

Özgür ÇALHAN
Cemile Ebru ONURSAL
Tuba SEÇMEN
Atakan GÜNEYLİ
İsa EREN

TC GTHB, Meyvecilik Araştırma Enstitüsü, 32500,
Eğirdir-Isparta /Türkiye

Sorumlu Yazar: ozgur_calhan@hotmail.com

Galaxy Gala Elma Çeşidinde Muhafaza Öncesi SencyFresh™ Uygulamasının Depolama Süresince Meyve Kalitesi Üzerine Etkisi

The Effect of Pre-storage SencyFresh™ Treatment on Fruit Quality at after Storage in Apple cv. Galaxy Gala

Alınış (Received): 28.10.2015

Kabul tarihi (Accepted): 18.12.2015

Anahtar Sözcükler:

Galaxy Gala, SencyFresh™,
1-Metilsiklopropan, depolama, meyve kalitesi

Key Words:

Galaxy Gala, SencyFresh™,
1-Methylcyclopropane, storage, fruit quality

ÖZET

Galaxy Gala elma çeşidinde, %3.3 1-Metilsiklopropan (1-MCP) içeren SencyFresh™ uygulamalarının, hasat sonrası meyve muhafaza süresine ve kalitesine etkileri incelenmiştir. Bu kapsamda optimum zamanda hasat edilen meyvelere 10°C sıcaklıkta 24 saat süreyle SencyFresh™ uygulamaları 3 farklı dozda [0 (kontrol), 625 ppb (0.042 g/m³), 1250 ppb (0.084 g/m³)] yapılmıştır. Meyve örnekleri normal atmosfer (NA) depolarda 0±0.5°C sıcaklık ve %90±5 oransal nem koşullarında, 6 ay süreyle depolanmışlardır. Soğuk depodan 1 ay aralıklarla çıkartılan meyvelerde ve 7 gün 20°C sıcaklık ve %60±5 oransal nemdeki raf ömründe bekletilen meyvelerde kalite analizleri yapılmıştır. NA'da 6 ay muhafaza süresince SencyFresh™ uygulamalarının her iki dozu kontrole göre meyve eti sertliğini ve asitliği korumuş, etilen üretimini baskılamış ve solunum hızını azaltmıştır. SencyFresh™ uygulamalarının meyve kabuk rengi üzerine Galaxy Gala elma çeşidinde belirgin farklılıklar görülmemiştir. SencyFresh™ uygulamaları, hem soğuk muhafaza hem de raf ömrü sonrasında kontrole göre kalite kayıplarının korunmasında daha etkili olduğu belirlenmiştir. Galaxy Gala elma çeşidinin depolama ve raf ömrü süresince SencyFresh™ uygulamalarının her iki dozundan da benzer sonuçlar alınması nedeniyle 625 ppb dozu önerilmiştir.

ABSTRACT

Effects on postharvest storage duration and fruit quality of SencyFresh™ powder, containing 3.3% 1-Methylcyclopropane (1-MCP) active ingredient, Galaxy Gala apple variety was investigated. In this context, Fruits, which were harvested optimum harvest date, were treated with SencyFresh™ [0 (control), 625 ppb (0.042 g/m³), 1250 ppb (0.084 g/m³)] at 10°C for 24 h following harvest then fruits were stored in regular atmosphere (RA) at 0±0.5°C and 90±5% RH for 6 months. Fruits, which removed from cold storage for each month and stored shelf life (at 20°C and 60±5% RH for 7 days), quality was analyzed. Under RA conditions both concentrations of SencyFresh™ maintained firmness and titratable acidity, suppressed ethylene production, reduced respiration rate for 6 months compared to the control treatment. SencyFresh™ treatments did not show notable effect on skin color of Galaxy Gala variety. SencyFresh™ treatments were determined to be more effective than control in reduced of quality losses during both cold storage and shelf life. During storage and shelf life of the Galaxy Gala apple varieties due to be similar results at SencyFresh™ treatments both doses, the recommended dose was 625 ppb.

Giriş

Dünyada meyve - sebze üretiminde elma, muzdan sonra ikinci sırada yer almaktadır. Türkiye ise elma

üretiminde önemli bir miktarla (2.889.000 ton) üçüncü sıradadır (FAO, 2014). Bugün Türkiye'nin hemen her bölgesinde elma yetiştiriciliği yapılabilmektedir.

Türkiye’de elma üretiminin en yoğun yapıldığı iller arasında Isparta, Karaman, Niğde, Denizli, Antalya ve Kayseri yer almaktadır. Türkiye üretiminin yaklaşık %70’e yakını bu iller tarafından karşılanmaktadır.

Türkiye’de en fazla yetiştiriciliği yapılan çeşitler arasında Starking Delicious, Golden Delicious, Granny Smith, Amasya, Starkrimson, Starkspur, Fuji ve bazı Gala grubu çeşitleri yer almaktadır. Galaxy Gala elma çeşidinin de içinde bulunduğu Gala grubu çeşitleri, yurt dışındaki pazarlarda kabul görmüş ve yetiştiriciliği yaygın olan bu çeşidin iç pazarda da talebi artmaya başlamıştır. Galaxy Gala orta mevsimde olgunlaşması ve sert, sulu, aromalı, tatlı meyve yapısıyla ülkemiz içinde önemli elma çeşitlerinden biri olmuştur. Bununla birlikte depo dayanımında diğer orta mevsim çeşitlerine göre daha iyi olması çeşidin önemini arttırmaktadır.

Elma, klimakterik özellik gösteren ve uzun depolama ömrüne sahip bir meyve türüdür. Genellikle çeşitlere göre değişmekle birlikte NA soğuk hava depolarında 4-6 ay depolanabilmektedir. Yazlık ve orta mevsim çeşitlerinin depo dayanım süreleri geçici çeşitlere göre daha kısa sürelidir. Elmalarda depolama süresi, meyve eti sertliği, ağırlık kaybı, meyve asitliği, fizyolojik ve patolojik bozukluklardan ileri gelen kayıplara göre belirlenmektedir (Karaçalı, 2009).

Bitki hücreleri tarafından etilenin algılanmasını engelleyen 1-MCP, bahçe ürünlerinin hasat sonrası kalitelerinin korunmasında önemli bir potansiyele sahip gaz şeklinde bir bileşiktir. 1-MCP son yıllarda geliştirilmiş, birçok meyve, sebze ve süs bitkisinde hasat sonrasında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. 1-MCP birçok üründe olgunlaşma, yaşlanma ve dökülmeyi geciktirir, etilen üretimini, solunum hızını, renk değişikliklerini ve yumuşamayı azaltır (Watkins, 2006). 1-MCP etilen benzeri bir madde olup, ürünlerde etilen reseptörlerine geri dönüşsüz bir şekilde bağlanarak etilenin bağlanmasını engellemekte, böylece etilenin etkisinin oraya çıkmasını engellemektedir (Sisler and Serek, 1997; Blankenship and Dole, 2003). 1-MCP’nin etkisi uygulama konsantrasyonuna, uygulama sıcaklığına, uygulama süresine, tür ve çeşide, gelişme dönemine, hasattan uygulamaya kadar geçen süreye bağlı olarak değişmektedir. Aynı zamanda soğuk hava deposundan çıktıktan sonra son tüketiciye gelinceye kadarki süreçte de meyve kalitesini (sertlik, gevreklik, sululuk vb.) daha uzun süre koruyarak raf ömrü süresini uzatmaktadır (Çalhan ve ark., 2013)

Dünyada 1-MCP’nin en fazla kullanıldığı ürünlerin başında elma gelmekte olup, armut, muz, kivi, kayısı,

avokado, Trabzon hurması, ananas, domates gibi meyve-sebzelerin yanında süs bitkilerinde de yaygınca kullanılmaktadır (Watkins, 2006). Elmada dünyanın birçok ülkesinde farklı formülasyonda ruhsat alınarak hasat sonrasında yaygın şekilde kullanılmaktadır. SencyFresh™ 2013-2014 yıllarında Türkiye için ruhsatlandırma çalışmalarını tamamlamış olup 2014 yılından itibaren kullanılmaya başlanılmıştır. Yeni geliştirilmiş bir ürün olması nedeniyle bu konuda yapılmış çalışmalar oldukça sınırlıdır.

Bu çalışmada, 1-MCP’nin farklı bir formülasyonu ile ortaya çıkarılmış olan SencyFresh™ (%3.3 1-MCP) ticari isimli ürünün farklı dozlarının Galaxy Gala elma çeşidinin NA depolama ve raf ömrü sırasında kalite kriterleri üzerine etkilerinin ortaya konması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Çalışmada, materyal olarak Isparta ili Eğirdir ilçesinde yetiştirilen M9 bodur anaç üzerine aşılı 8 yaşlı ağaçlardan hasat edilen “Galaxy Gala” elma çeşidi meyveleri kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan meyveler homojen büyüklükte (175 ± 20 g ağırlığında), çeşide özgü zemin rengini almış, mekanik zarara uğramamış, herhangi bir fungal veya bakteriyel bulaşma olmayan meyvelerden seçilmiştir.

Meyvelerde optimum hasat zamanı tam çiçeklenmeden geçen gün sayısı (118-128 gün), meyve eti sertliği (89 N), nişasta skalasına (4-5) göre hasat tarihi belirlenmiştir (Atay ve ark., 2010). Bölgemizde tam çiçeklenme 25.04.2013 tarihinde gerçekleşmiş ve meyveler 28.08.2013 tarihinde tam çiçeklenmeden sonra 125. günde, nişasta parçalanma durumu 4-5 no’lu değerlere ve meyve eti sertliği 77.7 N ulaştığında hasat edilmiştir.

SencyFresh™ Uygulaması ve Depolama Koşulları

Hasattan sonra meyve örneklerine depolama öncesinde 0 ppb (Kontrol), 625 ppb (0.042 g/m^3) ve 1250 ppb (0.084 g/m^3) 1-MCP dozunda SencyFresh™ (%3.3 1-MCP) uygulamaları yapılmıştır. Uygulamalar; 1 m^3 hacminde gaz sızdırmaz kabinde aktivatör kit yardımıyla uygulama tabletleri, aktivatör tablet ve buffer çözelti yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Uygulama 24 saat süreyle 10°C sıcaklıkta gerçekleştirilmiştir. Her uygulama için 4 tekerrürlü her tekerrürde ise 7 adet meyve dönem analizlerinde, 7 adette raf ömründe için kullanılmıştır.

Tüm uygulamalara ait meyve örnekleri 6 ay süreyle $0 \pm 0.5^\circ\text{C}$ sıcaklık ve $\%90 \pm 5$ oransal nem koşullarında

plastik kasalarda depolanmışlardır. Depolama süresince 1 ay aralıklarla depodan çıkartılan meyve örneklerinde kalite analizleri yapılmıştır. Her analiz döneminde meyvelerin yarısı 7 gün süreyle 20°C sıcaklık ve %60±5 oransal nem koşullarında raf ömründe tutulmuşlardır.

İncelenen Kalite Özellikleri

Ağırlık kaybı (%)

Meyvelerin ağırlık kayıplarının belirlenmesinde her uygulamadan 24 adet meyve seçilerek ölçümleri 0.01 g hassasiyetli dijital tartı cihazı (SBA 51 Scaltec Ins., Almanya) kullanılmıştır. Her depolama süresi sonundaki ağırlık değeri, söz konusu meyvenin başlangıç ağırlık değerine göre kümülatif olarak (%) değer olarak saptanmıştır. Raf ömründe de her analiz döneminde raf başlangıcı ve sonu arasındaki farka göre ağırlık kayıpları bulunmuş ve o dönem soğuk depolama sırasındaki ağırlık kaybı ile toplanarak % olarak hesaplanmıştır.

Meyve eti sertliği (N)

Meyve eti sertliği (MES) meyvenin her iki yanağının ekvator bölgesinden kabuk soyularak, 11 mm çapında uç kullanılarak, 10 mm derinliğe kadar ucun 10 cm/dk hızla batırılmasıyla ölçülmüştür. Ölçümde tekstür analiz cihazı (Güss FTA Type GS14 Fruit-Texture Analyser Model, Strand, Güney Afrika) kullanılmıştır.

Suda çözünür kuru madde miktarı (SÇKM) (%), titre edilebilir asitlik (TEA) miktarı (g/100 ml)

Her tekerrürdeki meyvelerin suyu, katı meyve sıkacağı yardımıyla çıkartıldıktan sonra SÇKM miktarı dijital refraktometre (HI 96801 model Hanna, UK), TEA ise otomatik titrasyon cihazı (T50 model, Mettler Toledo, İsviçre) yardımıyla ölçülmüştür. TEA ölçümü için meyve suyundan 5 ml alınarak üzerine saf su eklenerek 50 ml'ye tamamlanmış ve 0.1 N sodyum hidroksit ile titre edilerek pH 8.1 oluncaya kadar eklenen sodyum hidroksit miktarı bulunmuştur. Harcanan sodyum hidroksit miktarı ise formül yardımıyla hesaplanarak sonuçlar g malik asit /100 ml olarak verilmiştir (Karaçalı, 2009).

Meyve kabuk rengi (L*, a*, b*, C* ve h°)

Meyvelerde renk değişim ölçümleri için Minolta CR-400 (Konika Minolta Inc., Japonya) kromometre cihazı kullanılmıştır. Ölçümler, meyvede tek yönlü olacak şekilde ölçüm değerleri alınarak yapılmıştır. Rengin değerlendirilmesinde parlaklık (L*), kırmızı-yeşil (a*) ve sarı-mavi (b*), kroma (C*) ve hue açısı (h°) değerleri kullanılmıştır.

Etilen üretimi ($\mu\text{C}_2\text{H}_4/\text{kg.h}$) ve solunum hızı ($\text{mlCO}_2/\text{kg.h}$)

Meyve örneklerinden yaklaşık 1 kg (4-5 meyve) alınarak 5 l'lik kavanozlara konularak gaz kaçırmayacak şekilde kapatılmıştır. 24 saat 20°C'de bekletildikten sonra şırınga yardımıyla gaz örneği alınarak gaz kromatografi (7890A model, Agilent, ABD) cihazında okuma yapılmıştır. Solunum hızı ve etilen üretim miktarı ölçümü her bir kavanozdan alınan tek bir gaz örneğinde aynı anda yapılmıştır. Fırın, TCD ve FID detektörlerinin sıcaklıkları sırasıyla 40 (izotermal), 250 ve 250°C'dir. Etilen üretimi ppm olarak alınmış ve formüsel olarak edilerek $\mu\text{C}_2\text{H}_4/\text{kg.h}$ 'e çevrilmiştir. Solunum hızı % olarak alınmış ve Saltveit (2008)'e göre formül haline getirerek $\text{mlCO}_2/\text{kg.h}$ 'e çevrilmiştir.

Fungal etmenlere bağlı kayıp oranı

Deneme süresi sonunda meydana gelen fungal etmenlere bağlı kayıplar tek tek sayılmış ve toplam meyve sayına oranlanarak toplam kayıp miktarı (%) bulunmuştur.

İstatistiksel Analizler

Çalışma, uygulama dozları ve muhafaza süresi olmak üzere 2 faktörlü tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışma bulguları, JMP7 istatistik paket programında varyans analizine tabi tutularak LSD çoklu karşılaştırma testiyle $p<0.05$, 0.01, 0.001 düzeylerinde değerlendirilmiştir.

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Ağırlık Kaybı

Depolama süresince meyvelerde saptanan ağırlık kaybında bir artış gözlenmiştir (Çizelge 1). Elmalarda 6 aylık soğuk muhafaza sonunda %4.31-4.74 arasında ağırlık kaybı meydana gelmiştir. Meyvelerin depolanması sırasında bünyelerinde bulunan suyun, ürünün solunumu sırasında ürün yüzeyinden özellikle lenticellerden meydana gelen su buharı şeklinde kaybolması buna neden olmaktadır. Birçok çalışmada ürünlerin depolanması sırasında su kaybı sonucu ağırlık kaybı meydana geldiği bildirilmiştir (Karaçalı, 2009; Çalhan ve ark., 2012). Uygulamalar arasında da ağırlık kaybı bakımından farklılık ortaya çıkmış olup, dönem ortalamaları dikkate alındığında 650 ppb ve 1250 ppb uygulamaları kontrole göre istatistiki olarak ağırlık kaybı daha düşük düzeylerde olmuştur. 1-MCP uygulamalarının ağırlık kaybı üzerine olumlu etkide bulunduğu dair benzer bulgular daha önceki çalışmalarda bildirilmiştir (Özipek ve Köksal, 2012; Kaynaş ve ark., 2012).

Çizelge 1. Farklı dozlarda SencyFresh™ uygulamalarının Galaxy Gala elma çeşidinde muhafaza süresince ağırlık kaybı (%) üzerine etkileri.
Table 1. Effects of different concentration SencyFresh™ treatments on weight loss (%) of Galaxy Gala fruits during cold storage periods.

Uygulamalar	Muhafaza süresi (ay)						Ort.
	1	2	3	4	5	6	
1250 ppb	0.63	2.57	3.17	3.96	4.46	4.74	3.25 b
625 ppb	1.10	2.40	3.10	3.68	4.09	4.31	3.12 b
Kontrol	1.41	2.97	3.54	3.95	4.40	4.61	3.48 a
Ort.	1.05 F*	2.65 E	3.27 D	3.87 C	4.32 B	4.55 A	

*Büyük harfler dönemler arasındaki, küçük harfler uygulamalar arasındaki farklılığı göstermektedir. Dönemler arasında P<0.001 düzeyinde, uygulamalar arasında P<0.001 farklılık vardır.

Muhafaza süresinin sonrasında 7 günlük raf ömrü çalışmasında da ağırlık kaybı artışları devam etmiştir. Dönem sonunda meyvelerdeki ağırlık kaybı miktarları %5.59-6.15 seviyelerine ulaşmıştır. Raf ömrü çalışması sırasında soğuk muhafazaya göre daha fazla ağırlık artışı meydana gelmiştir (Çizelge 2). Meyvelerin raf koşullarında hem daha yüksek sıcaklığa hem de daha düşük oransal nem ortamına maruz kalması ağırlık

kaybının hızla artmasına sebep olmuştur. Ağırlık kaybı bakımından uygulama ortalamaları arasında istatistiki önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır. Kontrol uygulaması, her iki uygulamaya göre daha yüksek seviyelerde ağırlık kaybetmiştir. Tüm raf ömrü dönemleri dikkate alındığında ise 625 ppb uygulaması diğer uygulamalara göre daha düşük seviyede kalmıştır.

Çizelge 2. Farklı dozlarda SencyFresh™ uygulamalarının Galaxy Gala elma çeşidinde raf ömrü sırasında ağırlık kaybı (%) üzerine etkileri.
Table 2. Effects of different concentration SencyFresh™ treatments on weight loss (%) of Galaxy Gala fruits during shelf life periods.

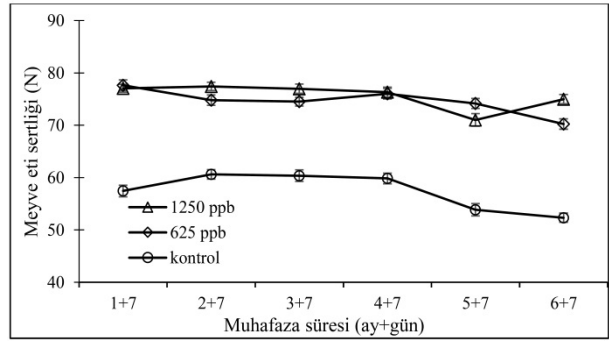
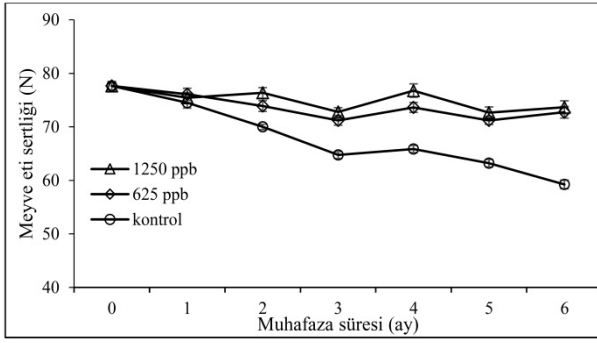
Uygulamalar	Muhafaza süresi (ay+gün)						Ort.
	1+7	2+7	3+7	4+7	5+7	6+7	
1250 ppb	1.49	3.70	4.31	5.24	6.21	6.10	4.25 c
625 ppb	1.83	3.52	3.99	4.95	5.62	5.59	4.51 b
Kontrol	2.39	4.37	5.07	5.42	6.38	6.15	4.96 a
Ort.	1.90 F*	3.86 E	4.45 D	5.21 C	6.07 A	5.95 B	

* Büyük harfler dönemler arasındaki, küçük harfler uygulamalar arasındaki farklılığı göstermektedir. Dönemler arasında P<0.001 düzeyinde, uygulamalar arasında P<0.001 farklılık vardır.

Meyve Eti Sertliği

Elmalarda meyve eti sertliğinin muhafaza süresi boyunca korunması önemli kalite parametrelerinden biridir. Meyvelerde NA koşullarında muhafaza süresi uzadıkça meyve eti sertliğinde düşüş meydana gelir. Bu düşüşte meyvenin olgunluğunun ilerlemesiyle hücrelerin birbirlerine olan bağlılığı azalmakta, meyve dokusunun gevrekliği düşmektedir. Çalışmada da benzer şekilde muhafaza süresi uzadıkça meyve eti sertliğinde azalma meydana gelmiştir (Şekil 1). Meyvelerin hasat zamanındaki sertlik değerleri 77.66 N'dan soğuk muhafazanın sonunda 72.72-59.23 N değerlerine düşmüştür. SencyFresh™ uygulamaları, kontrol grubuna göre meyve eti sertliğinin korunmasında oldukça etkili olmuştur. 1-MCP uygulamaları özellikle elmalarda 6 aylık

NA muhafaza sonrasında kontrol uygulamasına göre yaklaşık 10 N'luk sertliğin korunmasını sağlamaktadır (Çalhan ve ark., 2013). Bu çalışmada da her iki SencyFresh™ uygulamasından benzer sonuçlar alınmıştır. Birçok diğer uygulamaya göre 1-MCP uygulamalarının en önemli etkilerinden biri soğuk muhafaza sonrası raf ömründe meyve eti sertlik değerlerini korunmasıdır. Çalışma sonucunda da SencyFresh™ ile kontrol uygulamaları arasında ciddi sertlik farkları ortaya çıkmıştır. Hem 625 ppb hem de 1250 ppb SencyFresh™ uygulamaları istatistiki olarak aynı grup içerisinde yer almıştır. 1-MCP'nin özellikle elmalarda raf ömründe de meyve eti sertliğinin düşüşünü engellediği birçok çalışmada bildirilmiştir (Fan et al., 1999b; Çalhan ve ark., 2013).



Şekil 1. Farklı dozlarda SencyFresh™ uygulamalarının Galaxy Gala elma çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince meyve eti sertliği (N) üzerine etkileri. Ortalamaların standart hata değerleri (SE) dört tekerrür üzerinden hesaplanmıştır.

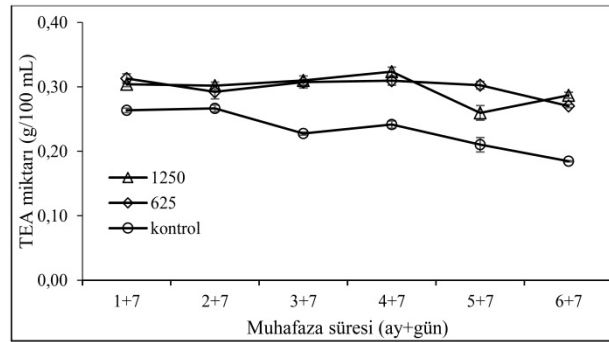
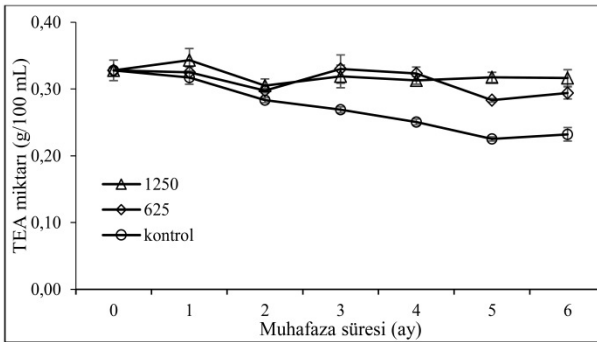
Figure 1. Effects of different concentration SencyFresh™ treatments on firmness (N) of Galaxy Gala fruits during cold storage and shelf life periods. Standard error of the mean (SE) was calculated from four replicates.

Suda Çözünür Kuru Madde (SÇKM) Miktarı ve Titre Edilebilir Asitlik (TEA) Miktarı

Meyvelerin SÇKM miktarı depolama süresi boyunca önce artmış, daha sonra depolama sonlarına doğru kısmen bir azalış meydana gelmiştir (veriler verilmemiştir). SÇKM miktarındaki artışta meyvenin bünyesinde bulunan nişastanın şekerlere dönüşmeye devam etmesi ve meyvenin içerdiği su miktarının azalmasından kaynaklanmaktadır. Dönem sonuna doğru azalışta da meyvenin hayatını devam ettirmek için solunum sırasında bünyesindeki şekerleri de kullanmaya başlaması etkili olmaktadır. 1-MCP uygulamaları genellikle meyvede solunum hızını azaltığı için muhafaza döneminin sonlarına doğru SÇKM miktarında azalış kontrol uygulamalarına göre daha düşük seviyelerde kalmaktadır. Dolayısıyla 1-MCP uygulamaları meyvenin SÇKM içeriğini kısmen korumaktadır. 1250 ve 625 ppb SencyFresh™ uygulamaları %12.9 ve 12.7 SÇKM miktarı ile ilk grupta yer almışlardır. Raf ömrü çalışması sırasında meyvelerin SÇKM miktarları soğuk muhafaza benzer

şekilde değişim göstermiştir. 625 ppb ve 1250 ppb SencyFresh™ uygulamaları istatistik olarak aynı grupta yer almış ve kontrol uygulamasına göre daha yüksek seviyelerde sonuçlar alınmıştır.

Meyvelerde SÇKM oranıyla birlikte tat oluşumunun temel faktörlerinden bir tanesi TEA miktarıdır. Elmalarda organik asitlerden en fazla bulunan malik asittir (Karaçalı, 2009). TEA muhafaza süresi uzadıkça azalış göstermektedir (Şekil 2). Bu azalış 1-MCP uygulamalarında daha düşük seviyededir. TEA bakımından uygulama ortalamaları karşılaştırıldığında 1250 ve 625 ppb SencyFresh™ uygulamaları 0.32 ve 0.31 g/100 ml malik asit bulunurken, kontrol uygulaması 0.27 g/100 ml malik asit içermiştir. 1-MCP uygulamalarının elmalarda TEA'nın azalışını muhafaza süresince koruduğu birçok çalışmada bildirilmiştir (Çalhan ve ark., 2012; Fan and Mattheis, 1999a). Raf ömrü süresince TEA miktarı azalmıştır. Uygulamalar arasında da her iki SencyFresh™ uygulaması aynı grupta yer alırken ve kontrol grubunda TEA'nın kaybı daha yüksek meydana gelmiştir.



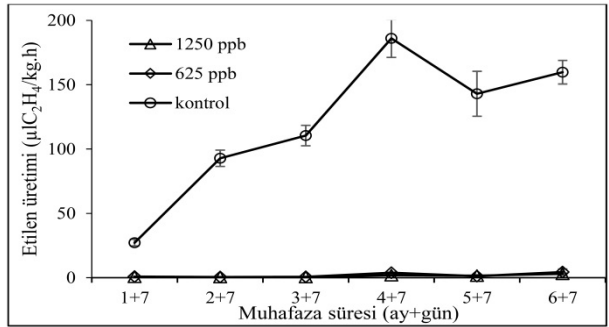
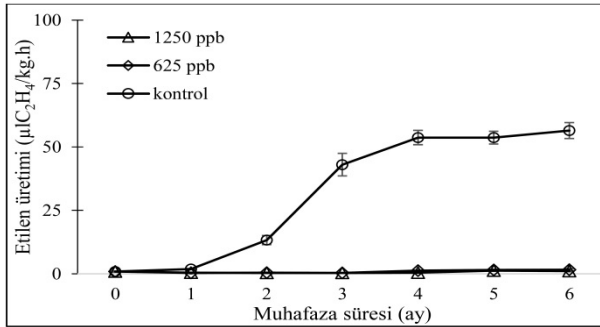
Şekil 2. Farklı dozlarda SencyFresh™ uygulamalarının Galaxy Gala elma çeşidinde muhafaza ve raf ömrü boyunca TEA (g/100 ml) üzerine etkileri. Ortalamaların standart hata değerleri (SE) dört tekerrür üzerinden hesaplanmıştır.

Figure 2. Effects of different concentration SencyFresh™ treatments on titratable acidity (TA) (g/100 ml) of Galaxy Gala fruits during cold storage and shelf life periods. Standard error of the mean (SE) was calculated from four replicates.

Etilen Üretimi

Elma, yüksek etilen üreten bahçe ürünleri arasında yer alan klimakterik bir meyve türüdür (Karaçalı, 2009). Elmalarda etilen üretimindeki artış klimakteriyum ile başlamaktadır. Elmalarda genellikle optimum hasat zamanı klimakterik yükseliş öncesindeki hasat olumu zamanına rast gelmektedir. Hasattan sonra muhafaza süresinde de solunum hızındaki artışla birlikte etilen üretiminde artış meydana gelir. Etilenin bitki metabolizmasında otokatalitik etkisinden dolayı da dokuda üretilmeye başlanan etilen kendi üretim miktarını arttırarak zincirleme reaksiyon şeklinde gerçekleşir. 1-MCP ise etilen üretimini baskılayarak otokatalitik etkisinin ortaya çıkmasını geciktirmektedir. Dolayısıyla 1-MCP uygulanan elmalarda etilen üretimi oldukça düşük seviyelerde kalmaktadır. Yapılan çalışmada kontrol uygulamasında etilen üretimi

muhafaza süresince artmıştır (Şekil 3). Buna karşın 1-MCP uygulanan meyvelerde ise etilen üretimi oldukça düşük seviyelerde kalmıştır. 1-MCP uygulaması elmalarda etilen üretimini çok etkin biçimde baskılamaktadır (Çalhan ve ark., 2013; Watkins et al., 2000; Watkins, 2006; Fan and Mattheis, 2001). Etilen üretimi üzerine 625 ve 1250 ppb SencyFresh™ dozları, istatistiki olarak aynı grupta yer almış ve kontrol grubuna göre oldukça düşük seviyelerde kalmıştır. 1-MCP'nin etilen üretimini baskılanması elmalarda olgunlaşmanın yavaşlatılması ve kalitenin daha uzun süre korunmasına katkı sağlamıştır. Çalışmanın raf ömrü sürecinde de etilen üretimi, SencyFresh™ uygulamaları tarafından etkili şekilde baskılanmıştır. Her iki SencyFresh™ dozu istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Kontrol grubunun etilen üretimi soğuk muhafazaya (56.49 $\mu\text{C}_2\text{H}_4/\text{kg.h}$) göre raf ömrü sırasında (159.71 $\mu\text{C}_2\text{H}_4/\text{kg.h}$) oldukça artmıştır (Şekil 3).



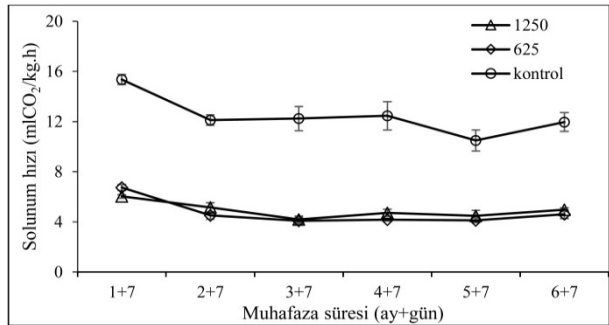
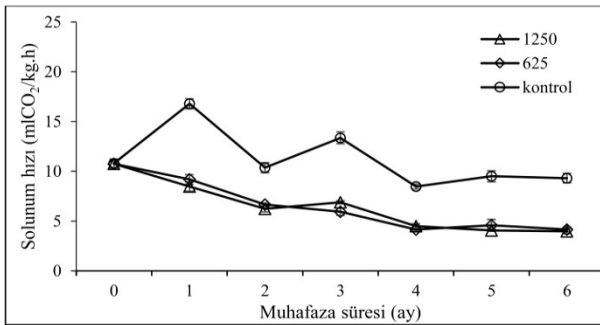
Şekil 3. Farklı dozlarda SencyFresh™ uygulamalarının Galaxy Gala elma çeşidinde muhafaza süresince etilen üretimi ($\mu\text{C}_2\text{H}_4/\text{kg.h}$) üzerine etkileri. Ortalamaların standart hata değerleri (SE) dört tekrerr üzerinden hesaplanmıştır.

Figure 3. Effects of different concentration SencyFresh™ treatments on ethylene production ($\mu\text{C}_2\text{H}_4/\text{kg.h}$) of Galaxy Gala fruits during cold storage and shelf life periods. Standard error of the mean (SE) was calculated from four replicates.

Solunum Hızı

Meyvelerin solunum hızları muhafaza süresince kontrol uygulamasında önce hafif bir yükseliş meydana gelirken daha sonra muhafaza sonuna kadar bir azalış görülmüştür (Şekil 4). Uygulamalar arasında ise

solunum hızları arasında önemli farklılıklar çıkmıştır. Kontrol uygulamasının ortalama solunum hızı 11.23 $\text{mlCO}_2/\text{kg.h}$ iken 625 ve 1250 ppb SencyFresh™ uygulamalarının solunum hızları 6.49 $\text{mlCO}_2/\text{kg.h}$ ve 6.41 $\text{mlCO}_2/\text{kg.h}$ şeklinde gerçekleşmiştir.



Şekil 4. Farklı dozlarda SencyFresh™ uygulamalarının Galaxy Gala elma çeşidinde muhafaza sırasında solunum hızı ($\text{mlCO}_2/\text{kg.h}$) üzerine etkileri. Ortalamaların standart hata değerleri (SE) dört tekrerr üzerinden hesaplanmıştır.

Figure 4. Effects of different concentration SencyFresh™ treatments on respiration rate ($\text{mlCO}_2/\text{kg.h}$) of Galaxy Gala fruits during cold storage and shelf life periods. Standard error of the mean (SE) was calculated from four replicates.

1-MCP uygulaması etilen üretimini baskılayarak meyvelerde solunum hızını baskılamaktadır (Watkins, 2006). Böylece meyvelerin düşük solunum hızı göstermesi daha uzun süre depolanabileceğini göstermektedir. Raf ömrü sırasında da iki SencyFresh™ uygulamasının solunum hızı, kontrol uygulamasına göre düşük seviyelerde kalmıştır. Ortalamalar dikkate alındığında kontrol uygulamasının solunum hızı ile diğer uygulamalar arasındaki fark yaklaşık 3 kat fazladır.

Meyve Kabuk Rengi

Galaxy Gala elma çeşidinde depolama süresince genellikle kabuk renk değişimlerinde uygulamalar arasında çok fazla bir farklılık yakalanmamıştır. Elde edilen farklılık daha çok muhafaza süreleri arasında gerçekleşmiştir. Fan and Mattheis (1999b) 1-MCP uygulamasının elmalarda muhafaza sırasında kabuk rengi değişimlerini azalttığını bildirmiştir.

L* değeri kabuğun açıklığını ifade etmekte olup, değerlerin yükselmesi açıklık değerinin artışı anlamına gelmektedir. L* değeri muhafaza başlangıcında kısmen düştükten sonra dönem sonlarına doğru tekrar başlangıç seviyelerine geri gelmiştir (Çizelge 3). Uygulamalar arasında istatistiki olarak önemli farklılık belirlenmiş olup SencyFresh™ uygulamaları daha

yüksek değerler almıştır. Burada SencyFresh™ uygulanan meyvelerin daha canlı bir kabuk görüntüsüne sahip olduğu söylenebilir. Raf ömrü süresinde ise L* değeri bakımından hem dönemsel olarak hem de uygulamalar arasında herhangi bir istatistiki fark saptanmamıştır.

a* değerinde (+) değerler kırmızı ve (-) değerler yeşil renk tonunun baskın olduğunu ifade etmektedir. a* değeri bakımından uygulamalar arasında istatistiki olarak farklılık göstermemiştir (Çizelge 3). Muhafaza süresince ise genel olarak a* değerinde düşüş gözlemlenmiştir. En az düşüş 1250 ppb SencyFresh™ uygulamasından elde edilmiştir. Raf ömrü çalışması sırasında ise a* değeri bakımından hem dönemsel olarak hem de uygulamalar arasında istatistiki olarak farklılık bulunmamıştır.

b* değerinde (+) değerler sarı ve (-) değerler mavi renk tonunun baskın olduğunu ifade etmektedir. b* değeri bakımından uygulamalar arasında ve muhafaza süreleri arasında istatistiki olarak farklılık çıkmıştır. Fakat genelde b* renk değerlerinin muhafaza süresince hasat değerine göre belirgin farklılıklar meydana gelmemiştir (Çizelge 3). Hem muhafaza hem de raf ömrü süresince kısmen bir azalış meydana gelmiştir.

Çizelge 3. Farklı dozlarda SencyFresh™ uygulamalarının Galaxy Gala elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca meyve kabuk rengi (L*, a*, b*) üzerine etkileri

Table 3. Effects of different concentration SencyFresh™ treatments on skin color (L*, a*, b*) of Galaxy Gala fruits during cold storage and shelf life periods.

Uygulamalar	Dönem (ay+gün)	L*	a*	b*
1250 ppb	0	49.18	31.49 abc*	25,18 a-d*
	6	48.78	29.10 c	24,50 bcd
	6+7	46.72	29.88 bc	25,80 abc
625 ppb	0	47.93	31.93 ab	23,98 bcd
	6	47.41	29.46 bc	26,12 ab
	6+7	48.28	29.57 bc	23,67 cde
Kontrol	0	46.30	32.94 a	23,40 de
	6	45.13	30.98 abc	26,75 a
	6+7	47.68	29.59 bc	21,62 e
Önemlilik		ÖD	*	***
LSD			2.48	2.24

*Küçük harfler uygulamalar arasındaki farklılığı göstermektedir. ^{ÖD} Ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli değildir.

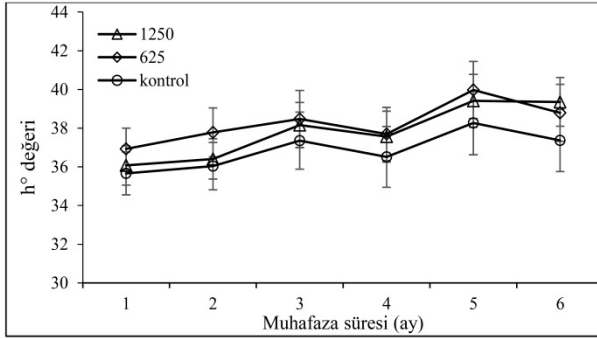
C* değeri rengin yoğunluğunu (parlaklık-matlık) ifade etmektedir. Genel olarak muhafaza süresi boyunca C* değerinde azalış meydana gelmiştir. Bu azalışta kabuk rengindeki canlılığın azalarak mat ve donuk renk oluşmasından kaynaklanmaktadır (Greer, 2005). Raf ömrü çalışmaları sırasında uygulamalar arasında C* değeri bakımından istatistiki olarak farklılık bulunmamıştır (veriler verilmemiştir).

h° renk değeri ise insan gözü tarafından algılanan rengi ifade etmektedir. Meyvelerden ölçülen h° değerleri 35-40° arasında olup, genelde kırmızıdan turuncuya doğru olan renkleri ifade etmektedir. Uygulama ortalamaları arasında h° değeri açısından istatistiki olarak farklılık bulunmuştur (Şekil 5). 1250 ppb SencyFresh™ uygulaması h° değeri bakımından muhafaza sırasında en yüksek değeri almıştır. h° değeri

raf ömrü çalışması sırasında hem muhafaza süresi hem de uygulamalar arasında istatistiki olarak farklılık tespit edilememiştir (veriler verilmemiştir).

Fungal Etmenlere Bağlı Kayıp Oranı

Muhafaza süresi boyunca meyvelerde meydana gelen kayıp miktarları Şekil 6.'de gösterilmiştir. Uygulamalar arasında istatistiki olarak farklılık bulunamamıştır. En az kayıp miktarı 1250 ppb



Şekil 5. Farklı dozlarda SencyFresh™ uygulamalarının Galaxy Gala elma çeşidinde muhafaza süresince h° değeri üzerine etkileri. Ortalamaların standart hata değerleri (SE) dört tekrardan hesaplanmıştır.

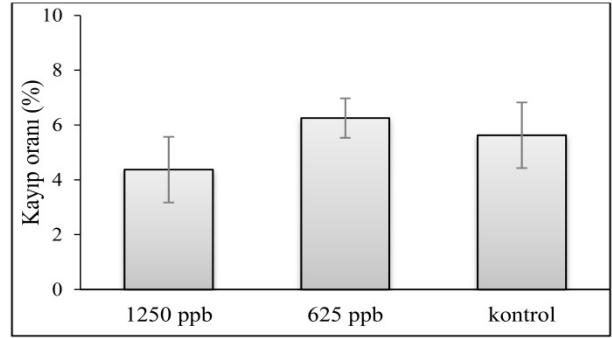
Figure 5. Effects of different concentration SencyFresh™ treatments on h° color value of Galaxy Gala fruits during cold storage periods. Standard error of the mean (SE) was calculated from four replicates.

SONUÇ

Galaxy Gala çeşidinin NA'de 6 aylık muhafaza süresi boyunca kalite kriterleri azalış göstermiştir. Özellikle meyve eti sertliğinin düşmesi, etilen üretiminin artması, TEA miktarının azalması, meyvelerin ağırlık kaybı muhafaza süresince meydana gelmiştir. Soğuk muhafaza sırasında meydana gelen bu kalite kayıpları raf ömrü sırasında daha da belirgin hale gelmiştir.

Uygulamalar açısından değerlendirildiğinde ise özellikle SencyFresh™ uygulamalarından kalite kayıplarının korunmasında oldukça etkili sonuçlar alınmıştır. SencyFresh™ uygulamalarının NA koşullarında 6 ay süreyle soğuk muhafaza sırasında özellikle meyve eti sertliğinin korunması, etilen üretiminin baskılanması, solunum hızının azaltılması ve

dozundan elde edilmiştir. Yapılan çalışmalarda 1-MCP'nin meyvelerde çürüme ve bozulmalar üzerine etkili olduğu (Saftner et al., 2003) veya olmadığı (DeEll et al., 2007) üzerine farklı bulgular yayınlanmıştır. Galaxy Gala elma çeşidinde görülen çürümelere genellikle *Penicillium* ssp. bağlı olup, bunun yanında *Gloeosporium* ssp.'ye bağlı çürümelere de görülmüştür.



Şekil 6. Farklı dozlarda SencyFresh™ (%3.3 1-MCP) uygulamalarının Galaxy Gala elma çeşidinde muhafaza süresince kayıp miktarı üzerine etkileri. Ortalamaların standart hata değerleri (SE) dört tekrardan hesaplanmıştır.

Figure 6. Effects of different concentration SencyFresh™ treatments on losses of the product of Galaxy Gala fruits during cold storage periods. Standard error of the mean (SE) was calculated from four replicates.

TEA korunmasındaki etkileri daha net ortaya çıkmıştır. Çalışma sonunda, farklı formülasyonda hazırlanmış olan %3.3 1-MCP içeren SencyFresh™'in meyve kalite kriterleri üzerine olan etkilerinin, daha önceden yapılmış olan 1-MCP çalışmalarının sonuçlarına benzer bulgular elde edilmiştir.

Çalışma sonunda SencyFresh™'in 625 ppb (0.042 g/m³) ve 1250 ppb (0.084 g/m³) dozlarının Galaxy Gala elma çeşidinin NA'de 6 ay soğuk muhafazası ve buna ilaveten 7 gün raf ömrü süresince incelenen kriterler bakımından istatistiki olarak genellikle aynı grupta yer aldığı görülmüştür. Bundan dolayı düşük doz uygulaması olan 625 ppb (0.042 g/m³) %3.3 1-MCP, Galaxy Gala elma çeşidi için önerilen uygulama dozu olarak belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- FAO, 2014. FAOSTAT, <http://faostat.fao.org> erişim tarihi: Ocak 2015.
- Atay, E., L. Pırlak ve A.N. Atay. 2010. Determination of fruit growth in some apple varieties. Journal of Agricultural Sciences, 16: 1-8.
- Blankenship, S.M. and J.M. Dole. 2003. 1-Methylcyclopropene: a review. Postharvest Biology and Technology, Vol., 28: 1-25.

- Çalhan, Ö., İ. Eren, C.E. Onursal ve A. Güneşli. 2012. Granny Smith elma çeşidinin dinamik kontrollü atmosferde (DKA) depolanması. Bahçe Bilimi Yayın No: 3: 145-152.
- Çalhan, Ö., İ. Eren, C.E. Onursal, A. Güneşli, M. Emre ve F.P. Öztürk. 2013. Antalya (Korkuteli-Elmalı) bölgesinde elmalara 1-MCP (SmartFresh™) uygulamaları ve etkileri. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 6 (1): 21-25.

- DeEll, J.R., J.T. Ayres and D.P. Murr. 2007. 1-Methylcyclopropene influences 'Empire' and 'Delicious' apple quality during long-term commercial storage. *HortTechnology*, 17: 46-51.
- Greer, D.H. 2005. Non-destructive chlorophyll fluorescence and colour measurements of 'Braeburn' and 'Royal Gala' apple (*Malus domestica*) fruit development throughout the growing season. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 33(4): 413-421.
- Fan, X. and J.P. Mattheis. 2001. 1-Methylcyclopropene and storage temperature influence responses of 'Gala' apple fruit to gamma irradiation. *Postharvest Biology and Technology* 23: 143-151.
- Fan, X., J.P. Mattheis and S. Blankenship. 1999a. Development of superficial scald, coreflush, and peel greasiness is reduced by MCP. *Journal Agricultural Food Chemistry*, 47: 3063-3068.
- Fan, X., S.M. Blankenship and J.P. Mattheis. 1999b. 1-Methylcyclopropene inhibits apple ripening. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 124(6): 690-695.
- Karaçalı, İ. 2009. Bahçe ürünlerinin muhafaza ve pazarlanması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 494, İzmir, s:481.
- Kaynaş, K., N. Ekici, M. Sakaldaş ve N. Rodoplu. 2012. Fuji Zhen Aztec elma çeşidinde hasat sonrası 1-Methylcyclopropene Protabs uygulamalarının depolama süresince bazı kalite özelliklerine etkileri. *Bahçe Bilimi Yayın No: 3: 55-61*.
- Özipek Ö. ve A.İ. Köksal. 2012. Ankara koşullarında yetiştirilen Cooper 900 ve Gloster elma çeşitlerinin muhafaza üzerine 1-Methylcyclopropene uygulamalarının etkisi. *Bahçe Bilimi Yayın No: 3: 71-80*.
- Saftner, R.A., J.A. Abbott, W.S. Conway and C.L. Barden. 2003. Effects of 1-methylcyclo propene and heat treatments on ripening and postharvest decay in Golden Delicious' apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 128(1): 120-127.
- Saltveit, M.E. 2009. Measuring Respiration. <http://ucce.ucdavis.edu/files/datastore/234-20.pdf> erişim tarihi: Ocak 2015.
- Sisler, E.C. and M. Serek. 1997. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: Recent developments. *Physiologia Plantarum*, 100: 577-582.
- Watkins, C.B. 2006. 1-Methylcyclopropene (1-MCP) based technologies for storage and shelf life extension. *International Journal Postharvest Technology and Innovation*, Vol. 1, No. 1, p: 62-68.
- Watkins, C.B., J.F. Nock and B.D. Whitaker. 2000. Responses of early, mid, and late season apple cultivars to postharvest application of 1-MCP under air and controlled atmosphere conditions. *Postharvest Biology and Technology*, 19: 17-32.