

RENDELENMİŞ HAVUCUN KALSİYUM UYGULAMALARINA TEPKİLERİ

Muharrem ERGUN¹, Nazan ERGUN¹

¹K.Sütçü İmam Üniv., Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Kahramanmaraş, ergun@ksu.edu.tr

ÖZET

Rendelenmiş havuçlar %5'lik kalsiyum laktat konsantrasyonuna, %5'lik kalsiyum klorür konsantrasyonuna veya suya (kontrol) 5 dakika süre ile batırılıp 4 °C'de 8 ile 9 gün muhafaza edildi. Muhafaza boyunca, tat, gevreklik ve kokuda meydana gelen duysal değişiklikler ile suda çözünen kuru madde miktarı, pH ve 440 ve 450 nm'deki ışık absorbans değerleri kayıt edildi. Her iki kalsiyum muamelesi hem gevreklik kaybını hem de kötü koku oluşumunu geciktirdi. Fakat kalsiyum klorür diğer muameleler ile karşılaştırıldığında çok az bir acılığa neden oldu. Suda erir kuru madde miktarı kalsiyum uygulamaları ile etkilenmezken pH değerindeki azalma kalsiyum uygulaması ile az da olsa bastırıldı. Kalsiyum muameleleri ayrıca rendelenmiş havuçların karamasını da geciktirdi. Araştırma sonuçları rendelenmiş havuçların 4 °C'deki raf ömürlerinin kalsiyum uygulamaları ile özellikle kalsiyum klorür uygulamaları ile daha da artırabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: rendelenmiş havuç, kalsiyum laktat, kalsiyum klorür, kararma

RESPONSES OF SHREDED CARROTS TO CALCIUM TREATMENTS

ABSTRACT

Shredded carrots were dipped into 5% calcium lactate concentration, 5% calcium chloride concentration or water as control for 5 min then stored at 4 °C for 8 to 9 days. During the storage, sensory changes in texture, taste and aroma; soluble solid concentration; pH; and absorbance at 440 and 450 nm were recorded. Either calcium lactate or calcium chloride delayed both texture loses and off-aroma development in the shredded carrots. However, calcium chloride caused a slight bitterness in the shredded carrots compared to the calcium lactate or control. Soluble solid concentration was not affected by the calcium applications while the decrease in pH was slightly suppressed by the calcium applications. The calcium applications delayed browning of the shredded carrots as well. The results indicate the shelf life of the shredded carrots at 4 °C may be extended by calcium applications especially calcium chloride.

Key Words: shredded carrot, calcium lactate, calcium chloride, browning

GİRİŞ

Taze kesilmiş meyve ve sebzelere talep her geçen gün artmaktadır. Ancak bu ürünlerin kalitesini uzun süre koruyabilmek hala aşılması gereken önemli bir problemdir. Taze kesilmiş ürünlerin hazırlanması esnasında ürünler çeşitli yaralanma ve berelenmelere uğramaktadır. Bu yaralanma ve berelenmeler, dokularda ürünlerin depolama veya raf ömürlerinin kılmasına neden olan dejenerasyonların başlamasına sebep olmaktadır (Bolin ve Huxsoll, 1991). Bu tür dejenerasyonları kontrol altına almak taze kesilmiş meyve sebze endüstrisine önemli yararlar sağlayacaktır.

Rendelenmiş veya taze kesilmiş havuç kökleri de diğer taze kesilmiş ürünlerde olduğu gibi çok kısa bir süre içerisinde kalitelerin kaybetmekte ve tüketilemez hale gelmektedirler. Taze kesim esnasında meydana gelen yaralanmalar proteinlerin, karbonhidratların ve yağların parçalanmasına neden olabilecek karoten oksidasyonuna ve solunum artışına sebep olmakta böylece tatta bozulmalara ortaya çıkabilmektedir (Li ve Barth, 1998). Bu kalite kayıplarını azaltmak ve dolayısıyla daha fazla raf ömrü elde etmek amacıyla çeşitli araştırmalar yapılmış ve yapılmaya devam etmektedir. Izumi ve ark. (1996) rendelenmiş veya dilimlenmiş havuçların kontrollü atmosfer koşullarında kalitelerini daha uzun süre koruyabildiklerini bulmuşlardır. Düşük dozlarda yapılan irridasyon taze kesilmiş havuçların daha uzun bir süre muhafazasını da mümkün kılabilir (Kamat ve ark. 2005). Yenilebilir kaplamalar ile muamele edilen taze kesilmiş havuç köklerinde karoten kaybı ve beyazlaşma daha az olmuş böylece kalite kaybındaki artış yavaşlatılabilmektedir (Li ve Barth, 1998). Ayrıca yine yenilebilir tatlı patates nişastası ve chitosan ile kaplanan taze kesilmiş sebzelerde mikrobiyal gelişme kontrol altına alınabilmektedir (Durango ve ark., 2006).

Kalsiyumun bitki senesensini geciktirebilmektedir ve bunu hücre membranları ve duvarı üzerine olumlu etkisi ile gerçekleştirebilmektedir (Ferguson, 1984). Kalsiyum havuçlarda, doku yapısındaki bozulmayı geciktirmiş (Izumi ve Watada, 1994), hücre geçirgenliğindeki artmayı engellemiş (Picchioni ve ark., 1994), senesens ile alakalı membran yağlarındaki değişimleri geciktirmiş ve hücre yenilenme işleminde artışa neden olmuştur (Picchioni ve ark., 1996).

Bu çalışmadaki amaç rendelenmiş havuç köklerinin farklı kalsiyum bileşiklerine karşı verdiği tepkiyi duysal analizleri ön plana alarak ortaya çıkarmaktır.

MATERYAL VE METOD

Bitki materyali ve bitki materyalinin hazırlanması

Havuçlar (*Daucus Carota* L.) Kahramanmaraş'taki yerel bir pazardan temin edildi ve KSÜ'nde bulunan Bahçe Bitkileri Laboratuvar'ına getirilip deneme burada gerçekleştirildi. Öncelikle, havuç köklerinde renk, şekil ve diğer fiziksel etmenler dikkate alınarak bir eleme yapıldı. Kökler çeşme suyu ile temizlendikten sonra $300 \mu\text{L L}^{-1}$ çamaşır suyu çözeltisine 5 dakika süre ile batırıldı. "Y" tipi bir meyve kabuk soyacağı ile endodermis tabakası kazık kök yüzeyinden uzaklaştırıldı. Daha sonra kökler el ile rendelendi. Rendeleme sonunda ortalama 0.5 ile 1 cm uzunluğunda 1 ile 2 mm eninde değişen ince parçalar elde edildi. Sonra bu parçalar karıştırılıp birörnek haline getirilip muameleler için hazır hale getirildi.

Muameleler ve deneme deseni

Rendelenmiş köklerin bir kısmı saf suya, bir kısmı kalsiyum laktat (%5) ve bir kısmı kalsiyum klorür (%5) çözeltisine 5 dakika süre ile batırıldı. Rendelenmiş kökler çözeltilerden ve sudan bir elek yardımıyla çıkartıldı ve fazla su sallamak sureti ile uzaklaştırıldı. Daha sonra rendelenmiş kökler plastik kaplara (130 ml hacminde yuvarlak ve sıkıca kapanabilen) kapaklara değmeyecek şekilde dolduruldu. Yaklaşık olarak 120 tane kap deneme için kullanıldı; kaplardan 40 tanesi sadece suya batırılan (kontrol), 40 tanesi kalsiyum laktat çözeltisine batırılan ve 40 tanesi kalsiyum klorür çözeltisinin batırılan rendelenmiş havuçlardan teşekkül etti. Deneme deseni Tesadüf Blokları Denemesi olup 3 tekerrürlü bir yapıya sahipti. Kaplar daha sonra 4 °C'lik bir inkübatöre yerleştirildi ve 8 ile 9 gün süre ile muhafaza edildi

Duyusal analizler

Gevreklik, acılık ve koku duyusal olarak resmi olmayan bir tanımlayıcı analiz yöntemi ile öğrenci ve asistanlar tarafından kayıt edildi. Gevreklik için 5 dereceli (5=çok iyi, 4=iyi, 3=orta, 2=kötü, 1=çok kötü), acılık için 5 dereceli (0=yok, 1=çok az, 2=az, 3=orta, 4=çok) ve koku için 5 dereceli (0=yok, 1=çok az, 2=az, 3=orta, 4=çok) hedonik ölçekler kullanıldı. Bu değerler günlük olarak oda sıcaklığında ve floresan ışığı altında kayıt edildi.

Diğer analizler

Rendelenmiş kök parçalarından bir meyve sıkacağı (Premier, PR-603, Hong Kong) ile çıkartılan sular suda çözünen kuru madde miktarı (SÇKM) ve pH analizi için kullanıldı. SÇKM bir el refraktometresi (Atago NI, Japan) ile ve pH bir pH metre (WTW 526, Germany) ile belirlendi. Geri kalan su ilerde yapılabilecek analizler için -20 °C'de donduruldu.

Işık absorbanansı

Dondurulmuş kök sularının oda sıcaklığında erimesi sağlandıktan sonra sular 1:4 oranında sulandırıldı ve oda sıcaklığında 2,500 g'de 5 dakika süre ile santrifüje (Hettich, Universal 16A) edildi. Dilusyonun üst kısmından alınan örneklerden 440 (kahverengileşme) ve 450 (beta karoten) nm deki absorbanansı değerleri bir spektrofotometre (Spectramax Plus 384, USA) yardımıyla oda sıcaklığında ölçüldü.

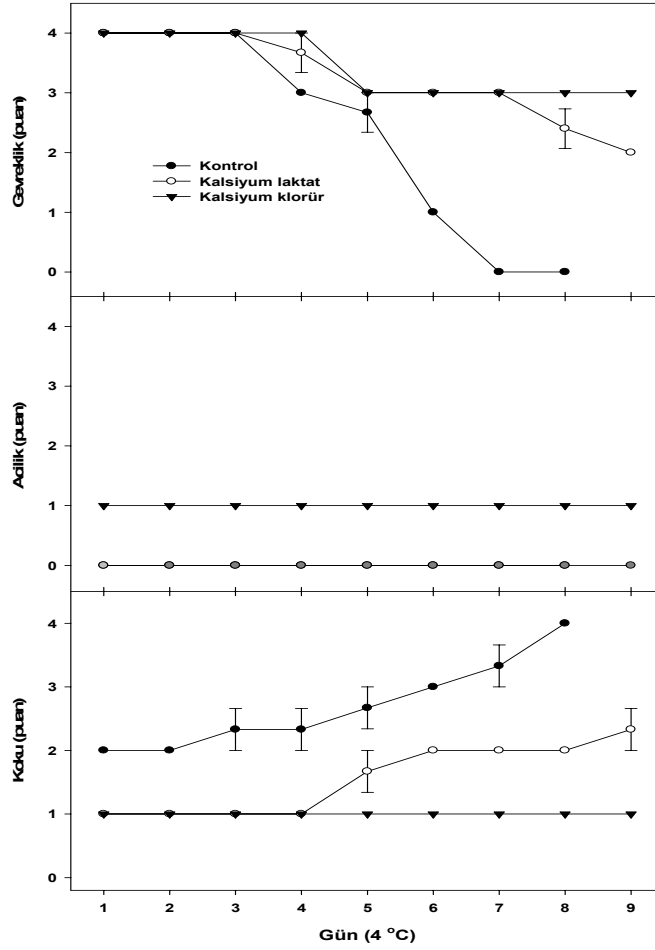
İstatistiksel analizler

SAS (version 8.1, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) yazılımı varyans analizi ve DMRT için kullanıldı. Şekillerde ve tablolarda karşılaştırma yöntemleri standart hata olarak verilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Duyusal analizler

Her üç muamelede de havuçlar kendilerine has gevreklik özelliklerini en üst düzeyde olacak şekilde üçüncü güne kadar korudu (Şekil 1). Dördüncü günde kontrol, beşinci günde kalsiyum laktat ve kalsiyum klorür gevrekliklerinin kaybetmeye başladılar. Kontrolde gevreklik yedinci güne kadar tamamen kaybedilmesine rağmen kalsiyum laktat ve kalsiyum klorür muamelelerinde orta seviyenin (3) altına bile düşmedi. Depolamanın yedinci gününden itibaren kalsiyum laktat muamelesinde gevreklik iyinin (4) altına düşerken kalsiyum klorürde böyle bir düşüşe rastlanmadı. Elde edilen sonuçlara göre gevrekliği en iyi şekilde kalsiyum klorürün ortaya çıkardığı görülmüştür ve bunun nedeni kalsiyum klorürün daha fazla Ca^{+2} iyonu içermesinden kaynaklandığı tahmin edilmektedir (Picchioni ve ark., 1996). Kalsiyumun havuç rendelerinin gevrekliğini uzun süre koruyabilmesinin nedenlerinden biri kalsiyumun hücre membranında ve hücre duvarında sağlamaştırıcı etkisidir (Izumi ve Watada, 1994; Picchioni ve ark. 1996).



Şekil 1. Rendelendikten sonra kalsiyum laktat, kalsiyum klorür çözeltilerine ve suya (kontrol) batırılıp MAP koşullarına 4 °C depolanan havuç köklerinin duyu analizi değişiklikleri. Hedonik ölçekler: Gevreklik (4=çok iyi, 3=iyi, 2=orta, 1=kötü, 0=çok kötü), acılık (0=yok, 1=çok az, 2=az, 3=orta, 4=çok) ve koku (0=yok, 1=çok az, 2=az, 3=orta, 4=çok). Düşey barlar standart hataları göstermektedir.

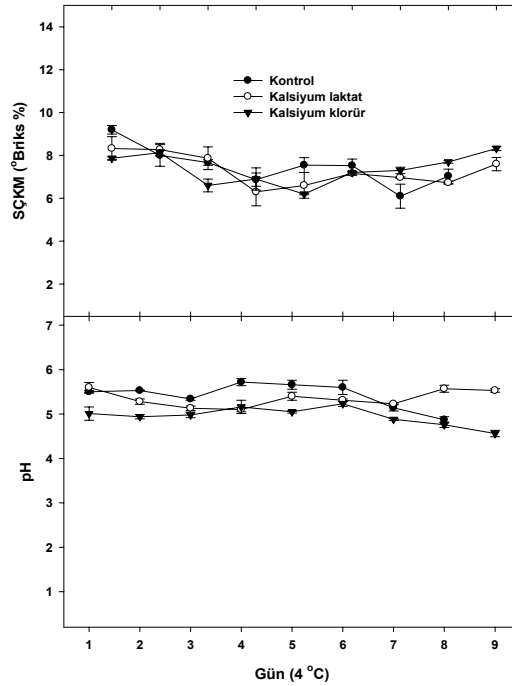
Duyusal analizler içerisinde değerlendirilen acılık sadece kalsiyum klorürde 1 derecesinde yani çok az olarak görülmüştür (Şekil 1). Kalsiyum klorür havuç rendelerine çok az bir acı lezzet vermiş ve acılık depolama boyunca değişmemiştir. Talcott ve ark. (2001) havuçta acılığa 6-methoxymellein konsantrasyonundaki düşmenin sebep olabileceğini belirtmektedir. Bizim bulduğumuz sonuçlarda acılık tamamen kalsiyumun fazlalığı ile alkalidir çünkü kalsiyum klorürü kalsiyum laktata göre daha fazla Ca^{+2} miktarı içermektedir (Picchioni ve ark., 1996).

Muamelelerin kokularında zamana bağlı değişiklikler Şekil 1' de gösterilmiştir. Daha denemenin birinci gününden itibaren tüm muamelelerin koku içeriklerinde farklılıklar belirmiştir. Kontrolün kokusu depolama boyunca bir artış göstermesine rağmen kalsiyum laktatta beşinci günden itibaren bir artma söz konusudur ve kalsiyum klorürde ise koku indeksi sabit kalmıştır. Kontrol sekizinci günde en yüksek değere ulaşırken (4 çok) kalsiyum laktat en fazla 2 ile 3 (az ile orta) değerine kadar yükselmişlerdir. Elde ettiğimiz sonuçlara göre kalsiyum klorür tamamen koku oluşumunu engellerken kalsiyum laktat koku oluşumunu belli bir süre geciktirebilmiştir ve bastırabilmiştir. Izumi ve ark. (1996) yaptığı bir çalışmada kontrollü atmosfer koşullarının da (%0.5 O_2 ve %10 CO_2) rendelenmiş havuçlardaki kötü koku oluşumunu 0, 5 veya 10 °C'de engellediğinin bulmuşlardır. Kokudaki artış dokunun ya hücre bütünlüğünün bozulmasından yâda mikroorganizma gelişmesinden kaynaklanabilir. Sebep ne olursa olsun kalsiyum uygulamaları koku oluşumunu engellemektedir ve bunun nedeni kalsiyumun hücre bütünlüğünün korunması üzerine etkileri ile gerçekleşmektedir yani kalsiyum senesens ile alkalı membran lipid değişimlerini ve membran onarım işlemini kontrol altına almaktadır (Picchioni ve ark., 1996).

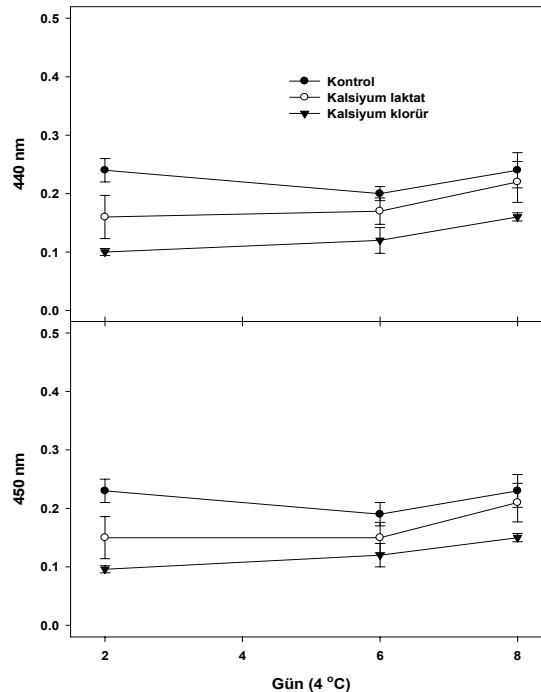
Diğer analizler

Rendelenmiş havucun muameleler öncesi SÇKM miktarı %10.6 ile %10.8 arasında değişirken bu değer muameleler sonrası kontrolde %9.2'ye, kalsiyum laktatta % 8.3'e ve kalsiyum klorürde % 7.9'a kadar gerilemiştir. Bu gerilmenin nedeni rendelenmiş havuç tanelerinin izotonik olmayan çözeltiler içerisinde (su, %5 kalsiyum laktat ve %5 kalsiyum klorür) uzun süre (5 dakika) bekletilmesidir. Kontrol

muamelesindeki rendelenmiş havuçlardaki SÇKM miktarı zamanla azalmış ve dokuzuncu günde %7'ye kadar gerilemiştir, kalsiyum laktatta ve kalsiyum klorürde de değişimler gözlenmiş fakat bu değişimler kontrolde ki kadar fazla olmamıştır (Şekil 2). Her üç muamelede de istatistiksel olarak depolama boyunca farklılık göstermemiştir. Dememizden çıkan sonuç kalsiyumun SÇKM üzerine herhangi bir olumlu yâda olumsuz etkisi söz konusu değildir.



Şekil 2. Rendelendikten sonra kalsiyum laktat, kalsiyum klorür çözeltilerine ve suya (kontrol) batırılıp MAP koşullarına 4 °C depolanan havuç köklerinde SÇKM ve pH değişimleri



Şekil 3. Rendelendikten sonra kalsiyum laktat, kalsiyum klorür çözeltilerine ve suya (kontrol) batırılıp MAP koşullarına 4 °C depolanan havuç köklerinden elde edilen suların 440 ve 450 nm'deki absorpsiyon değerleri

Muamelelerin pH değerleri de SÇKM miktarı gibi muamele sonrası hafif bir azalma göstermiştir. Muameleler öncesi pH değerleri 5.92 ile 6.0 arasında değişirken muameleler sonrası bu değerler kontrolde 5.5'e, kalsiyum laktatda 5.6'ya ve kalsiyum klorürde 5.1'e gerilemiştir. Suda çözünür kuru

maddelerin çözelti yâda su ortamına verilmesi belki de hücre içerisindeki asitliğin artmasına bu da pH değerinde düşmelere sebep olmuştur. Muamelelerin tümünde en son pH değerleri ilk pH değerleri ile karşılaştırılınca daha düşük olduğu görülmüştür. Bu düşme zamanla hücre bütünlüğündeki bozulmaların bir sonucu olabilir. Elde ettiğimiz sonuçlara göre kalsiyum hücrenin asitlik yapısını etkilemektedir ve özellikle de kalsiyum klorür kalsiyum laktata göre daha asidik bir yapı kazandırmaktadır.

Işık absorbanası

440 nm'deki ışık absorbanası değeri daha ilk günde muameleler arasında farklılık göstermiştir (Şekil 3). Kontrol altıncı güne doğru bir azalma daha sonra bir artma göstermiştir fakat gerek kalsiyum laktat gerek kalsiyum klorür zamanla artan bir eğilim göstermektedir. Birinci günde kontrol en yüksek değere sahip iken bunu sırasıyla kalsiyum laktat ve kalsiyum klorür izlemektedir. Daha sonraki günlerde kontrol ve kalsiyum laktat istatistiksel olarak farklı değerler içermezken kalsiyum klorür daha az değerlere sahip olmuştur. 440 nm'deki ışık absorbanası değerleri birçok üründe kahverengi metabolitlerinin bir ölçüsü olarak kabul edilmektedir. Deneme sonuçlarımıza göre kalsiyum kahverengileşmeyi engelleyebilmekte özellikle kalsiyum klorürün kalsiyum laktattan daha başarılı olduğu gözlenmiştir.

450 nm'de ki ışık absorbanası değerleri 440 nm'de kine benzer bir eğilim göstermektedir (Şekil 3). Sadece altıncı günde muameleler arasında bir farklılık görülmesiyle 440 nm'den ayrılmaktadır. 450 nm beta karoten renk maddesi için kullanılan bir ışık absorbanası değeridir. 450 nm değerlerin 440 nm deki değerlere benzer bir eğilim göstermesi 450 nm deki değişimlerin beta karotenden değil de kahverengi metabolitlerinden kaynaklanabileceğini sonucunu ortaya çıkarmaktadır.

SONUÇ

Hem kalsiyum laktat hem de kalsiyum klorür rendelenmiş havuçların gevrekliğini uzun süre muhafaza etmişlerdir; fakat kalsiyum klorür kalsiyum laktata göre daha etkili olmuştur. Kalsiyum klorür rendelenmiş havuçların uzun süre gevrek kalmasını sağlamasına rağmen tatlarında çok az bir açılışmaya neden olmuştur. İstemeyen koku gelişimi yine hem kalsiyum laktat hem de kalsiyum klorür tarafından engellenmiş veya bastırılmıştır. Kalsiyum laktat koku gelişimini 4 gün geciktirirken kalsiyum klorür ise deneme boyunca istemeyen bir koku gelişimine izin vermemiştir. Suda erir kuru madde miktarı kalsiyum uygulamaları ile etkilenmezken pH değeri kalsiyum uygulaması ile çok az bir düşüş göstermiştir, özellikle de kalsiyum klorür ile muamele edilen rendelenmiş havuçlar. Kalsiyum muameleleri rendelenmiş havuçlarda karamayı da azaltabilmişlerdir. Diğer değerlerde olduğu gibi yine karamanın engellenmesinde kalsiyum klorürü kalsiyum laktata göre daha etkili olmuştur. Sonuç olarak rendelenmiş havuçların 4 °C deki raf ömürlerin kalsiyum uygulamaları ile özellikle kalsiyum klorür uygulamaları ile daha da artırabilmektedir ve bu artış yumuşamanın ve koku gelişimin belli bir düzeye kadar engellenmesi ile sağlanabilmektedir.

KAYNAKLAR

- Bolin, H.R., C.C. Huxsoll. 1991. Effect of preparation producers and storage parameters on quality retention of salad-cut lettuce. *J. Food Sci.* 56: 60-67.
- Durango, A.M., N.F.F. Soares, N.J. Andrade. 2006. Microbiological evaluation of edible antimicrobial coating on minimally processed carrots. *Food Control* 17, 336-341.
- Ferguson, I.B. 1984. Calcium in plant senescence and fruit ripening. *Plant Cell. Environ.* 7: 477-489.
- Izumi, H., A.E. Watada, N. P. Ko, W. Douglas. 1996. Controlled atmosphere of carrot slices, sticks and shreds. *Postharvest Biol. Technol.* 9: 165-167
- Izumi, H., A.E. Watada. 1994. Calcium treatments affect storage quality of shredded carrots. *J. Food Sci.* 59: 106-109.
- Kamat, A.S., N. Ghadge, M.S. Ramamurthy, M.A. Alur. 2005. Effect of low-dose irrigation on shelf life and microbiological safety of sliced carrot. *J. Sci. Food Agric.* 85: 2213-2219.
- Li, M., M.M. Barth. 1998. Impact of edible coatings on nutritional and physiological changes in lightly-processed carrots. *Postharvest Biol. Technol.* 14: 51-60. .
- Picchioni, G.A., A.E. Watada, S. Roy, B.D. Whitaker, W.P. Wergin. 1994. Membrane lipid metabolism, cell permeability, and ultrastructural changes in lightly processed carrots. *J. Food Sci.* 59: 597-605.
- Picchioni, G.A., A.E. Watada, B.D. Whitaker, A. Reyes. 1996. Calcium delays senescence-related membrane lipid changes and increase net synthesis of membrane lipid components in shredded carrots. *Postharvest Biol. Technol.* 9: 235-245.
- Talcott, S.T., L.R. Howard, C.H. Brenes. 2001. Factors contributing to taste and quality of commercially processed strained carrots. *Food Research Int.* 34: 32-38.