

## Gıda Koruyucusu Olarak Sorbik Asit ve Tuzları : I Genel Özellikleri

Doç. Dr. Merih KIVANÇ

A.Ü. Fen Fakültesi Biyolojisi Bölümü — ESKİŞEHİR

### ÖZET

Sorbik asit ve tuzları antimikrobiyal özellikleri sebebiyle gıda koruyucusu olarak geniş ölçüde kullanılmaktadır. Çoğu gıdalarda kullanımına izin verilen dozu % 0.5-0.0025 arasında değişmektedir. Bu konsantrasyonlarda sorbik asit bir çok mikroorganizmaya karşı etkili olarak kullanılabilir. Sıcaklık, konsantrasyon, pH, su aktivitesi ( $a_w$ ), gıdanın mikrobiyal yükü, mikroorganizma tipi, gıda bileşenleri, atmosfer ve kullanım şekli gibi faktörler sorbatların tesirliliğine büyük ölçüde etkilidir. Sorbatların kullanımında bütün bu faktörler göz önünde bulundurulduğunda arzu edilen sonuç alınabilir.

### SUMMARY

Sorbic acid and its salts in the most commonly used of the antimicrobial food preservatives. The permissible dosage in most foods is 0.5-0.0025 %. At this concentration, sorbic acid may be used effectively against a variety of microorganisms. Factors such as, temperature, concentration, pH, water activity ( $a_w$ ), microbialload of food, type of microbial flora, food components and singly or in combination. Can influence the antimicrobial activity of sorbic acid. All of these factors should be considered when using sorbic acid as an antimicrobial preservative.

### GİRİŞ

Herhangi bir korunma önemi alınmayan gıdalar çok kısa sürede doğal özelliklerini kaybederek tüketilemez hale gelirler. Hatta bazan insan sağlığı açısından zararlı ve tehlikeli bir özellikte kazanabilirler. Bu nedenlerle gıdaların bozulmadan uzun süre saklanabilmesi problemi yıllarca insanları uğraştırmıştır. Gıdaları korumada önceleri şeker, tuz, baharat ve tütsü gibi usuller kullanılmıştır. Bugün ise birçok yeni gıda ürününün ortaya çıkması ve gıdaları daha uzun süre tüketimde tutmak için gıdaların korunması daha karmaşık bir hal almıştır. Bu konuda bir çok usuller geliştirilmiştir (1-3). Bu usullerden birisi de gıdalara koruyucu mad-

delerin ilavesidir. Bu koruyucu maddeler içerisinde yer alan sorbatların diğer koruyuculara göre birçok üstünlükleri vardır.

Sorbatlar insan sağlığı için zararsız olup vücutta benzer sayıda karbon atomlu yağ asitleri gibi sindirilir ve tamamen  $CO_2$  ile  $H_2O$ 'ya parçalanırlar ve bu sırada enerji de verebilirler (3-5). Vücuttaki yarı ömrü dozajına bağlı olarak 40-110 dakikadır (6). Renksiz ve koku-suz olduklarından katıldıkları ürünün tadına ve rengine etki yapmazlar (5, 7, 9). Diğer koruyuculara göre daha yüksek pH değerlerinde etkindirler. Sodyum benzoat maksimum 4.0-4.5 pH, propionatlar 5.0-5.5 pH'da etkili iken, sorbatlar 6.0-6.5 pH'da etkilidir (5, 10). Bu sebeple daha geniş bir kullanım alanına sahiptir.

Gıdalarda sorbik asit ve tuzlarının kullanılmasına bir çok ülkede izin verilmiştir (2, 3, 5). Bazı istisnalar dışında uygulanan maksimum miktarı % 0.1-0.2 arasındadır. Ülkemizde ise sos ve ketçaplara, margarinlere, peynirlere, balık ezmelerine, şekerlemelere, reçel, jöle ve marmelatılara, ekmeğe % 0.1, sofralık zeytinlere % 0.05, et ürünlerine % 0.02, gazlı alkolsüz içkilere % 0.07, kek ve pasta hamuruna % 0.01, sıvı yumurta sarısına % 1 oranında sorbatların kullanılmasına izin verilmiştir (11-13).

### SORBİK ASİDİN TARİHÇESİ

Sorbik asit tabiatta *Sorbus aucuparia* L adı verilen üvez ağacı ve meyvelerinde bol miktarda bulunmaktadır (2, 5). Bazı bölgelerde reçellerin ve şıraların dayanıklılığını artırmada bu bitki uzun zaman kullanılmıştır (2). Sorbik asit ilk defa Alman kimyacı A.W. Hoffman tarafından 1859 da üvez meyvelerinden saf olarak elde edilmiştir (5, 14). Elde edilen bileşiğin yapısı 1870-1890 yıllarında saflaştırılmıştır. Önce Almanya'da E. Müller ve daha sonra ABD'de C.M. Gooding tarafından üzerinde çalışılmıştır. Antimikrobiyal etkisi 1939 yılında bulunmuştur (5, 14). 1950 yılından beri de endüstriyel düzeyde üretilmeye başlanmış ve Dünya'da gıda maddelerinin korunmasında kullanılmaktadır (2, 5, 14).

### SORBİK ASİT VE TUZLARININ ÖZELLİKLERİ

Sorbik asit  $\alpha$ ,  $\beta$ -doymamış monokarboksilik asit zinciri olup  $\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}=\text{CHCOOH}$  yapısında altı karbonlu organik bir asittir. Saf halde beyaz kristal tozdur. Tadı hafif ekşidir. Saf ve seyreltilmiş halde ışığa ve sıcaklığa hassastır. Sorbik asit piyasada serbest asit olarak veya sodyum, potasyum ve kalsiyum tuzları şeklinde toz, granüle ve çözelti formlarında bulunmakta ve hepsi birden sorbatlar olarak isimlendirilmektedir. Tuzlarının özellikle potasyum sorbatın suda yüksek çözünürlüğü sebebiyle gıdalara uygulamada tercih edilir.  $20^\circ\text{C}$  lik suda sorbik asidin çözünürlüğü 0.16 iken potasyum sorbatın çözünürlüğü % 5 den fazladır. Çözünürlükleri suyun sıcaklığına bağlı olarak değişir. pH'da çözünürlüğü etkilemektedir. Etil alkolde ve asetik asitte de iyi çözünür. Yağlarda sorbik asit ve potasyum sorbattan daha fazla çözünür. Glikoz, sükröz ve NaCl gibi gıda bileşenlerinin artan konsantrasyonları ( $>$  % 10) sorbik asidin sudaki çözünürlüğünü azaltır. Sorbik asit mısır nişastası, un, tuz gibi kuru materyallerle karıştırılarak da kullanılabilir. Bu karışım daldırma veya sprey şeklinde kullanılacağı zaman NaOH veya KOH içinde eritilir yada propilen glikol veya etanolde çözündürülür (2-5, 14).

Potasyum sorbat,  $\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}=\text{CHCOOK}$  yapısında olup, beyaz çok hafif toz şeklindedir. Sorbik asidin suda en çok çözünen tuzudur.  $20^\circ\text{C}$  de 100 ml suda 139.2 g çözünür. Alkolde çözünürlüğü  $20^\circ\text{C}$  de mililitrede 20 g dır. Daldırma ve sprey şeklinde uygulama için yüksek konsantrasyonlu solüsyonları gereklidir (2-4).

Molekül ağırlığı 134.11 olan sodyum sorbat ise beyaz toz halindedir. Oksidasyona karşı hassastır. Piyasada sulu çözeltileri bulunur. Bu çözeltiler bir kaç hafta dayanır. Sudaki çözünürlüğü % 0.28 oranındadır (2-4).

Kalsiyum sorbat, beyaz, tatsız ve kokusuz tozdur. Sudaki çözünürlüğü azdır (2, 4).

Sorbatlar, ürünün içine direk olarak ilave edilerek, ürünün yüzeyine sprey şeklinde püskürtülerek veya toz şeklinde serpilerek yada belli konsantrasyonlarda hazırlanmış çözeltilerinin içine ürün daldırılarak veya ambalaj ma-

teryali sorbatlı kaplanmak suretiyle olmak üzere gıdalara çeşitli şekillerde uygulanırlar (2, 4, 5).

Sorbik asidi etkili bir şekilde kullanmak için, uzun süre kaynama gerektiren herhangi bir işlem safhasından sonra katmak gereklidir. Çünkü sorbik asit ısıtmaıyla sublimleşmektedir (3, 10).

Sorbatların gıdalarda kullanım miktarları Tablo 1'de verilmiştir. Meyve sularında ve gazlı içeceklerden % 0.0025 oranında sorbik asit kullanılırken kümes hayvanlarında % 0.5 sorbik asit kullanılmaktadır. Genel olarak, % 0.01 - 0.2 sorbik asit miktarları gıdalara uygulanmaktadır. Sorbik asidin tuzlarının kullanılması halinde aynı antimikrobiyal etkiye ulaşmak için tuzların sorbik aside eşdeğer miktarları kullanılmalıdır (5, 10, 14).

### SORBATLARIN TESİRLİLİĞİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Sorbatların tesirliliğini etkileyen faktörler şu şekilde sıralanabilir : sorbat konsantrasyonu, pH, su aktivitesi ( $a_w$ ), sıcaklık, atmosfer, ürünün başlangıç mikrobiyal yükü, mikrobiyal floranın tipi, gıda bileşenleri ve kullanım şekli.

#### Konsantrasyon

Sorbatın düşük konsantrasyonları bazan mikroorganizmaların gelişmelerini stimüle etmektedir. Yousef ve Marth (15),  $25^\circ\text{C}$  de sorbatın düşük konsantrasyonlarının *A. parasiticus*'un aflatoxin üretimini artırdığını bildirmişlerdir. Yine bullerman (16) *P. roqueforti*'nin yabani suşları tarafından patulin üretimini sorbatın mevcudiyetinde stimüle edildiğini bildirmiştir. 500 ppm potasyum sorbat  $25^\circ\text{C}$  de *A. ochraceus*'un toksin üretimini ve gelişmesini stimüle ederken, 1500 ppm potasyum sorbat ise hem gelişmeyi hemde toksin oluşumunu azaltmıştır (17).

% 0.75 sorbik asit pH 5.0 de *Salmonella* ve *E. coli*'yi  $37^\circ\text{C}$  de 48 saatte inhibe ederken, % 0.075 sorbik asit konsantrasyonunu ancak bakteriyostatik bir etki göstermektedir (5).

#### pH'nin Tesiri

Sorbik asit gibi organik asitler sulu çözeltilerinde ayrışır ve ortama hidrojen iyonlarını

birakırlar. Sorbik asit ve diğer organik asitlerde antimikrobiyal aktiviteyi veren ayrışmayan moleküllerdir (5, 10, 14, 18). Ayrışmayan moleküllerin miktarı pH ile tayin edilir. Sorbatların antimikrobiyal tesirliliği pH düştükçe artar. Çünkü pH düştükçe sorbik asidin ayrışmayan formu artar. Sorbatların antimikrobiyal tesirliliği pH değeri yaklaşık olarak ayrışma sabitesi olan (pKa) 4.75 olduğunda artmaya başlar. Bu pH değerinde sorbik asidin % 50'si ayrışmayan formdadır (14).

**Tablo 1. Çeşitli gıdalarında kullanılan sorbik asit miktarları**

Ürün	Katılan Sorbik Asit Miktarı (%)
Süt Ürünleri	
Peynirler	0.05 - 0.30
Peynir ürünleri	0.05 - 0.20
Kremalı süzme peynir	0.05 - 0.10
Fırın Ürünleri	
Pasta (Kek - çörek)	0.05 - 0.30
Fırın ürünleri, sprey	
(% 10 veya doğrudan ilave)	0.05 - 0.10
Pasta iç ve sosları (Meyve vb.)	0.05 - 0.10
Meyve ve sebze ürünleri	
İçecekler	
(gazlı ve meyve içkileri)	0.0025 - 0.10
Kuru meyveler	
(Sprey veya % 5 - 15 daldırma)	0.02 - 0.05
İleride kullanım için taze meyve suları	0.02 - 0.10
Meyve tartı iç ve kaplamaları	0.05 - 0.10
Reçel, jöle, şekerlemeler	0.10 max.
Salamura ürünler (hıyar, lahana, zeytin)	0.05 - 0.10
Taze salatalar (patates, turunçgil, lahana)	0.05 - 0.10
Şarap	0.01 - 0.04
Diğer gıda ürünleri	
Et ürünleri	0.10 max.
Salata sosları mayonezler	0.10 max.
Deniz ürünleri (karides)	0.075 - 0.10
Yarı nemli evcil hayvan (% 0.3)	0.20 - 0.50
Tütsülenmiş ve tuzlanmış balık (% 10 sprey, % 5 daldırma)	0.10
Şuruplar (Çikolata, süt)	0.10 - 0.15
Şuruplar (Meyve ve fondalar)	0.05 - 0.10
Şuruplar	0.02 - 0.10

Sorbatın inhibitör etkisi ayrışmamış sorbik asitteki hidrojen iyonlarının hücre içinde serbest bırakılmasından ileri gelmektedir (19). Bu yüzden sorbatlar düşük pH'li gıdalarda daha etkili olmaktadır (5, 14, 20).

Sorbatların aktivitesi için maksimum pH sınırı 6.0-6.5'tur (4, 10).

*Clostridium botulinum* 52 A'nın sporlarına ve gelişmesine % 0.26 potasyum sorbat pH 5.85 de etkili olurken, pH 5.55'de tesirli olmamıştır (p1). Yine *C. botulinum*'un sporları pH 5.7 de potasyum sorbat tarafından inhibe edilmiş, pH 6.2-6.7 de ise tesirliliği azalmıştır (22, 23). % 1-2 potasyum sorbat uygulamasında pH 5.8-6.0 da *C. botulinum* tip E'nin sporlanması engellenmiş, pH 7.0-7.2 ise hücreler anormal şekilde gelişmiştir (24). *Salmonella typhimurium*, nutrient buyyonda (pH 6.7) ve yağsız sütte (pH 6.4) % 0.3 sorbik asit mevcudiyetinde gelişirken, pH 5'e düşürüldüğünde her iki ortamda da gelişme olmamıştır (5).

Mikroorganizmaları inhibe etmek için gerekli sorbik asit miktarı pH'ya bağlı olarak değişmektedir. Tablo 2'de görüldüğü gibi pH 5 de *Aspergillus niger*'in gelişmesini % 0.08 sorbik asit engellerken, pH 3 de bu miktar yarıya düşmektedir (4).

**Tablo 2. Bazı mikroorganizmalara farklı pH'lar da etkili olan sorbik asit miktarı (%).**

Mikroorganizma	pH değerleri		
	3.0	5.0	7.0
<i>Aspergillus niger</i>	0.04	0.08	±
<i>Penicillium citrinum</i>	0.02	0.08	±
<i>Alternaria saloni</i>	0.005	0.02	±
<i>Chaetomonium globosum</i>	0.01	0.06	±

*Aspergillus parasiticus*'un aflatoksin üretimi 20 günlük inkübasyon periyodunda pH 4'de % 0.01 ve % 0.3 potasyum sorbat ile tamamen engellenmiştir. pH 6.0 da ise % 0.1 potasyum sorbat *A. parasiticus*'un gelişmesini önleyememiştir (26).

#### Su Aktivitesi

Gıdaya tuz ve şeker gibi maddelerin ilavesi su aktivitesini azaltacağından koruyucuların antimikrobiyal tesirliliğini artırır. Bu gibi

maddeler hücrelerin şişerek büyümesine sebep olurlar ve böylece hücre koruyucuya karşı hassaslaşır (5, 14). Şeker ve sorbatın kombinasyonları ( $a_w = 0.85$ ) *Aspergillus glaucus* ve *A. niger*'in gelişmesini engellemiş, *Staphylococcus epidermis*'in ise gelişmesini yavaşlatmıştır. Su aktivitesi 0.88 olduğu zaman her üç mikroorganizmada gelişmiştir (27).

#### Sıcaklık

Sorbatların uygulandığı sıcaklıkta sorbatların antimikrobiyal özelliğini etkiler. Düşük sıcaklıkta, sorbat uygulaması meyve ürünlerinin raf ömrünü büyük ölçüde uzatmıştır (5, 28, 29). Sorbat ile ısı uygulaması *A. niger*'in hassasiyetini artırırken *Penicillium thomii* üzerine etkili olmamıştır (5). *A. ochraceus* ve *Penicillium* türlerine sorbat ile düşük sıcaklık uygulaması, küflerin gelişimi, spor oluşumu ve okratoksin üretimi üzerine etkili olmuştur (30). *Geotrichum candidum*'un vejetatif hücrelerinin, *A. flavus* ve *P. puberulum*'un konidilerinin inaktivasyonunda potasyum sorbat ile ısı uygulaması sinerjistik bir etki yapmıştır (31). Bazı maya ve küf suşlarının gelişmesini engellemek sorbatlar ile sıcaklık sinerjistik etkilidir (31, 33). Yağlarda altı haftalık depolama süresince potasyum sorbat 27°C ve 37°C de küflere ve *Escherichia coli*'ye etkili olmuştur. -20°C de mikroorganizmaların gelişmesi engellenmiştir (4). Gourama ve Bullerman (17) 25°C de 500 ve 100 ppm potasyum sorbatın *A. ochraceus*'a etkisiz olduğunu, ancak 15 ve 35°C de aynı miktar potasyum sorbatın etkisini olduğunu bildirmişlerdir.

Üzüm suyunda *Byssoschlamys nivea* tarafından üretilen patulin 37°C de potasyum sorbat ile engellenirken 21°C ve 30°C de patulin üretimi az da olsa olmuştur (35).

Sorbatların küflerin gelişmesi ve mikotoksin üretimi üzerine etkisi sıcaklığa ve küf türüne bağlı olarak değişmektedir (36).

#### Atmosfer

Karbondioksit ve sorbat kombinasyonu mikroorganizmaların inhibe edilmesinde etkilidir. CO<sub>2</sub> ve sorbat sinerjistik olarak hareket ederek *Salmonella enteritidis* ve *Staphylococcus aureus*'u inhibe etmiştir (37-39). CO<sub>2</sub> ve

sorbat tahıllarda bozulmaya sebep olan küfleri inhibe etmiştir (5). Vakumla paketlenen etlerde psikrofilik bakterilerin gelişmesini sorbatlar ertelemiştir (40). Eterde CO<sub>2</sub> ve % 2.5 potasyum sorbat uygulaması özellikle *Pseudomonas* sp. karşı etkilidir. Bu uygulama etlerin raf ömrünü de uzatmıştır (41).

#### Mikrobiyal Flora

Gıdalarda mevcut mikroorganizmaların çeşitleri ve sayıları, mikrobiyal gelişmeyi ve bozulmayı önleyecek sorbatların kullanılmasını etkiler. Başlangıçta mikrobiyal yük düşükse sorbatlar mikroorganizmaların gelişmesini önleyerek daha etkili olur (5).

Sorbatlar bütün mikroorganizmalara karşı etkili değildir. Genellikle küflere, mayalara ve bazı bakterilere etkilidirler. Sorbatların yüksek konsantrasyonlarında bile bazı mikroorganizmalar gelişebilir ve hatta sorbatı metabolize edebilirler (42-46). Karışık mikrobiyal gıdalara sorbat uygulaması ile sorbatın etkili olduğu mikroorganizmalar inhibe edilir, fakat sorbatın etkileyemediği mikroorganizmalar ise bu ortamda daha hızlı gelişirler. Sorbatın ilave edilmediği durumda gelişme bu kadar hızlı olmaz çünkü, mikroorganizmalar arasında bir rekabet söz konusudur (5).

#### Gıdanın Yapısı

Tuz ve şeker gibi eriyebilir gıda bileşenleri sıvı fazdaki sorbatın miktarını azaltırken antimikrobiyal tesirini artırır (23, 29, 47).

Bazı asitler sorbatın sudaki eriyebilirliğini azaltırlar. Fakat sorbatın ayrışmamış formunu artırarak mikrobiyal özelliğini artırır. Sitrik ve laktik asit bu grupta yer alırlar (8, 9).

Tuz, salatalık turşusunda bozucu mayaların inhibe edilmesinde sorbatın tesirliliğini artırmıştır. Tatlı salatalık turşusunda ise şeker benzer bir etki göstermiştir (5). NaCl ile sorbatın kombinasyonu *S. aureus* üzerine sinerjistik etkilidir (47). Yine tuz *C. botulinum*'un gelişmesinin ve spor oluşumunun önlenmesinde potasyum sorbatın etkisini artırmıştır (21).

#### Kullanım Şekli

Koruyucuların birlikte kullanılması onların tesirini artırabilir veya azaltabilir. Yine sorbat,

pH seviyesi, tuz ve şeker konsantrasyonları arasında sinerjistik bir etki vardır (14). Sodyum pirofosfat asit ve potasyum sorbat etlerinde **C. botulinum**'un toksin üretimini engeller (50, 51). Yine % 0.4 sodyum pirofosfat asit ile % 0.26 potasyum sorbatın birlikte kullanılması pH 5.55'de **C. botulinum**'un enjetatif hücre gelişmesini engellemiştir (52). Potasyum sorbat ile quinik asit **Aspergillus amstelodami**, **Botrytis cinera**, **Byssoschlamys fulva** küflerine antagonistik etki gösterirken, **Hansanula anomala**, **Saccharomyces cerevisiae** ve **Shizosaccharomyces pombe** mayaları üzerine sinerjistik etki göstermiştir (53). Sodyum benzoat ile potasyum sorbat mayaların sıcaklıkta inaktivasyonunda sinerjistik etkilidir (33). Sorbik asit ile formik asit kombinasyonu **S. cerevisiae** karşı antagonistik etki gösterir. **A. niger**'e karşı ise sinerjistik etkilidir. Yine sorbik asidin, formik asit, benzoik asit veya p-hidroksi benzoik asit le kombinasyonları **E. coli**'yi inhibe eder (5). % 2 askorbik asit ve % 5 potasyum sorbat vakumla paketlenen pişmiş patateslerde **C. botulinum** tarafından gaz oluşumunu engeller (54). Sorbat ile nitrit botulinal toksin üretimini engellemede sinerjistik olarak hareket ederler (14, 20, 55-56).

% 0.1 sorbat ile % 0.1 şeker-ester uygulaması **A. parasiticus**'un aflatoksin üretimini 20 günlük inkübasyon periyodunda pH 4'de engellemiştir (26).

Sorbik asidin antioksidanlarla kombinasyonunda mikroorganizmalar üzerine etkisini artırıcı rol oynar. Ancak bu etki pH'ya bağlı olarak değişmektedir (59). Butillenmiş hidroksi anisol (BHA) veya tersiyer butilhidrokinon (TBAQ) ile sorbatın birlikte kullanılması **S. aureus** ve **S. typhimurium**'un gelişmesini bünyesinde inhibe etmiştir (43, 59-62). Sıvı ortamda **A. flavus**'un gelişmesini sorbat ve BHA tamamen engellemiştir (63). % 0.05 sorbik asit **S. coli**, **E. aerogenes**, **S. aureus**, **S. typhi**, **P. aeruginosa**'ya 35°C de etkisiz iken, aynı miktar sorbik asit % 1.5 kekik ve % 2.0 sodyum klorürle mikroorganizmaların gelişmesini engellemiştir (64).

Sorbak ile sıcaklık interaksyonu sinerjistik etkilidir. 49°C de sıcaklık muamelesi ile % 0.06-0.12 sorbat konsantrasyonu meyve ürünlerinin raf ömrünü uzatır (14). Düşük sıcaklık (1.1°C) ve sorbat üzüm suyunun depolama süresini uzatmıştır (65). Isı muamelesi **E. coli** ve **Candida utilis**'in sorbik asitle inhibisyonunu artırmıştır (66).

#### KAYNAKLAR

- Özkaya, H., Göğüş, K., Türker, İ. 1983. Gıda Bilimi ve Teknolojisi, A.Ü. Zir. Fak. Tez no: 113, Ankara.
- Öztek, L. 1983. Atatürk Üniv. Zir. Fak. Derg. 14, 119.
- Üçüncü, M. 1980. Gıda, 4, 79.
- Chichester, D.F., Tanner, F.W. 1972. Antimicrobial Food Additives, Handbook of food Additives, Furia, T.E. (Ed). Cleveland, Ohio 44128, 115.
- Laewen, M.B. and Marth, E.H. 1985. J. Food Prot. 48, 364.
- Schulz, M.E. und Thomasow, J. 1970. Milchwissenschaft, Jahrgang 6, 330.
- Berry, B.W., Blumer, T.N. 1981. J. Food Sci. 46, 321.
- Paquette, M.W., Robach, M.C. Sofos, J.N. and Busta, F.F. 1980. J. Food Sci., 45, 1293.
- Vereltizis, K.P. and Buch, E.M. 1984. J. Food Prot. 47, 41.
- Dziedzak, J.A. 1986. Food Technol., 40, 104.
- Ercoskun, A. 1987. Halk Sağlığı - Çevre Sağlığı ve Gıda Maddeleri Mevzuatı, Ankara, Fon Mat.
- Göktürk, F., Örün, H. ve Banoğlu, V. 1983. Gıda Maddelerinin ve Umumi Sağlığı İlgilendiren eşya ve Levazımın Hususi vasıflarını gösteren tüzük, Ankara. Titiz Ofset Mat.
- Anonymous, 1988. Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği, Resmi Gazete, 6 Mart, sayı 19746.
- Sofos, J.N. and Busta F.F. 1981. J Food Prot. 8, 614.
- Yousef, A.E. and Marth, E.H. 1981. J. Food Prot. 44, 736.
- Bullerman, L.B. 1984. J. Food Prot. 47, 162.
- Gourama, H. and Bullerman, L.B. 1988. J. Food Prot. 51, 139.
- Marcis, B.J. 1975. Appl. Microbiol. 30, 503.
- Ronning, I.E., and Frank, H.A. 1987. Appl. Environ. Microbiol., 53, 1020.
- Safos, J.N., Busta, F.F. and Allen, C.E. 1980. J. Food Sci., 45, 7.
- Wagner, M.K. and Busta, F.F. 1985. J. Food Prot. 48, 421.
- Blocher, J.C. Busta, F.F. and Sofos, J.N. 1982. J. Food Sci. 47, 2028.
- Smoot, L.A. and Pierson, M.D. 1981. Appl. Environ. Microbiol., 42, 477.

24. Seward, R.A., Deibel, R.H. and Lindsay, R.C. 1982. *Appl. Environ. Microbiol.*, 44, 1212.
25. Park, H.S. and Marth, E.H. 1972. *J. Milk Food Technol.*, 35, 532.
26. Marshall, D.L. and Bullerman, L.B. 1986. *J. Food Prot.*, 49, 378.
27. Acott, K. Sloan, A.E. and Labuza, T.P. 1976. *J. Food Sci.* 41, 541.
28. Beuchat, L.R. 1981. *J. Food Sci.*, 46, 771.
29. Beuchat, L.R. and Heaton, E.K. 1982. *J. Food Prot.* 45, 942.
30. Bullerman, L.B. 1985. *J. Food Prot.*, 48, 162.
31. Beuchat, L.R. 1981. *J. Food Prot.*, 44, 450.
32. Beuchat, L.R. 1981. *J. Food Prot.*, 44, 765.
33. Beuchat, L.R. 1981. *Appl. Environ. Microbiol.*, 41, 472.
34. Kaul, A., Singh, J. and Kulla, R.K. 1981. *J. Food Prot.*, 44, 133.
35. Ronald, J.O., Beuchat, L.R., Worthington, R.E. and Hitchcock, H.L. 1984. *J. Food Prot.*, 47, 237.
36. Bullerman, L.B. 1983. *J. Food Prot.*, 46, 940.
37. Elliot, P.H. and Gray, R.J.H. 1981. *J. Food Prot.*, 44, 903.
38. Elliot, P.H., Tomlins, R.I. and Gray, R.J.H. 1982. *J. Food Prot.*, 45, 1112.
39. Gray, R.J.H., Elliott, P.T. and Tomlins, R.I. 1984. *J. Food Sci.*, 49, 142.
40. Myers, B.R., Marshall, R.T., Endmondson, J.E. and Aderson, M.E. 1981. *J. Food Prot.*, 44, 497.
41. Elliot, P.H., Tomlins, R.I. and Gray, R.J.H. 1985. *J. Food Sci.*, 50, 1360.
42. Finol, M.L., Marth, E.H. and Lindsay, R.C. 1982. *J. Food Prot.*, 45, 398.
43. Goetz, M., Heffter, A., Jaeger - Staphani, I. and Nonnveller, W. 1978. *Lebensmittellechem. Gericht. Chem.* 32, 77.
44. Harwood, J.F., Lloyd, G.T., Romshaw, E.H. and Stark, W. 1981. *Aust. J. Dairy Technol.*, 36, 38.
45. Lieven, M.B. and Marth, E.H. 1984. *J. Food Prot.*, 47, 554.
46. Marth, E.H., Capp, C.M., Hanzenzahl, I., Jackson, H.W. and Hussong, R.V. 1966. *J. Dairy Sci.*, 49, 1197.
47. Robanch, M.C. and Stateler, C.L. 1980. *J. Food Prot.*, 43, 208.
48. Robach, M.C., and Sofos, J.N. 1982. *J. Food Prot.* 41, 284.
49. Smittle, R.L. and Flowers, R.S. 1982. *J. Food Prot.*, 45, 977.
50. Melson, K.A., Busta, F.F., Sofos, J.N. and Wagner, M.K. 1983. *J. Food Prot.*, 46, 846.
51. Wagner, M.K. and Busta, F.F. 1983. *J. Food Sci.*, 48, 990.
52. Wagner, M.K. and Busta, F.F. 1985. *J. Food Prot.*, 48, 693.
53. Kalho, H., Athonen, S. and Sarimo, S.S. 1985. *J. Food Prot.*, 48, 327.
54. Notermans, S., Dufrenne J. and Keybots, M.J.H. 1985. *J. Food Prot.*, 48, 851.
55. Ivey, F.J., Shaver, K.J., Christianson, L.N. and Tompkin, R.B. 1978. *J. Food Prot.*, 41, 621.
56. Marriott, N.G., Lochowich, R.V. and Pierson, M.D. 1981. *J. Food Prot.*, 44, 881.
57. Pierson, M.D., Smoot, L.A. and Stern, N.J. 1979. *J. Food Prot.*, 42, 302.
58. Sofos, N.J. and Busta, F.F. 1980. *Food Technol.*, 34, 244.
59. Lahellec, C., Fung, D.D.C. and Cunningham, F.E. 1981. *J. Food Prot.*, 44, 531.
60. Davidson, P.M., Brekke, C.J. and Branen, A.L. 1981. *J. Food Sci.*, 46, 314.
61. Klindwarth, K.J., Davidson, P.M., Brekke, C.J. and Branen, A.L. 1979. *J. Food Sci.*, 44, 564.
62. Morad, M.M., Branen, A.L. and Brekke, C.J. 1982. *J. Food Prot.*, 45, 1038.
63. Ahmad, S. and Branen, A.L. 1981. *J. Food Sci.*, 46, 1059.
64. Akgöl, A. ve Kivanc, M. 1989. *Doğa (Basında)*.
65. Pederson, H., Albury, N. and Christensen, M.D. 1961. *Appl. Microbiol.* 9, 162.
66. Shibasaki, I. and Tsuchido, T. 1973. *Acta. Aliment.* 2, 327.