

GIDA MUHAFAZASINDA MODİFİYE ATMOSFER PAKETLEME (MAP)

MODIFIED ATMOSPHERE PACKAGING (MAP) IN FOOD PRESERVATION

Bediha ERDİNÇ*, Jale ACAR**

* TKB Ankara il Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü

** H.Ü. Müh. Fak. Gıda Müh. Böl.

ÖZET: Modifiye atmosfer paketleme (MAP), günümüzün önemli gıda muhafaza tekniklerinden biridir. Modifiye atmosferin ticari olarak kullanımı önceleri belli bazı ürünlerin uluslararası taşınması ile sınırlıyken, bu konuda değişik uygulamaların mümkün olması, giderek gelişmesi ve bu yöntemin ekonomik oluşu gibi nedenlerle zamanla yaygınlaşmıştır. Son yıllardaki gelişmelere paralel olarak ürünün pazara dağıtımı ve tüketici boyutlarındaki paketlemede de modifiye atmosfer yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır.

Biyokimyasal, enzimatik ve mikrobiyolojik olayları engelleyerek bozulmayı kontrol altına almak amacıyla MAP'de üç farklı gazdan (CO₂, O₂, N₂) yararlanılmaktadır. Ayrıca, paket içindeki oksijenin uzaklaştırılması için oksijen absorberleri de kullanılmaktadır. Paket içindeki oksijen konsantrasyonunun 100 ppm ve daha fazla düşürülmesinde ve bu düzeyde tutulmasında yardımcı olan oksijen absorberleri, ürün tazeliğinin korunmasında yeni bir paketleme yöntemi olarak dikkat çekmektedir.

SUMMARY: Modified atmosphere packaging (MAP) has emerged as one of today's most significant food preservation technologies. Although commercial use of MA is primarily limited to international transport of selected products, additional applications and increased use of its seem likely as the economics become more favorable. Recently, development actions have been towards adapting the technology for downstream distribution and consumer-size packaging.

Purpose of controlling the biochemical, enzymatic and microbial actions and the preventing spoilage, three main gases (CO₂, O₂, N₂) are being used on MAP. On the other hand, oxygen absorbers are also used to remove oxygen from within the package. Since oxygen absorbers reduce oxygen concentration in a container to 100 ppm or even lower order and maintain those level, they are drawing attention as a new packaging method for preserving freshness.

GİRİŞ

Doğal veya işlem görmüş gıdalar tüketim anına kadar geçen depolama sırasında değişmekte ve bir anlamda yaşamaktadır. Değişim ilerledikçe besin değeri azalarak duyuşal nitelikler kötüleşmektedir. Değişim daha da ilerleyince gıda maddesi yenilemez duruma gelmekte ve bozulmaktadır. Bu bozulmaları önlemek veya etkenlerini ortadan kaldırmak için gıda muhafaza yöntemleri kullanılmaktadır.

Ticari anlamda gıda muhafazasının amacı; gıdanın besleyici değeri, duyuşal kalitesi veya sağlıkla ilgili istenmeyen değişimleri önlemektir. Bu da gıdadaki mikroorganizma gelişimi kontrol etmek, istenmeyen fiziksel, kimyasal ve fizyolojik değişimleri azaltmak veya kontaminasyonu önlemek esasına dayanan fiziksel, kimyasal veya biyolojik yöntemlerle gerçekleştirilmektedir (FENNEMA, 1975a).

Günümüzde tüketicinin tercihleri doğrultusunda üretimde kimyasal katkıların ve koruyucuların kullanımının azaltılması, doğal ingrediyanların kullanımı ve ürün raf ömrünü uzatmaya olan eğilim artmaktadır. Bu nedenle gıdaların muhafazasında, üründe meydana gelebilecek biyokimyasal, enzimatik ve mikrobiyal faaliyetleri kontrol altına alarak oluşabilecek bozulmaları azaltmak amacıyla gıdanın etrafını saran atmosferin değiştirilmesiyle elde edilen modifiye atmosfer paketleme (MAP) kullanılmaktadır (COULON and LOUIS, 1989).

Günümüzün en önemli gıda ambalajlama tekniklerinden biri olan MAP'nin orijini bu yüzyılın ilk yarısında Kidd ve West'in araştırmalarına dayanmaktadır. Bu iki araştırmacı, etin raf ömrü ile ilgili çalışmalarında yükseltmiş CO₂ konsantrasyonunun ortamda mikrobiyolojik faaliyetleri yavaşlattığını ve böylece ürünün raf ömrünü uzattığını bildirmişlerdir (BRODY, 1989a).

Temel olarak MAP'yi destekleyen araştırmalar dağıtım işlemleri ve büyük ölçekli depolamayı gerçekleştirmek amacıyla yönelik olarak, 1950'lerin sonunda gerçekleştirilmeye başlamış ve 1970'lerin ortasından beri yaygın olarak uygulanmaktadır. Bu yıllarda sığır eti, domuz eti ve kuzu eti karkasları ile karışık salata gibi hazır gıda ürünlerinin paketlemede kullanılan MAP, 1980 yılından itibaren Amerika ve Avrupa'da fırıncılık ürünleri ve taze olarak tüketilen diğer ürünlerin muhafazasında da kullanılmaya

başlanmıştır (BRODY, 1989a). Günümüzde peynir, kahve, fındık gibi ürünlerin yanı sıra balık, et, meyve, sebze, hazır gıda ve hatta dondurulmuş gıdaların muhafazasında MAP kullanılmaktadır (COULON and LOUIS, 1989).

TEMEL PRENSİPLER

Bilindiği gibi gıdaların birçoğu hayvansal ve bitkisel kaynaklardan sağlanmaktadır. Bu canlılarda doğal halde anabolik reaksiyonlar söz konusu olduğu halde hasat ve kesim sonrası katabolizma, diğer bir deyimle parçalanma reaksiyonları gerçekleşmektedir. Oksijen varlığında hızı artan katabolik reaksiyonlarda karbohidratlar, lipitler veya proteinler parçalanarak ileriki gelişme aşamaları için biyolojik sisteme yeniden dahil olan CO₂ ve H₂O oluşmaktadır. Gıda işleminin temel amacı bu parçalanma işlemini kesmek veya yavaşlatmaktır. Bu amaca yönelik olarak dondurarak muhafaza, ısı işlemler, ışınlama gibi yöntemler kullanılmaktadır. Donma noktasının altındaki sıcaklıklarda ve ısı işlemler sonucu mikrobiyolojik faaliyetler ve biyolojik bozulmalar önemli ölçüde azaltılmaktadır. Ancak ısı işlemlerde kullanılan yüksek sıcaklıklar üründe pişmeye neden olurken, dondurma işlemi sonucu hücresel yapı bozulmakta ve böylece kalite değişmektedir. MAP'de ise ortamda gerçekleştirilen atmosfer modifikasyonu ile mikroorganizmaların ve gıda dokularının aerobik solunumu yavaşlatılmakta ve böylece ürün raf ömrü arttırılmaktadır (BRODY, 1989a).

Fiziksel koruma yöntemlerinden iri olan MAP, taze gıdaların mikrobiyal gelişimini önlemek veya kısıtlamak gibi etkileri olan bir atmosferik ortamda tutularak raf ömürlerinin önemli bir oranda uzatılması ilkesine dayandırılmaktadır. Atmosferin modifikasyonunda CO₂, N₂ ve O₂ gazları kullanılmaktadır. Arada bazı farklar bulunmakla birlikte MAP yerine kontrollü atmosfer paketleme (CAP) terimi de kullanılmaktadır (AYTAÇ, 1994).

"Kontrollü atmosfer" (CA) ve "modifiye atmosfer" (MA) terimlerinin anlamı; bozulabilir nitelikteki ürünün etrafını saran atmosferik kompozisyonun normal havadan farklı olmasıdır. Her ikisinde de CO₂, O₂ ve N₂ seviyelerinin ayarlanması gereklidir. Bu gazların dışında bazen karbonmonoksit etilen, propilen ve asetilen gibi diğer gazlarda ortamda yer alabilmektedir. MA'nın CA'den tek farklılığı kısmi gaz basınçlarının nasıl kontrol edildiğidir. CA'de MA'e göre daha sıkı kontrol edilmekte ve ürünlerdeki biyokimyasal reaksiyonlar sonucu değişen ortam atmosferi sürekli sabit tutulmaya çalışılmaktadır (BRECHT, 1980).

Yukarıdaki tanımlamalarda da görüldüğü gibi raf ömrünü uzatmak için gaz atmosferlerinin kullanımı ile ilgili terminolojide biraz karışıklık vardır. CAP, istenilen gaz karışımının sürekliliğini sağlamak için paket (veya oda) içindeki atmosferin sabit olarak ayarlanmasıdır. MAP ise kolay bozulabilen ürünlerin korumalı bir paket içinde iç atmosferi normal havadan daha farklı bir şekilde değiştirilerek paketlenmesidir. Bu kapsamlı tanımlama, kuru gıdaların gaz atmosferinde paketleme ve vakum paketleme gibi tekniklerin hepsini kapsamaktadır (HOTCHKISS, 1989).

MAP uygulamalarından biri olan gaz atmosferinde paketleme, paketin içindeki havanın yeni bir gazlı ortamla, örneğin CO₂ veya N₂ ile yer değiştirmesidir. Bu sistemde, hava fiziksel olarak hareket ettirilmekte ve toplam olarak iç ortam büyük oranda değiştirilmektedir. Gaz atmosferinde paketleme kuru granül haldeki ürünlerin ve O₂'ye hassas sıvı ürünlerin tepe boşluğunda kullanılmaktadır. Vakum paketleme ise başka bir gaz ile yer değiştirmeksizin paketin içindeki tüm havanın alınmasıdır. Vakumla paketlenmiş, solunum yapan gıdalar paketlenildikten sonra solunum yapmaya devam etmektedir. Bu sırada ürünün yapısında bulunan az miktardaki O₂, tüketilerek CO₂ ve su buharı meydana gelmektedir. Bu nedenle taze meyve sebze gibi solunum yapan gıdaların vakum paketi bir süre sonra modifiye edilmiş atmosfer paketi haline almaktadır. Diğer taraftan vakum paketleme yöntemi hemen hemen 20 yıldır parçalanmış sığır ve domuz eti karkaslarının paketlenmesi amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır (BRODY, 1989a).

MA paketlemede başarılı olmak için şu faktörler önem taşımaktadır. Bunlar; 1- gaz karışımı, 2- uygun paketleme sistemi, 3- temiz ve uygun paketleme uygulaması, 4- koruyucu ambalajdır (COULON and LOUIS, 1989). Bilindiği gibi gıdalarda bozulmaya neden olan mikroorganizmaların çoğu oda sıcaklığı ve bunun üzerindeki sıcaklıklarda çok iyi çoğalmaktadırlar. Bu mikroorganizmaların gelişimi, ortam sıcaklığının düşürülmesi ve atmosferinin modifikasyonu ile önemli ölçüde azaltılmakta veya durdurulmaktadır. Ancak

+3°C gibi düşük sıcaklıklarda gelişebilen psikrofilik mikroorganizmalar MA paketlenmesi yapılmış ürünlerin dağıtım sirkülasyonunun uzaması durumunda sorun oluşturabilmektedir (BRODY, 1989a).

MAP'DE KULLANILAN GAZ KARIŞIMLARI

MAP'de kullanılacak olan gaz arışımının doğru olarak seçimi önemlidir. Öncelikle kullanılan gazların ürünün bozulması üzerine etkisinin nasıl olduğunun bilinmesi gereklidir. Genel anlamda modifiye atmosfer paketlenmede kullanılan üç ana gazdan O₂ kullanımından genellikle kaçınıldığı halde balık veya sebze gibi ürünlerin paketlenmesinde belli oranda kullanımı zorunludur (COULON and LOUIS, 1989).

AZOT (N₂): İnert bir gaz olup, sudaki çözünürlüğü oldukça düşüktür. Mikroorganizmalarla veya gıda ürünleriyle direkt interaksiyona girmez. MAP'de N₂'nin birincil fonksiyonu O₂ ve CO₂ gibi reaktif gazlarla yer değiştirmesidir. Azotun gaz paketlenmede iki önemli rolü vardır (HOTCHKISS, 1989). Bunlar;

1- Oksijenin yerini alarak oksidatif reaksiyonları ve oksidatif reaksiyon sonucu ransit tat-koku oluşumunun engellenmesini sağlamaktadır.

2- İnert bir dolgu olarak hareket ederek esnek paketlerde vakum oluşumunu engellemektedir. Örneğin kümes hayvanlarının MA paketlenmesinde gaz olarak CO₂ ve O₂'nin kullanılması durumunda, ortamdaki CO₂ ve O₂ ürün üzerinde bulunan mikroorganizmalar ve ürün tarafından metabolize ve adsorbe edilecektir. Sonuçta ambalajda vakum oluşacaktır. Bu olay MAP'de en az % 20 azot kullanımı ile önlenmektedir. Bu nedenle günümüzde taze kümes hayvanlarının MA paketlenmesinde ürünün raf ömrünü uzatmak için N₂, CO₂, O₂ gaz karışımı kullanılmaktadır.

KARBONDİOKSİT (CO₂): Yaşayan canlıların solunumu sonucu atmosferde iz miktarda bulunan CO₂ bakteriyostatik ve fungustatik özellikleri nedeniyle modifiye atmosfer paketlenmede kullanılan önemli bir gazdır. Küf ve aerobik bakteriler gibi mikroorganizmaların gelişmesini geciktiren veya önleyen bir gazdır. Mayalar üzerindeki etkisi ise oldukça azdır. Bununla birlikte CO₂ tüm mikroorganizmalar üzerinde etkili değildir. Örneğin düşük O₂ içeren ortamda CO₂ varlığı laktik asit bakterilerinin gelişmesini artırmaktadır (COULON and LOUIS, 1989). Düşük sıcaklık CO₂'nin inhibitör etkisini artırmaktadır. Bu da düşük sıcaklıklarda sudaki CO₂'nin çözünürlüğünün artmasından kaynaklanmaktadır (BRODY, 1989a). CO₂ suda çözüldüğünde karbonik asit oluşturarak ortamın pH değerini düşürmektedir (BRODY, 1989b).

Düşük sıcaklıklarda CO₂'nin inhibitör etkisinin artması nedeniyle çoğu gıda için sıcaklık +4°C'de tutulmakta ve CO₂ konsantrasyonu minimum % 20'ye ayarlanmaktadır. Konsantrasyon % 25'in üzerine çıkarıldığında ise mikrobiyolojik gelişme maksimum düzeyde engellenebilmektedir (BRODY, 1989a). Ancak CO₂'in etki mekanizması henüz tam olarak aydınlatılamamıştır. Bazı araştırmacılar bazı anaerobik ve fakültatif anaerob bakterilerin de CO₂'li ortamlarda inhibe olduğu belirtilmişlerdir. Ancak CO₂'in yağda ve sulu ortamda çözünürlüğü pakette şekil bozukluğuna neden olmaktadır (AYTAÇ, 1994).

MAP'de yüksek CO₂ konsantrasyonu, anaerobik mikroorganizmaların önemli bir sorun oluşturduğu etlerde yağın olarak kullanıldığı halde, düşük sıcaklıklarda (5°C) çözünürlüğünün artması ve ürün tarafından CO₂'din adsorpsiyonunun kolaylaşması nedeniyle kırmızı etlerde yüzeyde renk solmalarına yol açmaktadır (HOTCHKISS, 1989; BRODY, 1989c; AYTAÇ, 1994).

CO₂, insektisidal özelliklere de sahip olduğundan, böcek zararları nedeniyle ürünün değer kaybının önlenmesinde de kullanılmaktadır (COULON and LOUIS, 1989).

OKSİJEN (O₂): Atmosferde % 21 konsantrasyonda bulunan ve yaşam için gerekli olan O₂'in paket ortamında bulunması genelde istenmemektedir. Bunun nedenlerinden birisi üründe kalite düşmesi ve bozulmaya neden olan aerobik mikroorganizmaların gelişimini sağlaması, diğeri ise oksidasyona neden olmasıdır.

Oksijen oksidasyon sonucu tat-koku maddeleri, pigmentler ve yağlarda meydana gelen parçalanmalarda kötü tat-koku oluşumu, renkte bozulma gibi istenmeyen olaylara neden olmaktadır (HOTCHKISS, 1989). Özellikle doymamış bağ içeren katı ve sıvı yağların oksidasyonu sonucu insan vücudu için zararlı olma olasılığı olan peroksitler oluşmaktadır. Bunlar düşük molekül ağırlıklı aldehit ve karbonilli bileşenlere, karboksilik asit gibi maddelere parçalanarak kötü koku oluşturmaktadır (ABE and KONDOH, 1989). Ürün etrafındaki atmosferin O₂ konsantrasyonunu yaklaşık % 1'e düşürülmesiyle oksidasyon önemli ölçüde engellenmektedir (HOTCHKISS 1989).

Ancak ortamda O₂'nin yokluğu bitki dokusunda anaerobiosis olarak bilinen ve etkili bir şekilde fermantasyona neden olan anaerobik solunuma yol açabilmektedir. Bu da istenmeyen veya kötü tat-kokuya yol açmaktadır. Bitkisel anaerobiosis kaliteyi kötü şekilde etkilemekle birlikte insan sağlığını tehlikeye sokmamaktadır. Ayrıca O₂ seviyesinin sıfıra indirilmesi patojenik *Clostridium botulinum* gibi anaerobik mikroorganizmaların gelişmesi için uygun ortam yaratmaktadır (BRODY, 1989a).

O₂'nin ortamda bulunması anaerob mikroorganizmalara toksik etkili olduğundan balık ve sebze gibi ürünlerin paketlenmesinde O₂ kullanımı zorunludur. Örneğin kümes hayvanlarının MA paketlenmesinde gıda zehirlenmesine neden olan mikroorganizmaların bazıları O₂ varlığında gelişemediklerinden paket içinde güvenlik faktörü olarak O₂ dahil edilmektedir. Çok düşük miktarlardaki O₂'nin dahi bu mikroorganizmalar için toksik etkisinin tesbit edilmesi nedeniyle atmosferde % 5-10 düzeylerinde O₂ ilave edilmektedir (HOTCHKISS, 1989).

O₂ varlığının sorun oluşturduğu gıdalarda, ortamdaki O₂'i almak veya paket geçirgenliği nedeniyle paket atmosferine giren O₂'i uzaklaştırmak için oksijen absorberleri adı verilen kimyasal maddeler de kullanılmaktadır. Bu konuda aşağıda kısaca bilgi verilmektedir.

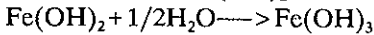
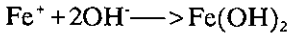
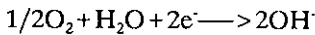
OKSİJEN ABSORBERLERİ

Oksijen absorberleri, kimyasal olarak oksijene reaktif maddelerden oluşturulmuş, gaz geçirilebilen materyal içinde paketlenmiş, küçük keseler şeklindedirler. Kapalı bir kap içinde yerleştirilmiş bu paket içeriği, gıdanın bulunduğu ambalaj içinden oksijeni tamamen uzaklaştırmaktadır. Oksijen absorberlerinin Japonya'da gıda muhafazasında ve dağıtımında önemli yeri bulunmaktadır. Son yıllarda gıdanın tazeliğini en iyi şekilde koruyan eşsiz bir metod olarak tüm dünya ülkelerinin dikkatini çekmeye başlamıştır (ABE and KONDOHL, 1989).

O₂ absorberler, paket içinde uygun şekilde yerleştirildiğinde hem paket içindeki kalıntı O₂'i, hem de geçirgenlik nedeni ile paket içerisine giren O₂'i sürekli olabilmeye yeteneğinde olan maddelerdir. Ayrıca yağ oksidasyonunu önlemede, böcekleri solunumu engelleyerek öldürme yolu ile böcek zararlarını azaltmada ve küf gelişimini önlemede güvenilir bir şekilde oksijeni indirgeme yeteneğine olan maddelerdir (BRODY, 1989a).

Oksijen absorberleri ne gıda ne de gıda katkı maddesi olmadıkları halde gıda ile birlikte pakette yer aldıklarından tüketici tarafından yanlışlıkla tüketilebilme olasılıkları nedeniyle insan vücuduna zarar vermeyen maddeler olmalıdır. Oksijen absorberleri, paketlenme prosesinde gıda paketi içine yerleştirilmeden önce belli bir süre havaya maruz kalmaktadır. Absorberde oksidasyon reaksiyonu çok hızlıysa, havanın oksijeni ile reaksiyon, paketlenmeden önce gerçekleştiğinden kapasitede düşme olabilmektedir. Diğer tarafından bu kapasite çok düşük ise gıda, oksijen etkisiyle bozulabilir. Bu nedenle oksijen absorberleri uygun oranda oksijen absorblamalı ve istenmeyen yan reaksiyonlara sebep olmamalıdır.

Günümüzde oksijen absorberleri olarak demir esaslı materyaller kullanılmaktadır. Mitsubishi Gas Chemical Company, Inc. tarafından AGELESS isimli oksijen absorberi geliştirilmiş ve 1977 yılında kullanımına başlanmıştır. Demir esaslı absorberlerin reaksiyonu basit olmamakla birlikte şu şekildedir (ABE and KONDOHL, 1989).



MAP UYGULAMALARI

Gıda endüstrisinde MA veya CA uygulamalarında kullanılan gaz kompozisyonu ürüne, ürün çeşidine ve hatta kaynağına göre değişim göstermektedir. Bu nedenle bir çeşit için optimum olan atmosfer şartı diğer bir çeşit için optimum olmayabilmektedir. Dolayısı ile her ürün için optimum atmosfer şartı denenerek bulunmalıdır (FENNEMA, 1989b). Günümüzde tüm gıdaların MA'de paketlenmesi ile ilgili çalışmalar sürdürülmekle birlikte, en yaygın olarak kullanıldığı alanlar şu şekilde özetlenebilir.

- Sığır, domuz, kuzu, tavuk ve balık etinin hem büyük işletmelere parçalanmadan satışında, hem de perakende satışlarında ambalajlamada kullanılmaktadır.

- Fırıncılık ürünlerinin perakende satışında da MA kullanılmaktadır. Böylece ürünün su kaybetmesinin önüne geçilmekte, ayrıca yüzey küflenmeleri önemli ölçüde önlenmektedir. Özellikle dilimlenmiş ürünlerde istenen sonuçları verdiğinden kullanımı yaygındır.

- Taze meyve ve sebzelerin depolanması ve perakende satışında yine bu teknikten yararlanılmaktadır. Bu yolla ürünlerde çürüme ve yüzey küflenmeleri önlenmekte ve raf ömrü önemli ölçüde artırılabilmektedir (BRODY, 1989a).

MAP'nin birçok avantajı olmasına rağmen, bu teknolojinin uygulamasında üzerinde durulması gereken bazı sorunlar vardır. Örneğin tavukların bu yolla korunmasında *Salmonella* tehlikesi, balıklarda anaerobik patojenlerin potansiyel gelişme sorunu vardır (BRODY, 1989a). Ayrıca çok iyi kalitede hammadde kullanılması, çok iyi sıcaklık kontrolü olan ortamların kullanılması, özel alet ve ekipmanlara gereksinim olması ve gaz kaynaklarına ihtiyaç duyulması en önemli sınırlayıcı özelliklerindedir. Bunların dışında, bu gazların farklı nitelikte olması ve belli konsantrasyonlarda kullanılması zorunluluğu, her bir gazın dolunu için farklı alet kullanılması gerekliliği bu gazların kullanımını daha da zorlaştırmaktadır. Ayrıca bu gazlardan etkilenmeyen ambalaj seçimi de gereklidir (AYTAÇ, 1994).

KAYNAKLAR

- ABE, Y. and KONDOH, Y., 1989. Oxygen absorbers. "in Controlled/Modified atmosphere/Vacuum Packaging of Foods, Ed. A. L. Brody, "Food Nutrition Press, Inc., USA, 179 p.
- AYTAÇ, S.A., 1994. Gıda Ambalajları ve Ambalajlama Teknikleri Ders Notları (Başlamamış) H.Ü.Gıda Müh. Bölümü GMÜ 773.
- BRECHT, P.E., 1980. Use of controlled atmospheres to retard deterioration of produce. Food Technology, March, 45-50.
- BRODY, L.A., 1989b. Introduction. "in Controlled/Modified Atmosphere/vacuum packaging of foods, Ed. A. L. Brody, "Food Nutrition Press, inc. USA, 179 p.
- BRODY, L.A., 1989b. Modified atmosphere packaging of seafoods. "in Controlled/Modified Atmosphere/Vacuum Packaging of Foods, Ed. A.L. Brody, "Food Nutrition Press, Inc. USA, 179 p.
- BRODY, L.A., 1989c. Modified atmosphere/vacuum packaging of meat. "in Controlled/modified Atmosphere/Vacuum Packaging of Foods, Ed. A.L. Brody, "Food Nutrition Press, Inc., USA, 179 p.
- COULON, M. and LOUIS, P., 1989. Modified atmosphere packaging of precooked foods. "in Controlled/Modified Atmosphere/vacuum packaging of foods, Ed. A.L. Brody, "Food Nutrition Press, Inc., USA, 179 p.
- FENNEMA, O.R., 1975a. Introduction to food preservation. "in Principles of Food Preservation., Ed. O.R. Fennema.", 474 p.
- FENNEMA, O.R., 1975b. Preservation of food by storage at chilling temperatures. "in Principles of Food Preservation., Ed. O.R. Fennema.", 474 p.
- HOTCHKISS, J.H., 1989. Modified atmosphere packaging of poultry and related products." in Controlled/Modified Atmosphere/Vacuum packaging of foods, Ed. A.L. Brody," Food Nutrition Press, Inc., USA, 179 p.