



Yaş Meyve ve Sebze Zararlıları ile Mücadelede Hasat Sonrası Sıcaklık Uygulamaları

Şule İSTEK^{*1}, Ahmet Güray FERİZLİ²

¹ Bornova Ziraî Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, İzmir, Türkiye

² Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Ankara, Türkiye

Şule İSTEK ORCID No: 0000-0002-5194-7259

Ahmet Güray FERİZLİ ORCID No: 0000-0003-4582-4380

*Sorumlu yazar: s.i.ziraat@hotmail.com

(Alınış: 09.11.2018, Kabul: 02.05.2019, Online Yayınlanma: 30.06.2019)

Anahtar Kelimeler
 Meyve,
 Sebze,
 Hasat sonrası,
 Zararlı kontrolü,
 Sıcaklık uygulama

Özet: Hasat sonrası zararlılarla mücadele, ürün kalitesinin korunması ve depolama süresinin maksimum sürede tutulması için çok önemlidir. Bu nedenle son zamanlarda çeşitli alternatif mücadele yöntemleri yaş meyve ve sebzelerde de denenmektedir.

Ürünlerde kaliteyi sürdürmek, kalıntı problemlerini, çevreye zararı ve böceklerde zamanla gelişen direnç problemlerini hatta mücadele yöntemlerinde maliyeti azaltmak için, fiziksel yöntemler iyi bir alternatif olmuştur.

Yüksek ya da düşük sıcaklık uygulamaları olarak kullanılan bazı fiziksel metotlar kuru ısıtma, buhar ısıtma, sıcak su ve basınçlı sıcak hava veya oda soğutma, basınçlı hava ya da vakumlu soğutma, hidro soğutma, buz kullanmadır. Bu uygulama seçenekleri bazen tek ya da birkaçının kombinasyonu ile denenmiştir.

Son zamanlardaki çalışmalar ve yayınlar da bu yönelimi doğrulamaktadır. Bu nedenlerle bu derleme makale yüksek ve düşük sıcaklık uygulamalarındaki en son çalışmaları içermektedir.

37

Post-Harvest Temperature Applications in The Control Against Fresh Fruit and Vegetable Pests

Keywords
 Fruit,
 Vegetable,
 Post-harvest,
 Pest control,
 Heat treatment

Abstract: Post harvest pests-control are very important for product quality protection and keeping storage period at maximum time. Therefore, various alternative control methods have been also tested in fresh fruits and vegetables recently.

Physical methods have been a good alternative to sustain quality in crops, to minimize residue problems, the damage to the environment and to the problems of resistance that develops over time in insects as well as to reduce the cost in the control methods.

Some of the physical methods used as high or low temperature applications are dry heating, steam heating, hot water and pressurized hot air or room cooling, compressed air or vacuum cooling, hydro cooling and ice usage. These application options have sometimes been tested as single or with a combination of a few.

Recent studies and publications confirm this trend, too. For this reasons this review article includes the latest works on high and low temperature applications.

1. GİRİŞ

Tarımsal ürünlerin, üretiminden tüketimine kadar her safhasında hastalık ya da zararlılardan kaynaklı ürün kayıpları yaşanmaktadır. Tarımsal ürünlerin ilk günlük tazeliği ve kalitesinde kalması istenen bir durumdur. Bu nedenle hasat sonrasında kültürel, biyolojik, fiziksel, biyoteknik ve kimyasal olmak üzere çeşitli alternatifler denenmektedir. Bunlar arasında daha ekonomik, daha pratik, ürüne ve çevreye en az zarar verecek, kalıntı

riskini en aza indirecek yöntemler geliştirilmeye çalışılmaktadır. Hatta son zamanlarda metil bromidin çevreye ve insan sağlığına olan zararları nedeniyle alternatif metotların geliştirilmesi hız kazanmıştır. Ancak tarımsal ürüne zarar veren etmenin biyolojisini, zarar yaptığı dönem ve şartları tespit, sonrasında da ona göre en uygun mücadele yöntemini belirlemek en önemli aşamasını oluşturmaktadır.

Böceklerin sıcaklığa göre tepkilerinin (çizelge 1'de) genel olarak bilinmesiyle de en iyi sıcaklık aralığında mücadele yapabilmeye olanak sağlayacaktır.

Çizelge 1. Depolanmış ürünlerde zararlı böceklerin sıcaklığa tepkileri [1]

Zon	Sıcaklık	Etki
Ölümcül	> 62	Ölüm 1 dakika <
	50-62	Ölüm 1 saat <
	45-50	Ölüm 1 gün <
	35-42	Bir süre sonra ölüm
	35	Gelişme durur
En Uygun	33-35	Gelişme hızı düşer
	25-33	Gelişme en hızlıdır
	20-25	Gelişme hızı düşer
	13-20	Gelişme yavaşlar ya da durur
Ölümcül	3-13	Hareket durur-bir süre sonra ölür
	-5 ila -10	Ölüm 1 hafta-ay <
	-15 ila -25	Ölüm 1 saat<

Depolama koşullarının iyileştirilmesi için geliştirilmiş olan fiziksel yöntemler, hasattan sonra ürünlerde ısıl işlem uygulamaları olarak, 18. yüzyılın son çeyreğinde çeşitli amaçlar için kullanılmış ve sıcaklık uygulamalarının yöntemine göre tarihsel gelişiminden bahsedilmiştir [2]. Hububatlar, lifler, müze sanat eserleri, binalar ve kitaplar için 1792 yılında kuru ısıtma denenmişken 1913, 1925, 1989 yıllarında sırasıyla buhar ısıtma, sıcak su ve basınçlı sıcak hava uygulamaları olmak üzere çeşitli yöntemler meyve, sebze, soğan, süs bitkisi ve tohum gibi çeşitli tarımsal ürünlerde uygulanmıştır. Ancak sıcak uygulamanın bazı taze sebze ve meyvelerde kalite, görünüş, besin içeriğindeki değişimler sebebiyle ürünlerde kullanımında kısıtlamalar yapsa da dayanıklı ürünlerde tercih edilmiştir.

Soğutma yöntemlerinde ise 1800'lü yıllarda mekanik soğutma yöntemlerinin geliştirilmesiyle birlikte 1890 yılında ilk mekanik buz imalatı başlamış; absorpsiyon prensibiyle çalışan otomatik bir buzdolabı 1900'lü yılların başında Amerika'da satışa çıkarak piyasada yer almıştır [3]. Şimdilerde ise tarımsal ürünleri hasattan sonra saklamada soğutma sistemleri endüstriyel alanda geniş kabul görmüş; bunun sonucu olarak gıda sektöründe saklama ve pazarlama kolaylığı sağlamıştır. Genel itibari ile depolamada soğutma yöntemleri olarak belli başlıları oda soğutma, basınçlı hava ya da vakumlu soğutma, hidro soğutma, buz kullanma olarak yerini almıştır.

2. MATERYAL VE METOT

Günümüze kadar süregelen bazı yaş meyve ve sebzeler için yapılmış çalışmalar bulunmaktadır. Sıcaklık uygulamalarında düşük ve yüksek sıcaklık başlıkları altında en güncel çalışmalardan bazılarını yer verilecek olursa:

2.1. Düşük sıcaklık

Çeşitli meyvelerde zarar yapan elma içkurdu *Cydia pomonella* (L.) için, kirazda 1. dönem larvalarına yönelik düşük sıcaklık uygulaması ile 3,3°C'de soğuk depoda 0

(kontrol), 1, 2, 4, 7, 10 ve 14 gün olarak uygulama yapılmış [4]. İlk dönem larvaların hayatta kalmasının sadece ≥ 7 gün soğuk depolama sürecinde etkilendiğini ve diğer çalışmada ise düşük sıcaklığın süper soğuma noktasında mevsimsel değişimlerle zararlı bünyesindeki bir disakkarit olan trehalozun birikmesiyle soğuğa toleransında etkisinin olduğunu göstermiştir [5].

Ülkemizde ve Dünya ülkelerinde önemli bir karantina zararlısı olan meyve sineği, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) için [6] tatlı biber (*Capsicum annuum* L.) ve [7] sarı ve kırmızı biberler olmak üzere farklı biber çeşitlerinde soğuk uygulama denenmiştir. Akdeniz meyve sineğinin yumurta ve larvalarını elemine etmek için 21 gün, 1,5 °C sıcaklıkta nakliyyede uygulanabileceği [6] bildirilmiş olup 1,5, 4 ve 7 °C sıcaklıklarda 21 gün sürede, zararlının larval evrelerinin sarı biberler üzerindeki canlılığı, sarı ve kırmızı biberlerde 1,5 °C depolama koşullarına maruz bırakıldığında larval ölüm oranındaki farklılıklar karşılaştırılmıştır [7]. Sarı biberde 1,5 ve 4 °C'de 21 gün için meyve kalitesini korumuşken zararlının yumurta ve larval dönemlerini (L_1 , L_2 ve L_3) canlı kalmasını engellemiştir. Ayrıca larval dönemlerdeki soğuğa hassasiyette sarı ve kırmızı biber kıyaslamasında; kırmızı biberlerde $L_2 > L_1 > L_3$ iken, sarı biberler için hassasiyet önceliği $L_1 > L_2 > L_3$ olarak sonuçlanmıştır. Yine aynı zararlıya karşı pomelo-greyfurt hibriti 'Oroblanco' çeşidi için yapılan soğuk uygulama çalışmasında da 16 gün için $\leq 1,5^\circ\text{C}$ 'de 3. dönem larvalarını öldürmede etkili olmuştur [8].

Başka çalışmada ise, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) ve kavun sineği, *Zeugodacus (Bactrocera) cucurbitae* (Coquillett)'nin yumurta ve larva dönemlerine, göbekli portakallarda, soğuğa tolerans çalışmaları yapılmış [9]. Laboratuvarında yetiştirilen yumurta ve larvalar 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12 veya 14 gün için 1,5–2,0 °C'de soğuk hava depolarında bulunan portakalların merkezine yerleştirilmiş ve yumurta açılımı veya larvaların canlı kalımı değerlendirilmiştir. *C. capitata* (Wiedemann) yumurtaları, *Z. cucurbitae* (Coquillett) yumurtalarından daha fazla soğuğa dayanıklı ve *Z. cucurbitae* (Coquillett) larvaları, genel olarak *C. capitata* (Wiedemann) larvalarından daha fazla soğuğa tolerans göstermiş olup, *C. capitata* (Wiedemann) yumurtaları ve *Z. cucurbitae* (Coquillett) ikinci dönem larvaları soğuğa en çok dayanıklı canlı dönemleri olarak belirlenmiştir. Karşılaştırılan bu zararlıların birbirlerinden önemli ölçüde farklı olmadıkları, minimum 14 gün için $\leq 1,5^\circ\text{C}$ 'de soğuk uygulama ile *C. capitata* (Wiedemann) ve *Z. cucurbitae*'nin mücadelesinde başarı sağlamak için yeterli olacağı sonucuna varılmıştır.

Thaumatotibia leucotreta (Meyrick) için soğuk uygulamalarda [10-12] zararlının larval evresinin düşük sıcaklığa toleransını, soğuğa dayanımını ve beslenme durumunu etkileyen 6,7 °C'nin (aktivitenin daha düşük limiti) kritik en düşük sıcaklık [10] olduğu; 2 °C soğuk uygulamada 4. ve 5. dönem larvalarına (en çok soğuğa dayanıklı evrelerde) karşı 18 gün süre için 3°C ve 4 °C'de uygulamalardan daha fazla etkili olurken [11] 4. ve 5. larva dönemlerinin (soğuğa en dayanıklı evre olarak

tespit edilen dönem) $-0.16\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-0.44\text{ }^{\circ}\text{C}$ aralığındaki ortalama sıcaklıklarda 20, 18 ve 16 ve $1,05\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 19 gün kullanarak probit 9 seviyesinde [12] başarı elde edildiği görülmüştür.

Polifag bir zararlı olan *Drosophila suzukii* (Matsumura) için yaban mersini ve ahududu meyvelerinde 3 sıcaklık aralığı (1,1, 3,9 ve $5,0\text{ }^{\circ}\text{C}$) ve 4 farklı etki süresinde (6, 12, 24 ve 72 saat) denenmiş; 72 saat için $1,67\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de depolandığında zararlının gelişimi her iki meyvede önemli oranda daha uzun olmuş ve soğuk depolamanın hayatta kalmasını azalttığı sonucunu ortaya koymuştur [13].

Grapholita prunivora (Walsh) yumurta ve larval dönemlerine düşük sıcaklığın [14] (96-120 saatlik) yumurta ve 4. dönem larvaların soğuğa en dayanıklı dönemi olarak tercih edilmişken *Rhagoletis mendax* (Curran) [15] için ise yaban mersinindeki pupalarını ekstrem soğuk değerlerde öldürmede 2, 4, 7, 10 ve 15 gün (kontrol = $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 0 gün) $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye maruz bırakılarak ve $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de en az 181 gün için kışlaması sağlanarak >2 gün için (örneğin $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$) düşük sıcaklıkta larvaların ve pupaların ölmesinde etkili olduğunu göstermiştir.

Patates yumrularında sorun olan patates güvesi, *Phthorimaea operculella* (Zeller)'da ise, hasat sonrası soğuk depolamada [16] güvenin çeşitli gelişme evrelerinin, (yumurta açılması, larva ölüm oranı ve ergin ömrü üzerinde) 3 ve $7\text{ }^{\circ}\text{C}$ olmak üzere kısa ve uzun süreli etkisini tespit etmek amacıyla düşük sıcaklığın zararlıdan patatesleri korumada etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Domates ve diğer Solanaceae ürünlerinde etkili, Avrupa ve diğer Akdeniz bölgelerinde bulunan, istilacı bir zararlı (domates güvesi), *Tuta absoluta* (Meyrick)'ya karşı hasat sonrası dönemde domates meyvesi üzerinde gelişimini tamamlama durumu, farklı düzeylerde yüksek atmosferik karbondioksit (CO_2) ve soğuk depolama işlemlerinin, zararlı kontrolünü sağlamada etkisini üç domates çeşidinin meyvesinde, yumurtadan ergine kadar dönemlerinde denenmiştir [17]. $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de % 95 CO_2 modifiye atmosferinde 48 saat süreli muamelede, tüm yaşam evrelerinin kontrolü sağlanmasına rağmen meyve kalitesini olumsuz yönde etkilemiştir. $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de % 40 CO_2 ortamda denendiğinde ise, uygulama süresinde 72 saate kadar bir artış gerekmiştir. Güvenin yumurtalarında kontrolü sağlamak için toplam 10 gün boyunca $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de soğuk depolama uygulaması yapıldığında ise istenen etkili sonuca varılmıştır ve bu son iki uygulama meyvenin kalitesini olumsuz yönde etkilememiş olup hasat sonrası metil bromide alternatif yöntem olabileceği ifade edilmiştir.

Meksika meyve sineği, *Anastrepha ludens* (Loew) için ise sıcak ve soğuk ile kombine edilmiş yüksek basınç işleme (HPP) tekniği, (100 MPa'dan daha yüksek seviyede basınç işleme (HPP) koşulları ile) meyvelerin hasat sonrası yumurta ve larvalarına karşı uygulanmış [18] ve ön soğutma işleminin yumurtaların biyokimyası

ve fizyolojisini değiştirdiğini ve yüksek basınçlı işlemin (HPP) direnci artırdığını göstermiştir.

Mango unlu biti, *Droschia mangiferae* (Green) nimfleriyle laboratuvar koşullarında yürütülmüş çalışmada ise yüksek ($40-50\text{ }^{\circ}\text{C}$), orta ($14\text{ ve }18\text{ }^{\circ}\text{C}$) ve düşük ($-4-0\text{ }^{\circ}\text{C}$) sıcaklık rejimlerinin etkisinin zararlının hayatta kalması üzerine denemesi [19] ile 10-20 dakika süreler için $48\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de %100 ölüm, ($-4-0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 10 ve 20 dakika tutulduğunda ise sırasıyla % 86,7 ve % 100 ölümle sonuçlanmıştır.

2.2. Yüksek Sıcaklık

Düşük sıcaklık uygulamanın yanısıra *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) için yüksek sıcaklık uygulaması da yapılmıştır. Zararlının ovipozisyonundan 8 gün sonra 24 saatlik yumurta ve 3. dönem larvaların olduğu 2 gelişme dönemine yönelik çalışma ile böceklerin termal ölüm kinetiklerinin belirlenmesi için $46, 48, 50$ ve $52\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de bir ısıtma blok sistemi uygulanmış; %100 ölüm oranı sırasıyla 60, 15, 4 ve 1 dakikaları için başarılı sonuç vermiştir. Termal ölüm süresi (TDT) eğrileri, özellikle 2 düşük sıcaklıkta (46 ve $48\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de), 3. dönem larvaların yumurtalardan daha çok ısıya dayanıklı olduğunu göstermiştir. Tamamen öldürmeyle sonuçlanan sıcaklık-süre kombinasyonlarıyla, yumurtalar için termal ölüm oranı özellikle 3. dönem larvalarda olanlardan daha yüksek olduğu sonucunu vermiştir [20].

Elmalarda, *Bactrocera tryoni* (Froggatt) ve *Bactrocera jarvisi* (Tryon)'nin mikrodalga ve sıcak havanın böcek ölüm oranında (Mutsu elma çeşidi) ve meyve kalitesinde (Granny Smith elma çeşidi) etkinliğinin değerlendirilmesinde [21] $24 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de olan elmalar, ($40\text{ }^{\circ}\text{C}$) sıcak hava ile mikrodalga sisteminde ısıtılma işlemi ile merkezde, altta ve meyve etinde $53,4 \pm 1,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ortalama sıcaklık uygulama sonunda, ölüm değerleri sırasıyla ≥ 50 dakika ve ≥ 37 dakika olduğunda *Bactrocera tryoni* (Froggatt) ve *Bactrocera jarvisi* (Tryon)'nin en çok dayanıklı evresinde yüzde ölüm oranı gözlemlenmiş ve mikrodalga ısıtma uygulaması yapılmış elmaların toplam çözünabilir katı kısımlarına, etine ya da soyulma dayanıklılığına ters etki olmaksızın böcek istilasını önlemede etkili olmuştur. Muamele görmüş elmalarda, 3-4 hafta sonra muamele edilmemiş elmalardan dikkate değer şekilde daha yüksek Ph ve daha az iyon kaybı kaydedilmiştir.

Kestanelerde zararlı, *Conogethes punctiferalis* (Guene'e)'de ise farklı yaşam dönemleri, ısınma oranı ve sıcaklıkta termal ölüm kinetikleri üzerinde çalışılmış [22]; ısıtma bloğu sistemi (HBS) kullanılarak, zararlının ısıya en dayanıklı yaşam dönemi ve böcek ölüm oranı üzerinde etkili sıcaklık oranı (0,1, 0,5, 1,5 ve $10\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{dakika}$) belirlenmiştir. Beşinci dönem larva termal ölüm kinetiği $5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{dakika}$ ısıtma oranında 44 ve $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ arasındaki sıcaklıkta sağlanmıştır.

Harnup güvesi, *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) için ise $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 4 gün perakende periyodunu takiben $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 30 gün depolandığında, meyve kalite kayıplarını önlerken zararlının ölümüne sebep olan uygun sıcak su uygulaması (HWT) (doz ve zaman) ile 10 dakika için 50

°C, 5 dakika için 55°C ve 3 dakika için 60°C kullanılması zararlının ölümüne yol açtığı; hatta meyvede mikrobiyal gelişmeyi (mesofilikler için $<1 \log \text{cfu g}^{-1}$ ve maya ve küfler için $<2 \log \text{cfu g}^{-1}$) düşürdüğü tespit edilmiştir [23].

Pek çok sebze ürünüde, meyvelerde, hububat ürünlerinde konukçu olan karantina zararlısı, *Halyomorpha halys* (Stål) için yapılan çalışmada [24], Amerika'da kışın ortalama süper soğuma noktasının Minnesota'da tespitinde ($\pm \text{SEM}$) $-17,06 \text{ }^\circ\text{C} \pm 0,13^\circ$ ve Virginia'da $-13,90^\circ\text{C} \pm 0,09^\circ\text{C}$ olarak sonuçlanmışken laboratuvar deneylerinde ise, *H. halys* (Stål) erginlerine karşı % 100 ölüm oranına ulaşmak için (alt sınır ölümcül yüksek sıcaklıklar) sırasıyla 45°C ile 50°C, 40°C ile 45°C ve 42°C ile 45°C sıcaklık aralıklarında, 15 dakika, 1 saat ve 4 saat sürelerinde uygulama yapılmış. Böylece kışlayan *H. halys* (Stål) ile bulaşmış ihracat nakliye kargoları için ısı işlem prosedürleri geliştirebilmek adına kılavuz bir bilgi olmuştur. Zararlının varlığının tespit edildiği bir aracın en soğuk alanlarını en az 15 dakika süreyle 50°C'nin üzerindeki sıcaklıklara maruz bırakıldığında, erginlerinin % 100 ölüm oranı sağlanarak nakliye ile zararlının taşınmasının önlenebileceği gösterilmiştir.

Kenya'da önemli ihracat ürünlerinden, Fransız fasulyesinde zarar yapan batı çiçek tripsi, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) için hasat sonrası sıcak su işlemleri ve uygulama sonrası depolama koşullarının, tripslerin yumurta evresi ve larvaların ortaya çıkışı ya da hayatta kalması ile ilgili etkiler araştırılmıştır [25]. Fransız fasulyesi tohum kapsüllerinin 50 °C'deki suyla en az 5 dakika muamele edilmesi, trips yumurtalarının % 100 ölümüne neden olmuş ve toplamda dört adet trips türü üzerindeki denemede larva çıkışının gözlemlenmesinden sonra, trips açılmamış yumurta sayımı yapılmış; fasülyelere 50 °C'de muamele edilmesi, fasülye tohum kapsüllerinin kalitesini etkilememiş ve 5 gün süreyle 5 °C'de soğutma altında tutulan işlenmiş ve işlenmemiş fasülyelerde larva ortaya çıkmadığı gözlemlenmiştir. Ancak işlenmemiş fasülyelerin soğutmadan çıkarılmasından sonra örneklerde larva çıkışı olurken trips zararına karşı 50 °C'deki sıcak su muamelesinin, karantina güvenliğini arttırmak için bir seçenek olabileceği ve bu basit yöntemin, kullanılabilirliği görüşü ortaya atılmıştır.

Çin'de yaygın görülen (konukçuları Liliaceae familyasından sarımsak ve bazı soğanlarda hatta diğer sebze ürünleri, mantarlarda ve süs bitkilerinde olmak üzere) bir zararlı, *Bradysia odoriphaga* (Yang et Zhang)'da ise hayatta kalma, üreme, döllerin gelişimi ve cinsiyet oranı üzerinde sıcak şokunun etkisinin gözlemlendiği çalışmada ise farklı süreler (0'dan 120 dakikaya kadar) için zararlı ergini 31, 33, 35 ya da 37°C sıcaklık değerlerine tabii tutulmuş [26]; sıcaklık ve etki süresi arttıkça zararlının her iki cinsiyetinde (33, 35 ve 37°C'de) hayatta kalma azalmış, yumurtlama düşmüş, ebeveyn dişi ve erkek ≥ 30 dakika için $\geq 31^\circ\text{C}$ etkiye maruz bırakıldığında, genç larvaların gelişimi önemli oranda gecikmiştir.

Başka bir çalışmada, Çin Frenk soğanı alanlarında tespit edilmiş, *Bradysia odoriphaga* (Yang et Zhang) ve *B. difformis* (Frey) zararlılarına yazın popülasyon yoğunluklarını sınırlayan ısı şokuna karşı toleransları değerlendirilmiş [27]; sıcaklık 30 °C'den daha yüksek olduğu durumlarda yavaş gelişim ve düşük hayatta kalma oranı ve düşük döl verimliliği görülmüşken 34 °C'deki bireylerde yumurtadan ergin dönemine ulaşmama; 36 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda ise hayatta kalma oranları düşerek ölümcül etki meydana getirmiştir. Dördüncü dönem *B. odoriphaga* (Yang et Zhang) ve *B. difformis* (Frey) larvalarının ortalama LT_{50} değerleri sırasıyla 46,82 ve 32,97 saat, 38 °C'de değerler 2,12 ve 1,51 saat olarak belirlenmiş olup dördüncü dönem larvalar ve pupalar, ısı stresine karşı hassasiyet gösteren erginlere ve yumurtalara göre daha yüksek ısıya dayanıklılık göstermişlerdir. Ayrıca *B. odoriphaga* (Yang et Zhang), *B. difformis* (Frey)'den daha fazla ısıya dayanıklılık göstermesi nedeniyle zayıf termotolerans seviyeleri yaz sıcağı döneminde oluşumları sınırlayabileceği ve iki tür arasındaki bu farklılığın bölgesel dağılımlarıyla ilişkili olabileceği fikrini ortaya çıkarmıştır.

Mangoda (*Mangifera indica* L.) Meksika meyve sineği, *Anastrepha ludens* (Loew)'de ise 3. dönem larvalarını öldürebilmek için sıcak su uygulaması kullanılarak zararlı kontrolü ve meyve kalitesini korumak için su soğutma işlemi [28] yapılmış olup yaban mersininde *Rhagoletis mendax* (Curran) için ise sıcak suya daldırma (70 °C (1 saniye) veya 55 °C (30 saniye)) ile *R. mendax* (Curran)'da pupaların % 100 ölümü ile başarı sağlanmıştır [29]. Ancak *A.ludens* (Loew)'te 3. dönem larvaları öldürebilmede başarılı olunabilmesinde meyve öz sıcaklığının larvaların öldüğünden emin olmak için kayıt altında tutulması gerektiği sonucuna varılmıştır.

3. TARTIŞMA VE SONUÇ

Arthur ve arkadaşları [30] tarafından Heather ve Hallman [31]'a ithafen bildirdiklerine göre soğuk uygulama, sıcak hava, sıcak suya daldırma uygulamaları organik sanayi uygulamalarında kabul edilen yöntemler olup masraf bakımından sıcak hava uygulama orta düzeyde iken sıcak suya daldırma ve soğuk uygulama yöntemleri düşük maliyetli olarak belirtilmiştir. Uygulama hızı bakımından soğuk uygulama çok yavaş, sıcak hava orta düzeyde iken sıcak suya daldırma hızlı uygulama olarak belirtilmiştir.

Soğutma yöntemlerinde hidro soğutma, Mitchell [32]'e göre bazı ürünler için hızlı ve homojen soğutma sağladığı, ancak ürün paketli materyalin kendisi ıslanmaya, klora ve su tutma hasarına dayanıklı olmak zorunda olduğu ifade edilmiştir. Buharlı soğutma yöntemi, daha az nemli bölgeler için uygun olduğu ve küçük pek çok ürün için güçlü hava soğutucular ile kullanılabilirliği bilinirken [33] buz kullanma ve depolaması ise pahalı olup hasat süresince kısa süreli kullanılacağına ekonomik olacağı; sadece neme dayanıklı, donmayan, hassas ürünlerde ve suya dayanıklı (mumlanmış mukavva, plastik ya da ahşap) paketlerde kullanılabilirliği bir diğer husus olarak belirtilmiştir.

[34,35]. Oda soğutma ile vakumlu soğutmanın karşılaştırılması [36] yapıldığında, birim zamanda vakumlu ortamda oda soğutmaya göre daha hızlı sıcaklık değerinde düşme gerçekleştiği ama vakum ortamını sağlamak için oda soğutmaya göre daha fazla enerji harcandığı vurgulanmıştır.

Son zamanlarda depo zararlıları ile mücadelede metil bromid alternatifleri geliştirilen yöntemler Dünya çapında ortaya atılan görüş ve öneriler doğrultusunda çevreye, canlılara daha az zararlı olan uygulamalara bir yol haritası çizmeye çalışıldığının göstergesi olmuştur.

Yapılmış son çalışmalarda da en çok üzerinde durulan noktalar, (tarımsal ürünlerin dokusunun ve kimyasal içeriğinin geniş bir varyasyon göstermesinden kaynaklı olarak) hasat sonrası zararlılarla mücadelede söz konusu tarımsal ürünün dayanıklılığı ve ısıl işlem muamelesi sonrasında besin içeriği kaybının olup olmaması, morfolojik özelliklerinin değişip değişmemesi ya da tarımsal ürüne uygulanan sıcaklık aralığının hedef zararlıda ne ölçüde etki edeceği gibi pek çok faktörün bulunduğuna yönelik değerlendirmelerdir. Mücadelenin başarısının en önemli noktasını da bu parametreler oluşturduğu için meyve kabuk dokusu ne kadar kalın ve dayanıklıysa raf ömrü ve uygulamalara dayanımını artırırken mevcut uygulanacak ısıl işlemin kabuk dokusunun ne kadarlık derinliğine, ne kadar sürede ulaşacağı, zararlıya etki düzeyinin ne ölçüde olacağı; ya da ürünün dokusunun çok hassas (ince kabuklu ya da yapraklı) olması zararlıya uygulanacak soğuk ya da sıcak uygulamanın ne düzeyde olacağının belirleyicisi olacaktır.

Böylece hedef zararlı etmeni tarımsal üründen elemine edecek yöntemi belirlemek için uygulanmış yöntemlerin meyve ya da sebze kalitesini, hedef zararlıyı hangi yöntemle ne ölçüde etkileyip etkilemeyeceğini test etmek, en uygun sıcaklık aralığı ve yöntemi ya da kombinasyonlarını bulmak için ayrıntılı çalışmalar yapmak gerektiğini göstermektedir.

Sonuç olarak, hasat sonrası mücadelede fiziksel yöntemlerin uygulanması, tercih nedeni olabileceği gibi diğer mücadele yöntemleriyle birlikte de ortak ele alınması gerekebilecektir. Çünkü bir zararlının ve tarımsal ürünün fizyolojisi, farklı ortam koşullarına tepkileri ne kadar çok iyi bilinirse fiziksel mücadele yöntemleri de o kadar iyi geliştirilebilir ve başarı yüzdesi artar.

KAYNAKLAR

- [1] Fields PG. The control of stored product insects and mites with extreme temperatures. J. Stored Prod. Res. 1992;28:89-118.
- [2] Hansen JD, Johnson JA. In: Heat treatments for postharvest pest control: theory and practice. Tang, J., Mitcham E, Wang S. ve Lurie S. (eds) Cromwell Press, UK. 2007;1-26.
- [3] Türk R, Karaca H. Ülkemizde taze ürün depolayan soğuk muhafaza tesislerinde teknik ve ekonomik

nitelikler. 12. ulusal tesisat mühendisliği kongresi. 8-11 nisan 2015/İzmir.

- [4] Hansen JD. Effect of cold treatment on survival and development of codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) in cherry. J. Econ. Entomol. 2002;95(1): 208-213.
- [5] Khani A, Moharramipour S and Bargezar M. Cold tolerance and trehalose accumulation in over-wintering larvae of the codling moth, *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae). Eur. J. Entomol. 2007. 104:385-392.
- [6] Fallik E, Perzelan Y, Tuvia SA, Lavy EN, Nestel D. Development of cold quarantine protocols to arrest the development of the Mediterranean fruit fly (*Ceratitiscapitata*) in pepper (*Capsicum annum L.*) fruit after harvest. J. of Postharvest Bio. And Techn. 2012;70:7-12.
- [7] Castro R, Fallik E, Lavy NE, Tuvia SA, Rempoulakis P, Nestel D. Effects of cold post-harvest treatments of sweet bell peppers on the development of the Mediterranean fruit fly (*Ceratitiscapitata*). 2016;120:16-22.
- [8] Gazit Y, Kaspi R. An additional phyto-sanitary cold treatment against *Ceratitiscapitata* (Diptera: Tephritidae) in 'Orblanco' citrus fruit. J. of Eco. Ento., 2017;110(2):790-792.
- [9] Follett PA, Manoukis NC, Mackey B. Comparative cold tolerance in *Ceratitiscapitata* and *Zeugodacus cucurbitae* (Diptera: Tephritidae). Journal of Economic Entomology. 2018; 111(6):2632-2636.
- [10] Boardman L, Grout TG, Terblanche JS. False codling moth *Thaumatotibia leucotreta* (Lepidoptera, Tortricidae) larvae are chill-susceptible. J. of Insect Science. 2012; 19:315-328.
- [11] Moore SD, Kirkman W, Albertyn S, Love CN, Coetzee JA and Hattingh V. Partial cold treatment of citrus fruit for export risk mitigation for *Thaumatotibia leucotreta* (Lepidoptera: Tortricidae) as part of a systems approach. J. Of Eco. Ento. 2016;109(4): 1578-1585.
- [12] Moore SD, Kirkman W, Stephen PR, Albertyn S, Love CN, Grout TG, Hattingh V. Development of an improved post harvest cold treatment for *Thaumatotibia leucotreta* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae). J. of Postharvest Biology and Technology. 2017; 125:188-195.
- [13] Aly MFK, Kraus DA, Burrack HJ. Effects of postharvest cold storage on the development and survival of immature *Drosophila suzuki* (Diptera: Drosophilidae) in artificial diet and fruit. J. of Eco. Ento. 2017;110(1):87-93.
- [14] Neven LG. Effects of low temperature on egg and larval stages of the lesser appleworm (Lepidoptera: Tortricidae). J. Econ. Entomol. 2004. 97(3):820-823.
- [15] Vincent C, Lemoyne P, Gaul S, Mackenzie K. Extreme cold temperature to kill blueberry maggot (Diptera: Tephritidae) in reusable containers. J. Econ. Entomol. 2014. 107(3): 906-909.
- [16] Saour G, Al-Daoude A, Ismail H. Evaluation of potato tuber moth mortality following postharvest cold storage of potatoes. J. of Crop Protection. 2012; 38:44-48.

- [17] Riudavets J, Alonso M, Gabarra R, Arnó J, Jaques JA. The effects of postharvest carbondioxide and a cold storage treatment on Tuta absoluta mortality and tomato fruit quality. J. of Postharvest Biology and Technology. 2016; 120: 213–221.
- [18] Rodriguez JFC, Velazquez G, Montoya P, Vazquez M, Ramirez JA. Precooling treatments induce resistance of *Anastrepha ludens* eggs to quarantine treatments of high-pressure processing combined with cold. J. Econ. Entomol. 2014; 107(2): 606-613.
- [19] Nandi PS, Chakraborty K. Effect of temperature ramping on the mortality of mango mealy bug, *Droschia mangiferae* under laboratory conditions. J. of Ento. and Zoo. Stud.2015; 3(3): 469-474.
- [20] Gazit Y, Rossler Y, Wang S, Tang JVE, Lurie S. Thermal death kinetic of egg and third instar Mediterranean fruit fly (Diptera:Tephritidae). J. Econ. Entomol. 2004;97(5):1540-1546.
- [21] Gamage TV, Sanguansri P, Swiergon P, Eelkema M, Wyatt P, Leach P, Alexander DLJ, Knoerzer K. Continuous combined microwave and hot air treatment of apples for fruit fly (*Bactrocera tryoni* and *B. jarvisi*) disinfestation. Innovative Food Science and Emerging Technologies 2015; 29:261–270.
- [22] Hou L, Du Y, Johnson JA, Wang S. Thermal death kinetics of *Conogethes punctiferalis* (Lepidoptera : Pyralidae) as influenced by heating rate and life stage. J. Econ. Entomol. 2015;108(5): 2192–2199.
- [23] Amor RB, Dhouibi MH, Aguayo E, Hot water treatments combined with cold storage as a tool for *Ectomyelois ceratoniae* mortality and Maintenance of Deglet Noor palm date quality. J. Of Posthar. Bio. And Techno. 2016; 112:247–255.
- [24] Aigner DJ. Biology and Management of Brown Marmorated Stink Bug, *Halyomorpha halys* (Stål), in Agricultural and Urban Environments. Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University. Dissertation Phd. Thesis. 2016.
- [25] Speckhahn C, Subramanian S, Meyhöfer R. Postharvest warm water treatment to control thrips in export French Beans.1st All Africa Postharvest Congress. 2017;7-9.
- [26] Cheng J, Su Q, Jiao X, Shi C, Yang, Y., Han H, Xie W, Guo Z, Wu Q, Xu B, Wang S, Zhang Y. Effects of heat shock on the *Bradysia odoriphaga* (Diptera:Sciaridae). J of Econ. Ento. 2017; 110(4):1630-1638.
- [27] Zhu G, Luo Y, Xue M, Zhao H, Xia N, Wang X. Effects of high-temperature stress and heat shock on two root maggots, *Bradysia odoriphaga* and *Bradysia difformis* (Diptera: Sciaridae). Journal of Asia-Pacific Entomology.2018;21,106–114.
- [28] Hernandez E, Medina MA, Toledo J, Bravo B, Corrales JC, Montoya P, Mangan R. The effects of a modified hot water treatment on *Anastrepha ludens* (Diptera:Tephritidae)-infested mango. J. of Eco. Ento. 2017; 110 (2): 407–415.
- [29] Vincent C, Lemoyne P, Lafond J. Management of blueberry maggot with high temperatures. J. of Eco. Ento., 2018;1–5.
- [30] Arthur FH, Johnson JA, Neven LG, Hallman Guy J, Follett PA. Insect Pest Management in Postharvest Ecosystems in the United States of America. In:Outlooks on pest managements. Research information. Ltd.2009; 20(6):279-284.
- [31] Heather NW &Hallman GJ. Pest management and phytosanitary trade barriers. CABI, Wallingford, UK.2008.
- [32] Mitchell FG. the need for cooling. In: Kader, AA (Ed.) Postharvest Technology of horticultural crops. 2ed. Berkley: Division of Agriculture and Natural Resources,University of California,1992;53-56.
- [33] Kader AA (ed). Postharvest Technology of Horticultural Crops (3rd Edition). UC Publication 3311. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Oakland, California.2002;94608.p. 535.
- [34] McGregor BM. Tropical Products Transport Hand book. Washington, D.C.: U.S. Dept. Of Agriculture, Office of Transportation.) 1989.
- [35] Thompson JF. Cooling horticultural commodities.2002;97-112. In: Kader, AA (ed.). Postharvest Technology of Horticultural Crops. Univ. Of California, Div. Of Agriculture and Natural Resources,
- [36] Anonymus.WebSitesi:<http://www.postharvest.nt.au/postharvestfundamentals/cooling-andstorage/cooling-methods/ErişimTarihi>: 15.04.2018.