

Tuz Oranı Düşük Et Ürünlerinde Fosfatların Kullanımı *

A. Hamdi ERTAŞ

A. Ü. Ziraat Fakültesi Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümü — ANKARA

Kişilerde hipertansiyonun artışında sodyum (Na^+) un rolü, halk sağlığıyla uğraşan otoriteyi, insanların diyetlerinde aldıkları tuz (NaCl) miktarını azaltmaya doğru yöneltmektedir. Kür edilmiş etler, kısmen fazla miktarda sodyum içerdiği için, NaCl oranının azaltılmasında ilk hedefler bu etler olmuştur. Ama, et ürünlerinde tuz oranı azaltıldığında, hem ürünün tadı, tekstürü, su tutma kapasitesi azaltılmış hem de raf ömrü kısaltılmış olabilir (Sofos, 1983 a, b; 1984; 1985). Bu nedenle etlerde kullanımı uygun bulunan ülkelerde, et endüstrisi çeşitli polifosfatları, kısmen tuzun yerine kullanmaya yönelebilir.

Etin su tutma kapasitesini artırmada çeşitli polifosfatların etkileri ve NaCl 'un ilave etkisi birçok araştırmacı tarafından belirtilmektedir (Swift ve Ellis, 1956; 1957; Hamm, 1960; 1970; Hellendorf, 1962; Shults ve ark., 1972; Trout ve Schmidt, 1983; 1984). Ama düşük NaCl /polifosfat karışımlarının bozulmayı önleme kapasiteleri, açık bir şekilde izah edilememektedir. Polifosfatların çoğu alkali özellikte olduğu için, düşük oranda NaCl /polifosfat karışımı ile kür edilmiş etin pH'si doğal olarak yükselecektir. Hem tuz oranının azaltılması hem de pH'nın artması, mikrobiyel gelişmeyi teşvik edeceğinden, az tuz kullanılmış ürünlerin bozulmayı önleme kapasitelerinde bu etkiler sorun yaratabilir.

Bu yazı, düşük oranda NaCl içeren et ürünlerinin formülasyonlarındaki sorunları; çeşitli fosfatların işlevlerini ve kaliteyi artırıcı etkilerini; antimikrobiyel bir madde olarak fosfatları kullanma imkanını ve fosfatların antimikrobiyel aktivite mekanizmalarını irdelemektedir.

ET ÜRÜNLERİNDE NaCl

Tuz, et ürünlerinde temel olarak flavoru geliştirici, koruyucu ve ürünü bağlayıcı etkileri nedeniyle kullanılır. Et ürünlerinde tuzun işlevlerinden biri de myofibril proteinlerin erir-

liliğini sağlamasıdır. Myofibril proteinlerin erirliliği; et partiküllerinin bağlanmasına, yağ emülsifikasyonuna ve su tutma kapasitesine yardım eder ve böylece ürünün pişirme kaybı azalır ve kalite ve tekstürü iyileşir. Verim, tad, rutubet, tekstür ve tüm kalitesiyle kabul edilebilen ürün elde edilmesinde, ürünün pişirilmesi aşamasında yağ, su ve diğer bileşenler, ısı ile kuagüle olmuş protein kılıfı içerisinde hapsedilerek stabil formda ürün elde edilir (Schmidt ve ark., 1981; Acton ve ark., 1981).

Son yıllardaki çalışmalar; kabul edilebilir emülsifiye et ürünlerinin elde edilmesinde % 1,5-2,5 NaCl oranının gerekliliğini, % 1,0-1,5 NaCl oranının ise stabil olmayan ürünlerin elde edilmesine neden olduğunu göstermektedir (Marsden, 1980; Seman ve ark., 1980; Poulanne ve Terrel, 1983 a; Sofos, 1983 a, b; 1985; Madril ve Sofos, 1985 a, b; Whiting, 1984 a, b). Tuzun kesin oranı; ürün pH'sına, et kaynağına ve ürünün çeşidine bağlıdır. (Sofos, 1983 b; Trout, 1984; Madril ve Sofos, 1985). Et pH'sı yeterince yüksek olduğunda ($\text{pH} > 6,0$), % 1,2-1,8 oranındaki tuz, sadece yeterli bağlanmayı sağlar.

Üründe düşük tuz oranlarının kullanımı, ürün katılığının iyi oluşmaması ve tad beğenisinin iyi olmamasıyla da sonuçlanmaktadır (Sofos, 1983 b; Madril ve Sofos, 1985 a).

Saf olmayan tuz, prooksidant olarak etki edebilir ve kür edilmiş et ürünlerinde yağın ve myoglobinin oksidasyonunu artırır. Kür edilmiş et ürünlerinde nitritin varlığı, oksidatif değişiklikleri ve bunun renk ve tad üzerindeki arzulanmayan etkilerini (kahverengileşme ve acılaşma) engeller.

Tuz, üründeki sertleştirici etkisine ve tad ve diğer duyu kalitedeki belirgin etkisine ilaveten, üründen koruyucu bir etkiye de sahip-

* John N. Sofos (1986). Use of Phosphates In Low - Sodium Meat Products. Food Technology, Sayfa 52 - 68'den tercüme edilmiştir.

tir (Ingram ve Kitchell, 1967; Sofos ve ark., 1979; Sofos ve Busta, 1980; Sofos, 1984). Bilindiği gibi, NaCl ve nitrit karışımı ve diğer faktörler, üründe arzulanmayan mikroorganizmaların gelişmesini etkin bir şekilde geciktirirler, ürünün raf ömrünü ve güvenilirliğini arttırmaları. Raf ömrü uzatılmış ürün gerek üretici, gerekse tüketici yönünden yararlıdır.

Azaltılmış oranlarda tuz kullanılarak üretilmiş ticari et ürünlerinin antimikrobiyel özellikleri yeterli olarak araştırılmış değildir (Sofos, 1984). Ama, tuz konsantrasyonunun % 2 nin altında olduğu durumlarda, ürünün raf ömrünün kısılacağı aşıkardır. Düşük tuz oranlı olarak üretilen frankfurterlerde bozulma ve kalite kaybı çok daha hızlıdır (Sofos, 1983 a). Whiting ve ark. (1984) da, tuz oranının % 1,5 a düşürülmesinin, 11°C de 11 gün depolanan frankfurterlerde doğal flavorun biraz daha hızlı gelişmesine neden olduğunu belirtmektedirler. Ama, daha sonraki çalışmalar, % 1,5-2,5 arasındaki tuzun 5-30°C ler arasında *Cl. sporogenes* ve *Staph. aureus*'a önemli bir etkisinin olmadığını göstermiştir (Whiting ve ark., 1985). Ayrıca, düşük tuz oranlarıyla formüle edilmiş, ısıl işlemde önce veya sonra *Cl. sporogenes* ile aşılansmış ve 20-27°C de depolanmış çekilmiş et ürünlerinde mikrobiyel gelişme ve bo-

zulmanın daha hızlı olduğu Sofos (1985) ile Madril ve Sofos (1985 a, b) tarafından da belirlenmiştir. Nielsen ve Zeuthen (1985) e göre, sulu fazdaki % 2,8-6,0 tuz düzeyi (ürünün su fazındaki % NaCl), *Staph. aureus* hariç çeşitli organizmaların gelişmesine etkili olmuştur. Marcy ve ark. (1985) na göre, % 1,65 tuz oranı ile formüle edilen sosislerde fermentasyon, % 2,475 ve % 3,3 tuz oranı ile formüle edilenlere göre daha hızlı olmuştur. Fermentasyon hızındaki bu artış, belki de düşük tuz düzeyinde *Staph. aureus*'un daha yavaş gelişmesinin bir sonucuydu.

Genelde kullanılması gereken tuz konsantrasyonlarının (Cetvel 1) altında düşük tuz oranlarının kullanımı, raf ömrü kısalmış ve güvenliği azalmış bir ürünle sonuçlanabilir (Robinson ve ark., 1982). Mikrobiyel gelişme üzerine tuzun etkisindeki değişimler, ürünün pH sındaki ve bileşimdeki değişimlere, mikrobiyel kontaminasyonun tipi ve yükündeki değişimlere, depo ve ısıl işlemin sıcaklığındaki değişimlere, diğer ingredientlerin olup olmadığına v.b. ne bağlı olarak oluşabilmektedir. Sofos (1984) un belirttiği gibi, ürünün raf ömrünü muhafaza ederek, halen kullanılan tuz oranlarını azaltmaya uygun olacak ne gibi bir değişikliğe gerek olduğunu gösteren kesin bir çalışma henüz yoktur.

Cetvel 1. Düşük Oranlarda Tuz İçeren Domuz SLURRY'lerinde *Cl. botulinum*'un Toksin Üretme Olasılığı (%), (Robinson ve ark., 1982)^a.

NaCl (% w/v)	Düşük pH ^b		Yüksek pH ^c	
	Fosfatsız	% 0,3 Fosfat ^d	Fosfatsız	% 0,3 Fosfat
2,5	48	77	81	53
3,5	14	28	66	33
4,5	3	4	29	9

a) Domuz Slurry şişeleri, *Cl. botulinum* 10 tip, A, B sporları ile aşılansmış. Formülasyon 100 ppm nitrit içermektedir. Slurry'ler 80°C de 7 dak. pişirilmiş (Final iç sıcaklık 70°C) ve 15°C de depolanmış.

b) pH = 5,5 - 6,3

c) pH = 6,3 - 6,8

d) Curaphos 700

POLİFOSFATLAR

Polifosfatlar, buffer özellikte ve sequestering (ayırıcı) özellikte fonksiyonlara sahip ve iyon gücünü yükseiden polianyonlar gibi fonksiyonlara sahip kimyasal bileşiklerdir (Shimp, 1983 a, b; Steinhauer, 1983; Holliday, 1978).

ABD'de et ürünlerinde polifosfatların kullanımını son yıllarda artmaktadır. Polifosfatların kullanımındaki bu artış; çok çeşitli et ürünlerinde kullanımına izin verilen bileşiklerin düzenlenmesindeki değişiklikler ve et işlemede kullanılan tuz oranında bir azaltmanın gereği nedeniyle dir.

Genel olarak fosfatlar; et, kümes hayvanları, deniz ürünleri, meyve ve sebze ürünleri, sıvı ve katı yağlar, hububat ürünleri, süt ürünleri ve ekmekçilik ürünlerini içerisine alan çeşitli gıdalarda değişik amaçlarla kullanılan önemli işlevlere sahip katkı maddeleridir. Gıda bileşenlerine ve diğer katkı maddelerine olan kimyasal etkileri ve onlarla yaptığı kimyasal reaksiyonlar nedeniyle fosfatlar, çeşitli gıdaların su bağlamasına, rengine, acılığına, tekstürüne, kuagülasyonuna, emülsifikasyonuna, kür işlemine ve işlenmesine etki ederler (Hamm, 1970; Holliday, 1978; Shimp, 1983 a, b; Steinhauer, 1983; Tompkin, 1984).

pH ve iyonik güçteki artışlar ve spesifik fosfat anyon etkisi, işlenmiş et ürünlerinde su tutma kapasitesine etki eder. Ayrıca önemli polifosfatlar; et ürünlerinde, diğer gıdalarda ve mikrobiyel ortamlarda antimikrobiyel özelliklere sahiptirler. Polifosfatların et ürünlerindeki bu etkileri, esas olarak sodyum nitrit ve sodyum sorbat gibi diğer koruyucu bileşiklerle birlikte kullanımında incelenmektedir. Ama genelde, düşük oranda tuz içeren et ürünlerinde ve diğer gıdalarda polifosfatların antimikrobiyel

etkisi, büyük ölçüde bilinmemektedir (Tompkin, 1984).

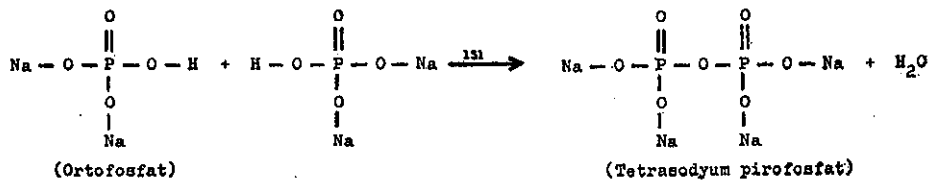
Fosfatların Kimyasal Durumu

Fosfatlar, fosforik asidin tuzudur ve tek fosfor atomlu ortofosfatları ve iki veya daha fazla fosfor atomlu polifosfatları içerirler. Polifosfatlar, ortofosfatların yüksek sıcaklıkta ısıtılmasıyla elde edilirler (Şekil 1). En basit polifosfat, iki fosfor atomlu pirofosfattır (Shimp, 1981). Uzun zincirli polifosfatlar (3 den daha fazla fosfor atomlu), amorf materyallerdir ve genellikle camsı polifosfatlar olarak isimlendirilirler (Shimp, 1983 a; Steinhauer, 1983).

Camsı polifosfatların ortalama zincir uzunluğu 6, 12, 22 veya daha fazla fosfat anyonlarıdır. Camsı polifosfatların en önemlileri tetrametafosfat ve hexametafosfattır. Polifosfatların bazı formları potasyum analogları oluştururken, büyük bir kısmı sodyum tuzları olarak yararlıdır. Asidik formları varsa da (sodyum asid pirofosfat), büyük çoğunluğu tamamen nötralize edilmiştir ve solüsyonlarda alkali olarak işlev görürler.

Polifosfatların temel kimyasal işlevleri; buffer olarak pH'yı kontrol etmek, metal iyonlarını ayırmak ve polivalent anyonlar gibi etki ederek solüsyonun iyonik gücünü yükseltmektir (Holliday, 1978; Steinhauer, 1983). pH'nın 5,5-7,5 arasındaki değişiminde pirofosfat iyi bir tamponlayıcı ayıraç iken, ortofosfatlar en iyi tamponlayıcı ayıraçlardır. Bu önemli pH değişim sınırlarında, diğer polifosfatlar tamponlayıcı ayıraç olarak etkin değildirler ve bunların zincir uzunlukları arttıkça buffer kapasiteleri azalır (Van Wazer ve Holst, 1950; Steinhauer, 1983; Shimp, 1983 a).

Uzun zincirli polifosfatlar, kalsiyum ve magnezyum gibi hafif metal kationları için en



Şekil 1. Polifosfatların Üretimi (Shimp, 1981).

iyi ayırıcı ayırıcılardır (Irani ve Callis, 1962; Steinhauer, 1983; Shimp, 1983 a). pH yükseldikçe, katı asıltı oluşturma (chelating) kabiliyeti de yükselir. Bakır ve demir g.bi ağır metal katyonları, en iyi olarak kısa zincirli polifosfatlar tarafından ayrılır ve sodyum pirofosfat, uzun zincirli polifosfatlardan çok daha iyi bir demir ayırıcıdır. Kısa zincirli fosfatların ayırıcılık etkinliği, pH yükseldikçe azalır (Irani ve Morgenthaler, 1963; Steinhauer, 1983). Polifosfatların bu ayırıcılık özelliği, onların potansiyel antimikrobiyel özellikleriyle ilişkili olabilir.

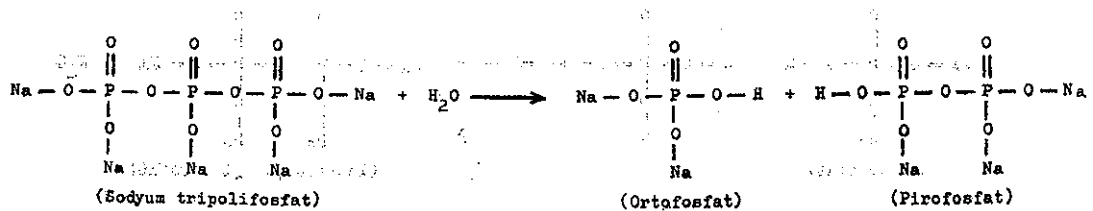
Polifosfatların etlerde yararlı işlevi şudur: normal haldeki protein zinciri su moleküllerine etki ederken polifosfatlar, pozitif olarak yüklenmiş bir gruba etki edebilir ve bir polianyon gibi etki ederek su tutma kapasitesini yükseltir (Steinhauer, 1983). Polifosfatlar, ette var olan polifosfataz enzimi tarafından, ısıl işlem öncesi, hidrolize edilebilir (Hamm ve Nereal, 1977; Sutton, 1973; Mihalyi-Kengyel ve Kormendy, 1973; Nielsen ve Zeuthen, 1983). Polifosfatların hidrolizi (Shimp, 1981), polifosfatların üretiminin tersidir ve hidroliz, polifosfatların tamamen ortofosfatlara indirgeninceye kadar devam edebilir (Şekil 2). Bu etkiler, polifosfatların antimikrobiyel etki mekanizması ile de ilişkili olabilir.

Fosfatların İşlevi ve Kalite Üzerine Etkileri

Genel olarak fosfatlar et ürünlerinde su tutma kapasitesini artırmakta ve bağlanmayı

ve pişirme verimini yükseltmekte kullanılır (Ellinger, 1972; Mahon ve ark., 1970; Shimp, 1983 b; Steinhauer, 1983). Su tutma kapasitesinin iyiye götürülmesinde fosfatların etkisi, tuz ile kombine edildiğinde büyük ölçüde artırılır (Bendall, 1954; Swift ve Ellis, 1956; 1957; Mahon, 1961; 1962; 1963; Hamm, 1960; 1970; Hellendoorn, 1962; Shults ve ark., 1972; Shults ve Wierbicki, 1973; 1974; Pepper ve Schmidt, 1975; Jones ve ark., 1980; Wollmar ve Melton, 1981; Trout, 1982; 1984). Ayrıca polifosfatlar etlerde renk kaybını önler, tekstürü iyileştirir, işleme ve üretime yardımcı olur ve acılaşmayı engelleyerek kötü tad ve koku oluşumunu engeller (Ellinger, 1972; Shimp, 1983 a, b; Steinhauer, 1983). Çeşitli kırmızı etlerde, kümes hayvanları etlerinde ve deniz ürünleri etlerinde polifosfatların kullanımının spesifik yararları şunlardır; kür edilmiş et renginin artan stabilitesi, konserve hamlarda pişirme sırasında çıkan suyun azalması, pişirme sırasında sıvı kaybının azalması, üründe daha iyi sululuk, daha iyi gevreklik, daha iyi tad, pişme süresinin azalması, soğukta muhafazada damlamanın azalması, protein erirliğinin artışı, pişmiş tad, koku ve renkte stabilite, çözme kaybında azalma (Mahon ve ark., 1970).

Etlerde kullanımına izin verilen food - grade fosfatlar (Çetvel 2); monosodyum fosfat, monopotasyum fosfat, disodyum fosfat, dipotasyum fosfat, sodyum asit pirofosfat, sodyum tri polifosfat, potasyum tripolifosfat, tetrasodyum pirofosfat, tetrapotasyum pirofosfat, sodyum hexametafosfat ve bunların karışımlarıdır



Şekil 2. Polifosfatların Hidrolizi (Shimp, 1981).

(USDA, 1982; Shimp, 1983 b). Sosis tipi ürünlerde kürlenme reaksiyonunu hızlandırmak için kullanımına izin verilen sodyum asit pirofosfat, asidik bir bileşiktir. ABD de son üründe izin verilen maksimum fosfat konsantrasyonu % 0,5 dir.

Et ürünlerinde food-grade fosfatların kullanımına - ham, bacon, pionic, lion ve diğer ürünlerin kürlenmesinde - 1952'de başlanmış ve kullanımını günümüzde giderek artmaktadır (Vollmar ve Melton, 1981).

Hamm ve Grau (1958) fosfatları, en aktiften en az aktifa doğru şöyle belirlemiştir: tripolifosfat, tetrapirofosfat, hexametafosfat.

pirofosfat, ortofosfat. Hellendoorn (1962), pirofosfat ve tripolifosfatın, pH 6,0 - 6,5 arasında su bağlama üzerine spesifik etkilerinin olduğunu belirlemiştir. Trout (1984) ve Trout ve Schmidt (1984) e göre; sığır eti köftelerinde su bağlama kapasitesinin artırılmasında tetrasodyum pirofosfat ve sodyum tripolifosfat etkili fosfatlardır.

Fosfatların çoğunun önemli etkilerinden biri de, et pH sını izoelektrik noktadan yükseltmek ve böylece, su tutma kapasitesini ve bağlamayı artırmaktır (Hamm, 1960; Mahon, 1961; Sherman, 1961; Hellendoorn, 1962). Shults ve ark. (1972), sığır eti pH sınırın yükseltilmesinde en etkin fosfatın, pirofosfat ol-

Cetvel 2. Et Ürünlerinde Kullanımı Uygun Görülen Fosfatlar (Anonymous, 1982; Shimp, 1983b)

Adı	Strüktürü	Adı	Strüktürü
Monosodyum fosfat (HSP)	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{Na}-\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{H} \\ \\ \text{O} \\ \\ \text{H} \end{array}$	Tetrasodyum pirofosfat (TSPP)	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \\ \quad \\ \text{Na}-\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{Na} \\ \quad \\ \text{O} \quad \text{O} \\ \quad \\ \text{Na} \quad \text{Na} \end{array}$
Monopotasyum fosfat (MKP)	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{K}-\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{H} \\ \\ \text{O} \\ \\ \text{H} \end{array}$	Tetra potasyum pirofosfat (TKPP)	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \\ \quad \\ \text{K}-\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{K} \\ \quad \\ \text{O} \quad \text{O} \\ \quad \\ \text{K} \quad \text{K} \end{array}$
Disodyum fosfat (DSP)	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{Na}-\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{Na} \\ \\ \text{O} \\ \\ \text{H} \end{array}$	Sodyum tripolifosfat (STPP)	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \quad \text{O} \\ \quad \quad \\ \text{Na}-\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{Na} \\ \quad \quad \\ \text{O} \quad \text{O} \quad \text{O} \\ \quad \quad \\ \text{Na} \quad \text{Na} \quad \text{Na} \end{array}$
Dipotasyum fosfat (DKP)	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{K}-\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{K} \\ \\ \text{O} \\ \\ \text{H} \end{array}$	Potasyum Tripolifosfat (KTPP)	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \quad \text{O} \\ \quad \quad \\ \text{K}-\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{K} \\ \quad \quad \\ \text{O} \quad \text{O} \quad \text{O} \\ \quad \quad \\ \text{K} \quad \text{K} \quad \text{K} \end{array}$
Sodyum asit pirofosfat (SAPP)	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \\ \quad \\ \text{Na}-\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{Na} \\ \quad \\ \text{O} \quad \text{O} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	Sodyum hexametafosfat (SHMP)	$\text{Na}-\left[\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{O}-\text{P}-\text{O} \\ \\ \text{O} \\ \\ \text{Na} \end{array} \right]_3-\text{Na}$

duğunu, metafosfatın etkisinin olmadığını ve hexametafosfatın ise çok az etkisinin olduğunu belirtmektedirler. Ete dolgunluk kazandırmada en büyük etki tetrasodyum pirofosfat ile sağlanmış, bunu çeşitli fosfat karışımları takip etmiştir. Hexametafosfatın etkisi, tetrasodyum pirofosfat ve sodyum tripolifosfatdan daha az olarak saptanırken, sodyum metafosfatın etkisi ihmal edilebilir düzeyde olmuştur.

pH'ı yükseltmesine ilaveten, polifosfatların solüsyonların iyonik gücünü artırmadaki yeteneği; su bağlamayı artırmasıyla, pişirme verimini artırmasıyla ve et partiküllerini bağlamasıyla sonuçlanmaktadır (Swift ve Ellis, 1956; 1957; Hellendoorn, 1962; Hamm, 1970; Shults ve ark., 1972; Brotsky ve Everson, 1973; Seman ve ark., 1980; Trout ve Schmidt, 1984; Trout, 1984; Madril, 1984). Bütün alkali fosfatlar, hem et pH'sını hem de iyonik gücü önemli boyutlarda yükseltirler. Ama farklı fosfatlar, aynı pH değerinde olsalar bile, bağlama gücünü farklı derecelerde yükseltirler (Hamm ve Grau, 1958; Hamm, 1970). Hatta asidik pirofosfat bile, gerek yüksek pH (6,3), gerekse düşük pH (5,7) derecelerinde pişirilmiş et ürünlerinin verimini artırır (Madril ve Sofos, 1985 a, b).

Hamm (1960; 1970), su tutma kapasitesinin artırılmasında polifosfatların etkisinin; çift değerli metal iyonlarını ayırıcı kabiliyetinden, et proteinlerine bağlanmasından ve aktomyosini ayırmasından ileri geldiğini belirtmektedir (Trout ve Schmidt, 1983; Trout, 1982; 1984). Trout (1984), et partiküllerinin birbirine bağlanmasını artırmada ve verimi yükseltmede polifosfatların en önemli iki etkisinin pH ve iyonik güç olduğunu ifade ederek, maksimum bağlama ve pişirme verimi için; 6,0 derecelik bir pH ve 0,6 lık bir toplam iyonik güç olması gerektiğini belirtmektedir. Ayrıca, sığır eti köftelelerinin pişirme verimindeki değişimin % 53,5-59,4 ünün iyonik güçten, % 24,7-30,5 inin pH dan ve % 4,7-8,9 unun fosfat molekülünden kaynaklandığını da ifade etmektedir.

Bazı araştırmacılar, fosfatların su bağlama kapasitesini artırmadaki etkisini, polifosfatlar ile etteki kalsiyum arasındaki muhtemel reak-

siyonlar ile izah etmeye çalışmışlardır (Hamm, 1970). Ama bazı araştırmacılar, kalsiyum-fosfat oluşum mekanizması teorisini kabul etmemektedirler (Kotler, 1960). Fosfatların et proteinlerinin kalsiyumu ile kompleks yapmadığı ve su bağlama üzerine polifosfatların etkisinin, ete bağlı olan kalsiyum ve magnezyum ile fosfatlar arasında oluşan komplekslerin bir sonucu olmadığı şeklinde ifade edilmektedir (Inklaar, 1967).

Su tutma kapasitesinin ve kas proteinlerinin bağlama gücünün artırılmasında, pH ve iyonik güç en önemli faktörler olabilmesine rağmen, belli fosfatlar ile belli pH koşullarında polifosfatların spesifik etkileri de söz konusu olabilmektedir.

Sodyum asit pirofosfat (SAPP), et işlemede, pH'ı düşürerek kür edilmiş et renginin oluşum hızını artırmak için bir kür hızlandırıcı olarak kullanılabilir (Brotsky ve Everson, 1973). İlginçtir ki SAPP, ürünün bağlanmasına ve emülsifikasyona önemli ters bir etki göstermeden, işlevini görür (Sair ve Komarik, 1968). SAPP'ın hem pH'ı daha fazla düşürebilmesi hem de bağlamayı iyileştirebilmesi (Cetvel 3), muhtemelen fosfatın spesifik etkisindedir veya düşük pH'nın negatif etkisinden daha büyük olabilen yüksek iyonik gücündendir (Brotsky ve Everson, 1973). Madril ve Sofos (1985 a, b). diğer fosfatlar arasında, SAPP'ın da, düşük tuz oranlı et emülsiyonlarında pişirme verimini artırdığını saptamışlardır (Cetvel 4). Ama önemle belirtmek gerekir ki, düşük pH değerli karışımlarda SAPP, ürünün bağlanma özelliğini artırmada bu kadar etkili değildir. Uzun zincirli fosfatlar (12-21 fosfor atomlular), verim artışında o kadar etkili değildir.

Fosfatların oksidatif acılaşmayı geciktirici etkileri, Chang ve Walts (1949) ve Sato ve Hegarty (1971) tarafından belirtilmiştir. Oksidatif değişikliklerin engellenmesi, prooksidant metal iyonlarının fosfatlar tarafından tutulmasıyla olur, bu da et ürünlerinde renk ve tadın iyileşmesiyle sonuçlanır (Savich ve Jensen, 1954; Schwartz ve Mandigo, 1976; Haymon ve ark., 1976; Keeton, 1983; Marion ve Forsythe, 1964; Smith ve ark., 1984; Ramsey ve Watts,

1963; Matlock ve ark., 1984 a, b). Ama alkali fosfatlar, hızlı üretimde frankfurterlerde renk gelişimini engelleyebilir ve renk gelişimine izin verildiğinde, kontrol formülasyonların renge, daha iyi bir renk oluşabilir (Swift ve Ellis, 1957). Alkali fosfatların tersine SAPP kür işleminde bir hızlandırıcı olarak kullanılabilir. Madril ve Sofos (1985 a, b) un yaptığı çalışmaları, düşük tuz düzeyli frankfurterlerin renk,

tekstür ve tadını fosfatların iyileştirdiğini göstermiştir (Cetvel 4).

Fosfatların tadı iyileştirmesi, ürünün pişirilmesi sırasında proteinlerin alıkonmasıyla da ilişkili olabilir (Ellinger, 1972). Et ürününün tekstürü ve katılığı da fosfatlar tarafından iyileştirilir (Hargett ve ark., 1980; Puolanne ve Terrel, 1983 b; Keeton ve ark., 1984; Madril ve Sofos, 1985 a; Trout, 1984).

Cetvel 3. Sodyum Asit Pirofosfatın (SAPP), İki Düzeyde Tuz İçeren Pişmiş Frankfurterlerde Su Kaybı ve Jel Kuvvetine Etkisi (Whiting, 1984 b).

SAPP (%)	pH 5,5		pH 5,8	
	% 1,5 NaCl	% 2,5 NaCl	% 1,5 NaCl	% 2,5 NaCl
	Sızan Su (ml/100 g)			
0	22,7	5,7	6,7	2,3
0,12	6,3	0,7	1,3	0,0
	Jel Kuvveti (kg)			
0	0,39	0,67	0,61	0,64
0,12	0,57	0,79	0,70	0,84

Cetvel 4. Kutuda ve Frankfurter Kılıflarında Pişirilerek Üretilen Düşük Tuz Oranlı Kıyırma Et Ürününün Özelliklerine Çeşitli Fosfatların Etkisi (Madril ve Sofos, 1985 a).

Parametre	NaCl oranı (%) ve polifosfat tipi (%)							
	2,5	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
	Fosfatsız	Fosfatsız	SAPP ^a 0,17	TSPP ^a 0,20	STPP ^a 0,22	TTPP ^a 0,28	SHMP ^a 0,33	GHMP ^a 0,34
pH ^b	6,26	6,25	6,08	6,48	6,42	6,32	6,36	6,40
Verim (%)	98,2	89,9	98,5	99,9	99,9	99,3	93,9	92,1
Gaz oluşumu ^c (gün)	9,5	3,5	8,0	4,5	4,0	3,5	5,5	5,5
Renk ^d	5,9	4,7	5,3	5,3	6,7	6,2	6,1	5,8
Tekstür ^d	5,8	3,3	5,2	5,9	6,8	6,0	5,5	5,3
Tad ^d	6,0	3,9	5,0	5,6	5,6	5,7	5,5	5,4

a) Kısaltmalar; SAPP : Sodyum asit pirofosfat; TSPP ; Tetrasodyum pirofosfat; STPP : Sodyum tripolifosfat; TTPP : Sodyum tetrametafosfat; SHMP : Sodyum hexametafosfat (zincir uzunluğu 12); GHMP : Camsı Sodyum hexametafosfat (zincir uzunluğu 21)

b) Kutuda pişirilmiş ürünün pH sı

c) En az bir kutuda gaz oluşumu için gerekli süre (*Cl. sporogenes* sporları ile aşlanmış)

d) Frankfurterler, 9 puanlı hedonik skala ile değerlendirilmiştir (9, en iyi; 1, en kötü)

Fosfatların yüksek konsantrasyonlarında, et ürününün tekstür (lastiksi), tad (metalik, ilaçsı, sabunsu) ve olası sağlık (kısa süreli karın ağrıları, kemik kalsiyumu mobilizasyonu) mahsurları (Karmas, 1970; Ellinger, 1972; Reinsbell ve ark., 1977), fosfat ve tuz konsantrasyonunun optimize edilmesiyle en aza indirilebilir (Trout ve Schmidt, 1983).

Son çalışmalar, ürünün tekstür, tad ve bağlanması üzerine zararlı etkileri önlediğinde, polifosfatların düşük tuz oranlı et ürünlerinde çok yararlı olabileceğini göstermektedir (Seman ve ark., 1980; Trout, 1982, 1984; Trout ve Schmidt, 1984; Puolanne ve Terrell 1983 b; Whiting, 1984 b; Madril, 1984; Madril ve Sofos, 1985 a, b; Sofos, 1985). Ayrıca bu polifosfatların ve bunların karışımlarının, düşük tuz oranlı ticari et ürünlerinde, mikrobiyel inhibitör olarak etkili olup olmayacağına da bilinmesi önemlidir.

Fosfatların Antimikrobiyel Aktiviteleri

Fosfatlar et ürünlerinde spesifik olarak mikrobiyel kontrol amacıyla kullanılmamaktadır ve fosfatların seçimi, sağlayacakları spesifik fonksiyonel amaçlarına göre yapılmaktadır (Tompkin, 1984). Ama et ürünleri formülasyonlarında tuz oranının azaltılması ile, fosfatların ürünün raf ömrüne etkisi, daha da önemli hale gelmektedir. Polifosfatların antimikrobiyel etkileri üzerine olan yayınlar oldukça kısıtlı olsa bile, yapılan araştırmalar, belli koşullar altında bazı fosfatların, gıdaların mikrobiyel stabilitesini iyileştirmede potansiyel bir ağırlığı olabileceğini göstermektedir (Sofos ve Busta, 1980; Tompkin, 1984).

Birçok patent ve çalışma, fosfatların balık, sosis, tavuk eti ve sentetik ortamlarda mikrobiyel gelişmeyi azaltarak raf ömrünü uzattığını göstermektedir (Meyer, 1956; Bickel, 1956; Mahon, 1962; 1963; Spencer ve Smith, 1962; Steinhauer ve Banwart, 1964; Chen ve ark., 1973; Foster ve Mead, 1976; Elliot ve ark., 1964; Taylor ve ark., 1965; Stauffer Chemical Co., 1969; Jarvis ve ark., 1979; Mead ve Adams, 1979; Firstenberg - Eden ve ark., 1981).

Chen ve ark., (1973), % 3 polifosfat solüsyonuna daldırılan tavuk parçalarında, bu konsantrasyonun gram-pozitif Micrococ'ları ve Staphylococ'ları kontrol altına aldığını, fakat bazı gram-negatif mikroorganizmaların fosfatın % 1-6 oranına tolerans gösterdiğini belirtmişlerdir. Post ve ark., (1963) tarafından yapılan daha eski bir çalışmada da, laboratuvar ortamlarında gram-negatif mikroorganizmaların fosfatlara karşı çok dayanıklı olduğu ve bazıların fosfatın % 10 un üzerindeki oranına tolerans gösterdiği halde, gram-pozitif bakterilerin % 0,1 SHMP ile inhibe edildiği saptanmıştır. Foster ve Mead (1976), % 0,35 polifosfat konsantrasyonunun tavuk göğüs kıymasında Salmonella'nın yaşam kabiliyetini -2°C de ve -20°C de depolama sırasında azalttığını fakat 1°C ve -5°C de azaltmadığını belirtmektedirler. Steinhauer ve Banwart (1964), broiler karkaslarının soğutma suyunda % 8 oranındaki polifosfat karışımlarının bakteriyel sayıyı azalttığını saptamışlardır. Thomson ve ark., (1979), tavuk karkaslarının fosfat solüsyonuna daldırarak muamelesi, işlemin sadece ısıtma ile kombine edildiğinde mikrobiyel sayıyı azalttığını belirtmektedirler. Bunun tersine, diğer bir çalışmada, filtrasyonla sterilize edilen fosfat solüsyonunun, mikrobiyolojik ortamlarda ısı ile sterilize edilen fosfatdan daha fazla bir inhibitör etkiye sahip olduğu gösterilmiştir (Firstenberg - Eden ve ark., 1981). Elliot ve ark., (1964) na göre, fluorescent Pseudomonas suşları, fluorescent olmayan suşlara göre, polifosfatlara daha fazla dayanıklıdır.

Bazı çalışmalarda, fosfatların inhibe edici özelliğinin olmadığı hattâ belli koşullar altında mikrobiyel gelişmeyi teşvik ettiği belirtilmektedir (Thomson ve ark., 1979; Mead ve Adams, 1979; Daelman ve Van Hoof, 1975). Fosfatların antimikrobiyel aktiviteleri üzerine olan sonuçlardaki ayrılıklar; fosfat tipine ve konsantrasyonuna, pH değerine, substrata, ısı ile işleme, bulaşının tipine ve düzeyine, diğer bileşenlere ve depo koşullarının farklılığına bağlanabilir.

Fosfatların koruyucu olarak denendiği diğer ürünler, meyveler ve meyve suları, yumurta ürünleri, ekmekçilik ürünleri ve peynirlerdir

(Post ve ark., 1968; Kohl ve Ellinger, 1972; O'Leary ve Kralovek, 1941; Kohl ve ark., 1970; Kohl, 1971; Tanaka, 1982; Tompkin, 1984). Post ve ark. (1968) na göre kirazların % 10 fosfat solüsyonuna daldırılması, buz dolabı koşullarında küflenmeyi geciktirmiş ve işleme periyodunu uzatmıştır. Meyve sularının ve diğer gıdaların % 0,1-0,5 polifosfat (16-37 fosfat ünitesi uzun zincirli polifosfat) ile muhafazasında Kohl ve Ellinger (1972) e patent verilmiştir. Ekmekte rop'un kalsiyum asit fosfat ile kontrol edilebileceği O'Leary ve Kralovek (1941) ta rafından bildirilmiştir. Alkali bir pH dan yararlanarak yumurta akının pastörize edilmesi işlemi nedeniyle Kohl ve ark. (1970) na patent verilmiştir. Bu işlem, % 0,5-0,75 SHMP kullanımını ve pH'nın 9,0-9,5 a ayarlanmasını içermektedir. Bu koşullarda, 52,5-55°C de Salmonella yıkıma uğratılabilmektedir, bu sıcaklık dereceleri yumurta akının özelliklerini değiştirmez. Ayrıca yumurta akının daha sonraki bozulması, fosfat varlığı nedeniyle gecikmektedir.

Taze peynir üretiminde süte ilave edilen fosfat, kalsiyum iyonlarını tutabilir ve starter kültürün faj tarafından yıkımını kontrol edebilir (Lawrance ve ark., 1976; Tompkin, 1984). Tompkin (1984) in belirttiği gibi, mikrobiyel inhibisyon için fosfatların temel yardımcı madde olarak kullanıldığı yarı dayanıklı pastörize peynirlerde, mikrobiyel stabilitede fosfatların önemi gayet açıktır (Tanaka, 1982).

Fosfatların laboratuvarlarda antimikrobiyel özellikleri üzerinde yapılan bazı çalışmalarda, besiyerlerinin katkı maddesi içerdiği ve fosfatların NaCl ile sinergist etkiye sahip olduğu belirtilmekte ve fosfatların antimikrobiyel özelliklerindeki değişimin, mikroorganizma cinslerinin çeşitli fosfatlara karşı farklı duyarlılıklardan kaynaklandığı ifade edilmektedir (Kelch ve Buhlmann, 1958; Post ve ark., 1963; Firstenberg-Eden ve ark., 1981). Kelch ve Buhlmann (1958) a göre, fosfatların % 0,5-1 karışımı (Curaphos ve Fibrisol; Fibrisol Ltd., London), sıvı besiyerinde *Staph. aureus*'un, *Strep. faecalis*'in, *B. subtilis*'in ve *Cl. bifementans*'in gelişmesini inhibe etmiştir, ama araştırmacılar, bakteri cinslerinin duyarlılıklarındaki farklılıklara ve fosfatların aktivitelerindeki farklılıklara

da işaret etmektedirler. Gould (1964), sodyum hexametrafosfatın % 0,2-1,0 lik oranının, sentetik ortamlarda *Bacillus* sporlarının germinasyonuna izin verdiğini fakat daha fazla gelişmesini engellediğini; fosfatların düşük düzeyleri normal olmayan bir hücre duvarı oluşumuna neden olurken, daha yüksek düzeylerdeki fosfatların spor duvarını lize ederek gelişmeyi engellediğini; yüksek konsantrasyonun (> % 1,0) spor germinasyonunu azalttığını ve pH 6 da spor germinasyonu inhibisyonunun pH 7 deki ne göre 1,5-2,0 kat daha fazla olduğunu ifade etmektedir.

Seward ve ark (1982), % 1,5 potasyum sorbat içeren ortamlarda % 0,5 STPP'in *Cl. botulinum* tip E sporlarının normal hücre gelişmesini engellediğini belirterek, normal olmayan hücre şekillerinin ve kusurlu bölünmenin görüldüğüne işaret etmektedirler. Wagner ve Busta (1984), *Cl. botulinum*'a karşı SAPP ile pH arasında bir interaksiyonun olduğunu, SAPP'in *Cl. botulinum*'un çeşitli suşlarının gelişmesini geciktirdiğini ve potasyum sorbat ile sinergist olarak etki ettiğini saptamışlardır. Firstenberg-Eden ve ark. (1981), *Moraxella* *Acinetobacter* organizmalarının inhibisyonunda fosfat ve tuz arasında sinergist bir ilişkinin olduğunu bulmuşlardır, fakat Wagner ve Busta (1984) ya göre, *Cl. botulinum* sporlarına karşı böyle bir ilişki yoktur.

Sonuç olarak fosfatların antimikrobiyel aktiviteleri üzerinde birçok karışıklıklar vardır. Bu karışıklıkların bazı nedenleri; herbir çalışmadaki fosfatların zincir uzunluğu, çözünme ve diğer özellikleri; fosfatların pH üzerine olan etkileri; sistemdeki diğer inhibitörlerin varlığı ya da yokluğu ve düzeyleri; incelenen mikroorganizma çeşitleri ve çevre faktörleri arasındaki farklılıklardan kaynaklanabilir.

Et ürünlerinde pH, NaCl ve nitrit konsantrasyonunun belli koşullarında bazı polifosfatlar, antimikrobiyel özellikler göstermektedir. Polifosfatlar ile çeşitli antimikrobiyellerin (NaCl, nitrit, pH, isoaskorbat, sorbat v.b) ilişkileri birçok araştırmacı tarafından belirtilmektedir (Tanaka ve ark., 1977; Ivey ve Robach 1978; Roberts ve ark., 1981 b; Nelson ve ark.,

1983; Wagner ve Busta, 1983; Madril ve Sofos 1985 b). Ama diğer bazı çalışmalarda fosfatların antimikrobiyel özellikler üzerine etkisinin olmadığına, hatta mikrobiyel gelişmeyi hızlandırdığına değinilmektedir (Ivey ve ark., 1978; Roberts ve ark., 1981 a; Sofos, 1985).

Roberts ve ark (1981 a, b), domuz slurry'lerine düşük pH da (5,5-6,3), % 0,3 Curaphos-700 (ticari polifosfat karışımı) ilavesinin *Cl. botulinum*'un toksin üretimini artırdığını, ama aynı model sistemin kullanımında, yüksek pH da (6,3-6,8), Curaphos-700 ilavesinin toksin üretimini azalttığını belirtmektedirler (Cetvel 1). Genelde pH düştükçe antimikrobiyel aktivitenin arttığı ifade edilmektedir. Madril ve Sofos (1985 b), SAPP ilave edilen et formülasyonlarında antimikrobiyel etkinin sadece düşük pH dan değil, aynı zamanda fosfat iyonundan da geldiğini göstermişlerdir. Aynı çalışmada, SAPP'ın pH 6,0 da, pH 5,7 ve 6,3 dekinden daha iyi bir inhibitör etkiye sahip olduğuna da işaret edilmektedir. Polifosfatların antimikrobiyel mekanizmalarıyla ilişkili olabilmeleri nedeniyle bu gözlemler önemlidir ve daha fazla doğrulanmayı gerektirir. Diğer bazı araştırmacılar da SAPP'ın domuz slurry'lerinde, tavuk ve sığır eti formülasyonlarında etkili bir antimikrobiyel madde olduğunu bulmuşlardır (Tanaka ve ark., 1977; Jarvis ve ark., 1979; Nelson ve ark., 1983; Wagner ve Busta, 1983). Fazlaca kullanılan alkali fosfatların (STPP gibi), et ürünlerine ilavesiyle ulaşılan pH değerinden daha düşük pH değerlerinde antimikrobiyel aktivite gösterip göstermeyeceklerinin belirlenmesi önemlidir (Sofos, 1985; Madril ve Sofos, 1985 a).

Wagner ve Busta (1984), % 1,25-2,50 NaCl un yapay ortamlarda SAPP'ın ve sorbatın antibotulinal etkilerini azalttığına işaret etmektedirler. Bu beklenilmeyen saptamanın ilave araştırmalarla doğrulanması gereklidir. Bu kadar düşük düzeylerdeki tuzun bakteriyel sporlara koruyucu bir madde gibi veya uyarıcı bir madde gibi etki edebileceği de unutulmamalıdır.

Sofos (1985), STPP'ın sadece yüksek tuz konsantrasyonunda antimikrobiyel etki göstere-

bileceğini belirtirken, Jarvis ve ark (1979), *Cl. botulinum*'un gelişimini ve toksin üretimini engellemede difosfatların, tripolifosfatdan daha etkili olduğunu bulmuşlardır. Fakat Roberts ve Ingram (1976), Curaphos-700'ün *Cl. botulinum*'u inhibe etmediğini belirtmektedirler.

Dallman ve van Hoff (1975), pirofosfat ve ortofosfat (% 0,3) karışımının bologna tipi sosislerde antimikrobiyel etkisi üzerinde çalışmışlar ve 4°C de ve 10°C de aerobik mezofilik bakterileri, laktik asit bakterilerini ve enterokokları inhibe etmediğini ve enterobakterlerin gelişmesini teşvik ettiğini saptamışlardır. Nielsen ve Zeuthen (1983), bologna tipi sosislerde düşük pH lı fosfat karışımı inhibitör etki gösterirken, *Brochothrix thermosphacta* ve *Serratia liquefaciens*'in gelişimi üzerine STPP'ın dikkate alınmayacak ölçüde etkisinden bahsetmektedirler. Sonuçlar ayrıca fosfatların laktik asit bakterileri üzerine belirli bir etkilerinin olmadığını fakat fosfatsız uygulamalarda çok hızlı olarak laktik asit biriktiğini göstermektedir. Benzer şekilde, Madril ve Sofos (1985 a, b), SAPP'ın diğer fosfatlardan (STPP dahil) daha etkili bir antimikrobiyel madde olduğunu saptamışlardır (Cetvel 4). Molins ve ark. (1985 a), STPP, TSPP ve SHMP'ın mezofilik ve psikrofilik bakteriler üzerine ve 5°C de depolanan pişirilmemiş bratwurstlarda *Staph. aureus* üzerine önemli etkilerinin olmadığını fakat SAPP'ın daha düşük bakteriyel sayılarda sonuç verdiğini belirtmişlerdir.

Daha önce de belirtildiği gibi polifosfatların antimikrobiyel aktivitelerinde gözlenen bazı ters bulgulardan; ürün pH sı, ısı uygulaması, NaCl oranı, polifosfat tipi ve konsantrasyonu, ürün bileşimi ve depolama koşulları kısmen sorumlu olabilir.

Fosfatın zincir uzunluğu, bileşiklerin antimikrobiyel inhibisyonunda bir faktör olabilir. Stauffer Chemical Company (1969) ye verilen bir patentte nutrient broth'da 37°C'deki antimikrobiyel aktivitenin, fosfat zincir uzunluğunun artışıyla arttığı belirtilmektedir. Post ve ark. (1968), kirazlarda küflenmenin engellenmesinde sodyum tetrafosfat'ın en etkin fosfat

olduğunu bunu sırasıyla STPP ve TSPP'in izlediğini saptamışlardır. Schoeni ve ark. (1980), % 4 NaCl lu Reinforced Clostridial Medium'da **Cl. botulinum**'un toksin üretiminin engellenmesinde ortofosfatın (% 6) etkili olmadığını, 22 ünitelik zincir uzunluğuna sahip bir polifosfatın, % 2 düzeyinde ve pH 5,4-6,0 da, 27°C de 16 haftanın üzerinde gelişmeyi engellerken, SHMP'in en etkin olduğu fakat bunun bile ortam pH ısı 6,6 ya yükseltildiğinde, iki hafta içinde gelişmeye ve toksin üretimine olanak sağladığını bulmuşlardır. Firstenberg-Eden ve ark. (1981), Moraxella - Acinetobacter hücrelerinin ve ısı ile atıllaştırılmış (heat-stressed) Moraxella - Acinetobacter hücrelerinin Plate Count Agarda koloni oluşturma kabiliyetine sodyum fosfatların etkisi üzerinde çalışmışlar ve fosfatların koloni oluşumunu inhibe etme etkinliğini sırasıyla STPP, SPP, ve SOP olarak; filtrasyonla sterilize edilen STPP'in ısı ile sterilize edilenden daha fazla bir inhibitör etkiye sahip olduğunu ve inhibisyonun pH ile ilişkili olmadığını; ısı ile atıllaştırılmış hücrelerin NaCl'a sodyum fosfattan daha duyarlı olduğunu saptamışlardır. Ama bu bulgular, diğer bulguların zıttı olup, kısa zincir uzunluğunda bir bileşik olan SAPP'ın uzun zincir uzunluğundaki fosfattan daha iyi bir antimikrobiyel aktiviteye sahip olduğunu ifade etmektedir (Madril ve Sofos, 1985 b).

Madril ve Sofos (1985 a) a göre **Cl. sporogenes** sporları ile aşılınmış et emülsiyonlarında bakteriyel gelişme ve bozulmanın geciktirilmesinde, SAPP'a ilaveten iki uzun zincirli polifosfat (12 ve 22 zincir uzunluğunda), daha kısa zincirli diğer fosfatlardan daha etkilidir. Bunun aksine Molins ve ark. (1984) na göre, ısı işlem görmüş ve görmemiş TSPP, çeşitli organizmalar için engelleyicidir ya da öldürücüdür ve TSPP'in etkinliğini STPP ve SHMP takip eder; SAPP inhibe edici özelliğe sahip değildir, hatta hücrelerin gelişmesini ve çoğalmasını teşvik edebilir; ısıtma işlemi fosfatların etkisini azaltır; ayrıca üç saatlik kültürler ve gram (+) bakteriler, 24 saatlik kültürlerden ve gram (-) bakterilerden daha fazla inhibe edilir. Molins ve ark. (1985 b) nın diğer bir çalışmasında, 24°C de 2 gün süreyle depolanan pişmiş bratwurts'larda, diğer polifosfatların az bir inhibitör etki gösterdiği veya inhibitör etki göstermediği, SAPP'ın mikrobiyel gelişmeyi inhibe ettiği ifade edilmektedir.

Uzun zincirli fosfatlar daha fazla inhibitör etkiye sahiptir, çünkü et ürünlerinde bütün polifosfatların hızlı bir şekilde kısa zincirli bileşiklere parçalandığı kabul edilmektedir (Sutton 1973). Polifosfatların ilavesiyle ısı işlem arasındaki süre çok önemlidir, çünkü ette var olan fosfatı, ısı parçalayacaktır (Tompkin 1984). (Devamı gelecek sayıda)