

Bazı bitki aktivatörlerinin Patates siğil hastalığı [*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Per.]'na etkileri¹

Emel ÇAKIR²

Fikret DEMİRCİ³

SUMMARY

Effects of some plant activators against Potato wart disease [*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Per.]

Potato wart disease can caused up to 100% yield loses. Disease agent, *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Per. is a soil borne fungus and is a quarantine pathogen. Due to lack of its chemical control, quarantine measurement is used for the prevention of spread of the fungus. The use of resistant potato cultivars is prevalent around the infected areas. Whereas, the fact that resistant cultivars often lose their trade value results in difficulties in finding the resistant cultivars for planting. Plant activators offer a practical control possibility for plant diseases by triggering natural defence mechanisms of plants. This study aimed to determine the effects of some plant activators on infection ratio of potato wart disease. In pre-trials, six different activators were screened for disease control and three of them, which were more effective than the others *Reynoutria sachalinensis* (Regalia), Acibenzolar-S-methyl (Actigard) and *Lactobacillus acidophilus* (Cropset) were selected. These three activators were tested for disease control under two different fields with high and low inoculum levels. All three activators inhibited infection rates of tubers effectively. Especially Actigard was the most effective activator with 89.12% effect. But the activator significantly reduced tuber formation in the field with low inoculum level.

Key words: Potato, plant activator, *Synchytrium endobioticum*, Wart disease

ÖZET

Patates siğil hastalığı patatesten %100'e varan verim kayıplarına neden olur. Hastalık etmeni toprak kökenli bir fungus olan *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Per.'dur ve bir karantina patojenidir. Hastalığın kimyasal mücadelesi bulunmadığından sadece karantina tedbirleri ile

¹Bu çalışma TAGEM tarafından desteklenen "Patates Siğil Hastalığı (*Synchytrium endobioticum*)'na Karşı Bazı Fungisitler ve Rizosfer Bakterileri ile Mücadele Çalışmaları" konulu doktora projesinin bir bölümüdür.

²Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara

³Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Ankara
Sorumlu Yazar (Corresponding author) e-mail: emel_cakir@hotmail.com
Yazının Yayın Kuruluna Geliş Tarihi (Received): 08.07.2013

yeni alanların bulaşması önlenmeye çalışılmaktadır. Bulaşık tarlalar etrafında dayanıklı patates çeşidi kullanımı da tüm dünyada yaygın bir uygulamadır. Ancak bu dayanıklı çeşitlerin yeni geliştirilen çeşitler nedeniyle ticari değerlerini yitirmesi bu mücadele uygulamasının devamlılığını güçleştirmektedir. Bitki aktivatörleri bitkinin doğal savunma mekanizmasının uyarılması ile hastalıklara karşı pratik bir mücadele olanağı sağlamaktadır. Bu çalışmada bazı bitki aktivatörlerinin patates siğil hastalığının enfeksiyon oranına etkilerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Yapılan ön denemelerde altı farklı aktivatör denenmiş, bunlar içerisinde diğerlerine göre daha etkili olan *Reynoutria sachalinensis* (Regalia), Acibenzolar-S-methyl (Actigard) ve *Lactobacillus acidophilus* (Cropset) seçilmiştir. Seçilen aktivatörler yüksek ve düşük inokulum içeren iki farklı tarlada denenmiştir. Denemeye alınan üç aktivatör de enfekteli yumru oranını önemli derecede azaltmıştır. Özellikle %89.12 etki oranıyla Acibenzolar-S-methyl en yüksek etkiye sahip aktivatör olduğu belirlenmiştir. Ancak bu aktivatörün düşük inokulumu sahip tarlada yumru oluşumunu önemli derecede azalttığı da belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Patates, bitki aktivatörü, *Synchytrium endobioticum*, Siğil hastalığı

GİRİŞ

Patates siğil hastalığı etmeni Chytrid fungusu *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Per. toprak kökenli obligat bir parazittir. Etmenin kültür bitkisi tek konukçusu patatestir. Hastalık, patates bitkisinde kökler hariç tüm toprak altı kısımlarda ortaya çıkmaktadır. Kök boğazı, stolonlar ve yumrular enfeksiyon yerleridir ve enfekteli alanların anormal büyümesi sonucu karnabahar benzeri urlar oluşur (Smith et al. 1997). Şiddetli enfeksiyonlar yumru oluşumunu önlemek suretiyle ya da yumrunun tamamının ur haline gelmesiyle patates yumrusunu tahrip etmektedir (Hampson and Coombes 1991). Bulaşık topraklarda potansiyel ürün kaybının %50-100 olabileceği bildirilmektedir. Yumru üzerindeki siğillerin büyümesi hasattan sonra da devam ettiğinden, ürün kayıplarının depoda da meydana gelmesine neden olur (Hampson 1993). *S. endobioticum* dünya çapında çok önemli ve toleransı sıfır olan bir karantina etmenidir. Toprakta 50 cm derinliğe kadar inebilmekte ve 30 yıl canlı kalabilmektedir (Smith et al. 1997).

Günümüze kadar yapılan çalışmalarda hastalığın kimyasal mücadelesi konusunda yüksek oranda başarılı sonuçlar elde edilememiştir. Bugün dünyada daha çok hastalığın yayılmasının engellenmesi amacıyla karantina tedbirleri etkin olarak kullanılmaktadır. AB'nin 69/464/ECC sayılı konsey direktifi patates siğil hastalığı ile mücadele etmek ve yayılmasının engellenmesi için üye ülkeler tarafından alınacak olan birtakım yaptırımları bildirmektedir (Anonymous 1969). Bu direktife göre, üye ülkeler hastalık bulaşmış parseli sınırlandırmak ve civarındaki alanları korumak üzere yeterli genişlikte bir güvenlik kuşağı oluşturmak ayrıca, bulaşık tarlada tespit edilen *S. endobioticum* ırklarına karşı dayanıklı olan patateslerin bu kuşakta yetiştirilmesini sağlamakla yükümlüdürler. Türkiye'de yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan ve nişastalık, sofralık ve sanayilik olarak kullanılan 57 patates çeşidinin tarla testleri ile tarla dayanıklılığını tespit edilmeye çalışılmış, Provento, Van Gogh ve Latona çeşitleri tolerant, diğer çeşitlerin tamamı ise hassas olarak

değerlendirilmiştir (Çakır ve ark. 2006). Dünyada dayanıklı olarak belirlenen patates çeşitlerinin yeni geliştirilen çeşitler nedeniyle ticari değerlerini yitirmeleri bu mücadele uygulamasının devamlılığını sınırlamaktadır. Bu çeşitlerin çoğu ticari olarak kaybolmuş ve ancak belirli gen merkezlerinde bulunabilmektedir. Dayanıklı olarak belirlenen patates çeşitleri hastalık kontrolü açısından avantaj sağlarken, bazen sofralık veya sanayiye yönelik çeşit özellikleri dikkate alınarak çiftçiler tarafından tercih edilmemektedir. Ülkemizde bulaşık tarlalar etrafında güvenlik kuşağı oluşturulmasına rağmen, hastalığın yayılışı her yıl artarak devam etmektedir (Anonim 2009).

Bitki aktivatörleri dışarıdan uygulanarak doğal bitki savunma sistemlerini harekete geçiren maddelerdir. Doğal savunma sisteminde meydana gelen bu fizyolojik olay sistemik olarak kazanılan dayanıklılık (systemic acquired resistance, SAR) olarak isimlendirilmektedir. Bitki aktivatörleri pestisitlerin aksine direkt olarak hastalık etmeni üzerine etki etmezler, bitkideki dayanıklılık mekanizmasını aktive eden genleri uyararak dayanıklılığı sağlarlar (Vallad and Goodman 2004). Patates ve domateslerde *Phytophthora infestans*'a karşı harpin proteinin dayanıklılığı teşvik ederek hastalığı engellediği belirlenmiştir (Bourbos and Barbopoulou 2006, Gang and Liu 1999). Altınok ve ark. (2002) bitki aktivatörlerinden Actigard'ın patlıcanlarda *Fusarium solgunluğu* etmeni *Fusarium oxysporum* f.sp. *melongenae*'ye karşı dayanıklılığı teşvik ettiğini saptamışlardır.

Bu çalışma bazı bitki aktivatörlerinin patates siğil hastalığının lezyon gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla, 2011-2012 yıllarında Nevşehir ili/Derinkuyu ilçesinde inokulum yoğunluğu yüksek ve düşük olan farklı iki tarlada yürütülmüştür.

MATERYAL VE METOT

Çalışmanın ana metaryalini *Reynoutria sachalinensis*, Harpin Proteini, Naphtaleneaceticacid+Indolbutyricacid (NAA+IBA), Acibenzolar-S-methyl, Gamma aminobutyricacid (GABA)+L-Glutamicacid ve *Lactobacillus acidophilus* içerikli aktivatörler ve Marabel patates çeşidi oluşturmaktadır.

Toprak örneklerinin alınması ve inokulum yoğunluğunun belirlenmesi

Nevşehir ili Derinkuyu ilçesinde hastalıklı olduğu bilinen tarlalardan toprak numuneleri alınmıştır. Numune alınacak tarla 8m aralıkla şeritlere bölünmüş ve bütün şeritler dolaşarak 8 adımda bir 50g alt örnek alınarak bir kova içerisinde toplanmıştır (8x8m). Doksan alt örnek tamamlanınca bir numune kabul edilmiştir. Tarlanın kalan kısmından da aynı şekilde örnekleme yapılarak toprak numunesi alınmıştır (Anonymous 2012). Hastalık etmeninin sporangium yoğunluğunu ve dağılışı toprak analizi ile belirlenmiştir. Topraktaki sporangium miktarının belirlenmesi için toprak numunesi iyice karıştırıldıktan sonra numuneden alınan 1000g toprak numunesi bu miktarı alabilecek boyutlardaki küçük mukavva kutuya alınmış ve kesekli kısımları parçalayabilmek için toprak nemli iken elle parçalama

işlemi yapılarak tekdüze olması sağlanmıştır. Kurutma oda sıcaklığında yaklaşık 2 günde sağlanmıştır. Kuruyan toprak numunesinden gerekli görüldüğünde tekrar sert parçalar için elle ezme yapılmış ve tekrar karıştırılarak steril bir kaşık yardımıyla 250g (+/-1.0g) toprak tartılmıştır. Bu miktar içerisine iyi eleme yapabilmek amacıyla metal misket eklenerek üst üste konulmuş sırasıyla 38 mikron, 75 mikron, 106 mikron, 150 mikron, 250 mikron, 600 mikron eleklerle 10 dakika boyunca elenmiştir. Eleme sonucunda 6.nolu eleğin üzerinde biriken toprak alınarak çeşme suyu altında yıkanmış, kalan materyal filtre kağıdında süzdürüldükten sonra 60°C'de fırınlanarak kurutulmuştur. Kuruyan toprak materyali bu miktarı alabilecek kese kağıdı içerisine konulmuş ve bu işlemlerin her aşamasında örnek kayıt numarası takip edilmiştir. Bu numuneden 1 gr toprak tartılmış, bu miktar 30 ml kloroformla (Merck) 1200 rpm'de santrifuj edilmiştir. Süpernatant kısım filtre membrandan süzülmüş, membran kuruduktan sonra içerisine 6–8 damla %20'lik etil alkol (Merck) damlatılan petriye alınmıştır. Filtre üzerinde kalan materyal stero mikroskopla incelenmiş ve spor varlığı araştırılmıştır (Hampson and Thompson 1977).

Tarla denemeleri

2011 yılında yapılan çalışmalarda Nevşehir ili Derinkuyu ilçesinde farklı tarlalardan alınan toprak örneklerine yapılan analizler ile gramında 65 sporangium ile yoğun bulaşık olduğu tespit edilen tarlada ön denemelerin yürütülmesine karar verilmiştir. Bu tarlada *Reynoutria sachalinensis* 200g/kg (Regalia), %3 Harpin Proteini (Messenger), %0.52 1-Naphtaleneacetic acid+%0.51 3-Indol butyric acid (NAA+IBA, MassPlant), Acibenzolar-S-methy 1500g/kg (Actigard), %29.2 Gamma aminobutyric acid (GABA)+%29.2 L-Glutamic acid (Auxigro) ve *Lactobacillus acidophilus* 893.80g/l (Cropset) içerikli aktivatörler denemede kullanılmıştır. Dikim öncesi hastalığa karşı hassas olduğu bilinen Marabel patates çeşidi yumruları aktivatör süspansiyonu patates yumrusuna tamamen infiltre olması için bu süspansiyonda 20 dakika bekletilmiştir. Deneme deseni, tesadüf blokları deneme desenine göre her parselde 30 bitki içerecek şekilde ve üç tekerrürlü olarak düzenlenmiştir. Denemede kullanılan aktivatör dozları patlıcangillerde tavsiyesi dikkate alınarak belirlenmiş ve ticari adları, içerik/etkili madde, doz ve üretici firmaları Çizelge 1'de verilmiştir. Çıkıştan sonra 15 gün ara ile dört kez yeşil aksam ilaçlaması yapılmıştır.

2012 yılında, 2011 yılında denenen ve diğerlerine göre etkili bulunan aktivatörlerden Actigard, Regalia ve Cropset ile yukarıdaki toprak analiz metoduna uygun olarak inokulum yoğunluğu belirlenen, yoğunluğu yüksek (93 sporangium/g toprak) ve düşük (5 sporangium/g toprak) iki ayrı tarlada çalışmalar yapılmıştır.

Yumrular dikim öncesi Çizelge 1'de verilen dozlarda hazırlanan aktivatör çözeltisi içerisinde 20 dk bekletilmiş, daha sonra tarlada 30 cm aralıklarla açılan ocaklara dikilmiştir. Denemeler tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak kurulmuştur. Parseller arasında 1 m boşluk bırakılmıştır. Aktivatörlerin yeşil aksam

uygulamaları patates bitkilerinin çıkışından 15 gün sonrayapılmış ve 15 gün ara ile akşam saatlerinde olmak üzere dört kez tekrarlanmıştır.

Sonuçların değerlendirilmesi

2011 yılı deneme sonuçlarının değerlendirmesi hasat esnasında yapılmıştır. Tüm yumrular sökülmiş hastalıklı ve sağlıklı yumrular ayrılmış ve ayrı ayrı tartılarak kaydedilmiştir. Bu ayırmada siğil oluşumu gösteren yumrular hastalıklı, hiçbir belirti vermeyen yumrular sağlıklı olarak değerlendirilmiş, hastalıklı yumru ağırlıklarının oranı (%) hesaplanmıştır.

2012 yılında yapılan denemelerin değerlendirilmesi hasat esnasında üzerinde siğil oluşan yumrular hasta ve siğil tespit edilmeyen yumrular ise sağlam olarak değerlendirilerek sayımlar yapılmış ve hastalıklı yumru oranları belirlenmiştir. Abbott formülü kullanılarak aktivatörlerin yüzde etkileri hesaplanmıştır (Karman 1971). Elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamaların karşılaştırılması Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi MSTAT C programı kullanılarak yapılmıştır.

Çizelge 1. Denemelerde kullanılan aktivatörlerin ticari adları, içerik/etkili madde, doz ve üretici firmaları

Ticari ismi	İçerik/Etkili Madde	Dozu (10 litre suya)	Üretici Firma
Cropset	<i>Lactobacillus acidophilus</i> (893.80g/l), Bitki ekstraktı (147.15g/l), Manganez sülfat (27.25 g/l), Demir sülfat (16.35g/l), Bakır sülfat (5.45 g/l)	9ml	Ares Organik Tarım
Messenger	Harpin protein %3	3g	AMC-TR
MassPlant WP	%0.52 1-Naphtaleneacetic Acid (NAA)+%0.513-Indole ButyricAcid(IBA)	5g	Ertar Kimya
Actigard 50 WG	500 g/kg acibenzolar-S-methyl: 1,2,3-benzothiadiazole-7-carbothioic – acid-S- methyl ester	0.56g	Syngenta
Regalia (Vertisol)	<i>Reynoutria sachalinensis</i> .(200 g/kg)	50ml	Boyut Dış Ticaret LTD
Auxigro WP	%29.2 oranında gamma aminobutyric asit (GABA) ve %29.2 oranında L-Glutamic asit	3g	Boyut Dış Ticaret LTD

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

2011 yılı çalışmalarında elde edilen hastalıklı yumru ağırlıklarının oranları Çizelge 2’de verilmiştir. Çizelgede de görüldüğü gibi kontrolde ortalama %43.97 hastalık tespit edilirken, Massplant, Auxigro ve Messenger uygulanan patates bitkilerinde ortalama hastalıklı yumru oranının %26.27-%37.03 arasında olduğu ve bu

oranların kontroldeki hastalıklı yumru oranı ile istatistiksel olarak önemli bir farka sahip olmadıkları belirlenmiştir ($p \leq 0.05$). Sırasıyla Actigard %9.00, Regalia %10.40 ve Cropset %13.97 hastalıklı yumru oranı ile önemli derecede hastalığı azaltmıştır ($p \leq 0.05$).

Çizelge 2. 2011 yılında *Synchytrium endobioticum* ile bulaşıklık oranı yüksek tarlada (65 spoorangium /g toprak) yumruya ve yeşil aksama aktivatör uygulaması yapılmış parsellerde hastalıklı yumru ağırlıklarının oranları (%)

Aktivatörler	Hastalıklı yumru ağırlıklarının toplam yumru ağırlıklarına oranları (%)			Ortalama
	Tekerrürler			
	1	2	3	
Cropset	18.8	16	7.1	13.97±3.53 bc*
Actigard	4.2	9	13.8	9.0±2.77 c
MassPlant	18.2	39.5	53.4	37.03±10.24 ab
Messenger	26.4	28.7	23.7	26.27±1.44 abc
Regalia	7.7	12.1	11.4	10.40±1.37 bc
Auxigro	46.5	35.2	5	28.9±12.39 abc
Kontrol	24.8	57.5	49.6	43.97±9.85 a

*Aynı harfi alan ortalamalar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur (Duncan çoklu karşılaştırma testi; $p \leq 0.05$).

2012 yılında inokulum yoğunluğu yüksek tarlada yürütülen denemelerde bitki aktivatörlerinin uygulandığı parsellerde toplam yumru sayısı, hastalıklı yumru sayısı, sağlıklı yumru sayısı, hastalıklı yumru oranları ve aktivatörlerinin hastalıklı yumru oranına etkileri Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3 te de görüldüğü gibi inokulum yoğunluğu yüksek tarlada Actigard'ın %89.12 ile en yüksek etkiye sahip olduğu belirlenmiş, bunu %53.72 ile Regalia ve %43.48 ile Cropset izlemiştir. Regalia ve Cropset'in etkileri arasındaki fark önemli bulunmamıştır ($p \leq 0.05$). Kontrol ile karşılaştırıldığında aktivatörlerin tamamının hasta yumru oranını önemli oranda azalttığı belirlenmiştir. Toplam yumru sayısına Actigard ve Regalia'nın önemli bir etkisi bulunmazken, Cropset ise yumru sayısının önemli miktarda artmasını sağlamıştır ($p \leq 0.05$).

Çizelge 3. 2012 yılında *Synchytrium endobioticum* ile bulaşıklık oranı yüksek tarlada bitki aktivatörlerinin uygulandığı parsellerde toplam ve hastalıklı yumru sayıları ile aktivatörlerinin hastalıklı yumru oranına etkileri

Aktivatörler	Tekerrür	Toplam yumru sayısı	Hasta yumru sayısı	Hastalıklı yumru oranı (%)	Etki (%)
Cropset	1	102	13	12.74	60.36
	2	77	12	15.58	67.01
	3	96	15	15.62	32.41
	4	52	7	13.46	14.16
		81.75±11.26b	11.75±1.70a	14.35±0.74a	43.48±12.32a
Actigard	1	56	3	5.36	83.32
	2	79	10	12.66	73.19
	3	23	0	0	100.00
	4	28	0	0	100.00
		46.50±13.04a	3.25±2.36a	4.51±3a	89.12±6.61b
Regalia	1	30	3	10	68.89
	2	55	8	14.54	69.21
	3	63	8	12.69	45.09
	4	28	3	10.71	31.70
		44.00±8.82a	5.5±1.44a	11.98±1.02a	53.72±9.26a
Kontrol	1	56	18	32.14	-
	2	72	34	47.22	-
	3	61	14	23.11	-
	4	51	8	15.68	-
		60.00±4.49a	18.50±5.56b	29.54±6.79b	

Aynı harfi alan ortalamalar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur (Duncan çoklu karşılaştırma testi; $p \leq 0.05$).

2012 yılında inokulum yoğunluğu düşük tarlada yürütülen çalışmalarda bitki aktivatörlerinin uygulandığı parsellerde toplam yumru sayısı, hastalıklı yumru sayısı, sağlıklı yumru sayısı, hastalıklı yumru oranları ve aktivatörlerin hastalıklı yumru oranına etkileri Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4 incelendiğinde inokulum oranı düşük tarlada en etkili aktivatörün %64.35 ile Actigard olduğu, bunu %48.69 ile Regalia ve %42.93 ile Cropset'in izlediği görülmektedir. Aktivatörlerin % etkileri arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunamamıştır ($p \leq 0.05$). Tüm aktivatörlerin hastalıklı yumru sayısı ve oranını kontrole göre önemli ölçüde gerilettiği, ancak aktivatörler arasında önemli bir fark bulunmadığı belirlenmiştir ($p \leq 0.05$). Toplam yumru sayısı açısından değerlendirme yapıldığında kontrol parsellerinde ortalama 210.75 olan yumru sayısının Actigard uygulanan parsellerde 101.75'e gerilediği belirlenmiştir. Bu azalma istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Diğer aktivatörlerde ise kontrole göre önemli bir azalma görülmemiştir ($p \leq 0.05$).

Çizelge 4. 2012 yılında *Synchytrium endobioticum* ile bulaşıklık oranı düşük tarlada bitki aktivatörlerinin uygulandığı parsellerde toplam ve hastalıklı yumru sayıları ile aktivatörlerinin hastalıklı yumru oranına etkileri

Aktivatörler	Tekerrür	Toplam yumru sayısı	Hasta yumru sayısı	Hastalıklı yumru oranı (%)	Etki (%)
Cropset	1	194	10	5.15	50.81
	2	261	13	4.98	60.24
	3	221	11	4.97	0
	4	238	8	3.36	60.66
		228.50±14.12b	10.5±1.04a	4.61±0.42a	42.93±14.49a
Actigard	1	112	3	2.68	74.40
	2	132	2	1.52	89.69
	3	116	3	2.59	43.20
	4	47	2	4.26	50.12
		101.75 ±18.75a	2.60±0.29a	2.76±0.56a	64.35±10.77a
Regalia	1	83	5	6.02	42.50
	2	213	4	1.88	87.25
	3	249	10	4.02	11.84
	4	225	9	4.00	53.16
		192.50±37.26b	7.00±1.47a	3.98±0.85a	48.69±15.55a
Kontrol	1	172	18	10.47	-
	2	244	36	14.75	-
	3	263	12	4.56	-
	4	164	14	8.54	-
		210.75±25.04b	20.00±5.48b	9.58±2.12b	-

Aynı harfi alan ortalamalar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur (Duncan çoklu karşılaştırma testi; $p \leq 0.05$).

Bitki aktivatörlerinin kullanım amaçları, savaşımı çok güç patojenlere karşı bitkilerin savunma sistemini uyarmak, fungusit etkinliğini artırmak, bitkilerde diğer mekanizmaların uyarılması ile daha kaliteli ve daha fazla ürün elde etmek ve daha az pestisit ile daha fazla hastalık kontrolünün sağlanması olarak sıralanabilir. Actigard ticari preparatı bitkide dayanıklılığı teşvik ederek birçok fungal ve bakteriyel hastalığa karşı kullanılmaktadır (Raupachand Klopper 2000). Bu ürün tütün, domates, ıspanak, marul gibi ürünlerde yaygın olarak kullanılmaktadır ve %50 WG olarak formüle edilen bir bitki aktivatörüdür (Anonim 2011). Özellikle biberde etkili bir kimyasal mücadelesi olmayan ve zoosporlu bir toprak patojeni olan *Phytophthora capsici*'ye karşı Actigard uygulamasının başarılı olduğunu ve hastalık şiddetini azalttığı birçok çalışmada rapor edilmiştir (Baysal et al. 2005, Kadioğlu 2013, Konukoğlu 2007, Matheronand Porchas 2002). Doğu Akdeniz Bölgesi'nde patlıcan yetiştiriciliğini sınırlayan en önemli hastalıklardan biri *Fusarium solgunluğu* etmeni *Fusarium oxysporum* f.sp. *melongenae*'ye karşı Actigard uygulanan bitkilerde hastalığın %93 oranında engellendiği saptanmıştır (Altınok ve ark. 2002). Konukoğlu (2007), Actigard dayanıklı çeşidin 2-4 yapraklı döneminden başlayarak 15 gün ara ile üç kez biber fidelerine püskürtme

yöntemiyle uygulamıştır. *P. capsici*'nin bitkide oluşturduğu lezyon gelişimi üzerine engelleyici etkisinin %58.6 ila %69.44 arasında değiştiğini bildirmiştir. Matheronand Porchas (2002), çalışmalarında sera koşullarında Acibenzolar-S-methyl (ASM)'in Bell Tower ve AZ9 biber çeşitlerine 4 kez yaprak uygulaması ile *P. capsici*'nin bitkide oluşturduğu lezyon gelişimini %93.2-%87.4 oranında azalttığını belirtmişlerdir. Kone et al. (2009), yaptıkları sera çalışmasında ASM'in 25-50 µg/ml konsantrasyonlarda uygulanmasında *P. capsici*'nin oluşturduğu hastalık şiddetini her iki konsantrasyonda da azalttığını bildirmişlerdir. Yaptığımız bu çalışmada Actigard 50 WG hastalıklı yumru oranına yüksek inokulum yoğunluğuna sahip tarlada %89.12, düşük inokulum yoğunluğuna sahip tarlada %64.35 oranında engelleyici etki göstermiştir.

Konstanyinidou-Doltsiniset al. (2006), domateste *Leveillula taurica*'ya karşı uygulanan *Reynoutria* spp. ekstraktının hastalığı %42.2-%64.6 oranında azalttığını yaptıkları sera denemesinde ortaya koymuşlardır. Hergeret al. (1988), *Reynoutria* spp.'nin Elmada külleme hastalığı etmeni *Podosphaera leucotricha*'nın hastalık şiddetini azalttığını, Domateste mildiyöye (*Phytophthora infestans*) biberlerde *Botrytis cinerea*'ya karşı hastalık şiddetini sırasıyla %70 ve %100 oranında engellediğini bildirmişlerdir. Kadioğlu (2013) sera çalışmalarında *Reynoutria* spp. ekstraktının *P. capsici*'ye karşı bir defa kök daldırması ve iki defa yaprak uygulamasında CM334 biber çeşidinde lezyon uzunluğuna %34.44 oranında etki gösterdiğini bildirmiştir. Yaptığımız bu çalışmalarda Regalia (*Reynoutria* spp. ekstraktının) yüksek inokulum yoğunluğuna sahip tarlada %53.72, düşük inokulum yoğunluğuna sahip tarlada %48.69 oranında engelleyici etki gösterdiği belirlenmiştir.

Üstün ve ark. (2004) Domates öz nekrozu hastalığının mücadelesinde bakır ve bitki aktivatörlerinin uygulanabilirliğini araştırmışlardır. Yaptıkları çalışmada acibenzolar-S-methyl (Bion)'un %58 ve harpin proteini (Messenger)'in %20 oranlarında hastalık şiddetini azalttığını bildirmişlerdir. Yaptığımız bu çalışmada ön denemelerde Actigard hastalıklı yumruların oranında önemli bir azalma sağlarken, Messenger'in bu oranı önemli derecede azaltmadığı görülmüştür (Çizelge 2). Her iki çalışmanın sonuçlarından da görülebileceği gibi acibenzolar-S-methyl, harpin proteine oranla daha etkili sonuç vermiştir.

Çetinkaya Yıldız ve Aysan (2007), Domateslerde bakteriyel solgunluk ve kanser hastalığı etmeni (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*)'e karşı ISR-2000 [*Lactobacillus acidophilus* (855.81g/l), Maya ekstraktı (140.97g/l), Bitki ekstraktı (111g/l), Benzoik asit (2.22g/l)] kök uygulaması şeklinde uygulamıştır. ISR-2000 saksı denemelerinde %24-26, tarla denemelerinde %23-34 oranında etkili olduğunu saptamıştır. Günen ve ark. (2006) Armutlarda ateş yanıklığı etmenine (*Erwinia amylovora*) karşı bitki aktivatörleri ile yaptıkları çalışmada Harpinprotein (Messenger) ve Cropset'i çalışmalarına dahil etmişlerdir. Sürgün yanıklığı yüzdeleri birinci ve ikinci yılda; kontrolde %65-67, Messenger uygulanan bitkilerde %35-33 ve Cropset uygulanan bitkilerde %60-58 olarak belirlenmiştir. Yaptığımız çalışmalarda bir *Lactobacillus acidophilus* preparatı olan Cropset

inokulum oranı yüksek ve düşük tarlalarda yaklaşık %44 oranında etki göstermiştir.

Çalışmada inokulum yoğunluğu yüksek ve düşük olan her iki tarlada da her üç aktivatörün kontrole göre hastalıklı yumru oranını istatistiki olarak önemli derecede azalttığı belirlenmiştir. İnokulum oranı düşük olan tarlada aktivatörler arasında etkinlik oranları arasında önemli bir fark bulunamazken, inokulum yoğunluğu yüksek tarlada ise ASM'nin etkisinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. İnokulum yoğunluğu düşük tarlada ASM'nin aktivatörler arasında etkinliği en yüksek olan aktivatör olduğu görülmüştür ancak diğer aktivatörlerin etkinlik oranı ile arasındaki fark önemli bulunmamıştır. Bunun nedeninin kontrolde hastalık oranının düşük olması ve aktivatörlerin uygulandığı parsellerde az da olsa hastalık çıkışı olması ve bu düşük hastalık oranları arasındaki varyasyonların ortaya konması için yeterli olmaması nedenleri ile aktivatörlerin etkinlikleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmamıştır. Ancak inokulum yoğunluğu yüksek olan tarlada ise hastalık oranlarının yüksek olması bu ortalamalar arasındaki farklılıkların ortaya konmasına olanak sağlamıştır.

Sonuç olarak çalışmada 6 farklı bitki aktivatörünün patates siğil hastalığına etkileri araştırılmış, yapılan ön denemede bunlardan seçilen üçü; Actigard, Regalia ve Cropset'in inokulum yoğunluğu yüksek ve düşük olan farklı iki tarlada etkinlikleri incelenmiştir. Çizelge 3 ve 4'de görüldüğü gibi tüm aktivatörlerin hastalıklı yumru oranını önemli oranda azalttığı belirlenmiştir. Regalia ve Cropset, hastalığa karşı %53.72-%43.48 arasında etki göstermiştir. İnokulum oranı yüksek tarlada Actigard uygulamasının %89.12 etkili olduğu belirlenmiştir. Bu aktivatör inokulum oranı düşük tarlada ise %64.35 oranında etki göstermiştir. Bu etki hastalığın mücadelesinde Actigard'ın önemli bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Özellikle dayanıklı çeşit kullanımı ve diğer kültürel önlemlerle birlikte Actigard uygulamasının hastalık oluşumunu büyük oranda engelleyebileceği kanısını uyandırmaktadır. Ancak Actigard'ın bitkilerde fitotoksik etkilerinin olduğu bilinmektedir (Cole 1999, Hekimhan ve Boyraz 2013, Parkuran et al. 2011). Keza bu aktivatör uygulamasının inokulum oranı düşük tarlada kontrol parsellerindeki 210.75 olan ortalama yumru sayısını 101.75'a geriletmediği görülmüştür. Bu nedenle Actigard uygulamalarında verime etki çalışmalarının da yapılması gereklidir. Bitki hastalıklarına karşı aktivatörlerin fungusitlerle birlikte kullanılmasının bitki hastalıklarının mücadelesinde daha başarılı sonuçlar verdiği bilinmektedir. Bu nedenle *S. endobioticum*'a karşı etkili fungusitlerin belirlenmesi ve bitki aktivatörleri ile kombine uygulamalar üzerine çalışmalar yapılması faydalı olacaktır.

TEŞEKKÜR

Projenin yürütülmesinde desteklerini esirgemeyen Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne, Derinkuyu İlçe Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü ve Laborant Muradiye ORHAN'a teşekkürlerimi sunarım.

KAYNAKLAR

- Altınok H.H., Canlıhoş Y. ve Akgül S.D. 2002. Patlıcanda *Fusarium* solgunluğuna karşı patojenolmayan *Fusarium* türü ve Actigard'ın etkinliklerinin belirlenmesi. Türkiye 5. Biyolojik Mücadele Kongresi, 4-7 Eylül 2002, Erzurum.
- Anonim 2009. Nevşehir, Niğde, Kayseri, Ordu, Trabzon, Giresun, Erzurum Valiliği Tarım İl Müdürlükleri tarafından resmi yazı ile AZMMAE'ne bildirilen veriler.
- Anonim 2011. <http://www.hclrss.demon.co.uk/acibenzolar.html>. (07.07.2011).
- Anonymous 1969. Council Directive 69/464 on the control of Potato wart. Official Journal of the European Communities L323/1, 561–562.
- Anonymous 2012. Sürvey Talimatları Klavuz El Kitabı, 58s. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Baysal O., Turgut C. and Mao G. 2005. Acibenzolar-S-methyl induced resistance to *Phytophthora capsici* in pepper leaves. *Biologia Plantarum*, 49(4); 599-604.
- 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.
- Cole D.L. 1999. The efficacy of acibenzolar-S-methyl, an inducer of systemic acquired resistance, against bacterial and fungal diseases of tobacco. *Crop Protection* 18(4), 267–273.
- Çakır E., Onaran H., Duran H. ve Bilgin M.G. 2006. Türkiye’de Ticari Patates Çeşitlerinin Siğil [*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.] Hastalığına Reaksiyonları ve Hastalığın Verime Etkisi. IV. Ulusal Patates Kongresi Bildiriler, 242-249s, Niğde.
- Çetinkaya Yıldız R. ve Aysan Y. 2005. Bakteriyel solgunluk hastalığı etmeni (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) ile bulaşık domates fidelerinde bitki aktivatörlerinin etkinliğinin belirlenmesi. Türkiye 2. Tohumculuk Kongresi, 9-11 Kasım, 2005, Adana, 359.
- 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.
- Günen Y., Özdemir N., Günen E., Türküsay H., Tosun N. and Saygılı H. 2006. Efficacies of plant activators in control of blight of pear in Turkey. *Acta Horticulturae*, 704:259-263.
- Hampson M.C and Coombes J.W. 1991. Use of crabsell meal to control potato wart in New founland. *Canadian Journal of Plant Pathology* 13: 97-105 (1991).
- Hampson M.C. and Thomson P.R. 1977. A quantative method to examine large numbers of soil samples for *Synchytrium endobioticum*, the cause of potato wart disease. *Plant and Soil* 46, 659-664.
- Hampson M.C. 1993. History, biology and control of potato wart disease in Canada. *Canadian Phytopathological Society*, 15(4);223-336.
- Hekimhan H. ve Boyraz N. 2013. Acibenzolar-S-Methyl Uygulamasının Bazı Ekmeklik Buğdaylarda Kök ve Kökboğazı Çürüklüğü Hastalığı (*F. culmorum*) Üzerine Etkileri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 6 (1): 56-61

- Herger G., Klingauf F., Mangold D., Pommer E.H. and Scherer M. 1988. Efficacy of extracts of *Reynoutria sachalinensis* (F. Schmidt) Nakai against fungal diseases, especially powdery mildews. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes, 40(4); 56-60.
- Kadioğlu Z. 2013. Biberlerde kökboğazı yanıklığı hastalığı *Phytophthora capsici*'ye karşı bazı bitki aktivatörlerinin etkilerinin belirlenmesi. Ankara Üni. Ziraat Fak. Bitki Koruma Bölümü. Yüksek Lisans Tezi, s 72
- Karman M. 1971. Bitki Koruma Araştırmalarında Genel Bilgiler. Denemelerin Kuruluşu ve Değerlendirme Esasları. Bölge Ziraî Mücadele Araştırma Enstitüsü Mesleki Kitaplar Serisi. 1971 İzmir-Bornova.
- Kone D., Csinos A.S., Jakson K.L. and Ji P. 2009. Evaluation of systemic acquired resistance inducers for control of *Phytophthora capsici* on squash. Crop Protection, 28; 533-538.
- Konstantinidou-Doltsinis S., Markellou E., Kasselaki A.-M., Fanouraki M. N., Koumaki C.M., Schmitt A., Liopa-Tsakalidi A. and Malathrakis N.E. 2006. Efficacy of Milsanaa formulated plant extract from *Reynoutria sachalinensis*, against powdery mildew of tomato (*Leveillula taurica*) Greece. BioControl, 51; pp 375–392.
- Konukoğlu F. 2007. Kahramanmaraş'ta biberlerde kök ve kökboğazı yanıklığı etmeni (*Phytophthora capsici*)'nin inokulum kaynaklarının belirlenmesi ve entegre mücadelesi. Ankara Üni. Ziraat Fak. Bitki Koruma Bölümü. Doktora tezi, 104s.
- Matheron M.E. and Porchas M. 2002. Suppression of *Phytophthora* Root and Crown Rot on Pepper Plants Treated with Acibenzolar-S-methyl. Plant Disease, 86(3); 292-297.
- Parkunan V., Johnson C.S. and Eisenback J.D. 2011. Influence of acibenzolar-s-methyl and mixture of bacillus species on growth and vigor of cultivated tobacco. Tobacco Science 48:7–14 7.
- Raupach G.S. and Kloepper J.W. 2000. Biocontrol of cucumber diseases in the field by plant growth promoting rhizobacteria with and without methyl bromide fumigation. Plant Dis., 84: 1073-1075.
- Smith I.M, Mc Namara D.G., Scott P.R. and Holderss M. 1997. Quarantine Pests for Europe. Second Edition. Data sheets on quarantine pests for the European Union and for the European and Mediterranean Plant Protection Organization. 925-929p. CAB International, Wallingford, Oxon OX10 8 DE UK. 1425p.
- Üstün N., Demir G. and Saygılı H. 2005. Possibilities for control of tomato pith necrosis by using copper compounds and plant activators. Acta Horticulturae, 695:321-326.
- Vallad G.E. and Goodman R.M. 2004. Systemic Acquired Resistance and Induced Systemic resistance in Conventional Agriculture. Crop Science 44, 1920-1934.