

## XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



Geliş(Received) :28/10/2019  
Kabul(Accepted) :04/12/2019

Derleme Makale/Review Article  
Doi:10.30708.mantar.638906

## Bazı Uygulamaların Mantar Muhafazasında Kullanımı

Melek EKİNCİ<sup>1\*</sup>, Ertan YILDIRIM<sup>2</sup>, Atilla DURSUN<sup>3</sup>

\*Sorumlu yazar: ekincim@atauni.edu.tr

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 25240, Erzurum

<sup>1</sup>:Orcid-No: 0000-0002-7604-3803, ekincim@atauni.edu.tr

<sup>2</sup>: Orcid-No: 0000-0003-3369-0645, ertanyil@atauni.edu.tr

<sup>3</sup>: Orcid-No: 0000-0002-8475-8534, atilladursun@atauni.edu.tr

**Öz:** Mantar insan sağlığı açısından önemli besinlerden biri olup, protein, mineral, vitamin vb. içerikleri bakımından tercih edilmektedir. Ayrıca çoğu mantar türleri metabolik özelliklerinden dolayı sağlık açısından değerlendirilmektedir. Mantarlar farklı değerlendirme şekilleri ile sofralarda yer almaktadır. Üretim açısından diğer tarımsal ürünlerden daha az üretilmesine rağmen tüketici talebi fazladır. Mantarların genel itibarıyla hasattan sonra kısa sürede kalitesini kaybetmesi tüketiminin de kısa sürede yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Bununla birlikte, gerek üretim sırasında gerekse hasattan sonra yapılan bazı uygulamalar ile mantarların uzun sürede muhafazası mümkün olabilmektedir. Bunlar dışarıdan yapılan kimyasal uygulamalar olduğu gibi, ışınlama ve ambalajlama teknikleri, depolama koşulları vb. uygulamalardır. Bu derleme makalesinde mantar muhafazasında kullanılabilen bazı uygulamalar çeşitli araştırmacıların yaptıkları çalışmalar doğrultusunda verilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Mantar, Depolama, Kalite, Muhafaza

## Use of some Applications in Mushroom Preservation

**Abstract:** Mushroom is one of the important nutrients for human health and it is preferred for protein, mineral, vitamin etc. contents. In addition, most mushroom species are considered in health due to their metabolic properties. Mushrooms take place in tables with different forms of evaluation. In terms of production, it is produced less than other agricultural products, but consumer demand is high. In general, mushrooms lose their quality in a short time after harvesting, necessitating their consumption in a short time. However, it is possible to maintain the mushroom over a long period of time with some applications, both during production and after harvest. These are external chemical applications as well as irradiation and packaging techniques, storage conditions, etc. In this review article, some applications that can be used in mushroom preservation are given based on the studies of various researchers.

**Key words:** Mushroom, Storage, Quality, Preservation

### Giriş

Mantarlar içerdikleri tat, aroma, protein, mineral madde ve vitaminlerce zengin olması ve düşük kalorileri açısından insan beslenmesinde önemli olup (Bernas ve ark., 2006; Rai ve Arumuganathan, 2008), tıbbi içerikleri bakımından da sağlık açısından sağladıkları faydalardan dolayı geniş bir kullanım alanına sahiptir. Birçok mantar,

hipokolesterolemik, hipoglisemik ve hipotansif özellikler gibi önemli tıbbi özelliklere sahip olup, ayrıca güçlü antioksidan ve hepatoprotektif özellikleri bulunmaktadır (Rai ve Arumuganathan, 2008). Taze veya işlenmiş olarak yaklaşık 200 mantar türünün tekstür, tat ve aromalarından dolayı tüketildiği belirtilmektedir (Diamantopoulou ve Antonios, 2015).

## XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



Doğadan toplanılan birçok mantar türü tüketimde kullanılırken, yetiştiriciliği yapılan mantar türlerinin başında *Agaricus bisporus* (beyaz şapkalı kültür mantarı) gelmekte; *Lentinula edodes* (*Shiitake*), *Pleurotus spp.* türleri (istiridye mantarı), *Auricularia polytricha* (kara kulak mantarı) ve *Volvariella volvacea* (saman mantarı) en fazla yetiştirilen mantar türleri arasında yer almaktadır (Diamantopoulou ve Antonios, 2015; Rai ve Arumuganathan, 2008).

Mantarlarda hasat sonrası kayıpların oldukça fazla olması, hasattan sonra da büyümeye devam etmesi, solunum, olgunlaşma ve yaşlanmayla birlikte ağırlık azalması, şapka açılması, kahverengileşme, solgunluk, çürüme, bozulma vb. meydana gelmektedir. Bozulmalar mantar türlerine göre değişmekle birlikte büyük bir kısmı nem olan (%85-90) mantarlarda ağırlık kayıpları ekonomik anlamda da önemli olmakta, hasat sonrası meydana gelen olumsuzluklar sonuçta mantarda besin ve tıbbi içeriklerinin de değişmesine neden olmaktadır (Martine ve ark., 2000; Rai ve Arumuganathan, 2008).

Taze mantarların kolay bozulması, talebin fazla olduğu zamanlarda temin edilmesini güçleştirmekte bu nedenle mantarların değerlendirilmesinde ve muhafazasında farklı işlemlerin yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Tüketici taleplerini karşılamak amacıyla ham madde olarak kullanılan mantarlar çeşitli endüstri kollarının da faaliyet alanına girmiştir. Hasat sonrası taze mantarlar için uygun paketleme ve depolama, uzun süre depolama için işleme en önemli aşamalarıdır. Dondurulmuş, kurutulmuş, salamura edilmiş, dilimlenmiş, toz, konsantre veya ekstraktı yapılmış olarak mantarlar çeşitli işlemlere tabi tutulmaktadır (Bernas ve ark., 2006).

Araştırmacılar mantar üretim tekniklerinin yanı sıra hasat sonrası mantar muhafazasının uzun süreli olması adına da çalışmalar yapmaktadırlar. Bu çalışmalarda uygun depolama koşullarının oluşturulması, paketleme ve ambalajlamada farklı teknik ve materyallerin kullanılması, hasat öncesi veya hasat sonrası yapılan bazı uygulamalar ile mantar dayanım süresinin artırılması veya dilimleme, kurutma gibi işlemlerde farklı uygulamaların kullanılması gibi konular yer almaktadır. Bu derleme çalışmasında son yıllarda mantar muhafazasında kullanılan veya kullanılabilecek olan çeşitli teknik, yöntem ve malzemeler daha önce farklı araştırmacıların yapmış oldukları çalışma sonuçları doğrultusunda verilmiştir.

## Mantarlarda Kullanılan Muhafaza Uygulamaları

### 1. Soğukta Muhafaza

Mantarların soğukta muhafaza edilmesinde soğutma ve dondurma işlemleri esas alınır. Evlerde veya ticari soğutucularda 4-7°C'de yapılan bekletme, esasında daha düşük derecelerdeki (-1 ile -4°C) depolama ile yapılması uygun olmaktadır. Dondurma işlemi ise -18°C'nin altındaki sıcaklıkta yapılmakta, böylece ürün günlerce, haftalarca hatta aylarca korunabilmektedir (Rai ve Arumuganathan, 2008). Bununla birlikte araştırmacılar mantarda en iyi depolamanın genellikle 0-2°C ve %90 nemin olduğu şartlar olduğunu belirtmiştir (Beelman ve ark., 1973; Minato ve ark., 1999; Bernas ve ark., 2006).

Düşük sıcaklık ile ağırlık kayıplarının, renk bozulmalarının vb. daha az olduğu bilinmektedir. Sıcaklık artışı ile mantarda depolama süresinin daha kısa olduğu belirlenmiştir (Diamantopoulou ve Philippoussis, 2015; Jiang, 2013; Xu ve ark., 2016; Zhang ve ark., 2018). *Pleurotus sajor-caju* mantarında 4°C'deki buzdolabı ortamında bekletmenin iki haftadan daha az sürede olması ile mantarın besin değerinin korunabileceği, bekletme süresinin artması ile besin içeriği ve besin olmayan bileşiklerde önemli azalmalar meydana geldiği belirtilmiştir (Adebiyi, 2019).

Ayrıca, vakumlu soğutma, mantar muhafazasında kullanılan hızlı bir soğutma tekniğidir. Üründen nemin buharlaşması ile sağlanır. Basıncı düşük bir sıcaklıkta su kaynama gerçekleştirdiği noktaya düşürülür ve buharlaşma sağlanır. Vakumla soğutma hızlı bir tekniktir ve mantarları bir yığın içinde eşit olarak soğutur (Tambunan ve ark., 1994; McDonald ve Sun, 2000). Vakumla soğutma ile 5°C'ye soğutulan mantarlarda, enzim aktivitesinde artış olduğu, mantar sertliğini koruyarak ve kararmanın daha az olmasını sağlayarak mantarda raf ömrünü uzattığı belirlenmiştir (Tao ve ark., 2007). He ve ark. (2013), vakum soğutma ile mantar sıcaklığını 25 dakika içinde 25 °C'den 2.4 °C'ye düşürdükten sonra 1±0.5°C'de %85-95 nemde depolamışlar ve sonuçta vakum soğutma ile mantar sertliğinin kontrole göre fazla olduğunu, vakum soğutmanın kalite açısından önemli olabileceğini vurgulamışlardır.

### 2. Depolama ve Modifiye Atmosferli Paketleme

Mantar muhafazasında kontrollü atmosfer depolama ve değiştirilmiş atmosfer paketleme şeklinde uygulanan modifiye atmosfer uygulamalarının önemli

## XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



etkileri olmaktadır. Kontrollü atmosferli depolamada depolama süresince kontrol edilen ürünün doğal solunum veya yapay yollarla oluşturulan düşük O<sub>2</sub> ve/veya yüksek CO<sub>2</sub> atmosferinde depolanması işlemidir (Thompson ve ark., 2018). Kontrollü atmosfer depolamada, ürün, depo boyunca sabit tutulan atmosferik bir kompozisyon altında soğuk depolarda saklanırken, modifiye atmosfer paketleme (MAP) sırasında, taze ürünler genellikle polimerik film torbalarında paketlenir (Ares ve ark., 2007). Özellikle modifiye atmosferli paketleme (MAP) işlemleri taze mantar muhafazasında etkili olmuştur. Raf ömrünün uzaması, ürünü çevreleyen atmosferde düşük O<sub>2</sub> ve yüksek CO<sub>2</sub> konsantrasyonuna bağlı olarak, solunum hızının düşmesi ve mikrobiyal gelişiminin engellenmesi ile sağlanmaktadır (Farber ve ark., 2003). MAP ürünün solunum oranını, mikrobiyal büyümeyi ve fizyolojik bozulmaları azaltmak için uygun bir atmosfer sağlayarak, normal hava bileşiminin değiştirilmesine, kalitesinin korunmasına ve raf ömrünün artmasına neden olmaktadır (Ares ve ark., 2007).

Nem kayıplarının azaltıldığı, O<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub> miktarının kontrol altında tutulduğu işlemde mantar türüne, O<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub> miktarına göre farklı sürelerde muhafaza sağlayabilmektedir. *Agaricus bisporus*'da modifiye atmosferli paketlemede (%2.5 CO<sub>2</sub> ve %10-20 O<sub>2</sub>) görünüşü koruduğu ve bakteri sayısını azalttığı (Simon ve ark., 2005), %26 CO<sub>2</sub> içeren modifiye atmosferli paketlemede ağırlık kayıplarının azaldığı (Roy ve ark., 1995) belirlenmiştir. Modifiye atmosfer altında (%15 O<sub>2</sub>, %5 CO<sub>2</sub> ve %80 N<sub>2</sub>) paketlenmiş *Agaricus bisporus*'da 4°C'de 22 güne kadar kalitenin korunarak depolama sağlanabilmektedir (Gholami ve ark., 2017). Çavuşoğlu (2018) *Agaricus bisporus*'da 20 gün süre ile 4°C'de ve %90-95 oransal nem içeren ortamda MAP ve streç film ile paketlemenin etkisini araştırmış, bu süre boyunca mantarın iyi bir şekilde depolanabildiğini, ağırlık kaybının MAP ile daha az olduğunu, renk değerleri, titre edilebilir asitlik ve solunum açısından ise streç film uygulamasının daha iyi sonuç verdiğini tespit etmiştir.

*Pleurotus* mantarında 4°C'de 15 kPa O<sub>2</sub>+ 5 kPa CO<sub>2</sub> şeklindeki modifiye atmosferli paketlemenin 7 günlük bir depolamada kaliteyi koruduğu belirlenmiştir (Villaescusa ve Gil, 2003). Ayrıca, *Pleurotus* mantarında 4°C'de 1kPa O<sub>2</sub>+5kPa CO<sub>2</sub> MAP ortamında 14 gün (Popa ve ark., 1999), 1°C'de 1 kPa O<sub>2</sub>+30 kPa CO<sub>2</sub> MAP ortamında 10 gün (Henze, 1989) etkili bir depolama sağladığı belirtilmiştir.

Shiitake (*Lentinus edodes*) mantarında %40 CO<sub>2</sub> ve %1 O<sub>2</sub> içeren atmosfer kontrollü depolanmanın raf ömrünü normal depolamaya göre 4 kat uzattığı belirlenmiştir (Minamide ve ark., 1980). Antmann ve ark. (2008) shiitake mantarında yaptıkları çalışmada %15 ve %25 O<sub>2</sub> ortamında delikli polietilen paketlemenin 6 günlük bir depolamada bozulma oranını azaltmada faydalı olduğunu belirlemişlerdir. Shiitake mantarında 4°C'de MAP'nin muhafaza ömrünü 17 güne kadar uzatabildiği, CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun hasat sonrası kaliteyi etkilediği belirlenmiştir (Ye ve ark., 2012).

Bununla birlikte MAP uygulamalarında ortamdaki O<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub> oranının iyi belirlenmesi gerekmektedir, aksi halde uygun olmayan modifiye edilmiş atmosfer koşullarının etkisiz olabileceği veya ürünün raf ömrünü kısaltacağı belirtilmektedir (Ares ve ark., 2007).

Dinamik kontrollü atmosfer depolama (DCA) kapı veya duvarlarından gaz sızıntısı olan depolarda bekletilen ürünlerdeki solunum metabolik aktivitesinden dolayı gaz karışımının sürekli değişeceği bir ortam olarak tanımlanmaktadır (Thompson ve ark., 2018). Kontrollü atmosfer ile karşılaştırıldığında DCA ürünlerin ortam gazını periyodik olarak değiştiren bir uygulamadır (Sun ve ark., 2018). *Agaricus bisporus*'da yüksek O<sub>2</sub> dinamik kontrollü atmosfer (HO-DCA) altında yapılan çalışmada, mantarlar 3 gün boyunca %100 O<sub>2</sub>, %80 O<sub>2</sub> +%20 CO<sub>2</sub>, %100 O<sub>2</sub> ortamda depolanmış, sonra 2±1°C'de %80 O<sub>2</sub> +%20 CO<sub>2</sub> işlemine aktarılmıştır. Çalışmada HO-DCA uygulamasının yüksek ATP seviyesini sürdürdüğü, depolama süresince mantar kalitesini koruyarak 28 güne kadar depolama süresini uzatabildiği belirlenmiştir (Li ve ark., 2017). Benzer olarak, Sun ve ark. (2018) *Agaricus bisporus*'da 2±1°C'de (2, 3, 4 ve 5. günler) %100 O<sub>2</sub>, %90 O<sub>2</sub> +%10 CO<sub>2</sub>, %80 O<sub>2</sub> +%20 CO<sub>2</sub>, %70 O<sub>2</sub> +%30 CO<sub>2</sub> şeklinde yapılan DCA uygulamasının göreceli olarak beyaz mantar kalitesini koruduğu, depolama süresinin 28 güne kadar uzayabildiğini belirtmişlerdir.

Yüksek oksijen ortamında 3-5 gün depolanan *Agaricus bisporus*'un daha sonra MAP ile paketlenildiği ve 3±0.5 °C ve 20±0.5 °C'de tutulduğu çalışmada, 3 gün yüksek oksijen (%80 O<sub>2</sub>) atmosfer uygulamasından sonra 3±0.5 °C'de mantar kalitesinin korunduğu, 20±0.5°C'de bozulmaya başladığı belirtilmiştir (Wang ve ark., 2017).

DCA depolama kaliteyi artırmak ve ürünlerde fizyolojik bozuklukların gelişimini önlemek amacıyla depolama süresince optimum koşulların sağlanması esasına dayanmakta olup, özel ekipmanlara ihtiyaç

## XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



duyulmakta ve uygun koşulların tespit edilmesinde sıkıntılar yaşanabilmektedir (Li ve ark., 2017).

### 3. Kimyasal Uygulamalar

Mantar muhafazasında gerek yetiştiricilik sırasında gerekse hasat sonrası yapılan bazı uygulamalar ile depolama süresinde uzama sağlanabilmektedir. Bunlardan biri de mantarların hasat sonrası bazı kimyasal solüsyonları ile muamele edilmesidir. Mantarların sitrik asit, etilendiamintetraasetik asit (EDTA), hidrojen peroksit, sodyum hipoklorit vb. ile yıkanması bunlardan bazılarıdır. Araştırmacılar hidrojen peroksit, sitrik asit (Brennan ve ark., 2000; Jafri ve ark., 2013; Khan ve ark., 2015), metil jasmonat (Meng ve ark., 2012), uçucu yağlar (Gao ve ark., 2014), sodyum metabisüfit (Brennan ve ark., 1999), aljinat (Jiang ve ark., 2013), natamisin (Jiang, 2012), 4-metoksi sinamik asit (Hu ve ark., 2015), yüksek basınçlı argon ve ultrason (Lagnika ve ark., 2013), glisin betain (Wang ve ark., 2015) ve  $\text{CaCl}_2$ 'ün (Kuyper ve ark., 1993; Jafri ve ark., 2013; Khan ve ark., 2015) mantar muhafazasında önemli etkiler sağladığını belirlemiştir.

Sitrik asit, pH'ı düşürme etkisi ve sinerjik antioksidan etkisinden dolayı gıdalarda koruyucu olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Martine ve ark., 2000). Bütün taze *Agaricus bisporus* mantarının, sitrik asit veya hidrojen peroksit çözeltileri içerisinde 10 dakika bekletilip dilimlenmesi ile 4-19°C arasındaki sıcaklıklarda bekletilmesi ile *Pseudomonas* bakteri sayısını azalttığı, raf ömrünü yaklaşık %50 artırdığı, sitrik asit işleminin dilimlenmiş mantarların duyuşal özellikleri üzerinde zararlı bir etkiye neden olmadığı belirtilmiştir (Brennan ve ark., 2000).

Shiitake (*Lentinus edodes*) mantarında aljinat/nano-Ag kaplama malzemesinin  $4\pm 1^\circ\text{C}$  de mantarın fizikokimyasal ve duyuşal kalite özellikleri üzerine faydalı olduğu, 16 günlük bir depolama sonunda ağırlık kaybı, yumuşama ve kararmanın önlediği, mikrobiyal gelişimin önlediği tespit edilmiştir. Ayrıca mantarda indirgen şeker, toplam şeker, çözünebilir kuru madde miktarı ve elektrolit sızıntı oranının arttığı belirlenmiş ve aljinat/nano-Ag malzemenin mantar raf ömrünü uzatmak ve muhafaza kalitesini korumada etkili olduğu belirlenmiştir (Jiang ve ark., 2013).

Toksik olmayan yapısı, antioksidan ve antibakteriyel aktivitesi, film oluşturma özelliği, biyo-uyumluluk ve biyo-bozunurluğundan dolayı, kitosan doğal bir besin katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (Majeti ve

Ravi, 2000). Jiang ve ark. (2012), kitosan, glikoz ve kitosan-glikoz kompleksi (CGC)'nin,  $4\pm 1^\circ\text{C}$ 'de 16 gün boyunca depolanan shiitake (*Lentinus edodes*) mantarının mikrobiyal ve hasat sonrası kalitesine etkisini araştırmışlardır. CGC uygulamasının doku sertliğini koruduğu, solunum hızındaki artışı engellediği, kontrole göre mikroorganizma sayısında azalma sağladığı belirtilmiştir. CGC kaplamanın shiitake mantar kalitesini korumak ve hasat sonrası ömrünü uzatmak için etkili olduğu ifade edilmiştir.

Kitosan-yağ kaplamanın, 16 gün boyunca  $4\pm 1^\circ\text{C}$ 'de saklanan shiitake mantarlarında doku sertliğini koruduğu, solunum hızını arttırdığı, maya, küf ve *pseudomonas* gibi mikroorganizma sayısını azalttığı, depolama süresi boyunca shiitake mantar kalitesini korumak ve hasat sonrası ömrünü uzatmak için kullanılabileceği belirtilmektedir (Jiang ve ark., 2011).

Protokatejik asit aşılınmış kitozan solüsyonu kaplama *Pleurotus eryngii* mantarında 15 günlük bir depolama sonunda sadece kitozan kaplama yapılan ve hiç bir uygulama yapılmayan (kontrol) uygulamaları içinden en yüksek sertliği ve en düşük ağırlık kaybını, kararmanın derecesini, solunum hızını, malondialdehit içeriğini, elektrolit sızıntı oranını, süperoksit anyon üretim hızını ve hidrojen peroksit içeriğini vermiştir (Liu ve ark., 2016).

Hasat sonrası *Agaricus bisporus*'da yapılan metil jasmonat uygulamaları ile de yüksek seviyede çözülebilir protein ve toplam şekerin korunduğu, kararmanın engellendiği, fenolik ve flavonoidlerin biriktiği ve solunum hızı ve zar sızıntısının artmasını inhibe ettiği ve mantar kalitesini korumada etkili olduğu belirlenmiştir (Meng ve ark., 2012).

Glisin betain (GB) de çok işlevsel ve güvenli bir yapıda olup, son yıllarda besin katkı maddesi olarak kullanılmaya başlanmıştır. Yapılan bir diğer çalışmada da, GB uygulaması yapılan *Agaricus bisporus* mantarı 12 gün düşük sıcaklıkta ( $2^\circ\text{C}$ ) depolanmış, GB uygulamasının ağırlık kaybını azalttığı, solunum oranını koruduğu, şapka açılması ve kahverengileşmeyi azalttığı belirlenmiştir. Ayrıca uygulamaların antioksidan enzim aktivitesini arttırdığı ve GB ile mantarda depo ömrünün uzatılabildiği belirtilmiştir (Wang ve ark., 2015).

*Agaricus bisporus* mantarında hasat sonrasında kararmanın önlenmesi için farklı dozlarda uygulanan salisilik asit uygulamalarının etkisi  $4^\circ\text{C}$ 'de 21 gün sonra belirlenmiştir. Salisilik asit uygulamasının antioksidan

## XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



aktivitesini ve fenollerin birikimini artırdığı ve hücre zarı bütünlüğünü koruyarak mantar şapkasında hasat sonrası kararmanın azaltılmasında faydalı olduğu belirtilmiştir (Dokhanieh ve Aghdam, 2016).

*Agaricus bisporus* yetiştiriciliğinde  $CaCl_2$  ile sulamanın kahverengileşmeyi azaltarak raf ömründe ( $4^{\circ}C$ 'de 8 gün) belirgin bir iyileşme sağladığı belirtilmektedir (Kukura ve ark., 1998; Philippoussis ve ark., 2001). Yapılan bir diğer çalışmada, *Agaricus bisporus* yetiştiriciliğinde sulama suyuna %0.1 ve %0.5  $CaCl_2$  eklenmiş, hasat edilen mantarlar, üzerine film sarılmış ambalajlarda  $13^{\circ}C$ 'de bekletilmiştir. Düşük konsantrasyonda  $CaCl_2$  'ün hasat sonrası raf ömrü üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı fakat daha yüksek konsantrasyonda (%0.5)  $CaCl_2$ 'ün raf ömrünü artırdığı, hasat sonrası bakteri üremesi ve kararmanın azaldığı belirlenmiştir (Barden ve ark., 1990).

*Agaricus bisporus*'da  $Na_2$  EDTA,  $CaCl_2$  ve sitrik asit ile iyi bir sertlik ve renk koruması sağladığı ve depolama sırasında daha az ağırlık kaybına neden olduğu, ayrıca antioksidan enzim aktivitesi ve çözünebilir protein içeriğinin daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Khan ve ark., 2014).

Mantar muhafazasında kombine uygulamalarda kullanılabilir. Bunlardan biri modifiye atmosferli paketleme veya depolama ile kimyasal uygulamaların birlikte kullanılmasıdır. Nitekim, yapılan bir çalışmada istiridye mantarlarının fizikokimyasal özelliklerini geliştirmek için üç koruma tekniği, kimyasal işlem, MAP ve düşük sıcaklık depolaması kullanılmıştır. Mantarlar sorbitol, sitrik asit ve  $CaCl_2$  çözeltisi ile muamele edilmiş, kimyasal olarak işlenmiş mantarlar iki farklı gaz bileşimi altında tutulmuştur. Mantarların fiziko-kimyasal, dokusal ve duyuşal özellikleri  $4^{\circ}C$ 'de depolama sırasında 25 gün boyunca incelenmiştir. Araştırmacılar kimyasal muamelelerin ardından %10  $O_2$  ve %5  $CO_2$  kullanılarak modifiye atmosferde paketlemenin kaliteyi koruduğunu, daha yüksek duyuşal özellikte olduğunu belirlemiştir (Jafri ve ark., 2013).

Modifiye atmosferli paketleme ve kalsiyum hipoklorit uygulamasının birlikte kullanılması ile de mantarda renk değişimi ve mikrobiyal gelişimde önemli etkiler sağlanarak depolamayı etkilediği belirlenmiştir (Kuyper ve ark., 1993). Ayrıca, diğer bir çalışmada da, hasat sonrasında sitokinin uygulaması (0, 5, 10 ve 15 ppm) yapılmış *Agaricus bisporus* mantarının modifiye atmosferli depoda ve açıkta, streç flim ve polietilen

torbalarda  $0^{\circ}C$ 'de %90-95 nemde 9 gün depolanmasının ardından, modifiye atmosferli depolamanın ağırlık kaybı, renk, C vitamini kaybı, fenolik bileşikler ve enzim aktivitesi azalması bakımından açıkta bekletilenlere göre daha iyi sonuç verdiği, yapılan sitokinin uygulamalarının önemli etkiler sağladığı ve polietilen ve streç kaplama ile 9 gün boyunca mantar muhafazasında başarılı sonuçlar alındığı belirlenmiştir (Gökçenay ve Çavuşoğlu, 2018).

Yüksek basınçlı argon (H), ultrason (U) ve bunların kombinasyonunun *Agaricus bisporus*'da fiziko-kimyasal özellikleri üzerindeki etkileri  $4^{\circ}C$ 'de depolamada 9 gün boyunca araştırılmış, H uygulamasının daha az ağırlık kaybı ve solunum oranı sağladığı, U uygulamasında daha düşük polifenol oksidaz aktivitesinin olduğu, antioksidan kapasitede artış sağladığı, mantar renk değişiminde etkili olduğu rapor edilmiştir (Lagnika ve ark., 2013).

#### 4. Işın Uygulamaları

Mantarlarda hasat sonrası mikrobiyolojik bozulmayı önlemek amacıyla UV-C, gama ışın uygulaması gibi uygulamalar da yapılmaktadır. Işın uygulamaları ile mantarda mikrobiyal bozulmanın geciktiği, biyokimyasal içeriğinin korunduğu ve böylece muhafaza süresinin uzadığı belirlenmiştir. Düşük dozlardaki UV-C, meyve ve sebzelerde raf ömrünün uzaması veya sağlık içeriğinin artması gibi çeşitli yararlı etkilere yol açabilen bazı olumlu reaksiyonları tetikleyebildiği ve bileşenleri teşvik ettiği belirtilmektedir (Riberio ve ark., 2012).

Özellikle mantarda D vitamini açısından UV ışık uygulamasının önemli etki sağladığı, güneş ışığına maruz kalmayan mantarlarda UV uygulaması ile D vitamini içeriğinin güneş ışığına maruz kalan mantar ile eşdeğer olduğu ve mantarda D vitamini üretimi için UV ışık teknolojisinin uygulanmasının uygun ve güvenli olduğu belirtilmiştir (Simon ve ark., 2013).

Beyaz ve kahverengi düğme mantarlarının (*Agaricus bisporus*) farklı bölümlerinde UV-C işleminin (0.5, 1.0 ve 2.0  $kJ/m^2$ ) ve soğukta depolanmasının ergosterol ve D2 vitamini içeriği üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, UV-C uygulamasının iki mantarın gövdelerindeki ergosterol içeriğini önemli ölçüde etkilemediği, ancak ergosterol içeriğinin 14 günlük soğuk hava deposu sırasında önemli ölçüde arttığı, D2 vitamini içeriğinin UV-C dozu arttıkça belirgin şekilde arttığı ve 2.0  $kJ / m^2$  UV-C uygulamasının en iyi sonucu verdiği ileri sürülmüştür (Guan ve ark., 2016). Benzer

## XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



olarak, depolama sırasında UV-B ışın uygulamasının portabella mantarlarının D2 oluşumu üzerine etkileri araştırılmış ve yoğunluğa bağlı olarak depolanan mantarda önemli etkilerinin olduğu belirlenmiştir (Roberts ve ark., 2008).

Shiitake mantarında farklı dozlardaki UV-C uygulamasının depolama sırasında etkilerinin incelendiği çalışmada, UV-C uygulamasının mantarda sıklığı ve malondialdehit (MDA) içeriği artırdığı, şeker ve C vitamini içeriğindeki azalmayı geciktirdiği, flavonoid sentezini ve birikimini desteklediğini ve bu nedenle daha iyi kalite sağlayarak shiitake mantarlarının raf ömrünü uzattığı tespit edilmiştir (Tianjia ve ark., 2010).

Mantar başta olmak üzere bazı bahçe bitkileri ürünlerinin hasat sonrası ömrünü uzatmada düşük dozlu gama ışın uygulamasının etkili olduğu belirtilmiştir (Gautam ve ark.,1998; Kamat, ve ark., 2005; Xiong ve ark., 2009).

Yapılan bir çalışmada, shiitake (*Lentinula edodes*) mantarı farklı dozlarda gama ışınlarına (1.0, 1.5 ve 2.0 kGy) maruz bırakılmış, 20 gün 4°C'de muhafaza edilmiştir. Yapılan uygulamalardan 1.0 kGy'nin en yüksek sıklığa, daha az çözünür proteine, daha yüksek toplam şeker içeriğine ve düşük MDA birikimini sağlamış, ayrıca, 1.0 kGy fenolik bileşiklerin birikimini artırmış ve depolama sırasında daha yüksek antioksidan kapasitesi sağlamıştır. Daha yüksek dozda (2.0 kGy) gama ışın uygulamasının daha yüksek bir mikrobiyal azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar gama ışın uygulaması ile mantar duysal bozulmasının geciktiği, gama ışınlamanın MAP ile birlikte uygulanması ile shiitake mantarının 4°C'de depolama ömrünün 20 güne kadar uzayabildiği belirlenmiştir (Jiang ve ark., 2010).

Gama ışın uygulamasının, solunum hızını düşürmede ve *Agaricus bisporus* mantarlarının kararmasını geciktirmede etkili olduğu (Benoit ve ark., 2000), ayrıca, protein, amino asit, karbonhidrat ve C vitamini içeriğini etkilemeden *Pleurotus sajor-caju* (Roy ve ark., 2000)'un ömrünü uzattığı belirlenmiştir.

Yaqovob ve ark. (2013), *Agaricus bisporus*'da farklı dozlarda gama ışınlarının raf ömrü ve hasat sonrası fizyolojisi üzerine etkilerini araştırmışlar ve uygulamaların mantarda antioksidan kapasitesi, C vitamini içeriği, protein içeriği, renk ve ağırlık kayıpları üzerine önemli etkilerinin olduğunu, uygulamaların besin kalitesini artırdığı, gama ışın uygulamasının *Agaricus bisporus*'da hasat sonrası kalite kaybını azaltmada faydalı olduğunu belirtmişlerdir.

Gama ışınlarının *Agaricus bisporus*'da depolama sırasında ağırlık kayıplarını azalttığı, kararma ve küflenmeyi önlediği, şapka açılmasını geciktirdiği saptanmıştır (Wani ve ark., 2009). Yapılan diğer bir çalışmada da, 4.8 Jcm<sup>2</sup> dozlarında titreşimli ışık uygulamasının, taze kesilmiş mantarların raf ömrünü, doku ve antioksidan özelliklerini önemli ölçüde etkilemeden uzatabileceği tespit edilmiştir (Oms-Oliu ve ark., 2010).

Paketlenmiş *Agaricus bisporus*'da gama ışın uygulaması yapılarak 10±2°C'de ve %94±6 bağıl nemde tutulmuş, depolamadan sonra, mantarlar hem çiğ hem de pişirilerek kalite değerlendirmelerine tabi tutulmuştur. Işınlama yapılan mantarların daha uzun raf ömrüne sahip olduğu, daha az kararma olduğu ve şapka açılmasında gecikme olduğu belirlenmiştir (Lescano, 1994).

### 5. İşleme ve Paketleme Uygulamaları

Ambalajlama ile mantarın fiziko-kimyasal ve duysal kalitesinde minimum değişikliklerle bozulma geciktirilebilmektedir. Mantar endüstrisinde mantarların muhafaza ömrünü uzatmak için farklı paketleme yöntemleri de kullanılmaya başlanmıştır. Polietilen film ambalaj malzemeler çokça kullanılmaktadır. Bununla birlikte son yıllarda farklı ambalaj malzemeleri üzerinde çalışılmaktadır. Bunlardan biri nano malzemelerdir. Yapılan bir çalışmada, *Flammulina velutipes* mantarında nano-Ag, nano-TiO<sub>2</sub> ve nano-SiO<sub>2</sub> kaplı ambalaj malzemelerinin polietilen malzemeye göre 14 günlük bir depolama sonunda mantar ağırlık kaybını, şapka açılmasını, sap uzamasını ve solunumu önemli ölçüde azalttığı, mantarda C vitamini ve toplam proteini artırarak raf ömrünü uzatmada etkili olabileceği ifade edilmiştir (Donglu ve ark., 2016).

*Boletus edulis* mantarında 4°C'de depolamada poli (laktik asit) katkılı biyo-bozunur film paketlemenin hasat sonrası 18 güne kadar mantar kalitesini koruduğu ve mantar muhafazasında etkili olduğu belirtilmiştir (Han ve ark., 2015).

Liu ve ark. (2019), *Agaricus bisporus*'da kitozan katkılı gallik asit film paketleme ile soğukta muhafaza edilmesinin polietilen film ambalaja göre solunum oranını düşürdüğü, kahverengileşmeyi azalttığı, antioksidan aktivitesini artırdığı ve hasat sonrası mantar kalitesini koruduğunu belirlemişlerdir.

Mantarlar sadece taze veya bütün olarak muhafaza edilmeyip, dilimleme, kurutma gibi ön işlemlerden

## XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



geçirilerek de muhafaza edilmektedir. Kurutma, mikrobiyolojik ve fiziko-kimyasal stabiliteyi belirli bir seviyelere kadar korumak için ürünün su aktivitesini düşürme şeklinde yapılan klasik bir gıda koruma yöntemidir. *Pleurotus ostreatus* mantarında dilimlenen mantarın 5 dakika boyunca %5 ve %10'luk tuz çözeltilerinde daldırdıktan sonra güneş, solar ve fırın kurutma işlemleri yapılmış, ozmotik ön işlemler ile kurutulmuş mantar örneklerinin bileşiminin önemli ölçüde etkilediği, protein içeriğinin arttığı, yağ oranının düştüğü belirlenmiştir (Tolera ve Abera, 2017). Ayrıca mantarların konserve, turşu vb. işlemler ile de uzun süre muhafazası mümkün olmaktadır.

### Sonuç

Mantarlar uzun yıllardan beri insan beslenmesinde kullanıldığı gibi, alternatif olarak da farklı kullanım alanları içerisinde yer almaktadır. Özellikle beslenme amaçlı kullanılan mantarlarda muhafaza ömrü çok kısa olup, daha uzun süreli muhafaza sağlamak için birçok uygulama kullanılmaktadır. Taze olarak muhafazası daha çok tercih edilen mantarda, kurutma, konserve gibi geleneksel muhafaza yöntemleri de çokça kullanılmaktadır. Son yıllarda ise kolay uygulanabilen, ucuz, daha uzun sürede etkili olan ve en önemlisi mantar bileşimi ve kalitesini koruyan uygulamalar üzerinde durulmaktadır. Bu uygulamalar tek başlarına veya

kombineli olarak yapılan uygulamalardır. Soğukta muhafazanın tek başına yeterli olmadığı belirli bir süre sonra mantarda kalite kayıplarının olabildiği belirtilmiş, oksijen ve karbondioksitin kontrol edildiği modifiye atmosferli depolamalar daha çok tercih edilir olmuştur. Araştırmacılar bununla da yetinmeyip paketlemede modifiye atmosferli uygulamayı esas almışlardır. Ayrıca mantar yetiştiriciliği sırasında özellikle *Agaricus bisporus* mantarında CaCl<sub>2</sub> gibi sulamalar ile mantarda meydana gelebilecek kararmaların önüne geçilebilmiştir. Bazı düşük dozdaki kimyasal uygulamalar ile de mantarlarda kalite korunarak muhafaza süresinde artış elde edilmiş, son teknoloji imkanlarından da faydalanılarak ışınlama uygulamaları ve nanoteknolojik uygulamalar da mantar muhafazasında yerini almıştır.

Mantarlarda hasattan sonra çok kısa sürede (3-4 gün) meydana gelen bozulmaların önüne geçebilmek için yapılan çalışmalarda kısa sürede (8 gün) (örneğin CaCl<sub>2</sub> ile sulama uygulaması) etki sağlayan uygulamalar yapılabildiği gibi, dinamik kontrollü atmosfer depolama gibi sistemlerle 28 gün gibi daha uzun süre muhafaza gerçekleştirilebilmektedir. Mantar depo ömrünü uzatmak için yapılan uygulamalar ve kullanılan yöntemler gelişen teknoloji ve araştırmacıların daha kaliteli ve sağlıklı ürün muhafazası adına çabalarından dolayı daha da devam edeceği düşünülmektedir.

### Kaynaklar

- Adebiyi, A. (2019). Effect of Refrigeration on the Nutritional and Anti-nutritional Composition of An Edible Mushroom *Pleurotus sajor-caju* Consumed in Nigeria. *J. Adv. Food Sci. Technol.*, 26-31.
- Antmann, G., Ares, G., Lema, P. ve Lareo, C. (2008). Influence of Modified Atmosphere Packaging on Sensory Quality of Shiitake Mushrooms. *Postharvest Biol. Technol.*, 49 164-170.
- Ares, G., Lareo, C. ve Lema, P. (2007). Modified Atmosphere Packaging for Postharvest Storage of Mushrooms. A Review. *Fresh Produce Global Science Books 1 (1)* 32-40.
- Barden, C., L., Beelman, R.B., Bartley, C.E. ve Scisler, L.C. (1990). The Effect of Calcium Chloride Added to the Irrigation Water on Quality and Shelf Life of Harvested Mushrooms. *J. Food Protec.*, 53 (9) 759-762.
- Beelman, R.B., Kuhn, G.D. ve McArdle, F.J. (1973). Influence of Post-harvest Storage and Soaking on Yield and Quality of Canned Mushrooms. *J. Food Sci.*, 38 (6) 951-953.
- Benoit, M. A., D' Aprano, G. ve Lacroix, M. (2000). Effects of Gamma Irradiation on Phenylalanine Ammonia-lyase Activity, Total Phenolic Content and Respiration of Mushrooms (*Agaricus bisporus*). *J. Agric. Food Chem.*, 48 6312-6316.
- Bernas, E., Jaworska, G. ve Kmiecik, W. (2006). Storage and Processing of Edible Mushrooms. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.* 5 (2) 5-23.
- Brennan, M., Le Port, G., Pulvirenti, A. ve Gormley, R. (1999). The Effect of Sodium Metabisulphite on the Whiteness and Keeping Quality of Sliced Mushrooms. *Food Sci. Technol.*, 32 460-463.
- Brennan, M., Le Port, G. ve Gormley, R. (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.
- Çavuşoğlu, Ş. (2018). Modifiye Atmosfer ve Metil Jasmonat Uygulamalarının *Agaricus bisporus*'un Hasat Sonrası Kalite ve Muhafaza Ömrüne Etkileri. *Mantar Der.*, 9 (2) 206-218.

## XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



- Diamantopoulou, P.A. ve Antonios, P.N. (2015). Cultivated Mushrooms: Preservation and Processing. *Handbook of Vegetable Preservation and Processing*, Capter 22 495-525.
- Dokhanieh, A.Y. ve Aghdam, M.S. (2016). Postharvest Browning Alleviation of *Agaricus bisporus* using Salicylic Acid Treatment. *Scientia Horti.*, 207 146-151.
- Donglu, F., Wenjian, Y., Kimatu, B.M., Mariga, A.M., Liyan, Z., Xinxin, A. ve Qihui, H. (2016). Effect of Nanocomposite-based Packaging on Storage Stability of Mushrooms (*Flammulina velutipes*). *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, 33 489-497.
- Farber, J.N., Harris, L.J., Parish, M.E., Beuchat, L.R., Suslow, T.V., Gorney, J.R., Garrett, E.H. ve Busta, F.F. (2003). Microbiological Safety of Controlled and Modified Atmosphere Packaging of Fresh and Fresh-cut Produce. *Compr. Rev. Food Sci. Food Safety*, 2 142-160.
- Gao, M., Feng, L., ve Jiang, T. (2014). Browning Inhibition and Quality Preservation of Button Mushroom (*Agaricus bisporus*) by Essential Oils Fumigation Treatment. *Food Chem.*, 149 107-113.
- Gautam, S., Sharma, A. ve Thomas, P. (1998). Gamma Irradiation Effect on Shelf-life, Texture, Polyphenol Oxidase and Microflora of Mushroom (*Agaricus bisporus*). *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 49 5-10.
- Gholami, R., Ahmadi, E. ve Farris, S. (2017). Shelf Life Extension of White Mushrooms (*Agaricus bisporus*) by Low Temperatures Conditioning, Modified Atmosphere and Nanocomposite Packaging Material. *Food Packaging and Shelf Life*, 14 88-95.
- Gökçenay, G. ve Çavuşoğlu, Ş. (2018). Farklı Dozlarda Uygulanan Sitokininin Beyaz Şapkallı Mantarın (*Agaricus bisporus*) Muhafazası Üzerine Etkisi. *Mantar Der.*, 9 (1) 80-91.
- Guan, W., Zhang, J., Yan, R., Shao, S., Zhou, T., Lei, J. ve Wang, Z. (2016). Effects of UV-C Treatment and Cold Storage on Ergosterol and Vitamin D2 Contents in Different Parts of White and Brown Mushroom (*Agaricus bisporus*). *Food Chem.*, 210 129-134.
- Han, L., Qin, Y., Liu, D., Chen, H., Li, H. ve Yuan, H. (2015). Evaluation of Biodegradable Film Packaging to Improve the Shelf-life of *Boletus edulis* Wild Edible Mushrooms. *Innov. Food Sci. Emer. Technol.*, 29 288-294.
- He, S.Y., Yu, Y.Q., Zhang, G.C. ve Yang, Q.R. (2013). Effects of Vacuum Pre-cooling on Quality of Mushroom after Cooling and Storage. *Adv. Mater. Res.*, 699 189-193.
- Henze, J. (1989). Storage and Transport of *Pleurotus* Mushrooms in Atmospheres with High CO<sub>2</sub> Concentrations. *Acta Horti.*, 258 579-584.
- Hu, Y.H., Chen, C.M., Xu, L., Cui, Y., Yu, X.Y., Gao, H.J., Wang, Q., Liu, K., Shi, Y. ve Chen, Q.X. (2015). Postharvest Application of 4-methoxy Cinnamic Acid for Extending the Shelf Life of Mushroom (*Agaricus bisporus*). *Postharvest Biol. Technol.*, 104 33-41.
- Jafri, M., Jha, A., Bunkar, D.S. ve Ram, R.C. (2013). Quality Retention of Oyster Mushrooms (*Pleurotus florida*) by a Combination of Chemical Treatments and Modified Atmosphere Packaging. *Postharvest Biol. Technol.*, 76 112-118.
- Jiang, T., Luo, S., Chen, Q., Shen, L. ve Ying, T. (2010). Effect of Integrated Application of Gamma Irradiation and Modified Atmosphere Packaging on Physicochemical and Microbiological Properties of Shiitake Mushroom (*Lentinus edodes*). *Food Chem.*, 122 761-767.
- Jiang, T., Feng, L. ve Zheng, X. (2011). Effect of Chitosan Coating Enriched with Thyme Oil on Postharvest Quality and Shelf Life of Shiitake Mushroom (*Lentinus edodes*). *J. Agric. Food Chem.*, 60 188-196.
- Jiang, T. (2012). Effect of Natamycin in Combination with Pure Oxygen Treatment on Postharvest Quality and Selected Enzyme Activities of Button Mushroom (*Agaricus bisporus*). *J. Agric. Food Chem.*, 60 2562-2568.
- Jiang, T., Feng, L. ve Li, J. (2012). Changes in Microbial and Postharvest Quality of Shiitake Mushroom (*Lentinus edodes*) Treated with Chitosan–glucose Complex Coating under Cold Storage. *Food Chem.*, 131 780-786.
- Jiang, T. (2013). Effect of Alginate Coating on Physicochemical and Sensory Qualities of Button Mushrooms (*Agaricus bisporus*) under a High Oxygen Modified Atmosphere. *Postharvest Biol. Technol.*, 76 91-97.
- Jiang, T., Feng, L. ve Wang, Y. (2013). Effect of Alginate/nano-Ag Coating on Microbial and Physicochemical Characteristics of Shiitake Mushroom (*Lentinus edodes*) during Cold Storage. *Food Chem.*, 141 954-960.
- Kamat, A. S., Ghadge, N., Ramamurthy, M. S. ve Alur, M.D. (2005). Effect of Low-dose Irradiation on Shelf Life and Microbiological Safety of Sliced Carrot. *J. Sci. Food Agric.*, 85 2213-2219.
- Khan, Z.U., Aisikaer, G., Khan, R.U., Bu, J., Jiang, Z., Ni, Z. ve Ying, T. (2014). Effects of Composite Chemical Pretreatment on Maintaining Quality in Button Mushrooms (*Agaricus bisporus*) during Postharvest Storage. *Postharvest Biol. Technol.*, 95 36-41.
- Khan, Z.U., Bu, J., Khan, N.M., Khan, R.U., Jiang, Z., Mou, W., Luo, Z., Mao, L. ve Ying, T. (2015). Integrated Treatment of CaCl<sub>2</sub>, Citric Acid and Sorbitol Reduces Loss of Quality of Button Mushroom (*Agaricus bisporus*) during Postharvest Storage. *J. Food Process. Preser.*, 39 2008-2016.



## XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



- Kukura, J.L., Beelman, R.B., Peiffer, M. ve Walsh, R. (1998). Calcium Chloride Added to Irrigation Water of Mushrooms (*Agaricus bisporus*) Reduces Postharvest Browning. *J. Food Sci.*, 63 (3) 454-457.
- Kuyper, L., Weinert, I.A.G. ve McGill, A.E.J. (1993). The Effect of Modified Atmosphere Packaging and Addition of Calcium Hypochlorite on the Atmosphere Composition, Colour and Microbial Quality of Mushrooms. *Food Sci. Technol.*, 26 (1) 14-20.
- Lagnika, C., Zhang, M., ve Mothibe, K.J. (2013). Effects of Ultrasound and High Pressure Argon on Physico-chemical Properties of White Mushrooms (*Agaricus bisporus*) during Postharvest Storage. *Postharvest Biol. Technol.*, 82 87–94.
- Lescano, G. (1994). Extension of Mushroom (*Agaricus bisporus*) Shelf Life by Gamma Radiation. *Postharvest Biol. Technol.*, 4 (3) 255-260.
- Li, L., Sun, H., Kitazawa, H. ve Wang, X. (2017). Effects of a High O<sub>2</sub> Dynamic-controlled Atmosphere Technology on the Browning of Postharvest White Mushroom (*Agaricus bisporus*) in Relation to Energy Metabolism. *Food Sci. Technol. Int.*, 23 (5) 385-395.
- Liu, J., Meng, C., Wang, X., Chen, Y., Kan, J., ve Jin, C. (2016). Effect of Protocatechuic Acid-grafted-Chitosan Coating on the Postharvest Quality of *Pleurotus eryngii*. *J. Agric. Food Chem.*, 64 7225–7233.
- Liu, J., Liu, S., Zhang, X., Kan, J. ve Jin, C. (2019). Effect of Gallic Acid Grafted Chitosan Film Packaging on the Postharvest T Quality of White Button Mushroom (*Agaricus bisporus*). *Postharvest Biol. Technol.*, 147 39-47.
- Majeti, N. V. ve Ravi, K. (2000). A Review of Chitin and Chitosan Applications. *Reactive and Functional Polymers*, 46 1-27.
- Martine, B., Gaele, L.P. ve 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.
- McDonald, K. ve Sun, D.W. (2000). Vacuum Cooling Technology for the Food Industry: A Review. *J. Food Engineer.*, 45 55-65.
- Meng, D., Song, T., Shen, L., Zhang, X. ve Sheng, J. (2012). Postharvest Application of Methyl Jasmonate for Improving Quality Retention of *Agaricus bisporus* Fruit Bodies. *J. Agric. Food Chem.*, 60 6056-6062.
- Minamide, T., Nishikawa, T. ve Ogata, K. (1980). Influences of CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> on the Keeping Freshness of Shiitake (*Lentinus edodes* (Berk.) Sing.) After Harvest. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 27 505-510.
- Minato, K., Mizuno, M., Terai, H. ve Tsuchida, H. (1999). Autolysis of Lentinan an Antitumor Polysaccharide, during of *Lentinus edodes*, Shiitake Mushroom. *J. Agric. Food Chem.*, 47 (4) 1530-1532.
- Oms- Oliu, G., Aguiló-Aguayo, I., Martín-Belloso, O. ve Soliva-Fortuny, R. (2010). Effects of Pulsed Light Treatments on Quality and Antioxidant Properties of Fresh-cut Mushrooms (*Agaricus bisporus*). *Postharvest Biol. Technol.*, 56 216-222.
- Philippoussis, A., Diamantopoulou, P. ve Zervakis, G. (2001). Calcium Chloride Irrigation Influence on Yield, Calcium Content, Quality and Shelf-life of the White Mushroom *Agaricus bisporus*. *J. Sci. Food Agric.*, 81 1447-1454.
- Popa, M., Stanescu, M., Ilie, A., Dumitrescu, R. ve Vraci, I. (1999). Some Aspects Regarding Modified Atmosphere Packaging of Mushrooms. In: Ha`gg, M., Ahvenainen, R., Evers, A.M., Tiilikkala, K. (Eds.), *Agri-Food Quality. II. Quality Management of Fruits and Vegetables*, 4 177 -181.
- Rai, R.D. ve Arumuganathan, T. (2008). Post Harvest Technology of Mushrooms. Technical Bulletin, National Research Centre for Mushroom (Indian Council of Agricultural Research) Chambaghat, Solan-173 213 (HP).
- Riberio, C., Canada, J. ve Alvarenga, B. (2012). Prospects of UV Radiation for Application in Postharvest Technology. *Emirates J Food Agric.*, 24 (6) 586-597.
- Roberts, J.S., Teichert, A. ve McHugh, T.H. (2008). Vitamin D<sub>2</sub> Formation from Post-harvest UV-B Treatment of Mushrooms (*Agaricus bisporus*) and Retention during Storage. *J. Agric. Food Chem.*, 56 (12) 4541-4544.
- Roy, S., Anantheswaran, R.C. ve Beelman, R.B. (1995). Fresh Mushroom Quality as Affected by Modified Atmosphere Packing. *J. Food Sci.*, 60 (2) 334-340.
- Roy, M. K., Chatterjee, S. R. ve Bakukhandi, D. (2000). Gamma Radiation in Increasing Productivity of *Agaricus bisporus* and *Pleurotus sajor-caju* and Enhancing Storage Life of *P. sajor-caju*. *J. Food Sci. Technol.*, 37 83-86.
- Simon, A., Gonzalez-Fandos, E. ve Tobar, V. (2005). The Sensory and Microbiological Quality of Fresh Sliced Mushroom (*Agaricus bisporus* L.) Packaged in Modified Atmosphere. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 40 (9) 943-952.
- Simon, R.R., Borzelleca, J.F., DeLuca, H.F. ve Weaver, C.M. (2013). Safety Assessment of the Post-harvest Treatment of Button Mushrooms (*Agaricus bisporus*) using Ultraviolet Light. *Food Chemical Toxicol.*, 56 278-289.
- Sun, H., Wang, X. ve Li, L. (2018). Effects of a High-oxygen Dynamic Controlled Atmosphere on Cell Wall Metabolism and Lignification Process of *Agaricus bisporus*. *Shipin Kexue/Food Sci.*, 39 (11) 255-262.

## XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



- Tambunan, A.H., Sagara, Y., Seo, Y., Morishima, H. ve Kawagoe, Y. (1994). Developments in Food Engineering. Yano, T., Nakamura, R., (Eds) In: Measurement of Evaporative Coefficient of Water during Vacuum Cooling of Lettuce, London, 328-330.
- Tao, F., Zhang, M. ve Yu, H. (2007). Effect of Vacuum Cooling on Physiological Changes in the Antioxidant System of Mushroom under Different Storage Conditions. *J. Food Engineer.*, 79 1302-1309.
- Thompson, A.K., Prange, R.K., Bancroft, R. ve Puttongsiri, T. (2018). Controlled Atmosphere Storage of Fruit and Vegetables. 3<sup>rd</sup> Edition, Boston, MA: CABI, 445p.
- Tianjia, J., Ying, L.X., Hui, J.Z., MingLi, P. ve Tiejin, Y. (2010). Effect of UV-C Treatment on Post-harvest Storage Quality of Shiitake Mushrooms. *Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, 41 (2) 108-112.
- Tolera, K.D. ve Abera, S. (2017). Nutritional Quality of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) as Affected by Osmotic Pretreatments and Drying Methods. *Food Sci. Nutr.*, 5 989-996.
- Villaescusa, R. ve Gil, M.I. (2003). Quality Improvement of *Pleurotus* Mushrooms by Modified Atmosphere Packaging and Moisture Absorbers. *Postharvest Biol. Technol.*, 28 169-179.
- Wang, Z., Chen, L., Yang, H. ve Wang, A. (2015). Effect of Exogenous Glycine Betaine on Qualities of Button Mushrooms (*Agaricus bisporus*) during Postharvest Storage. *European Food Res. Technol.*, 240 41-48.
- Wang, X., Zhang, H., Li, L. ve Liu, Z. (2017). Influence of High Oxygen Atmosphere Follow-up Effect on Shelf-life of *Agaricus bisporus*. *Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, 7 39.
- Wani, A.M., Hussain, P.R., Meena, R.S., Dar, M.A. ve Mir, M.A. (2009). Effect of gamma irradiation and sulphitation treatments on keeping quality of white button mushroom *Agaricus bisporus* (J. Lge). *Int. J. Food Sci. Technol.*, 44 967-973.
- Xiong, Q., Xing, Z., Feng, Z., Tan, Q. ve Bian, Y. (2009). Effect of 60Co Gama-irradiation on Postharvest Quality and Selected Enzyme Activities of *Pleurotus nebrodensis*. *LWT-Food Sci. Technol.*, 42 157-161.
- Xu, Y., Tian, Y., Ma, R., Liu, Q. ve Zhang, J. (2016). Effect of Plasma Activated Water on the Postharvest Quality of Button Mushrooms, *Agaricus bisporus*. *Food Chem.*, 197 436-444.
- Yaqvob, M., Gholamali, P., Farhood, Z., Mahmood G. ve Vahid, S. (2013). Improvement of Shelf-life and Postharvest Quality of White Button Mushroom by 60Co Gama-ray Irradiation. *Plant Knowledge J.*, 2 (2) 1-7.
- Ye, J., Li, J., Han, X., Zhang, L., Jiang, T. ve Xia, M. (2012). Effects of Active Modified Atmosphere Packaging on Postharvest Quality of Shiitake Mushrooms (*Lentinula edodes*) Stored at Cold Storage. *J. Integr. Agric.*, 11 (3) 474-482.
- Zhang, K., Pu, Y.Y. ve Sun, D.W. (2018). Recent Advances in Quality Preservation of Postharvest Mushrooms (*Agaricus bisporus*): A Review. *Trends Food Sci. Technol.*, 78 72-82.