

Taze Meyve ve Sebzelerin Muhafazasında Modifiye Atmosfer Paketlemenin Doğal Bileşiklerle Birlikte Kullanımı

Ayşe Tülin Öz^M, Özge Süfer

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Karacaoğlan Yerleşkesi, Osmaniye

Geliş Tarihi (Received): 30.05.2013, Kabul Tarihi (Accepted): 21.06.2013

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): aysetulinoz@osmaniye.edu.tr (A.T. Öz)

☎ 0 328 827 10 00 / 3603 📠 0 328 825 00 97

ÖZET

Taze meyve ve sebze ürünlerinde meydana gelen ve daha çok depolama sırasında oluşan ve depolama sonrasında daha da şiddetlenen ürün kayıplarının önlenmesinde sentetik kimyasallar yoğun olarak kullanılmaktadır. Sentetik kimyasalların sağlık açısından zararlı olması, araştırmacıları alternatif doğal uygulamalara yöneltmektedir. Son zamanlarda bahçe ürünlerinde depolama öncesi yapılan doğal antimikrobiyal bileşik uygulaması ile bu sorunların en aza indirilebilmesi sağlanmaktadır. Alternatif uygulamalardan biri olan modifiye atmosferde paketleme (MAP), ürüne değer katması ve tüketicinin gıdaya olan güvenini artırmasının yanı sıra, gıdanın kalitesini ve tazeliğini koruyarak, raf ömrünü arttırmaktadır. Uzun mesafelere nakliyye imkan tanıyarak, dağıtım masraflarını azaltmaktadır. Kapatılmış ambalajlar ürünün kontaminasyonunu engellemede bariyer görevini üstlenmektedir. Bu çalışmanın amacı, meyve ve sebzelerde MAP'ın doğal bileşiklerle birlikte kullanımını incelemek ve bu teknolojinin meyve ve sebzelerin kalitesi ve bozulma süreçleri üzerindeki etkisini değerlendirmektir.

Anahtar Kelimeler: Modifiye atmosfer, Doğal bileşikler, Taze meyve ve sebze

Combined Use of Modified Atmosphere Packaging of Fresh Fruit and Vegetables with Natural Compounds

ABSTRACT

Synthetic chemicals are heavily used for preventing product losses which occur in fruit and vegetables during storage and intensify significantly after storage. Because of unhealthy effects of chemicals, the researchers look for alternative natural applications for food preservation purposes. Recently, these problems have been provided reducing to minimum level with natural antimicrobial compound application in garden crops before harvest. One of the alternative applications, modified atmosphere packaging (MAP) prolongs the shelf life of food while preserving quality and freshness, in addition to the increase in product value and the consumer reliance for food products. MAP reduces delivery costs, enabling long distance transport. Closed packages take on barrier task for preventing contamination of product. The aim of this study is to review the combined using of MAP with natural compounds in fruit and vegetables and to evaluate the effects of this technology on product quality and deterioration period.

Key words: Modified atmosphere, Natural compounds, Fresh fruit and vegetables

GİRİŞ

Modifiye atmosferde paketleme (MAP) kavramı, gıda ambalajlama pazarında hızla gelişmektedir. Hasattan

sonra sebze ve meyvelerin gelişimi sonlanırken, bozulmaya neden olan biyolojik prosesler hızlanır. Bu durum, besin değerini, aromayı, dokuyu ve görünüşü etkiler. Kötü iklim koşullarında bozulma daha hızlı

gerçekleşir. MAP, ürünü değiştirmeden çevresel koşulları ayarlayarak, süregelen yaşamsal prosesleri yavaşlatır, bozulmanın etkili olarak görüldüğü süre zarfında, bu durumu olabildiğince uzun devam ettirir [1].

Meyve ve sebzeler diğer gıdalardan farklıdır, çünkü paketlenedikleri zaman oksijen tüketerek, karbondioksit üretirler [2]. Bu nedenle, MAP ya pasif olarak gıda tarafından (pasif MAP), ya da paket içerisindeki gaz atmosferi değiştirilerek (aktif MAP) oluşturulabilir. Pasif modifiye atmosferde paketlenen, solunum yapan ürün polimerik bir pakete konur ve hermetik olarak ambalajlanır. Yanlızca ürünün yaptığı solunum ve filmin gaz geçirgenliği, ürünü çevreleyen atmosferin gaz bileşiminin değişmesi üzerinde etkili olur. Eğer ürünün solunum karakteristikleri filmin geçirgenlik değerleri ile birebir uyum gösterirse, paket içerisinde faydalı bir pasif modifiye atmosfer ortamı yaratılmış olur. Aktif MAP uygulamasında, ambalaj kapatılmadan önce ürünü çevreleyen atmosferdeki gazların değiştirilmesi ve/veya uzaklaştırılması sağlanır. MAP'da depolama boyunca paket içerisindeki gaz oranları değişebilir, ancak ambalaj kapatıldıktan sonra ek olarak herhangi bir gaz ayarlaması yapılmaz [3]. Takip eden kısımlarda MAP terimi eğer aksi belirtilmemişse, aktif MAP uygulamasını temsil etmek için kullanılacaktır.

Azot, oksijen ve karbondioksit, su buharı ile birlikte MAP'da kullanılan üç temel gazdır. Her gazın rolü ve önemi kendi özellikleri ile ilişkilidir [4]. Gıda bozulmaları açısından azot, hiç antimikrobiyal aktiviteye sahip olmayan, inert ve tatsız bir gazdır. Suda çözünmez ve birincil olarak oksijenin yerine kullanılır ve paket göçmelerini engeller. Oksijen anaerobik mikroorganizmaların gelişimini inhibe eder, ancak aerobik olanların gelişimini destekler. Bunlara ek olarak oksijen, gıdalarda istenmeyen pek çok reaksiyondan sorumludur. Bitkisel ve hayvansal yağların acılaştırılması ve oksidasyonu, hızlı olgunlaşma, sebze ve meyvelerin aşırı olgunlaşması, fırın ürünlerinin bayatlaması ve renk değişimleri bunlara örnek verilebilir. Gıda kalitesi üzerindeki negatif etkilerinden dolayı, genel olarak pek çok ürünün MAP uygulamalarında bu gazın kullanılmasından kaçınılır. Buna rağmen, düşük miktarlarda bulunması gerekli olabilir, örneğin; yüzeyi küf ile olgunlaştırılan peynirler. Karbondioksit ise hem suda hem de yağda çözünebilir. Bakteriyostatik etkiye sahiptir ve pek çok ürünün solunumunu yavaşlatır. Bu üç gazın tümünün kullanımı yaygın, güvenli ve ekonomiktir ve kimyasal katkı olarak değerlendirilmez. Buna rağmen, her gazın her gıda ürünü için optimum seviyesi tanımlanmış olmalı ve etkinliğini optimize etmek için kullanılmalıdır [5].

MAP'ın kullanımı, pek çok avantaj ve dezavantajı beraberinde getirmektedir [6, 7]. "Tehlikeli" kimyasalların eklenmediği "taze" ve "doğal" ürünlere artan taleple birlikte, MAP pek çok gıda için ideal bir koruma yöntemi olarak görülmektedir, çünkü ürünün raf ömrü tazelik özelliklerini etkilemeden önemli oranda arttırabilir. Diğer bir taraftan MAP, her ürün çeşidi için farklı gaz formülasyonlarını, daha özelleşmiş ve pahalı ekipmanları gerektirmektedir. Paketleme materyali, makine ve gazlar için maliyete ihtiyaç duymaktadır.

MAP'ın bir diğer dezavantajı ise, depolamayı sınırlamasıdır; arttırılmış paket hacmi taşıma maliyetlerini arttırarak perakende alanı etkiler (örneğin paketler birbiri üzerine istif yapılamaz). MAP ayrıca ürünün güvenliğini güvence altına almak için, sıcaklık kontrolüne de ihtiyaç duymaktadır [5].

TEMEL DOĞAL ANTİMİKROBİYAL BİLEŞİK GRUPLARI

Sağlığa yararlı, kimyasal koruyucu içermeyen ürünlere olan talep dünya çapında gün geçtikçe artmaktadır. Bu eğilim, doğal bileşenlere olan ilgiyi olumlu etkilemektedir [8].

Doğal bileşenlerin en büyük gruplarından birisini esansiyel yağlar oluşturmaktadır. Esansiyel yağlar, çeşitli türdeki gıdaların raf ömrünü, mikrobiyolojik gelişme hızlarını düşürerek arttırmaktadır [9,10]. Esansiyel yağlar, yenilebilir ve tıbbi bitkilerde bulunmaktadır. Esansiyel yağlar ve bileşenleri gıdalarda genellikle aroma verici maddeler olarak kullanılırlar ve geniş spektrumlu antimikrobiyal etkileri olduğu bilinmektedir [10, 11, 12, 13]. Kompozisyonları ve yapıları, yağların fonksiyonel gruplarında olduğu gibi antimikrobiyal aktiviteyi belirlemede önem taşır. Fenolik grup içeren bileşiklerin en etkili olanlar oldukları bilinmektedir [10, 14, 15]. Bunların arasında; karanfil, kekik, biberiye, dağ kekiği, adaçayı ve vanilya bitkilerinin yağları örnek olarak gösterilebilir [10, 16].

Antimikrobiyal aktiviteye sahip olan bileşiklerin bir diğer grubunu ise enzimler oluşturmaktadır. Özellikle tükürük, gözyaşı ve süt gibi pek çok biyolojik sıvıda ve çeşitli bitkisel dokularda bulunabilen lizozim, anahtar bir enzimdir. Bu enzimin gram pozitif bakteriler üzerinde öldürücü etkisi olduğu [17], ancak gram negatif bakterilerin dış membranlarında lipopolisakarit tabakası bulunmasından ötürü, bu tür bakteriler üzerinde etkili olamayabildiği bilinmektedir. Lizozim enziminin bazı şelat oluşturuca ajanların varlığında etkisi artabilmektedir. Bu ajanlar, lipopolisakarit tabakanın stabilitesini bozarak, hücrenin hassaslığını arttırır ve böylece lizozim, lipopolisakarit tabakanın içerisine penetre olarak hücre lisisine sebep olur [18].

Bir diğer grup ise bakteriyosinler olarak bilinmektedir. 1969 yılında nisin, Dünya Sağlık Örgütü ve Amerikan Gıda ve İlaç Birliği tarafından gıda katkı maddesi olarak kabul edilmiştir. Nisin öncelikle, bakterilerin hücre duvarlarının oluşumunda üretilen ilk molekülün biri olan Lipid II ile kompleks oluşturur. Daha sonra oluşan bu kompleks, sitoplazmik membrana yapışarak delikler oluşmasına ve de gerekli hücre bileşenlerinin dışarı akışına sebep olarak, hücrelerin inhibisyonuna veya ölümüne yol açar. Gram negatif bakteriler nisine dayanıklıdır, çünkü hücre duvarları gram pozitif bakterilere oranla daha az geçirgendir. Yapılacak olan çeşitli uygulamalar ile Gram negatif bakteriler nisine karşı dayanıksız hale getirilebilir. Bu uygulamalar arasında şelat oluşturma ajanları ile muamele, ozmotik şok ve dondurma sayılabilir [19].

Gıda katkı maddesi olarak kullanılan doğal bileşiklerin bir diğer grubunu organik asitler oluşturmakla birlikte, bunların hepsi antimikrobiyal aktiviteye sahip değildir. Bu grupta en etkili antimikrobiyaller; asetik asit, laktik asit, propiyonik asit, sorbik asit ve benzoik asittir. Organik asitlerin aktiviteleri, pH'ya ve asitin dissosiyasyon olmamış (ayrışmamış) formuna bağlıdır. Organik asitlerin kullanımı, pH'sı 5.5'in altında olan gıdalarda genellikle sınırlıdır [20]. Potansiyel aktiviteyi etkileyen bir diğer faktör ise polaritedir. Bu durum hem molekülün iyonizasyonu ile hem de esas hidrofobik molekülün veya herhangi bir alkil grubun katkısı ile ilişkilidir. Antimikrobiyallerin bağlanabilmeleri için lipofilik olmaları, hücre duvarından geçebilmeleri ve de ayrıca su içerisinde çözünebilmeleri gereklidir [21].

Kitosan da ilginç bir antimikrobiyal bileşiktir. Kitinin deasetilasyonu ile türetilen, modifiye edilmiş, doğal bir karbonhidrat polimeridir [poli-β-(1→4)-N-asetil-D-glukozamin] [22]. Kitosan günümüzde bol miktarda, ticari olarak yengeç ve karides kabuğundan farklı asetilasyon derecelerinde ve farklı molekül ağırlıklarında ve bu sebeple farklı fonksiyonel özelliklerde (emülsiyon yeteneği, jelleşme gibi) üretilmektedir. Kitosan ayrıca yenilebilir film ve kaplama uygulamalarında da kullanılmakta ve böylelikle solunum kayıplarını azaltarak, dayanıksız gıdaların raf ömürlerini arttırmaktadır [23].

MAP İLE KOMBİNE EDİLMİŞ DOĞAL BİLEŞİKLER

Modifiye atmosferde paketlenme (MAP), gıda ürünlerinin düşük sıcaklıkta korunmasını tamamlayıcı olarak kullanılır. MAP'ın ticari uygulamalarındaki en önemli problem her ürün için etkisinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. MAP, fizikokimyasal parametrelerde değişime ve patojenik mikroorganizmalarının gelişimine neden olabilmektedir. MAP yalnız başına gıdaların güvenliğini ve kalitesini korumakta etkili değildir. Bu nedenle, MAP'ı diğer koruma yöntemleri ile kombine etmek gereklidir. Bunlardan biri doğal antimikrobiyal bileşiklerin MAP ile birlikte kullanılmasıdır. Antimikrobiyal bileşikler, ya ambalajlama materyaline dahil edilebilir, ya ambalaj filminin yüzeyine kaplanabilir ya da depolama süresince gaz salınımı yapabilmek için küçük keseler halinde paket içerisine konulabilir (aktif ambalajlama). Doğal bileşikler transfer edebilmenin diğer yolları ise; bileşiği yenilebilir bir kaplamaya dahil etmek, gıdayı bileşiğe daldırmak veya bileşiği gıdaya püskürtmek ya da aktif bileşikler doğrudan gıda işleme prosesine eklemek olabilir [24, 25].

MAP İLE KOMBİNE EDİLMİŞ DOĞAL BİLEŞİKLERİN MEYVE ve SEBZELERDE KULLANIMI

Pasif MAP'ın meyve ve sebzelerde kullanımı kalite bakımından etkili görülmektedir, ancak paket içerisindeki karbondioksit konsantrasyonu fungusit ya da bakterisit olarak rol oynamada yeterli kadar yüksek olmayabilmektedir. Bu bağlamda, sentetik kimyasalların kullanımı hakkında tüketicilerin olumsuz bakış açıları da

dikkate alındığında, doğal bileşiklerin kullanımı uygun olmaktadır.

Aktif bileşenleri pasif MAP uygulaması ile bütünleştirme çalışmaları ilk olarak kiraz meyveleri ile "Crimson", "Autumn Royal" ve "Aledo" tipi sofralık üzümler üzerinde yapılmıştır [26, 27]. Bu çalışmalarda, saf esansiyel yağların (eugenol, thymol, menthol ve eucalyptol) pasif MAP ile kombine kullanımının ürünün toplam kalitesini geliştirme olasılığı incelenmiştir. Esansiyel yağlar, meyve ile direkt teması önlemek adına keseler içerisinde steril bezlerde muhafaza edilmiş, buharlaşmayı minimize etmek için ise keseler hemen kapatılmıştır. Sofralık üzüm ve kirazlardaki kalite kayıplarının en önemli sorumusu ağırlık kaybıdır ve bu durum meyvelerin mantarımı çürüklere karşı hassasiyetini arttırmaktadır. Ayrıca, tüketicilerin meyve ve sapsarını kabul edebilirliğini etkileyen en önemli faktörün renk olduğu bilinmektedir. Meyve kalite parametreleri tanımlandığı zaman, eugenol, thymol veya menthol ile muamele edilmiş olanlar, ağırlık kaybı, renk değişiklikleri ve sıklık açısından kontrol örnekleri ile karşılaştırılmıştır. Muamele edilmiş örneklerde sapsar yeşil kalırken, kontrol örneklerinde kahverengi olmuştur. Buna rağmen eucalyptol ile paketlenmiş örnekler; dallarının kahverengileşmesi, aroma ve kalite kaybı bakımından kontrol örneklerinden daha kötü bir davranış sergilemişlerdir. Bu durumun nedeni, kontrol ve muamele edilmiş örneklerin hepsindeki gaz kompozisyonu benzer olmasına rağmen (Kiraz için 11-12 kPa O₂ ve 2-3 kPa CO₂, sofralık üzümler için ise 10-14 kPa O₂ ve 1.3-2.0 kPa CO₂) esansiyel yağların varlığı ile ilişkilendirilebilir. Bu durumda doğal bileşiklerin rolüne ilişkin bir bulgu bulunmamakla birlikte, esansiyel yağların iyi bilinen antioksidan aktivitesinin, dehidrasyonu, klorofil bozunmasını ve dalların kahverengileşmesi ile meyvelerin buruşmasını engelleyebileceği bildirilmiştir [28]. Esansiyel yağların antioksidan aktiviteleri birçok farklı mekanizma ile ilişkilidir. Örneğin; serbest radikallerin uzaklaştırılması, hidrojen donörülüğü, superoksit ve hidroksil gibi radikaller için substrat olarak davranma gibi. Esansiyel yağların fenolik içeriği ve antioksidan kapasitesi arasında direkt bir bağ bulunmaktadır [29-33]. Son olarak, MAP koşulları altında meyvelerin depolanması sırasında mikrobiyolojik bozulma arttığından dolayı, esansiyel yağlar önemli antimikrobiyal etki göstermişlerdir. Özellikle thymol, eugenol ve menthol mezofilik aerobiklerin, mayaların ve küflerin sayısını azaltmıştır.

Raybaudi-Massilia ve ark. [34], malik asit ve tarçın, palmarosa ve limonotunun esansiyel yağları ile (%0.3-0.7) bunların aktif bileşiklerinin (eugenol, geraniol ve sitral-%0.5) pasif MAP uygulamasıyla kombinasyonunun kesilmiş taze "Piel de Sapo" (*Cucumis melo* L.) kavunu üzerindeki mikrobiyolojik ve fizikokimyasal etkisiyle, kavunun raf ömrü üzerine olan etkisini araştırmışlardır. Aktif bileşikler aljinat temelli yenilebilir bir filme ilave edilmiştir. Kavun dilimleri kaplama uygulamasından önce *Salmonella enteritidis* (108 cfu/mL) ile inoküle edilmiştir. Pasif MAP ile malik asitin kombine etkisi, kaplanmamış taze kavun dilimlerine kıyasla, kaplanmış taze kavun dilimlerinin mikrobiyolojik (9.6 güne kadar) ve fizikokimyasal (>14 gün) açıdan raf ömrünü

arttırmada etkili olmuştur (mikrobiyolojik raf ömrü normalde 3.6 güne kadar, fizikokimyasal raf ömrü de normalde 14 günden az olarak kabul edilmektedir). Ayrıca, esansiyel yağların ya da onların aktif bileşiklerinin yenilebilir filmlere eklenmesi, mikrobiyolojik raf ömrünü 21 günden fazla uzatmıştır. İnoküle edilmiş ve kaplanmış taze kavun dilimlerinde *S. enteritidis* popülasyonunda önemli düşüşler gözlenmiştir. Özellikle pasif MAP uygulaması ile kombine edilmiş, %0.3 oranında palmarasa yağı ilave edilmiş kaplama, taze kesilmiş kavun dilimleri için umut verici bir alternatif koruma yöntemi olarak görülmektedir, çünkü meyve kalitesini koruduğu, doğal floranın gelişimini engellediği ve *S. enteritidis* popülasyonunu azalttığı için panelistler tarafından kabul edilebilirliği yüksek olmuştur.

Yenilebilir kaplamaya immobilize edilmiş kitosanın (5 mL L⁻¹) iki farklı pasif MAP koşulu altında (10 kPa O₂+10 kPa CO₂ ve 2 kPa O₂+15-25 kPa CO₂) havuç dilimlerinin mikrobiyolojik raf ömrüne olan etkisini Simoes ve ark. araştırmışlardır [35]. İki MAP koşulu, iki farklı film gözenekliliği sonucu elde edilmiştir. Kitosan içeren yenilebilir kaplamanın kullanımı genel görünüş kalitesini korumuş ve depolama sırasında yüzeyde oluşan beyazlığı azaltmıştır. Mikrobiyal popülasyonlar oldukça düşük bulunmuş ve aktif bileşiklerden ya da pasif MAP'dan etkilenmemiştir. Buna karşın kontrol örnekleri düşük O₂ ve yüksek CO₂ seviyeleri altında tutulurken, azaltılmış O₂ ve CO₂ seviyeleri altında depolanan havuç dilimlerinin toplam fenolik madde içeriğinin önemli oranda arttığı tespit edilmiştir. Kitosan içeren yenilebilir kaplama ile azaltılmış O₂ ve CO₂ seviyelerinin kombine uygulaması havuç dilimlerinde kaliteyi korumakta ve fenol içeriğini arttırmaktadır.

Amanatidou ve ark. [36] kalsiyum klorid ve alternatif dezenfektanlara daldırmanın (sitrik asit ve H₂O₂), MAP (%50 O₂ ve %30 CO₂) ve pasif MAP ile kombinasyonunun minimum miktarda işlenmiş havuç dilimlerinin toplam kalitesi üzerine olan etkisini incelemişlerdir. MAP ve antimikrobiyal bileşiklerin kombinasyonun, pasif MAP'da depolamaya oranla havuç dilimlerinin raf ömrünü 2-3 gün arttırdığı görülmüştür. Özellikle sitrik asite daldırılan (%0.1) ve paketlenmeden hemen önce kalsiyum klorit ile ön muamele edilen havuçların raf ömrü 5-7 gün artmıştır. Minimum işlenmiş havuç örneklerinin doğal mikroflorasında en az 2 log CFU g⁻¹ azalma bildirilmiştir.

Sitrik asit (%1) ve kalsiyum klorite (%10) hem daldırmanın hem de aktif sodyum alginat ile kaplamanın pasif MAP uygulaması ile kullanımı, minimum işlenmiş "Lampascioni" (*Muscari comosum*) ve taze kesilmiş "Madrigal" enginarlarının mikrobiyolojik ve fizikokimyasal raf ömrünü uzatmak için çalışılmıştır. Pasif MAP'ın aktif kaplama ile kombinasyonu, mikrobiyal üremenin yanı sıra, esmerleşme prosesi ile solunum aktivitesini de geciktirmiştir, dolayısıyla taze kesilmiş enginarların raf ömrü 1 günden 3 güne çıkarken, lampascioninin raf ömrü ise 6 günden 13 güne çıkmıştır [37, 38].

Campaniello ve ark. [39], pasif ve aktif MAP ile düşük (%80 O₂ ve %20 CO₂) ve yüksek (%65 N₂, %30 CO₂ ve %5 O₂) oksijen seviyelerinde paketlenmiş ve %1'lik

kitosan çözeltisi ile muamele edilmiş dilimlenmiş çileklerin mikrobiyolojik ve fizikokimyasal raf ömürlerinin uzama olasılığını incelemişlerdir. Kitosan kaplama mikroorganizmaların gelişimini inhibe etmiş ve ürünlerin mikrobiyolojik stabiliteilerini MAP'dan daha fazla ve pozitif olarak etkilemiştir. Bunların yanı sıra, kitosan kaplamayla birlikte yüksek miktarda oksijenin varlığını rengi olumlu yönde etkilediği görülmüştür.

Jiang [40], mantarlar ile yaptığı çalışmasında, %1, %2 ve %3 konsantrasyonlarında alginat içeren çözeltilere 2 dakika süre ile daldırdığı mantarları, ağızları açık olmak koşuluyla kavanozlara koymuş ve de 16 güne kadar 4°C'de sürekli olarak %100 O₂ (yüksek oksijen modifiye atmosfer) ile havalandırmıştır. %2'lik alginat + %100 O₂ uygulamasına tabi tutulmuş örneklerin en yüksek sıklığa sahip oldukları, esmerleşme reaksiyonlarının en fazla bu uygulamaya tabi tutulmuş örneklerde geciktiği ve yine bu uygulamanın polifenol oksidaz ile peroksidaz enzimlerinin etkisini depolama boyunca inhibe ettikleri, dolayısıyla mantarların hasat sonrası raf ömrünü 16 güne kadar uzattıkları bildirilmiştir.

SONUÇ

Taze meyve ve sebzelerde, esansiyel yağlar, organik asitler ve kitosan gibi aktif bileşiklerin MAP ile kombinasyon şeklinde kullanılması, mikrobiyal üremenin durması ile birlikte organoleptik ve fonksiyonel özellikler bakımından ürünün toplam kalitesinin gelişmesini sağlar. Ayrıca meyve sebzelerin düşük pH'ya ve düşük yağ içeriğine sahip olması, esansiyel yağların bu amaçla başarılı olarak kullanılmasını sağlamaktadır. MAP ve aktif paketlenmenin entegre edildiği daha fazla çalışmanın yapılması, bu teknolojinin ticari anlamda başarısı için gereklidir. İleriki araştırmalar, geniş bir spektrumda aktiviteye ve düşük toksisiteye sahip olan yeni antimikrobiyallerin kullanımı üzerine odaklanmalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] Ooraikul, B., Stiles, M.E., 1991. Modified Atmosphere Packaging of Food. Ellis Horwood, England.
- [2] Jayas, D.S., Jeyamkondan, S., 2002. Modified atmosphere storage of grains, meats, fruits and vegetables. *Biosyst Eng.* 82 (3): 235–251.
- [3] McMillin, K.W., Huang, N.Y., Ho, C.P., Smith, B.S., 1999. Quality Attributes in Muscle Foods, Edited by Xiong, Y.L., Shahidi, F., Ho, C.T., ACS Symposium Series, Plenum Publishing Corporation, New York.
- [4] Mullan, M., McDowell, D., 2003. Food packaging technology, Edited by Coles, R., McDowell, D., Kirwan, M.J., Blackwell, Oxford, UK.
- [5] Rodriguez-Aguilera, R., Oliveira, J.C., 2009. Review of design engineering methods and applications of active and modified atmosphere packaging systems. *Food Eng. Rev.* 1:66–83.
- [6] Floros, J.D., Matsos, K.I., 2005. Innovations in Food Packaging, Edited by Han, J.H., Elsevier, Oxford, UK.

- [7] Ohlsson, T., Bengtsson, N., 2002. Minimal Processing Technologies in the Food Industry. Woodhead Publishing Ltd, Cambridge.
- [8] Burt, S., 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *Int. J. Food Microbiol.* 94: 223–253.
- [9] Beuchat, L.R., Golden, D.A., 1989. Antimicrobials occurring naturally in foods. *Food Technol.* 43(1):134–142.
- [10] Öz A.T., Süfer Ö., 2012. Meyve ve Sebzelerde Hasat Sonrası Kalite Üzerine Yenilebilir Film ve Kaplamaların Etkisi. *Akademik Gıda*, 10(1): 85-91.
- [11] Alzoreky, N.S., Nakahara, K., 2002. Antimicrobial activity of extracts from some edible plants commonly consumed in Asia. *Int. J. Food Microbiol.* 80: 223–230.
- [12] Kim, J., Marshall, M.R., Wei, C., 1995. Antimicrobial activity of some essential oil components against five food borne pathogens. *J. Agric. Food Chem.* 43: 2839–2845.
- [13] Packiyasothy, E.V., Kyle, S., 2002. Antimicrobial properties of some herb essential oils. *Food Aust.* 54(9): 384–387.
- [14] Deans, S.G., Noble, R.C., Hiltunen, R., Wuryani, W., Penzes, L.G., 1995. Antimicrobial and antioxidant properties of *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry: impact upon bacteria, fungi and fatty acid levels in ageing mice. *Flav. Frag. J.* 10: 323–328.
- [15] Dorman, H.J.D., Deans, S.G., 2000. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *J. Appl. Microbiol.* 88: 308–316.
- [16] Süfer Ö., Öz A.T., 2012. Taze Meyve ve Sebzelerde Modifiye Atmosfer Paketlemenin ve Doğal Bileşiklerin Birlikte Kullanımı. *Türkiye 11. Gıda Kongresi*, 10-12 Ekim 2012, Hatay, Türkiye, Bildiri Kitabı, 36.
- [17] Boland, J.S., Davidson, P.M., Weiss, J., 2003. Enhanced inhibition of *Escherichia coli* O157:H7 by lysozyme and chelators. *J. Food. Prot.* 66:1783–1789.
- [18] Stevens, K.A., Sheldon, B.W., Klapes, N.A., Klaenhammer, T.R., 1991. Nisin treatment for inactivation of *Salmonella* species and other Gram negative bacteria. *Appl. Environ. Microb.* 57: 3613–3615.
- [19] Delves-Broughton, J., 2005. Nisin as a food preservative. *Food Aust.* 57(12): 525–552.
- [20] Doores, S., 1993. Antimicrobials in Foods, Edited by Davidson, P.M., Branen, A.L., 2nd edn. Marcel Dekker, New York.
- [21] Davidson, P.M., 1997. Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers, Edited by Doyle, M.P., Beuchat, L.R., Montville, T.J., Am Soc Microbiol, Washington.
- [22] No, H.K., Meyers, S.P., 1995. Preparation and characterization of chitin and chitosan—a review. *J. Aquat. Food Prot. Technol.* 4: 27–52.
- [23] No, H.K., Meyers, S.P., Prinyawiwatkul, W., Xu, Z., 2007. Application of chitosan for improvement of quality and shelf life of foods—a review. *J. Food Sci.* 72: 87–100.
- [24] Mastromatteo, M., Conte, A., Del Nobile, M.A., 2010. Combined used of modified atmosphere packaging and natural compounds for food preservation. *Food Engineering Rev.* 2: 28-38.
- [25] Collins-Thompson, D., Hwang, C.A., 2000. Encyclopedia of Food Microbiology, Edited by Robinson, R.K., Batt, C.A., Patel, P.D., Academic press, London.
- [26] Guille`n, F., Zapata, P.J., Marti`nez-Romero, D., Castillo, S., Serrano, M., Valero, D., 2007. Improvement of the overall quality of table grapes stored under modified atmosphere packaging in combination with natural antimicrobial compounds. *J. Food Sci.* 72: 185–190.
- [27] Serrano, M., Marti`nez-Romero, D., Castillo, S., Guille`n, F., Valero, D., 2005. The use of antifungal compounds improves the beneficial effect of MAP in sweet cherry storage. *Innovat. Food Sci. Emerg. Tech.* 6:115–123.
- [28] Drake, S.R., Kupferman, E.M., Fellman, J.K., 1988. Sweet Cherry (*Prunus avium* L.) quality as influenced by wax coatings and storage temperature. *Journal of Food Science* 53(1): 124-126.
- [29] Al-Mamary, M., Al-Meeri, A., Al-Habori, M., 2002. Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey. *Nutr. Res.* 22:1041–1047.
- [30] Cowan, M.M., 1999. Plant products as antimicrobial agents. *Clin. Microbiol. Rev.* 12: 564–582.
- [31] Robards, K., Prenzler, P.D., Tucker, G., Swatsitang, P., Glover, W., 1999. Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. *Food Chem.* 66: 401–436.
- [32] Vaya, R., Belinky, P.A., Aviram, M., 1997. Antioxidant constituents from licorice roots: isolation, structure elucidation and antioxidative capacity toward LDL oxidation. *Free Radic. Biol. Med.* 23: 302–305.
- [33] Wollgast, J., Anklam, E.E., 2000. Review on polyphenols in theobroma cacao: changes in composition during the manufacture of chocolate and methodology for identification and quantification. *Food Res. Int.* 33: 423–447.
- [34] Raybaudi-Massilia, R.M., Mosqueda-Melgar, J., Marti`n-Belloso, O., 2008. Edible alginate-based coating as carrier of antimicrobials to improve shelf-life and safety of fresh-cut melon. *Int. J. Food Microbiol.* 121: 313–327.
- [35] Simoes, A.D.N., Tudela, J.A., Allende, A., Puschmann, R., Gil, M.I., 2009. Edible coatings containing chitosan and moderate modified atmospheres maintain quality and enhance phytochemicals of carrot sticks. *Postharvest Biol. Tec.* 51: 364–370.
- [36] Amanatidou, A., Slump, R.A., Gorris, L.G.M., Smid, E.J., 2000. High oxygen and high carbon dioxide modified atmospheres for shelf life extension of minimally processed carrots. *J. Food Sci.* 65(1): 61–66.
- [37] Conte, A., Scrocco, C., Brescia, I., Del Nobile, M.A., 2009. Packaging strategies to prolong the shelf life of minimally processed lampascioni (*Muscari comosum*). *J. Food Eng.* 90:199–206.
- [38] Del Nobile, M.A., Conte, A., Scrocco, C., Laverse, J., Brescia, I., Conversa, G., Elia, A., 2009. New packaging strategies to preserve fresh-cut artichoke

- quality during refrigerated storage. *Innovat. Food Sci. Emerg. Tech.* 10:128–133.
- [39] Campaniello, D., Bevilacqua, A., Sinigaglia, M., Corbo, M.R., 2008. Chitosan: antimicrobial activity and potential applications for preserving minimally processed strawberries. *Food Microbiol.* 25:992–1000.
- [40] Jiang, T., 2013. Effect of alginate coating on physicochemical and sensory qualities of button mushrooms (*Agaricus bisporus*) under a high oxygen modified atmosphere. *Postharvest Biology and Technology* 76: 91-97.
-