



***Pleurotus* türlerinde hasat sonrası uygulamaların kaliteye etkisi**

The effect of quality of post-harvest treatments in *Pleurotus* species

Selen AKAN^{1*} , Ruhsar YANMAZ¹ 

¹Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü 06110 Dışkapı/Ankara

To cite this article:

Akan, S. & Yanmaz, R. (2018). *Pleurotus* türlerinde hasat sonrası uygulamaların kaliteye etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(3): 445-453. DOI: 10.29050/harranziraat.332321

Address for Correspondence:

Selen AKAN
e-mail:
sakan@agri.ankara.edu.tr

Received Date:

02.08.2017

Accepted Date:

08.02.2018

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

ÖZ

Yeryüzünde doğal olarak yetişen binlerce mantar türü bulunmaktadır. Bu türlerden kültüre alınan ve Dünya’da yaygın üretimi yapılabilen mantar türleri *Agaricus bisporus*, *Pleurotus spp.*, *Lentinula edodes* ve *Flammulina velutipes*’dir. Ülkemizde de *Agaricus bisporus*’tan sonra en çok üretimi yapılan mantarlar *Pleurotus spp.* türleridir. Bu mantarlar beslenme ve insan sağlığı yönünden önemlidir. Ancak diğer mantarlarda olduğu gibi hasat sonrası ömürleri kısadır. Hasat sonrası ömrün kısa olmasında ve kalite kayıplarının artmasında sıcaklık, nem ve hava ortamının bileşimi etkilidir. Kalite kayıplarını azaltabilmek ve muhafaza süresini uzatmak için farklı muhafaza tekniklerinin yanında kimyasal uygulamalar da kullanılmaktadır. Bu derlemede *Pleurotus spp.* türlerinde mantarın hasat sonrası ömrünün uzatılmasında kullanılan uygulamaların kalite üzerine etkisi konusunda yapılan araştırma sonuçları dikkate alınarak değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mantar, *Pleurotus spp.*, Muhafaza, Kalite

ABSTRACT

There are thousands of species of mushroom that naturally grow on the earth. Among these, the mushroom that can be widely produced in the world are *Agaricus bisporus*, *Pleurotus spp.*, *Lentinula edodes* and *Flammulina velutipes*. In our country, the most produced mushrooms are *Pleurotus spp.* after *Agaricus spp.* These mushrooms are important for nutrition and human health. However, their postharvest life is short like the other mushrooms. The short-lived postharvest life and the increase in quality losses during the storage are caused by the temperature, humidity and ventilation. In addition to the different storage techniques, chemical applications are also used to reduce quality losses and prolong storage time. In this review, the results of the research on the effect of treatments on the quality of *Pleurotus spp.* species used for the extension of the postharvest life were evaluated.

Key Words: Mushroom, *Pleurotus spp.*, Storage, Quality

Giriş

Yenilebilir mantar türleri, zengin besin içerikleri, kendilerine özgü aromaları ile hem taze hem de işlenmiş olarak tüketilebilen ve beslenme için gerekli olan ürünlerden biridir. Dünya genelinde 20'den fazla yetiştiriciliği yapılan mantar türü bulunmaktadır. Bunlardan yaygın olarak kullanılanlar arasında ilk sırayı *Agaricus bisporus* almakta, bunu *Pleurotus spp.*, *Lentinula edodes* ve *Flammulina velutipes* izlemektedir (Gogavekar ve ark., 2012; Kalac, 2012).

Ülkemiz florası da doğal olarak yetişen ve kültüre alınmış mantarlar yönünden zengindir ve 40'tan fazla mantar türü bulunmaktadır (Anonim, 2017). 2014 yılı FAO verilerine göre, Dünya kültür mantarı üretimi 10 milyon ton civarındadır. Üretimin 7.6 milyon tonu Çin'e aittir. İtalya (600.000 ton), ABD (432.000 ton), Hollanda (310.000 ton), Polonya (254.000 ton), İspanya (149.000 ton), Fransa (108.000 ton) ve Kanada (102.000 ton) diğer kültür mantarı üreticisi ülkelerdir (FAO, 2014). Dünya mantar ihracatında ise ilk sırayı 205.000 tonla Portekiz almakta, bunu 69.000 tonla da Hollanda izlemektedir. Buna karşılık Dünya'da en fazla mantar ithal eden ülkeler 80.000 tonla Almanya ve 44.000 tonla da Fransa'dır (FAO, 2013).

Türkiye'de 2015 yılı TÜİK verilerine göre 39.400 ton kültür mantarı üretimi yapılmaktadır (Anonim, 2015). Üretimde 20.000 tonla Antalya ilk sırada yer almakta, bu ilimizi 6.300 tonla Burdur, 4.360 tonla Konya ve 3.295 tonla Kocaeli izlemektedir (TÜİK, 2015). Ülkemizde üretilen kültür mantarlarının çok az bir kısmı (2012 yılı: 474 ton, 2013 yılı: 301 ton) ihraç edilebilmektedir. Buna karşılık ithalat miktarı yıllara göre 0 ve 5 ton arasında değişim göstermektedir (FAO, 2013).

Günümüzde pek çok gıda maddesi besleyici değerinin yanında tıbbi değeri yönünden de değerlendirilmekte ve bir kısmı fonksiyonel gıda olarak kabul edilmektedir. Mantarlar da uzun yıllardır protein, vitamin, yağ, karbonhidrat, amino asit ve mineral maddeler ile koku ve tadı oluşturan aldehitler, alkoller, esterler, ketonlar ve kükürtlü bileşikler yönünden zengin olmaları

nedeniyle fonksiyonel gıda olarak da kabul edilmektedir (Stamets, 2005; Chiron ve Michelot, 2005; Elmastas ve ark., 2007; Khan ve Tania, 2012) (Çizelge 1). Ayrıca vücudu oksidatif zararlara karşı korumada etkili olan sekonder metabolitler yönünden de zengin oldukları için antioksidan kaynağı olarak değerlendirilmektedir.

Çizelge 1'den de görüldüğü gibi, *Pleurotus spp.* türlerinden istiridye mantarı beyaz şapkalı mantara göre protein, karbonhidrat, lif ve mineraller yönünden daha zengindir. İstiridye mantarı, besin içeriğinin yanı sıra tıbbi özellikleri ile de ön plana çıkmaktadır. Örneğin, tansiyon ve kolesterolü düşürmede, HIV virüsüne karşı korumada, diyabetin kontrolünde, karaciğeri korumada ve bağışıklık sistemini güçlendirmede oldukça etkili olduğu, antikanserojenik, antimikrobiyal, antiviral ve antialerjik özelliklere sahip olduğu belirtilmektedir (Wang ve Ng, 2004; Li ve ark., 2008).

Besin ve sağlık değeri yüksek olan ve taze olarak tüketilen mantarların raf ömrü kısadır. Hasattan sonra 7 gün içinde hemen tüketilmesi gerekmektedir. Hasat sonrası ömrünün düşük olmasında mantarı fizyolojik ve mikrobiyolojik değişimlere ve su kaybına karşı koruyan kütikula tabakasının bulunmamasının ve hasat sonrasındaki solunum hızının yüksek oluşunun da rolü bulunmaktadır (Villaescusa ve Gil, 2003). Bununla birlikte mantarların hasat sonrasındaki kalite özellikleri bazı uygulamalarla belirli ölçüde korunabilmektedir. Bu uygulamalar arasında beyazlatma, yüksek sıcaklıkta kapalı sterilizasyon, düşük sıcaklıkta depolama, modifiye atmosferde paketlenme (MAP) ve kontrollü atmosferde (KA) depolama bulunmaktadır. Bunun dışında kurutma, dondurma ve konserve yapımı sayesinde işlenmiş mantar ürünlerinin raf ömrü uzatılmakta ve yıl boyu tüketimi sağlanmaktadır.

Mantar yetiştiriciliği diğer tarım kollarına göre farklı özelliklere sahiptir. Yetiştiricilik için kontrollü koşullara sahip ve steril odaların bulunması, mantarın yetiştiriciliğinin yapıldığı ortamın özel olarak hazırlanması ve steril olması gerekmektedir. Hasadından hemen sonra hızla bozulabilen mantarların hasat sonrası depolama,

taşıma, dağıtım ve pazarlanması sırasında sıkça sorunlar yaşanmaktadır. Bu nedenle hasat ve hasat sonrasında kalite kayıplarının belirlenip, bu

kayba neden olan faktörlerin araştırılması, uygun teknikler kullanılarak kayıp düzeyinin minimuma indirilmesi önemlidir.

Çizelge 1. *Agaricus spp.* ve *Pleurotus spp.* mantarlarının besin içeriği (Anonymous, 2016).

Table 1. *Nutrient content of white mushroom and oyster mushroom*

Besin içeriği (100 g) <i>Nutrient content (100 g)</i>	<i>Agaricus spp.</i> Beyaz şapkalı mantar <i>White mushroom</i>	<i>Pleurotus spp.</i> İstiridye mantarı <i>Oyster mushroom</i>
Enerji (<i>Energy</i>) (kcal)	22.0	33.0
Su (<i>Water</i>) (%)	92.4	89.1
Protein (g)	3.0	3.3
Karbonhidrat (<i>Carbohydrate</i>) (g)	3.2	6.0
Toplam lif (<i>Total fiber</i>) (g)	1.0	2.3
K (mg)	318	420
P (mg)	86	120
Mg (mg)	9	18
Na (mg)	5.0	4.9
Niasin (<i>Niacin</i>) (mg)	3.6	4.9

1. Mantarlarda Hasat Sonrası Görülen Başlıca Kalite Kayıpları

a. *Tekstür kaybı*

Tekstür, taze mantarların hasat sonrasındaki kalite parametrelerinden en önemlisidir. Tekstür kavramı, mantardaki yumuşama, doku sertleşmesi, süngerimsi yapı oluşumunu kapsar. En fazla görülen tekstür kaybı belirtisi yumuşamadır (Gao ve ark., 2014; Jiang ve ark., 2015). Yumuşama, mantarın tüketilen kısımları olan şapka ve sapta su kaybı ve hücrelerdeki enzimatik bozulma nedeniyle ortaya çıkar.

Depolanan mantarlarda tekstür kaybı olarak değerlendirilen doku sertleşmesi, lignin biyosentezinde yer alan fenil alanin amonyum liyaz (PAL), sinnamil alkol dehidrojenaz (CAD) ve peroksidaz (POD) enzim aktivitelerinin artışıyla ligninleşmenin (lignifikasyonun) artışından kaynaklanmaktadır (Cai ve ark., 2006). Ligninleşmenin artışı ile protein ve polisakkaritlerin bozulması, hücrelerin büzülmesi, merkezi vakuolün bozulması ve hücreler arası boşlukların artmasıyla, yenilen kısımlar sertleşmekte ve doku süngerimsi bir hal almakta, buna bağlı olarak çiğneme ve kesilme güçlüğü yaşanmakta, et tadı kösele gibi (kayış gibi) olmaktadır (Zivanovic ve ark., 2000; Song ve ark., 2013).

b. *Kararma*

Mantarda diğer pek çok meyve ve sebze türündeki gibi enzimatik ve enzimatik olmayan kararma görülür. Kahverengi, siyah ve kırmızı renk maddeleri oluşumu şeklinde ortaya çıkan enzimatik kararma; polifenol oksidaz (PPO) enzimlerinden tirozinaz enziminin aktif hale geçerek, bazı monofenollerin oksitlenmesi sonucu oluşur. Oksitlenme sonrası hücre zarının parçalanması ile şapkanın bütünlüğü kaybolur ve kararma görülür (Jolivet ve ark., 1998; Nerya ve ark., 2006). Mantardaki tirozinaz enziminin yaklaşık %98-99'u inaktif formdadır. Aktif olan %1-2'lik kısım, hasat sonrası yaşlanma ve enzimatik kararmaya neden olur (Brennan ve ark., 2000).

Enzimatik olmayan kararmalar bakteriyel kaynaklıdır. En sık rastlanılan *Pseudomonas tolaasii* kökenli olanıdır. Bakteriler mantar şapkasının yüzeyinde kahverengi lekeler şeklinde ortaya çıkan 'bakteriyel leke' hastalığına neden olur.

2. Hasat Sonrası Kayıpları Engellemek için Kullanılan Yöntemler

a. *Düşük sıcaklıkta depolama*

Mantarların hasat sonrasında kalitelerini koruyabilmek amacıyla öncelikle düşük sıcaklıkta depolanmaları gerekmektedir. Düşük sıcaklıkta depolama solunumu yavaşlatırken, yaşlanmayı geciktirerek su kaybı ve buna bağlı buruşmayı

engeller ve böylece raf ömrünü uzatır.

Taze mantarlar genel olarak 0°C'de 8-11 gün, 4°C'de 7 gün, 5°C'de 4-6 gün, 18°C'de 1-3 gün ve 20°C'de 1-2 gün süre ile depolanabilmektedir (Jacobsson ve ark., 2001; Choi ve Kim, 2003; Villaescusa ve Gil, 2003). İstiridye mantarının 0°, 4° ve 7°C'de muhafaza edilmesi durumunda 7 gün sonunda CO₂ üretimi sıcaklığın yükselmesi ile artmış (20, 39.6 ve 49.2 µmolCO₂ kg⁻¹ h⁻¹), renk ve tekstürde düşük sıcaklıklarda önemli bir değişim görülmezken, yüksek sıcaklıkta tekstürde bozulma ve şapkalarda sararma görülmüştür (Villaescusa ve Gil, 2003).

b. MAP ve KA'da depolama

Mantarların hassas yapıları nedeniyle hasattan hemen sonra ambalajlanarak tüketime sunulması veya muhafazaya alınması gerekir. MAP ve KA'de depolama ile düşük sıcaklıkta depolama sırasında optimum bir atmosfer bileşimi sağlanarak iç ve dış ortam arasında dinamik bir denge oluşturulduğunda mantarın muhafaza ömrünü uzatmak mümkündür. Ambalaj ortamında (%90 nem, %1 O₂ %2-2,5 CO₂) mantarları 8-10 gün süre ile saklamak mümkün olabilmektedir (Briones ve ark., 1993; Popa ve ark., 1999). MAP kullanımı mantarlardaki enzimatik kararma, fermantasyon ve diğer mikrobiyolojik bozulmaları önlemede yaygın olarak kullanılmaktadır.

Ürün paketlemesinde kullanılan polimerik paketlerin (PE, PP veya PVC), paketlenen üründe terleme sonucunda ortaya çıkan su buharını iletme hızı düşük olduğu için, su moleküllerinin çoğu filminden çıkamaz ve paket içerisinde kalır. Bu arada sıcaklıktaki az da olsa değişim sonucu, paket içinde nem yoğunlaşması meydana gelir. Bunun sonucunda depolanan mantarlarda mikrobiyal bozulma ve yüzey kararması meydana gelmektedir (Ayala-Zavala ve ark., 2008; Linke ve Geyer, 2013). Dolayısıyla MAP depolamada kullanılan ambalaj malzemesinin özellikleri muhafaza süresi üzerinde etkilidir. Çizelge 2'de İstiridye mantarı muhafazasında yaygın olarak kullanılan ambalaj malzemeleri ve depolama sürecinde kalite kaybına etkileri araştırma sonuçlarına dayalı olarak verilmiştir.

MAP'de nem içeriğinin düşürülmesi ile mikrobiyal gelişme engellenir ve böylece renk daha iyi korunduğu için raf ömrü uzatılabilir (Shirazi ve Cameron, 1992). Ambalaj içindeki nem kontrolü, paket içine veya paket malzemesinin yapısına nem absorbe ediciler kullanılarak yapılabilir (Mahajan ve ark., 2008). Bununla birlikte nem absorbe edicilerin kullanımında üründen olabilecek nem kayıpları da dikkate alınmalıdır.

Son yıllarda raf ömrü kısa olan türlerde gıda paketlemede nanoteknolojiden yararlanılmaktadır (Chaudhry ve ark., 2008). Uygulamada nanoteknolojik paket olarak biyolojik film paketleri kullanılmaktadır. Bu paketler, genellikle biyopolimerler olarak adlandırılan yenilenebilir biyolojik kaynaklardan elde edilmekte, malzemenin ömrünü tamamlaması ile biyolojik olarak parçalanabildikleri için plastik ambalaj malzemelerine kıyasla çevre dostu ürünler olarak kabul edilmektedir. Nanofil polimerlerden silikat, kil ve titanyum dioksit (TiO₂) paketlerin mekanik ve bariyer özelliklerini iyileştirmelerinin yanında gıda paketlemesinde antimikrobiyal ajan, biyosensör ve reaktif oksijen türlerini uzaklaştırma özellikleri de bulunmaktadır (Rhim ve ark., 2013; Syafini ve ark., 2013). Bununla birlikte kullanılan malzemelerin özellikleri mantarların özellikle renk değişimlerini olumlu yönde etkileyebilmektedir.

Mantar muhafazasında kullanılan diğer bir yöntem de kontrollü atmosferde (KA) depolamadır. KA'de depolama, kalite faktörlerinin korunmasında etkili olması ve muhafazada kimyasal madde kullanılmaması nedeniyle mantar muhafazası için de tercih edilebilecek bir yöntemdir. Bugüne kadar *Pleurotus* türleri kullanılarak yapılan KA'de depolama konusundaki araştırma sonuçları, O₂/CO₂ konsantrasyonunun %2/%3, ortam oransal neminin %90-95 ve sıcaklığın ise 0°C civarında olması ile mantarların 20 günün üzerinde saklanabileceğini göstermektedir (Aslım ve ark., 2011b). KA'de depolama sırasında ağırlık kaybı ve solunum hızı oranı düşmekte, buna bağlı olarak renk, koku ve duyu kalite değerlerinin daha yüksek ve antioksidan enzim aktivitesinde de artış görüldüğü belirtilmektedir (Li ve ark., 2013).

Çizelge 2. *Pleurotus* spp. türlerinde MAP'de depolamanın kaliteye etkisi
Table 2. Effects of MAP on quality parameters in *Pleurotus* spp. species

Paket tipi Package type	Depolama koşulları Storage conditions	Depolama Süresi Storage duration	Araştırma sonuçları Research results	
PVC (Polivinil klorür), DYPE (Düşük yoğunluklu polietilen), MPF (Mikro performanslı film) PVC (Polyvinyl chloride), LDPE (Low Density Polyethylene), MPF (Micro performance film)	4°C	7 gün 7 days	<ul style="list-style-type: none"> PVC ve DYPE paketlerde O₂ azlığı veya CO₂ fazlalığı <i>O₂ decrease or increase CO₂ in PVC and LDPE packages</i> MPF paketlerde nem yoğuşması <i>Moisture condensation in MPF packages</i> MPF paket içi gaz konsantrasyonunu 12-15 kPa O₂ ve 5 kPa CO₂ şeklinde kullanılması 7 günlük muhafazada kaliteyi koruma açısından etkili <i>Gas concentration of 12-15 kPa O₂ and 5 kPa CO₂ was effective in terms of keeping quality on storage for 7 days in MPF package</i> 	Villaescuse ve Gil, (2003)
PVC, PE (Polietilen), PET (Polietilen tereftalat) PVC, PE (Polyethylene), PET (Polyethylene terephthalate)	0-3 °C, 3-5°C, 8-10°C	3 hafta 3 weeks	<ul style="list-style-type: none"> PET + 3 ve +5°C, renk, su kaybı, mikrobiyal gelişimi engelleyerek kalitenin korunmasında etkilidir. <i>PET + 3 and + 5 ° C are effective in keeping quality by preventing color, water loss and microbial growth.</i> 	Kumar ve ark., (2015)
PP (Polipropilen) PP (Polypropylene)	0°C, 4°C	44 gün 44 days	<ul style="list-style-type: none"> Renk, parlaklık, sertlik gibi en iyi görsel ve duyu kalite kesim yapılmadan 4°C'de depolanan mantarlarda elde edilmiştir. <i>The best visual and sensory quality, such as color, brightness, and firmness was obtained in mushrooms stored at 4 ° C without cutting.</i> 	Lee ve ark., (2012)
PVC (14 ve 16 µm) PVC (14 and 16 µm)	0°C %90-95 ON* 90-95% RH*	10 gün 10 days	<ul style="list-style-type: none"> 16 µm kalınlığındaki PVC, renk değişimi, ağırlık kaybı, etilen üretimi ve solunum hızının yavaşlatılmasında etkili <i>16 µm thick PVC was found effective in decrease of color change, weight loss, ethylene production and respiratory rate</i> 	Aslım ve ark., (2011a)
PVC, Polistren kaplar, PE PVC, Polystyrene containers, PE	4°C %50-55 ON 50-55% RH	20 gün 20 days	<ul style="list-style-type: none"> PVC kaplarda kalite kayıplarındaki düşüş hızı, polistren ve PE kaplara göre daha yavaş <i>Decrease of quality losses in PVC containers is slower than in polystyrene and PE containers.</i> 	Bilgin, (2015)
DYPE LDPE	2°C, 4°C, 8°C %87.5 ON 87.5% RH	18 gün 18 days	<ul style="list-style-type: none"> Tüm sıcaklık düzeylerinde doku sertliğinde artış, <i>Increased firmness in skin at all temperature levels,</i> Sertlikle kitin ve selüloz içeriği az ilişkili, malondialdehit, elektroliz sızıntı oranı ve toplam fenolik içeriği ile direkt ilişkili, <i>Firmness is directly related to malondialdehyde, electrolysis leakage rate and total phenolic content, with little association of chitin and cellulose content</i> Sertlikle kararma oranı arasında negatif ilişki <i>Negative correlation between firmness and browning rate</i> 	Li ve ark., (2016)
PE (Polietilen) kap + polimerik film PE (Polyethylene) container + polymeric film	4°C	11 gün 11 days	<ul style="list-style-type: none"> Gaz geçirgenliği düşük yoğunlukta olan polimerik film uygulaması 11 günlük muhafazada kaliteyi korumada etkili <i>Polymeric film application with low density of gas permeability is effective on keeping quality for 11 day storage</i> 	Sapata ve ark., (2009)

*ON: Oransal nem

c. Işınlama

İyonize radyasyonla ışınlama yoluyla, gıdaların raf ömrü, gıda kalitesini olumsuz yönde etkilememek koşulu ile uzatılabilmektedir (Anonymous, 2017). Gama ışınlama, duyuşal özelliklerde çok az ya da hiç kayıp oluşturmadığı için, gıdaların korunmasında birçok uluslararası kuruluş tarafından onaylanmıştır (Anonymous, 1991; Anonymous, 1992; Anonymous, 1999). Bununla birlikte, mikro besinlerden özellikle de vitaminler ışınlamaya duyarlı olabildiği için, ışınlamada kullanılan etkili dozun belirlenmesinde dikkatli olunması gerekmektedir (Kortei ve ark., 2016).

Yapılan araştırmalar, *P. eryngii*'de, 1 kGy'lik gama ışınlamasının kalite korunmasında 4 hafta süre ile etkili olabileceğini göstermiştir (Akram ve ark., 2012).

d. Kimyasal uygulamalar

Paketleme dışında mantarlarda enzimatik kararmayı önlemek için kullanılan kimyasal bileşikler son zamanlarda yoğun ilgi görmektedir. Mantarlarda muhafaza ömrünü uzatmak amacıyla sinamik asit ve türevleri, sorbitol ve sitrik asit kullanılmaktadır. Bu maddelerden sinamik asit; fenilalanin amino asidinin fenilalanin amonyum liyaz (PAL) enzimi ile parçalanmasından oluşan bir fenolik asittir. Sorbitol ise, glikoz ve fruktozun indirgenmesi ile oluşan 6 karbonlu bir şeker alkoldür. Kristal yapılı, renksiz bir organik asit olan sitrik asit ekşi bir tada sahiptir.

Yapılan araştırmalarda, mantarlarda sinamik asit ve türevlerinin tirozinaz enzim inhibitörlerine karşı oldukça etkili olduğu ortaya konulmuştur (Shi ve ark., 2005). MAP'da nem absorbe edici ajan olan sorbitol ve sitrik asitin birlikte kullanılması ile renk ve su kaybı önemli ölçüde düşürülebilmektedir. Aynı şekilde MA'de sorbitol ve CaCl₂'ün püskürtme şeklinde uygulanması ile de paket içi nem yoğunlaşması azaltılabilmektedir. (Anantheswaran ve ark., 1996).

Sitrik asit, gıda endüstrisinde özellikle de metal şelatlama etkisi ile antioksidanlar üzerinde etkili olmaktadır. Ayrıca ortam pH'sını düşürdüğü için gıda endüstrisinde renk koruyucu olarak

kullanılmaktadır (Martine ve ark., 2000). Uygulamada, %0.1-1.0 (v/v) dozları kullanılmaktadır. Sitrik asit ile birlikte %0.1-3.0 (v/v) dozlarında kalsiyum tozu kullanılması da tekstürü korumada etkili olmaktadır (Wilkinson ve ark., 1988; Jafri ve ark., 2013). Böylece dışsal uygulamalarla mantarlar düşük sıcaklıkta muhafaza edilmek koşulu ile MA'de 15 gün süreyle saklanabilmektedir.

Dışsal uygulamada kullanılan bir diğer kimyasal madde de 1-Metilsiklopropan (1-MCP)'dir. 1-MCP, bahçe bitkileri ürünlerinde etilenin etki mekanizmasını engelleyerek hasat sonrası kalitenin korunmasında etkilidir. 0.3 µL L⁻¹ dozunda 1-MCP uygulaması sonrasında 25±2°C'de %70-80 ON'de depolanan mantarlarda ağırlık kaybı ve PPO enzim aktivitesine bağlı olan kararma düzeyinde azalma görülmüş ve mantarlar bu koşulda 14 gün süre ile depolanabilmiştir (Zhao ve ark.,2014).

e. Kurutma tekniği

Mantar muhafazasında mikrobiyal gelişme ve su kaybını azaltma, enzimatik ve biyolojik reaksiyonları yavaşlatma ve de bakteriyel hastalıkların sebep olduğu fizyolojik bozuklukları engellemek ve böylece mantarın raf ömrünü uzatabilmek amacıyla kurutmada yararlanılmaktadır (Kader ve ark., 1989; Kader, 1992; Roy ve ark., 1995; Salvador ve ark., 2002; Labuza ve ark., 2007). Kurutma, diğer yöntemlere göre daha basit ve pratiktir. Bu işlem sonrasında mantarlar hava geçirmeyen torbalarda yaklaşık 1 yıl kadar muhafaza edilebilmektedir (Bano ve ark., 1992; Rama ve John, 2000). Mantarların kurutulmasında, sıcaklık uygulamaları ve dondurma teknikleri kullanılmaktadır. Sıcaklık uygulaması bütün veya dilimlenmiş mantarların 55-65°C sıcak hava üflemesi şeklinde yapılmaktadır (Ekşi, 1980; Doğan ve ark., 2014). Mantarların dondurularak kurutulması işlemi, dondurulmuş üründe bulunan suyun sublimasyon ile uzaklaştırılması temeline dayanmaktadır. Böylelikle mikrobiyal bozulmaların durdurulması sebebiyle yüksek kalite sağlanmaktadır (Ratti, 2001).

f. Kombine uygulamalar

Mantarların depolanma ömrünü artırabilmek amacıyla kombine uygulamalar da yapılabilmektedir. *Pleurotus ostreatus* türü mantarların 50-60°C sıcaklıkta kurutulmasının ardından düşük dozlarda (0, 0.5, 1, 1.5 ve 2 kGy) yapılan gama ışını uygulaması sonrası PE ve PP paketlerde paketlenmesi ile mantarları oda sıcaklığında 12 ay süre ile depolamak mümkün olabilmektedir. Gama ışını uygulamasının özellikle hastalık ve zararlı gelişimini kontrol ederek raf ömrünü uzattığı belirtilmiştir (Kortei ve ark., 2017).

İstiridye mantarında (*Pleurotus ostreatus*) paketleme öncesi (DYPE, YYPE, PP ve streç film) sodyum bisüfit (NaHSO_3) uygulamasının (1000, 2000 ve 3000 ppm) $10 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklıkta 5 gün süre ile depolanan mantarlarda, NaHSO_3 ile MAP'ın birlikte kullanımında, nem içeriği, ağırlık kaybı ve tazelik değerleri üzerinde olumlu etkilerinin olduğu, ancak protein içeriği, lif içeriği, renk değerleri, sülfid kalıntısı, sülfid kokusu ve tekstür üzerinde ise etkili olmadığı belirlenmiştir (Pratama ve ark., 2013). Araştırma sonucunda 1000 ppm NaHSO_3 + YYPE kaplar önerilmiştir.

Pleurotus eryngii türü mantarların 20 saat süre ile $1 \mu\text{L L}^{-1}$ dozunda 1-MCP uygulanması sonrası 30 μm kalınlığındaki PP ve MPF filmle kaplanarak 0°C 'de 4 hafta süre ile depolanabileceği, 1-MCP + MPF film ile kaplamanın aroma, sertlik kaybı ve rengin solmasını engellediği belirtilmektedir (Choi ve ark., 2012). Bu sonuçlar, sertlik korunmasına olan etkileri bilinen 1-MCP'nin mantarda da yaygın olarak su kaybına karşı kullanılabileceğini göstermiştir.

Sonuç olarak, mantarların kısa olan hasat sonrası ömürlerini, mantarların düşük sıcaklıklarda MAP koşullarında depolanmasıyla uzatmak mümkün olabilmektedir. Depo ömrünün uzamasında kullanılacak MAP koşullarının, dolayısıyla ambalaj malzemesinin özellikleri önem kazanmaktadır. İleride yapılacak çalışmalarda çevreyle uyumlu, parçalanabilir ambalaj malzemeleri ile yürütülecek çalışmalar, uygulamada yararlı olabilecektir.

Kaynaklar

- Akram, K., Ahn, J., Yoon, S.R., Kim, G.R., Kwon, J.H., 2012. Quality Attributes of *Pleurotus eryngii* Following Gamma Irradiation. *Postharvest Biology and Technology*, 66 (1): 42-47.
- Anantheswaran, R.C., Beelman, R.B., Roy, S., 1996. Modified Atmosphere and Modified Humidity Packaging of Fresh Mushrooms. *Journal of Food Science*, 61 (2): 391-397.
- Anonim, 2017. <https://truefalseistanbul.wordpress.com>. Erişim tarihi: 05.02.2017.
- Anonymous, 1991. www.inspection.gc.ca/food/informationforconsumers/fectsheets/irradiation/1332. Access date: 20.02.2017.
- Anonymous, 1992. http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/te_1213_prn.pdf. Access date: 07.01.2017.
- Anonymous, 1999. <https://gnsn.iaea.org>. Access date: 17.03.2017.
- Anonymous, 2016. <https://ndb.nal.usda.gov>. Access date: 28.12.2016.
- Anonymous, 2017. <http://www-pub.iaea.org>. Access date: 01.04.2017.
- Aslım, A.Ş., Acıcan, T., Özelkök, İ.S., Soylu, M.K., Akçay, M.E., 2011a. Farklı Modifiye Atmosfer (MA) Uygulamalarının Kayın Mantarının (*Pleurotus ostreatus*) Hasat Sonrası Fizyolojisi Üzerine Etkileri. Türkiye VI. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 4-8 Ekim, 427-428s. Şanlıurfa.
- Aslım, A.Ş., Acıcan, T., Özelkök, İ.S., Soylu, M.K., Akçay, M.E., 2011b. Kayın Mantarının (*Pleurotus ostreatus*) Kontrollü Atmosferde Muhafaza Koşullarının Hasat Sonrası Fizyolojisi Üzerine Etkileri. Türkiye VI. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 4-8 Ekim, 348-349s. Şanlıurfa.
- Ayala-Zavala, J.F., Del-Torno-Sanchez, L., Alvarez-Parrilla, E., Gonzalez-Aguilar, G.A., 2008. High Relative Humidity in-Package of Fresh-Cut Fruits and Vegetables: Advantage or Disadvantage Considering Microbiological Problems and Antimicrobial Delivering Systems? *Journal of Food Science*, 73 (4): 41-47.
- Bano, Z., Rajaratham, S., Shashi Rekha, M.N., 1992. Mushroom as The Unconventional Single Cell Protein for a Conventional Consumption. *Indian Food Parker*, 46 (5): 20-31.
- Bilgin, S.S., 2015. İstiridye Mantarının (*Pleurotus ostreatus*) Hasat Sonrası Modifiye Atmosfer Koşullarında Kalite Kayıplarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 34s.
- Brennan, M., Port, G.L., Gormley, R., 2000. Postharvest Treatment with Citric Acid or Hydrogen Peroxide to Extend the Shelf Life of Fresh Sliced Mushrooms. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 33: 285-289.
- Briones, G.L., Varoquaux, P., Bureau, G., Pascat, B., 1993. Modified Atmosphere Packaging of Common Mushroom. *International Journal of Food Science and Technology*, 28 (1): 57-68.
- Cai, C., Xu, C., Li, X., Ferguson, I., Chen, K., 2006. Accumulation of Lignin in Relation to Change in

- Activities of Lignification Enzymes in Loquat Fruit Flesh After Harvest. *Postharvest Biology and Technology*, 40 (2): 163-169.
- Chaudhry, Q., Scotter, M., Blackburn, J., Ross, B., Boxall, A., Castle, L., Aitken, R., Watkins, R., 2008. Applications and Implications of Nanotechnologies for the Food Sector. *Food Additives and Contaminants*, 25 (3): 241-258.
- Chiron, N., Michelot, D., 2005. Odeurs Des Champignons: Chimie Et Role Dans Les Interactions Biotiques-une Revue. *Cryptogamie Mycologie*, 26 (4): 299-364.
- Choi, M.H., Kim, G.H., 2003. Quality Changes in *Pleurotus ostreatus* During Modified Atmosphere Storage as Affected by Temperatures and Packaging Material. XXVI International Horticultural Congress: Issues and Advances in Postharvest Horticulture, *Acta Horticulture*, 12-14 December, Volume 2: pp. 357-362, Toronto, Canada.
- Choi, J.W., Jhune, J.S., Hong, Y.P., Jho, M.A., Kim, J.K., 2012. Effect of 1-Methylcyclopropene and Microperforated Film Packaging on Postharvest Quality of King Oyster Mushroom (*Pleurotus eryngii*). *Journal of Mushroom Science and Production*, 10 (4): 191-197.
- Doğan, N., Doğan, C., Hayoğlu, İ., 2014. Farklı Sıcaklık ve Süre Uygulamalarının *Pleurotus ostreatus* (İstiridye Mantarı)'un Bazı Özelliklerine Etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 18 (4): 10-16.
- Ekşi, A., 1980. Mantarın Gıda Teknolojisinde Başlıca Değerlendirme Alanları ve Konserveye İşlenmesi. *Gıda Dergisi*, 5 (1-2): 17-23.
- Elmastas, M., Isildak, O., Turkecul, I., Temur, N., 2007. Determination of Antioxidant Activity and Antioxidant Compounds in Wild Edible Mushrooms. *Journal of Food Composition Analysis*, 20: 337-345.
- FAO, 2013. Statistical data of FAO. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/TP>. Access date: 10.02.2017.
- FAO, 2014. Statistical data of FAO. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Access date: 10.02.2017.
- Gao, M., Feng, L., Jiang, T., 2014. Browning Inhibition and Quality Preservation of Button Mushroom (*Agaricus bisporus*) By Essential Oils Fumigation Treatment. *Food Chemistry*, 149 (1): 107-113.
- Gogavekar, S.S., Rokade, S.A., Ranveer, R.C., Ghosh, J.S., Kalyani, D.C., Sahoo, A.K., 2012. Important Nutritional Constituents, Flavour Components, Antioxidant and Antibacterial Properties of *Pleurotus sajor-caju*. *Journal of Food Science and Technology*, 51 (8): 1483-1491.
- Jacobsson, A., Brower, J., Amos, N., 2001. Quality Changes of Mushrooms During Storage. IV International Conference on Postharvest Science, *Acta Horticulture*, 28-30 June, Volume 2: pp. 745-748, Jerusalem, Israel.
- Jafri, M., Jha, A., Bunkar, D.S., Ram, R.C., 2013. Quality Retention of Oyster Mushrooms (*Pleurotus florida*) by a Combination of Chemical Treatments and Modified Atmosphere Packaging. *Postharvest Biology and Technology*, 76: 112-118.
- Jiang, T.J., Luo, Z.S., Ying, T.J., 2015. Fumigation With Essential Oils Improves Sensory Quality And Enhanced Antioxidant Ability Of Shiitake Mushroom (*Lentinus edodes*). *Food Chemistry*, 172: 692-698.
- Jolivet, S., Arpin, N., Wichers, H.J., Pellon, G., 1998. *Agaricus bisporus* Browning: A Review. *Mycological Research*, 102 (12): 1459-1483.
- Kader, A., Zagory, D., Karbel, E.L., 1989. Modified Atmosphere Packaging of Fruits and Vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 28 (1): 1-30.
- Kader, A., 1992. Modified Atmospheres During Transport and Storage. 'Postharvest technology of horticultural crops. (Ed) A.A., Kader., Oakland, California, 85-92pp.
- Kalac, P., 2012. A Review of Chemical Composition and Nutritional Value of Wild-Growing and Cultivated Mushrooms. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93: 209-218.
- Khan, M.A., Tania, M., 2012. Nutritional and Medicinal Importance of *Pleurotus* mushrooms: An Overview. *Food Reviews International*, 28 (3): 313-329.
- Kortei, N.K., Odamtten, G.T., Obodai, M., Wiafe-Kwagyan, M., Addo, E.A., 2016. Influence of Low Dose of Gamma Radiation and Storage on Some Vitamins and Mineral Elements of Dried Oyster Mushrooms (*Pleurotus ostreatus*). *Food Science and Nutrition*, 1: 1-10.
- Kortei, N.K., Odamtten, G.T., Obodai, M., Wiafe-Kwagyan, M., 2017. Nutritional Qualities and Shelf Life Extension of Gamma Irradiated Dried *Pleurotus ostreatus* (Jacq. Ex. Fr.) Kummer Preserved in Two Different Storage Packs. *Food Science and Technology*, 5 (1): 9-16.
- Kumar, P.A., Avinash, R.A., Gol, J.B., Kumar, H.S.A., 2015. Effect of Different Packaging Materials on Shelf Life of Oyster Mushrooms (*Pleurotus spp.*). *Environment and Ecology*, 33 (1): 356-361.
- Labuza, T.P. and Altunakar, B., 2007. Diffusion and Sorption Kinetics of Water in Foods. Water activity in foods, Fundamental applications. (Ed) G.V.Barbosa-Canovas, A.J., Fontana, S.J., Labuza, T.P., Blackwell Publishing Ltd, Oxford, 215-238 pp.
- Lee, Y.H., Lee, H.B., Jang, M.J., Ju, Y., Jhune, J.S., 2012. Effect of Trimming Type and Storage Temperature After Harvest on Shelf Life of *Pleurotus Eryngii*. *Journal of Mushroom Science and Production*, 10 (4): 198-202.
- Li, Y.R., Liu, Q.H., Wang, H.X., Ng, T.B., 2008. A Novel Lectin with Potent Antitumor, Mitogenic and HIV-1 Reverse Transcriptase Inhibitory Activities from the Edible Mushroom *Pleurotus citrinopileatus*. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General subjects*, 1780 (1): 51-57.
- Li, P., Zhang, X., Hu, H., Sun, Y., Wang, Y., Zhao, Y., 2013. High Carbon Dioxide and Low Oxygen Storage Effects on Reactive Oxygen Species Metabolism in *Pleurotus eryngii*. *Postharvest Biology and Technology*, 85 (1): 141-146.
- Li, D., Qin, X., Tian, P., Wang, J., 2016. Toughening and its Association with The Postharvest Quality of King Oyster Mushroom (*Pleurotus eryngii*) Stored at Low Temperature. *Food Chemistry*, 196 (1): 1092-1100.
- Linke, M., Geyer, M., 2013. Condensation Dynamics in Plastic Film Packaging for Fruit and Vegetables. *Journal of Food Engineering*, 116 (1): 144-154.
- Mahajan, P.V., Rodrigues, F.A.S., Motel, A., Leonhard, A., 2008. Development of a Moisture Absorber for Packaging of Fresh Mushrooms (*Agaricus bisporous*).

- Postharvest Biology and Technology*, 48 (3): 408–414.
- Martine, B., Gaele, L.P., Ronan, G., 2000. Postharvest Treatment with Citric Acid or Hydrogen Peroxide to Extend the Shelf Life of Fresh Sliced Mushrooms. *LWT-Food Science and Technology*, 4 (33): 285–289.
- Nerya, O., Ben-Arie, R., Luzzatto, T., Musa, R., Khativ, S., Vaya, J., 2006. Prevention of *Agaricus bisporus* Postharvest Browning with Tyrosinase Inhibitors. *Postharvest Biology and Technology*, 39 (3): 272-277.
- Popa, M., Stanescu, D., Heraseu, M., Ilie, A., Dumitrescu, R., Vraei, I., 1999. Some Aspects Regarding Modified Atmosphere Packaging of Mushrooms. *Agri Food Quality II*, Royal Society of Chemistry. (Ed) Hagg, M., Ahvenainen, R., Evers, A.M., Tiilikkala, K. Cambridge, UK, 229: 177-181.
- Pratama, D., Suhaidi, I., Julianti, E., 2013. The Effect of Sodium Bisulphite and Packaging Materials on Quality of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) in cold storage. *Journal Rekayasa Pangan dan Pertanian*, 1 (3): 17-24.
- Rama, V., John, P.J., 2000. Effects of Methods of Drying and Pretreatments on Quality of Dehydrated Mushroom. *Indian Food Packer*, 54 (5): 59-64.
- Ratti, C., 2001. Hot-air and Freeze-drying of High Value Foods. *Journal of Food Engineering*, 49: 311-319.
- Rhim, J.-W., Park, H.-M., Ha, C.-S., 2013. Bio-nanocomposites for food packaging applications. *Progress in Polymer Science*, 38 (10-11): 1629–1652.
- Roy, S., Anantheswaran, R.C., Beelman, R.B., 1995. Fresh Mushrooms Quality as Affected by Modified Atmosphere Packaging. *Journal of Food Science*, 67 (2): 334-340.
- Salvador, M.L., Jaime, P., Oria, R., 2002. Modeling of O₂ and CO₂ Exchange in Modified Atmosphere Packaging of Burlat Cherries. *Journal of Food Science*, 67 (1): 231-240.
- Sapata, M., Ramos, A., Ferreira, A., Andrada, L., Candeias, M., 2009. Quality Maintenance Improvement of *Pleurotus ostreatus* Mushrooms By Modified Atmosphere Packaging. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 8 (2): 53-60.
- Shi, Y., Chen, Q.X., Wang, Q., Song, K.K., Qiu, L., 2005. Inhibitory Effects of Cinnamic Acid and Its Derivatives on the Diphenolase Activity of Mushroom (*Agaricus bisporus*) Tyrosinase. *Food Chemistry*, 92 (4): 707-712.
- Shirazi, A., Cameron, A.C., 1992. Controlling Relative Humidity in Modified Atmosphere Packages of Tomato Fruit. *HortScience*, 27 (4): 336–339.
- Song, L., Chen, H., Gao, H., Fang, X., Mu, H., Yuan, Y., Yeng, Q., Quan, J., 2013. Combined Modified Atmosphere Packaging and Low Temperature Storage Delay Lignification and Improve the Defense Response of Minimally Processed Water Bamboo Shoot. *Chemistry Central Journal*, 7 (1): 147-155.
- Stamets, P., 2005. Notes on Nutritional Properties of Culinary-Medicinal Mushrooms. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 7 (1–2): 103–110.
- Syafini, G.N., Zaulia, O., Aisyah, A.S., Azhar, M.N., Rohaya, M.A., Habsah, M., Zaipun, M.Z., Tham, S.L., 2013. Quality Maintenance of Grey Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) by Nanosilver Packaging and Ethylene Absorbers. *Acta Horticulture*, Proc. 7th International Postharvest Symposium, 25-29 June, Volume 1: pp. 1341-1346. Kuala Lumpur, Malaysia.
- TÜİK, 2015. Türkiye İstatistik Kurumu Verileri. <http://rapory.tuik.gov.tr/748726464316474785892213179.html>. Erişim tarihi: 05.02.2017.
- Wang, H.X., Ng, T.B., 2004. Purification of A Novel Low-Molecular Mass Laccase With HIV-1 Reverse Transcriptase Inhibitory Activity From The Mushroom *Tricholoma giganteum*. *Biochemistry and Biophysics Research Communication*, 315 (2): 450-454.
- Wilkinson, B.H.P., Barret, S.M., Deuel, C.L., 1988. Texture Stable Food Product. Patent Application Number: EP19870309411, patent date: 4 May 1998.
- Villaescusa, R., Gil, M.I., 2003. Quality Improvement of *Pleurotus* Mushrooms By Modified Atmosphere Packaging and Moisture Absorbers. *Postharvest Biology and Technology*, 28 (1): 169-179.
- Zhao, C., Zhao, L., Pi, Y., Wu, X., Ma, F., 2014. The Influence of Storage Quality of *Pleurotus Eryngii* by 1-Methylcyclopropene Treatment. *Applied Mechanics and Materials*, 675-677: 1685-1690.
- Zivanovic, S., Buescher, R.W., Kim, K.S., 2000. Textural Changes in Mushrooms (*Agaricus bisporus*) Associated with Tissue Ultrastructure and Composition. *Journal of Food Science*, 65 (8): 1404–1408.