

Vaccinium corymbosum 'Duke' Çeşidinde Kromozom Katlama Çalışmaları

Ebru AKYÜZ^{*1}, Mehmet POLAT², Gizem GÖÇE AKKAYA¹, İlnur ESKİMEZ²

¹ Has Biotech Araştırma Geliştirme Tarım Sanayi ve Ticaret A.Ş.

² Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Isparta

* ebruakyuz88@gmail.com (Sorumlu yazar)

Özet

Maviyemiş (*Vaccinium* sp.), çok yıllık yaprak döken çalılarının *Ericaceae* ailesine aittir. Sağlık açısından çok yararlı olması, birim alandan yüksek gelir getirmesi, her yerde yetişmemesi ve talebinin giderek artmasından dolayı çok değerli bir meyvedir. Dünyada maviyemiş çeşitlerinin üretimi ve kullanım alanları hızla artmakla birlikte son yıllarda ülkemizde de yetiştiriciliği ve farkındalığı artışa geçmiştir. Çalışmamızda ticari olarak satın alınan *Vaccinium corymbosum* 'Duke' çeşidine ait meyveler temizlenip tohumları çıkarılmıştır. Bu tohumlara 1 ay veya 2 ay süreyle soğuk katlama ardından belirli doz ve sürelerde kolhisin uygulanarak tetraploid ($2n=4x=48$) olan kromozom sayısını ikiye katlama amaçlanmıştır. Yapılan çalışma sonucunda 60 günlük soğuk katlama süresinin ve 500-1000 ppm arası kolhisin uygulamasının bu bitkideki uygun doz ve süresi olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Maviyemiş, *Vaccinium*, Duke, kolhisin, soğuk katlama.

Chromosome Doubling Studies in *Vaccinium corymbosum* 'Duke' Species

Abstract

Blueberry (*Vaccinium* sp.) belongs to the *Ericaceae* family of perennial deciduous shrubs. It is a very valuable fruit due to its health programming, high income from the unit area, not growing everywhere and end of use. Although the production and usage areas for blue are increasing rapidly in the world, it has been comprehensive, including the last screening. In our study, it was grown and extracted from the fruits of commercially purchased *Vaccinium corymbosum* 'Duke' cultivars. It was aimed to double the number of chromosomes which are tetraploid ($2n=4x=48$) by applying colchicine at certain doses and times after stratification for 1 month or 2 months. As a result of the study, it was determined that the stratification period of 60 days and the application of colchicine between 500-1000 ppm were the appropriate dose and duration in this plant.

Keywords: Blueberry, *Vaccinium*, Duke, colchicine, cold stratification.

Giriş

Maviyemiş (*Vaccinium* sp.), çok yıllık yaprak döken çalılarının *Ericaceae* ailesindedir ve yaklaşık 450 türü bulunmaktadır (Zhao vd., 2012, Eminağaoğlu, 2018). Meyvelerinde bulunan Delfinidin türevlerinin renk veren özelliğinin yanında güçlü antioksidanlar olması, bu meyve türünü sadece beslenme değil, insan sağlığı bakımından önemli bir kaynak haline getirmektedir. Bu nedenle maviyemişler, dünya çapındaki meyve yetiştiricileri tarafından artan bir ilgi ile yetiştirilen en umut verici ürünlerden biri olarak görülmektedir (Brazelton, 2013).

Dünyada maviyemiş çeşitlerinin üretimi ve kullanım alanları hızla artmaktadır. Son yıllarda ülkemizde de yetiştiriciliği ve farkındalığı artışa geçmiştir. Dünyada yıllık maviyemiş üretimi 840 bin tona yaklaşmıştır (Anonim, 2022). Türkiye 2020 yılında 1287 ton maviyemiş üreterek geçen yıllara göre önemli artış sağlamıştır (BUGEM, 2020).

Maviyemişler birçok farklı alanda kullanılabilir; yaprakları, kökleri, çiçek ve meyveleri ilaç ve kozmetik sanayisinde değerlendirilebilmekte ayrıca süs bitkisi olarak da kullanılmaktadır (Gough, 1994). Dünyada ticari olarak yetiştirilen yüksek boylu (*Vaccinium corymbosum*), alçak boylu (*Vaccinium angustifolium*) ve tavşangözü (*Vaccinium ashei*) maviyemiş türleri olmasına rağmen en yaygın olan çeşitler yüksek boylu maviyemiş türü içinde yer almaktadır. Sağlık açısından çok yararlı olması, birim alandan yüksek gelir getirmesi, her yerde yetişmemesi ve talebinin giderek artmasından dolayı çok değerli bir meyvedir (Çelik, 2013; Demchak vd., 2014; Çelik, 2019)

Kışın yaprağını döken bu bitkinin ekonomik ömrü 35-40 yıl arasındadır. Anavatani Amerika kıtası olan bu üç türün dışında pek çok *Vaccinium* türü Kuzey Amerika, Avrupa, Japonya ve Yeni Zelanda'da doğal

olarak yetişmekte olup Antartika ve Avusturalya dışındaki kıtaların doğal bitkileridir (Debnath, 2007; Vander Kloet, 1988; Ballington, 2001). Organik madde içeriği yüksek pH 4.0-5.5 ve iyi drene olmuş toprakları tercih etmektedir. Ülkemizde Karadeniz bölgesinde kuvvetli asidik topraklarda doğal olarak yetişen türleri bulunmaktadır. Bu türler; *V. myrtillus*, *V. arctostaphylos*, *V. vitis-idaea* ve *V. uliginosum*'dur. *V. myrtillus* (ayüzümü), yabani olarak yetişmekte ve ormanlık alanlarda bulunmaktadır (Nestby vd., 2011). Karadeniz bölgesinde yetişenler asidik topraklara adapte olmakla beraber, ülkemizde Kaz Dağları bölgesinde bulunan *V. myrtillus* ekotiplerinin hafif alkali (pH 5.9-7.3) topraklarda yetiştiği ve toleranslı oldukları görülmektedir (Bilgin vd., 2020).

Aroma, meyve boyu, açık mavi renk, meyvenin sap ile ayrıldığı yerde küçük iz, el veya makine ile hasadın kolay olabilmesi, depolama ömrünün uzun olması maviyemiş yetiştiricileri tarafından dikkat edilen önemli özelliklerden bazılarıdır. Geleneksel ıslah yoluyla bu özellikler üzerinde gelişme sağlanmaya çalışılmaktadır (Retamales ve Hancock 2018).

Bu çalışmada *Vaccinium corymbosum* 'Duke' tohumlarının çimlenmesi üzerine soğuk katlamanın etkisi ve bu katlamaya bağlı olarak kromozom katlama amacıyla kolhisin uygulamasının etkili dozu (ppm) ve süresi (saat) araştırılmıştır.

Kolhisin *Liliaceae* familyasına ait *Colchicum autumnale* L. (güz çiğdemi) bitkisinin köklerinden elde edilen, alkaloid yapısında kuvvetli bir zehir olan; alkol, kloroform ve soğuk suda eriyen, buna karşılık sıcak suda ve eterde erimeyen bir maddedir. Kolhisin, güz çiğdeminden ekstrakte edilen bir alkaloiddir. Mitoz bölünme sırasında, metafazdan anafaz aşamasına geçiş sırasında iğ iplikçiklerinin oluşumunu engeller. Böylece sayıca katlanmış ve iki katına çıkmış kromozomların kutuplara çekilmesine engel olarak, bir hücre içinde iki misli sayıda kromozom kalmasını sağlar (Ankara Üniv açık ders erişim sistemi) Kolhisin çeşitli bitki türlerinde

kromozom sayılarını iki katına çıkarmak için yaygın olarak test edilmiş ve kullanılmıştır. Meyve ağaçlarında örneğin üzüm (Notsuka vd., 2000), narenciye (Gmitter ve Ling, 1991) ve yenedünya (Yahata vd., 2004) gibi poliploid çeşitler elde etme amacıyla kolhisin başarıyla uygulanmıştır. Maviyemişlerde de kolhisin muamelesi ile kromozom sayısının iki katına çıktığı başarılı sonuçlar bildirilmiştir. Moore ve diğerleri (1964) *V.corymbosum* x *V.ashei* pentaploid hibritinin axillar tomurcuğuna kolhisin uygulayarak 10x sürgün elde etmeyi başarmışlardır. 10x sürgün üzerinde gelişen çiçeklerin polenleri pentaploid hibrite göre daha fazla daha büyük ve normal şekillere sahip olmuştur. Bizim çalışmamızda da farklı kolhisin dozlarında farklı yaprak büyüklük ve şekillerine sahip bitkiler elde edilmiştir.

Materyal ve Metot

Bitki materyali

Bir kuzey yüksek boylu maviyemiş çalışması olan *Vaccinium corymbosum* 'Duke', 2 m'ye kadar büyüyen, güçlü, yaprak dökken bir çalıdır. Meyvenin ağırlığı bazen dalların sarkmasına neden olmaktadır. Orta ila büyük, soluk mavi meyveler serttir, buzdolabında çoğu yaban mersinine göre daha uzun süre kalır ve iyi, tatlı bir tada sahiptir; uzun bir süre içinde olgunlaşırlar. İlkbaharda çalı, tozlayıcılar için çok çekici olan küçük beyaz semaver şeklindeki çiçeklerle kaplıdır ve sonbaharda küçük, eliptik, koyu yeşil yapraklar kırmızı ve sarıya dönerek üç mevsim görsel ilgi uyandırır. Maviyemiş 'Duke' çeşidi geç çiçek açar ama erken olgunlaşır, bu da onu daha soğuk alanlar için iyi bir seçim yapmaktadır.

Bu çalışmada materyal olarak *Vaccinium corymbosum* 'Duke' çeşidinin tohumları meyvelerinden ayıklanıp temizlenip kullanılmıştır. Temizlenen tohumlar oda sıcaklığında bekletilerek kurumaları sağlanmıştır. Kuruyan tohumlar içerisindeki kabuk ve meyve artıkları temizlenmiştir.



Şekil 1. *Vaccinium corymbosum* 'Duke' çeşidinin tohumlarının meyvelerinden ayıklanıp temizlenmesi
Figure 2. Cleaning the seeds of *Vaccinium corymbosum* 'Duke' from the fruit

Soğuk katlama uygulaması

Tohumlar petrilere içerisinde iki kurutma kağıdı arasında nemlendirilip +4 °C'de soğuk katlamaya alınmıştır. Nem dengesini koruma amacıyla petrilere etrafı streç film ile çevrilmiştir ve petrilere ışık geçirmemesi amacıyla folyo ile sarılmışlardır. Tohumların nem istekleri ara ara kontrol edilmiştir. Tohumlar 1 ay ve 2 ay soğuk katlamada kalmış ardından belirli süre ve dozlarda kolhisin uygulamaları yapılmıştır.

Kolhisin uygulaması

1 ve 2 ay süreyle soğukta katlanan tohumlara; 0, 500, 1000 ve 2000 ppm kolhisin uygulamaları 12, 24 ve 36 saat süre ile uygulanmış, ardından vıyollere ekilerek seraya alınmışlardır. Uygulama, petrilere içerisinde solüsyon emdirilmiş kurutma kağıtları arasında kat kat bekletilerek yapılmıştır. Petrilere etrafı streç film ile sarılmıştır. Her bir uygulamada 80 adet tohum kullanılmıştır.

Tohum çimlenmesi ve ploidi seviyesinin değerlendirilmesi

Tohum çimlenmeleri kotiledon yapraklar görülür görülmez kayıt altına alınmış, ilk çimlenme kolhisin uygulamasından 1 ay sonra görülmeye başlanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Soğuk katlama süreleri tohumların çimlenmesi üzerinde farklı etkilere sahip olmaktadır. Bazı araştırmacılar soğuk katlamaya ihtiyaç duyulmadığını bildirirken bazıları da çimlenme üzerindeki olumlu etkisini vurgulamışlardır (McKechnie vd., 2012; Karabulut ve Çelik 2013). Miyashita ve diğerleri (2009) *V. corymbosum* x *V. ashei* hibritinden elde ettikleri tohumlara 0, 500, 1000 ve 2000 mg/l kolhisin ve 7 gün uygulamışlardır. Uygulama ardından 7 gün 500 mg l⁻¹ kolhisin uygulanan tohumların %17-25'i amphidiploid olmuştur.

Soğuk katlamanın tohum çimlenmeleri üzerinde farklı sonuçlara sebep olmaktadır. Bazı araştırmalarda soğuk katlamaya ihtiyaç duyulmadığı belirlenirken bazı çalışmalarda ise çimlenmeyi etkilediği bildirilmiştir McKechnie vd., 2012; Karabulut ve Celik, 2013). Karabulut ve Celik (2022) *Vaccinium corymbosum* 'Toro' çeşidinin tohumlarında yaptıkları bir çalışmada katlama süreleri ve soğukta katlama süreleri bakımından çimlenen tohum, şaşırtılan ve yaşayan bitkiler açısından istatistik olarak önemli farklılıklar (%1) olduğunu belirlemişlerdir. En yüksek çimlenme oranı 30 gün soğukta bekletilen maviyemiş tohumlarında görülürken soğukta kalma süresi arttıkça tohumlardaki çimlenme oranında azalma görülmüştür. Shahram Sedaghatthoor (2008) *Vaccinium artostaphylos* (çay üzümü) tohumlarını 90 gün soğukta bekletme ile en yüksek çimlenme oranını yakalamışlardır.

Çizelge 1. Katlama ile gün arasındaki ilişkinin belirlenmesi

Table1. Determining the relationship between stratification and day

Katlama (gün)	Sayı	Ortalama	Grup
60	12	0,92	A
30	12	0,08	B

Bizim çalışmamızda da soğuk katlama süresinin çimlenmenin üzerine etkisine bakıldığında 60 gün süre ile uygulanan katlamanın çimlenme üzerinde etkisinin daha fazla olduğu görülmüştür (Çizelge1). Yang ve diğerleri (2009), *Vaccinium duclouxii* tohumlarının çimlenmesi üzerine yaptığı çalışmada farklı katlama sürelerinin çimlenme üzerinde çok fazla etkisinin olmadığı, çimlenme için optimum sıcaklığın 25 °C olduğu belirlenmiştir. *V. corymbosum* tohumları ile yapılan bir başka çalışmada çimlenme oranı 20-30 °C'de %5-7 arasında olduğu aynı tohumların 3-4 °C'de 2-3 hafta katlama ardından çimlenme oranının %40-45'e yükseldiği görülmüştür (Sherstenikina ve Zaranchuk 1985)

Miyashita ve diğerleri (2009) yaptıkları çalışmada maviyemiş tohumlarına 0, 500, 1000 ve 2000 ppm kolhisin uygulamalarının çimlenme üzerine olumlu etkisinin olmadığını belirlemişlerdir. *V. corymbosum* x *V. ashei* hibrit tohumlarında 0 ppm dozunun %16.7 oranında 2000 ppm dozunun %4.2 oranında; *V. corymbosum* Earliblue çeşidinde 0 ppm dozunun %86.7 oranında 2000 ppm dozunun %77.3 oranında; *V. ashei* Baldwin çeşidinde 0 ppm dozunun %66.7 oranında 500 ppm dozunun %60.0 oranında çimlenme gösterdiği bulunmuştur.

Çizelge 2. Özellikler arasındaki ilişkinin incelenmesi (korelasyon)

Table 2. Examining the relationship between features (correlation)

	Katlama (gün)	Kolhisin	Gün	Şaşırtılan
Kalan	0,48**	0,16 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,25 ^{ns}

*: p<0.05, ns: önemli değil

Soğuk katlama, kolhisin dozu, süresi bakımından özellikler arasında korelasyon olmadığı belirlenmiştir (Çizelge2).

Çizelge 3. Özelliklerin tanıtıcı istatistikler bakımından genel değerlendirilmesi

Table 3. Overall assessment of features in terms of introductory statistics

Değişken	Ortalama	Minimum	Maximum
Kolhisin	875±154	0,00	2000
Şaşırtılan	3,54±0,53	0,00	11
Kalan	0,50±0,18	0,00	3

Tek başına kolhisin dozunun çimlenme üzerine etkisine baktığımızda en uygun doz oranının 500-1000 ppm arasında olduğu belirlenmiştir. Ayrıca 1 ay katlamada 12 saatlik 0 ve 1000 ppm dozunun %6.25 oranında; 500 ppm dozunun %10 oranında; 2 ay katlamada 12 saatlik 0 ppm dozunun %1.25 oranında; 500 ppm dozunun %13.75 oranında; 1000 ppm dozunun %3.75 oranında çimlenme gösterdiği bulunmuştur. 2 ay süreyle katlanan ve 500 ppm kolhisin uygulaması yapılan tohumların çimlenme yüzdesinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Kolhisin dozu ve uygulama süresi arttıkça çimlenme oranlarının azaldığı, tohumların negatif yönde etkilendiği düşünülmektedir. Kolhisin dozu arttıkça bitkiciklerde de gözle görülür farklılıklar meydana gelmiş fakat çimlenme oranı düşmüştür. Kromozom katlama çalışmalarında 2 ay soğuk katlama ve 500-1000 ppm dozları arasında uygulamaların yapılabileceği veya yüksek dozlarda uygulama yapılacak ise çimlenme oranını düşürmemeye amacıyla süre (saat) bakımından daha düşük uygulamaların üzerine çalışılabileceği düşünülmektedir.

Sonuç

Bu çalışmada yetiştiriciliği yaygın olarak yapılmakta olan *Vaccinium corymbosum* 'Duke' tohumlarının çimlenmesi üzerine soğuk katlamanın etkisi ve kromozom katlama amaçlı olarak kullanılan kolhisin dozunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Yapılan analizler sonucunda; 30 gün ve 60 gün süreyle uygulanan soğuk katlamada 60 günlük katlamanın çimlenme üzerine etkisinin daha fazla olduğu bulunmuştur. Katlama süresi, kolhisin dozu ve süresi, tohum çimlenme arasında bir ilişki bulunamamıştır. Etkili kolhisin dozunun ise 500-1000 ppm arasında olduğu bulunmuştur.

Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK TEYDEB tarafından desteklenen "Maviyemiş (*Vaccinium* spp., Blueberry)'te Geleneksel ve Biyoteknolojik Yöntemlerden Yararlanarak Adaptasyon Yeteneği Artırılmış Islah Hatlarının Geliştirilmesi" başlıklı projesi ile desteklenmiştir. Çalışmada ismi geçen doktora öğrencisi İlknur ESKİMEZ 100/2000 Sürdürülebilir Tematik alanında doktora yapmaktadır. Öğrencimize maddi desteğini esirgemeyen Yükseköğretim Kuruluna teşekkür ederiz.

Kaynaklar

[https://www.tridge.com/intelligences/billberry/p](https://www.tridge.com/intelligences/billberry/production)
roduction Erişim tarihi:05.12.2022.

[https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/541](https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/5415/mod_resource/content/0/Poliploidi.pdf__Erişim)
5/mod_resource/content/0/Poliploidi.pdf__Erişim
tarihi:09.09.2022.

[https://www.tarimorman.gov.tr/sgb/Belgeler/Sag](https://www.tarimorman.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/BUGEM.pdf)
MenuVeriler/BUGEM.pdf Erişim tarihi:05.12.2020.

Ballington JR, 2001. Collection, utilization, and preservation of genetic resources in *Vaccinium*. *HortScience* 36(2): 206-213.

Bilgin SF, Esra A, Çelikleş ÖY, 2020. Kaz Dağları'nda yetişen çoban üzümü (*Vaccinium myrtillus* L.)' nün bazı meyve ve tohum özellikleri. Uluslararası Kazdağları ve Edremit Sempozyumu, ISBN: 978-605-87840-0-0, Bildiriler Kitabı, 109-119, Edremit.

Brazelton C, 2013. World blueberry acreage & production. *World Blueberry Acreage & Production Report*, p. 77. North American Blueberry Council.

Çelik H, Ağaoğlu YS, 2013. Odun dışı orman ürünü olarak *Vaccinium*'ların önemi ve Türkiye'deki yabanmersini terim karmaşası. 3. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 8-10.05.2014, 672-685, Kahramanmaraş.

Çelik H, 2019. Maviyemişin Türkiye'deki Serüveni. Bahçe 48 Özel Sayı 1: 6. Ulusal Üzümü Meyveler Sempozyumu, 17-29, ISSN 1300-894317

Debnath SC, 2007. Propagation of *Vaccinium* in vitro: A review. *International Journal of Fruit Science* 6(29): 47-71.

Demchak K, Harper JK, Kim LF, 2014. Highbush blueberry production. *Agricultural Alternatives*. 8p, PSU-UA265.

Eminağaoğlu Ö, 2018. *Vaccinium* L. Türkiye'nin Doğal-Ekzotik Ağaç ve Çalıları, Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, 278, 280.

Gmitter FG, Ling X, 1991. Embryogenesis in vitro and nonchimeric tetraploid plant recovery from undeveloped citrus ovules treated with colchicine. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 116(2):317-321.

Gough R E. 1993. The highbush blueberry and its management. CRC press.

IHC2006: International Symposium on Seed Enhancement and Seedling Production 771:27-31pp.

Karabulut B, Celik H. 2013 October. The Effects of Gibberellin and Dry-cold Stratification on the Germination of Caucasian Whortleberry (*Vaccinium arctostaphylos* L.) and Bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) Seeds Collected from Artvin Forest and Plateaus. In International Caucasian Forestry Symposium 1118-1124pp.

Karabulut R, Celik H, 2022. Maviyemiş (*Vaccinium corymbosum* L.TORO) Tohumlarının Çimlenmesi Üzerine Soğukta Katlama ve Giberellik Uygulamalarının Etkilerinin Belirlenmesi, 3rd International Congress on Applied Sciences, 4-5 January 2022, Adana, Turkey.

McKechnie IM, Burton PJ, Massicotte HB, 2012. Propagation of *Vaccinium membranaceum* and *V. myrtilloides* seeds, hardwood stem, and rhizome cutting methods. *Native Plants Journal*, 13(3):223-235.

Miyashita C, Ishikawa S, Mii M, 2009. In vitro induction of the amphiploid in interspecific hybrid of blueberry (*Vaccinium corymbosum* × *Vaccinium ashei*) with colchicine treatment. *Scientia horticulturae*, 122(3):375-379.

Moore JN, Scott DH, Dermen H, 1964. Development of a decaploid blueberry by colchicine treatment. In *Proc Am Soc Hortic Sci*. Vol. 84: 274-279pp.

Nestby R, Percival D, Martinussen I, Opstad N, & Rohloff J. 2011. The European blueberry (*Vaccinium myrtillus* L.) and the potential for cultivation. *European Journal of Plant Science and Biotechnology* 5:5-16.

Notsuka K, Tsuru T, Shiraishi M, 2000. Induced polyploid grapes via in vitro chromosome doubling. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* 69(5): 543-551.

Retamales JB, Hancock JF, 2018. Blueberries (Vol. 27). Cabi.

Sherstenikina AV, Zaranchuk LG, 1985. Characteristics of seed germination and seedling formation in highbush blueberry. *Hort. Abst.* 55(8): 5951.

Sedaghathoor S, 2006. Study on dormancy and germination of Iranian *Vaccinium* (*Vaccinium arctostaphylos* L.) seed. In XXVII International Horticultural Congress.

Vander Kloet SP, 1988. The genus *Vaccinium* in North America. Pub 1828 ed. Ottawa (ON): Research Branch. Agriculture Canada, Canadian Government Publication Centre.

Yahata S, Sato S, Ohara H, Matsui H, 2004. Induction of tetraploid in loquat [*Eriobotrya japonica*] with amiprofos-methyl and colchicine. *Horticultural Research*, Japan.

Yang H, He J, Tang K, Yang Z, Yang Y, Wang C, 2009. Study of influence factor on seeds germination of *Vaccinium duclouxii*. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences* 22(1):150-152.

Zhao J, Impaprasert R, Yu L, Li J, Srzednicki G (2012). Evaluation of postharvest quality of three Southern highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* hybrid) cultivars subjected to heat pre-treatment (II Asia Pacific Symposium on Postharvest Research Education and Extension, APS2012 1011), p.187-195.