

Su Ürünlerinin Modifiye Atmosferde Paketlenmesi

*Berna Kılınç, Şükran Çaklı

Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Bornova, 35100, İzmir, Türkiye
*E mail: bernakilinc@mynet.com

Abstract: Modified atmosphere packaging of fish products. Fish muscle is very susceptible to spoilage during ice storage so that a number of means have been investigated for preserving its quality and extending its shelf-life. Modified atmosphere packaging (MAP) increases the shelflife of fish products. Successful MA packaging is conditioned by low storage temperature, high quality raw materials and availability of carbondioxide (CO₂) as expressed by the partial pressure of CO₂ and the ratio of gas volume to product volume.

Key Words: Modified atmosphere packaging, fish products.

Özet: Balıkların etleri buzda depolama esnasında çabuk bozulduğundan kalitesinin ve raf ömrünün artırılması amacıyla korunmasına yönelik çok sayıda araştırma yapılmıştır. Modifiye atmosfer paketleme balık ürünlerinin raf ömrünü yükseltmektedir. Modifiye atmosfer paketlemenin başarısı; düşük sıcaklıklarda depolamaya, yüksek kalitede taze materyale, CO₂'nin kısmi basıncının uygunluğuna, gaz hacminin ürün hacmine oranına bağlıdır.

Anhtar Kelimeler: Modifiye atmosfer paketleme, su ürünleri.

Giriş

Et, süt, yumurta, balık gibi çabuk bozulan gıdaların raf ömürleri atmosferik oksijenin varlığında; oksijenin kimyasal etkisi, aerobik mikroorganizmaların gelişimi ve zararlılar nedeniyle kısıtlanmaktadır. Bu faktörlerin her biri tek başına veya birbiri ile bağlantılı olarak renk, tat ve kokuda değişiklikler meydana getirerek gıdaların kalitesinde bozulmaya neden olurlar. Gıdaların bozulması geciktirilerek taze olarak muhafaza edilmesinde en uygun ve etkin yöntem soğukta muhafaza tekniğidir. Ancak soğukta muhafaza tekniklerinin yanında ambalajlama tekniklerinin de uygulanması gıdaların tazeliklerinin daha uzun süre korunmasında giderek artan bir uygulama alanı bulmuştur (Kılınç ve Çaklı, 2001). Son yıllarda soğutulmuş gıda ürünlerinde raf ömrünü artırmaya yönelik yeni gelişmeler kaydedilmiştir. Tüketiciler taze ürünleri hazırlaması kolay olduğu ve katkı maddesi içermedikleri için tercih etmektedirler. Bu günün çalışan tüketicileri için sunulan taze ürünlerin paradan ve zamandan kazandırdığı düşünülmektedir. Taze ürünlerin modifiye atmosfer paketlenmesi ürünlerin raf ömrünü yükselttiği gibi daha kaliteli ürünlerin paketlenmesi, dağıtımı ve depolanmasında gelişimi de sağlamıştır. Modifiye atmosfer paketlemenin başarısı düşük depolama sıcaklıkları, yüksek kalitede taze materyal, CO₂'in kısmi basıncının uygunluğu ve gaz hacminin ürün hacmine oranına bağlıdır (Sivertsvik ve diğ., 2002).

Modifiye Atmosfer Paketleme Prensibi

Havanın yerine belli gaz karışımları ile paketin içerisinde doldurulmasıdır. Modifiye atmosfer paketleme veya gaz değiştirilerek paketleme olarak bilinmektedir. Son yıllarda koruyucu atmosfer paketleme veya koruyucu atmosfer

içerisinde paketlenmiş ifadeleri de kullanılmaktadır. Modifiye atmosfer paketleme kontrollü atmosfer paketleme ile karıştırılmamalıdır. Bunda depolama zamanı boyunca paket içerisinde atmosfer kompozisyonu kontrol edilmektedir. Kontrollü atmosfer paketleme çoğunlukla taşımada ve hasat edilmiş ürünlerin depolanmasında kullanılmaktadır. Vakum paketlemede paket içerisindeki atmosfer uzaklaştırılmaktadır (Sivertsvik ve diğ., 2002). Modifiye atmosfer paketleme fiyatının vakum paketlemenin iki katı olmasının sebebi özel paketleme materyalleri ve gazları gerektirmesidir (Reddy ve diğ., 1992). Modifiye atmosfer paketlemede paketin içerisinde oksijenin elimine edilmesi ve farklı konsantrasyonlarda CO₂ ve N₂ ile doldurulması bununla birlikte buzdolabında uygun depolama şartları aerobik mikroorganizmaların, proteolitik bakterilerin, maya ve küflerin gelişimini inhibe etmektedir (Swiderski ve diğ., 1997). Modifiye atmosfer paketlemenin raf ömrü üzerindeki etkisi; ürün tipine, taze materyalin başlangıç kalitesine, gaz karışımına, depolama sıcaklığına, işleme ve paketleme esnasında hijyene, gaz/ürün hacim oranına ve paketleme materyalinin koruma özelliklerine bağlıdır. (Sivertsvik ve diğ., 2002; Sivertsvik ve diğ., 2003).

Modifiye atmosfer paketlemenin avantajları ve dezavantajları aşağıda verilmiştir (Sivertsvik ve diğ., 2002).

Avantajları

- Raf ömrünü % 50-400 yükseltmesi
- Daha uzun raf ömrü nedeniyle ekonomik kayıpları azaltması
- Dağıtım masraflarını azaltması
- Yüksek kaliteli ürünler sağlanması
- Dilimlenmiş ürünlerin daha kolay ayırımı sağlanması

- Merkezleştirilmiş paketlenme ve porsiyon kontrolü sağlanması
- Geliştirilmiş sunum, ürünün açık bir şekilde görülmesi
- Kimyasal koruyuculara çok az veya hiç ihtiyaç duyulmaması
- İzolasyonlu paketlenme; paketten su kaybı rekontaminasyona karşı koruma
- Kokusuz ve kullanışlı paketlenme

Dezavantajları

- İlave masraf artışı
- Sıcaklık kontrol gerektirmesi
- Her ürün tipi için farklı gaz formülasyonları
- Özel teçhizat eğitim gerektirmesi
- Ürün güvenliğinin sağlanabilmesi
- Paket hacminin yükseltilmesi daha çok gaz kullanımı ve taşıma masraflarını da artırır.
- Paketin açılması ve delinmesi paketin uygunluğunun bozulmasına neden olur.
- Gıdada çözünmüş CO₂ paket bükülmesini sağlamakta su kaybını yükseltmesi

Modifiye Atmosfer Paketlenme Gazları

Modifiye atmosfer paketlenmede kullanılan 3 tip gaz; O₂, N₂ ve CO₂'dir. Çoğu gıda ürünü için bu gazların iki veya üç farklı kombinasyonu ürün ihtiyacına göre seçilerek kullanılır. Genellikle solunum yapmayan ürünler için, mikrobiyal gelişimin olduğu yer en önemli bozulma parametresidir. %30-60 CO₂ kalını saf N₂, hassas ürünler için O₂ veya N₂ ve O₂ kombinasyonu kullanılır. Solunum yapan ürünler için %5 CO₂ ve O₂ ve kalan kısmı N₂ solunum oranını minimize edebilmek için kullanılır. Diğer bazı gazlar karbonmonoksit (kırmızı rengin sağlanmasında), ozon, etilen oksit, nitrous oksit, helyum, neon, argon, propilen oksit, etanol, hidrojen, sülfürdioksit ve klorin çoğu ürünün raf ömrünü artırmak için kullanılmakta buna karşın bu gazların kullanımının ekonomik olmaması yanısıra duyuusal kalite kayıplarına da neden olmaktadır (Sivertsvik ve diğ., 2002). Ayrıca etilen oksit, nitrous oksit ve diğer bakteriyel veya bakteriyostatik gazların taze balıkların korunmasında toksik özellikleri nedeniyle uygun olmadığı belirtilmiştir (Brody, 1989).

Karbondioksit (CO₂)

Karbondioksit bakteriyostatik ve fungistatik özellikler nedeniyle modifiye atmosfer paketlenmiş ürünlerde en önemli gazdır. Çoğu bozulma yapan bakterilerin gelişimini inhibe eder, inhibisyon oranı yükselen karbondioksit konsantrasyonu ile yükselmektedir. CO₂ suda ve yağda hızlı çözülebilir. Çözülebilirliği azalan sıcaklık ile yükselir. (Sivertsvik ve diğ., 2002).

- O₂'nin yerine CO₂ gazının kullanılması aerobik mikroorganizmaların gelişimini inhibe eder.
- CO₂'in karbonik asite hidrasyonu kasın asitlenmesine sebep olmaktadır.
- CO₂ veya onun iyonları bakteriyel hücre geçirgenlik

karakterini değiştirebilir.

- Metabolik oluşum CO₂ varlığından etkilebilmekte ve bunun sonucunda bakteriyel enzimatik aktivite değişmektedir (Lampila, 1991).

Oksijen (O₂)

Modifiye atmosfer paketlenmede mümkün olduğunca az O₂ kullanımı aerobik gelişme yapan bakterilerin gelişimini inhibe etmektedir. O₂ varlığı özellikle somon ve uskumru gibi yağlı balıklarda problemlere sebep olabilmektedir. Buna karşın kırmızı et ürünlerinde yüksek değerlerde O₂ kullanımı etin kırmızı rengini sağlamak içindir. %30 civarında O₂ kullanımı yağsız balık türlerinin su kayıplarını ve renk değişimlerini azaltmaktadır (Sivertsvik ve diğ., 2002).

Azot (N₂)

Azot tatsız, inert ve modifiye atmosfer paketlenmede düşük çözülebilirliği nedeniyle doldurma gazı olarak kullanılır. Azot suda ve yağda çözülemez. Gıda ürünleri içerisinde absorblanmaz. Oksidatif acılaşmayı geciktirmek için O₂ duyarlı ürünlerde O₂ yerine kullanılır ve aerobik mikroorganizmaların gelişimini inhibe eder (Sivertsvik ve diğ., 2002).

Gaz karışımları

Farklı gıdaların paketlenmesinde farklı konsantrasyonlarda gaz karışımları kullanılmaktadır. Bozulma eğer çoğunlukla mikrobiyal ise genellikle en önemli bozulma parametresi gıdalardaki yüksek su aktivitesidir. Karışımdaki CO₂ değeri mümkün olduğunca yüksek olmalıdır. Genellikle %30-60 CO₂ ve %40-70 N₂ uygundur. Gıda ürünleri için en önemli bozulma parametresi oksidatif acılaşmadır. Gaz karışımları O₂ siz olmalıdır. Ürüne bağlı olarak gaz karışımları % 100 azot veya CO₂ / N₂ karışımları oksijene duyarlı ürünler için kullanılır. Solunum yapan gıdalar için, yüksek CO₂ değeri veya çok düşük O₂ konsantrasyonları tercih edilmez. Yaklaşık %5 CO₂ ve O₂'le birlikte yüksek geçirgenliğe sahip paketlenme materyali kullanılır. Modifiye atmosfer paketlenmede doğru gaz karışımlarının kullanılması ürün kalitesinin sağlanması için önemlidir. Paketlenme materyalleri istenen raf ömrüne göre etkili koruma özelliklerine sahiptir. Modifiye atmosfer materyalleri polyester, polietilen, naylon ve polietilen, polivinildiklorid, polipropilen vb. Paketlenme materyallerinin fiyatları koruma özellikleri ile direkt etkilidir. Uygun sıcaklıkta %100 CO₂'li ortamda daha iyi koruma sağlanarak raf ömrü birkaç aya ulaşır. Taze balık ürünü 1°C'de sadece 10 gün dayanır (Sivertsvik ve diğ., 2002).

Balık ve Diğer Su Ürünlerinin Modifiye Atmosfer Paketlenmesi

Balık ve kabuklular yüksek su aktivitesi, nötral pH, istenmeyen koku ve tatların hızlı gelişimine sebep olan otolitik enzimlerin varlığı nedeniyle çabuk bozulurlar. Soğukta depolanan balıkların kalite kayıplarında mikrobiyal aktivite genellikle baskın olup, bazı balık türleri içinde oksidatif aktivitede önemli rol oynamaktadır. Bozulma çoğunlukla sıcaklığa bağlı olup,

düşük depolama sıcaklıkları kullanımı ile inhibe edilebilmektedir. Ürünü çevreleyen atmosfer olarak yüksek CO₂ içeriği ile birlikte düşük depolama sıcaklıkları kullanımı raf ömrünü yükseltir. Modifiye atmosfer paketlemenin balık ve kabuklu su ürünlerinin raf ömrünü arttırdığı gerçektir. Taze balık için raf ömründe %50-100 yükselme gözlenmiştir. Pişirilmiş kabuklular için ideal depolama koşulları altında raf ömründe %100-200 artma sağlanabilmektedir (Sivertsvik ve diğ., 2002).

Balık normal olarak yakalama, taşıma, temizleme, işleme gibi metotlara bağlı olarak mikrobiyal yüke sahip olmaktadır. Mikrobiyal aktivite balık proteinlerinin ve TMAO'nin yıkımına ve istenmeyen balığımsı kokuların (TMA gibi) ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Yüksek değerlerde CO₂ ile paketlenmiş morinalarda en önemli bozulma bakterisi olarak *Photobacterium phosphoreum* (Dalgaard ve diğ., 1993), buzda depolanan balıklarda ise *Shewanella putrefaciens* olarak belirtilmiştir (Gram ve diğ., 1989).

Modifiye atmosfer paketleme taze su ürünlerinin raf ömrünü buzdolabı koşullarında artmasını sağlar. Genellikle modifiye atmosfer paketleme taze su ürünlerinin raf ömrünü balığın kalitesinin uygunluğuna ve işlemeye bağlı olarak 2'ye katlar. CO₂'nin balığın raf ömrü üzerine etkisi 1930'lu yıllarda araştırılmaya başlandı. %100 CO₂'de depolanan balıklarda aynı sıcaklıkta havada tutulana göre 2-3 kat daha uzun olduğunu göstermiştir. Bozulma yapan bakteriler; *Achromobacter*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Micrococcus* ve *Bacillus*'un gelişimi yüksek konsantrasyonda CO₂ ile inhibe edilebilmektedir. %40-60 CO₂ konsantrasyonu değerlerinde uygun sonuçlar belirtilmiştir. %100 CO₂ ve 10°C'de en etkili olduğu bulunmuştur. CO₂ %20 konsantrasyonun altında bozulma yapan bakterilerin gelişimini önler, paket içerisindeki oksijen uzaklaştırıldığı için oksidatif acılaştırma azalmaktadır. Paketlenmiş balıkta oksijenin yerine azot ve karbondioksit kullanımı botulizm tehlikesini azalttığı belirtilmiştir. *C. botulinum* taze balıkta yüksek sıcaklıklarda sıcaklık değişimi (30-35°C) O₂ ve CO₂ varlığında gelişmektedir (Brody, 1989).

Modifiye atmosfer koşullarında depolama daha düşük miyogloblin içeriği nedeniyle su ürünleri için, kırmızı etlere nazaran daha uygundur. Kırmızı etlerde >%20 CO₂ varlığında (kahverengileşme) renk değişimi meydana gelmektedir (Lampila, 1991). Modifiye atmosfer paketlemede sıcaklık kontrolü en önemli uygulamadır. Çünkü *C. botulinum*'un 3.3°C'yi aşan sıcaklıklarda gelişebildiği bilinmektedir. Bu nedenle MAP ürünlerin <1°C sıcaklıklarda depolanması tavsiye edilmektedir. Beyaz balık, karides ve taraklarda %40 CO₂/% 30 N₂/% 30 O₂ gaz karışımında paketlemenin en iyi sonuç verdiği belirtilmiştir. Yağlı balıklar için örneğin; somon, alabalık, ringa, uskumru ve tütsülenmiş balık ürünlerinde %60 CO₂/%30 N₂ gaz karışımında paketleme en uygundur (Lampila, 1991).

Modifiye atmosfer paketlenmiş taze balıkların raf ömrünün belirlenmesi ve mikrobiyal aktivite üzerine yapılan bir çalışmada bozulma yapan mikroorganizmaların gelişimine bağlı olarak raf ömrünün değiştiği bildirilmiştir. *Shewanella putrefaciens* ve *Photobacterium phosphoreum*'un üzerine

CO₂'nin etkisi araştırılmıştır. Paketlenmiş morina balıklarının değişik konsantrasyonlarda CO₂'li ortamda paketlenmelerinde *Photobacterium phosphoreum*'un gelişimine CO₂'nin etkisi olduğu belirtilmiştir (Dalgaard, 1995).

%60 CO₂, %30 O₂, %10 N₂ gaz karışımında modifiye atmosfer paketlenmiş morina filetolarından *Shewanella* türlerinin 2 izolatu izole edilmiştir. Deniz balıklarının modifiye atmosfer paketlenmesi %10 O₂ ile birlikte %50 CO₂ kullanıldığında *S. putrefaciens* lerin TMAO'yu indirgeyen aktivitesini ve gelişimini inhibe edebilmektedir. *Shewanella* benzeri izolatların TMAO'yu indirgeyen aktivitesi ve gelişimi yüksek oranlarda CO₂ ile birlikte mümkün olduğunca yüksek oranlarda O₂ kullanıldığında inhibe edilebilmektedir. *Shewanella* türlerinin TMA üretimini önlemek için %60-70 CO₂ ve %30-40 O₂ birleşimi tavsiye edilmektedir (Boskou ve Debevere, 1997).

%50 CO₂, %45 N₂ ve %5 O₂ gaz karışımlarının mezgit dilimleri üzerine etkisi incelenmiş, ayrıca modifiye atmosfer paketlemeden önce %5 NaCl çözeltisinde 5 dakika bekletmenin etkisi araştırılmıştır. Modifiye atmosfer paketlenmiş örnekler depolamanın 14. gününden sonra reddedilmesine karşın, NaCl'ye daldırılmış örneklerde nötral koku saptanmıştır. Kontrol örnekleri modifiye atmosfer paketlenmiş örneklerden 1 hafta önce ret edilmiştir. Fosfatlar buzda depolanan balıklarda gram negatif bakterilerin gelişimini inhibe edebilmektedir. Polifosfatlar modifiye atmosfer koşulları altında depolanan balıklarda su kayıplarını azaltır. Sodyum laktat balık filetolarının bozulmasını ve *L. monocytogenes* ve *Pseudomonas fragi* gelişimi baskılar. Potasyum sorbat modifiye atmosfer paketlenmiş balık kaslarındaki patojenlerin gelişimini inhibe etmektedir. NaCl çözeltisine daldırma modifiye atmosferde kas yapısı ve rengi korumaktadır (Pastoriza ve diğ., 1998).

Taze ve pişirilmiş surimi nuggetlerin de *L. monocytogenes* gelişiminin kontrolünde modifiye atmosfer paketlemenin etkisi olmadığı belirtilmiştir. Modifiye atmosfer paketleme koşulları altında paketlenen ve *L. Monocytogenes*'le kontamine olmuş ürünler halk sağlığı açısından tüketicilere risk oluşturmaktadır. %100 CO₂ tek başına veya O₂ absorbantı ile *L.monocytogenes* gelişimi geciktirilir. Modifiye atmosfer paketlenmiş ürünlerin güvenliğinin sağlanması için yüksek basınç uygulamaları, bakteriosinler, su aktivitesinin azaltılması gibi ilave korumaların etkisi sağlanmalıdır (Lyver ve diğ., 1998).

%40-60 CO₂, %40-60 N₂ ve hiç O₂ içermeyen gaz karışımı yağlı balıklar için tavsiye edilir. Çünkü yağlı balıklarda doymamış yağların oksidatif acılaştırmasının sonucu istenmeyen tat ve kokular meydana gelmektedir. Beyaz balık, kabuklu ve yumuşakçalar için %40 CO₂/%30 O₂/%30 N₂ veya %40 CO₂/%60 N₂ tavsiye edilmektedir. CO₂ değeri ve gaz/ürün hacim oranı raf ömrünün artırılmasında önemli faktördür. %30 O₂ kullanımı pakette su kayıplarını azaltır. Taze balıkların bütün tipleri için O₂ siz gaz karışımları kullanılabilir. Taze balıkların modifiye atmosfer paketlemesi (3:1) oranında oranında (gaz/ürün) tavsiye edilmektedir. Aerobik bozulma bakterilerinin inhibisyonu için CO₂ gereklidir

(*Pseudomonas* türleri ve *Acinetobacter/Moraxella* türleri). En yüksek kalitede balık ve su ürünlerinin raf ömrünün artırılmasında modifiye atmosfer paketleme avantaj sağlar. Raf ömrü türlere, yağ içeriğine, başlangıç mikrobiyal yüküne, gaz karışımına ve depolama sıcaklığına bağlıdır. Balık ve su ürünlerinin raf ömrünün artırılması ve güvenliğin sağlanmasında balığın yakalanmasından tüketiciye kadar ki aşamada soğukta depolama, iyi hijyen, ve işleme uygulamaları tavsiye edilmektedir (Sivertsvik ve diğ., 2002).

%60 CO₂, %40 N₂ ile modifiye atmosfer paketlenmiş ve vakum paketlenmiş sardalyalar 4°C'de 15 güne kadar depolanmıştır. Sardalyaların raf ömrünün modifiye atmosfer paketlenmede 12 gün, vakum paketlenmede 9 gün ve paketlenmeden depolandığında ise 3 gündür (Özoğul ve diğ., 2004).

Modifiye atmosfer paketlenmiş taraklar (*Pecten alba*) 4°C'de 22 gün raf ömrüne sahipken paketlenmeden depolanan tarakların raf ömrü 10 gündür (Bremner ve Statham, 1987). Taraklar (*Pecten maximus*) %40 CO₂, %30 N₂, %30 O₂ koşullarında modifiye atmosfer paketlenmelerinde 5°C'de raf ömrü 4 gün iken, 0°C'de 7 gündür (Cann ve diğ., 1985). %40 CO₂, %30 N₂, %30 O₂ atmosferde paketlenen pişirilmiş yengeç 0°C'de 10 gün, 5°C'de 6 gün raf ömrüne sahiptir. Modifiye atmosferde depolamanın *S. putrefaciens* ve *Brochothrix thermosphacta*'nın gelişimi üzerine inhibe edici etkisi olduğu belirtilmiştir (Cann ve diğ., 1983). %80 CO₂ ve %20 O₂ koşullarında paketlenen pişirilmiş tatlı su kerevetinin (*Pacifastacus leniusculus*) 4°C'de 14 gün depolamadan sonra bile amonyak ve trimetilamin değerleri sabit kalmıştır (Wang ve Brown, 1983).

Sıcak tütsülenmiş uskumru balıkları %40 CO₂, %30 N₂, %30 O₂'de 0°C'de raf ömrü 8 gün iken, %60 CO₂ ve %40 N₂ atmosferde paketlenmelerinde 0°C'de raf ömrü 16 gündür. O₂ içeren atmosferde paketlenen sıcak tütsülenmiş uskumru balıklarında raf ömrünün daha kısa olmasının sebebi oksidatif acılaştırmanın meydana gelmesidir (Cann ve diğ., 1983).

Modifiye Atmosfer Paketlenen Ürünlerin Güvenliği

Yüksek CO₂ değerleri balık kasında çoğunlukla bozulmadan sorumlu gram negatif aerobik bakterilerin gelişimini inhibe etmektedir (Farber, 1991). Buna karşın paket içerisinde bulunan gaz atmosfer rekabetçi florayı ortadan kaldırdığı için *Listeria* gibi bakterilerin gelişimine olanak sağlayabilir. Çünkü belli mikroorganizmalar buzdolabı sıcaklıklarında gelişebilmektedir. Bu mikroorganizmalar mikrobiyolojik güvenlik açısından oldukça önemlidir. Gıdalarda 5°C'nin altında gelişen 5 patojen bakteri olduğu bilinmektedir. Bunlar *Clostridium botulinum*, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, enterotoksijenik *E.coli* ve *Aeromonas hydrophila* dır. Diğer 5 patojen bakteri ise 5°C'nin üstündeki sıcaklıklarda (*Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella*, türleri, *Vibrio parahaemolyticus* ve *Bacillus cereus*) gelişebilmektedir (Devlieghere ve diğ., 2000). Harrison ve diğ. (2000) Modifiye atmosfer paketlenmiş gıdaların <4°C'nin altında depolanmasının *Y. enterocolitica*

açısından gıda güvenliğinin sağlanmasında önemli olduğu belirtilmiştir. Modifiye atmosfer paketlenmiş ürünler iki kategoriye ayrılmaktadır. Birinci kategori ısı işlem uygulanmaksızın tüketilen yemeğe hazır ürünlerdir (Örneğin tütsülenmiş somon, kürlenmiş et gibi). İkinci kategori tüketilmeden önce bütün vejetatif patojenleri öldürmek için etkili bir ısı uygulama işlemi vardır (Örneğin taze balıklar gibi). Güvenlik açısından patojen mikroorganizmalar birinci kategoride daha önemlidir. Bu nedenle depolama sıcaklıkları kati bir şekilde kontrol edilmelidir. Çünkü patojen mikroorganizmalar soğuk derecelerde çoğalabilmektedir (örneğin *Listeria monocytogenes*), kimi mikroorganizmalarda anaerobik koşullarda çoğalabilmektedir (örneğin psikrotrofik *Clostridium botulinum*). Soğuk derecelerde CO₂ le zenginleştirilmiş atmosferde paketleme çoğu patojenlerin gelişimini inhibe etmektedir fakat modifiye atmosfer ve soğukta depolama tek başına *Listeria monocytogenes* in gelişiminin kontrolü için etkili değildir (Sivertsvik ve diğ., 2002).

Depolama sıcaklığı ve raf ömrü 10°C'nin altında ve 10 gün olduğunda risk çok düşüktür. 10 günden daha çok depolanan ve ısı işlemi uygulanmayan ürünlerde *Clostridium botulinum* riskine karşı pH <5, su aktivitesi <0.97 ve >5% tuz psikrotrofik *C.botulinum*'un gelişiminin önlenmesi için gereklidir. Birçok gıda zehirlenmesi yapan bakteri kurutulmuş ürünlerde canlı kalabilmektedir, çoğunlukla baharatlarda katkı maddesi olarak yüksek su aktivitesine sahip gıdalarda kullanıldığında tehlikeli olabilmektedir. Gıda zehirlenmeleri tehlikelerini en aza indirmek için standartlara uygun hijyen ve işleme gerçekleştirilmelidir (Reddy ve diğ., 1992; Sivertsvik ve diğ., 2002).

Modifiye atmosfer paketlenmenin çok sayıda gıdaların raf ömrünü artırdığı gerçektir. Fakat modifiye atmosfer paketlenme teknolojisi sınırlamalara sahiptir. Taze materyaller sağlıklı olmalı, işleme ve paketlenme esnasında kross-kontaminasyonun önlenmesi için önlemler alınmalıdır. Kontaminasyonun direkt ve indirekt kaynakları izlenmeli ve kontrol edilmelidir. Hijyenik çalışma koşulları sağlanmalıdır. Tehlikeyi azaltmak için kalite güvenlik sistemini içeren HACCP kurulmalıdır. Modifiye atmosfer paketlenmiş ürünlerin güvenliğinin sağlanmasında üretim hattı boyunca HACCP güvenlik sistemine uyulmalıdır. Üretim zinciri boyunca sıcaklık kontrolü yapılmalıdır. Modifiye atmosfer paketlenmiş ürünler için soğuk depolar, dağıtım araçları ve kabinler etkili buzdolabı sıcaklığında donatılmalıdır (Constantin, 1985; Sivertsvik ve diğ., 2002).

Sonuç

- Uygun gazların kullanımı ile modifiye atmosfer paketlenme taze ve işlenmiş su ürünlerinin raf ömrünü artırmaktadır.
- Modifiye atmosfer paketlenmiş su ürünlerinin depolama sıcaklığına dikkat edilmeli ve sürekli kontrol altında tutulmalıdır.
- Modifiye atmosfer paketlenmenin yanı sıra diğer gelişmiş tekniklerin kullanılması patojen mikroorganizmaların gelişiminin kontrolü ve güvenli ürün sağlanması

açısından oldukça önemlidir.

- Modifiye atmosfer paketlenmiş ürünlerin güvenliğinin sağlanmasında üretim hattı boyunca HACCP kurallarına uyulmalıdır.

Kaynakça

- Boskou, G., J. Debevere, 1997. Reduction of trimethylamine oxide by *Shewanella spp.* Under modified atmospheres in vitro. Food Microbiology, 14: 543- 553.
- Bremner, H. A., J. A. Statham, 1987. Packaging in CO₂ extends shelflife of scallops. Food Technol. Aust., 39: 177-179.
- Brody, A. L., 1989. Modified Atmosphere Packaging of seafoods, p. 59-65. In: Brody A.L. Food and nutrition Press, Inc. Trumbull, Connecticut 06611, USA. Controlled/ Modified Atmosphere/ Vacuum packaging of foods.
- Cann, D. C., G. L. Smith, N. G. Houston, 1983. Further studies on marine fish stored under modified atmosphere packaging. Torry Research Station Aberdeen, U.K.
- Cann, D. C., N. C. Houston, L. Y. Taylor, G. Stroud, J. C. Early, G. L. Smith, 1985. Studies of shellfish packed and stored under a modified atmosphere. Torry Research Station, Aberdeen, U.K.
- Constantin, A. G., 1985. Microbial and safety implications of the use of modified atmospheres to extend the storage life of fresh meat and fish. International Journal of Food Microbiology, 1 (5): 237-251.
- Dalgaard, P., L. Gram, H. H. Huss, 1993. Spoilage and shelf- life of cod fillets packed in vacuum or modified atmospheres. International Journal of Food Microbiology, 19: 283-294.
- Dalgaard, P., 1995. Qualitative and quantitative characterization of spoilage bacteria from packed fish. Int. J. Food Microbiol. 26: 319-333.
- Devlieghere, F., I. Lefevere, A. Magnin, J. Debavere, 2000. Growth of *Aeromonas hydrophila* modified atmosphere packed cooked meat products. Food Microbiology, 17: 185-196. in.
- Farber, J. M., 1991. Microbiological aspects of modified-atmosphere packaging technology. A review. Journal of Food Protection. 54: 58-70.
- Gram, L., G. Trolle, H. H. Huss, 1989. Detection of specific spoilage bacteria from fish stored at low (0°C) and high (20°C) temperatures. International Journal of Food Microbiology. 4: 65-72.
- Harrison, W. A., A. C. Peters, L. M. Fielding, 2000. Growth of *Listeria monocytogenes* and *Yersinia enterocolitica* colonies under modified atmosphere at 4 and 8°C using a model food system. J. Appl. Microbiol. 88: 38-43.
- Kılınç, B., Ş. Çaklı, 2001. Packaging technics, the effects on microbial flora of fish and shellfish. (In Turkish). E.Ü. Journal of Fisheries&Aquatic Sciences 18 (1/2) : 279-291.
- Lampila, L. E., (1991). Modified Atmosphere packaging, p. 373-393. In: Ward D.R. and Hackney C. Microbiology of Marine Food Products. An AVI Book. Published by Van Nostrand Reinhold NewYork.
- Lyver, A., J. P. Smith, I. Tarte, J. M. Farber, F. M. Nattress, 1998. Challenge studies with *Listeria monocytogenes* in a value-added seafood product stored under modified atmospheres. Food Microbiology, 15: 379- 389.
- Pastoriza, L., G. Sampedro, J. J. Herrera, M. L. Cabo, 1998. Influence of sodium chloride and modified atmosphere packaging on microbiological, chemical and sensorial properties in ice storage of slices of hake (*Merluccius merluccius*) Food Chemistry, 61 (1/2): 23-28.
- Reddy, N. R., D. J. Armstrong, E. J. Rhodehamel, D. A. Kauter, 1992. Shelf-life extension and safety conders about fresh fishery products packaged under modified atmospheres: a review. J. Food Safety 12: 87-118.
- Özoğul, F., A. Polat, Y. Özoğul, 2004. The effects of modified atmosphere packaging and vacuum packaging on chemical, sensory and microbiological changes of sardines. Food Chemistry, 85 (1): 49-57.
- Wang, M. Y., W. D. Brown, 1983. Effects of elevated carbon dioxide atmosphere on the microbial flora of rock cod. Appied Environmental Microbiology, 52: 727-735.
- Sivertsvik, M., J. T. Rosnes, H. Bergslin, 2002. Modified Atmposphere packaging, p.61-86. In: T. Ohlsson and N. Bengtsson Minimal Processing technologies in the food industry. CRC Press Boca Raton Boston NewYork Washington, DC.
- Sivertsvik, M., J. T. Rosnes, W. K. Jeksrud, 2003. Solubility and absorption rate of carbon dioxide into non-respiring foods. Part 2: Raw fish fillets. J. Food Engineering. doi:10.1016/j.foodeng.2003.09.004.
- Swiderski, F., S. Russel, B. Waszkiewicz-Robak, E. Cholewinska, 1997. Evaluation of vacuum-packaged poultry meat and its products. J. Sci. Food Agric. 48: 193-200.