- [55] Ye, J., Kostrzynska, M., Dunfield, K., Warriner, K., 2010. Control of *Salmonella* on sprouting mung bean and alfalfa seeds by using a biocontrol preparation based on antagonistic bacteria and lytic bacteriophages. *Journal of Food Protection*, 73 (1): 9-17.
-