

Fatih ŞEN¹
Emel Fatma TÜRK²

¹ Dr. E. Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri
Bölümü 35100 Bornova, İzmir
fatih.sen@ege.edu.tr

² Yük. Zir. Müh. E.Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe
Bitkileri Bölümü 35100 Bornova, İzmir

Bahçe Ürünlerde 1-Metilsiklopropen (1-MCP) Kullanımı

Use of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) on
Horticultural Crops

Alınış (Received): 09.05.2008 Kabul tarihi (Accepted): 29.06.2008

Anahtar Sözcükler:

Bahçe ürünleri, 1-metilsiklopropen
(1-MCP), hasat sonrası fizyolojisi,
etilen, kalite

Key Words:

Horticultural products,
1-methylcyclopropene,
postharvest physiology,
ethylene, quality

ÖZET

Etilen engelleyici olan 1-metilsiklopropen (1-MCP), meyve, sebze ve süs bitkilerinde olgunlaşma ve/veya yaşlanmayı etkileyebilmektedir. 1-MCP'nin bulunuşundan beri etki mekanizması, uygulanması ve etilenin etkilerinin engellenmesine yönelik çok sayıda çalışma yapılmış ve yapılmaktadır. 1-MCP kullanılmasında, çeşit, aktif konsantrasyon, sıcaklık, süre, gelişme aşaması, hasattan uygulamaya kadar geçen süre, uygulama şekli ve depolama koşulları gibi birçok faktör göz önünde bulundurulmalıdır. 1-MCP bazı ürünlerde olgunlaşma ve yaşlanmayı geciktirmiş ve etilen üretimini, solunumu, renk değişimini ve yumuşamayı azaltmış ve bazı kalite parametrelerindeki olumsuz gelişmeleri yavaşlatmıştır. 1-MCP ticari olarak uygulama alanı sınırlı olmasına rağmen, birçok ülkede çok sayıda bahçe ürünüde kullanım için ruhsatlandırılmıştır.

ABSTRACT

1-Methylcyclopropene (1-MCP) is an inhibitor of ethylene perception that can effect ripening and/or senescence processes in fruit, vegetable and ornamental products. Since the discovery of 1-MCP, studies are carried out to examine its mode of action, application and effects on ethylene inhibition. A variety of factors may need to be considered when using 1-MCP including cultivar, active concentrations, temperature, duration, developmental stage, time from harvest to treatment, method of application and storage condition. In some products 1-MCP delays ripening and senescence and reduces ethylene production, respiration, color changes and softening, and slows down some of the adverse changes in some quality parameters. 1-MCP is registered for use on a number of horticultural products in several countries, although commercial use remains limited.

GİRİŞ

Olgunlaşma hormonu olarak da bilinen etilen (C₂H₄), meyve, sebze ve süs bitkilerinde hem faydalı hem de zararlı etkiler yapmaktadır. Bu nedenle etilenin zararlı etkilerinin kontrol edilmesi, bahçe ürünlerinin hasat sonrası ömrünün uzatılmasında önemlidir. Bu zararlı etkinin kontrol edilmesinde, değişik uygulama ve yöntemler bulunmaktadır. Bunlardan biri de bitki dokusunun etilen algılamasını önlemektir (Reid, 2002). Etilenin algılanmasını önlemede; sıcaklığı mümkün olan en düşük dereceye düşürmek, CO₂ konsantrasyonunu yükseltmek, etilen inhibitörü, gümüş (örneğin, gümüş tiosülfat) veya 1-metilsiklopropen (1-MCP) kullanmak etkilidir (Saltveit, 2003).

1-MCP bitkisel ürünlerin kalitesini ve raf ömrünü uzatmaya yarayan bir maddedir. Son yıllarda 1-MCP kullanılmasına yönelik çalışmalar yoğunluk kazanmış ve pratikte kullanım alanı bulmuştur. 1-MCP kullanımı ile ilgili ticari gelişmeler yanında bu maddenin meyve, sebze ve süs bitkilerinde etilen fizyolojisi ile ilişkileri konusu da yoğun şekilde çalışılmaktadır (Watkins, 2006). 1-MCP'nin hücrede etilen reseptörlerine bağlanarak etilenin bağlanmasını engellediği ve böylece etkisinin ortaya çıktığı düşünülmektedir. 1-MCP'nin reseptör ile uyuşması etileninkinden yaklaşık 10 kat daha fazladır ve daha düşük konsantrasyonlarda aktiftir. 1-MCP ayrıca bazı türlerde geribildirim inhibisyonu aracılığıyla da etilen biyosentezini etkilemektedir. Bitkisel ürünlere difüzyonu hızlı olan 1-MCP, plastik torbalar ve fiber kutulardan geçebilmektedir (Blankenship ve Dole, 2003).

1-MCP Bulunuşu ve Ticari Olarak Üretilmesi

1-MCP'nin etilenin inhibitörü olarak tanımlanması 1980'li yılların başında Sisler ve Blankenship tarafından yapılmıştır (Blankenship ve Dole, 2003). Bu iki araştırmacı yaptıkları çalışmalar sonucunda 1996 yılında 1-MCP, siklopropan (CP), 3- metilsiklopropan (3-MCP) ve 3,3-dimetil-siklopropan (3,3-DMCP)'nin etilen aktivitesini engellediğini saptamışlardır. Bunlardan 1-MCP, diğerlerine göre daha stabil ve 3-MCP ve 3,3-DMCP'den daha aktif olmasından dolayı en iyi sonucu vermiştir (Sisler ve ark., 2001). Normal koşullarda 1-MCP, moleküler ağırlığı 54 ve formülü de C_4H_6 olan bir gazdır.

1-MCP'nin ticari boyutta ilk uygulaması Florolife anonim şirketi lisansı ile üretilen α -cyclodextrin ile süs bitkilerinde yapılmıştır. Daha sonra 1-MCP Ethylbloc™ adıyla üretilmeye başlanmıştır. Florolife şirketi sahip olduğu lisans haklarını AgroFresh anonim şirketine satmıştır. Bugün 1-MCP, şirket tarafından süs bitkileri ve yenilmeyen tarım ürünleri için Ethylbloc™ ve yenilen tarım ürünleri için SmartFresh™ adı altında üretilmekte ve pazarlanmaktadır. 1-MCP hem Ethylbloc™ hem de SmartFresh™ içerisinde toz bir karışım veya tablet halinde satılmaktadır. Ancak bu alfa-cyclodextrin ile birleştirilerek stabil ve suda çözünür bir yapı kazanılmıştır.

1-MCP'nin ABD, Kanada, Avustralya, İngiltere, İspanya, İtalya, Almanya, Fransa, Çin, İsrail, Türkiye, Hollanda, gibi 30'a yakın ülkede (<http://www.agrofresh.com/smartfresh.html>) elma, kayısı, avokado, kivi, mango, kavun, nektarin, papapaya, şeftali, armut, biber, Trabzon hurması, erik, kabak, domates, ananas için hasat sonrası kullanımı onaylanmış olup ticari olarak elma, kivi, muz ve Trabzon hurmasında kullanılmaktadır (Watkins, 2006). Fakat 1-MCP ile ilgili düzenlemelerle ilgili belirsizlik hala çok sayıda ülkede birçok üründe sürmektedir (Ergun, 2006).

1-MCP Uygulamalarının Etkinliği

1-MCP'nin etkin konsantrasyonları uygulanan ürüne bağlı olarak değişmektedir (Çizelge 1). Bunun yanı sıra uygulanacak konsantrasyon uygulama süresine, sıcaklığa ve uygulanacak metoda göre değişiklik göstermektedir. Etkili konsantrasyon düşüktür ve etilenin etkisinin engellenmesi için gerekli minimum gaz konsantrasyonu karanfillerde 2.5 nl l^{-1} (Sisler ve ark., 1996), elmalarda $1 \text{ } \mu\text{l l}^{-1}$ (Fan ve ark., 1999a) olarak saptanmıştır. Brokolide ise 1-MCP uygulamaları 1 ile $12 \text{ } \mu\text{l l}^{-1}$ arasında değişmiştir (Able ve ark., 2002). Olgun domateslerde 1-MCP'nin etkili olabilmesi için en azından $20 \text{ } \mu\text{l l}^{-1}$ uygulanmasının gerekli olduğu saptanmıştır (Wills ve Ku, 2002). 5 ve 50 nl l^{-1} konsantrasyonunda 1-MCP uygulamasının olgunlaşmamış muzlar üzerinde herhangi bir etkisi olmazken, 500 nl l^{-1} olgunlaşmayı geciktirmiştir.

Birçok çalışmada 1-MCP'nin uygulama sıcaklığı 20 veya 25°C olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Uygulama sıcaklığı 1-MCP'nin etkinliğinde önemli rol oynamaktadır. Brokolide 20°C 'deki 1-MCP uygulamasının 5°C 'ye göre daha iyi sonuç verdiği (Ku ve Wills, 1999), en iyi uygulama sıcaklığının 20°C olduğu tespit edilmiştir (Able ve ark., 2002). Depolama sıcaklığına düşürülen elmalarda 1-MCP'nin etkisinin daha az olduğu saptanmıştır (Mir ve ark., 2001). 1-MCP uygulamaları düşük sıcaklıkta (5 ve 10°C) kişniş (*Coriandrum sativum*) üzerinde etkili olmamıştır (Jiang ve ark., 2002). Birçok üründe 1-MCP'nin düşük sıcaklıklarda uygulanması etkinliğini azaltmakta, bunda da düşük sıcaklığın bağlanma bölgesinin çekimini düşürmesinin etkili olduğu düşünülmektedir (DeEll ve ark., 2002).

Çizelge 1. Bazı meyve ve sebzelerde 1-MCP'in uygulama konsantrasyonu, sıcaklığı ve süresi (Blankeship ve Dole, 2003)

Ürün	Konsantrasyon	Sıcaklık (°C)	Süre (saat)
Brokoli	1-12 µl l ⁻¹	5-20	6-16
Domates	5-7; 10-20; 150 nl l ⁻¹ ; 20 µl l ⁻¹	20	2-24
Marul	0.1-1 µl l ⁻¹	6	4
Karpuz	5 µl l ⁻¹	20	18
Trabzon hurması	300 nl l ⁻¹	20	3
Elma	0.6-2 µl l ⁻¹	0-25	7-20
Muz	5-50 nl l ⁻¹ ; 0.1 µl l ⁻¹	20-24	6-24
Kayısı	1 µl l ⁻¹	20	4-20
Şeftali-Nektarin	20 nl l ⁻¹ ; 0.1 µl l ⁻¹ ; 0.5 ml l ⁻¹	20	4-24
Erik	1-39 µl l ⁻¹	20	6-24
Armut	2-4 µl l ⁻¹	2	16
Çilek	5-15; 250-500 nl l ⁻¹ ; 2 µl l ⁻¹ ;	20	2-18
Portakal	100 nl l ⁻¹	25	6-12
Kivi	10-20 µl l ⁻¹ ;	20	14
Avokado	50-300 nl l ⁻¹ ; 0.45-25 µl l ⁻¹ ;	3-22	6-48
Papaya	25 µl l ⁻¹ ;	20	14

1-MCP uygulamasından tam bir etkinin elde edilebilmesi için yeterli bir uygulama süresine gerek duyulmaktadır. Bu süre genellikle 12 ile 24 saat arasında değişmektedir (Çizelge 1). Fakat yeni 1-MCP formülasyonu ile 1-MCP uygulaması çözeltiye daldırma şeklinde çok daha kısa süre (5 dakika) uygulanabilmektedir (Manganaris ve ark., 2008). Jeong ve ark. (2002) 6 saat süreyle 0.45 nl l⁻¹ konsantrasyondaki yapılan 1-MCP uygulamasının avokadoda solunum hızını veya etilen miktarını azaltmak için yeterli olmadığını bildirmişlerdir. Buna karşın karanfillerde 5 dakika süreyle 250-300 nl l⁻¹lik 1-MCP'i uygulanmasının 24 saat 0.5 nl l⁻¹ uygulanması kadar etkili olduğu bildirilmiştir (Sisler ve ark., 1996). Uygulama sürelerinin belirlenmesinde çeşitler de göz önünde bulundurulmalıdır. Aynı konsantrasyonundaki 1-MCP'den benzer etki elde edebilmek için 'Cortland' elma çeşidinde 'Empire' elma çeşidine göre daha uzun bir uygulama süresine gerek duyulmuştur (Watkins ve ark., 2000).

1-MCP'nin uygulama süresi ile aktif konsantrasyonu arasında bir ilişkinin olduğu saptanmıştır. Kısa uygulama süreleri için daha yüksek konsantrasyonlarda 1-MCP gerekli olmuştur. Muz (Jiang ve ark., 1999) ve brokolide (Ku ve Wills, 1999) 1-MCP'nin konsantrasyonları yükseltilecek uygulama süresi kısaltılmıştır. Benzer şekilde domateslerde

kısa süre yüksek konsantrasyonlarda 1-MCP uygulanması daha etkili olmuştur (Wills ve Ku, 2002).

1-MCP'nin uygulama süresi ile sıcaklığı arasında da bir ilişkinin olduğu belirtilmiştir. Elmalarda 1-MCP uygulamasının 3°C'de etkin olabilmesi için 9 saatlik bir uygulama süresine gerek varken, yüksek sıcaklıklarda bu süre 6 saate düşmüştür (DeEll ve ark., 2002). Muz (Jiang ve ark., 1999) ve brokolide (Ku ve Wills, 1999) 1-MCP'nin etkinliğini göstermesinde uygulama süresi ile sıcaklığı arasında bir ilişkinin olduğunu belirtilmiştir.

1-MCP'nin birden fazla uygulanması bazı ürünlerde etkiyi artırırken, bazılarında önemli bir etkisi olmamıştır. 'Redchief' elması (Mir ve ark., 2001) birden fazla 1-MCP uygulanması tek uygulamadan daha etkili olmasına rağmen, brokoli ve Çin lahanasında benzer etkiye rastlanmamıştır (Able ve ark., 2002). Macnish ve ark. (2000) süs bitkilerinde 1-MCP'nin daha iyi sonuç vermesi için uygulamanın sürekli yapılmasının gerektiğini ortaya koymuşlardır.

1-MCP'nin etkinliği bazı türlerde çeşitlere göre farklılık göstermekte olup uygulama konsantrasyonu ve süresi değişmektedir. Bazı elma çeşitlerinde 1-MCP uygulaması daha yüksek konsantrasyonlar gerektirebilmektedir. Bunun nedeni belki de bu çeşitlerin daha

yüksek miktarda etilen üretmeleri ve bağlama noktası için rekabetin daha fazla olmasıdır (Watkins ve ark., 2000)

1-MCP uygulanırken bitkinin gelişme evresi ile meyve ve sebzelerin olgunluk aşaması göz önünde bulundurulmalıdır. Çünkü uygulamanın etkinliği bunlara göre değişiklik göstermektedir. Kayısı (Fan ve ark., 2000), muz (Haris ve ark., 2000) ve elma (Mir ve ark., 2001) olgunluğun ilerlemesiyle birlikte 1-MCP uygulamasının etkinliğinin azaldığı görülmüştür. Muzda 1-MCP uygulamalarında meyvenin olgunluk aşaması, meyvenin 1-MCP'ye cevabında temel bir etmenddir. Lahanagillere ait türlerin çiçekleri yapraklarına göre 1-MCP uygulamasından daha fazla etkilenmiştir (Able ve ark., 2002). Newman ve ark. (1998) bazı kesme çiçeklerde (karanfil ve gypsophillalarda) yaşa bağlı olarak 1-MCP'nin etkinliğinin değişebileceğini bildirmişlerdir.

Hasat ile 1-MCP uygulaması arasındaki sürenin önemi türlere göre farklılık göstermektedir. Genellikle ürün ne kadar çabuk bozuluyorsa, 1-MCP hasattan sonra o kadar erken uygulanmalıdır. Hasat ile uygulama arasındaki sürenin uzaması özellikle bazı türlerde 1-MCP'nin etkinliğinin azalmasına neden olmaktadır. Bu türlerde hasattan 1-MCP uygulanmasına kadar geçen sürede salgılanan etilenin 1-MCP'nin etkinliğini azaltarak, ürünün hasat sonrası ömrünün kısalmasında etkili olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle 1-MCP brokoli gibi hasat sonrası ömrü kısa olan ürünlerde hasattan sonra en kısa sürede uygulanmalıdır (Able ve ark., 2002).

1-MCP Uygulamasının Etkileri

Etilen üretimi

1-MCP, bitkisel ürünleri hem içsel hem de dışsal etilenden korumaktadır. Etilen uygulaması ve/veya içsel etilen varlığında yürütülen 1-MCP çalışmalarında, verilen tepkiler ürüne göre değişiklik göstermektedir. Bazı ürünler dışsal etilen varlığına bakmaksızın 1-MCP'den yarar görürken, bazı ürünler dışsal etilen yoksa 1-MCP uygulamasından çok az yarar görebilmektedir (Blankenship ve Dole, 2003). Brokoli ve Çin lahanasına dışsal etilen varlığında 1-MCP uygulaması, bu ürünleri etilen zararından önemli derecede korumuştur (Able ve ark., 2002). Etilen ve 1-MCP birlikte uygulandığında; 1-MCP'nin etkisi sınırlı olurken,

1-MCP'nin önce uygulanması durumunda dışsal etilenin olumsuz etkisini tamamen önlemiştir (Celikel ve ark., 2002). Bu da 1-MCP uygulamasında etkinin tam olması için uygulamanın dışsal etilenin varlığından önce yapılması gerektiğini göstermiştir. 1-MCP, bazı ürünlerde (kayısı, çilek, erik, avokado ve kavun) etilen üretimini azaltırken, bazı ürünlerde (bazı elma çeşitleri ve çiçek türlerinde) engellemiştir (Fan ve ark., 1999a,b, Dong ve ark., 2002; Alves ve ark., 2005; Hershkovitz ve ark., 2005; Manganaris ve ark., 2008). Karışık olarak taşınan ürünlerde 1-MCP uygulaması etilene duyarlılığı azaltmaktadır (Kasım ve Kasım, 2007). Birçok çalışmada klimektarium gösteren meyvelerde 1-MCP'nin etilen üretimini azalttığı ve klimakterik yükselişi geciktirdiği bildirilmiştir. Buna karşın, 1-MCP altıntopta etilen üretimini arttırmıştır (Mullins ve ark., 2000).

Solunum hızı

Genel olarak 1-MCP uygulamasıyla solunum artışında gecikmeler ve solunum hızında azalmalar görülmektedir. Hershkovitz ve ark. (2005) 1-MCP uygulamasıyla avokadoda klimakterik yükselişin geciktiğini ve solunum hızının azaldığını bildirmişlerdir. Eriklerde 1-MCP uygulaması solunum hızını azaltmıştır (Dong ve ark., 2002; Manganaris ve ark., 2008). Etilenin, solunum hızına etkisi dolaylı olup, hızlandırmakta veya erkenleştirmektedir. Bu etki, klimakterium gösteren ve göstermeyen meyvelerde farklılık göstermektedir. Solunum hızına 1-MCP'nin etkisi, etilen üretimine etkisi ile bağlantılı olduğu düşünülmektedir. Bazı çalışmalar 1-MCP'nin kayısılarında solunum hızını azalttığını, bazılarında ise bu etkinin olmadığı göstermektedir. Kayısındaki bu farklı sonuçlar, meyve olgunluğuna, çeşide veya henüz bilinmeyen başka faktörlere bağlı olabilir (Fan ve ark., 2000). Elma (Fan ve ark., 1999a,b) brokoli (Fan ve Mattheis, 2000), kiraz domatesi (Opiye ve Ying, 2005) ve kavunda (Alves ve ark., 2005) 1-MCP uygulaması solunum hızını azaltmıştır. Bunun aksine az sayıda olmakla birlikte bazı çalışmalarda 1-MCP'nin solunum hızını arttırdığı bildirilmiştir.

Renk değişimi

1-MCP, çeşitli ürünlerde klorofil parçalanmasını ve renk değişimlerini engellemiş veya

geciktirmiştir. 1-MCP uygulanan 'Fuji' elmalarında (Fan ve ark., 1999a), kayısı (Fan ve ark., 2000) ve avokado (Hershkovitz ve ark., 2005) meyvelerinde kabuk rengi daha yeşil olmuş ve daha az bir renk değişimi gözlenmiştir. Benzer durum şeftali (Kluge ve Jacomino, 2002) ve eriklerde de (Manganaris ve ark., 2008) görülmüştür. Buna karşın bazı araştırmacılar, kayısı ve erikteki renk değişimlerinin, 1-MCP'den etkilenmediğini bildirmişlerdir (Dong ve ark., 2002). Hatta muz (Haris ve ark., 2000) ve çileklerde (Tian ve ark., 2000) renk gelişimi 1-MCP uygulamasından olumsuz etkilenmiştir. 1-MCP dışsal etilen olsun veya olmasın brokolide sararmayı önlemiş ve yaprak sebzelerde klorofil kaybını yavaşlatmıştır (Able ve ark., 2003). Buna karşın hıyarda klorofil kaybını engelleyememiştir (Nillson, 2005). Domatesteki renk değişimi 1-MCP uygulaması ile yavaşlatılmıştır (Opiye ve Ying, 2005). Jiang ve ark. (2001) 1-MCP uygulamasının çilekte rengi koruduğunu fakat fenilalanin aminyum liyaz (PAL) aktivitesinin arttığı ve antosyanin üretiminin azaldığını bildirmişlerdir. 1-MCP uygulamalarının renk üzerindeki bu farklı etkilerinin mekanizması henüz tam olarak bilinmemektedir.

Meyve sertliği

1-MCP bazı türlerde yumuşamayı geciktirerek meyve sertliğini korumasında etkili olmuştur. Kayısı (Fan ve ark., 2000a), şeftali (Kluge ve Jacomino, 2002), erik (Dong ve ark., 2002; Manganaris ve ark., 2008), Trabzon hurması (Harima ve ark., 2003) ve avokadonun (Woolf ve ark., 2005) sertliği 1-MCP uygulamasıyla daha uzun süre korunmuştur. Buna karşın portakalın sertliği 1-MCP'den etkilenmemiş (Porat ve ark., 1999) hatta çilekte sertlik kaybını arttırmıştır (Tian ve ark., 2000). Jiang ve ark. (2001) ise 1-MCP'nin çilekte sertliği koruduğunu bildirmişlerdir. Çilekteki elde edilen bu farklı sonuçların, çeşide, meyve olgunluğuna veya henüz bilinmeyen başka faktörlere bağlı olabileceği düşünülmektedir. Meyve yumuşamasında etkili olan poligalakturonaz (PG) ve selülaz aktivitelerinin 1-MCP uygulamasıyla azaldığı fakat her iki enzimin de aktivitelerinin azda olsa devam ettiği ve meyvenin normal bir şekilde olgunlaşım yumuşadığı saptanmıştır (Feng ve ark., 2000). Birçok elma çeşidinde 1-MCP uygulamasının sertliği kontrollü atmosferde (KA) depolamaya

göre daha iyi korunduğu belirtilmiştir (Fan ve ark., 1999a).

Diğer bazı kalite parametrelerine etkileri

Ürünlerin suda çözünür kuru madde (SKM) ve titre edilebilir asit (TA) miktarına 1-MCP uygulamalarının etkisi karışık olup, bazen miktar artarken, bazen azalmakta veya etkilenmemektedir. 1-MCP uygulanmış bazı elma çeşitlerinde SKM miktarı artarken (Fan ve ark., 1999a), çileklerde azalmış (Tian ve ark., 2000), portakal (Porat ve ark., 1999), kayısı, erik (Dong ve ark., 2002) ve bazı elma çeşitlerinde (DeEll ve ark., 2002) ise etkilenmemiştir.

1-MCP uygulaması TA kaybını domateslerde tamamıyla engellemiş (Wills ve Ku, 2002), eriklerde geciktirmiş (Dong ve ark., 2002), kayısı, "Red Chief" elma (Mir ve ark., 2001) ve portakallarda (Porat ve ark., 1999) etkilememiştir.

Aroma gelişimi, açık bir şekilde etilene bağlı bir süreçtir. 1-MCP uygulaması bazı meyvelerde aroma oluşumunu azaltmış ve/veya geciktirmiştir (Fan ve ark., 2000) 1-MCP uygulanmış 'Anna' elmalarında (Lurie ve ark., 2002) ve 'Packham's Triumph' armutlarında (Mayo-Leon ve ark., 2006) aromatik uçucu madde üretimi azalmıştır. 1-MCP uygulamasının besin değeri kalitesine etkisi geniş çapta araştırılmamıştır. Portakal meyvelerinin C vitamini içeriği 1-MCP uygulamasından etkilenmemiştir (Türk, 2008).

1-MCP uygulamasının kalite parametrelerine etkileri tür, çeşit, uygulama sonrası muhafaza koşulları, uygulama konsantrasyonu gibi birçok faktöre bağlı olarak değişiklik göstermekte ve etki mekanizmaları tam olarak açıklanamamıştır.

Fizyolojik bozukluklar

1-MCP'nin çeşitli fizyolojik bozukluklar üzerindeki etkisi, türlere hatta çeşitlere göre farklılık göstermektedir. Bazı ürünlerde 1-MCP uygulaması bozuklukları azaltırken, bazılarında da arttırmıştır. Elmalarda kabuk yanıklığını (Fan ve ark., 1999b), eriklerde iç yumuşamasını (Menniti ve ark., 2006), narlarda görülen benek oluşumunu (Defilippi ve ark., 2006), avokadoda meyve etinde kahverengileşmeyi (Hershkovitz ve ark., 2005) ve

marulda etilen kaynaklı beneklenmeyi azaltmıştır (Fan ve Mattheis, 2000). 1-MCP uygulamasıyla bu fizyolojik bozuklukların oluşumunda etilen doğrudan ve/veya dolaylı etkisinin azaltıldığı veya kaldırıldığı düşünülmektedir.

1-MCP uygulaması ürüne bağlı olarak üşüme zararını azaltmakta veya şiddetlendirmektedir. 1-MCP uygulaması avokadoda üşüme zararını azaltırken (Woolf ve ark., 2005; Hershkovitz ve ark., 2005) portakalda teşvik etmiştir (Porat ve ark., 1999). Üşüme zararı üzerine 1-MCP'nin etkisinde görülen bu farklılıklarda, ürünlerin etilen salgı miktarlarının farklı olması etkili olabilir.

Hastalık gelişimi

Bazı türlerde 1-MCP uygulaması hastalıkları azaltma yerine tersine oluşumunu ve şiddetini arttırmaktadır. Diaz ve ark. (2002) 1-MCP uygulanan domateslerde *Botrytis cinerea* fungusuna olan hassasiyetin arttığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde 1-MCP uygulanan portakal (Porat ve ark., 1999) avokado, elma, papaya ve mangoda (Hofman ve ark., 2001) çürüklük gelişimi uygulama yapılmayanlara göre daha yüksek bulunmuştur. Çileklerde 15 nl 1⁻¹'den büyük konsantrasyonlarda 1-MCP uygulanması, meyvelerin çürüklük gelişimini arttırmıştır (Ku ve ark., 1999; Jiang ve ark., 2001). 1-MCP uygulanmış çileklerde düşük fenolik madde içeriğinin hastalık oluşumunun artması ile ilişkili olduğu düşünülmüştür (Jiang ve ark., 2001). Bununla birlikte çileklerde çürümenin artışı, 1-MCP'nin yararlı metabolik tepkileri engelleyebilmesi veya büyük olasılıkla savunma mekanizması ile ilgili istenmeyen özellikleri uyandırabilmesi ile ilişkilendirilebilir (Ku ve ark., 1999). 1-MCP'nin çürüklük gelişimini artırıcı etkisinin aksine kayısılarda çürüklük gelişimini yavaşlattığı bildirilmiştir (Dong ve ark., 2002). 1-MCP uygulaması KA'de depolanan eriklerde kahverengi çürüklüğü azaltmış fakat bu etki soğuk depoda muhafaza edilenlerde görülmemiştir (Menniti ve ark., 2006).

KAYNAKLAR

- Able, A.J., L.S. Wong, A. Prasad and T.J. O'Hare. 2002. 1-MCP is more effective on a floral brassica (*Brassica oleracea* var. *italica*) than a leafy brassica (*Brassica rapa* var. *chinensis*). *Postharvest Biol. Technol.* 26, 147-155.
- Able, A.J., L.S. Wong, A. Prasad and T.J. O'Hare. 2003. The effect of 1-methylcyclopropene on the shelf life of minimally processed leafy Asian vegetables. *Postharvest Biol. Technol.* 27:157-161.

İnsan ve Çevre Sağlığı

Amerika Çevre Koruma Ajansı (EPA) 2002 yılında 1-MCP'nin insanlara, hayvanlara ve çevreye herhangi bir etkisinin olmadığını bildirmiştir. 1-MCP, çok düşük konsantrasyonlarda kullanılan, kimyasal yapısı toksik olmayan ve ürünlerde doğal olarak meydana gelen maddelere benzer bir yapıya sahiptir (EPA, 2002).

SONUÇ

Ürünün tüketilmesi için olgunlaşması gerekiyorsa bu ürünlerde 1-MCP uygulaması tercih edilmemektedir. 1-MCP aroma ve lezzet veren bazı uçucu maddelerin oluşumunu kısmi olarak durdurmaktadır. Bu durum özellikle aroması önemli olan bazı çeşitler ('Anna' elma çeşidi gibi) için önem arz etmektedir. Benzer şekilde 1-MCP uygulaması bazı ürünlerde bozukluk veya çürüklük gelişiminde kısmi artışlara neden olabilmektedir.

1-MCP uygulamasının türler hatta çeşitler arasında bile farklılıklar göstermekte, uygulama sıcaklığı, konsantrasyonu, süresi, metodu gibi birçok konudaki belirsizlikler hala sürmektedir. Buna rağmen birçok ülkede bazı ürünlerde ticari olarak kullanılmakta olup, ülkemizde de elmadaki kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır.

Birçok araştırmacının hasat sonrası 1-MCP uygulamasına yönelik çalışmalarını 2 yönde yoğunlaştırmasında yarar görülmektedir. İlki 1-MCP uygulamalarından maksimum faydayı sağlamak ve tüketiciye kaliteli ürün sunmak için hangi üründe nasıl kullanılacağına yönelik olmalıdır. İkincisi ise etilenin bitki gelişimindeki ve meyvedeki rolünü anlamak için 1-MCP'yi bilimsel çalışmalarda kullanmaktır. Yapılacak yeni çalışmalar ile 1-MCP, birçok üründe kararsız etkilerin nedenleri ortaya konarak daha çok üründe uygulanma olanağı bulabilecektir.

- Alves, R.E., H.A.C. Filgueiras, A.S. Almeida, F.L.C. Machado, M.S.R. Bastos, M.A.C. Lima, D. Terao, E.O. Silva, E.C. Santos, M.E.C. Pereira and M.R.A. Miranda. 2005. Postharvest use of 1-MCP to extend storage life of melon in Brazil - current research status. *Acta Horticulturae* 682, 2233-2237.
- Blankenship, S.M. and J.M. Dole. 2003. 1-Methylcyclopropene: A review. *Postharvest Biol. Technol.* 28:1-25.
- Celikel, F.G., L.L. Dodge and M.S. Reid. 2002. Efficacy of 1-MCP (1-methylcyclopropene) and Promalin for extending the post-harvest life of Oriental lilies (*Lilium* x 'Mona Lisa' and 'Stargazer'). *Scientia Hort.* 93, 149-155.
- DeEll, J.R., D.P. Murr, M.D. Porteous and H.P.V. Rupasinghe. 2002. Influence of temperature and duration of 1-methylcyclopropene (1-MCP) treatment on apple quality. *Postharvest Biol. Technol.* 24, 349-353.
- Defilippi, B.G., B.D. Whitaker, B.M. Hess-Pierce and A.A. Kader. 2006. Development and control of scald on wonderful pomegranates during long-term storage. *Postharvest Biol. Technol.* 41, 234-243.
- Diaz, J., A. Ten Have and J.A.L. Van Kan. 2002. The role of ethylene and wound signaling in resistance of tomato to *Botrytis cineria*. *Plant Physiol.* 129, 1341-1351
- Dong, L., S. Luire and H. Zhou. 2002. Effect of 1-MCP on ripening of 'Canino' apricots and 'Royal Zee' plum. *Postharvest Biol. Technol.* 24, 135-145.
- EPA. 2002. Federal Register, V. 67, Number 144, 48796-48800.
- Ergun, M. 2006. Yeni bir bitki büyüme düzenleyicisi: 1- Methylcyclopropne (1-MCP), *Derim* 23, 9-19.
- Fan, X. S.M. Blankenship and J.P. Mattheis. 1999a. 1-MCP inhibits apple ripening. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 124, 690-695.
- Fan, X., J.P. Mattheis and S.M. Blankenship. 1999b. Development of apple superficial scald, soft scald, core flush, and greasiness is reduced by MCP. *J. Agric. Food Chem.* 47, 3063-3068.
- Fan, X. and J.P. Mattheis. 2000. Yellowing of broccoli in storage is reduced by 1-MCP. *HortScience* 35, 885-887.
- Fan, X., L. Argenta and J.P. Mattheis. 2000. Inhibition of ethylene action by 1-MCP prolongs storage life of apricots. *Postharvest Biol. Technol.* 20, 135-142.
- Feng, X., A. Apelbaum, E.C. Sisler and R. Goren. 2000. Control of ethylene responses in avocado fruit with 1-methylcyclopropene. *Postharvest Biol. Technol.* 20, 143-150.
- Guillén, F., S. Castillo, P.J. Zapata, D. Martínez-Romero, D. Valero and M. Serrano. 2006. Efficacy of 1-MCP treatment in tomato fruit 2. Effect of cultivar and ripening stage at harvest. *Postharvest Biol. Technol.* 42, 235-242.
- Harima, S., R. Nakano, S. Yamauchi, Y. Kitano, Y. Yamamoto, A. Inaba and Y. Kubo. 2003. Extending shelf-life of astringent persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) fruit by 1-MCP. *Postharvest Biol. Technol.* 29, 319-324.
- Harris, D.R., J.A. Sebery, R.B.H. Wills, and L.J. Spohr. 2000. Effect of fruit maturity on efficiency of 1-MCP to delay the ripening of banana. *Postharvest Biol. Technol.* 20, 303-308.
- Hershkovitz, V., S.I. Saguy and E. Pesis. 2005. Postharvest application of 1-MCP to improve the quality of various avocado cultivars. *Postharvest Biol. Technol.* 37, 252-264.
- Hofman, P.J., M. Jobin-Décor, G.F. Meiburg, A.J. Macnish and D.C. Joyce. 2001. Ripening and quality responses of avocado, custard apple, mango and papaya fruit to 1-MCP. *Aust. J. Exp. Agric.* 41, 567-572.
- Jeong, J., D.J. Huber and S.A. Sargent. 2002. Influence of 1-MCP on ripening and cell-wall matrix polysaccharides of avocado (*Persea americana*) fruit. *Postharvest Biol. Technol.* 25, 241-364.
- Jiang, Y., D.C. Joyce and A.J. Macnish. 1999. Extension of the shelf life of banana fruit by 1-MCP in combination with polyethylene bags. *Postharvest Biol. Technol.* 6, 187-193.
- Jiang, Y., D.C. Joyce and L.A. Terry. 2001. 1-MCP treatment affects strawberry fruit decay. *Postharvest Biol. Technol.* 23, 277-232.
- Jiang, W., Q. Sheng, X. Zhou, M. Zhang and X. Liu. 2002. Regulation of coriander senescence by 1-MCP and ethylene. *Postharvest Biol. Technol.* 26, 339-345.
- Kasım, R. ve M.U. Kasım. 2007. Sebzelerde etilenin önemi ve 1-metilsiklopropen (1-MCP)'in kullanımı. *Ondokuzmayıs Üniv. Zir. Fak. Dergisi*, 22(2): 227-231
- Kluge, R.A. and A.P. Jacomina. 2002. Shelf life of peaches treated with 1-MCP. *Scientia -Agricola* 59, 69-72.
- Ku, V.V.V. and R.B.H. Wills. 1999. Effect of 1-MCP on the storage life of broccoli. *Postharvest Biol. Technol.* 17, 127-132.
- Ku, V.V.V., R.B.H. Wills and S. Ben-Yehoshua. 1999. 1-Methylcyclopropene can differentially affect the postharvest life of strawberries exposed to ethylene. *HortScience* 34, 119-120.
- Lurie, S., C. Pre-Aymard, U. Ravid, O. Larkov and E. Fallik. 2002. Effect of 1-MCP on volatile emission and aroma in Anna apples. *J. Agric. Food Chem.* 50, 4251-4256.
- Macnish, A.J., D.H. Simons, D.C. Joyce, J.D. Faragher and P.J. Hofman. 2000. Responses of native Australian cut flowers to treatment with 1-MCP and ethylene. *Hort. Science* 35, 254-255.
- Manganaris, G.A., C.H. Crisosto, V. Bremer and D. Holcroft. 2008. Novel 1-methylcyclopropene immersion formulation extends shelf life of advanced maturity 'Joanna Red' plums (*Prunus salicina* Lindell). *Postharvest Biol. Technol.* 47, 429-433.

- Moya-León, M.A., Vergara, M., Bravo, C., Montes, M.E. and Moggia, C., 2006. 1-MCP treatment preserves aroma quality of 'Packham's Triumph' pears during long-term storage. *Postharvest Biol. Technol.* 42, 185-197.
- Menniti, A.M., I. Donati and R. Gregori. 2006. Responses of 1-MCP application in plums stored under air and controlled atmospheres. *Postharvest Biol. Technol.* 39, 429-433.
- Mir, N.A., E. Curell, N. Khan, M. Whitaker and R.M. Beaudry. 2001. Harvest maturity, storage temperature, and 1-MCP application frequency alter firmness retention and chlorophyll fluorescence of 'Redchief Delicious' apples. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 126, 618-624.
- Mullins, E.D., T.G. McCollum and R.E. McDonald. 2000. Consequences on ethylene metabolism of inactivating the ethylene receptor sites in diseased non-climacteric fruit. *Postharvest Biol. Technol.* 19, 155-164.
- Newman, J.P., L.L. Dodge and M.S. Reid. 1998. Evaluation of ethylene inhibitors for postharvest treatment of *Gypsophila paniculata* L. *HortTechnology* 8, 58-63.
- Nilsson, T. 2005. Effects of ethylene and 1-MCP on ripening and senescence of European seedless cucumbers. *Postharvest Biol. Technol.* 36, 113-125.
- Opiyo, A.M. and T.J. Ying. 2005. The effect 1-methylcyclopropene treatment on the shelf life and quality of cherry tomato (*Lycopersicon esculentum* var. cerasiforme) fruit. *Int. J. Food Sci. Technol.* 40, 665-673.
- Porat, R., B. Weiss, L. Cohen, A. Daus, R. Goren and S. Droby. 1999. Effects of ethylene and 1-MCP on the postharvest qualities of 'Shamouti' oranges. *Postharvest Biol. Technol.* 15, 155-163.
- Reid, M.S. 2002. Ethylene in potharvest technology. Pages 149-162, in *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. 3th ed. Ed. A.A Kader, Univ. of California Agric. and Naturel Res. Pub. 3311, California.
- Salveit, M.E. 2003. Ethylene effects. Pages 65-71, in *The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks*. Ed. K.C. Gross, C.Y. Wang and M. Saltveit, *Agricultural Handbook Number 66*.
- Sisler, E.C., E. Dupille and M. Serek. 1996. Effect of 1-methylcyclopropene and methlenecyclopropene on ethylene binding and ethylene action on cut carnations. *Plant Growth Regul.* 18, 79-86.
- Sisler, E.C., M. Serek, K.A. Roh and R. Goren. 2001. The effect of the chemical structure on the antagonism by cyclopropenes of ethylene responses in banana. *Plant Growth Regul.* 33, 107-110.
- Tian, M.S., S. Prakash, H.J. Elgar, H. Young, D.M. Burmeister and G.S. Ross. 2000. Responses of strawberry fruit to 1-MCP and ethylene. *Plant Growth Regul.* 32, 83-90.
- Türk, E.F. 2008. Valencia portakalında 1-metilsiklopropen (1-MCP) uygulamalarının hasat sonrası kalite özelliklerine etkisi. E.Ü. Fen Bilimleri Yüksek Lisans Tezi.
- 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-methylcyclopropene under air and controlled atmosphere storage conditions. *Postharvest Biol. Technol.* 19, 17-32.
- Watkins, C.B. 2006. 1-Methylcyclopropene (1-MCP) based technologies for storage and shelf life extension. *Int. J. Postharvest Technology and Innovation*, 1, 62-68.
- Wills, R.B.H. and V.V.V. Ku. 2002. Use of 1- MCP to extend the time to ripen of green tomatoes. *Postharvest Biol. Technol.* 26, 85-90.
- Woolf, A.B., C. Requejo-Tapia, K.A. Cox, R.C. Jackman, A. Gunson, M.L. Arpaia and A. White. 2005. 1-MCP reduces physiological storage disorders of 'Hass' avocados. *Postharvest Biol. Technol.* 35, 43-60.
- <http://www.agrofresh.com/smartfresh.html>. Erişim: Nisan 2008.