

Bitkisel Üretimde ve Bitki Korumada Yeni Bir Etken Madde: Harpin

Nuray AKBUDAK¹

Himmet TEZCAN²

Öz: Günümüzde üretici ve tüketicilerin bilinçlenmesi sonucunda patojen kaynaklı hastalıklara karşı uygulanan klasik fungusitlere olan talep her geçen gün azalmaktadır ve biyolojik kontrol ve entegre mücadele programları popüler hale gelmektedir. Hastalık ve zararlılara karşı dayanımı artırıcı olarak kullanılan bioaktivatörler biyolojik mücadelenin önemli yapı taşlarıdır. Ticari olarak kullanılan biyoaktivatörler arasında en çok tercih edilenlerden birisi de Messenger ticari ismiyle satışa sunulan harpin proteindir. Bitki aktivatörlerinin kullanımı son yıllarda organik tarımda da artış göstermektedir. Bu makalede, hastalıklara karşı pratikte de kullanılabilen harpinin doğal dayanım mekanizmasını tetiklemedeki rolü değerlendirilmiş ve harpinin yapısal özellikleri, kullanımı, çeşitli meyve ve sebze türlerinde farklı hastalıklara karşı etkinliği incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Biokontrol, doğal dayanım mekanizması, messenger.

A New Active Ingredient in Plant Protection: Harpin Protein

Abstract: In recent years, demand of conventional fungicides, used against pathogen related diseases gradually decrease due to producers and consumers becoming more conscious and biological control and Integrated Pest Management programs became popular. Bioactivators used to increase natural disease resistance were one of the basics in biological control. One of these commercial bioactivators is Messenger consisting of harpin. The use of plant activators has increased in recent years with the developments in organic agricultural practices. Use of plant activators to reduce plant diseases is relatively new and very few activators are commercially available. In this review the role of harpin to induce natural disease resistance, which can be used practically in the suppression of diseases, was evaluated. Moreover, structural characteristics, usage and efficacy of harpin against different diseases of various vegetables and fruits, were mentioned.

Key Words: Biocontrol, natural disease resistance, messenger.

1. Giriş

Geçen yüzyılda insanların karşı karşıya kaldığı en önemli sorunlardan bir tanesi nüfusun hızla artmasına paralel olarak karşılaşılan gıda eksikliği idi. Kısa sürede çözülmesi gereken bu sorunu aşabilmek için gelişmiş ülkeler bitkisel üretimde birim alandan alınan verimin artırılmasını tarım politikalarının temeli haline getirmişlerdir. Bu yönde yapılan en önemli girişim yüksek verimli çeşitlerle monokültür üretim ve üretimde su başta olmak üzere girdi kullanımının yoğunlaşması sorunlarını beraberinde getirmiştir. Bu girdilerin en temel olanları arasında yeni ıslah edilmiş ve yurt dışından getirilen bitki materyalleri, su, ilaç ve suni gübre sayılabilir. Dünya ülkelerinde olduğu gibi Türkiye’de de kabul gören bu yeni yaklaşım sonucunda 1980’li yıllarda çevrenin hızla kirlendiği ve ekolojinin geri dönülemez biçimde bozulmaya başladığı anlaşılmıştır. Tarımda meydana gelen bu artışa rağmen günümüzde açlık sorunu halen devam etmektedir. Bu sorun Dünya’da üretim miktarındaki azlıktan çok gıda dağılımındaki dengesizlikten kaynaklanmaktadır. Son yıllarda

tartışılan bir başka konu da tarım ürünlerindeki artışa rağmen gıda güvenilirliğindeki azalıştır. İnsan beslenmesindeki en önemli unsurlardan biri olan gıda güvencesi özellikle yaşam kalitesinin yüksek olduğu ülkelerde sıklıkla gündeme gelmektedir. Dolayısıyla tarımda üretim sistemlerinde yeni arayışlar ve sağlıklı gıda elde edilmesi giderek önemi artan bir konu haline gelmiştir. Gıda güvenilirliğini tehlikeye atan en önemli faktörlerden birisi de üretim sırasında verimi ve kaliteyi azaltan bitki hastalık ve zararlılarına karşı kullanılan kimyasallardır. Uzun süredir uygulanan kimyasal mücadele sonucu ortaya çıkan ciddi sorunlardan dolayı alternatif yöntemler geliştirilmeye başlanmıştır. Yoğun kimyasal kullanımı sonucunda doğal denge tahrip olmuş, çevre ve insan sağlığı her geçen gün biraz daha tehdit altına girmiştir. Tüm bu sorunlar karşısında çevre ile dost, uzun süre etkili bir mücadele yöntemi olarak biyolojik kontrol ön plana çıkmıştır. Sürdürülebilir üretim açısından biyolojik mücadele kaçınılmaz hale gelmiştir (Şeniz ve ark., 2005).

Pestisit kullanımının söz konusu olmadığı biyolojik mücadelede kültürel önlemlerin desteğiyle sağlıklı bir çevre oluşturmak, pestisitlerin yerine bitki bakım maddeleri ile bitkinin doğal dayanıklılığını artırıcı maddeleri kullanıp hastalık etmenlerini ve zararlıları

¹ U.Ü. Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü-Bursa

² U.Ü. Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü-Bursa

kontrol altında tutmak amaçlanmıştır. Zararlıların kontrol altında tutulmasında biyolojik mücadelede, yararlı faunanın korunmasına büyük önem verir. Bazı zararlılara karşı yalnız biyoteknolojik yöntemlerden yararlanılır (Onoğur ve Çetinkaya, 2002).

Biyolojik mücadelenin içinde yer alan bitkinin hastalık ve zararlı etmenlerine karşı sistemik olarak dayanıklılığını artırılması düşüncesi ilk olarak 19. yüzyılın başlarında ortaya atılmış ve bütün normları alt üst etmiştir. Her ne kadar geçerli bilimsel veriler ile destekleniyor olsa da hatalı veya yanlış bir fikir olduğu düşünülmüştür. İlk olarak Chester tarafından rapor edilen bu görüş; bitkilerin doğal savunma mekanizmasının uyarılması ile bitkilerin kendilerini patojen saldırılarından korumalarına dayanır. Doğal savunma sistemini harekete geçiren ve dışardan uygulanarak uyarım sağlayan bu maddelere bitki aktivatörü denilmektedir. Doğal savunma sisteminde meydana gelen bu fizyolojik olay ise sistemik dayanıklılık kazanma [systemic acquired resistance (SAR)] olarak isimlendirilmiştir. Klasik pestisitlerin aksine bitki aktivatörleri direkt olarak hastalık etmeni üzerine etki etmezler. Bitki aktivatörlerinin birçok bitki ve üründe dayanımı artırıcı yönde etkili olduğu ve bunu da uygulanan bitkideki dayanımı aktive eden genleri uyararak gerçekleştirdiği belirlenmiştir. Bu yeni sistemle hem bitki koruma hem de bitki yetiştiriciliği konularında yeni bir dönem açılmıştır (Vallad ve Goodman, 2004).

Son yıllarda yapılan çalışmalar sistemik dayanıklılık kazanma (SAR) mekanizmasını tetikleyen farklı maddelerin geliştirilmesi yönünde hız kazanmıştır. Geliştirilenler ise gerek Dünya gerekse Türkiye piyasasında kısa sürede yer almıştır. Türkiye’de halen piyasada bulunan ve ilaç firmaları tarafından pazarlanan ürünlerden bazıları; Actigard TM (Novartis), Messenger TM (Eden Bioscience), Acibenzolar-S-Methyl, Humiforte (Inagrosa), Crop-Set (Improcrop) ve ISR 2000 (Improcrop) sayılabilir (Yücer, 2007). Bunların içinde, Harpin Protein (Messenger) Dünya’da olduğu gibi ülkemizde de yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bununla birlikte bu maddenin hem bitki fizyolojisi hem de bitki hastalık ve zararlıları üzerine etkilerini gösteren fazla bilgi bulunmamaktadır.

2. Harpin nedir?

Harpin doğal olarak meydana gelen bakteriyel içerikli bir proteindir. Bitkinin doğal savunma mekanizmasını harekete geçiren harpin, elma ve armutta ateş yanıklığı hastalığına sebep olan bakteriyel patojen *Erwinia amylovora*’dan izole edilmiştir. Biyokimyasal pestisit olarak sınıflandırılmaktadır. *E. amylovora*’dan izole edilen harpin şifrelenmiş DNA kısımları *Escherichia coli*’ye transfer edilerek üretilmektedir. Harpin üretimi *E. coli*’yi

zayıflatmakta ve böylece *E. coli* insan midesinde gelişmemekte, canlılığını sürdürememektedir. *E. coli*’nin K-12 hücreleri fermentasyon sonunda öldürülmekte ve yok edilmektedir (Wei ve ark., 1992).

Harpin tamamen doğal protein yapısında olup. 403 aminoasit uzunluğundadır ve moleküler ağırlığı yaklaşık olarak 44 kD’dur. Suda çözünebilir, granül yapıdadır. Düşük toksisite ve kalıntı azlığı nedeniyle tercih edilmektedir. EDEN Biosciences firması tarafından biyo-aktivatör olarak patent alınmış ve Messenger ticari ismi ile satışa sunulmuştur (Anonim, 2007).

3. Etki Mekanizması

Bitkilerde birçok bakteri, fungus, virüs ve nematoda karşı doğal dayanıklılık mekanizmasının temel bileşeni yüksek hassasiyetli tepki (hypersensitive response)’dir. Bu tepki; bir patojen tarafından etkilenen dokularda hızlı ve lokal doku ölümü olarak kendini gösterir. Bu kısmi doku zararlanması sonrasında sistemik etkili dayanım mekanizması devreye girer. Bu mekanizma ile bitkide geniş etkili sistemik bir dayanım ortaya çıkar (Wei ve ark., 1992).

Harpin tercihen yaprak uygulamaları şeklinde ve bitki vegetasyon süresince 14 günlük aralıklarla kullanılmaktadır. Bir bitkiye uygulandığında harpin proteinleri bitki reseptörlerine bağlanır. Bu bağlanma süreci sırasında bitki bünyesindeki yüzlerce genin katılımıyla bir çok biyokimyasal reaksiyon uyarılır. Bitkide meydana gelen bu tepkinin sonucunda dayanım mekanizması aktif hale gelir ve büyüme teşvik edilir. Harpin, bitki bünyesindeki büyüme mekanizmalarını etkileyerek bitkinin doğal fizyolojik yapısına olumlu yönde etki eder. Bu olumlu etki salisilik asit ve jasmonik asit sentezini ve bitki büyüme mekanizması hızlandırır. Salisilik asit sentezindeki artış, bitkiye bir patojen saldırısı durumunda doğal dayanım mekanizmasını (SAR) uyararak bir biyolojik direnç sağlar. Jasmonik asit sentezindeki artış ise hastalık ve zararlılara dayanımı arttıran bileşimlerin üretimini teşvik eder (Hunt ve Ryals, 1996; Ryals ve ark., 1996).

Bitkiye yapılan uygulamadan 3-5 gün sonra tam etkisi bitki üzerinde görülmektedir. Ayrıca harpin uygulamalarının fotosentezde, besin maddesi alımında, kök gelişiminde, tohum çimlenmesinde artış sağladığı ve erken çiçeklenme ile meyve gelişimini olumlu yönde etkilediği, meyve olgunlaşmasında erkencilik sağladığı bildirilmektedir (Anonim, 2001).

3.1. Hasat Öncesi Dönemde Hastalık ve Zararlılara Karşı Etkisi

Harpin uygulanan bitkilerde doğal dayanım mekanizması aktif hale gelir ve bitki bir patojen saldırısı durumunda dayanımını arttırmış olur. Doğal dayanım mekanizması, çok geniş bir patojen grubuna karşı etkilidir (Strobel ve ark., 1996). Harpin uygulanan Red Delicious elmalarında yapılan incelemeler sonucunda epidermal ve hipodermal hücrelerin büyük vakuollerinde tannin birikimi olduğu gözlenmiştir. Yapılan bu sitolojik çalışma sonucunda epidermal ve hipodermal hücre duvarlarında harpin uygulamasından sonra yapısal bazı değişimlerin olduğu bu değişimler nedeniyle bir patojen saldırısında meyvenin direncinin olumlu yönde etkileneceği yazarlar tarafından bildirilmiştir (Capdeville ve ark., 2001). Bu konuyla ilgili çalışmalar halen devam etmektedir. Konuyla ilgili araştırmalar sebzelerde yoğunlaşmıştır. Bakteriyel leke ile bulaşık domates bitkilerinde yapılan bir çalışmada harpin uygulamalarının oldukça iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir (Obradovic ve ark., 2004). Domatesde önemli zararlara neden olan mildiyö hastalığı üzerine harpin uygulamalarının etkinliğinin araştırıldığı bir

denemede, uygulama yapılan bitkiler ile kontrol bitkileri karşılaştırıldığında % 98,8 ve 100 oranlarında başarı sağlandığı bildirilmiştir (Bourbos ve Barbopoulou, 2006). Hıyarda harpin uygulamaları Antraknoz'a, tütün nekrotik virüsüne ve köşeli bakteriyel yaprak lekesine karşı doğal dayanım mekanizmasını tetiklemiştir (Strobel ve ark., 1996). Üzümlerde ise harpin Pierce's hastalığına karşı bitki dayanımını arttırmak amaçlı kullanılmış ve hastalığın gelişimine önemli oranda engel olmuştur (Tubajika ve ark., 2006). Daha az sayıda olmakla beraber, harpinin olumlu etkilerinin bildirildiği çalışmaların yanı sıra hastalık ve zararlılara herhangi bir etkisinin olmadığını rapor eden makaleler de bulunmaktadır. Örneğin; domatesde yapılan bir çalışmada yeşil şeftali afidi populasyon artışına karşı (*Myzus persicae*) harpin uygulamalarının önemli bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir (Boughton ve ark., 2006). Keinath ve ark. (2007) tarafından kavunlarda *Pseudoperonospora cubensis* ve *Didymella bryonia* funguslarının neden olduğu mildiyö ve zamklı (=akıntılı) sap yanıklığı hastalıklarına karşı da harpin uygulamalarının etkili olmadığı belirtilmiştir.

Çizelge 1. Harpin uygulamaları kullanılarak yapılan çalışmalar

Tür	Patojen	Uygulama Şekli	Hastalık Etkisi	Verim Etkisi	Yazarlar
M. domestica	P. expansum	Hasat sonrası	+		Capdeville ve ark. (2003)
			+		Capdeville ve ark. (2002)
L. esculentum	--	Hasat öncesi (bitkiye)			Akbudak ve ark. (2006a)
C. annuum	--	Hasat öncesi (bitkiye)		+	Akbudak ve ark. (2007)
C. annuum	--	Hasat öncesi (bitkiye)			Akbudak ve ark. (2006b)
C. annuum	Botrytis cinerea	Hasat öncesi (bitkiye)	+		Akbudak ve ark. (2006c)
C. melo	Trichothecium roseum	Hasat sonrası	+	+	Yang ve ark. (2005)
C. melo	Pseudoperonospora cubensis	Hasat öncesi (bitkiye)	-		Keinath ve ark. (2007)
	Didymella bryoniae				
V. vinifera	Xylella fastidiosa	Hasat öncesi (bitkiye)	+		Tubajika ve ark. (2006)
L. esculentum	Phytophthora infestans	Hasat öncesi (bitkiye)	+	+	
	Pseudomonas syringae			+	
L. esculentum	Alternaria solani	Hasat öncesi (bitkiye)	+	-	Bishnoi ve Payyavula (2004)
B. napus	Leptosphaeria maculans	Hasat öncesi (bitkiye)	-		Bishnoi ve Payyavula (2004)
G. hirsutum	-	Hasat öncesi (bitkiye)	+		Bednarz ve ark. (2002)
C. sativus	Pseudomonas syringae	Yaprağa	+		Strobel ve ark. (1996)
S. tuberosum	Phytophthora infestans	Hasat öncesi (bitkiye)	+	+	Gang ve Liu (1999)
L. esculentum	Phytophthora infestans	Hasat öncesi (bitkiye)	+		Bourbos ve Barbopoulou (2006)
C. sativus		Hasat öncesi (bitkiye)		+	Tezcan ve ark. (2002)
L. esculentum				+	

3.2. Hasat Sonrası Dönemde Hastalıklara Karşı Etkisi

Üründe en fazla kalite kayıplarının meydana geldiği dönemlerden biriside hasat sonrası periyodudur. Bu süreçte özellikle bahçeden gelen ürünün depolanmaya başlanmadan önce çeşitli uygulamalara tabi tutulması depolama süresindeki kalite kayıplarını önemli oranda azaltabilmektedir. Meyve ve sebzelerde hastalıkların kontrol altına

alınabilmesi için üründeki doğal hastalık dayanımının artırılması diğer yöntemlere göre tercih edilen bir stratejidir (Terry ve Joyce, 2004). Bitki veya meyvede patojen gelişimini sınırlandıran en önemli etmen fenilpropanoidlerdir (Koricheva ve ark., 1998). Bitkide, fenilpropanoid sentezinin sınırlandırılması doğal hastalık dayanım mekanizmasını artırıcı bir etkiye sahip olabilir. Doğal hastalık dayanım mekanizmasının aktif hale gelmesi ise

bitkinin patojen saldırısı karşısında vereceği direnç yönündeki tepkinin hızına, büyüklüğüne, bitkinin fizyolojik yaşına, patojen saldırısının yoğunluğuna ayrıca hasat öncesi ve sonrası dönemdeki çevre şartlarına da bağlıdır. Örneğin olgunlaşma ve depolama sırasındaki fitoaleksinin birikiminin oranı antifungal bileşimlerin azalmasına neden olmuştur (Prusky, 1998). Benzer etki, hasat öncesi ve sonrası harpin ve benzeri maddelerin uygulamalarında da görülebilir (Joyce ve Johnson, 1999).

Hasat sonrası harpin uygulamalarına yönelik olarak yapılan çalışmalar kavun (Yang ve ark., 2005; Keinath ve ark., 2007), elma (Capdeville ve ark., 2002; Capdeville ve ark., 2003), kiraz domatesi (Akbudak ve ark., 2006 a) ve biberde (Akbudak ve ark., 2006 b; Akbudak ve ark., 2007) yoğunlaşmıştır. Bu araştırmalardan sadece Yang ve ark. (2005)'nin yaptığı çalışmada, kavunlar hasattan sonra harpin içeren çözeltiye batırılarak bekletilmiş ve pembe çürüklüğe neden olan *Trichothecium roseum* fungusunun misel gelişimlerini kontrol altına aldığı belirlenmiştir. Diğer çalışmalarda harpin uygulamaları hasat öncesi dönemde direkt olarak bitkiye yapılmış, hasat sonrası hastalık gelişimleri takip edilmiş ve depolama sürecine etkileri belirlenmiştir. Elmalarda mavi küfe karşı harpinin etkinliği araştırılmış ve uygulamalar hem hasat öncesinde hemde hasat sonrasında yapılmıştır. 120 gün devam eden depolama süresince harpin uygulanan meyvelerde hastalık belirtilerinde önemli oranda azalmalar görülmüştür (Capdeville ve ark., 2003). Kiraz domatesi (Akbudak ve ark., 2006 a) ve biberde (Akbudak ve ark., 2006 b) yapılan çalışmalarda vejetasyon döneminde yapılan harpin uygulamalarının hasat sonrasında değiştirilmiş atmosfer ortamında depolamayla beraber iyi sonuçlar verdiği özellikle meyvelerde meydana gelen bozulma oranlarında önemli azalmaların olduğu belirlenmiştir.

3.3. Bitki Büyümesi Üzerine Etkisi

Harpin uygulanan bitkide doğal dayanım mekanizması tetiklenir ve hastalıklara karşı koruyucu bir etki oluşur. Bunun yanı sıra yapılan uygulamaların büyüme ve verim üzerine de etkili olabileceği belirlenmiştir. Bu etki, sadece patojen saldırısı durumunda bitkide meydana gelen olumlu dirençten kaynaklanmamaktadır. Harpin bitkideki temel büyüme mekanizmalarını uyarır. Dolayısıyla bitki boyunda artışa, erken çiçeklenmeye, meyve bağlamaya ve meyvede erken olgunlaşmaya ve verimde artışa da neden olmaktadır (Anonim, 2005). Kavunda %10-12 verim artışına (Keinath ve ark., 2007), hıyar ve kiraz domatesinde sırasıyla % 20 ve 25 verim artışına (Tezcan ve ark., 2002), biberde % 5-16 oranlarında verim artışına (Akbudak ve ark., 2007), domatesde bitki boyunda artışa (Bishnoi ve Payyavula, 2004), yine domatesde meyve bağlama oranlarında % 6.9-7.7, verimde ise % 47-50.3 artışa

(Bourbos ve Barbopoulou, 2006) neden olduğu bildirilmektedir. Bu olumlu sonuçların yanı sıra pamukta yapılan çalışmada ise harpinin verim ve kalite üzerine etkili olduğu bulunmamıştır (Bednarz ve ark., 2002). Boughton ve ark. (2006) tarafından yapılan bir araştırmada domates fidelerinde bitki boyu ve açılmış çiçek sayısı üzerine etkili olmadığı bildirilmiştir.

Sonuç

Yapılan çalışmaların ışığı altında harpin proteinin etkisi incelendiğinde; doğal dayanım mekanizmasını tetiklediği anlaşılmaktadır ve bitkilerde hastalıklara karşı direnç artırıcı bir etkiye sahip olabileceği düşünülebilir. Pratikte kullanım kolaylığı ve en önemlisi insan sağlığına bilinen olumsuz bir etki yapmaması da tercih edilebilirliğini artırmaktadır. Ancak harpinin bitki üzerindeki etkisinin tam olarak anlaşılabilmesi için değişik hastalık etmenlerine karşı ticari koşullarda gerek örtü altında gerekse açıkta farklı tür ve çeşitler kullanılarak yapılacak çok sayıda çalışmaya ihtiyaç vardır. Ayrıca bu olumlu etkinin hasat sonrasında devam edip etmediğinin belirlenmesi de üretici açısından oldukça önemlidir. Yapılan uygulamaların maliyeti de ürünün kullanılabilirliğini etkileyeceğinden bu konuda da ayrıntılı raporlara ihtiyaç vardır.

Kaynaklar

- [1] Akbudak, B., Akbudak, N., Seniz, V. and Eris, A. 2006 a. The Effect of Harpin Treatment on Storage of Cherry Tomato cv. 'Naomi'. Acta Horticulturae 712, 237-243.
- [2] Akbudak, N., Akbudak, B., Seniz, V. and Eris, A. 2006 b. Preharvest Application of Harpin on the Cool Storage Life of Pepper. Acta Horticulturae 712, 517-522.
- [3] Akbudak, N., Tezcan, H., Akbudak, B. and Şeniz, V. 2006 c. The Effect of Harpin Protein on Plant Growth Parameters, Leaf Chlorophyll, Leaf Colour and Percentage Rotten Fruit of Pepper Plants Inoculated with Botrytis cinerea. Scientia Horticulturae 109, 107-112.
- [4] Akbudak, N., Şeniz, V. and Tezcan, H. 2007. Effect of Harpin Protein on Yield and Fruit Quality of Pepper Grown in Greenhouse Conditions. Acta Horticulturae 729, 267-270.
- [5] Anonim, 2001. Biopesticides. Harpin. Pesticide Outlook. http://www.rsc.org/delivery/_ArticleLinking/DisplayArticleForFree
- [6] Anonim, 2005. Messenger Boots Plant Growth and Development. <http://www.edenbio.com>
- [7] Anonim, 2007. What is Harpin? <http://www.edenbio.com/usa/technology/download/wp1.pdf>

- [8]Bednarz, C.W., Brown, S.N., Flanders, T.J., Tankersley, T.B. and Brown, S.M. 2002. Effects of Foliar Applied Harpin Protein on Cotton Lint Yield, Fiber Quality and Crop Maturity. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 33, 933–945.
- [9]Bishnoi, U.R. and Payyavula, R.S. 2004. Effect of Plant Activators on Disease Resistance and Yield in Tomato and Conalo. In: *Fourth International Crop Science Congress*, 26 September–1 October 2004. Brisbane, Australia, (online).<http://www.cropscience.org.au/icsc2004/>
- [10]Boughton, A.J.; Hoover, K. and Felton, G.W. 2006. Impact of Chemical Elicitor Applications on Greenhouse Tomato Plants and Population Growth of the Green Peach Aphid, *Myzus persicae*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 120, 175-186.
- [11]Bourbos, V.A. and Barbopoulou, E.A. 2006. Effect of Harpin Ea on The Fruit Production and Control of *Phytophthora Infestans* in Greenhouse Tomato. *Acta Horticulturae* 727, 566-570.
- [12]Capdeville, G., Beer, S.V., Wilson, C.L. and Aist, J.R. 2001. Mechanisms of Harpin Induced Resistance against Blue Mold of Apples. (Abstr.) *Phytopathology* 91:S21.
- [13]Capdeville, G., Wilson C.L., Beer S.V. and Aist J.R. 2002. Alternative Disease Control Agents Induces Resistance to Blue Mold in Harvested 'Red Delicious' Apple Fruit. *Phytopathology* 92, 900-908.
- [14]Capdeville, G., Beer S.V.; Watkins C.B., Wilson C.L., Tedeschi L.O. and Aist J.R. 2003. Pre- and Post-harvest Harpin Treatments of Apples Induces Resistance to Blue Mold. *Plant Disease* 87:39-44.
- [15]Gang, L.R. and Liu, F.Y. 1999. Reduction of Lesion Growth Rate of Late Blight Plant Disease in Transgenic Potato Expressing Harpin Protein. *Science in China Series C-Life Sciences* 42, 96–101.
- [16]Hunt, M. and Ryals, J. 1996. Systemic Acquired Resistance Signal Transduction. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 15: 583–606.
- [17]Joyce, D.C. and Johnson, G.I. 1999. Prospects for Exploitation of Natural Diseases Resistance in Harvested Horticultural Crops. *Postharvest New Information* 10, 45N-48N.
- [18]Keinath A.P.; Holes, G.J.; Everts K.L.; Egel, D.S. and Landston D.B. 2007. Evaluation of Combinations of Chlorothalonil with Azoxystrobin, Harpin, and Disease Forecasting for Control of Downy Mildew and Gummy Stem Blight on Melon. *Crop Protection* 26, 83-86.
- [19]Koricheva, J.; Larsson, S.; Haokioja, E. and Keinanen, M. 1998. Regulations of Woody Plant Secondary Metabolism by Resource Availability: Hypothesis Testing by Means of Meta-analysis. *Oikos* 83, 212-226.
- [20]Obradovic, A.; Jones, J.B.; Momol, T.M., Balogh, B. and Olson, S.M. 2004. Management of Tomato Bacterial Spot in the Field by Foliar Applications of Bacteriophages and SAR Inducers. *Plant Disease* 88, 736-740.
- [21]Onoğur, E. ve N. Çetinkaya, 2002. Ekolojik Tarımda Bitki Korumanın Genel İlkeleri. *Organik Tarım*, s. 184-202, Emre Basımevi, İzmir.
- [22]Pursky, D. 1998. Mechanisms of Resistance of Fruits and Vegetables to Postharvest Diseases. *ACIAR Proc.* 80, 19-33.
- [23]Ryals, J.A., Neuenschwander, U.H., Willits, M.G., Molina, A., Steiner, H.Y. and Hunt, M.D. 1996. Systemic acquired resistance. *The Plant Cell* 8, 1809-1819.
- [24]Strobel, N.E., Ji, C., Gopalan, S., Kuc, J.A. and He, S.Y. 1996. Induction of Systemic Acquired Resistance in Cucumber by *Pseudomonas syringae* pv. *Syringae* 61 HrpZ_{PSS} protein. *The Plant Journal* 9, 431-439.
- [25]Şeniz, V., Eser, B., Daşgan, Y., Akbudak, N., İlbi, H., Sürmeli, N. ve Başay, S. 2005. Sebze Üretiminde Gelişme ve Hedefler. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi*. 3-7 Ocak 2005. Kongre Kitabı 551-563 s.
- [26]Tezcan, H., Akbudak, N. ve Seniz, V. 2002. Harpin Proteinin Yaprak Uygulamalarının Sera Koşullarında Yetiştirilen Hıyar ve Kiraz Domateslerinde Verime Etkisi. IV. Sebze Tarımı Sempozyumu Bildiri Kitabı. 17-20 Eylül. Bursa. Türkiye. 27-33 s.
- [27]Terry, A.L. and Joyce, D.C. 2004. Elicitors of Induced Disease Resistance in Postharvest Horticultural Crops: A Brief Review. *Postharvest Biology and Technology* 32: 1-13.
- [28]Tosun, N., Karabay, N.U., Turkusay, H., Aki, C., Turkan, I. and Schading, R.L. 2003. The Effect of HarpinEa as Plant Activator in Control of Bacterial and Fungal Diseases of Tomato. *Acta Horticulturae* 613, 251–254.
- [29]Tubajika, K.M.; Civerolo, E.L., Puterka, G.J., Hashim, J.M. and Luvisi, D.A. 2006. The Effects of Kaolin, Harpin, and Imidacloprid on Development of Pierce's Disease in Grape. *Crop Protection* 26, 92-99.
- [30]Vallad, G.E. and Goodman, R.M. 2004. Systemic Acquired Resistance and Induced Systemic Resistance in Conventional Agriculture. *Crop Science* 44, 1920-1934.
- [31]Yang, B., Shiping, T., Jie, Z. and Yonghong, G. 2005. Harpin Induces Local and Systemic Resistance Against *Trichothecium roseum* in Harvested Hami Melons. *Postharvest Biology and Technology* 38, 183-187.
- [32]Wei, Z., Laby, R., Zumoff, C., Bauer, D., Ho, S.Y., Collmer, A. and Beer, S.1992. Harpin, Elicitor of The Hypersensitive Response Produced by The Plant Pathogen *Erwinia amylovora*. *Science* 257, 85–87.
- [33]Yücer, A. 2007. Ruhsatlı Tarım İlaçları 2007. Hasad Yayıncılık Ltd. Şti.P.K.22 Üsküdar 34673, İstanbul. 328 s.

İletişim Adresi :

Dr. Nuray AKBUDAK
Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü
16059 Görükle/BURSA/TÜRKİYE
Tel: 0-224-2941486 Fax:0-224-294 1402
e-posta:nakbudak@uludag.edu.tr