

ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
ZİRAAT VE DOĞA BİLİMLERİ FAKÜLTESİ

ABANT IZZET BAYSAL UNIVERSITY
FACULTY OF AGRICULTURE AND NATURAL SCIENCES

ULUSLARARASI TARIM VE YABAN HAYATI
BİLİMLERİ DERGİSİ

INTERNATIONAL JOURNAL OF AGRICULTURAL AND
WILDLIFE SCIENCES

Cilt	1	Sayı	2	2015
Volume		Number		

Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi	International Journal of Agricultural and Wildlife Sciences
Dergi web sayfası: http://dergipark.ulakbim.gov.tr/ijaws	Journal homepage: http://dergipark.ulakbim.gov.tr/ijaws

Baş Editör

Yrd. Doç. Dr. Hakan KİBAR, Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Editor in Chief

Yardımcı Editörler

Yrd. Doç. Dr. Faheem Shahzad BALOCH, Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Bahtiyar Buhara YÜCESAN, Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Associate Editors

Araş. Gör. Mehmet Zahit YEKEN, Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Bölüm Editörleri

Section Editors

Prof. Dr. Mehmet Erhan GÖRE, Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Doç. Dr. Handan ESER, Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. İhsan CANAN, Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Beyhan KİBAR, Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Cihangir KİRAZLI, Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Kadir Ersin TEMİZEL, Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Gülsüm YALDIZ, Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Danışma Kurulu

Advisory Board

Prof. Dr. Burhan ARSLAN, Namık Kemal Üniversitesi

Prof. Dr. Fikri BALTA, Ordu Üniversitesi

Prof. Dr. Wolfgang KREIS, Friedrich Alexander University

Prof. Dr. Mehmet ÜLKER, Yüzüncü Yıl Üniversitesi

Assoc. Prof. Frieder MULLER, Friedrich Alexander University

Assoc. Prof. Qasim SHAHID, South China Agricultural University

Doç. Dr. Halil KÜTÜK, Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Assist. Prof. Muhammed Naeem SATTAR, University of the Punjab

Yrd. Doç. Dr. Süleyman TEMEL, Iğdır Üniversitesi

Dr. Khalid MAHMOOD, Aarhus University

Dr. Mueen Alam KHAN, Nanjing Agricultural University

Ürün Bilgisi (Product Information)

Yayıncı
Publisher

Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Abant İzzet Baysal University

Sahibi (AİBÜZDF Adına)
Owner (On Behalf of AIBUZDF)

Prof. Dr. Vahdettin ÇİFTÇİ, Dekan (Dean)

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü
Editor-in-Chief

Yrd. Doç. Dr. Hakan KİBAR

Dergi Yönetimi
Journal Administrator

Yrd. Doç. Dr. Faheem Shahzad BALOCH
Yrd. Doç. Dr. Bahtiyar Buhara YÜCESAN
Araş. Gör. Mehmet Zahit YEKEN

Yayın Dili
Language

Türkçe, İngilizce
Turkish, English

Yayın Aralığı
Frequency

Yılda iki kez yayınlanır
Published two times a year

Yayın Türü
Type of Publication

Hakemli yaygın süreli yayın
Double-blind peer-reviewed

Dergi e-ISSN
Journal e-ISSN

2149-8245

Dergi Yönetim Adresi

Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri
Dergisi
Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi
14280, Bolu-TÜRKİYE

Journal Management Address

International Journal of Agricultural
and Wildlife Sciences
Abant İzzet Baysal University
Faculty of Agriculture and Natural Sciences
14280, Bolu-TURKEY

Telefon: +90 0374 2534345
Faks: +90 0374 2534346
E-posta: ijawseditor@ibu.edu.tr

Telephone: +90 0374 2534345
Fax: +90 0374 2534346
E-mail: ijawseditor@ibu.edu.tr

Tarandığı İndeksler

Indexed



İÇİNDEKİLER-CONTENTS

Nar (<i>Punica granatum</i> L.) Çeşit ve Genotiplerin Fizikokimyasal Karakterizasyonu Physicochemical Characterization of Pomegranate (<i>Punica granatum</i> L.) Varieties and Genotypes <i>Muttalip GÜNDOĞDU, Hüda YILMAZ, İhsan CANAN</i>	57 - 65
Türkiye’de Limon Üretim Bölgesine Yakın Yerlerde Kullanılan Doğal Depoların Mevcut Durumu ile Sıcaklık ve Nem Durumlarının Araştırılması The Research of Conditions, Temperatures and RH Values of Natural Storagehouses Where Close to Lemon Production Areas in Turkey <i>İhsan CANAN, İbrahim Tayfun AĞAR, Muttalip GÜNDOĞDU</i>	66 - 77
Farklı Karbondioksit Dozlarının Hidroponik Buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) Çim Suyunun Verim ve Besin Değerleri Üzerine Etkileri The Effects of Different Carbon Dioxide Doses on Yield and Nutritional Values of Hydroponic Wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.) Grass Juice <i>Muhammet KARAŞAHİN</i>	78 - 84
Bazı Adi Fiğ Çeşitlerinde Farklı Ekim Tarihlerinin Yaprak Alan İndeksine Etkisi The Effect of Different Sowing Dates to Leaf Area Index in Some Common Vetch Varieties <i>Süleyman TEMEL, Veli YILDIZ, Ahmet Eren KIR</i>	85 - 93
Farklı Azot ve Fosfor Seviyelerinin Kuru Şartlarda Yetiştirilen Aspir (<i>Carthamus tinctorious</i> L.) Bitkisinin Bazı Verim Özellikleri Üzerine Etkisi Effect of Different Levels of Nitrogen and Phosphorus on the Some Yield Components of Safflower (<i>Carthamus tinctorious</i> L.) in Dry Conditions <i>Yusu ARSLAN, Nilgün BAYRAKTAR</i>	94 - 103
Evaluation of Queen Bee Production in Turkey Türkiye’de Ana Arı Üretiminin Değerlendirilmesi <i>Murat EMİR</i>	104 - 107
Virus Resistance in Potato Cultivars: A Review on The Use of Pathogen-Derived Resistance Strategies as a Tool Patates Kültürlerinde Virus Dirençliliği: Patojen Köken Viral Dirençlilik Üzerine Strateji Belirlemesi <i>Rabia JAVED, Javaria QAZI</i>	108-116
Mantar Muhafazasında Hipobarik Depolama Tekniği Hypobaric Storage Technique in The Mushroom Preservation <i>Hakan KİBAR, Beyhan KİBAR</i>	117 - 125

Hakemler/Reviewers

Prof. Dr. Havva İLBAĞI, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ

Prof. Dr. Aysun PEKŞEN, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun

Prof. Dr. Murat SAYILI, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat

Prof. Dr. Mustafa TAN, Atatürk Üniversitesi, Erzurum

Doç. Dr. Kazım GÜNDÜZ, Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay

Doç. Dr. Bilal KESKİN, Iğdır Üniversitesi, Iğdır

Doç. Dr. Ferat UZUN, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun

Yrd. Doç. Dr. Ziya DUMLUPINAR, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş

Yrd. Doç. Dr. Tamer ERYİĞİT, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van

Yrd. Doç. Dr. Mustafa Kenan GEÇER, Iğdır Üniversitesi, Iğdır

Yrd. Doç. Dr. Duran KATAR, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir

Yrd. Doç. Dr. Ahmet ÖZTÜRK, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun

Yrd. Doç. Dr. Ferhat ÖZTÜRK, Canik Başarı Üniversitesi, Samsun

Yrd. Doç. Dr. Onur SARAÇOĞLU, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat

Mantar Muhafazasında Hipobarik Depolama Tekniği

Hakan Kibar^{1*} Beyhan Kibar²

¹Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Tohum Bilimi ve Teknolojisi Bölümü, Bolu

²Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bolu

Geliş tarihi (Received): 28.10.2015

Kabul tarihi (Accepted): 22.12.2015

Anahtar kelimeler:

Mantar, muhafaza, kalite, hipobarik depolama

*Sorumlu yazar

e-mail: hakan.kibar@ibu.edu.tr

Özet. Dünyada ve ülkemizde yemeklik mantar üretimi giderek bir artış eğiliminde olup, artan mantar üretimi mantarların tüketiciye ulaşmaya kadar canlılığını ve kalitesini daha uzun süre muhafaza etmesi için depolama tekniklerinin önemini artırmaktadır. Mantar, yüksek su içeriğine sahip olduğu ve solunum hızı yüksek olduğu için hasattan sonra çok hızlı bozulmakta ve kalitesini kaybetmektedir. Mantarda hasattan sonra canlılık ve kalite kaybının yavaş veya hızlı olması optimum depolama koşullarının sağlanmasına bağlıdır. Hasattan sonra optimum depolama koşulları sağlanmadığında mantarlarda büzüşme, su ve ağırlık kaybı, sap uzaması ve incilmesi, şapka açılması, protein, şeker ve çözünebilir kuru madde miktarlarında azalma, istenmeyen koku gelişimi, renk değişimleri (karma, kahverengileşme), doku değişimleri (yumuşama veya etli kısımda sertliğin kaybı) ve mikrobiyal enfeksiyonlar gibi kalite kayıpları meydana gelmektedir. Hasat edilen mantarlar yüksek nem ve enzim içeriği nedeniyle yalnızca 3-4 gün gibi çok kısa bir raf ömrüne sahiptir. Bu nedenle mantarların hasat sonrası raf ömrünün uzatılması ve tüketiciye ulaşmaya kadar kalitesini daha uzun süre sürdürebilmeleri için soğukta muhafaza, kontrollü atmosfer depolama, modifiye atmosfer paketlenme, kurularak muhafaza, konserveye işleme, hipobarik ve hiperbarik depolama gibi farklı teknikler uygulanmaktadır. Bu çalışmada muhafaza süresi kısa olan yemeklik mantarlar için bahsedilen depolama tekniklerinden hipobarik depolama tekniği açıklanmaktadır.

Hypobaric Storage Technique in The Mushroom Preservation

Key words:

Mushroom, preservation, quality, hypobaric storage

*Corresponding author

e-mail: hakan.kibar@ibu.edu.tr

Abstract. Edible mushroom production is gradually increasing in the world and our country. Increasing mushroom production increases the importance of storage techniques to maintain for a longer period the vitality and quality of mushrooms until it reaches the consumer. Because mushroom have a high water content and respiration rate of mushroom is high, it deteriorates very rapidly after harvest and loses its quality. Slow or rapid loss of vitality and quality in the mushrooms after harvest depends on providing of optimum storage conditions. When optimum storage conditions can not be provided after harvest, quality losses in mushrooms such as shrinkage, water and weight loss, stem elongation and thinning, cap opening, decrease in protein, sugar and soluble solids content, undesirable odor development, color changes (darkening, browning), texture changes (softening or the loss of hardness in the fleshy part) and microbial infections occur. Harvested mushrooms have a very short shelf life such as only 3-4 days due to its high moisture and enzyme content. Therefore, different techniques such as cold storage, controlled atmosphere storage, modified atmosphere packaging, drying preservation, canning, hyperbaric and hypobaric storage are applied to prolong the shelf life of mushrooms postharvest and to maintain quality of mushrooms for a longer time until it reaches the consumer. In this study, hypobaric storage technique from mentioned storage techniques for edible mushrooms which have very short preservation period is described.

1. GİRİŞ

Mantar gerek besin değeri, gerekse kendine özgü aroması ve lezzeti ile sevilerek yenen bir gıda maddesi olup, tüm dünyada yemeklik mantar üretimi ve tüketimi giderek artmaktadır (Boa 2004). Mantarlar içerdikleri bazı önemli aminoasitler, vitaminler, mineraller, lif ve karbonhidratlar gibi besin değerleri yanı sıra sağlık açısından da çok önemli fonksiyonlara sahiptirler (Manzi *et al.*, 2001; Mattila *et al.*, 2001; Shivhare *et al.*, 2004; Lindequist *et al.*, 2005). Mantarlar sindirimi kolay proteinlere sahip olmaları nedeniyle diğer sebzelerden ayrılmaktadırlar (Demir 2003). Yaklaşık olarak % 90 oranında su içeren 100 g taze kültür mantarında 3.09 g protein, 0.34 g yağ, 3.26 g karbonhidrat, 0.025 mg B1 vitamini, 0.37 mg B2 vitamini, 3.72 mg B3 vitamini ve 1 mg C vitamini bulunmaktadır (USDA 2012; Thompson 2015).

Dünyada 2013 yılı toplam mantar üretim miktarı 9.926.966 ton olup, bu üretimde en fazla paya 7.068.102 tonluk üretimi ile Çin sahiptir (FAO 2015). Türkiye’de ise 2012 yılı toplam mantar üretimi 49.000 tondur (Eren ve Pekşen 2014). Bu mantar üretiminin bölgelere göre dağılımı incelendiğinde toplam üretimin % 73.1’ini sağlayan Akdeniz Bölgesi ilk sırayı almaktadır. İç Anadolu Bölgesi (% 13.0), Marmara Bölgesi (% 10.0), Ege Bölgesi (% 2.8), Karadeniz Bölgesi, Doğu ve Güney Doğu Anadolu Bölgesi (% 1.1) mantar üretiminin yapıldığı diğer bölgelerdir (TÜİK 2015). Dünyada *Agaricus spp.*, *Pleurotus spp.*, *Lentinus edodes*, *Ganoderma lucidum*, *Volvariella volvacea*, *Auricularia auricula* ve *Flammulina velutipes* gibi çok çeşitli mantar türlerinin yaygın bir şekilde üretimi yapılmasına rağmen (Diez and Alvarez 2001), Türkiye’de ticari olarak yetiştiriciliği yapılan ve satışa sunulan en önemli mantar türleri *Agaricus bisporus* ve *Pleurotus* türleridir (Eren ve Pekşen 2014).

Yemeklik mantarın üretilmesi, insanların beslenmesi ve ülke ekonomisi için ne kadar önemli ise, raf ömrünü uzatmak ve tüketilinceye kadar taze özelliklerine en yakın besin bileşimlerini koruyacak şekilde muhafaza etmek de o kadar önemlidir. Çünkü üretilen mantarı muhafaza edemeyip mantarın tümü tüketiciye ulaştırılamıyorsa, üretimi artırma çabaları büyük bir anlam taşımamaktadır. Bundan dolayı ürettiğimiz kadar, ürettiğimizi ne ölçüde muhafaza edebildiğimiz ve sağlıklı bir gıda olarak tüketiciye ulaştırdığımız da önemlidir (Kibar ve Öztürk 2009).

Dünyada üretilen yemeklik mantarın % 45’i taze olarak tüketilmektedir. Geriye kalan % 55’lik kısmı ise işlenmektedir. İşlenen bu % 55’lik kısmın % 5’i kurutularak ve % 50’lik kısmı da konserve olarak kullanılmaktadır (Singh *et al.*, 2010). Taze tüketimin az olmasının nedeni mantarların raf ömrünün kısa olmasıdır. Mantarlar hasattan sonra yüksek metabolik aktivite ile yüksek solulum hızı yüzünden çok çabuk bozulmakta olup, raf ömrü kısadır (Jolived *et al.*, 1995; Walde *et al.*, 2006). Mantarların fiziksel ve mikrobik saldırılar ile su kaybını engelleyecek kütikula tabakasına sahip olmamaları nedeniyle diğer sebzelerle karşılaştırıldığında oda sıcaklığında 3 - 4 gün gibi çok kısa bir raf ömrüne sahiptirler (Martine *et al.*, 2000). Hasat edilen mantarlar yüksek nem ve enzim içeriği nedeniyle modifiye atmosfer paketleme yöntemiyle 3 °C sıcaklıkta 8 gün, kontrollü atmosfer depolama yöntemiyle 2 °C sıcaklıkta ise maksimum 14 gün süreyle muhafaza edilebilmekte ve depolama sürecinde hızla kalite kaybı görülmektedir (Singh *et al.*, 2010). Hardenburg *et al.* (1986), yeni hasat edilmiş ve hızla soğutulmuş mantarların normal atmosferde (NA) 0 °C’de 5 gün, 4.5 °C’de 2 gün ve 10 °C’de yalnızca 1 gün muhafaza edildiğini bildirmişlerdir. Mantarların hasattan sonra çok çabuk bozulması ve raf ömrünün kısa olması taze olarak tüketimini sınırlamakta (Roy *et al.*, 1996) ve bu nedenle mantarlar konserveye işlenerek, dondurularak, kurutularak veya farklı muhafaza yöntemleriyle depolanarak pazarlanmaktadır (Bano *et al.*, 1992; Erbay 2008; Kulshreshtha *et al.*, 2009).

Depolama koşulları taze mantarların kalitesi için oldukça önemlidir. Mantarda hasattan sonra canlılık ve kalite kaybının yavaş veya hızlı olması optimum depolama koşullarının sağlanmasına bağlıdır. Hasattan sonra optimum depolama koşulları sağlanmadığında mantarlarda büzüşme, su ve ağırlık kaybı, sap uzaması ve incilmesi, şapka açılması, protein, şeker ve çözünebilir kuru madde miktarlarında azalma, istenmeyen koku gelişimi, renk değişimleri (kararma, kahverengileşme), doku değişimleri (yumuşama veya etli kısımda sertliğin kaybı) ve mikrobiyal enfeksiyonlar gibi kalite kayıpları meydana gelmektedir (Lukkasse and Polderdijk 2003). Bu nedenle mantarların hasat sonrası raf ömrünün uzatılması ve tüketiciye ulaşıncaya kadar kalitesini daha uzun süre sürdürebilmeleri için soğukta muhafaza, kontrollü atmosfer depolama, modifiye atmosfer paketleme, kurularak muhafaza,

konserveye işleme, hipobarik ve hiperbarik depolama gibi farklı teknikler uygulanmaktadır. Bu tekniklerin her biri mantar muhafazası için avantaj ve dezavantajlara sahiptir.

Düşük basınçta depolama tekniği olarak bilinen hipobarik depolama dünyada yaklaşık olarak 40 yıldır var olan bir depolama yöntemidir. Hipobarik depolama günümüzde tüm ürünlerin depolanması için uygun olmayıp, daha çok taze meyve ve sebze ürünlerinin hasat sonrası düşük basınç ve düşük oksijende depolanması için uygulanan önemli bir depolama tekniğidir. Taze meyve ve sebzelerde uygulanmasının nedeni bu ürünlerin yüksek su içeriği nedeniyle hızlı solunum yapmalarıdır. Bu teknik; depolama sırasında uygulanan düşük oksijen nedeniyle taze ürünün solunumunu yavaşlatması, etilen ve diğer metabolik uçucu maddelerin uzaklaştırılması, olgunlaşma ve yaşlanmanın ilerlemesini geciktirmesi gibi önemli avantajlara da sahiptir (An *et al.*, 2009). Bununla birlikte hipobarik depolama teknolojisi kontrollü atmosfer depolama veya modifiye atmosferde paketleme ile karşılaştırıldığında endüstriyel uygulamalarda taze ürünlerin depolanması için yaygın olarak kullanılmamıştır.

Bu çalışmanın amacı, hasat edildikten sonra hızla bozulma ve kalitesini kaybetme özelliğine sahip olan yemeklik mantarın muhafazasında uygulanan ve ülkemizde yaygın olarak kullanılmayan hipobarik depolama tekniğini açıklamaktır.

2. HIPOBARİK DEPOLAMA TEKNİĞİ

Hipobarik veya düşük basınçta depolama tekniği (Low Pressure Storage-LPS) ilk kez Burg and Burg (1966) tarafından geliştirilmiştir. Bununla birlikte, tekniğin ticari gelişimi başlangıçta temel bilgi eksikliği nedeni ile engellenmiştir. Ayrıca hipobarik depolama teknolojisi zor ve teknolojiyi geliştirmek zaman alıcı olduğu için yakın zamana kadar fazla anlaşılamamıştır. Fakat günümüzde hipobarik depolama teknolojisindeki gelişmeler ve bu yöntemin daha iyi anlaşılmasıyla hipobarik depolamaya ilgi artmıştır (Burg 2004).

Hipobarik depolama; buzdolabında ve kontrollü atmosferde depolamanın dezavantajlarının üstesinden etkin bir şekilde gelmek için ortamda oluşan ısıyı uzaklaştırmak, oksijen düzeyini azaltmak ve zaman içerisinde ortaya çıkan zararlı gazların dışarı atılması için geliştirilen bir tekniktir (Wang *et al.*, 2001). Bu yöntemle depo atmosferi içindeki

sıcaklık ve depo atmosferinin bileşimi güvenilir bir şekilde ve sürekli olarak ayarlanabilmektedir (Wenxiang *et al.*, 2006). Hipobarik depolamanın asıl etki mekanizmasının düşük basınç ile birlikte oksijen seviyesindeki azalmalar yüzünden olduğu düşünülmektedir (Mbata and Phillips 2001; Mbata *et al.*, 2005). Burg (2004) hipobarik depolama tekniği ile zorunlu olarak herhangi bir gaz girişı olmadan modifiye atmosfer koşullarının elde edilebildiğini bildirmiştir.

Hipobarik depolama tekniği şematik olarak Şekil 1'de gösterilmektedir. Hipobarik depolamada gerekli cihazlar; vakum tankı, vakum pompası, basınç düzenleyici, nemlendirici ve soğutucudur.

Hipobarik depolamada dikkat edilmesi gereken en önemli konulardan biri depo içerisinde istenilen düşük basınç seviyesinin sürekli olarak sağlanmasıdır. Hipobarik depolama tekniğinin esası genellikle 200 mmHg (26.7 kPa)'nin altındaki düşük basınçlarda muhafazaya dayanmaktadır (Thompson 2015). Depo içerisinde gerekli olan düşük basınç depoya hava girişı ve tahliyesi dengelenerek, basınç düzenleyiciler ile sağlanmaktadır. Bir basınç ölçer yardımıyla depo içerisindeki basınç basit bir şekilde ölçülebilmektedir.

Hipobarik depolama sisteminde daha çok taze sebze ve meyvelerin depolanması nedeniyle ürünler sürekli olarak solunum yaptığı için depo atmosferinin devamlı olarak değiştirilmesi önemlidir. Bu sistemde depo ortamı atmosferik basınç seviyesinden daha düşük seviyede bir hava ile havalandırılmaktadır. Depo atmosferinin değiştirilmesi depo içerisinden havayı tahliye eden bir vakum pompası ile sağlanabilmektedir. Depo atmosferindeki oksijen seviyesinin kontrolü çok doğru ve kolay bir şekilde başarılabilmektedir (Laurin *et al.*, 2006). Vakum pompası yardımıyla depo atmosferine sürekli olarak dışarıdan alınan hava ile depo içerisindeki hava tazelenmekte ve kısmi oksijen basıncı azaltılmaktadır (Burg 2004; Yahia 2004). Kısmi oksijen basıncındaki azalma ortam basıncındaki azalma ile doğru orantılıdır. Basınç azaltılması, taze ürünün depolanması sırasında hızlı vakumla soğutmanın etkisine sahip olabilmektedir (He *et al.*, 2004). Üründe aşırı su kaybına neden olmaması için depolardaki nem yüksek tutulmakta ve depo atmosferindeki bu su buharı depo içerisindeki kısmi oksijen basıncının hesaplanmasında dikkate alınmaktadır. Bunu yapmak için, depo ortam bağlı nemi ölçülmekte ve psikrometrik diyagramdan yararlanılarak buhar basıncı açığı hesaplanmaktadır.

Bu durum aşağıdaki denklemde açıklanmıştır (Thompson 2015).

Depodaki kısmi oksijen basıncı = $P_1 - VPD \times 21P_0$

Eşitlikte;

P_0 = Normal sıcaklıkta dış basıncı (760 mm Hg),

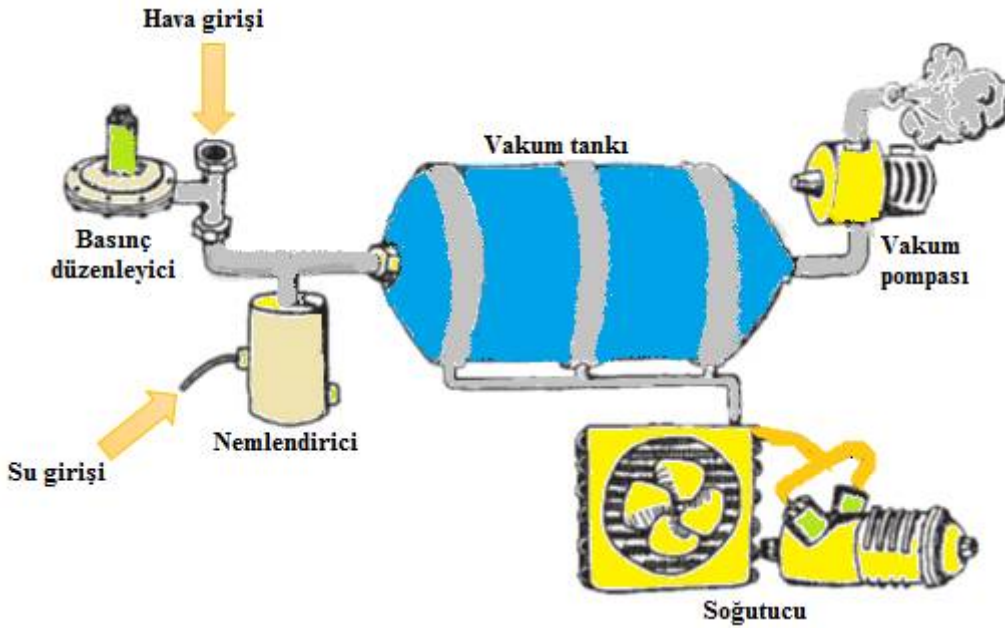
P_1 = Depo içindeki basıncı,

VPD = Depo içindeki buhar basıncı açığı

Hipobarik depolamanın büyük depo ünitelerinden ziyade çok amaçlı konteynırlarla ilişkili olması önemli bir avantajdır. Taze meyve ve sebzelerin taşınmasında hipobarik konteynırlar rahatlıkla kullanılabilir. Bu metot etilen gazının sürekli olarak depodan uzaklaştırılması avantajına da sahiptir. Böylece mantarda şapkanın kahverengileşmesine ve renk bozulmasına neden olan etilen gazının ürüne zararlı olabilecek seviyelere kadar kması önlenmektedir. Ayrıca düşük basıncı koşullarında mikroorganizma gelişimi engellenmektedir. Benzer şekilde, hipobarik depolamanın fizyolojik bozuklukların gelişimini engelleyebildiği bildirilmektedir (Wang and Dilley 2000).

rn depolamada hipobarik depolama teknolojisini uygulama ve geliştirmede iki önemli husus bulunmaktadır. Birincisi, depo içeriye doğru bir şekilde tasarlanması, ikincisi ise depo içerisindeki azalan basıncı nedeniyle üründen hızlı su kaybının meydana gelmesidir. Birinci durumun üstesinden gelmek için depo iç kısmının kavisli yüzeyi kalın elik levha ile güçlü bir şekilde inşa edilmelidir. İkinci durum için ise depoya alınan havanın doymuş olması gerekmekte olup (% 100 bağıl nem), eğer alınan nem ürün neminden daha az ise üründe ciddi bir su kaybı meydana gelebilmektedir.

Hipobarik depolamanın taze meyve ve sebzelerde raf ömrünü uzattığı, kaliteyi koruduğu ve patojenlere karşı ürünün dayanıklılığını artırdığı farklı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Yahia 1997a, b, c; Thompson 1998; Barkai-Golan 2001; Romanazzi *et al.*, 2001; 2003; Gao *et al.*, 2006; Li *et al.*, 2006 ; Wenxiang *et al.*, 2006).



şekil 1. Hipobarik depolama tekniğinin şematik olarak gösterilmesi.

Figure 1. Schematic depiction of hypobaric storage technique.

Yukarıda bahsedilenler ışığında hipobarik depolamanın avantajları;

- Raf ömrünü uzatır,
- Ürünün kalitesini korur,
- Taze ürünün solunumunu yavaşlatır,
- Olgunlaşma ve yaşlanmayı geciktirir,
- Depolama sırasında patojen ve hastalık gelişimini yavaşlatır,
- Etilen gazı ve diğer metabolik uçucu maddeler sürekli olarak depodan uzaklaştırılabilir,
- Depolama esnasında üründe fizyolojik bozuklukların gelişimini engelleyebilir,
- Modifiye atmosferle kıyaslandığında gazların oluşturulmasına, içeriye girişine ve takip edilmesine ihtiyaç bulunmamaktadır,
- Taze meyve ve sebzelerin taşınmasında hipobarik konteynirler rahatlıkla kullanılabilir,
- Hipobarik koşullar bazı ürünler için ideal bir dezenfeksiyon yöntemi olabilir.

Dezavantajları;

- Zor, masraflı ve teknolojiyi geliştirmek zaman alıcıdır,
- Sürekli olarak basınçla çalışılması risklidir.

3. YEMEKLİK MANTARLARDA HİPOBARİK DEPOLAMA TEKNİĞİ UYGULAMALARI

Burg (1970), mantarları selofan film ile sarılmış sepetlerde 2.8 °C'de normal atmosferde (NA) ve düşük basınçta [5.33, 8.0, 13.33 ve 21.33 kPa (veya 40, 60, 100 ve 160 mm Hg)] depolamıştır. 4 gün sonra mantarların 5.33 kPa (40 mm Hg) basınçta normal atmosferdekenden daha beyaz olduğunu bununla birlikte daha yüksek basınçların orta seviyede sonuçlar verdiğini saptamıştır.

Burg (1975), Dilley (1978), Leshuk and Saltveit (1990) ve Thompson (1998) tarafından mantarlar için maksimum depolama süresinin normal atmosferde 5 gün, kontrollü atmosferde 7 gün ve hipobarik depolamada ise 21 gün olduğu bildirilmiştir.

Mantarların 0 °C sıcaklıkta muhafazasında kontrollü atmosfer için O₂ kısmi basıncı <0.01 ve CO₂ kısmi basıncı >0.15-0.20 iken, hipobarik depolamada ise O₂ kısmi basıncının 0.0015-0.0029 arasında olması önerilmektedir (Burg 1975, 1990; Dilley 1978; Blanpied 1990; Leshuk and Saltveit 1990; Thompson 1998).

Hipobarik depolamanın tek başına soğutmaya göre, soğutma ile birlikte kombine edildiğinde

ürünlerin raf ömrünü kayda değer ölçüde uzattığı bildirilmiştir (Salunkhe and Wu 1973; Burg 1975).

Kapsamlı bir laboratuvar çalışmasında *Agaricus bisporus* mantarı (Dilley 1977a) shrink film ambalaj malzemesi ile sarılmış 0.5 kg'lık hamur kağıt tepsilerde paketlenmiştir. Vakumla soğutmaya kolaylaştırmak ve anaerobik koşulların ortaya çıkabilme olasılığını engellemek için her bir paketin kenarında 2 - 3 mm çapında delikler açılmıştır. Mantarlar 1.7 °C'de vakumla soğutulmuş ve 36 saat sonra testler yapılmıştır. Depolama 0 ve 5 °C'de normal atmosferde ve düşük basınçta [1.33, 2.0, 2.67, 5.33, 10.67, 21.33 ve 48.0 kPa (veya 10, 15, 20, 40, 80, 160 ve 360 mmHg)] incelenmiştir. Mantarlar normal atmosferde veya düşük basınç odalarında yeniden soğutulmuş ve 1 haftalık depolama aralıklarında ağırlık kaybı, tekstür, koku, kahverengileşme, şapka açılması, mikrobiyal enfeksiyon ve iç beyazlığı ölçülmüştür. Pazarlanabilirlik açısından genel görünüm sınıflandırması 1-9 skalasına göre yapılmıştır. Bu skalada 1 pazarlanamaz ve 9 mükemmel olarak tanımlanmıştır. Mantarlar depodan çıkarıldıktan ve atmosferik basınçta 10 °C'ye transfer edildikten sonra 3 - 4 gün boyunca raf ömrü bakımından değerlendirilmiştir. Hem normal atmosferde hem de 1.33 kPa (10 mmHg)'lık düşük basınçta 21 günlük depolama süresince toplam ağırlık kaybı yaklaşık % 3.8 olarak bulunmuştur. Şapka açılması basınca bağlı olarak devam etmemiş fakat 1.33 kPa (10 mmHg) basınçta depolanan mantarların raf ömrü değerlendirmesi süresince gecikmiştir. Mikrobiyal enfeksiyon atmosferik basınçta depolama süresince kahverengileşmeye ve şapkanın çukurlaşmasına neden olmuş ve raf ömrü değerlendirilmesi sırasında yoğun bir şekilde istenmeyen koku gelişmiştir. Atmosferik basınçta depolamada mantarlar 14 günlük depolama periyodu sonrasında yenilebilirlik açısından uygun bulunmamıştır. Bununla birlikte, mantarlar 1.33 kPa (10 mmHg) basınçta 21 gün boyunca tutulduğunda mikrobiyal enfeksiyon ve istenmeyen koku meydana gelmemiş ve aynı zamanda mantarların yenilebilir durumda olduğu belirlenmiştir. Atmosferik basınçta içsel kahverengileşme meydana gelmiş, fakat 1.33-2 kPa (10-15 mmHg) basınçta raf ömrü değerlendirmesi süresince bile mantarın beyazlığı muhafaza edilmiştir. 21 günlük depolama periyodu sonrası pazarlanabilirlik oranı normal atmosferde 5.7, 1.33 kPa (10 mmHg) basınçta ise 8.0 olarak bulunmuştur. 3 günlük raf ömrü boyunca pazarlanabilirlik oranı normal atmosferde 1.3 ve 1.33

kPa (10 mmHg) basınçta 6.0'ya düşüş göstermiştir. 1.33 kPa (10 mmHg) basınçta raf ömrü değerlendirmesi boyunca pazarlanabilirlik oranında meydana gelen düşüş 10 °C'de aynı zaman periyodunda atmosferik basınçtaki taze mantarlarda meydana gelen düşüşle benzer bulunmuştur. Çalışmada, 2.67 kPa (20 mmHg)'dan daha yüksek basınçlarda bozulmanın atmosferik basınçta depolananlardan daha hızlı bir şekilde meydana geldiği gözlenmiştir. Sonuç olarak 0 °C sıcaklık ve 1.33 - 2.0 kPa (10-15 mmHg) basınç etkili bir depolama için uygun bulunmuştur.

A. bisporus mantarının iç kahverengileşmesi üzerine 0 °C'de hipobarik depolamanın etkisi araştırılmıştır. Farklı basınç değerlerinde (15, 25 ve 760 mmHg) ve farklı günlerde (6, 13 ve 18 gün) depolamadan sonra başlangıçtaki ürünü yansıtma yüzdesi belirlenmiştir. En iyi sonuçlar 15 mmHg'de elde edilmiştir. Çalışmada 15 mmHg basınç altında 6, 13 ve 18 gün gün sonra başlangıçtaki ürünü yansıtma yüzdesi sırasıyla 90, 81 ve 74 olarak bulunmuştur. Bununla birlikte 760 mmHg'de 18 gün depolamadan sonra başlangıçtaki ürünü yansıtma yüzdesi sadece 34 olarak belirlenmiştir (Dilley 1977b).

Mantarlar -1 °C'de ve 2.0 kPa (15 mmHg) basınçta hipobarik özelliğe sahip konteynırda 5 gün boyunca başarılı bir şekilde taşınmıştır. Taşıma sırasında konteynırdaki bireysel paketlerin sıcaklıklarının -0.6 ile 3.3 °C aralığında bulunduğu bildirilmiştir (Alloca 1980a).

Alloca (1980b) tarafından hipobarik depolamada mantarların solunum hızını azaltmak için basıncın 1.33 kPa (10 mmHg)'a düşürülmesi tavsiye edilmiştir.

Dilley (1982) yaptığı çalışmada hipobarik depolamanın mantarda hasat sonrası muhafaza süresini önemli derecede uzattığını belirlemiştir.

Poulsen *et al.* (1982) tarafından mantar muhafazası 5 – 20 °C'de ve 1.33 - 48.0 kPa (10-360 mmHg) arasındaki basınçlarda araştırılmıştır. Araştırmada *Lentinus edodes*, *Flammulina velutipes* ve *Tricholoma matsutake* mantar türlerinin düşük basınçta başarılı bir şekilde depolandığı bildirilmiştir.

Mantarların muhafazasının atmosferik basınçta O₂'nin düşürülmesi ile geliştirilemeyeceği (Smith 1967) ve bu nedenle % 10-21 O₂ düzeyinin tavsiye edildiği bildirilmiştir (Leshuk and Saltveit 1990; Thompson 1998).

A. bisporus mantarının vakumla soğutma sonrasında fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine farklı depolama koşullarının etkileri araştırılmıştır. Çalışmada *A. bisporus* mantarının 15 gün süreyle soğuk hava deposu, modifiye atmosfer paketleme ve hipobarik depolama yöntemiyle ağırlık kaybı, solunum hızı, çözünebilir kuru madde içeriği, hücre zarı geçirgenliği ve kahverengileşme derecesi incelenmiştir. Mantarlar hasattan hemen sonra 5 °C'ye kadar soğutulmuş ve farklı depolama koşullarında muhafaza edilmiştir. Soğuk hava deposunun sıcaklığı 4 ± 1 °C ve nispi nem % 75 olacak şekilde ayarlanmıştır. Modifiye atmosfer paketlemede; oksijen seviyesi % 5 ± 1, karbondioksit seviyesi % 3 ± 1, depolama sıcaklığı 4 ± 1 °C, nispi nem %75 ve mantarlar 25 µm kalınlıkta düşük yoğunluklu polietilen membran ile kapatılmıştır. Hipobarik depolamada ise mantarlar 20 - 30 kPa toplam basınçta, 4 ± 1 °C sıcaklıkta ve % 75 nispi nemde muhafaza edilmiştir. Depolamanın 0, 4, 7, 10 ve 15. günlerinde ölçümler yapılmıştır. Farklı depolama koşulları altında incelenen özellikler arasında önemli farklılıkların olduğu saptanmıştır. Depolama periyodunun sonunda farklı depolama koşulları arasında mantarlardaki en az ağırlık kaybı (% 1) modifiye atmosfer paketlemede belirlenmiştir. Buna karşılık soğuk hava deposu ve hipobarik depolama yönteminde depolama periyodunun sonunda mantarlardaki ağırlık kayıpları sırasıyla % 10.12 ve % 14.78 olarak bulunmuştur. Solunum hızı bakımından hipobarik depolama ve modifiye atmosfer paketleme arasında önemli bir farklılık gözlenmezken, soğuk hava deposunda muhafaza edilen mantarların solunum hızı bu iki depolama yöntemine göre daha yüksek bulunmuştur. Hipobarik depolama koşullarında muhafaza edilen mantarlar en yüksek çözünebilir kuru madde içeriğine sahip bulunurken, depolama periyodu sonunda en düşük çözünebilir kuru madde içeriği soğuk hava deposunda muhafaza edilen mantarlarda belirlenmiştir. Depolama süresi boyunca hücre zarı geçirgenliği artmıştır. Depolama periyodunun sonunda soğuk hava deposunda muhafaza edilen mantarların hücre zarı geçirgenliği (% 16.67) en yüksek iken, modifiye atmosfer paketlemede (% 15.0) en düşük bulunmuştur. Hipobarik depolamada ise mantarların hücre zarı geçirgenliği % 15.5 olarak tespit edilmiştir. Soğuk hava deposunda muhafaza edilen mantarların kahverengileşme derecesi çok hızlı bir şekilde artmıştır. Buna karşılık, hipobarik depolamada mantarların kahverengileşme derecesi çok yavaş bir şekilde artmıştır. Araştırma sonucunda

vakumla soğutma sonrasında uygulanan üç farklı depolama yöntemi arasında en iyi sonuçların modifiye atmosfer paketleme yönteminden elde edildiği bildirilmiştir. Bununla birlikte, hem modifiye atmosfer paketleme hem de hipobarik depolamanın mantarların raf ömrünü soğuk hava deposunda muhafazadan çok daha etkili bir şekilde uzattığı belirtilmiştir (Tao *et al.*, 2006).

Pleurotus ostreatus mantarının hipobarik depolanması üzerine farklı basınç koşullarının etkisi araştırılmıştır. Farklı basınç koşulları altında (30 - 40 kPa, 50 - 60 kPa ve 70 - 80 kPa) *P. ostreatus*'un fizyolojik ve biyokimyasal değişiklikleri incelenmiş ve modifiye atmosfer paketleme yöntemi ile karşılaştırılmıştır. Hipobarik depolama, solunum hızı ile esmerleşme derecesini azaltmış ve çözünebilir protein içeriğindeki azalmayı geciktirmiştir. Mantarlardaki ağırlık kaybı modifiye atmosfer paketleme yöntemi ile karşılaştırıldığında çok az farklılık göstermiştir. Hipobarik depolamada incelenen basınç değerleri arasında en iyi sonuçlar 50-60 kPa basınçtan elde edilmiştir (Wang *et al.*, 2013).

Shiitake mantarının (*Lentinula edodes*) 20 °C'de hipobarik depolanması üzerine farklı basınç koşullarının etkisi araştırılmıştır. Çalışmada 30, 55 ve 80 kPa'lık basınç değerlerinde ve 8 günlük depolamanın sonunda solunum hızı, ağırlık kaybı, çözünebilir kuru madde içeriği, sertlik, bağıl iletkenlik ve polifenol oksidaz enzim aktivitesi belirlenmiştir. Hipobarik depolama yöntemi depolama periyodu süresince mantarların solunum hızını önemli derecede azaltmıştır. Hipobarik depolama çözünebilir kuru madde içeriğindeki düşüşü ve mantarın sertliğindeki azalışı yavaşlatmıştır. Çalışmada depolama basıncı ne kadar düşükse polifenol oksidaz enzim aktivitesinin de o oranda düştüğü belirlenmiştir. Hipobarik depolamanın belli bir ölçüde shiitake mantarında ağırlık kaybına yol açtığı tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda shiitake mantarının çözünebilir kuru madde içeriği, sertlik ve bağıl iletkenliği bakımından en iyi sonuçların 55 kPa'lık basınç değerinde elde edildiği bildirilmiştir (Feng *et al.*, 2014).

Taze shiitake mantarının (*Lentinula edodes*) vakum tankında ambalajlanarak 20 °C'de 55 kPa basınçta hipobarik depolanmasında mantar kalitesi üzerine havalandırma zaman aralığının etkisi araştırılmıştır. Vakum tankı içerisinde ambalajlanan shiitake mantarlarına iki günde bir ve günlük olarak havalandırma uygulanmıştır. Çalışmada solunum hızı,

ağırlık kaybı, çözünebilir kuru madde içeriği, polifenol oksidaz enzim aktivitesi ve malondialdehit içeriği belirlenmiştir. Günlük olarak yapılan havalandırmanın istenmeyen koku oluşumunu engellediği, solunum hızını önemli derecede azalttığı, mantarın yüksek çözünebilir kuru madde içeriğini koruduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan, iki günde bir yapılan havalandırma ile mantarın duyuşal özelliklerinin daha iyi devam ettirilmesine rağmen, polifenol oksidaz enzim aktivitesinin artışı engellediği ve malondialdehit içeriğinin azalışını geciktirdiği belirlenmiştir. Ayrıca iki günde bir yapılan havalandırmanın depolama periyodunun sonuna doğru shiitake mantarının ağırlık kaybını önemli derecede azalttığı bildirilmiştir (Liu *et al.*, 2014).

4. SONUÇ

Dünyada ve ülkemizde mantar üretiminin hızla artması hasat sonrası raf ömrünün uzatılması ve tüketiciye ulaşıncaya kadar canlılığını ve kalitesini daha uzun süre sürdürebilmeleri için teknik geliştirilmesinin önemini de artırmaktadır. Mantar yapısal özellikleri nedeniyle hasattan sonra hızla bozulduğu ve kalitesini kaybettiği için en uygun depolama yönteminin belirlenmesi daha da önem kazanmaktadır.

Düşük basınçta depolama tekniği olarak bilinen hipobarik depolama yöntemi daha çok taze meyve ve sebze ürünlerinin muhafazasında kullanılan oldukça eski bir depolama tekniğidir. Dünyada farklı mantar türlerinin hipobarik olarak depolanmasına yönelik çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Hipobarik depolamada kullanılan fiziksel cihazlar ve ölçümler günümüzde mantar muhafazasında yaygın olarak kullanılan modifiye atmosfer paketleme tekniğinden farklı olmasına rağmen, ürün fizyolojisi ve kalitesi üzerine etkileri benzerdir. Ülkemizde mantarın bu yöntemle muhafazasına ilişkin herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Türkiye'nin gelecek yıllarda mantar üretim ve ticaretinde dünya piyasasında önemli bir yere sahip olacağı öngörülmektedir. Dolayısıyla muhafaza süresi kısa olan farklı doğa mantarları ve kültür mantarlarının bu yöntemle muhafazasının ürün kalitesi ve raf ömrü üzerine etkilerine yönelik çalışmalara ülkemizde de ağırlık verilmelidir.

KAYNAKLAR

- Alloca R., 1980a. Dormovac - long-term storage of perishable commodities. Contributed by the Aerospace Division of the American Society of Mechanical Engineering at the Intersociety Environmental Systems Conference, 14-17 July, San Diego, California.
- Alloca R., 1980b. Dormovac mushroom transport: temperature gradients: a quick look at possible remedial action. Report for Grumman Allied Industries, Inc., Garden City, New York.
- An DS., Park E and Lee DS., 2009. Effect of hypobaric packaging on respiration and quality of strawberry and curled lettuce. *Postharvest Biology and Technology*, 52: 78-83.
- Bano Z., Rajarathnam S and Shashirekha MN., 1992. Mushrooms-the unconventional single cell protein for a conventional consumption. *Indian Food Packer*, 46: 20-31.
- Blanpied GD., 1990. Controlled atmosphere storage of apples and pears. *Food Preservation by Modified Atmospheres* (Eds. M. Calderon and R Barkai-Golan). CRC Press, pp. 265-298.
- Barkai-Golan R., 2001. *Postharvest Diseases of Fruits and Vegetables: Development and Control*. Elsevier Science B.V., Amsterdam, Netherlands.
- Boa E., 2004. Wild edible fungi a global overview of their use and importance to people. FAO, Rome.
- Burg SP and Burg EA., 1966. Fruit storage at subatmospheric pressures. *Science*, 153: 314-315.
- Burg SP., 1970. Progress Reports for United Fruit Co.
- Burg SP., 1975. Hypobaric storage and transportation of fresh fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Handling of Fruits and Vegetables* (Eds. NF. Haard and DK Salunkhe), A.V.I. Publishing Company Inc. Westpoint Connecticut USA, pp. 172-188.
- Burg SP., 2004. *Postharvest Physiology and Hypobaric Storage of Fresh Produce*. CABI Publishing.
- Demir A., 2003. Mantar. *Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü-Bakiş*. Haziran, 3(14).
- Diez VA and Alvarez A., 2001. Compositional and nutritional studies on two wild edible mushrooms from northwest Spain. *Food Chemistry*, 75: 417-422.
- Dilley DR., 1976. Hypobaric investigations with mushrooms (*Agaricus bisporus* cv. Golden Light). Progress Report to Grumman Allied Industries, Inc., Garden City, New York.
- Dilley DR., 1977a. The hypobaric concept for controlled atmosphere storage. *Controlled Atmospheres for the Storage and Transport of Perishable Agricultural Commodities*. Proceedings of the 2nd National Controlled Atmosphere Research Conference, Michigan State University, East Lansing, 5-7 April, Michigan.
- Dilley DR., 1977b. Application of the hypobaric system for storage and transportation of perishable agricultural commodities. Second Annual World Fair for Technology Exchange, 7-11 February.
- Dilley DR., 1978. Approaches to maintenance of postharvest integrity. *Journal of Food Biochemistry*, 2: 235-242.
- Dilley DR., 1982. Principles and effects of hypobaric storage of fruits and vegetables. *ASHRAE Transactions*, 88(1): 1461-1477.
- Erbay B ve Kücküköner E., 2008. Mantarın Besin Değeri ve Tüketim şekilleri. Türkiye 8. Yemeklik Mantar Kongresi Bildirisi, 15-17 Ekim, Kocaeli.
- Eren E ve Pekşen A., 2014. Türkiye'de kültür mantarı üretimi, sorunları ve çözüm yolları. 1. Ulusal Mikoloji Günleri, Özet Kitabı, 1-4 Eylül 2014, Erzurum.
- FAO 2015. *World Crop Production Statistics*. Food and Agriculture Organization of The United Nations Publications, Rome.
- Feng LP., Fu HJ., Wei D and Zhang M., 2014. Effect of different pressure on the quality of fresh shiitake mushrooms during vacuum tank packaging storage. *Packaging Engineering Engineering*, 35(19): 7-12.
- Gao HY., Chen H.J., Chen WX., Yang JT., Song LL., Zheng YH and Jiang YM., 2006. Effect of hypobaric storage on physiological and quality attributes of loquat fruit at low temperature. *Acta Horticulturae*, 712: 269-274.
- Hardenburg RE., Watada AE and Wang CL., 1986. *The Commercial Storage of Fruits and Vegetables, and Florist and Nursery Stocks*. USDA Agriculture Handbook No. 66.
- He SY., Feng GP., Yang HS., Wu Y and Li, Y.F., 2004. Effects of pressure reduction rate on quality and ultrastructure of iceberg lettuce after vacuum cooling and storage. *Postharvest Biology and Technology*, 33: 263-273.
- Jolived S., Voilan A., Pellon G and Arpin N., 1995. Main factors invoved in the browning of *Agaricus bisporus*. *Mushroom Science*, 14(2): 695-702.
- Kibar H ve Öztürk T., 2009. Sert kabuklu meyvelerin depolanması. *Selçuk Üniversitesi, Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 23(48): 77-84.
- Kulshreshtha M., Singh A and Deepti V., 2009. Effect of drying conditions on mushroom quality. *Journal of Engineering Science and Technology*, 4(1): 90-98.
- Laurin É., Nunes MCN., Émond JP and Brecht JK., 2006. Residual effect of lowpressure stress during simulated air transport on Beit alpha-type cucumbers: stomata behavior. *Postharvest Biology and Technology*, 41: 121-127.
- Leshuk JA and Saltveit ME., 1990. Controlled atmosphere storage requirements and recommendations for vegetables. *Food Preservation by Modified Atmospheres* (Eds. M. Calderon and R Barkai-Golan). CRC Press, pp. 315-352.
- Li W., Zhang M and Han-qing Y., 2006. Study on hypobaric storage of green asparagus. *Journal of Food Engineering*, 73: 225-230.

- Lindequist U., Niedermeyer THJ and Jülich WD., 2005. Pharmacological potential of mushrooms. Evidence-based Complementary and Alternative Medicine, 2: 285-299.
- Liu X., Fu HJ., Feng LP and Zhang M., 2014. Effect of interval ventilation time on the quality of fresh shiitake mushrooms during vacuum tank packaging storage. Packaging Engineering, 2014-01.
- Lukkasse LJS and Polderdijk JJ., 2003. Predictive modelling of postharvest quality evolution in perishables, applied to mushrooms. Journal of Food Engineering, 59: 191-198.
- Manzi P., Aguzzi A and Pizzoferrato L., 2001. Nutrition value of mushrooms widely consumed in Italy. Food Chemistry, 73: 321-325.
- Martine B., Gaele LP and Ronan G., 2000. Post-harvest treatment with citric acid or hydrogen peroxide to extend the shelf life of fresh sliced mushrooms. Lebensmittel-Wissenschaft und- Technologie, 33: 285-289.
- Mattila P., Konko K., Euroala M., Pihlava JM., Astola J and Vahteristo L., 2001. Contents of vitamins, mineral elements, and some phenolic compounds in cultivated mushrooms. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49: 2343-2348.
- Mbata GN and Phillips T.W. 2001. Effects of temperature and exposure time on mortality of stored product insects exposed to low pressure. Journal of Economic Entomology, 94: 1302-1307.
- Mbata GN., Johnson M., Phillips TW and Payton M., 2005. Mortality of life stages of cowpea weevil (Coleoptera: Bruchidae) exposed to low pressure at different temperatures. Journal of Economic Entomology, 98: 1070-1075.
- Poulsen KP., Guleria SS and Møller D., 1982. Experiments with hypobaric storage of fruits and vegetables. 21st International Horticultural Congress, Hamburg, Germany.
- Romanazzi G., Nigro F., Ippolito A and Salerno M., 2001. Effect of short hypobaric treatment on postharvest rots of sweet cherries, strawberries and table grapes. Postharvest Biology and Technology, 22: 1-6.
- Romanazzi G., Nigro F and Ippolito A., 2003. Short hypobaric treatments potentiate the effect of chitosan in reducing storage decay of sweet cherries. Postharvest Biology and Technology, 29: 73-80.
- Roy S., Anantheswaran RC and Beelman RB., 1996. Modified atmosphere and modified humidity packaging of fresh mushrooms. Journal of Food Science, 61: 391-397.
- Salunkhe DK and Wu MT., 1973. Effects of subatmospheric-pressure storage on ripening and associated chemical changes of certain deciduous fruits. Journal of the American Society for Horticultural Science, 98: 13-116.
- Shivhare US., Arora S., Ahmed J and Raghavan GSV., 2004. Moisture adsorption isotherms for mushrooms. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie, 37: 133-137.
- Singh P., Langowski HC., Wani AA and Sven Saengerlaub S., 2010. Recent advances in extending the shelf life of fresh *Agaricus* mushrooms: a review. Journal of the Science of Food and Agriculture, 90: 1393-1402.
- Smith WH., 1967. Storage in reduced oxygen atmospheres. Rept. Ditton Laboratory 1966-67: p. 19.
- Tao F., Zhang M., Hangqing Y and Jincai S., 2006. Effects of different storage conditions on chemical and physical properties of white mushrooms after vacuum cooling. Journal of Food Engineering, 77: 545-549.
- Thompson AK., 1998. Controlled Atmosphere Storage of Fruits and Vegetables. CAB International, Wallingford, UK.
- Thompson AK., 2015. Fruit and Vegetables Harvesting, Handling and Storage. Wiley Blackwell Publishing, USA.
- TÜİK 2015. Bitkisel Üretim İstatistikleri. <http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>. [Erişim: 03 Ağustos 2015].
- USDA 2012. National Nutrient Database for Standard Reference Release 24. <http://www.ars.usda.gov>. [Access: August 14, 2015].
- Walde SG., Velu V., Jyothirmayi T and Math RG., 2006. Effects of pretreatments and drying methods on dehydration of mushroom. Journal of Food Engineering, 74: 108-115.
- Wang Z and Dilley DR., 2000. Hypobaric storage removes scald-related volatiles during the low temperature induction of superficial scald of apples. Postharvest Biology and Technology, 18: 191-199.
- Wang L., Zhang P and Wang SJ., 2001. Advances in research on theory and technology for hypobaric storage of fruit and vegetable. Storage and Process, 5: 3-6.
- Wang SK., Mu QY., Li WX., Wang LJ., Zhang SJ and Sun SJ., 2013. Effect of different pressure on the hypobaric storage of *Pleurotus ostreatus*. Modern Food Science and Technology, 2013-05.
- Wenxiang L., Zhang M and Han-Qing Y., 2006. Study on hypobaric storage of green asparagus. Journal of Food Engineering, 73: 225-230.
- Yahia EM., 1997a. MA=CA for mango (*Mangifera indica* L.). Fruits Other than Apples and Pears (Ed. AA. Kader), University of California, Davis, CA, pp. 110-116.
- Yahia EM., 1997b. MA=CA for papaya (*Carica papaya* L.). Fruits Other than Apples and Pears (Ed. AA. Kader), University of California, Davis, CA, pp. 117-120.
- Yahia EM., 1997c. MA=CA for banana and plantains (*Musa* spp.). Fruits Other than Apples and Pears (Ed. AA. Kader), University of California, Davis, CA, pp. 104-109.
- Yahia EM., 2004. Modified and Controlled Atmospheres. CIAD, Mexico (in Spanish).