

SORBİK ASİT VE TAZE BALIK MUHAFAZASINDA KULLANIM İMKANLARI

Hasan YETİM

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, ERZURUM

ÖZET: Bünyesinde her türlü mikroorganizmanın bulunması muhtemel olan balık ve diğer su ürünlerinin taze olarak saklanması ve tüketime sunulması konusunda çok sayıda çalışma yapılmıştır. Yapılan araştırmalar, bazı kimyasal özellikleri nedeniyle, sorbik asit ve tuzlarının taze balıklarda mikrobiyal gelişimi, belli bir süre geciktirerek raf ömrünü arttırabileceğini ortaya koymuştur. Sorbatların, antimikrobiyal özellikleri yanında, taze balık ve su ürünleri etinde, çeşitli kimyasal reaksiyonlarla oluşabilecek, istenmeyen kötü tat ve aromaya sebep olan oksidatif ve aminli bileşiklerin oluşumunu da önlediği rapor edilmiştir. Ayrıca, yapılan duyu analizler sonucunda, sorbat uygulamasının, kontrole kıyasla daha iyi neticeler verdiği bildirilmiştir. Bütün bu veriler dikkate alındığında; ülkemiz şartlarında, taze olarak piyasaya sürülen balıkların, sorbatlarla muamele edilerek dayanma sürelerinin artırılmasının mümkün olabileceği ve ülkemiz ekonomisine önemli katkılarda bulunacağı anlaşılabilmektedir.

SUMMARY: Since most of the fish products is consumed fresh, there have been several research works to regulate and/or extend shelf-life of fresh aquatic food products during the marketing. Some studies focused on fish preservation have been conducted with different antimicrobials, especially with sorbates. Sorbic acid has been used in preservation of various food products for many years and constitutes a GRAS compound which is easily digested by humans. It was determined that sorbates are able to impede or delay proliferation of microorganisms found on the fish, and they prevents the developments of chemical changes and spoilage of the fresh aquatic products. The research, also, showed that sorbates has no deleterious effect on the fresh fish and filets in terms of sensory properties when compared to control groups while providing great deal of shelf-life extension. Therefore, it might be suggested that sorbates should be used by the fishermen of Türkiye to fully exploit the national aquatic products.

GİRİŞ

Ülkemizde ve Dünyada, tüketicilerin balık etini, daha çok taze olarak tüketmeyi tercih ettikleri bilinmektedir (FLETCHER ve ark., 1988; ÇİFTÇİ, 1990). Ancak, balık etinin bozulmadan uzun bir süre muhafaza edilememesi, bu etin ya hemen işlenmesini veya bir ön işleme tabi tutularak saklanmasını zorunlu kılmaktadır (HUSS, 1988; YAPAR, 1993). Taze balık ve ürünlerinin, raf ömrünü uzatabilmek, dolayısıyla tüketiciye daha fazla miktarda ve daha iyi kalitede taze balık sunabilmek için son yıllarda çok sayıda araştırma yapılmıştır (FEY ve REGENSTEIN, 1982; HARRISON ve HEINZ, 1989; YETİM, 1993). Balığın, birçok iç ve dış faktörlerin etkisiyle, sudan çıkar çıkmaz bozulmaya başlaması, tüketici açısından kaliteyi, satıcı açısından da bu ürünün, kârlılık ve satılabilirliğini etkileyen en önemli unsurdur (ANON., 1985). Özellikle, uzak denizlerden elde edilen balıkların kaliteli bir şekilde pazara ulaşabilmesi için geçen sürenin uzun olması, balığın dondurulması ve diğer bir işleme tabi tutulmasını zorunlu kılmaktadır (FEY ve REGENSTEIN, 1982). Balıklarda bozulmanın en önemli nedenleri; balığın bünyesinde tabi olarak bulundurduğu çeşitli hidrolitik enzimler ve çeşitli yollarla balığa kontamine olmuş mikroorganizmalardır. Özellikle, balık dokularında bulunan hidrolitik enzimlerin düşük sıcaklıklarda bile aktivitelerini sürdürmeleri, balığın kolayca bozularak kalitesinin düşmesine neden olmaktadır (YETİM, 1993). Su ürünlerinin, çok kısa bir süre içerisinde bozulması veya kalitesinin düşmesinin diğer bir önemli sebebi de kendi doğal mikrofloralarıdır (BANKS ve ark., 1980; SCOTT ve ark., 1986; ARSLAN, 1992). Hatta balık etine mahsus birçok kimyasal reaksiyon, bu mikroorganizmalar tarafından başlatılmaktadır. Örneğin, balık bozulmasında bir gösterge olarak kullanılan trimetilamin (TMA), balıkta ozmo-regulasyon vazifesi gören trimetilaminoksit (TMAO)'in çeşitli bakteriler tarafından parçalanması sonucu oluşur (BREMNER ve STATHAM, 1983; HUSS, 1988).

Taze balık etinde bulunan doğal enzimlere fazla müdahale edilemediğinden, alınan önlemler daha çok mikroorganizmaların faaliyetini kontrole yöneliktir. Bu amaçla çok çeşitli gaz karışımlarının kullanıldığı modifiye atmosfer (MA) ve vakum ambalajlama yöntemleri ile balık muhafazası üzerinde çok sayıda araştırma yapılmıştır (BANKS ve ark., 1980; SEWARD, 1983; SCOTT ve ark., 1986). Örneğin, MA

paketlenme yöntemi ile taze balık raf ömrünün en az iki kat, eğer bu yönteme ilave olarak bir de ışınlama uygulanacak olursa, bu sürenin çok daha uzayabileceği bildirilmiştir (LICCIARDELLO ve ark., 1967; VERANTH ve ROBE, 1979). Bunlara ilaveten buz kullanımı, antibiyotik ilavesi, ışınlama ve çeşitli prezervatif kimyasal madde kullanımı gibi çok sayıda muhafaza tekniği üzerinde çalışılmış ve halen de araştırmalar devam etmektedir (GÖĞÜŞ ve KOLSARICI, 1992; LAMPILA, 1992; HAVANONDA ve ark., 1993; WILLIAMS ve ark., 1993).

Taze balık taşıma ve pazarlama sırasında, çeşitli soğutma yöntemlerine ek olarak MA paketlenme ve antimikrobiyal madde kullanımı son yıllarda üzerinde en çok çalışılan konular arasındadır. Antimikrobiyal bileşikler içerisinde de en çok, sorbik asit ve sorbatlar (sorbik asitin sodyum, potasyum ve kalsiyum tuzları) üzerinde durulmaktadır. Genel olarak, sadece maya ve küflere karşı etkili olduğu zannedilen sorbatların, bakteriler üzerinde de etkili olduğunun tesbit edilmesiyle, taze balık muhafazasında bu bileşiğin önemi daha da artmıştır (SHAW ve ark., 1983; SOFOS, 1989; LÜCK, 1990). Genel anlamda sorbatlar dahil tüm gıda prezervatifleri hakkında detaylı literatür çalışmaları mevcuttur (DZIEZEK, 1986; SOFOS, 1989; GÖKALP ve ÇAKMAKÇI, 1991; DAVIDSON ve BRANEN, 1993). Bu derleme ise sadece, sorbik asit ve tuzlarının taze balık muhafazası açısından önemine işaret edilerek, bu bileşiğin etki mekanizması, kullanım teknikleri ve kısaca ülkemiz şartlarında uygulanabilirliği üzerinde durulmaya çalışılmıştır.

SORBİK ASİT VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Sorbik asit, kimyasal adı: 2,4 heksadienoik asit olan, yani yapısında iki adet doymamış (çift) bağ ihtiva eden, 6 karbonlu, molekül ağırlığı 112.13 ve alevlenme noktası 126°C olan bir organik asittir (SOFOS, 1989). İlk defa, bir Alman kimyacı tarafından, 1859 yılında üvez (*Sorbus aucuparia*) ağacının ham meyvelerinden izole edilen sorbik asit, bu bitkide tabii olarak bulunur ve yapısal formülü aşağıdaki şekildedir (SOFOS ve BUSTA, 1981; OCKERMAN, 1991).



GRAS (sağlık açısından emniyetli) sayılan sorbik asit ve tuzları, insanlar ve hayvanlar tarafından kolayca hazmedilebilecek bir yapıdadır. Sorbik asidin, sudaki çözünürlüğünün (0.16 g/100 ml) oldukça düşük olması nedeniyle, gıda muhafazasında antimikrobiyal olarak daha çok, sudaki eriyebilirliği daha yüksek olan tuzları (sodyum sorbat 28 g/100 ml, potasyum sorbat 139.2 g/100 ml ve kalsiyum sorbat) kullanılmaktadır (GÖKALP ve ÇAKMAKÇI, 1991; DAVIDSON ve BRANEN, 1993). Türk Gıda Katkı maddeleri Tüzüğü'nde de (ANON., 1988), bu bileşiklerin et ve mamülleri için 0.2 g/kg oranında kullanılabilirliği bildirilmektedir. pH düşükçe sorbatların aktivitesi artmakta ve genel olarak her çeşit gıda maddesinin muhafazasında kullanılabilir. Sadece maya ve küflere etkili olduğu zannedilen sorbatların, 1970'li yıllarda patojen bakteriler üzerinde de etkili oldukları belirlenmiştir (SOFOS ve BUSTA, 1981). Hatta çeşitli et ürünlerinde *Clostridium botulinum*'a karşı nitrit kullanımını azaltıcı bir etken olarak kullanılabilirliği bildirilmiştir (SOFOS ve ark., 1979; SOFOS, 1989). Et ve ürünlerinde *C. botulinum* ve *C. perfringens*'e ilaveten sorbatların etkili olduğu bakteriler şu şekilde sıralanabilir; *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Yersinia enterocolitica*, *Brochetrix thermosphacta*, *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Pseudomonas* ve diğer birçok mezofilik, psikrofilik ve lipolitik bakteri (SOFOS, 1989; LÜCK, 1990; DAVIDSON ve BRANEN, 1993).

a- Sorbat kullanımı ile sağlanan avantajlar

Sorbik asidin balık muhafazasında; düşük sıcaklık, buz kristalleri, çeşitli antimikrobiyal maddeler, vakumlu veya normal paketlenme ve ışınlama gibi diğer muhafaza metodları ile kıyaslandığında, pek çok avantajı vardır (SOFOS, 1989; LÜCK, 1990; THAKUR ve PATEL, 1994). Bu avantajlar şu şekilde özetlenebilir; 1) GRAS olması, yani insan ve hayvan sağlığı açısından herhangi bir tehlikesinin bulunmaması ve kolayca metabolize edilebilir bir özellikte olması (TILBURY, 1980; SHAW ve ark., 1983), 2) Gıdalarda kullanılan konsantrasyonlarının, tatsız, kokusuz, renksiz ve su ile çözünürlüğünün yüksek olması, 3) Yüksek

pH'larda (6-6.5) bile antimikrobiyal aktiviteye sahip olması, 4) Düşük sıcaklıkta kullanıldığı zaman, mikrobiyal gelişmeyi önemli ölçüde azaltırken, balığın tekstürel özelliklerinin korunmasına da yardım etmesi (FEY ve REGENSTEIN, 1982; YOON ve ark., 1991), 5) Yalnız başına vakum paketlenmenin, anaerobik bakterilerin TMA üretimini önleyememesi, fakat sorbik asit ve tuzları ile beraber uygulandığı zaman taze balığın raf ömrünün önemli ölçüde uzaması (WESSELS ve ark., 1972; BREMNER ve STATHAM, 1983), 6) Üründe çeşitli antibiyotiklere karşı dirençli bakterilerin bulunabilmesi ve antibiyotiklerin, sadece bakteriler üzerinde etkili olmaları nedeniyle, birçok ülkede antibiyotiklerin gıda muhafazasında kullanılması yasaktır. Sorbik asitin ise sadece maya ve küflere değil bakterilere de etkili olması (SHAW ve ark., 1983), 7) Sorbatların diğer metotlarla (MA paket, radyasyon ve diğer kimyasal maddeler vb) kombine olarak kullanıldığında etkinliğinin daha fazla artması, 8) Sorbik asit ve tuzları, diğer muhafaza metodları ile kıyaslandığında, maliyetinin oldukça düşük olmasına karşılık, sağlanan avantajların çok daha fazla olması, 9) Uygulanmasının son derece kolay olması ve ek bir yatırım gerektirmemesi gibi hususlar, sorbik asit ve tuzlarını emsallerinden üstün kılan en önemli özelliklerdir.

b- Sorbat kullanımının dezavantajları

Sorbik asit ve tuzlarının kullanımı ile yukarıda sağlanan avantajlara ilaveten, taze balık muhafazası açısından bazı dezavantajlarının olduğu da ifade edilmektedir. Bunlar şu şekilde özetlenebilir: 1) Sorbatlar daha çok pH 6-6,8 arasında etkili iken, balık etinin normal şartlar altında ve sorbatın uygulandığı aşamada oldukça yüksek bir pH'ya (6,8-7,4) sahip olması (STATHAM ve BREMNER, 1983; STATHAM ve ark., 1985; JAY, 1992), 2) Bazı balık ve balık eti ürünlerine nitrit katkılanmışsa veya katkılanacak olursa, sorbatların etilnitrolik asit ve 1,4-dinitro-2-metilpyrol gibi bazı mutajenik bileşiklerin oluşumuna neden olma ihtimalinin olması (SOFOS, 1989). Fakat bu bileşiklerin, oldukça düşük pH'larda oluşması ve pH 5.0'in üzerinde stabil olmamaları yanında, bazı amino asitler ve askorbik asitin bu toksik bileşiklerin oluşumunu engellediği rapor edilmiştir (DAVIDSON ve BRANEN, 1993), 3) Işınlama (radyasyon) tekniği ile muhafaza işleminin, sorbik asit uygulamasından kısmen daha iyi sonuçlar verebilmesi. Yani ışınlama tekniği, herhangi bir çözelti hazırlama ve daldırma işlemlerine gerek duymaksızın, bozucu mikroorganizmaların yanında patojen organizmaların inaktivasyonunu da sağlamaktadır (LICCIARDELLO ve ark., 1987; WILLIAMS ve ark., 1993).

TAZE BALIKTA SORBAT UYGULAMA METODLARI

Taze ve işlenmiş balık eti ile diğer su ürünlerine sorbik asit ve tuzlarının uygulanması amacıyla çok çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Sorbat uygulama metodları ve sorbat kullanım konsantrasyonları aşağıdaki gibi sıralanabilir (LÜCK, 1990);

a- Sorbatların ürüne direkt katkılanması

Bu metodda, hesaplanan miktarda sorbat, minimum miktarda bir çözücüde (su) çözündürülür ve ürüne veya paket içerisine katkılanarak iyice karışması sağlanır. Sorbat konsantrasyonu ürün ağırlığı üzerinden, genellikle, % 0,1 ile 0,5 arasında değişebilmektedir (CHUNG ve LEE, 1981; LYNCH ve POTTER, 1982; BREMNER ve STATHAM, 1983).

b- Ürünün sorbat çözeltisine daldırılması ve immersiyonu

Bu amaçla, önce belli konsantrasyonlarda hazırlanan sorbat çözeltisi, büyük ve geniş kaplara doldurulur. Daha sonra, uygulanacak ürün (tüm balık veya filetosu) bu sıvıya daldırılarak belli bir süre tutulur ve çıkartılarak sızdırma yapılır ve uygun bir ambalaj materyali ile paketlenir. Bu sıvıdaki sorbat konsantrasyonu, genellikle, % 1 ile 5 arasında değişirken balığı sıvıda tutma süresi ise, birkaç saniyeden birkaç dakikaya kadar sürebilir (REGENSTEIN, 1982; MILLER ve BROWN, 1984; SHARP ve ark., 1986).

c- Sorbat çözeltisinin ürün üzerine spreyleneşi

Bu metotta da yine, belli konsantrasyonlarda hazırlanan sorbat çözeltisi ürün üzerine püskürtülür ve arzu edilen konsantrasyona ulaşıncaya işleme son verilir (DEBEVERE ve VOETS, 1972; SOFOS, 1989).

d- Sorbat çözeltisinin ambalaj materyaline emdirilmesi

Ambalaj maddeleri sanayiinde sorbatların, kimyasal yolla direkt olarak ambalaj malzemesinin yapısına sokulabildiği ifade edilmesine (SOFOS, 1989) rağmen, asıl uygulama, paketin, belli konsantrasyonlardaki sorbat çözeltisi içerisinde tutularak, etkili maddenin ambalaja emdirilmesi ve daha sonra çözücünün kurutulması sorbik asidin ambalaj materyaline fikse edilmesidir. Oksidasyona dayanıklı olması nedeniyle, bu amaçla daha çok kalsiyum sorbat tercih edilmektedir (LÜCK, 1990). Balık ve ürünleri bu materyalle ambalajlanarak satışa sunulur (THAKUR ve PATEL, 1994). Hatta bazı ülkelerde (Hindistan vb) balık veya filetosunu ambalajlamak için kullanılan paketleme materyallerinde bu uygulama zorunlu hale getirilmiştir (PFA, 1990).

e- Sorbatın yağla kaplanarak uygulanması

Kuru toz haline getirilmiş sorbatlar, sertleştirilmiş bitkisel yağla (% 33 sorbat: % 67 yağ) kaplanarak kullanılabilir gibi, toz halinde, direkt olarak ürüne 1/1000 oranında karıştırılması suretiyle de kullanılabilirler (THAKUR ve PATEL, 1994).

f- Buz kristalleri ile sorbat uygulaması

Bu işlemde, çeşme suyu veya saf su ile hazırlanan % 0,1-1'lik sorbat çözeltisi, önce dondurulup küçük buz kristalleri haline getirildikten sonra, taze balık veya filetoları, hazırlanan bu sorbatlı buz içerisinde yerleştirilir (WESSELS ve ark., 1972; FEY ve REGENSTEIN, 1982; HARRISON ve HEINZ, 1989).

SORBATLAR VE TAZE BALIK MUHAFAZASI

Canlı balığın mikroflorası, büyük ölçüde yaşadığı çevrenin mikrobiyal florasına bağlı olmakla birlikte, balık derisi üzerinde her türlü aerobik, anaerobik, psikrofilik ve mezofilik karakterdeki bakterilerin bulunabileceği ve önlem alınmazsa bunların çok kısa bir süre içerisinde balığın elden çıkmasına neden olabileceği bildirilmektedir (BERI ve ark., 1989; ARSLAN, 1992). Balık muhafazasında asıl hedef, balığın tabii mikroflorası veya çeşitli yollarla kontamine olmuş mikroorganizmaların faaliyetini engellemek veya yavaşlatmaktır. Bu amaca yönelik olarak, değişik birçok antimikrobiyal madde kullanılmasına rağmen, balık ve diğer su ürünleri muhafazasında, en çok sorbatların kullanılabilirliği konusunda araştırma yapılmıştır (VARGA ve ark., 1979; SHAW ve ark., 1983; GRAM, 1991; THAKUR ve PATEL, 1994). Ancak, bu derleme, sorbik asit ve tuzlarının taze balık ve filetoları üzerine etkisi konusunda yapılan bazı araştırma sonuçlarının özetlenmesi ile sınırlı kalacaktır. Araştırmalarda, su ürünlerinin raf ömürlerine ilaveten, sorbik asitin çeşitli balıklarda meydana getirdiği duyuşal, mikrobiyolojik ve kimyasal değişimler üzerinde durulmuştur.

a- Sorbatların Taze Balıklarda Raf Ömrü Üzerine Etkisi

Sorbatları, tek başlarına veya diğer metotlarla kombine edilerek kullanılmaları ile, su ürünlerinin taşınma ve pazarlanması sırasında raf ömürlerinin önemli derecede artmasına yardım ettiği bildirilmiştir. Yine, sorbatlar veya diğer koruyucularla muamele edilmiş, taze balık ve filetolarının, kalitelerini koruyabilmesi için mutlaka soğuk zincirin devam etmesi gerektiği bildirilmektedir (FEY, 1980; HUSS, 1988). Taze balığın raf ömrünü belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, % 3'lük potasyum sorbat (PS) çözeltisine, 10 ila 30 saniye süreyle daldırılan taze Morina balığı filetolarının raf ömrü kontrole kıyasla

önemli ölçüde uzarken, aynı muamele, iç organları çıkarılmış balığın raf ömründe önemli bir değişiklik meydana getirmemiştir (SHAW ve ark., 1983). Diğer bir çalışmada ise, % 5'lik PS çözeltisiyle muamele edildikten sonra modifiye atmosfer (MA) ile paketlenen taze Berlam balığının raf ömrünün kontrole kıyasla 15 gün daha uzun olduğu belirlenmiştir (SHARP ve ark., 1986). Aynı şekilde, Alabalık ve Redhake balıklarının, % 1 PS'li buz ve MA paketlenme ile taze raf ömürlerinin 1 aya kadar çıkarılabileceği rapor edilmiştir (FEY ve REGENSTEIN, 1982). Diğer bir çalışmada ise, % 0,5-2 oranında PS ihtiva eden bir salamuraya (% 15-20'lik) daldırılan taze balıkların raf ömrünün, 3 haftaya kadar çıkarılabildiği ifade edilmiştir (COURTIAL, 1970). Yine, % 0,2 sorbatlı deniz suyu ile balıkların 2 gün, filetolarının ise normalden 4 gün daha uzun bir raf ömrüne sahip olacağı belirlenmiştir (TOMLISON ve ark., 1978). Diğer bazı araştırmalarda (STATHAM ve ark., 1985; CRAWFORD, 1984) ise, PS'a ilaveten polifosfat kullanımının, taze Kayabalığı ve Levrek filetolarının depolama süresini önemli ölçüde artırdığı rapor edilmiştir. AMPOLA ve KELLER (1985) tarafından yapılan diğer bir araştırmada da, % 2,5-5'lik PS çözeltisine daldırıldıktan sonra ayrı ayrı plastik filmlerle ambalajlanan taze balıkların raf ömrünün, hemen hemen iki katına çıktığı belirlenmiştir. GELMAN ve ark. (1990), potasyum sorbatla muamele edildikten sonra 0-2°C'de tutulan tatlı su Sazanlarının raf ömrünün 24-25 gün olduğunu ve balıkların iç organları çıkarılarak aynı işleme tabi tutulduğunda ise, bu sürenin önemli ölçüde azaldığını bulmuşlardır. Sorbatlara ilaveten ışınlama (irradiation) işleminin, su ürünlerinin raf ömrünün uzatılmasında sinerjistik bir etkiye sahip olduğu ve bu iki metodun kombinasyonu ile su ürünlerinin, taze olarak çok daha uzun süre muhafaza edilebileceği rapor edilmiştir (GHADI ve ark., 1974; LICCIARDELLO ve ark., 1984).

b- Sorbatların Balıkların Mikrobiyolojik Özelliklerine Etkisi

Sorbatların, genel olarak balık mikroflorasının çoğunun gelişmesini engellediği daha önceki bölümlerde belirtilmişti. LYNCH ve POTTER (1982) Morina balıklarında, potasyum sorbatın, psikrofilik bakteriler üzerine, mezofillerden daha etkin olduğunu ve daha düşük sayıda aerobik bakteri gelişimine neden olduğunu bildirmiştir. Diğer bir çalışmada ise, % 3'lük PS çözeltisine daldırılan balıklarda, TMA üreterek taze balık bozulmasında önemli bir rol oynayan *Alteromonas putrefaciens* bakterisinin gelişiminin uzun bir süre engellendiği, fakat aerobik bakteri gelişimi üzerine aynı etkinin belirlenemediği bildirilmiştir (SHAW ve ark., 1983). Vakum paktelemeye tabi tutulan balıklarda ise, sorbatların, toplam bakteri gelişimini önemli derecede engellediği ifade edilmiştir (STATHAM ve BREMNER, 1983). Çeşitli su ürünleri mikroflorası ve sorbatların etkisi konusunda yapılan birçok araştırmada, sorbik asit ve tuzlarının, *S.aureus* (LYNCH ve POTTER, 1982), *Vibrio*, *Pseudomonas*, *Aeromonas* (BREMNER ve STATHAM, 1983), *Achromobacter*, *Micrococcus* (WESSELS ve ark., 1972; ROBAH ve SOFOS, 1982), *Acinetobacter*, *Arthrobacter*, *Flavobacterium* (VARGA ve ark., 1979), *Moraxella* (STATHAM ve BREMNER, 1983), *C. botulinum* (FEY ve REGENSTEIN, 1982) ve *Salmonella seftenberg* (BASRAH, 1984) gibi birçok patojen ve/veya saprofit bakterilerin gelişimini engellediği veya tamamen durduğu bildirilmiştir. Ayrıca, sorbik asitin, su ürünleri mikroflorasında bulunan bazı mikroorganizmaların gelişimini etkilediği konsantrasyonların oldukça farklı olduğu bulunmuştur (Çizelge 1).

c- Sorbatların Balığın Kimyasal Özelliklerine Etkisi

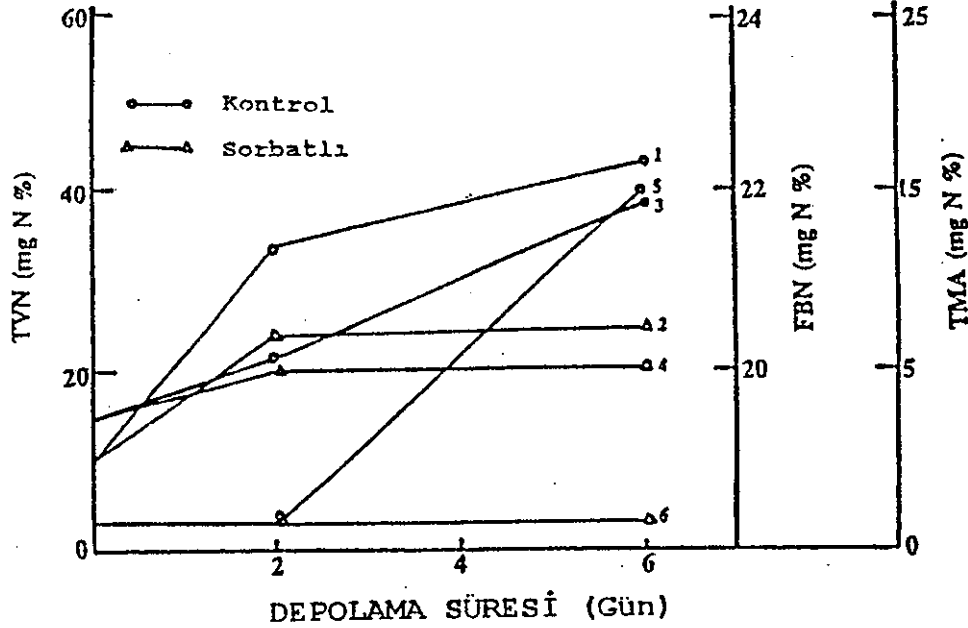
Balık bozulması ve kokuşmasının bir göstergesi olarak kabul edilen trimetilamin (TMA), balıkta tabi olarak bulunan trimetilaminoksit (TMAO)'in çeşitli bakteriler tarafından parçalanması sonucu oluşur (BREMNER ve STATHAM, 1983; HUSS, 1988). Genel olarak TMA; balık endüstrisi ve araştırmalarında bir kalite kriteri olarak değerlendirilir (MURRAY ve GIBSON, 1972; GÖĞÜŞ ve KOLSARICI, 1992). Örneğin, deniz balıklarında, TMA'nin 8,8 mol/g veya 30-50 µg/g seviyesi civarında bulunması, balığın taze olmadığını bir göstergesi kabul edilir (MILLER ve BROWN, 1984; REDDY ve ark., 1993). Sorbik asitin balık muhafazası sırasında, TMA oluşumu ve benzeri kimyasal değişimleri önlediği veya yavaşlattığı değişik araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (WESSELS ve ark., 1972; SHAW ve ark., 1983; STATHAM ve BREMNER, 1983; TAYLOR ve SPECKHARD, 1984). Taze balıklarda meydana gelen kimyasal değişimleri belirlemek amacıyla yapılan çalışmalarda (Şekil 1); sorbatla muamele edilmiş balıklarda,

Çizelge 1. Sorbatların, Su Ürünleri Mikroflorasında Bulunan Bazı Mikroorganizmalar Üzerine Etkisi (VARGA ve ark., 1979)

Microorganizma	% İnhibisyon Konsantrasyon	
	Minimum*	Maksimum**
Acinetobacter	0,15 ± 0,05	1,18 ± 0,07
Alteromonas	0,24 ± 0,02	0,74 ± 0,13
Flavobacterium	0,05 ± 0,06	0,60 ± 0,30
Moraxella	0,05 ± 0,00	0,53 ± 0,16
Pseudomonas	0,27 ± 0,00	1,49 ± 0,16
Staphylococcus	0,50 ± 0,14	> 3,0
Mayalar	0,08 ± 0,04	0,71 ± 0,14

* Kontrolle kıyasla gözlenen en küçük değişim konsantrasyonu,
** Gelişimin tamamen durduğu konsantrasyon.

formalin bağlı azot (FBN), toplam volatil nitrojen (TVN) ve TMA oluşumunun, kontrol örneklerine kıyasla önemli derecede düşük olduğu bulunmuştur (DEBEVERE ve VOETS, 1972; KITO ve ark., 1978). diğer bazı araştırmalarda, ise, çeşitli konsantrasyonlarda sorbat uygulamasının, balıklarda, özellikle TMA oluşumunu önlediği rapor edilmiştir (FEY ve REGENSTEIN, 1982; STAHAM ve BREMNER, 1983; SOFOS, 1989). Yine, sorbat uygulamasının, balıklarda histamin oluşumunu engellediği (TAYLOR ve SPECKHARD, 1984), sorbatın ışınlama ile birlikte kullanıldığında ise TMA üretimini daha etkin bir şekilde önlerken, dimetilamin oluşumunu da kısmen engellediği belirtilmiştir (LICCIARDELLO ve ark., 1984). Oksidasyonla oluşan kötü tat ve koku yanında, sorbatların, balık filetolarında ransideteği önleyici etkisinin olduğu da rapor edilmiştir (TCIL, 1980).



Şekil 1. Sorbat Uygulanarak Ambalajlanmış Morina Balıklarının Depolanması (0°) Sırasında Meydana Gelen Bazı Kimyasal Değişmeler (THAKUR ve PATEL, 1994). FBN: Formalin Bağlı Nitrojen (1,2); TVN: Total Volatil Nitrojen (3,4); TMA: Tri-Metil Amin (5,6)

d- Sorbatların Balığın Duyusal Özelliklerine Etkisi

Sorbat kullanımı ile balığın kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesinin korunmasının bir sonucu olarak, bu uygulamanın, balığın duyusal özelliklerini iyileştirdiği bir gerçektir (DEBEVERE ve VOETS, 1972; FEY ve REGENSTEIN, 1982; MILLER ve BROWN, 1984). Yapılan bir çalışmada, sorbat uygulanan Redhake ve Alabalık (FEY ve REGENSTEIN, 1982) ile Kayabahğı filetolarının, kontrole kıyasla panelistlerce daha fazla kabul gördüğü bildirilmiştir (MILLER ve BROWN, 1984).

SORBATLARIN ÜLKEMİZ ŞARTLARINDA UYGULANMA İMKANLARI

Diğer bazı Dünya ülkelerinde olduğu gibi ülkemizde de, balığın daha çok taze olarak tüketilme alışkanlığı yanında başka yollarla değerlendirememesi sorunu da vardır (GÖĞÜŞ ve KOLSARICI, 1992). Türkiye'de üretilen balığın % 80'nin taze tüketime sunulduğu, geri kalanını ise çeşitli ürünlere işlendiği bildirilmektedir (ÇİFTÇİ, 1990; YAPAR, 1993). Halbuki, ülkemiz beslenme sorunlarının çözümünde, deniz ve iç su kaynaklarımızın çok iyi değerlendirilmesi yani gıda kaynaklarımızın rasyonel bir şekilde kullanımı zorunludur. Geçmiş yıllarda, taze olarak zamanında tüketimi mümkün olmayan veya başka bir ürüne de işlenemeyen binlerce ton balık ya denizlere geri dökülmüş veya tarım arazilerine atılmıştır. En iyimser tahminle balık ununa işlenmiştir. Bunun nedeni, üretimden tüketime kadar uzanan kanallardaki bilinçsizlikten başka, balıkçılık sektörüne gereken önemin verilmemesidir (YAPAR, 1993). Ülkemizde üretilen su ürünlerinin, daha etkin bir şekilde kullanılabilmesi için, çeşitli ürünlere işlenen oranının artırılması gereklidir. Ayrıca, taze tüketime sunulan su ürünlerinin, kısa bir süre elden çıkmaması ve raf ömrünün uzatılabilmesi için çeşitli önlemler alınmalıdır. Taze balık muhafazası, taşınması ve pazarlanmasında, soğuk zincir ve buz uygulamasına ilaveten sorbat kullanımının sağladığı avantajlar yukarıda detaylı bir şekilde incelenmiş ve çeşitli metodlarla sorbat uygulaması ile taze balık raf ömrünün önemli bir süre uzatılabildiği belirlenmiştir (SOFOS, 1989; THAKUR ve PATEL, 1994). Ülkemiz balıkçılığında da bu teknikten yararlanmak suretiyle, taze olarak piyasaya sürülen balıkların, dayanma sürelerinin, hiç olmazsa birkaç gün artırılabilmesi açıktır. Örneğin, Karadeniz'de üretilen hamsi balıklarının, belli dönemlerde fazlaca üretilmesi ve tüketim için uzak yerlere nakledilmesi nedeniyle kısa süre içerisinde tüketilmesi mümkün olmamakta ve önemli oranda da kalite kaybına uğrayarak tüketilemeyecek duruma geldiği bilinmektedir. Bu durum, diğer deniz ve iç su balıklarımız için de farklı değildir. Halbuki, bu balıklar sorbatlı su veya sorbatlı buz ile muamele edilecek olursa, raf ömrü uzayacağından daha uzun bir süre taze tüketime elverişli hale gelebilecektir. Sonuç olarak, su ürünlerinin tüketim oranı artacak ve ekonomik kayıplar azalacaktır. Diğer bir ifadeyle, halkımızın bu önemli protein kaynağından daha etkin bir şekilde istifade etmesi mümkün olacaktır. Bu nedenle, ülkemiz şartlarında da konuyla ilgili araştırmaların, zaman geçirilmeden başlatılarak sonuçların pratiğe aktarılması gereklidir.

SONUÇ

Bugün Dünyada maya ve küf gelişimini önleyici antimikrobiyal olarak bilinen ve yaygın bir şekilde kullanılan sorbatların, bazı patojenler dahil birçok saprofit ve bozucu bakteriler üzerinde de etkili olduğu belirlenmiştir. Yukarıda bahsedildiği gibi sorbatlar yalnız başına veya diğer metodlarla birlikte kullanıldıkları takdirde, taze balık muhafazasında, özellikle taze satış için balığın raf ömrünün uzatılmasında pek çok fayda sağladığı görülmektedir. Ek bir yatırım yapmaksızın, balığın taze olarak vitrinde bir gün bile fazla bekletilebilmesinin üretici, satıcı ve tüketici açısından sağlayacağı avantajlar ortadadır. Özellikle, ülkemiz gibi gelişmekte olan ülkelerde, çeşitli su ürünleri için araştırmalarla belirlenen konsantrasyonlarda sorbat uygulaması, beslenme, sağlık ve ekonomik açıdan fevkalade yararlı olacaktır. Ayrıca, ülkemizde üretilen balıkların büyük bir kısmının taze tüketime sunulduğu dikkate alınırsa, sorbat asit uygulamasının faydalarını gözardı etmemiz mümkün değildir.

KAYNAKLAR

- AMPOLA, V.G., KELLER, C.L. 1985. Shelf-life extension of drawn whole atlantic cod (*Gadus morhua*) cod filets by treatment with potassium sorbate. *Marine Fish Rev.*, 47: 26-29.
- ANONYMOUS, 1985. Development in seafood Trade. *Seafood Bus.*, 4: 23-26.
- ANONYMOUS, 1988. Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği, T.C. Resmi Gazete sayı: 1974, 6 Mart.
- ARSLAN, A. 1992. Keban baraj gölü aynalı sazalarının (*Cyprinus carpio* L.) mikrobiyolojik, kimyasal kalitesi ve et verimi. Doktora Tezi, F. Üniv. Sağ. Bil. Enst. Elazığ. 81 s.
- BANKS, H., NICKELSON, R., FINNE, G. 1980. Shelf-life studies on carbon dioxide packaged fin-fish from the gulf of Mexico. *J. Food Sci.*, 45: 157-162.
- BASRAH, E.A. 1984. Effect of potassium sorbate on growth of *Salmonella seftenberg* in prawn homogenate. *Warta Industri Hasil Pertanian*. 1: 24-27.

- BERI, H.K., JAMES, M.A., SOLANKI, K.K. 1989. Bacterial flora of some fishes of Maharashtra, Saurashtra Coast (India). *J. Food Technol.*, 26: 318-321.
- BREMNER, H.A., STATHAM, J.A. 1983. Effect of potassium sorbate on refrigerate storage of vacuum packaged scallops. *J. Food Sci.*, 48: 1042-1047.
- ÇİFTÇİ, A. 1990. Balıkçılığımız ve sorunları. *Bilim ve Teknik*. 23 (276): 14-17.
- CHUNG, Y.M., LEE, J.S. 1981. Inhibition of microbial growth in English sole. *J. Food Sci.*, 44: 66-69.
- COURTIAL, W. 1970. German patents, number: 1914639, W.Germany.
- CRAWFORD, D.L. 1984. Composition for treating fish fillets to increase yield and shelf-life. USA Patent, Number: 4 431 679.
- DAVIDSON, P.M., BRANEN, A.L. 1993. "Antimicrobials in Foods" 2nd Ed. Marcell Dekker Inc. New York, NY. 647 pp.
- DEBEVERE, J.M., VOETS, J.P. 1972. Influence of some preservatives on quality of prepaked cod fillets in relation to oxygen permeability of the film. *J. Appl. Bact.*, 35: 351-356.
- DZIEZEK, J.D. 1986. Antimicrobial agents. *Food Technol.*, 40(9): 104-111.
- FEYD, M.S. 1980. Extending shelf-life of fresh fish by potassium sorbate and modified atmospheres at 0-1°C. *Dissert. Abstr. Int. B.* 41: 876-877.
- FEY, M.S., REGENSTEIN, J.M. 1982. Extending shelf-life of fresh wet redhake and salmon using CO₂-O₂ modified atmosphere and potassium sorbate ice at 1°C. *J. Food Sci.*, 47: 1048-1054.
- FLETCHER, G.C., MURRELL, W.G., STATHAM, J.A., STEWART, B.J. BREMMER, H.A. 1988. Packaging of scallops with sorbate: an assessment of the hazard from *Clostridium botulinum*. *J. Food Sci.*, 53: 349-352, 358.
- GELMAN, A., PASTEUR, R., RAVE, M. 1990. Quality changes and storage life of common carp (*Cyprinus carpio*) at various storage temperatures. *J. Sci. Food Agric.*, 52: 231-247.
- GHADI, S.V., GORE, M.S., KUMTA, U.S. 1974. Storage stability of "shell on" semi-dried tropical shrimps. *Lebensm. Wiss. Technol.*, 7: 229-233.
- GÖĞÜŞ, A.K., KOLSARICI, N. 1992. "Su Ürünleri Teknolojisi". Ankara Üni. Ziraat Fak. Yay. no: 1243, Ankara, 261 s.
- GÖKALP, H.Y., ÇAKMAKCI, S. 1991. Gıda sanayiinde antimikrobiyal maddeler ve kullanımları. *Araştırma*, 3(33): 27-32.
- GRAM, L. 1991. Inhibition of mesophilic spoilage *Aeromonas* ssp. on fish by salt, potassium sorbate, liquid smoke and chilling. *J. Food Prot.*, 54: 436-442.
- HARRISON, M., HEINZ, L.J. 1989. Shelf-life extension of raw brown shrimp with potassium sorbate in ices and dips. *J. Food Quality*, 12: 243-247.
- HAVANONDA, S., MARSHAL, M.R., OTWELL, W.S., WEI, C.S. 1993. Effect of pH, ionic strength, and storage period on phosphatetreated shrimp. IFT Annual Meeting Book of Abs. Number: 98, July 10-14, Chicago, IL.
- HUSS, H.H. 1988. "Fresh fish: quality and quality changes". FAO Fisheries Series. No: 29. Rome, 131 pp.
- JAY, J.M. 1992. "Modern Food Microbiology". Van Nostrand Reinhold, New York, NY. 701 pp.
- KITO, A., NAMIKI, Y.M., TSUJI, K. 1978. A new N-nitropyrole, 1,4-dinitro-2-methylprole, formed by reaction of sorbic acid with sodium nitrite. *Tetrahedron*. 34: 505-508.
- LAMPILA, L.E. 1992. Functions and uses of phosphates in the seafood industry. *J. Aqua. Food Prod. Technol.*, 1 (3/4): 29-41.
- LICCIARDELLO, J.J., RONSI VALLI, L.J., SLAVIN, J.W. 1967. Effects of oxygen tentation on the spoilage microflora of irradiated and non-irradiated haddock fillets. *J. Appl. Bact.*, 30: 239-246
- LICCIARDELLO, J.J., RAVESI, E.M., TUHKUNEN, B.E., RACICOT, L.D. 1984. Effect of some potentially synergistic treatments in combination with 100 krad irradiation on the iced shelf-life of cod fillets. *J. Food Sci.*, 49: 1341-1346.
- LICCIARDELLO, J.J., RAVESI, E.M., ENTREMONT, D.L. 1987. Irradiation and potassium sorbate compared as preservation treatments for atlantic cod. *Marine Fish. Rev.*, 48: 38-41
- LÜCK, E. 1990. Food Applications of sorbic acid and its salts. *Food Add. & Cont.*, 7: 711-715.
- LYNCH, D.J., POTTER, N.N. 1982. Effects of potassium sorbate on normal flora and on *Staphylococcus aureus* added to minced cod. *J. Food Prot.*, 45: 824-828.
- MILLER, S.A., BROWN, W.D. 1984. Effectiveness of chlortetracycline in combination with either potassium sorbate or tetrasodium ethylenediamine-tetraacetate for preservation of vacuum packed rockfish fillets. *J. Food Sci.*, 49: 188-191.
- MURRAY, C.K., GIBSON, D.M. 1972. An investigation on the method of determining trimethylamine in fish muscle extract by the formation of its picrate salt. *J. Food technol.*, 7: 35-38.
- OCKERMAN, H.W. 1991. "Food Science Sourcebook". Vol: 1, Van Nostrand Reinhold, NY. 831 pp.
- PFA, 1990. "Prevention of Food Adulteration Act", A Government of India Publ. New Delhi, IND. pp 27.
- REGENSTEIN, J.M. 1982. The shelf-life extension of haddock in carbon dioxide-oxygen atmospheres with and without potassium sorbate. *J. Food Quality*, 5: 285-300.
- REDDY, N.R., JOHNSON, F.E., PARADIS, A., KAUTTER, D.A. 1993. Shelf-life evaluation of modified atmosphere packaged fresh Tilapia fillets stored under temperature abuse conditions. IFT Annual Meeting Book of Abs. No: 94, July 10-14, Chicago, IL.
- ROBAH, M.C., NORFOS, J.N. 1982. Use of sorbates in meat products, fresh poultry and poultry products. *J. Food prot.*, 45: 374-383.
- SHARP, W.F., SOBACK, J.P., STUIBER, D.A. 1986. Using a new measure to define shelf-life of fresh white fish. *J. Food Sci.*, 51: 936-939, 959.
- SEWARD, R.A. 1983. Efficacy of potassium sorbate and other preservatives in preventing toxigenesis by *Clostridium botulinum* in modified-atmosphere packaged fresh fish. Ph.D. Thesis, Uni. of Wisconsin, Madison, WI. 486 pp.
- SHAW, S.J., BLIGH, E.G., WOYEWODA, A.D. 1983. Effect of potassium sorbate application on shelf-life of atlantic cod. *Can. Inst. Food Sci. Technol. J.* 16: 237-241.

- SOFOS, J.N., BUSTA, F.F., ALLEN, C.E. 1979. Botulism control by nitrite and sorbate in cured meats. *J. Food Prot.*, 41: 739-770.
- SOFOS, J.N., BUSTA, F.F. 1981. Antimicrobial activity of sorbates. *J. Food Prot.*, 44: 614-622.
- SOFOS, J.N. 1989. "Sorbate Food Preservatives", CRC Press, Boca Raton, FL. 136 pp.
- SCOTT, D.N., FLETCHER, G.C., SUMMER, G. 1986. Storage of snapper fillets in modified atmospheres at -1°C. *Food Technol. Aust.*, 38: 234-238.
- STATHAM, J.A., BREMNER, H.A. 1983. Effect of potassium sorbate on spoilage of blue grenadier as assessed by microbiology and sensory profiles. *J. Food Prot.*, 46: 1084-1091.
- STATHAM, J.A., BREMNER, H.A., QUARMBY, A.R. 1985. Storage of morwong in combinations of phosphate potassium sorbate and carbon dioxide at 4°C. *J. Food Sci.*, 50: 1580-1584, 1587.
- TAYLOR, S.L., SPECKHARD, M.W. 1984. Inhibition of bacterial histamine production by sorbate and other antimicrobial agents. *J. Food Prot.*, 17: 508-511.
- TCIL, 1980. Takade Chem. Ind. Ltd. Japanese Patent. 80 153 552.
- THAKUR, B.R., PATEL, T.R. 1994. Sorbates in fish and fish product. *Food Rev. Int.* 10: 93-107.
- TILBURY, R.H. 1980. "Developments in Food preservation I", Appl. Sci. Pub., Essex, UK. p 53.
- TOMLISON, N., GEIGER, S.E., GIBBARD, G.A., SMITH, D.T., SOUTHCOFF, B.A., BOYD, J.W. 1978. Technical Report. Fish Marine Ser. (Can.), 783 pp.
- VARGA, S., SIMS, G.G., MICALIK, P., REGIER, L.W. 1979. Growth and control of halophilic microorganisms in salt minced fish. *J. Food Sci.*, 44: 47-50.
- VERANTH, M.F., ROBE, K. 1979. CO₂-enriched atmosphere keeps fish more than twice as long. *Food Process.*, 40: 76-79.
- WESSELS, J.P.H., LAMPRECHT, E., RODRIGUES, A., SIMMONDS, C.K., 1972. Preservation of hake in treated ice. *J. Food Technol.*, 7: 303-307.
- WILLIAMS, D.J., MITCHEL, E.G., NOTTINGHAM, S.M., JARET, S.J., PETROFF, M. 1993. Effects of low dose irradiation on the K value and hypoxanthine concentration of fish filets. *J. Aquatic. Food Prod. Technol.*, 2(4): 5-14.
- YAPAR, A. 1993. Balık pastırması üretimi ve kalite parametrelerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, F. Üniv. Fen Bil. Ens. Elazığ. 88 sh.
- YETİM, H. 1993. Biochemical and Structural Alterations of Restructured Fish Muscle as Influenced by Egg White, Tumbling and Storage Time. PhD. Dissertation. The Ohio State Uni. Columbus, OH. 222 pp.
- YOON, K.S., LEE, C.M., HUFNAGEL, L.A. 1991. Textural and micro structural properties of frozen fish mince as affected by addition of non-fish protein and sorbitol. *Food Structure*, 10: 255-265.