

Gıda Koruyucusu Olarak Sorbik Asit ve Tuzları : III. Bakterilere Etkisi

Doç. Dr. Merih KIVANÇ

A. Ü. Fen - Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü — ESKİŞEHİR

ÖZET

Sorbik asit ve tuzları, bakterilerin gelişmesini, bazı bakterilerin spor ve toksin oluşumunu engellemekte veya geciktirmektedir. Bu engelleyici etki bakteri tür ve şuşlarına göre değişmektedir. Ancak bazı bakteriler sorbatlara direnç gösterir ve hatta kullanabilirler. Sorbatlar ile bakteri gelişmesinin engellenmesi transport sistemlerinin ve enzimlerin inhibe edilmesi, hücre zarının değişimi ve hücre içine proton akışı ile olabilmektedir.

SUMMARY

Sorbic acid and its salts inhibit or delay the growth of bacteria, sporformers and toxin production of some bacteria. This inhibitory effects varies due to the species and the strains of bacteria. Some of bacteria resist to sorbate existence and are even able to metabolize sorbate. Inhibition of bacterial growth by sorbate may result from alteration of cell membranes, inhibition of transport systems and key enzymes, creation of a proton flux into the cell.

GİRİŞ

Sorbik asit ve tuzları gıda koruyucusu olarak geniş ölçüde kullanılmaktadır. Sorbatların antimikrobiyal etkileri ve etkili olarak kullanılabilen dozları uzun zaman incelenmiştir (1-3). Sorbatlar ile süt ürünleri, fırın ürünleri, maya ve sebze ürünleri, bazı balık ve et ürünleri, sos ve margarin gibi gıdalar korunmaktadır. Sorbatların genellikle maya ve küflere daha etkili olduğu kabul edilerek küflere olan etkisi bakterilere göre daha fazla incelenmiştir (1-4). Ancak son zamanlarda gerek gıdalarda gerek model sistemlerde yapılan çalışmalar sorbatların bakterilerin gelişmesini de inhibe ettiğini göstermiştir.

Gıda maddelerinin bozulmasında bakteriler önemli rol oynamaktadır. Bu bakterilerden *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Clast-*

ridium botulinum, *Clostridium perfringens*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Bacillus cereus* gibi türler tüketici sağlığı açısından da tehlikeli olmaktadır (5). Genellikle et ve ürünlerinin korunmasında kullanılan nitritin son zamanlarda karsinojenik ve mutajenik etkisi olduğu ileri sürülerek bu maddenin ürünlerde kullanılmaması istenmemektedir (6-8). Bunun sonucu olarak diğer antimikrobiyal maddelerle özellikle sorbik asit ve tuzlarının bazı işlenmiş et ürünlerinde kullanılan nitritin tamamen veya kısmen yerini alması düşünüldüğünden son yıllarda bu konudaki çalışmalar hızla artmıştır.

Sorbik asit ve tuzları balık ve balık ürünlerinin taze olarak saklanmasında ve balıkları bozucu mikroorganizmaların gelişmesini engellenmesinde de kullanılmaktadır (9, 10). *Proteus morgani*, *Enterobacter aerogenes*, *Klebsiella pneumoniae* ve *Hafnia alvei*'nin belli şuşları depolama sırasında bazı balık çeşitleri içinde çoğalarak histamin miktarını artırmaktadır (11-15). Yüksek miktarlarda histamin içeren balıkların tüketimi ise histamin zehirlenmesine yol açmaktadır (16, 17). Bakteriyal histamin üretimi de sorbatlarla engellenebilmektedir (18).

Sorbat uygulaması gıda maddelerinin raf ömrünü de uzatmaktadır (9, 19, 20).

Bu derlemede, sorbatların bakterilerin gelişmesine, spor ve toksin oluşumuna etkileri ile bakteriler tarafından kullanılması ve sorbatların etki mekanizması hakkındaki bilgiler gözden geçirilmiştir.

BAKTERİLERE ETKİSİ

İlk yapılan çalışmalarda sorbatların bakteriler üzerine etkisinin çok az veya hiç olmadığı ileri sürülmüştür (3, 6, 21). Ancak son yıllarda yapılan çalışmalarda sorbatların bakteriler üzerine etkili olduğu görülmüştür (8, 9, 22).

Tablo 1de görüldüğü gibi sorbatlar gram pozitif, gram negatif, katalaz pozitif ve katalaz

Tablo 1. Sorbatlar tarafından inhibe edilen bakteriler.

<i>Acetobacter aceti</i>	<i>Propionibacterium shermani</i>
<i>Acetobacter xylinum</i>	<i>Proteus morganii</i>
<i>Achromobacter</i> sp.	<i>Proteus vulgaris</i>
<i>Acinetobacter</i> sp.	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
<i>Alcaligenes</i> spp.	<i>Pseudomonas fragi</i>
<i>Bacillus cereus</i>	<i>Pseudomonas fluorescens</i>
<i>Bacillus polymyxa</i>	<i>Pseudomonas putrefaciens</i>
<i>Bacillus stearothermophilus</i>	<i>Salmonella heidelberg</i>
<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Salmonella montevideo</i>
<i>Bamplobacter jejuni</i>	<i>Salmonella typhimurium</i>
<i>Clostridium botulinum</i>	<i>Salmonella Typhi</i>
<i>Clostridium perfringens</i>	<i>Salmonella enteritidis</i>
<i>Clostridium sporegenes</i>	<i>Sarsina lutea</i>
<i>Enterobacter aerogenes</i>	<i>Serratia marcescens</i>
<i>Escherichia coli</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i>
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	<i>Streptococcus cremoris</i>
<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	<i>Streptococcus lactis</i>
<i>Micrococcus</i> sp.	<i>Staphylococcus aureus</i>
<i>Propionibacterium zeae</i>	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>
<i>Propionibacterium freundenreichii</i>	<i>Yersinia enterocolitica</i>

negatif, aerob, anaerob, termofilik, mezofilik ve psikrofilik mikroorganizmalara karşı etkili olarak kullanılabilir (8, 18, 39).

Bakterilerin gelişmesini 10-10000 µg/ml arasında değişen miktarlarda sorbik asit engellemektedir (36). Sorbatlara en dirençli bakteriler *Lactobacillus* sp. ve *Clostridium* sp. dir.

Hamdan ve ark. (25) % 0,1 ve % 0,05 potasyum sorbat uygulanan ve 45°C de inkübe edilen *Lactobacillus bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* kültürlerinde gelişmenin geciktirdiği ve asit üretiminin azaldığını bildirmişlerdir. *Propionibacterium shermani*, *Streptococcus cremori* ve *Streptococcus lactis*'in gelişmesini sırasıyla 200, 500 ve 1000 ppm sorbik asit engellemiştir (89). Sorbik asidin % 0,05- % 0,1 konsantrasyonları laktik asit fermentasyonunu önlemiştir (40).

Salmonella ve *Escherichia coli*'yi pH 5,0 de % 0,75 sorbik asit 37°C de 48 saatte inhibe ederken % 0,075 sorbik asit bakteriyostatik bir etki göstermiştir (22). % 0,3 sorbik asit pH 5,0 de besiyerinde 37°C de *S. typhimurium*'u 12 saatte inhibe etmiştir (24). % 0,25

potasyum sorbat ise 25°C de *S. typhimurium*'un gelişmesini engellemiştir (32). *Pseudomonas fluorescens*'in iki suşunun gelişmesi pH 5,5'da % 0,05 sorbat ile engellenmiştir (27). Robach (29) *Pseudomonas putrefaciens*'in triptik soy buyyonda pH 6 da % 0,2 potasyum sorbat ile gelişmesinin engellendiğini bildirmiştir. Lahellec ve ark. (23) beyin kalp infüzyonu besiyerinde (BHI) *Staphylococcus aureus*'un gelişmesini pH 5,0 de % 1 sorbat engellerken pH 7 de % 5 sorbat varlığında bile *S. aureus*'un geliştiğini bildirmişlerdir. % 0,25 potasyum sorbat pH 6,0 da BHI'da *S. aureus*'a eklili olmamıştır. % 0,26 potasyum sorbat ise *S. aureus*'un gelişmesini yavaşlatmıştır (32, 34). Triptik soy buyyonda % 0,1 ve % 0,2 sorbat pH 5,5 da *Salmonella* ve *Yersinia enterocolitica* için bakteriyostatik bir etki göstermiştir (22). Steve ve Speckhard (18) % 0,5 potasyum sorbat ve histidin bulunan triptik soy buyyonda *Klebsiella pneumoniae* ve *Preteus morganii*'nin histamin üretimini ve gelişmesini hem 10°C hemde 32°C de engellediğini bildirmişlerdir. Davidson ve ark. (41) potasyum sorbatın tek başına veya tersiyer butilhidrokinon (TBHQ) veya butillen-

miş hidroksianisol (BHA) ile birlikte *S. aureus* ve *S. typhimurium*'un gelişmesini triptik soy buyyonda engellediğini bildirmişlerdir. *S. aureus* ve *S. typhimurium*'un gelişmesi 1000 ppm potasyum sorbat tarafından kısmen inhibe edilirken buna 150 ppm BHA'nın ilavesiyle her iki bakteride tamamen inhibe edilmiştir. Labocco ve Martin (42) % 3 NaCl ve % 0,3 potasyum

sorbatın *S. typhimurium*'un gelişmesini engellediğini bildirmişlerdir.

Gıdalarda bakteri gelişimini önlemek için kullanılan potasyum sorbat miktarı genellikle 500-3000 µg/g'dır. Bunun üstündeki miktarlar gıdalarda bazı tad problemlerine neden olabilmektedir (Tablo 2).

Tablo 2. Gıdalarda sorbatlar ile bakteriler gelişmesinin engellenmesi

Gıda	Potasyum sorbat Konsantrasyonu (ppm)	Gelişmesi önlenen veya geciktirilen mikroorganizma	Kaynak No.
Kabak tatlısı	1000 - 2000	<i>B. cereus</i> , <i>Salmonella typhimurium</i> , <i>S. aureus</i>	32,33
Tereyağ	1000	Koliformlar, <i>E. coli</i>	43 - 44
Yağsız Süt	1000	<i>Pseudomonas sp.</i>	45
Kür edilmemiş Sosis	1000	<i>S. aureus</i> , <i>C. botulinum</i> , <i>C. perfringens</i> , Toplam	26
Sosis	2600	canlı bakteri	
Sosis	2600	<i>Salmonella</i>	45
Taze et	% 10 daldırma	Psikrofilik	47
Bütün piliç	% 5 daldırma	<i>S. typhimurium</i> , <i>S. aureus</i>	19,20 48,49
Tavuk	2600	Total bakteri	51
Hindi ürünleri	2600	Psikrofilik	52
Hindi ürünleri	2500	<i>S. aureus</i> , <i>E. coli</i> , <i>Salmonella</i>	50
Deniz ürünü	1000 (S.A)	<i>V. parahaemolyticus</i>	29

Tereyağında potasyum sorbat koliform sayısını azaltmıştır. Özellikle düşük sıcaklıkta daha etkili olmuştur (42). Kaul ve ark. (44) % 0,1 potasyum sorbatın tek başına ve % 0,1 potasyum sorbat ile % 2 sodyum klorürün tereyağında *E. coli*'nin gelişmesini 5 ve -18°C de depolamada azalttığını bildirmişlerdir.

Çiğ hindi etindeki doğal mikroflora 1000 ppm potasyum sorbattan etkilenmemiş ancak pişmiş hindi etinde *S. typhimurium* inokule edildiğinde 8 günlük depolamada aynı miktar potasyum sorbat *S. typhimurium*'un azalmasına

sebebi olmuştur (53). Yine pişmiş hindi etlerinin % 0,1 sorbatla muamelesi *S. typhimurium*'un sayısında azalmaya sebebi olmuştur (48). Vakumla paketlenmiş hindi ürünlerinde % 0,25 potasyum sorbat enteropatogenik *E. coli*, *Salmonella* ve *S. aureus*'un gelişmesini 10°C de 10 günlük inkübasyon süresince engellemiştir (50). Kümes hayvanlarının etlerinde *P. fluorescens* ve *P. fragi*'nin gelişmesine potasyum sorbat etkili olmuştur (48). % 1,30 ve % 0,65 tuz ve % 0,26 potasyum sorbat uygulaması kümes hayvanlarının etlerinde *Clostridium sporogenes*'in gelişmesini engellemiştir (36).

Sorbatlar et ürünlerinde *C. botulinum*'un gelişmesini ve toksin oluşumunu engellemekte ve geciktirmektedir. Kür edilmemiş sosilerde *C. botulinum*'un toksin meydana getirme süresini potasyum sorbat uzatmaktadır (26). 20°C ve 4°C de depolanan sosilerde % 0,2 potasyum sorbat uygulaması 9 günlük inkübasyon süresinde *C. perfringens*'in gelişmesini engellemiştir (54). Potasyum sorbatla muamele edilmiş domuz etinde *C. botulinum*'un toksin oluşumunu geciktirmiştir (36, 55). Tavuk etinden yapılmış sosis karışımında *C. botulinum*'un toksin üretimini sorbik asit ve nitrit kombinasyonu engellemiştir (56). Huhtanen ve ark. (57) sorbik asidin antibotulinik etkisini bildirmişlerdir. % 0,4 sorbik asit veya % 0,52 potasyum sorbat kırılmış jambonlarda 30°C de 180 gün inkübasyon süresinde *C. botulinum*'un toksin üretimini inhibe etmiştir. *C. botulinum*'un aynı inhibisyonu % 0,26 sorbat ve % 0,08 H₃PO₄ veya % 0,20 sorbik asit ve % 0,04 H₃PO₄ ile elde edilmiştir (58). 30 µM potasyum sorbat ve 100 µM NaNO₂ sinerjistik etki göstererek *C. botulinum* PA 3679'un gelişmesini 34°C de pH 6 da inhibe etmiştir, 30 µM sorbat tek başına pH 6 da PA 3679'a bakterisidal etkili olarak bulunmuştur (59). Asit ortamda NaCl veya fosfatlarla kombine edilen sorbat, halen kullanılan nitrit seviyeleri kadar *C. botulinum*'un gelişmesini ve toksin oluşumunu engellemiştir (4, 55). Sorbat veya sorbat - nitrit kombinasyonları *C. botulinum*'a inhibitör etkili olarak bulunmuştur (7, 28, 31, 55, 60 - 65).

Vakumla paketlenen etlerde potasyum sorbat *Yersinia enterocolitica*'nın gelişmesini engellemiştir (38).

Deniz ürünlerinde, 1,1°C de depolamada % 1,0 sorbatta canlı mikroorganizma sayısı azalmıştır. % 0,1 potasyum sorbat uygulamasında ise depolamadan 7 gün sonra sadece *Pseudomonas* türleri kalmıştır (56). % 0,1 potasyum sorbat uygulaması deniz ürünlerinin bakterilerin gelişmesini engelleyerek ürünlerin raf ömrünü uzatmıştır (67 - 69).

SPOR FORMLARININ ENGELLENMESİ

Sorbatlar bakterilerin spor formlarını besiyerinde ve gıda içinde inhibe ederler. *Bacillus cereus* ve *C. botulinum* ile *C. sporogenes*'in

spor oluşumu potasyum sorbat ile engellenmiştir (4, 21, 56, 70, 71). Sofos ve ark. (56, 72) 27°C de inkübe edilen çeşitli etlere ve soya fasülyesi proteinine aşıl原因 *C. botulinum* sporlarının sorbik asit ile inhibe edildiğini bildirmişlerdir. *B. cereus* ve *C. botulinum* 62 A'nın spor oluşumu sırasıyla mililitreye 3900/µg ve 5200 µg potasyum sorbat ile engellenmiştir (70). Seward ve ark. (73) % 1,0 - 2,0 potasyum sorbatın pH 5,8 - 6,0 da *C. botulinum* type E'nin spor oluşumunu çok azalttığını bildirmişlerdir. % 1,72 potasyum sorbat ise pH 6,5 da *C. botulinum* sporlarının çimlenmesini azaltmıştır. % 0,015 - 0,05 sodyum sorbat pH 6,0 da *Bacillus* spp. den sporlarından vejetatif hücrelerin oluşmasına izin vermiş fakat onların çoğalmasını engellemiştir (36).

Bazı *C. botulinum* suşlarında sporların çimlenmesi potasyum sorbat tarafından inhibe edilememektedir (4, 21). Suşlar arasındaki bu farklılık genetik karakterleri yüzünden olabileceği gibi aynı suşun spor süspanسیونları arasındaki farklılık sebebiyle de olabilir (21).

SORBATLARI KULLANIM VE DİRENÇ

Bazı bakteriler sorbatların yüksek dozlarında bile gelişebilir ve onları indirgeyerek metabolize edebilirler (22, 54, 74).

Lewen ve Marth (22) bazı laktik asit bakterilerinin sorbatı 2,4 - heksadien - 1 - ol ve 3,5 - heksadien - 2 - ol gibi bileşiklere indirgeceğini bildirmişlerdir. *L. plantarum*, *S. lactis*, *Acetobacter* sp. bazıları karbon kaynağı olarak sorbik asidi kullanabilirler (22).

Sorbik asidin inhibitör olmıyan konsantrasyonları besiyerinde pH 7 de *C.A. botulinum* PA 3679'un gelişmesini stümüle etmiştir (59).

Alkalin şartlar altında belli *Clostridium*'lar için sorbik asit besin maddesi olarak hizmet edebilir. Ayrışmamış sorbik asit H⁺ iyonlarını hücre içinde serbest kalır. Hücre içindeki hidrojen iyon konsantrasyon inhibitör olamıyacak kadar düşük seviyede olduğu zaman asidin anyonik kısımları substrat gibi hizmet eder ve *Clostridium*'un gelişmesini artırır (75).

Sorbik asidin katalaz pozitif mikroorganizmalara, katalaz negatif laktik asit bakterilerine ve bazı *C. botulinum* suşlarına etki etmediği bildirilmiştir (4, 21).

SORBAT İLE İNHİBİSYON MEKANİZMASI

Sorbik asit ve tuzları mikrobiyal gelişmeyi önlemekte veya geciktirmektedir. Ancak bunun nasıl olduğu henüz tam olarak açık değildir. Bazı araştırmacılar dehidrogenaz, proteinaz ve katalaz gibi enzim sistemlerinin inhibe edilmesine veya çeşitli transport sistemlerinin engellenmesine bağlanmaktadır (76-81). Bir görüşe göre, muhtemelen yağ asitlerinin β -oksidasyonunda rol alan dehidrogenaz enzim sistemini sorbik asit inhibe eder. Enzim sistemini inaktive edilmesi mikroorganizma hücrelerinin metabolizmasının bozulmasına, buda organizmanın ölümüne neden olmaktadır (22). York ve Vaughn (78), sorbik asidin fumeraz, aspartaz, suksinik dehidrogenaz gibi sülfidril ihtiva eden enzimleri inhibe ettiğini ileri sürmüşlerdir. Sorbik asit bu enzimlerdeki sistinin tiyol grubu ile reaksiyona girerek enzimleri inhibe ettiğini bildirmişlerdir. Yine benzer mekanizma ile *E. coli*'nin α -ketoglutarat dehidrogenaz, izositrat dehidrogenaz ve malat dehidrogenaz enzimleri inhibe edilmiştir (79). York ve Vaughn (78), sorbik asidin mevcudiyetinde oksidatif fosforilizasyonu azaldığını bulmuştur. Bu enzimler üzerine sorbat etki eder ve hücredeki ATP miktarı azalır (76).

Bazı araştırmacılar ise, sorbik asidin solunumu engelleyebileceğini ileri sürmüşlerdir. Sorbat koenzim A ve asetat ile tamamen birleşebilir. Bu durum Coenzim A ile ilgili enzim reaksiyonlarının engellenmesine sebep olur (22). Azukas ve ark. (81) sorbatın enolaz enzimini inhibe ettiğini bildirmişlerdir. Sorbik asit hücre içindeki enzimleri hibe ederek oksidatif fosforilizasyonu engeller ve yüksek sorbik asit konsantrasyonları ise α -ketoglutarat'ın aminasyonunu inhibe ederek anaerobik gelişmeyi engellediğini bildirilmiştir (78).

Pseudomonas fluorescens'in RNA, DNA ve protein sentezi % 0,4 sorbat ile engellenmiştir (36). Sorbat ile trimetilamin-N-oksida reduktaz, katalaz ve proteinaz enzimleri inhibe edilmiştir (36, 80).

Başka bir görüşe göre ise, sorbatın inhibitör aktivitesi, ayrışmamış sorbik asitten H⁺ iyonlarının hücre içinde serbest kalması yüzündendir. Ayrışmamış sorbik asit putrefaktif anaerob (PA) 3679 ve proteolitik *Clostridium* türlerinin vejetatif hücrelerinde pH'ı düşürmektedir. Bu durum amino asit transportu gibi hücrelerin aktivitesine enerji veren proton motive güçlerin azaltır (75). Yine sorbik asitin *E. coli*'nin hücreler arasının ve hücrelerin pH'sını düşürdüğü gösterilmiştir (81, 82).

Sorbata uygulama bakteriyel hücrelerinin şeklinin bozulmasına neden olmaktadır. Seward ve ark. (73), *C. botulinum* tip E nin gelişmesinin pH 5,7-5,8'de % 1-2 sorbat ile inhibe edildiğini ve pH 7,0-7,2 de ise aynı seviyede sorbatın gelişmeyi engellemediğini fakat hücrelerin şekillerinin bozulduğunu ve hatalı hücre bölünmesine sebep olduğunu bildirmişlerdir.

Sorbik asidin inhibisyon mekanizması ile ilgili olarak ileri sürülen fikirlerin hiçbiri tam açık değildir. Sorbik asidin inhibisyon mekanizması mikroorganizmaya bağlı olarak değişmektedir.

Sonuç olarak, sorbik asit ve tuzları uygun şartlar altında (pH, sıcaklık, ortam vb.) bakterilerin gelişmelerini ve bazı bakterilerin spor ve toksin oluşturmalarını engelleyerek gıdaların bozulmadan uzun süre saklanabilmesini sağlayabilir. Ancak yine bazı bakterilerin sorbatlara direnç gösterdiklerini ve onları parçalayarak metabolize edebileceklerini unutmamak gerekir.

KAYNAKLAR

1. Lueck, E. 1976. Flavours Food Addit., 7: 122-124, 127.
2. Lueck, E. 1980. Antimicrobial Food Additives. Characteristics, Uses, Effects, Springer-Verlag Publ. Co. Berlin-Heidelberg-New York.
3. Sofos, J.N. and Busta, F.F. 1981. J. Food Prot. 44: 614-622.
4. Bofos, J.N., Busta, F.F., Allen, C.E. 1979. Appl. Environ. Microbiol., 37: 1103-1109.
5. Anonymous, 1988. Food Technology, 42: 181-200.

6. Sofos, J.N., Busta F.F. 1981. *Food Technol.*, 34: 244 - 251.
7. Marriott, N.C., Lechowich, R.V., and Pierson, M.D. 1981.
8. Robach, M.C. and Sofos, J.N. 1982. *J. Food Prot.*, 45: 374 - 383.
9. Robach, M.C. 1980. *Food Technol.*, 34: 81 - 84.
10. Deberve, J.M. and Voter, J.P. 1972. *J. Appl. Bacteriol.*, 35: 351 - 353.
11. Behling, A.R., and Taylor, S.L. 1982. *J. Food Sci.*, 47: 1311 - 1314, 1317.
12. Karolous, J.J., Leblanc, D.H., Marsh, A.J., Mshar, R., and Fungalack, T.H. 1985. *J. Food Prot.*, 48: 166 - 168.
13. Omura, Y., Price, R.J. and Olcott, H.S. 1978. *J. Food Sci.*, 43: 1779 - 1781.
14. Taylor, S.L., Guantz, L.S., Leatherwood, M. and Lieber, E.R. 1979. *Appl. Environ. Microbiol.*, 37: 274 - 278.
15. Taylor, S.L., Guthertz, L.S., Leatherwood, M., Tillman, F., and Lieber, E.R. 1978. *J. Food Safety*, 1: 173 - 187.
16. Merson, M.H., Baine, W.B., Gangarosa, E.J., and Swanson, R.C. 1974. *J. Am. Med. Assoc.*, 228: 1268 - 1269.
17. Murray, C.K., Hobbs, G., and Gilbert, R.J. 1982. *J. Hyg. Camb.*, 88: 215 - 220.
18. Steve, L.T. and Speckhard, M.W. 1984. *J. Food Prot.*, 7: 508 - 511.
19. Cunningham, F.E., 1979. *J. Food Sci.*, 44: 863 - 865.
20. Robach, M.C. 1979. *J. Food Prot.*, 42: 855 - 858.
21. Blocher, J.C., Busta, F.F. and Sofos, J.N. 1982. *J. Food Sci.*, 47: 2028 - 2032.
22. Laewen, M.B., and Marth, B.H. 1985. *J. Food Prot.*, 48: 364 - 375.
23. Lahellec, C., and Fung, D.D.C. and Cunningham, F.E. 1981. *J. Food Prot.*, 44: 531 - 534.
24. Park, H.S., Marth, E.H. and Olson, N.F. 1970. *J. Milk Food Technol.*, 33: 383 - 388.
25. Hamdan, I.Y., Deane, D.D. and Kunsman, J.E. Jr. 1971. *J. Milk Food Technol.*, 34: 307 - 311.
26. Tompkin, R.B., Christiansen, L.N., Shaparis, A.B. and Bolin, H. 1974. *Appl. Microbiol.*, 28: 262 - 264.
27. Robach, M.C. 1978. *J. Food Sci.*, 43: 1886 - 1887.
28. Robach, M.C., Hickey, C.S. 1978. *J. Food Prot.* 41: 699 - 702.
29. Robach, M.C. 1979. *J. Food Prot.*, 42: 312 - 313.
30. Sofos, J.N., Busta, F.F., Bhothipaksa, K., Allen, C.E., Robach, M.C. and Paquette, M.W. 1980. *J. Food Sci.*, 45: 1285 - 1292.
31. Huntanen, C.N. and Feinberg, J.I. 1980. *J. Food Sci.*, 45: 453 - 357.
32. Wyatt, C.J. and Guy, V.H. 1981. *J. Food Prot.*, 44: 418 - 421.
33. Wyatt, C.J. and Guy, V.H. 1981. *J. Food Prot.*, 44: 422 - 424.
34. Parada, J.L., Chrife, J. and Magrini, R.C. 1982. *J. Food Prot.*, 45: 103 - 1037.
35. Gilliland, S.E., Ewell, H.R. 1983. *J. Dairy Sci.*, 66: 895 - 901.
36. Sofos, J.N., Pierson, M.D., Blocher, J.C. and Busta, F.F. 1986. *Int. J. Food Microb.*, 3: 1 - 17.
37. Akgül, A., Kıvınc, M. 1989. *Doğa TU Tar. ve Or. D.*, 1: (Basında)
38. Myers, B.R., Marshall, R.T., Edmonds, J.E. and Anderson, M.E. 1981. *J. Food Prot.*, 44: 797.
39. Noor dervliet, P.F., Brocades, G. and Deft, N.V. 1978. *Nordeuropaeisk mejeritedsskrift*, 4: 121 - 127.
40. Oysun, G. 1986. *Ayranın sorbik asit ile muhafazası. Gıda Sanayiinin Sorunları ve Serbest Bölgelerin Gıda Sanayine Beklenen Etkileri Sempozyumu, Adana*, 275 - 284.
41. Davidson, P.M., Brekke, C.J. and Branen, A.L. 1981. *J. Food Sci.* 46: 314 - 316.
42. Larocco, K.A. and Martin, S.E. 1981. *J. Food Sci.* 46: 568 - 570.
43. Kaul, A., Singh, J. and Kulila, R.K. 1979. *J. Food Prot.*, 42: 656 - 657.
44. Kaul, A., Singh, J. and Kuila, R.K. 1981. *J. Food Prot.*, 44: 33 - 34.
45. Moustafa, H.H. and Collins, E.B. 1969. *J. Dairy Sci.*, 52: 335 - 340.
46. Rice, K.M. and Pierson, M.D. 1982. *J. Food Sci.*, 47: 1615 - 1617.
47. Greer, G.G. 1982. *J. Food Prot.*, 45: 82 - 83.
48. Robach, M.C. and Ivey, F.J. 1978. *J. Food Prot.*, 41: 284 - 288.
49. To, E.C. and Robach, M.C. 1980. *Poultry Sci.*, 59: 726 - 730.
50. To, E.C. and Robach, M.C. 1980. *Food Technol.*, 15: 543 - 546.
51. Bushway, A.A., Ficker, N. and Jen, C.W. 1982. *J. Food Sci.*, 47: 858 - 860, 863.
52. Robach, M.C., To, E.C., Meydav, S. and Cook, C.F. 1980. *J. Food Sci.*, 45: 638 - 640.
53. Morad, M.M., Branen, A.L., and Brekke, C.J. 1982. *J. Food Prot.*, 45: 1038 - 1040.
54. Varelzsis, K., Buck, E.M., Labbe, R.G. 1984. *J. Food Prot.*, 47: 532 - 536.
55. Ivey, F.J., Shaver, K.J., Christiansen, L.N. and Tompkin, R.B. 1978. *J. Food Prot.*, 41: 621 - 625.

56. Sofos, J.N., Busta, F.F., and Allen, C.E. 1979. *J. Food Prot.*, 42: 739 - 770.
57. Muhtanen, C.N., Talley, F.B., Feinberg, J.I. and Phillips, J.G. 1981. *J. Food Sci.*, 46: 1796 - 1800.
58. Muhtanen, C.N., Feinberg, J.I., Trenchard, H. and Phillips, J.G. 1983. *J. Food Prot.*, 46: 807 - 810.
59. Renning, I.E. and Frank, H.A. 1983. *J. Food Prot.*, 51: 651 - 654.
60. Ivey, F.J. and Robach, M.C. 1978. *J. Food Sci.*, 43: 1782 - 1785.
61. Nelson, K.A., Busta, F.F., Sofos, J.N. and Wagner, M.K. 1983. *J. Food Prot.*, 46: 846 - 850.
62. Blocher, J.C. and Busta, F.F. 1983. *J. Food Sci.*, 48: 574 - 575, 580.
63. Hallerbach, C.M. and Potter, N.N. 1981. *J. Food Prot.*, 44: 341 - 346.
64. Sofos, J.N., Busta, F.F. and Allen, C.E. 1979. *J. Food Sci.*, 44: 1662 - 1667.
65. Robach, M.C. and Sofos, J.N. 1982. *J. Food Prot.*, 41: 284 - 288.
66. Chung, Y.M. and Lee, J.S. 1981. *J. Food Prot.*, 44: 66 - 68.
67. Chung, Y.M. and Lee, J.S. 1982. *J. Food Prot.*, 45: 1310 - 1313.
68. Bremner, H.A. and Statham, J.A. 1983. *J. Food Sci.*, 48: 1042 - 1047.
69. Lynch, D.J. and Potter, N.N. 1982. *J. Food Prot.*, 45: 824 - 828.
70. Smoot, L.A. and Pierson, M.D., 1981. *Appl. Environ. Microbiol.*, 42: 477 - 483.
71. Blocher, J.C. and Busta, F.F. 1983. *Food Technol.*, 37: 89 - 99.
72. Sofos, J.N., Busta, F.F. and Allen, C.E. 1980. *J. Food Sci.*, 45: 7 - 12.
73. Seward, R.A., Deibel, R.H. and Lindsay, R.C. 1982. *Appl. Environ. Microbiol.*, 44: 1212 - 1331.
74. Marshall, D.L. and Bullerman, L.B. 1986. *J. Food Prot.*, 49: 378 - 382.
75. Renning, I.E., and Frank, H.A. 1987. *Appl. Environ. Microbiol.*, 53: 1020 - 1027.
76. Freese, E., Wiien, C.W. and Galliers, E. 1973. *Nature*, 241: 321 - 325.
77. Sheu, C.W., Salamon, D., Simmons, J.L., Srevalsani T. and Freese, E. 1975. *Antimicrob Agents Chemother.*, 7: 343 - 363.
78. York, G.K. and Vaughn, R.H. 1964. *J. Bacteriol.*, 88: 411 - 417.
79. Rehm, H.J. 1967. *entralbl. Bakteriol. Parasitenk. d II.* 121: 491 - 502.