

Paketleme Tekniklerinin Balık ve Kabuklu Su Ürünleri Mikrobiyal Florası Üzerine Etkileri

Berna Kılınç, Şükran Çaklı

Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Bornova, İzmir, Türkiye

Abstract: *Packaging technics, the effects on microbial flora of fish and shellfish.* The shelf life of many perishable foods, such as meat, eggs, fish, poultry is limited in the presence of atmospheric oxygen due to three important factors; the chemical effect of atmospheric oxygen, the growth of aerobic spoilage microorganisms and and attack by insect pests. These factors individual or related eachother results in changes in colour, flavour and odour, and leads to an overall deterioration in food quality. Chilled storage is more suitable and effective method to slow down or inhibit deteriorative changes in foods. So, the usage of packaging technics together with chilled storage leads to foods more stable than the others and its importance increases day by day.

In this study packaging technics and usage areas in foods have been discussed. And It has been given a lot of examples about the effects of packaging technics on microbial quality. Comparison of data from different studies is often difficult because of differences in the starting quality of the harvested fish, the type of microflora associated with the fish, the gas mixtures and packaging materials, the storage temperatures that applicated and the types of analysis (chemical,microbiological and sensory) performed.

Key Words : Packaging , microbiological quality

Özet: 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 herbiri tek başına veya birbiri ile bağlantılı olarak renk, tat ve koku da 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 uygulamasının yanında ambalajlama tekniklerinde uygulanması gıdaların tazeliklerinin daha uzun süre korunmasında giderek artan bir uygulama alanı bulmuştur. Bu çalışmada paketleme tekniklerinden ve gıdalardaki kullanım alanlarından bahsedilmiştir. Ayrıca paketleme işlemlerinin balık ve kabuklu su ürünleri mikrobiyal florası üzerine etkisi konusunda yapılmış çalışmalardan çok sayıda örnekler verilmiştir. Balıklar ve kabuklu su ürünleri için seçilen paketleme çeşidi, hasat edilen balıkların başlangıç kalitesindeki farklılıklar, balık ve kabuklu çeşidine göre değişen mikroflora tipi, paketlemede kullanılan gaz karışımları ve paketleme materyalleri, depolama sıcaklıkları ve kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal olarak uygulanan analiz tiplerindeki farklılıklara göre değişmektedir.

Anahtar Kelimeler: Paketleme, mikrobiyal kalite

Giriş

Et, süt, yumurta ,balık, kanatlı eti gibi çabuk bozulan gıdaların raf ömürleri atmosferik O₂ nin varlığında üç önemli faktör nedeniyle kısıtlanmaktadır.

1. Atmosferik O₂ nin kimyasal etkisi
2. Aerobik mikroorganizmaların gelişimi

3. Zararlılar

Bu faktörlerin herbiri tek başına veya birbiri ile bağlantılı olarak renk, tat ve kokuda değişiklikler meydana getirerek yiyeceklerin kalitesinde bozulmaya neden olurlar. Gıdaların bozulması geciktirilerek taze olarak muhafaza edilmesinde en uygun ve etkin yöntem soğukta muhafaza

teknikiğidir. Ancak soğukta muhafaza uygulamasının yanında ambalajlama tekniklerinin de uygulanması gıdaların tazeliklerinin daha uzun süre korunmasında giderek artan bir uygulama alanı bulmuştur.

Yiyecek işleme / paketlenme teknolojileri dört grup altında toplanmıştır.

1. Aseptik/yüksek sıcaklıkta (UHT) paketlenme
2. Mikrodalgaya ile pişirilebilen yiyecekleri paketlenme
3. Kontrollü/modifiye atmosfer paketlenme
4. (Sous-vide) Vakum pişirme teknolojisi

1. Aseptik / yüksek sıcaklıkta paketlenme:

Isı sterilizasyonu mikrobiyal ve enzimatik aktiviteyi yok etmek için etkili bir biçimde yüksek sıcaklıkta uzun süre gıdaların ısıtılmasıdır. Bunun sonucunda gıdaların raf ömrü en azından 6-12 aya uzamaktadır. Katı ve sıvı yiyeceklerin sterilizasyonunda en çok kullanılan bu metoda, kaplar içerisindeki sterilizasyona örnek olarak konserve verilmektedir. Buna karşın gıdaların kaplar içerisinde sterilizasyonu ile ilgili olarak dezavantajlar arasında kaplar içerisinde merkezi ısının düşük değerinde olması, uzun işleme zamanı, ürünün duyuşal ve besinsel karakteristiklerinin zarar görmesi, düşük verimlilik ve yüksek enerji fiyatları sayılmaktadır. Steril koşullar altında ön sterilize kapların içerisinde doldurulmadan önce ürünler daha kısa zamanda yüksek sıcaklıkta sterilize edilebilmektedir. Bu yapı, steril koşullar altında yapılan ve ayrı ayrı sterilize edilen paketlenme materyali ve yiyecekte aseptik paketlenme ve yüksek sıcaklıkta (UHT) işlemenin temelini oluşturmaktadır. Aseptik işleme 1940'lı yılların başlangıcında geliştirilmiş Avrupa ve Japonya'da başarılı bir şekilde kullanılmıştır. 1981'de paketlenme sterilizasyonu için hidrojen peroksit kullanımıyla termal işleme tekniği olarak

Kuzey Amerika'da hızlı bir şekilde önem kazanmıştır. Bu işlem uzun zamandır sıvı ürünlerin çoğunu sterilize etmek için başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Örneğin, süt, meyve suları ve konsantreleri, krema, yoğurt salata sosları, yumurta ve dondurma gibi gıda maddelerinde kullanılmaktadır. 'High barrier' plastik paketlenme materyalleri, aseptik işleme ve doldurma teknolojilerindeki gelişmeler nedeniyle farklı yarı katı, yapışkan, asidik ve düşük asitli yiyeceklerin sterilizasyonu da gerçekleştirilmiştir. Bebek yiyecekleri, domates salçaları, sebzeler, meyveler, çorbaların hepsi aseptik olarak işlenebilmektedir. Aseptik paketlenmede katı, yarı katı ve esnek paketlenme kaplarının hepsi kullanılmıştır. Aseptik paketlenmede kullanılan temel paketlenme materyalleri içerisinde metal plaka, folyo, cam, plastik filmler ve kağıt gelmektedir. Paketlenme materyallerinin herbiri doldurulmadan önce steril edilmelidir. Paketlenme materyallerinin sterilizasyonu için en çok kullanılan metodlar arasında buhar, sıcak hava, UV, radyasyon kullanımı yer almaktadır.

Aseptik sterilizasyonun avantajları:

1. İşleme koşulları kapların boyutlarına bağlıdır. Bu yüzden oldukça geniş kaplar kullanılabilir.
2. İşlemler otomatik olarak yapıldığı için sonucunda daha yüksek verimlilik elde edilir.
3. İşlem daha etkili enerjiye sahip ve daha az pahalıdır.
4. Paketlenme fiyatları daha düşüktür.
5. UHT paketlenmiş sütün taşıma, depolama fiyatları ve dağıtım fiyatları pastörize edilmiş sütün gerektirdiklerinden daha azdır.

Aseptik sterilizasyonun dezavantajları:

1. Dolduran makinalarda yüzeylerin ve havanın sterilliğini koruma.
2. Personel ve teknisyenlerde daha çok

ustalık gerektirmesi.

3.Katı yiyeceklerin büyük parçalarının sterilizasyonu ile ilgili olarak işleme problemleri.

4.Steril paketleme materyalleri için işleme fabrikasında meydana gelen karmaşalık.

5.Paketleme materyali yoluyla O₂'nin içine işlemesinden veya paketten O₂'nin uzaklaştırılmasında başarısızlıklardan dolayı oksidatif bozulma problemleri artabilir

2. Mikrodalga ile pişirilebilen yiyecekleri paketleme:

Mikrodalga pişirme yiyecek hazırlama sisteminin bir parçası haline gelmiştir. 1970'li yıllarda tüketicilerin başvurularıyla başlayan mikrodalga fırınlarının popülerliği daha sonrada gelişmiştir. Mikrodalga ısıtma elektronik veya radyo frekans ısıtmanın bir şeklidir. Mikrodalga işleyebilen önemli paketleme materyalleri 'paperboard'; mikrodalga geçişini kolaylaştırarak paket içerisinde direkt olarak yiyecekleri ısıtmak ve pişirmek için kullanılmaktadır.

3. Modifiye atmosfer paketleme:

Yiyecek ürünlerini gaz geçirmeyen materyalde kaplama ,gazlı ortamda yavaş solunum nedeniyle mikrobiyal gelişimin azalması ve enzimatik bozulmanın yavaşlatılması ile raf ömrü artırılması amaçlanır. Bu gibi değişiklikler genellikle paket içerisindeki havanın O₂ içeriğinin azalması, CO₂ ve N₂ değerlerinin artması ile sonuçlanır.Yiyeceklerin raf ömrünü artırmak için modifiye atmosfer kullanımı yiyecek korumasında yeni bir görüş değildir. 19. yüzyılda bilim adamları CO₂ değerinin yükselmesi ve O₂ değerinin azaltılması çabuk bozulan yiyeceklerde katabolik reaksiyonların yavaşladığı ve aerobik mikroorganizmaların gelişiminin azaldığını keşfetmişlerdir. 1920 - 1930'lu yıllarda meyve, sebze, balık ve etin raf ömrünü artırmak için modifiye atmosfer kullanımı üzerine temel çalışmalar

yürütülmüştür (Smith ve diğ.,1990).

Gıdaların muhafazasında modifiye atmosfer veya gazlı atmosferde paketleme dört yöntem uygulanmaktadır.

1.Vakum paketleme

2.Paket içerisine belirli gaz karışımının doldurulması (aktif yöntem)

3.Pasif yöntem

4.Atmosfer modifiye edicilerin kullanılmasıdır .

Vakum paketleme bir tür pasif modifiye atmosfer yöntemidir. Bu işlemde paket içerisindeki hava vakumla boşaltılır ve kapatılır. Bu yöntem genellikle et ürünlerinin muhafazasında kullanılmaktadır. Vakum paketlemede vakum içerisinde çok az da olsa bir miktar O₂ kalır. Ancak paket kalan düşük orandaki O₂ kısa sürede aerobik ve mikroaerofilik mikroorganizmalarca kullanılır ve CO₂ üretilir (Göktan,1990; Ünlütürk ve Turantaş, 1998). İyi vakum paketleme koşulları altında O₂ % 1'den daha aşağı azaltılırken, doku ve mikrobiyal solunumdan üretilen CO₂ değeri paket içerisinde %10-20'ye yükselir. Bu koşulları gösteren bazı çalışmalarda düşük O₂ miktarı ve CO₂'in yükselmesi etlerde bozulma yapan aerobik mikroorganizmaların özellikle *Pseudomonas* ve *Alteromonas* türlerinin gelişimini önleyerek taze etin raf ömrünü artırır. Vakum paketlenmiş et ve et ürünlerinde pH ve su aktivitesi gibi diğer faktörlere de bağlı olarak *Lactobacillus* türleri, anaerobik ve fakültatif türler gelişebilir. İşlenmiş ve taze ürünlerin raf ömrünü artırmak için et endüstrisinde oldukça yaygın kullanılmasına rağmen pizza,pasta veya fırın mamülleri için kullanılamaz (Smith ve diğ., 1990). Aktif yöntemde paket içerisine gaz karışımı iki şekilde doldurulabilir. Birinci yöntemde paket vakumlandıktan sonra arzu edilen gaz karışımı ile doldurulur. İkinci yöntemde ise paket içerisindeki hava arzu edilen gaz karışımı ile yıkanmak suretiyle doldu-

rulur. Modifiye atmosferde muhafazada uygulanan diğer bir yöntemde pasif yöntemdir. Pasif yöntemde gıda uygun bir paket materyali ile paketlenen paket içerisinde atmosferdeki gazlar gıdanın solunumu sonucu kendiliğinden bir dengeye ulaşır. Pasif yöntem aktif yöntemle kıyasla yavaş bir yöntemdir. Ancak daha ekonomik olması nedeniyle özellikle son yıllarda çabuk bozulan meyve ve sebzeler için geçirgen paket materyalleri kullanılmak suretiyle uygulamaya başlanmıştır (Ünlütürk ve Turantaş, 1998). Gaz paketleme vakum paketleme teknolojisinin basit bir şekilde genişletilmiştir. Bu teknikte paket içerisindeki hava uzaklaştırılarak yerine gaz karışımı doldurulur. Paket içerisindeki gaz basıncı genellikle 1 atm'dir. Gaz paketlemede en çok kullanılan gazlar N₂, O₂ ve CO₂'dir. N₂ inert gaz olup ürün üzerinde etkiye ve antimikrobiyal özelliklere sahip değildir. Ürün içerisine paketin yapışmasını önlemek için doldurucu olarak kullanılmaktadır. O₂ genellikle gaz karışımında kullanılmaktan kaçınılır. Sebze ve meyveler gibi paketlemeden sonra solunumu devam eden ürünlerde ve etin tazeliğinin korunmasında gaz paketleme kullanılmaktadır. Gaz karışımları içerisinde en önemlisi CO₂ tir. CO₂ hem bakteriostatik hem de fungistatiktir. Bazı faktörler CO₂'in antimikrobiyal etkisini etkilemektedir. Bunlar, mikrobiyal yük, gaz konsantrasyonu, sıcaklık ve paketleme film geçirgenliğidir. Gıda maddesinde bulunan mikroorganizmaların sayıları ve tipleri de CO₂ in antimikrobiyal etkisinden etkilenmektedir. CO₂ aerobik mikroorganizmalara karşı en etkilidir. Buna karşın bazı bakteriler örneğin *Brochothrix thermosphacta* %75 CO₂'e tolerans gösterebilmektedir. Ayrıca laktik asit bakterileri %100 CO₂'te gelişebilmektedir. Bakteri popülasyonlarının yaşta CO₂ in inhibe edici etkilerini, depolama

sıcaklığında CO₂ in mikrobiyal aktivitesini etkiler. Düşük depolama sıcaklığında CO₂'in antimikrobiyal etkisi oldukça fazladır fakat yüksek sıcaklıklarda daha az etkilidir. CO₂'in antimikrobiyal etkisini etkileyen en önemli faktörlerden biri geçirgen film ile paketlenmez. Taze sığır ve domuz etleri %10 N₂, %20 CO₂ ve %70 O₂'le paketlenen zaman iyi mikrobiyal koşullarda ise buzdolabı koşulları altında tutulduğunda raf ömrü 10-12 gündür. Balıklarda karboksilik asitler, alkoller, ketonlar ve düşük moleküler ağırlığında aldehitlerin oluşumu oksidatif değişikliklere neden olabilmektedir. Uskumru'da %1 ile maximum %20'ye kadar değişen yağ içeriğine bağlı olarak balıklar için gaz karışımı kullanılmaktadır. Yağ içeriği düşük balıklar %40 O₂, %60 CO₂'te paketlenirken yüksek yağ içeren balıklar uskumru ve ringa gibi acılaşıma problemlerinin önlenmesi için O₂'siz ortamda paketlenmesi gerekmektedir.

Modifiye atmosfer depolamada et, balık, kanatlı etlerinde meydana gelen değişiklikler:

- a-Enzimatik işlemler: Etkilenmemiştir.
- b-Mikrobiyal bozulma: Hücre içi pH'nın azalması ve membranların içine işlenmesiyle aerobik bozulma yapan psikrotrofların gelişimi CO₂'in yükselmesiyle azalmaktadır.
- c-Yağ oksidasyonu: Düşük O₂'de oksidasyon hala meydana gelebilmesine rağmen azalan O₂ değerleri yağların oksidasyonunu da azaltır.
- d.-Miyogloblin'in oksidasyonu: CO₂ oranının yükselmesi metmiyogloblin'in oluşumu ve rengin koyulaşmasına neden olur. Ürünlerin raf ömrü üzerinde gaz paketlemenin daha büyük etkisi olduğu bir gerçektir. Et ürünleri açısından, hava paketlenmiş ürünler ile karşılaştırıldığında raf ömrü üç kat artabilmektedir. Soğukta depolama ile birlikte sadece gaz paketlemenin çoğu kas yiyecekleri için uygun olduğu fakat daha sonraki yıllarda

gaz paketlemenin uygun sıcaklıkta depolanan fırın mamüllerinin küf oluşmaksızın raf ömrünü artırdığı bildirilmiştir.CO₂ ve azot (60:40) gaz karışımı kullanmanın fırın mamüllerinin raf ömrünü küf oluşmaksızın oda sıcaklığında 1-3 ay veya daha fazla artırmıştır. 1980'li yılların sonlarında Avrupa'da 200'den daha fazla fırın mamülleri üreten fırında gaz paketleme teknolojisi kullanılarak dilimlenmiş ekmeklerin, pizzaların, keklerin küf oluşmaksızın raf ömrü artırılarak kalitelerinin korunması sağlanmıştır. Daha sonraki yıllarda gaz paketleme taze pasta, peynir, pirinç, fıstık, salata, sandviç'lerin raf ömrünü artırmak için kullanılmıştır.

Gaz paketlenmiş ürünlerin avantajları ve dezavantajları:

Avantajlar

- Raf ömründe yükselme
- Marketlerin artışı.
- Daha düşük üretim ve depolama fiyatları.
- Taze görünüş
- Dilimlerin kolay ayrılması

Dezavantajlar

- Paketlemenin yüksek fiyatı; malzemeler, filmler vs.
- Et pigmentlerinin renk değişimi
- Sızıntı
- Fermantasyon ve şişme
- Halk sağlığı önemi açısından organizmanın potansiyel gelişimi (Smith ve diğ.,1990).

Atmosfer modifiye (absorbe) edicilerin kullanılması: Vakum /gaz paketleme yiyeceklerin kalitesini koruma ve raf ömrünü artırmaya rağmen, bu gibi paketlenmiş ürünlerde paket içerisindeki az miktarda kalmış O₂ e bağlı olarak hala aerobik bozulma meydana gelebilir.Yapılan bazı çalışmalarda aerobik *Pseudomonas* türleri *Aspergillus* ve *Penicillium* türlerinin %1-2 O₂ bulunan

ortamda gelişebildikleri görülmüştür.Ayrıca bu türler CO₂'in yükseltilmiş değerlerinde bile görülmektedir. Çalışmalarda aerobik mikroorganizmaların paket içerisinde kalan O₂ nin düşük konsantrasyonlarına uyum sağladığı görülmüştür. Vakum /gaz paketlenmiş ürünlerde aerobik mikroorganizmaların gelişimini tamamen inhibe edebilmek için ek kontrol metodları gereklidir. Ek kontrol metodlarından bir tanesi olan O₂ absorbe edicilerin kullanımı teknolojisi Japonya'da geliştirilmiştir. Bu tür atmosfer modifiye ediciler paket içerisine yerleştirilir. Paket içerisindeki atmosferde bulunan O₂ i veya etileni absorbe ederek , CO₂ yada etanol üreterek arzu edilen gaz kompozisyonu oluşmasını sağlar . Bu tip atmosfer modifiye edicilerden birisi Japonya'da Mitsubishi Gas Chemical Co., Inc., tarafından üretilen 'Ageless'dir. Poşet içerisine yerleştirilen aktif madde demir oksit atmosferdeki O₂ ile reaksiyona girerek paket içerisindeki O₂ konsantrasyonunu birkaç saat içerisinde 100 ppm düşürür.Bu sistem aerobik koşullardan kaynaklanan problemleri elimine eder .Freund Industrial Co., Ltd.,Tokyo tarafından üretilen diğer bir Japon ürünü 'Ethicap'dır. Paket içerisine yerleştirilen Ethicap yavaş yavaş atmosfere etil alkol buharı verir. Etil alkol buharı bazı mikroorganizmaların özellikle *Staphylococcus*, *Salmonella* türleri ve *E.coli* 'yi içeren 15 tür bakteri *Aspergillus* ve *Penicillium*'u içine alan 10 tür küf ve bozulma meydana getiren 3 maya türü üzerine etkili olduğu belirtilmiştir. Ethicap'ın fırın mamüllerinin raf ömrünü 1 haftadan 6 aya kadar uzattığı bildirilmektedir. Natural Pak Systems , Alpine , NJ tarafından üretilen 'Natural Pak Purifier' atmosferde bulunan CO₂ ve nemi absorbe eder ve paket içerisinde arzu edilen gaz kompozisyonu oluşmasını sağlar. Bunlar ilk kez domateslerin muhafazasında uygulanmış ve diğer meyve ve sebzenin muhafazasında da

olumlu sonuçlar vermiştir. Bunların dışında CO₂ üreticisi olarak Demir (II) karbonat etilen absorbantı olarak ise silikajele absorbe edilmiş potasyum permanganat kullanılmaktadır. (Smith ve diğ. 1990, Ünlütürk ve Turantaş, 1998).

4. Sous-vide (vakum pişirme /paketlenme) teknolojisi:

Taze yiyeceklerin kalitesini koruma ve raf ömrünü artırmak için Sous-vide işleme teknolojisinin kullanımında son yıllarda çok sayıda gelişim meydana gelmiştir. Sous-vide işleme teknolojisinin aşamaları ;Taze yüksek kalitede malzemeler seçimi, Hazırlama (kalite kontrol ve hijyen koşulları altında malzemelerin eklenip, karıştırılması), Paketleme (malzemeler tartılır ve plastik tabaklar içerisine yerleştirilerek kontaminant ve hava geçirmez plastik ile kaplanır), Havanın uzaklaştırılması ve hermetik kapama (Vakum paketleme makinasıyla hava uzaklaştırılır ve hermetik olarak kapatılır),Pastörizasyon (otoklavda yavaş ısıtılarak yapılır), Hızlı soğutma , Soğuk depolama (0-3°C'de) ,Tekrar ısıtma (10-15 dakika kaynar su banyosunda veya 4-5 dakika mikrodalga fırında) ve servis'dir. Sous-vide işlemede en önemli mikrobiyal tehlike *Clostridium* tip A ,B ve E'nin gelişimi ve toksin oluşturmasıdır. *C. botulinum* tip A ve B sporları 10 ile 12°C'de gelişebilirken *C.botulinum*'un non -proteolitik izolatları 3.5°C'den daha aşağı sıcaklıklarda gelişebilir ve toksin oluşturabilir.Sous - vide işlenmiş ürünler halk sağlığı ile ilgili olarak spor oluşturmamayan patojenleri, *Yersinia*, *Listeria*, *Aeromonas*, *Staphylococcus*, *Salmonella*, ve *E.coli*'nin enteropatojenik izolatlarını içermektedir. Çalışmalar *L. monocytogenes* ve *Y.enterocolitica* 'nın buzdolabı sıcaklıklarında (<5°C) 7-21 gün içerisinde gelişebileceklerini göstermiştir. Ayrıca ticari yiyecek patojenleri olan *Staphylococcus aureus* ve *Salmonella* türlerinin 5 ve 12°C arasında sıcaklıklarda

gelişebileceğini belirtmişlerdir. Sous- vide işleme esnasında bütün spor oluşturmamayan patojenler hasar görmelidir . Kötü imalat koşullarının sonucu olarak işleme esnasında ürün kontaminasyon olursa , spor oluşturmamayan patojenler için uygulanan pastörizasyon işlemi yetersiz ise, ham materyallerin mikrobiyal kalitesi düşük ise bu gibi durumlar tüketici güvenliği açısından tehlike yaratabilir. Mikrobiyal güvenliği sağlamak ve işlenmiş ürünlerin tüketiminin gelişebilmesi için sous- vide işleminin bütün aşamalarında (HACCP) tavsiye edilmektedir.

Paketleme işleminin balık ve kabuklu su ürünleri mikroflorası üzerine etkisi

Paketleme işleminin balık ve kabuklu su ürünleri mikroflorası üzerine etkisi konusunda pek çok araştırmalar yapılmıştır. Kültür alabalığının (*Salmo gairdneri*) raf ömrü % 80 CO₂, %20 N₂ atmosferde depolandığında iki kat artmaktadır. Alabalık paketlenmeden depolandığında 12 gün içerisinde bozulmaktadır. Modifiye atmosfer paketlenmiş taze alabalığın 1.7°C'de 25 gün depolamadan sonra kabul edilebilir olduğu alabalık pişirildikten sonra duyuşal panellerde belirlenmiştir. Alabalığın modifiye atmosfer paketlemeden önce % 2.3'lük potasyum sorbat muamelesi raf ömrünü artırmamıştır (Barnett ve diğ.,1987). CO₂ koşullarında veya vakum paketlenmiş kültür gökkuşuğu alabalığında (*Salmo gairdneri*) 1-2°C'de paketlenmeden depolanan alabalıktan daha az lipid oksidasyonu gözlenmiştir. Modifiye atmosfer paketlemede CO₂'in yükseltilmesiyle lipid oksidasyonu daha çok önlenmektedir fakat karotenoid içeriğinin büyük miktarda kaybına da neden olmaktadır. Vakum paketlenmiş alabalığın piştikten sonraki tadı CO₂ koşulları altında paketlenmiş alabalıktan daha iyidir. İngiltere'de üretilen vakum

paketlenen çiftlik alabalıklarının 5°C'de raf ömrü, %60 CO₂ ve %40 N₂'la modifiye atmosfer paketlenen çiftlik alabalıklarından daha uzundur (Cann ve diğ.,1984). Çiftlik gökkuşağı alabalığı (*Salmo gairdneri*) 0.075 mm kalınlığında polietilen ambalajlarla vakum paketlenildiğinde 0°C'de raf ömrü 2 haftadır. Balıkların 1 ve 2 kilogray (kGy) elektronla (10 MeV) muamelesi raf ömrünü sırasıyla 3 ve 5 haftaya uzatmaktadır. 0 , 1 ve 2 kilogray 10 MeV elektronla muamele edilen 5°C'de depolanan alabalıkların raf ömrü sırasıyla 1 3 ve 4 haftadır. Alabalıklara radyasyon uygulamanın vakum paketlenmiş , 0 ve 5°C'de depolanan alabalıkların raf ömrünü artırdığı belirtilmiştir (Hussain ve diğ.,1977). Polietilen film'le vakum paketlenmiş gökkuşağı alabalığının (*Salmo gairdneri*) 1.8 bar CO₂ te başarılı bir şekilde depolanması 1°C'de 1 bar O₂' de 7 gün depolamayla karşılaştırılmıştır Karbondioksit'te uzun süre depolama derinin renk kaybına ve gözlerde bulanıklılığa neden olmaktadır. Vakum paketlenmiş alabalıkların -12°C' de 1.8 bar CO₂ depolama 1 bar O₂'de depolamanın üzerinde raf ömrünü artırmamıştır. (Partmann , 1981).

Çiftlik atlantik somonları (*Salmo salar*) %60 CO₂,%40 N₂ atmosferde paketlenen diklerinde vakum paketlenenlerden 5°C'de daha uzun raf ömrüne sahiptir. Bütün, iç organları çıkarılmış somon (*Oncorhynchus kisutch*) 0°C'de %10 O₂,%90 CO₂'te 3 hafta depolanmıştır (Barnett ve diğ.,1982).

Somon (*Oncorhynchus nerka*) filetoları CO₂ atmosferde paketlenenlerinde -1°C' de 1°C'den daha uzun raf ömrüne sahiptir. Filetoları asidik solüsyonla işleme (% 1 sitrik asit , %1 askorbik asit ,% 0.5 kalsiyum klorit) filetoların rengini değiştirir fakat duyuşal özelliklerinde gelişim meydana getirmez. Somon balıklarını % 60 CO₂ , % 35 N₂ , % 5 O₂ le modifiye atmosfer paketlen-

meden önce %1 potasyum sorbat ve antioksidantlara (% 0.2 sodyum erythorbate , % 0.2 sitrik asit ve % 0.5 sodyum klorit) batırma , batırılmayanlarla karşılaştırıldığında 1°C'de 18 günden sonra niteliğinde hafif değişmeye neden olmuştur. Gaz karışımına % 1 CO ilavesi 1°C'de 18 gün depolamadan sonra potasyum sorbat ve antioksidantlarla muamele edilmiş somonların nitelik değerlerinde hafif düşüşe neden olmuştur (Fey ve Regenstein , 1982).

0°C'de paketlenmeden depolanan morina (*Gadus morhua*) ile modifiye atmosferde paketlenmiş morinalar karşılaştırıldığında modifiye atmosferde paketlenen morinaların en azından 8 gün daha fazla raf ömrüne sahip olduğu saptanmıştır (Villemure ve diğ.,1986). Morina filetoları 0 -5 ve 10° C'lerde %30 O₂ ,%30 N₂ ve %40 CO₂ koşullarında ve vakum koşullarında depolanmıştır.Vakum ve modifiye atmosfer paketlerde 3, 6 ve 14 gün depolamada balıklar kabul edilebilir durumdadır (Villemure ve diğ., 1986).

Modifiye atmosfer paketlenmiş balık filetolarının sıcaklık kontrolü önemlidir. %25 CO₂ içeren modifiye atmosferle paketlenen psikrofilik bakterilerin gelişimini en çok etkilemektedir.Morina filetolarını paketlenen öncesinde karbonik aside daldırma, %98 CO₂ içeren modifiye atmosferde direkt olarak morina filetolarını paketlenmeden daha etkili değildir (Daniels ve diğ., 1986). CO₂ konsantrasyonunun yükselmesiyle filetolarda mikrobiyal popülasyonun 10⁶ CFU/g'a ulaşması için gereken zaman artmıştır. CO₂ konsantrasyonunda yükselme ile *Shewanella putrefaciens* oranı azalırken, toplam florada *Lactobacillus* türlerinin oranı yükselmiştir. %50 CO₂ , %50 O₂ şu sebeplerden dolayı tavsiye edilmektedir.

a.Mikrobiyal gelişim; 2°C'de 14 gün önlenmektedir.

b.Baskın *Lactobacillus* mikroflorasının

gelişimi olmaktadır.

c.Morina filetoları korunmuştur (Stenström , 1985).

Modifiye atmosfer paketlenme (*Chrysophrys auratus*)'un raf ömrünü artırmasına rağmen, düşük kalitedeki balığın kalitesini geliştirmez. CO₂ atmosferde paklendiğinde -1°C'de depolandığında (*Chrysophrys auratus*) filetoları en iyi depolama ömrüne sahiptir.Bu durum vakum paketlenme veya % 60 N₂ , %40 CO₂ te depolamadan daha iyidir. -1°C'de CO₂'te filetoların depolama ömrününün 3 °C'ninkinden 2.25 kere daha fazla olduğu belirtilmiştir (Scott ve diğ., 1986).

10°C'de 1.1 'de modifiye atmosfer pakette depolanan lüfer (*Pomatomus salatrix*), (*Micropogon undulatis*) ve tatlı su levreğinde (*Meronia americanus*), psikrotrof bakteriler CO₂'le paketlenmiş balıklarda daha düşük oranlarda gelişmektedir.Gelişme evresinin uzunluğu ve gelişme oranı CO₂ gazı kullanılarak paketlenmiş balıklarda balık türlerine göre değişmektedir (Gray ve diğ.,1983).

Ticari olarak kültüre edilmiş kanal pisi balığı (*Ictalurus punctatus*) %100 O₂ ,%100 CO₂ veya % 80 CO₂ ve %20 O₂ ile polietilen torbalarla paklendikten sonra 0 , 0.5 veya 1.0 kGy gamma radyasyonu ile muamele edilmiştir.Paketlenmiş örnekler 0-2 °C'de 30 gün depolanmıştır. En düşük psikrofilik canlı sayımı % 100 CO₂ atmosferde sağlanmıştır. Yükselen radyasyon dozu balık örneklerinde 20 gün depolamadan sonra mikrobiyal popülasyonun azalmasına neden olmuştur. Yükselen radyasyon dozu paketlenmiş balıkların tiyobarbütirik asit reaktif maddeleri değerlerinde (TBARS) yükselme meydana getirmektedir. Fakat bu çalışmada üç radyasyon dozu da pisi balığında (TBARS) gelişimi üzerinde atmosfer paketlerde önemli etki meydana getirmemiştir (Przybyiski ve diğ., 1989).

%40 CO₂ ,% 30 N₂ %30 O₂de

paketlenen ringa filetolarının raf ömrü 0°C'de 8 gün iken bu filetolar %60 CO₂, % 40 N₂ ta paklendiklerinde 3 gündür.Vakum paketlenmiş ringaların raf ömrü 0°C'de 13 gün , 5°C'de vakum paketlerde raf ömrü 3 gün modifiye atmosfer paketlenenlerde ise 2 gündür (Cann ve diğ.,1983).

Sardalyalar (*Sardinops melanostictus*) % 80 CO₂ ve % 20 N₂ koşullarında paklendiklerinde aerobik ve anaerobik bakterilerin gelişimi en yavaştır. Başlangıç mikrofiorası yaygın olarak *Vibrionaceae*, *Moraxella* ve *Acinetobacter*'dir. 10 gün depolamadan sonra sardalyadaki mikrofloranın çoğunluğunu *Moraxella*, *Acinetobacter*, *Lactobacillus* ve *Streptococcus* oluştururken, %20 CO₂, %80 N₂ koşullarında depolanan sardalyalarda mikroflora baskın bir biçimde *Lactococcus* ve *Streptococcus* 'dur. TBA değerlerinde ve TMA konsantrasyon-larında yükselme %80 CO₂, %20 N₂ koşullarında paketlenen sardalyalarda en yavaştır (Fuji ve diğ.,1990).

Sıcak tütsülenmiş uskumru balıkları vakum paklendiğinde 0°C'de depolandığında raf ömrü 13 gün , %40 CO₂, %30 N₂, %30 O₂ de paklendiklerinde ise 8 gün raf ömrüne sahiptir Yaptıkları diğer çalışmada sıcak tütsülenmiş uskumru'lar %60 CO₂, %40N₂'ta paklendiklerinde 0°C'de 16 gün raf ömrüne sahipken vakum paketlenenler de 17 gündür. Açıkça görülmektedir ki gaz karışımındaki O₂ uskumrunun oksidatif acılaşması ile bağlantılıdır (Cann ve diğ., 1983).

Soğuk tütsülenmiş uskumru balıkları (*Trachurus declivir*) vakum paketlenerek 0°C'de depolanmıştır. Mikrobiyal gelişim oranına bağlı olarak uskumru'da depolamanın ikinci ayında bozulma meydana gelebileceği belirtilmiştir. (Fletcher ve diğ., 1988). Uskumru filetoları (*Scomber scombrus*) düşük barrier film'le vakum paketlenme

öncesinde % 0.5'lik erythorbik asit solüsyonu ile muamele edildiğinde -7 C'de raf ömrü yükselmiştir. Antioksidant'la muamele edilerek vakum paketlenen uskumrulara glazing uygulananlara göre daha iyi koruma sağlanmıştır (Santos ve Regenstein 1990).%20 O₂ ve %40 CO₂'le zenginleştirilmiş atmosfer koşullarında paketlenen dil balığı (*Solea solea*) filetoları buzdolabında (2°C)'de depolandıklarında yapılan mikrobiyal, biyokimyasal ve duyusal sonuçlara göre buzdolabında depolanan dil balıkları ve benzer yağ içeriğindeki balıklar için en etkili paketlenme tipinin %40 CO₂ ile zenginleştirilmiş atmosfer olduğu sonucuna varılmıştır (Lopez-Galvez ve diğ.,1998). 5°C'de depolanan, vakum ve modifiye atmosferde paketlenen soğuk tütülenmiş somonların bozulmasında *Carnobacterium piscicola*'nın etkisi üzerine yapılan bu çalışmada bozulan soğuk tütülenmiş somonların mikroflorasının çoğunun gram negatif bakteriler ve laktik asit bakterilerinin karışımından oluştuğu belirtilmiştir . İki bakteriyel grubun ayırımı için nisin ve CO₂ kullanılmıştır.Vakum paketlenmiş soğuk tütülenmiş somonların raf ömrü duyusal değerlendirme sonuçlarına göre 5°C'de 4 haftadır ve mikroflorası laktik asit bakterileri (10⁶-10⁷ CFU/gr) ile gram negatif flora (10⁵-10⁷ CFU/gr) dan oluşmaktadır . Nisin ve CO₂ atmosfer eklenmesi raf ömrünü 5 yada 6 haftaya yükseltmiş ve laktik asit bakterilerinin değerlerini sınırlandırmıştır.CO₂ atmosfer ve nisin gram negatif bakterilerin gelişimini inhibe ederken vakum paketlenmede nisin'in hiçbir etkisi olmadığı belirlenmiştir.Vakum paketlenmiş somonlarda gram negatif florada *Vibrio* spp. ve çoğunlukla *V. marinus*, *Enterobacteriaceae* (*Enterobacter agglomerans*, *Serratia liquefaciens* ve *Rahnella aquatilis*) ve *Aeromonas hydrophila* baskındır. Nisin ve

karbondioksit atmosferin ilavesi ile laktik asit bakterileri mikroflorası *Carnobacterium piscicola* ile baskın hale gelmiştir. 255 laktik asit izolatının %87'si *Carnobacterium piscicola*'dır. 5°C'de depolanan soğuk tütülenmiş somonlara 10⁶ CFU/g inokülasyon sonucunda vakum veya CO₂ atmosferde depolamanın 4. haftasında bozulma meydana gelmemiştir. Sonuç olarak soğuk tütülenmiş somonların bozulmasında *C. piscicola* sorumlu olmamakla birlikte laktik asit mikroflorasının baskın olduğu saptanmıştır. (Paludan-Müller ve diğ., 1998). Modifiye atmosfer paketlenmiş taze tilapia filetolarının depolama esnasında *Clostridium botulinum* toksin gelişimi konulu çalışmada ,%100 O₂ , %75 CO₂; %25 N₂ içeren modifiye atmosfer ve vakum paketlenmiş taze tilapia filetoları buzdolabında değişik sıcaklıklarda 4°C , 8°C ve 16°C'lerde depolanmıştır.Vakum ve modifiye atmosferde paketlenmiş filetolarda 16°C'de depolamada toksin gelişimi duyusal bozulma ile farkedilmiştir. 8°C'de paketlenmiş filetoların hepsinde toksin gelişimi duyusal bozulmadan sonra 7-23 günde meydana gelmiştir. 4°C'de modifiye atmosfer paketlenmiş filetoların hiçbir duyusal bozulmadan sonra 10 güne kadar toksik hale gelmemiştir.Çalışılan herhangi paketlenme tipinde veya sıcaklıkta toksin gelişimi duyusal bozulma öncesinde meydana gelmemiştir (Reddy ve diğ., 1996). Modifiye atmosfer paketlenmiş taze pisi balığı filetolarının depolanması esnasında *Clostridium botulinum* toksin gelişimi üzerine yapılan çalışmada, değişen sıcaklık ve buzdolabı koşulları altında depolanan taze pisi balığı filetolarının depolama sıcaklığının 4°C'den 16°C'ye yükselmesiyle bütün atmosfer paketlemelerde filetoların raf ömrü azalmıştır. %100 O₂ , %75 CO₂ ; %25 N₂ içeren modifiye atmosfer ve vakum paketlenmiş filetoların 16°C'de depolamasında toksin gelişimi duyusal

bozulma ile ilgilidir. 4°C'de modifiye atmosfer paketlenmiş filetoların hiçbiri duyuşal bozulmanın 37 .gününden sonra bile toksik hale gelmemiştir (Reddy ve diğ.,1997). Paketlenmiş taze balıkların raf ömrünün belirlenmesi ve mikrobiyal aktivite üzerine yapılan diğler bir çalışmada, özel bozulma yapan organizmaların gelişimine bağılı olarak raf ömrünün değıştiğı bildirilmiştir. *Shewanella putrefaciens* ve *Photobacterium phosphoreum*'un üzerine CO₂'in etkisi araştırılmıştır. Paketlenmiş morina balıklarının değışik konsantrasyonlarda CO₂'li ortamda paketlenmelerinde *P.phosphoreum*'un gelişimine CO₂'in etkisi olduğı belirlenmiştir. Paketlenmiş morinalarda raf ömrünün kısalığı gram negatif organizmanın yüksek CO₂'e karşı dirençli olması nedeniyle açıklanmıştır. *S.putrefaciens*'in CO₂'e oldukça duyarlı olduğı ve paketlenmiş morinaların raf ömrünün bu mikroorganizmanın gelişim oranı ile ilgili olmadığı belirtilmiştir. Bu ürünlerin bozulmasında *Photobacterium phosphoreum*'un sorumlu olduğı bildirilmiştir. Yüksek CO₂ konsantrasyonlarıyla modifiye atmosfer paketlenme et ve balık ürünlerinin baskın mikrobiyal florasının gram negatif'ten gram pozitif organizmalara dönüşmesine neden olmaktadır (Dalgaard,1995). Vakum paketlenmiş pastörize edilmiş balık filetolarında *Listeria monocytogenes*'in ısıya dayanımı konulu çalışmada sous-vide pişirilmiş morina ve somon balığı filetolarında *Listeria monocytogenes*'in ısıya dayanıklılığı araştırılmıştır. 5 gr balık filetolarına *Listeria monocytogenes* inoküle edilerek vakum paketlenmiş ve değışik zaman ve sıcaklıkta (58-80°C)'de ısı uygulanmıştır. Somonlarda morina balıklarına göre *L.monocytogenes*'in 4 defa daha ısıya dayanıklı olmasının sebebinin ise somonların morinalara göre daha yüksek yağ içeriğine sahip olması nedeniyle olabileceğı sonucuna bağlanmıştır. Bu çalışmada sonuç olarak

Sous -vide pişirilmiş balık filetolarının küçük boyutlarında *Listeria monocytogenes*'in herhangi bir extra ısıya dayanıklılığa sahip olduğı görülmemiştir. Büyük balık filetolarının veya bütün balıkların sous-vide pişirmesinin daha uzun zaman alabileceğı ve bakterisinde ısıya adaptasyonu meydana gelebileceğı belirtilmiştir (Embarek ve Huss,1993).

Mikrodalga fırınlarında pişirilmiş pisi balığı filetolarında *Aeromonas hydrophila* ve *Listeria monocytogenes*'in durumu hakkında yapılan çalışmada Kanal pisi balığı filetolarına 10⁶ hücre /cm² *Listeria monocytogenes* ve *Aeromonas hydrophila* inoküle edilerek 55-60 ve 70°C'lerde iç sıcaklıklarda mikrodalga fırında pişirilmiştir. Filetolar pişirme esnasında kaplanmamış veya polivinilidin chloride filmlerle kaplanmıştır. Kaplanmış filetolar 70°C'de pişirildiğinde *A.hydrophila* popülasyonları keşfedilemez değıerlerde azalmıştır. 60°C'de *L.monocytogenes* popülasyonları kaplanmış olan filetolarda 4 log birim kaplanmamış olanlarda 2 log birim azalmıştır. Bazı patojenlerin 60°C'nin altında canlı kalabileceğı belirtilmiştir (Huang ve diğ.,1993). Modifiye atmosfer paketlenmiş taraklar (*Pecten alba*) 4°C'de 22 gün raf ömrüne sahipken paketlenmeden depolanan taraklar için raf ömrü 10 gündür (Bremner ve Statham,1987).Vakum paketlenme ve 4 °C'de depolama öncesinde taraklara *Lactobacillus plantarum* eklenerek etkisi araştırılmıştır. Sonuç olarak raf ömründe yükselmenin meydana gelmemesi bozulma yapan bakterilerin gelişiminin lactobasiller tarafından bastırılmadığı şeklinde açıklanmıştır (Bremner ve Statham 1983).Taraklar (*Pecten maximus*) %40 CO₂ ,% 30 N₂ ,% 30 O₂ koşullarında modifiye atmosfer paketlenildiğinde 5 °C'de raf ömrü 4 gün iken 0 °C'de 7.3 gün olduğı belirtilmiştir (Cann ve diğ., 1985).%100 CO₂'li kontrollu atmosfer koşullarında paketlenen 0°C'de depolanan

karides (*Pandalus platyceros*) 14 gün sonra bile kabul edilebilir durumdayken paketlenmeden depolanan karides kabul edilemez duruma gelmiştir (Matches ve Layrisse,1985). Karideslerde mikrobiyal gelişimin başlangıcını geciktirmede %100 CO₂ içeren kontrollu atmosfer % 50 CO₂ içeren atmosferden daha etkilidir (Layrisse ve Matches, 1984). Sülfid üreten bakteriler N₂ paketlenmiş karidesler (*Pandalus platyceros*) de ilk olarak bozulmaya neden olmaktadır (Dheeragool ve diğ.,1989).%80 CO₂, %20 O₂ koşullarında paketlenen pişirilmiş tatlı su kereviti (*Pacifastacus leniusculus*) 4°C'de depolandığında 21. gün görülen duysal özelliklere benzer özellikler taze olarak pişirilmiş kerevitlerde görülmüştür. Aerobik olarak depolanan kerevitlerde 4°C'de 14 günden sonra tat ve kokuda değişim meydana gelmiştir.Amonyak ve trimetilamin değerleri aerobik kontrollerde yükselmiştir fakat modifiye atmosfer paketlenmiş kerevit'lerde sabit kalmıştır (Wang ve Brown,1983). Soyulmuş pişirilmiş tatlı su kerevit (*Procambaris clarkii*) kuyruk eti %100 CO₂ veya %80 CO₂ ve 20 O₂ koşullarında paketlenerek buzda 21 gün depolanmıştır. Depolama periyodunun sonunda (aerobik psikrotroflar ve anaeroblar) % 80 CO₂ , %20 O₂ atmosferde en düşük mikrobiyal sayım saptanmıştır. Amonyak ve trimetilamin konsantrasyonları O₂ li ortamda ette hızlı bir şekilde yükselmesine rağmen %100 CO₂ paketlenmiş kuyruk eti daha iyi kalitede olmasına karşın, karbonik asit ve laktik asit üretimi gerçekleşmiştir (Gerdes ve diğ., 1989). Pişirilmiş bütün yengeç (*Cancer magister*) % 80 CO₂ ve %20 O₂'de 1.7 °C' de 25 güne kadar depolanmıştır. Modifiye atmosfer depolanmış yengeçlerde toplam aerobik psikrotroflar kasta 10⁴ cfu/g'ın altında kalırken 1.7° C'de tutulan aerobik kontrol örneklerinde 14 gün depolamadan sonra psikrotrofik sayımlar 10⁶ cfu/g'a

ulaşmıştır (Parkin ve Brown ,1983).

% 40 CO₂ ,%30 N₂, %30 O₂ atmosferde paketlenen pişirilmiş yengeç 0°C'de 10 gün , 5 °C'de 6 gün raf ömrüne sahiptir. O₂'li depolama koşulları modifiye atmosfer ile karşılaştırıldığında, modifiye atmosferin *S.putrefaciens* ve *Brochothrix thermosphacta*'nın gelişimi üzerine inhihibe edici etkisi olduğu belirtilmiştir (Cann ve diğ.,1985). Hipoksantin'in hızlı bir şekilde ürettiği balıklarda modifiye atmosfer paketlenme etkili değildir ve kefal etinde meydana gelen otolitik parçalanma nedeniyle modifiye atmosfer paketlenmeyle bozulma yapan floranın inhibasyonu ile raf ömründe yükselme sağlanmayacaktır. Çeşitli balık ürünlerinin raf ömrünü artırmada modifiye atmosfer paketlenmenin kullanılabilirdiği bir gerçektir fakat bu bütün balık ürünlerinin raf ömrünü artırmada modifiye atmosfer paketlenmenin etkili olduğu anlamına gelmez. Farklı çalışmalardan verileri karşılaştırmak, hasat edilen balıkların başlangıç kalitesindeki farklılıklar, balıkla ilgili olan mikroflora tipi, gaz karışımlar, kullanılan paketlenme materyalleri, depolama sıcaklıkları ve kimyasal, mikrobiyolojik ve duysal uygulanan analiz tipleri nedeniyle oldukça zordur

Kaynakça

- Barnett, H.J., Conrad, J.W. and Nelson, R.W. 1987. Use of laminated high and low density polyethylene flexible packaging to store trout (*Salmo gairdneri*) in a modified atmosphere . J. Food Prot. 50: 645-651.
- Barnett, H.J., Stone, F.E., Roberts ,G.C., Hunter P.J., Nelson R.W. and Kwok , J. 1982. A study in the use of a high concentration of CO₂ in a modified atmosphere to preserve fresh salmon. Mar.Fish.Rev. 4(3): 7-11.
- Bremner, H.A. and Statham, J.A. 1983. Spoilage of vacuum-packed chill-stored scallops with added lactobacilli . Food Technol.Aust., 35 : 284-287.
- Bremner, H.A. and Statham, J.A. 1987.

- Packaging in CO₂ extends shelf life of scallops. Food Technol.Aust., 39 :177-179.
- Cann, D.C., Smith, G.L. and Houston, N.G. 1983. Further studies on marine fish stored under modified atmosphere packaging. Torry Research Station Aberdeen, U.K.
- Cann, D.C., Houston, N.C., Taylor, L.Y., Smith G.L., Thomson, A.B. and Craig A. 1984. Studies of salmonids packed and stored under a modified atmosphere. Torry Research Station, Aberdeen, U.K.
- Cann, D.C., Houston, N.C., Taylor, L.Y., Stroud, G., Early, J.C. and Smith, G.L. 1985. Studies of shellfish packed and stored under a modified atmosphere. Torry Research Station, Aberdeen, U.K.
- Dalgaard, P. 1995a. Modelling of microbial activity and prediction of shelf life for packed fish. Int .J. Food Microbiol.26: 305-317.
- Dalgaard, P. 1995b. Qualitative and quantitative characterization of spoilage bacteria from packed fish. Int .J. Food Microbiol. 26: 319- 333.
- Daniels, J.A., Krishnamurthi,R. and Rizvi ,S.S.H. 1986. Effects of carbonic acid dips and packaging films on the shelflife of fresh fish fillets. Journal of Food Science, 51: 929-931.
- Dheeragool, P. 1989. Modified atmosphere packaging of pink prawns (*Pandalus platyceros*) M Sc.thesis University of British Columbia Vancouver, British Columbia.
- Embarek, P.K.B., Huss, H.H. 1993. Heat resistance of *Listeria monocytogenes* in vacuum packaged pasteurized fish fillets. Int.Journal of Food Microbiology, 20 : 85-95.
- Fey, M.S. and Regenstein, J.M. 1982. Extending shelf -life of fresh red hake and salmon using CO₂ – O₂ modified atmosphere and potassium sorbate at 1°C .Journal of Food Science,47 : 1048 – 1054.
- Fletcher, G.C., Wong, R.J., Charles, J.C., Hogg-Stec, M.G and Temple S.M. 1988. The storage of cold-smoked New Zealand mackerel. Fish Proc. Bull. No.11.DSIR, Auckland, New Zealand.
- Fujii,T., Hirayama, M., Okuzimi, M., Nishino,H. and Yokayama, M. 1990. The considerations. Review . Food Science and Technology, 107-110.
- Gerdes , D.L., Hoffstein, J.J., Finerty, M.W. and Grodner, R.M. 1989 . The effects of elevated CO₂ atmospheres on the shelf life- of fresh water crawfish (*Procambaris clarkii*) tail meat. Lebensm. Wiss. U. Technol. 22: 315-318.
- Göktan, D. 1990. Vakum paketlenmiş et. Gıdaların Mikrobiyal ekolojisi. Mühendislik fakültesi yayınları No: 21, 32-35.Bornova-İzmir.
- Gray , R.J.H., Hoover, D.G. and Muir, A.M. 1983 .Attenuation of microbial growth on modified atmosphere - packaged fish. J.Food Prot. 46 : 610 - 613.
- Huang,Y., Leung, C., Harrison M.A. and Gates K.W. 1993. Fate of *Listeria monocytogenes* and *Aeromonas hydrophila* on Catfish Fillets Cooked in a Microwave Oven. Journal of Food Science 58(3): 519-521.
- Hussain, A.M., Ehlermann D. and Diehl, J. 1977 .Comparison of toxin production by *Clostridium botulinum* type E in irradiated and unirradiated vacuum - packed trout (*Salmo gairdneri*). Archiv für Lebensmittelhygiene 28:23-27.
- Matches, J.R. and Layrisse, M.E. 1985. Controlled atmosphere storage of spotted shrimp (*Pandalus platyceros*). J. Food Prot. 48 :709-711.
- Lopez –Galvez D.E.,Hoz L. de la , Blanco M. And Ordonez J.A. 1998. Refrigerated Storage (2°C) of Sole (*Solea solea*) Fillets under CO₂-Enriched Atmospheres. J.Agricultural and Food Chemistry, 46 (3):1143-1149.
- Paludan-Müller C., Dalgaard, Huss H.H., GramL. 1998. Evaluation of the role of *Carnobacterium piscicola* in spoilage of vacuum-and modified -Atmosphere-packed cold- smoked salmon stored at 5°C. Int.J.Food Microbiology 39: 155-166.
- Parkin, K.L. and Brown, W.D. 1983 .Modified atmosphere storage of dungeness crab (*Cancer magister*) J.Food Science, 48 : 370-374.
- Partmann, W. 1981. Untersuchungen zur lagerung von ver packten Regen bogenforellen (*Salmo gairdneri*) in luft und kohlendioxid . Fleischwirtsch 61: 625- 629.
- Pryzbylski, L.A., Finerty, M.W., Grodner,

- R.M. and Gerdes, D.L. 1989. Extension of shelf- life of fresh channel fillets using modified atmosphere and vacuum packaging and low dose irradiation . J .Food Science . 54: 269-273.
- Reddy N.R., Paradis A., Roman M.G., Solomon H.M. and Rhodehamel E.J. 1986. Toxin Development by *Clostridium botulinum* in Modified Atmosphere-Packaged Fresh Tilapia Fillets During Storage. Journal of Food Science. 61(3): 632-635.
- Reddy N.R., Roman M.G., Villanueva M., Solomon H.M., Kautter D.A. and Rhodehamel E.J. 1997. Shelf life and *Clostridium botulinum* Toxin Development during Storage of Modified Atmosphere-packaged Fresh Catfish Fillets. J.Food Sci. 62 (4): 878-884.
- Scott, D.N., Fletcher, G.C. and Hogg, M.G. 1986 .Storage of snapper fillets in modified atmospheres. at -1°C .Food Technol. Aust. 36: 234 - 238.
- Smith, J.P., Ramaswamy H.S. and Simpson B.K. 1990a .Developments in food packaging technology. Part I. Processing /cooking.
- Smith J.P., Ramaswamy H.S. and Simpson B.K. 1990b. Developments in food Packaging technology. Part II: Storage aspects. Review. Food Science and Technology. November 1990, 111-118. Effect of storage in carbon dioxide - nitrogen gas mixture on the microbial flora of sardines . Nippon Suisan Gakkaishi, 56: 837.
- Stenström, I. 1985 Microbial flora of cod fillets (*Gadus morhua*) stored at 2°C in different mixtures of carbon dioxide and nitrogen /oxygen. J. Food Prot. 48 : 585-589.
- Ünlütürk, A. ve Turantaş F. 1998. Modifiye atmosfer, s. 216-222. Gıda mikrobiyolojisi. Birinci baskı ISBN:975-483-383-4.
- Villemure, G., Simard, R.E. and Picard, G. 1986. Bulk storage of cod fillets and gutted cod (*Gadus morhua*) under carbon dioxide atmosphere. Journal of Food Science 55: 317- 320.
- Wang, M.Y. and Brown, W.D. 1983 .Effects of elevated carbon dioxide atmosphere on the microbial flora of rock cod (*Sebastes spp*). Appl. Environ. Microbiol. 52: 727-735.