

YENİLEBİLİR MISIR ZEİNİ FİLMİ KAPLAMANIN ORTA NEMLİ DOMATES KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Taner Baysal, Seda Ersus*, Elif Apaydın

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bornova İzmir

Geliş tarihi / Received: 18.06.2008

Düzeltilerek geliş tarihi / Received in revised form: 06.03.2009

Kabul tarihi / Accepted: 09.03.2009

Özet

Kurutulmuş domates örnekleri ön işlemlerden geçirildikten sonra %2.5 sitrik asit içeren 80 °C'deki çözeltiye 2 dk daldırılarak orta nemli hale getirilmiştir. Orta nemli hale getirilen domateslerin kalitesi üzerine doğal mısır proteini zein film ile kaplamanın araştırıldığı bu çalışmada, örnekler (1) kontrol, (2) potasyum sorbat eklenmiş zein film, (3) potasyum sorbat + askorbik asit eklenmiş zein film ve (4) sadece zein film ile kaplama işlemlerine tabi tutularak gruplandırılmıştır. İşleme sonrası örnekler iki farklı depolama sıcaklığında (5 ve 20 °C) 10 ay süre ile depolanmıştır. Orta nemli domates örneklerine zein ile kaplama uygulamasının depolama süresinde ağırlık kaybını azalttığı ayrıca film içeriğine sorbat eklenmesi ile mikrobiyal gelişimin yavaşladığı belirlenmiştir. Ayrıca orta nemli domateslerin toplam aerobik mezofilik canlı sayısı değerleri üzerinde depolama sıcaklığının etkisi istatistiksel bakımdan önemli ($P<0.05$) olarak bulunmuştur. Ancak örneklerin renginde kaplamanın belirgin bir etkisine rastlanmamıştır.

Anahtar kelimeler: Yenilebilir film, zein, sorbat, askorbik asit, orta nemli domates

THE EFFECT OF CORN ZEIN EDIBLE FILM COATING ON QUALITY OF INTERMEDIATE MOISTURE TOMATOES

Abstract

Dried tomatoe samples were dipped into 2.5% citric acid solution at 80 °C for 2 minutes for achieving the intermediate moisture content. Then the samples were coated with natural corn protein zein based films. Different treatments were applied on the intermediate moisture tomatoes to compare the effects of coating process on the quality of tomatoes over 10 months storage at 5 and 20 °C. Treatments were as follows: (1) control group (not coated), (2) potassium sorbate containing zein film coating, (3) potassium sorbate and ascorbic acid containing zein film coating and (4) (only) zein film coating. Coating was found to be effective on weight loss of samples during storage period. It as also identified that sorbate addition to the films decreased the rate of microbial growth. The effect of storage temperature on total aerobic mesophilic bacteria count was found statistically significant ($P<0.05$). However, no significant differences in color values of all samples was observed.

Keywords: Edible film, zein, sorbate, ascorbic acid, intermediate moisture tomato

* Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author ;

✉ seda.ersus@ege.edu.tr, ☎ (+90) 232 342 7592, 📠 (+90) 232 342 7592

GİRİŞ

Ülkemizde, gıda ihracatında önemli yer tutan tuz ve kükürt uygulanarak güneşte kurutulmuş domatesler önemli bir yere sahiptir (1). Kurutulmuş domates üretiminde yüksek kükürtlü (5000-8000 ppm), kükürtlü (2000-3000 ppm), tuzlu (%4-6), tuzlu-kükürtlü (%4-6 tuz, 1500-2000 ppm Kükürt) gibi değişik ürün özelliklerinde üretimler müşteri isteklerine göre hazırlanmaktadır. Orta nemli gıdalar yumuşak tekstürlü, bir veya daha çok işlem uygulanmış, doğrudan tüketilebilen ve ısıl sterilizasyon, dondurma veya soğutma uygulanmadan belli bir süre için raf stabilitesi sağlanmış, bileşim, pH ve katkılarla formülasyonu düzenlenmiş ve su aktivitesi yaklaşık olarak 0.60-0.84 aralığında (25 °C) olan gıdalardır (2). Orta nemli gıda üretim teknolojisinde mikrobiyal gelişimin engellenerek ürün stabilitesini attırmak amacıyla koruyucu katkı kullanımı söz konusudur. Özellikle kuru meyvelerin neminin yükseltilmesi onları fungal bozulmaya uygun hale getirmektedir. Kullanılan en etkili antimikrobiyal koruyucular sorbik asit ve tuzları, benzoik asit ve tuzları, propilen oksit, kalsiyum propiyonat ve kükürtdioksit (3). Ancak bu koruyucuların kullanımında üreticilerin raf ömrü çalışmalarını yapmadan doğrudan kullanıma geçmesi ve yüksek oranda koruyucu kullanımı gibi olumsuzluklar olduğu bilinmektedir.

Güvenli gıda üretim teknolojilerinde mikrobiyal bozulmaları önlemek amacıyla koruyucu kimyasal madde kullanımını azaltabilecek farklı tekniklerin geliştirilmesi gıda teknolojisi açısından önemlidir. Alternatif paketleme sistemleri içerisinde yer alan aktif paketleme teknolojisinin bir şekli olarak tanımlanan antimikrobiyal paketleme kimyasal madde kullanımını sınırlandırabilecek tekniklerden biri olarak görülmektedir. (4-7). Tarım kökenli, doğal veya biyolojik olarak geri dönüşümlü maddelerden yapıldıkları için çevreyi kirletmeyen kaynaklardan elde edilen yenilebilir filmler, kaplama yöntemiyle gıdaların muhafazasında kullanılmaktadırlar (8). Filmler genellikle aşınmaya dayanıklı ve esnek olmalı ayrıca farklı fonksiyonel ihtiyaçları (nem bariyeri, gaz bariyeri, su ve lipitte çözünürlük, renk ve görünüş, mekanik özellikler vb.) karşılayabilmelidirler. Bu fonksiyonel özellikler, filmi oluşturan polimerlerin yapısına, filmin kompozisyonuna bağlıdır (9-12). Yenilebilir kaplama ve filmlerin fonksiyonel, mekaniksel, koruyucu, duyuusal ya da besleme özelliklerini artırmak için plastikleştiriciler, an-

timikrobiyal maddeler, antioksidanlar ve aromalar film içeriğine eklenebilmektedir (13-15).

Hali hazırda mum dâhil yenilebilir kaplama ve filmler, meyve ve sebzelerin nem kaybını engellemek, solunumlarını yavaşlatmak ve görünüşünü iyileştirmek; zein kaplamalar şekerlemelerde nem dayanımını sağlamak; kollajen kaplamalar sosislerde nem kaybını, oksijen transferini ve iç yapısının düzgünlüğünü sağlamak; hidroksipropilmetil selüloz (HPMC) gıda içeriğini, HPMC ve mısır (zein) kaplama ve jelatin eczacılıkta kapsül görünüşünü iyileştirmek, yapısal bütünlüğü ve stabilitesini sağlamak için kullanılmaktadır (16, 17). Bu çalışmada, mısırdan elde edilen yenilebilir zeinin antimikrobiyal ve antioksidan madde ilavesi ile kaplama materyali olarak orta nemli naturel domates ürünlerine uygulanması ve iki farklı depolama sıcaklığında (5 ve 20 °C) 10 aylık depolama süresi boyunca fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesi üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Hammadde

Hammadde olarak kullanılan naturel kuru domates ($SO_2 = <100$ ppm; tuz= %4.5) Kemalpaşa-İzmir'de üretim yapan Işık Tarım Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş'den temin edilerek, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Meyve Sebze İşleme Pilot Tesisine getirilmiş ve işleninceye kadar 4 °C'de buzdolabı koşullarında saklanmıştır. Film üretiminde toz mısır zeini (Sigma-Aldrich Laborchemikalien, Seelze, Germany, Z 3625) kullanılmıştır. Antimikrobiyal madde olarak ticari potasyum sorbat (E 202), ticari sitrik asit (E 330), antioksidan madde olarak ise askorbik asit (Riedel de Haën, Sigma-Aldrich Laborchemikalien, Seelze, Germany, 33034) kullanılmıştır.

YÖNTEM

Orta nemli domates üretimi

Pilot tesise getirilen ve işleninceye kadar 4 °C'de depolanan domatesler çeşme suyunda daldırılarak yıkanmış ve üzerlerindeki fazla suyun uzaklaşması için kurutma kâğıdı üzerine tek kat serilerek 1 saat dinlenmeye bırakılmıştır. Orta nemli hale getirme işleminde ise kuru domatesler %2.5'lük sitrik asit içeren 80 °C'deki çözeltiye (ürün:çözelti=1:5 kg/kg)

15 saniyede bir karıştırılarak, sanayide üretimi gerçekleştirilen ürünlerin son nem değerlerine ulaşmaya kadar ön denemelerle saptanan süreye göre, 2 dakika daldırılarak orta nemli hale getirilmiş ve 2 saat dinlenmeye bırakılmıştır.

Zein film üretimi

Çalışmada gıda örneklerinin kaplanması için kullanılacak olan zein filminin üretimi için toz haldeki zein 6.75 gram tartılmış ısıtıcı manyetik karıştırıcı yardımıyla 40.6 ml % 95'lik etil alkolde çözülmüş, içerisine filmin elastikiyetini geliştirmek amacıyla 1.9 ml gliserin eklenmiştir. Elde edilen çözelti 10-15 dakika süresince sıcaklığı 70-80 °C'ye gelinceye kadar ısıtıcı manyetik karıştırıcı yardımıyla karıştırılarak zein film çözeltisi elde edilmiştir (18).

Orta nemli naturel domateslere zein film uygulaması

Orta nemli naturel domateslere film uygulaması amacıyla, orta nemli hale getirilen domates örnekleri 4 gruba ayrılmış, 1. grup kontrol grubu (K) olarak kullanılmıştır. 2. grup (%0.1) sorbat içeren zein film ile kaplanan örnekler (S), 3. grup (%0.1) sorbat ve (%1) askorbik asit içeren zein film ile kaplanmış örnekler (A) olarak kodlanmıştır. 4. grup ise sadece zein film (Z) ile kaplanmıştır. Kaplama işlemi 30 saniye süre ile örneklerin bütün yüzeyinin film çözeltisine temas edecek şekilde daldırılması ile yapılmıştır. Daldırma sırasındaki çözelti sıcaklığı 50±5 °C olarak belirlenmiştir. Oda sıcaklığında 30 dakika kurutulan örnekler selofan ambalajlara (kalınlık 20 µm) yerleştirilerek ağızları kapatılarak paketlenmiştir. Örnekler kendi aralarında 5 ve 20 °C sıcaklıklarda depolanmak üzere iki ayrı gruba ayrılarak 10 ay süre ile depolanmıştır.

Analiz Metotları

Orta nemli naturel domates örnekleri uygulama sonrasında 0, 2, 4 ve 10. aylarda analize alınmıştır.

Fiziksel ve kimyasal analizler

Titrasyon asitliği, pH değerleri Cemeroğlu'nda (19) belirtilen yöntemle göre WTW Inolab (Almanya) model pH- metre kullanılarak ölçülmüştür. Nem tayini vakumlu etüv ile gerçekleştirilmiştir (20). Ör-

neklerin su aktivitesi değerleri Testo marka A 6 400 model su aktivitesi ölçüm cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Bu amaçla 100 g örnek tartılarak kıyma makinesinden geçirilmiş ve içerisinde 5 g alınarak aletin ölçüm haznesine konulduktan sonra nemin dengeye gelmesi beklenerek aletin göstergesinden denge nem değeri okunmuştur. ($aw = ERH / 100$)

Renk tayini

Renk ölçümlerinde Hunter (HunterLab, Colorflex Color Management Company, USA) cihazı ile L^* (aydınlık/karanlık), a^* (kırmızı/yeşil), b^* (sarı/mavi) değerleri ölçülmüştür. Örnekler cihazın haznesine yerleştirilerek okuma gerçekleştirilmiştir. L^* , a^* , b^* değerlerindeki toplam renk farkı (ΔE) ve kroma farkı (ΔC) aşağıda verilen formüllere göre hesaplanmıştır. Başlangıçtaki herhangi bir kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubu örneklerinin L^* , a^* , b^* değerleri referans değeri olarak seçilmiş ve farklı işleme şekilleriyle işlenmiş örneklerin referans örneklerden farkı incelenmiştir.

$$\Delta E = \sqrt{[(L^* - L^*_{ref})^2 + (a^* - a^*_{ref})^2 + (b^* - b^*_{ref})^2]}$$

$$\Delta C = \sqrt{[(a^* - a^*_{ref})^2 + (b^* - b^*_{ref})^2]}$$

Mikrobiyolojik analizler

Örneklerin kaplanmasından sonra, depolanan örneklerde 0, 2, 4 ve 10. aylarda toplam canlı sayımı yapılmıştır. Mikrobiyolojik analizler her örnek grubundan 10 gram alınarak, 90 ml peptonlu su (Oxoid, CM 009) içerisinde 2 dakika homojenize edilerek 10^{-1} lik dilüsyon elde edilmiştir. Homojenize edilmiş örnekten uygun oranda hazırlanan seri dilüsyonlardan paralel olarak mikrobiyolojik ekimler yapılmıştır.

Toplam aerobik mezofilik canlı sayımı Plate Count-Agar (PCA, pH=7.0; Oxoid, CM0325) ile dökme kültür yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Petriler 30±1 °C'de 24-48 saat inkübe edilmiş ve gelişen koloniler sayılmıştır (21).

İstatistiksel analizler

İstatistiksel analizler için SPSS 13.0 paket programı kullanılmıştır. Tüm sonuçlara tesadüf blokları modeline göre varyans analizi uygulanmıştır. Kaplama uygulaması ve analiz sonuçlarındaki işlem, süre, depolama sıcaklığı, işlem-süre, işlem-depolama sıcaklığı, süre-depolama sıcaklığı etkileşimleri belirlenmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Orta Nemli Naturel Domates Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

Kontrol ve kaplama işlemi uygulanmış naturel domates örneklerinin depolama süresince belirlenen analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Naturel Domates Örneklerinin Kimyasal Analiz Sonuçları

Kod	Sıcaklık (°C)	Süre (Ay)	a_w	Nem (%)	pH	Asitlik (g/g)	
K	5	0	0.88	55.00	4.12	0.017	
		2	0.85	50.61	4.14	0.017	
		4	0.76	46.78	4.27	0.015	
		10	0.78	46.88	4.18	0.017	
	20	0	0.88	55.00	4.12	0.017	
		2	0.85	47.64	4.19	0.017	
		4	0.81	45.20	4.36	0.015	
		10	0.76	45.30	3.96	0.019	
	S	5	0	0.84	54.01	4.12	0.017
			2	0.83	52.35	4.04	0.018
			4	0.81	48.32	4.50	0.015
			10	0.76	49.52	4.23	0.015
20		0	0.84	54.01	4.12	0.017	
		2	0.83	52.92	4.10	0.017	
		4	0.80	43.25	4.37	0.015	
		10	0.73	48.70	4.10	0.017	
A		5	0	0.82	53.77	3.94	0.019
			2	0.79	52.16	4.34	0.015
			4	0.75	45.37	4.51	0.014
			10	0.76	47.63	4.07	0.017
	20	0	0.82	53.77	3.94	0.019	
		2	0.76	52.16	4.21	0.015	
		4	0.78	45.27	4.43	0.015	
		10	0.75	47.36	4.04	0.017	
	Z	5	0	0.84	55.32	4.24	0.015
			2	0.83	53.32	4.19	0.016
			4	0.80	49.20	4.46	0.015
			10	0.78	50.30	4.18	0.017
20		0	0.84	55.32	4.24	0.015	
		2	0.81	51.84	4.16	0.017	
		4	0.76	48.30	4.52	0.014	
		10	0.74	45.73	4.10	0.017	

K: kontrol

S: %0.1 sorbat içeren zein film ile kaplanmış örnek

A: %0.1 sorbat + %1 askorbik asit içeren zein film ile kaplanmış örnek

Z: zein film ile kaplanmış örnek

Asitlik ve pH değerindeki değişimler

Örneklerin yüksek nemli hale getirilip kaplanmasından sonraki başlangıç asitlik değerleri en yüksek A grubu örneklerde 0.019 g/g olarak belirlenmiştir. Z, S ve kontrol grubu örneklerin asitlik değerleri sırasıyla 0.015 g/g; 0.017 g/g ve 0.017 g/g olarak bulunmuştur. Depolama süresi boyunca 5 ve 20 °C'de depolamanın farklı işleme şekilleriyle işlenmiş tüm örneklerin asitlik değerleri üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Örneklerin yüksek nemli hale getirilip kaplanmasından sonraki 0. gün pH değerleri A grubu örneklerde 3.94 ile en düşük değeri alırken, diğer örneklerin pH değerleri 4.12-4.24 arasında ölçülmüştür. 0. günde A grubuna ait örneklerin pH değerinin en düşük bulunmasının sebebi kaplama sırasında film çözeltilisine askorbik asit ilave edilmesidir.

Depolama süresi boyunca 5 ve 20 °C'da depolamanın farklı film uygulaması ile işlenmiş tüm örneklerin asitlik değerleri üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

Su aktivitesi ve nem içeriğindeki değişimler

Örneklerin yüksek nemli hale getirilip kaplanmasından sonraki başlangıç su aktivitesi değerlerinin 0.82 ile 0.88 arasında değiştiği saptanmıştır. 5 ve 20 °C'de depolanan orta nemli domates örneklerinden işlem görmüş ve herhangi bir kaplama uygulanmamış olan örneklerin su aktivitesi değerlerinde 10 aylık depolama süresi boyunca başlangıç değerine göre düşüş saptanmıştır. Su aktivitesindeki azalma örneklerin nem kaybındaki artıştan kaynaklanmaktadır. Ancak kaplama işleminin örneklerin a_w içerikleri üzerinde belirgin bir etkisi olmadığı bulgulanmıştır.

Ancak örneklerin nem değerlerindeki azalmanın en fazla kontrol grubu örneklerinde ortaya çıktığı belirlenmiştir. Örneklerin zein filmle kaplanması, bu açıdan bakıldığında kısmen nem kaybını azaltmaktadır. Literatürde bulunan orta nemli hale getirilen domates örneklerinin, su aktivitesi değerinin 0. ayda elde edilen su aktivitesi değerine yakın olduğu görülmüştür (22). Uygulama sonrasında 5 ve 20 °C'de depolanan farklı işleme şekilleriyle işlenmiş tüm örneklerin su aktivitesi değerlerindeki değişimler istatistiksel açıdan incelendiğinde a_w değerleri üzerine sıcaklığın etkisi önemli bulunmamıştır ($P \leq 0.05$). İstatistiksel olarak su aktivitesi bakımından depolama süreleri arası farklılık ince-

lendiğinde ise başlangıç a_w değerine göre değişim önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$).

Örneklerin yüksek nemli hale getirilip kaplanmasından sonraki başlangıç nem değerleri %53.77 ile %55.32 arasında değişim göstermiştir. 5 ve 20 °C'de depolanan orta nemli domates örneklerinin 10 aylık depolama süresi boyunca nem değerleri, başlangıç değerlerine göre azalma göstermiş ve depolama süresi sonunda kontrol grubu örneklerin nem değerinin diğer örneklere göre en fazla azaldığı saptanmıştır. Bununla birlikte yapılan bir araştırmada zein kaplamanın taze domates yüzeyine uygulanması sonucunda, depolama süresi boyunca örneklerin ağırlık kaybını azalttığı belirtilmiştir (23). Uygulama sonrasında 5 ve 20 °C'de depolanan farklı işleme şekilleriyle işlenmiş tüm örneklerin nem değerlerindeki azalma üzerine depolama süresinin etkisi önemli bulunmuş ($P \leq 0.05$), ancak farklı uygulama ve sıcaklığın etkisi önemsiz olarak değerlendirilmiştir. İstatistiksel olarak nem değerleri bakımından süreler arası farklılık incelendiğinde ise başlangıç nem değerine göre 2, 4 ve 10. aylardaki değişim anlamlı bulunmuştur ($P \leq 0.05$).

Orta nemli naturel domates örneklerinin renk değerindeki değişimler

Depolama süresince ölçülen örneklere ait renk değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. 5 °C'de depolanan orta nemli domates örneklerinde; başlangıçta S ve A grubu örneklerin L^* değerleri birbirine çok yakın, Z grubuna ait örneklerin ise aydınlık değeri (42.85) en yüksek grup olarak saptanmıştır. Kontrol grubu örneklerinin ise aydınlık değerinin (33.10) ise en düşük olduğu belirlenmiştir. Buna göre kaplamanın örneklerin parlaklığı üzerinde olumlu bir etkisi olduğu söylenebilir. Depolama süresi sonunda L^* değerinde en fazla düşüş A grubu örneklerde meydana gelmiştir. Askorbik asit içeren film ile kaplanmış bu örneklerde askorbik asidin oksidasyonu sonucu aydınlık değerlerine etkili olabileceği düşünülmüştür. 10 aylık depolama süresi sonunda her iki sıcaklıkta da K ve A grubuna ait örneklerin L değerleri Z ve S grubuna göre daha düşük bulunmuştur. Hyun ve ark. domates örneklerini mısır zeini ile kapladıklarında kaplamanın renk değişimini geciktirdiğini tespit etmişlerd (2423).

Uygulama sonrasında 5 ve 20 °C'de depolanan farklı işleme şekilleriyle işlenmiş tüm örneklerin L^*

değerlerindeki değişimler istatistiksel açıdan incelendiğinde L^* değerleri üzerine işlemin, depolama süresinin, depolama sıcaklığının ve işlem-sürenin etkisi anlamlı ($p \leq 0.05$) bulunmuştur. Örneklerin yüksek nemli hale getirilip kaplanmasından sonraki başlangıç a^* değerleri en yüksek kontrol grubu örneklerinde 13.34 olarak belirlenmiştir. Kaplama işlemi uygulanan örneklerde ise a^* değerleri 8.88-12.97 arasında bulunmuştur. Örneklerin kırmızı rengini ifade eden a^* değerinin kontrol örneklerinde zein filmle kaplanan örneklerden daha yüksek çıkması zein filmin sarı rengi nedeniyle bu örneklerde a^* değerinin daha düşük olarak ölçülmesinden kaynaklanmaktadır.

K ve Z grubu örneklerde depolama süresi boyunca a^* değerlerinde artış görülmüştür. 20 °C'de ise Z grubu örneklerin a^* değerlerinde ise depolama süresi belirgin bir değişim görülmezken diğer grup örneklerin a^* değerleri başlangıç değerine göre azalmıştır.

İstatistiksel olarak süreler arası farklılık incelendiğinde örneklerin 2, 4 ve 10. aylardaki a^* değerleri üzerine sıcaklığın etkisi ($p \leq 0.05$) düzeyinde anlamlı bulunmuştur ancak 2., 4. ve 10. aylarda gruplar arasında istatistiksel açıdan herhangi bir fark saptanmamıştır.

Örneklerin yüksek nemli hale getirilip kaplanmasından sonraki başlangıç a^*/b^* değerleri en yüksek K grubu örneklerde görülmüş ve 1.63 olarak saptanmıştır. S, A ve Z grubu örneklerinin a^*/b^* değerleri ise sırasıyla 0.98, 0.89 ve 1.08 olarak bulunmuştur.

5 °C'da depolanan orta nemli domates örneklerinden depolama süresi sonunda S grubu örneklerde ΔE değeri 10 aylık depolama sonunda en yüksek olarak saptanmış ve bu sebeple referans grup olan kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubu örneklerinden ΔE değerleri bakımından en farklı grup S grubu örnekler olmuştur.

20 °C'de depolanan orta nemli domates örneklerinin başlangıç ΔE değerleri depolama süresi boyunca bütün örneklerde artış göstermiştir. Uygulama sonrasında 5 ve 20 °C'da depolanan farklı işleme şekilleriyle işlenmiş tüm örneklerin ΔE değerlerindeki değişimler istatistiksel açıdan incelendiğinde ΔE değerleri üzerine sıcaklığın ve sürenin etkisi anlamlı ($p \leq 0.05$) bulunmuş, işlemin etkisi ise istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

Depolama süresi boyunca 5 ve 20 °C'de depolanan örneklerin 2, 4 ve 10. aylardaki ΔE değerleri istatistiksel açıdan farklı bulunmuştur. 5 °C'de depolanan orta nemli domates örneklerinden depolama süresi sonunda referans grup kabul edilen kontrol grubu örneklerine göre ΔC değerleri açısından en farklı örnek grubunun sorbat içeren zein filmle kaplanmış domates örnekleri olduğu saptanmıştır.

20 °C'de depolanan orta nemli domates örneklerinin başlangıç ΔC değerleri, depolama süresi sonunda tüm örneklerde 5 °C'de depolanan orta nemli domates örneklerinde olduğu gibi artış göstermiştir. Ancak tüm ölçülen renk değerleri genel olarak incelendiğinde orta nemli domates örneklerinin zein ile kaplanması renk üzerinde etkili bulunmamıştır.

Çizelge 2. Naturel Bütün Domates Örneklerinin Renk Analiz Sonuçları

Kod	Sıcaklık (°C)	Süre (ay)	L*	a*	b*	ΔE	ΔC	a*/b*
K	5	0	33.10	13.34	8.21	0	0	1.63
		2	25.04	17.94	12.77	10.34	6.47	1.40
		4	24.97	20.42	14.69	12.58	9.60	1.40
		10	26.99	17.81	16.3	16.61	13.49	1.09
	20	0	33.10	13.34	8.21	0	0	1.63
		2	24.93	11.98	9.56	8.39	1.91	1.25
		4	22.18	13.03	10.38	11.38	2.192	1.26
		10	21.63	9.07	9.13	19.13	7.6	0.99
S	5	0	37.67	10.61	10.83	5.93	3.78	0.98
		2	31.16	13.52	11.98	4.24	3.77	1.13
		4	31.11	16.26	15.06	7.707	7.44	1.08
		10	30.41	11.82	13.86	18.88	17.62	0.85
	20	0	37.67	10.61	10.83	5.93	3.78	0.98
		2	31.55	11.58	13.17	5.48	5.26	0.88
		4	29.06	12.28	12.12	5.72	4.05	1.01
		10	28.84	7.57	12.28	11.24	5.92	0.62
A	5	0	38.63	12.97	14.42	8.32	6.22	0.89
		2	28.21	15.66	11.89	6.53	4.34	1.32
		4	25.99	15.39	12.68	8.64	4.92	1.21
		10	26.52	13.18	14.4	12.6	7.75	0.92
	20	0	38.63	12.97	14.42	8.32	6.22	0.89
		2	26.60	9.34	10.48	7.95	4.59	0.89
		4	23.40	8.38	8.93	10.92	5.01	0.94
		10	22.84	7.94	9.38	12.92	5.26	0.85
Z	5	0	42.85	8.88	8.21	10.73	4.46	1.08
		2	30.09	18.43	14.97	8.98	8.46	1.23
		4	30.20	17.19	12.77	6.64	5.97	1.35
		10	28.61	16.7	15.42	15.20	13.51	1.08
	20	0	42.85	8.88	8.21	10.73	4.46	1.08
		2	27.03	11.64	9.35	6.405	2.05	1.25
		4	29.27	9.44	13.39	7.53	6.48	0.71
		10	26.18	9.06	12.97	15.64	5.38	0.69

K: kontrol

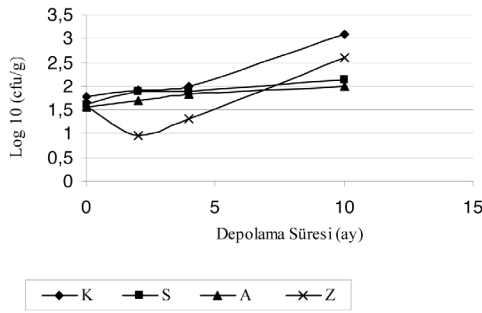
S: %0.1 sorbat içeren zein film ile kaplanmış örnek

A: %0.1 sorbat + %1 askorbik asit içeren zein film ile kaplanmış örnek

Z: zein film ile kaplanmış örnek

Kaplama işleminin toplam aerobik mezofilik canlı sayısı üzerindeki etkisi

Farklı şekillerde işlenmiş orta nemli domates örneklerinin işleme sonrası depolanması sürecinde elde edilen toplam aerobik mezofilik canlı değişimleri 5 °C'de depolanan örnekler için Şekil 1'de, 20 °C'de depolanan için ise Şekil 2'de gösterilmiştir. Örneklerin yüksek nemli hale getirilip kaplanmasından sonraki başlangıç toplam canlı sayısı değerleri kontrol grubu örneklerinde 6.1×10^1 kob/g ile en yüksek değeri alırken, S, Z ve A örneklerinin toplam canlı sayısı değerleri sırasıyla 4.0×10^1 , 3.8×10^1 ve 3.7×10^1 kob/g olarak saptanmıştır. Kaplanmış örnek gruplarında daha düşük mikrobiyal yük belirlenmesi kaplama sıcaklığının 50 ± 5 °C'de gerçekleştirilmesinden kaynaklanmaktadır. 5 ve 20 °C'de 10 aylık depolama süresi sonunda tüm örneklerinin toplam canlı sayısı değerlerinde başlangıç değerine göre artış meydana gelmiş ve bu artış en çok kontrol grubu örneklerinde olmuştur. Sorbat eklenmiş örneklerin toplam aerobik mezofilik canlı sayısı üzerinde sadece zein film ile kaplamaya göre olumlu etkisi olduğu sonuçlardan görülmektedir. Sadece zein film ile kaplama işleminin kontrole göre daha sınırlı sayıda mikroorganizma gelişimine izin verdiği belirlenmiştir. Ancak depolama süresi boyunca 5 ve 20 °C'de depolanan farklı işleme şekilleriyle işlenmiş tüm örneklerin toplam aerobik mezofilik canlı sayısı açısından gruplar arasında istatistiksel açıdan fark bulunmamış, örneklerin toplam canlı sayısı değerleri üzerine sıcaklığın etkisi önemsiz, sürenin etkisi önemli bulunmuştur ($P < 0.05$)



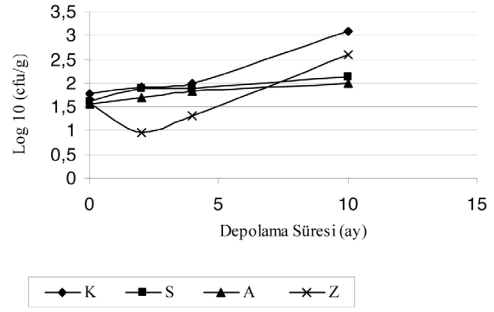
K: kontrol

S: %0.1 sorbat içeren zein film ile kaplanmış örnek

A: %0.1 sorbat + %1 askorbik asit içeren zein film ile kaplanmış örnek

Z: zein film ile kaplanmış örnek

Şekil 1. 5 °C'de depolanan orta nemli domates örneklerinin toplam aerobik mezofilik canlı sayısındaki değişim.



K: kontrol

S: %0.1 sorbat içeren zein film ile kaplanmış örnek

A: %0.1 sorbat + %1 askorbik asit içeren zein film ile kaplanmış örnek

Z: zein film ile kaplanmış örnek

Şekil 2. 20 °C'de depolanan orta nemli naturel domates örneklerinin toplam aerobik mezofilik canlı sayısındaki değişim.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Zein film ile orta nemli domates kaplama işleminin örneklerin nem kaybını azalttığı, depolama süresi sonunda en yüksek nem kaybının kontrol grubu orta nemli domates örneklerinde olduğu bulunmuştur. Depolama sıcaklığı arttıkça nem kaybının arttığı belirlenmiştir. Orta nemli domates örneklerinin renk değerleri açısından depolama süresi sonunda en yüksek L* değeri askorbik asit içermeyen film ile kaplanmış örneklerde bulunmuştur. Ancak kaplama işlemi uygulanmış orta nemli domates örneklerinin a* değerleri kontrole göre daha düşük bulunmuştur. Bunun zein filmin sarı renginin örneklerin kırmızılık değerine olumsuz etkisi nedeniyle ortaya çıktığı düşünülmektedir. Dolayısıyla zein film kaplamaların sarı rengin önemli olduğu ürünlerde kullanımının daha uygun olduğu düşünülmektedir. Genel olarak ise kaplamanın renk üzerinde belirgin bir olumlu etki göstermediği belirlenmiştir. 5 ve 20 °C'de depolanan orta nemli kontrol grubu domates örneklerinin toplam aerobik mezofilik canlı sayısı değerlerinde 10 aylık depolama süresi sonunda 2 logaritmik birim artış olduğu tüm kaplanmış örneklerde bu artışın 1 logaritmik birim olarak gerçekleştiği saptanmıştır. Kaplama işleminin oksijen bariyeri olarak etkili olması nedeniyle mikroorganizma artışının zamana bağlı olarak yavaşladığı düşünülmektedir. Film çözeltilisine antimikrobiyal madde uygulamasının başlangıçta fazla bir etkisi olmaması 4 aydan sonra antimikrobiyal madde ilave edilmiş filmlerle kaplanan

örneklerdeki toplam aerobik mezofilik canlı sayısının sadece zein filmle kaplanmış örneklere göre daha düşük olduğu bulunmuştur buna göre uzun süreli depolamalarda antimikrobiyal maddenin film çözeltilerine eklenmesinin olumlu etkisi olabileceği düşünülmüştür.

Genel olarak zein film ile kaplama işleminin örneklerin fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerine kısmen olumlu etki yaptığı belirlenmiştir. Film üretimi ve özellikleri ile ilgili çalışmalar literatürde bulunmaktadır ancak bu filmlerin meyve ve sebzelerin kaplanması üzerindeki etkileriyle ilgili yakın zamanda çalışılmaya başlanmıştır. Bu nedenle optimum ürün özelliklerini koruyucu kaplama uygulamalarının belirlenebilmesi için kaplama kalınlığı, farklı kaplamaların birlikte kullanılarak filmlerin kaplama özelliklerinin geliştirilmesi ve gıdalara birlikte uygulamalarının yapılmasının yanı sıra, bu tip ürünlerin hazırlanmasında soğuk daldırmanın etkilerinin araştırılması, kaplama materyaline ürünün özelliklerini geliştirebilecek yeni katkıların denenmesi ve antimikrobiyal madde miktarlarının değiştirilerek mikroorganizmalar üzerine etkilerinin belirlenmesi de daha sonraki çalışmalarda ele alınabilecek araştırma konuları olarak görülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Vural H, Duman İ. 2001. Güneşte Kurutulmuş Domates Üretimi ve Bu Üretimin Sanayi Domatesi Üretimi İçindeki Yeri, TİGEM
2. Multon FL. 1981. L'Etat actuel des travaux de la commission, Aliments a humidite, intermedicin du C.N.E.R.N.A Ind. Aliment. April, 98: 291-302.
3. Aksay S. 1996. Kuru Kayısı ve İncirden Rehidrasyon Yöntemiyle Orta Nemli Meyve Üretimi, Ege Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 86 s.
4. Vermeiren L, Devlieghere F, Van Beest M, De Kruijff N, Debevere J. 1999. Developments in the active packaging of foods, *Trends Food Sci Tech*, 10: 77-86
5. Appendini P, Hotchkiss JH. 2002. Review of Antimicrobial Food Packaging. *Innov Food Sci & Emerg Tech*, 3: 113-126.
6. Quintavalla S, Vicini L. 2002. Antimicrobial food packaging in meat industry. *Meat Sci*, 62: 373-380.
7. Cha DS, Chinnan MS. 2004. Biopolymer-Based Antimicrobial Packaging: A Review, *Crit Rev Food Sci and Nutr*, 44: 223-237.
8. Petersen K, Nielsen P, Bertelsen G, Lawter M, Olsen MB, Nilsson NH, Mortensen G. 1999. Potential of Bio-based Materials for Food Packaging. *Trends in Food Sci and Tech*, 10: 52-68.
9. Guilbert S, Gontard N. 1995. Edible and Biodegradable Food Packaging, In: *Foods and Packaging Materials-Chemical Interactions*, Ackerman P, Jargestad M. And Ohlsson T. (ed). The Royal Society Chemistry, Cambridge, pp. 159-168.
10. Guilbert S, Gontard N, Gorris LGM. 1996. Prolongation of the Shelf Life of Perishable Food Products using Biodegradable Films and Coatings. *Lebensmittel-Wiss u-Technology*, 29: 10-17.
11. Miller KS, Krochta JM. 1997. Oxygen and Aroma Barrier Properties in Edible Films, *Trends in Food Sci and Tech*, 8: 228-237.
12. Trahantan RN. 2003. Biodegradable Films and Composite Coatings: Past, Present and Future, *Trends in Food Sci and Tech*, 14: 71-78.
13. Anker M. 1996. Edible and biodegradable films and coating for food packaging, The Swedish Institute for Food and Biotechnology, Goteborg, Sweden.
14. Baldwin E. A. 1999. Surface Treatments and Edible Coatings in Food Preservation In: *Handbook of Food Preservation*, (ed). M. S. Rahman. Marcel Dekker, Inc., New York., 577-609.
15. Debeaufort F, Quezada-Gallo JA, Voilley A. 1998. Edible films and coatings: tomorrow packaging: a review, *Crit Rev Food Sci*, 38 (4): 299-313.
16. Kester JJ, Fennema OR. 1986. Edible film and coating: A review, *Food Techn* 40 (12): 47-59.
17. Guilbert S. 1986. Technology and Application of Edible Protective Films. In: *Food Packaging and Preservation*, M. Matothlouthi (ed). Elsevier Applied Science Publishers, New York, 371-394.
18. Padgett T, Han IY, Dawson PL. 1998. Incorporation of food-grade antimicrobial compound into biodegradable packaging films, *J Food Protec*, 61 (10): 1330-1335.
19. Cemeroglu B. 1992. *Meyve Sebze Endüstrisinde Temel Analiz Metodları*, BİLTAV Üniversite Kitapları Serisi no:02-2, Ankara, 381 s.
20. Anon 1995. *AOAC Official Methods of Analysis of the Association Agricultural Chemists*, ed. Board William Harwitz, Chairman and Ed. Committee on Editing Methods of Analysis. Chichilo P, Clifford PA, Reynolds H, 10th Edition.
21. BAM 1998. *Bacteriological Analytical Manual FDA*, 8th Edition, Revision A, AOAC Gaithersburg, MD 20877, USA
22. Çakmak AE, Atacan EB. 1998. Orta Nemde Kurutulmuş Domates Üretimi, Ege Üniversitesi, Lisans Tezi, Bornova-İzmir, 39 s.
23. Park HJ, Chinnan MS, Shewfelt RL. 1994. Edible Coating Effects on Storage Life and Quality of Tomatoes, *J Food Sci*, 59 (3): 568-570.