

BİBERDE KÖK BOĞAZI YANIKLIĞI HASTALIĞININ PATOJENİSİTESİNİN BELİRLENMESİNDE FARKLI YÖNTEMLER VE BİYOLOJİK MÜCADELESİ ÜZERİNE ÇALIŞMALAR*

Nurdan BUHUR, Ümit ÖZYILMAZ

ÖZET

Biberde Kök Boğazı Yanıklığı Hastalığı (*Phytophthora capsici* Leon.) biberin en tahripkâr hastalıklarından biridir. Türkiye'de bu hastalığın kontrolü için bir çok kimyasal ile çalışılmış olmasına karşın ruhsatlı bir bitki koruma ürünü bulunmamaktadır. Hastalığın kontrolü temel olarak kültürel önlemlere dayanmaktadır. Bu çalışma ile hastalıkla mücadele yöntemlerinden biri olan biyolojik savaş ele alınmıştır. Bu amaçla çalışmada 6 adet floresan *Pseudomonas* antagonist bakteri kültürü kullanılarak hem *in-vitro* hem *in-vivo* da hastalığa etki araştırılmıştır. *In vivo* denemeler, iklim odasında saksı koşullarında biber bitkilerini hastalandırmak amacıyla; gövde inokulasyonu, toprağa zoospor inokulasyonu, parçalanmış miselli agar plaklarının sulama suyuyla bitkiye verilmesi ve miselli agar plaklarının bitkinin dibine bırakılması şeklinde 4 farklı patojenisite yöntemi kullanılarak yürütülmüştür. İklim odasında gerçekleştirilen biyolojik mücadele çalışmalarında ise miselli agar plaklarının bitkinin dibine bırakılması şeklinde yapılan inokulasyon yöntemi hem belirtilerin uniform bir şekilde çıkması hem de uygulama kolaylığı nedeniyle seçilmiştir. Çalışmada U12 ve U14 kodlu bakteri izolatları en yüksek olmak üzere tüm antagonistler ikili kültür testlerinde hastalığa karşı etkili bulunmuştur. Kökçük testlerinde, U12 izolatu uygulamasız kontrole göre tohumların %70'ini enfeksiyona karşı korumuştur. Ancak U14 izolatu ikili kültür testinde başarılı bulunmasına karşın hem kökçük hem saksı testlerinde başarılı olamamıştır. Saksı çalışmalarında U12 ve U17 izolatlarından başarılı sonuçlar alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Biber, *Phytophthora capsici*, biyolojik savaş, *Pseudomonas*

Alternative Methods for the pathogenicity of Phytophthora Blight of Pepper and Studies on its Biological Control

ABSTRACT

Phytophthora Blight of Pepper (*Phytophthora capsici* Leon.) is one of the most destructive disease of pepper. In Turkey, there is no registered product to control the disease although there are many investigations for the chemical control. Sanitation is the mainly recommended control measure. This study aims at biological control of the disease with the antagonistic bacteria. For this purpose, the effectiveness of six fluorescent *Pseudomonas* strains against the disease were investigated *in vitro* and *in vivo* conditions. *In vivo* assays were performed in growth chamber under pot conditions by using four different pathogenicity tests including stem injection, inoculation of soil with zoospores, irrigation of plants with water inoculated with blended mycelium agar disks and inoculation of soil with mycelium agar disks. Due to facile applicability and uniform symptom expression, the last method, inoculation of soil with mycelium agar disks was chosen for the effectiveness of antagonistic bacteria *in vivo*. In dual culture tests, two bacterial isolates (U12 and U14) were found the most effective while the other antagonists were less effective against the disease. In radicle assays, U12 was protected 70% of seeds against the disease infection compared to 100% infection in controls. U14 was effective in dual culture test but not in radicle and *in-vivo* assays. In pot assays, successful results were obtained from U12 and U17.

Key words: Pepper, *Phytophthora capsici*, biological control, *Pseudomonas*

GİRİŞ

Gıda sanayinde büyük bir yeri olan biber *Solanaceae* familyasının *Capsicum* cinsine mensup bir kültür bitkisidir ve besin içeriği bakımından oldukça yüksek değerlere sahiptir (Bayraktar, 1970; Küvetin ve Türkeş, 1985; Tıraş, 2002; Keleş, 2007). Biberin anavatanı Güney Amerika'dır. Onaltıncı yüzyıl içerisinde Osmanlı İmparatorluğu ile Orta Avrupa ülkeleri arasında kurulan sıkı ilişkiler sonucu biber İstanbul'a getirilmiş, daha sonra diğer bölgelerimize yayılmıştır (Keleş, 2007; Vural ve ark., 2000). 2011 yılı verilerine göre yaklaşık iki milyon ton ile Dünya biber üretiminde üçüncü sırada yer alan Türkiye'nin son on yıl dikkate alındığında her geçen

yıl üretimini yaklaşık olarak 1.2 milyon ton artırdığı görülmektedir (Anonim, 2013a). Yine aynı yıl Türkiye verilerine göre üretiminin yaklaşık olarak %35'i Akdeniz Bölgesi'nde yapılırken Ege Bölgesi'ndeki üretim %20 dolaylarındadır (Anonim, 2013b). Biber üretiminde birçok biyotik ve abiyotik faktör verim kayıplarına neden olmakta, bazen ise bu ürün kayıpları dramatik boyutlara ulaşmaktadır. Bitki koruma açısından en önemli ve tahripkar olan etmenlerin başında toprak kaynaklı fungal bir patojen olan Biberde Kök Boğazı Yanıklığı Hastalığı (*Phytophthora capsici* Leon) gelmektedir. Biberde Kök Boğazı Yanıklığı Hastalığı (*P. capsici*) ülkemizde ilk kez 1970 yılında Kahramanmaraş yöresindeki biber alanlarında görülmüştür. Bugün ülkemizde biber

* Nurdan BUHUR Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Lisans Bitirme Tezi 'Sivaslı Ziraat Odası / UŞAK
2 Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü / AYDIN

yetiştirilen alanlarda görülmekte ve önemli verim kayıplarına neden olmaktadır (Anonim, 2008; Akgül ve Mirik, 2008). Toprakta suyun varlığında etmenin sahip olduğu sporangiumlarından çıkan zoospor etrafa yayılır ve mevcut suda aktif olarak yüzerek bitkilerin kök boğazına kadar ulaşırlar. Bu hastalık yağışlı, sulama suyu veya yağmur sularının biriktiği alanlarda daha çok görülür (Biles ve ark., 1995; Anonim, 2008). Hastalığın konukçuları; biber dışında domates, hıyar, kavun, karpuz, kabak, lahanası, soya fasulyesi, çeltik, bezelye, marul ve havuç gibi kültür bitkileri ile horozibiği (*Amarantus* spp.), köpeküzümü (*Solanum nigrum* ve *S. dulcamara*) gibi yabancı otlardır (Anonim, 2013c). Barış ve arkadaşları (1986) hastalık ile mücadelede sırta dikimin iyi bir avantaj sağladığını belirtmişlerdir. Yapılan çalışmalarda Metalxyl, fosetyl-A1 ve terrazole propamocarb-hydrochloride gibi bazı fungusitlerin hastalığın kontrolü için iyi bir koruma sağladığı saptanmıştır (Benlioğlu ve ark. 2007; Akgül ve Mirik, 2008; Michael ve Porchas, 2008; Rende ve ark., 2012). Buna ek olarak Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığının çıkartmış olduğu Zirai Mücadele Teknik Talimatları Kitabında bu hastalık ile mücadele başlığı altında “Bugüne kadar sonuç alınmış ve pratiğe önerilebilecek bitki koruma ürünü mevcut değildir” ibaresi yer almaktadır. Bu nedenle hastalık ile mücadele büyük çoğunlukla kültürel önlemlere dayanmaktadır. Fakat biyolojik savaş çalışmaları üzerinde tüm dünyada ve ülkemizde alternatif bir mücadele yöntemi olarak araştırmalar hız kesmeden devam etmektedir. Biyolojik olarak kontrolün sağlanması hem çevre dostu bir mücadele, hem kimyasal kalıntı bulunmaması ve hem de kolay uygulanabilir olması konusunda göz ardı edilmemesi gereken noktalardan bir tanesidir. Yapılan araştırmalar ile bu hastalığın hem *in-vitro* hem de *in-vivo*'da kontrolü açısından oldukça ümit var sonuçlar alınmıştır (Shen ve ark., 2002; Sid ve ark., 2003; Akgül ve Mirik, 2004; Zhanyong ve ark., 2005; Benlioğlu ve ark., 2007; Mei ve ark., 2010). Bu çalışma ile Biberde Kök Boğazı Yanıklığı Hastalığına karşı biyolojik mücadele kapsamında kullanılabilir olacak etkili antagonist bakteriler araştırılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada tohumdan yetiştirilen California Wonder çeşidi biber bitkileri ve yöreden izole edilmiş virülensi yüksek bir *Phytophthora capsici* biber izolatu kullanılmıştır. Biyolojik savaş ajanı olarak Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Fitopatoloji Laboratuvarı antagonist stok koleksiyonundan temin edilen ve *Rhizoctonia solani* ile *Phytophthora cactorum*'a karşı etkili olduğu bilenen U1, U7, U12, U14, U17 ve U26 kodlu floresan *Pseudomonas* antagonist bakterisi izolatlarından yararlanılmıştır. Bitki çalışmalarında 16 saat ışık 8 saat karanlık fotoperiyotlu 26°C ye ayarlı iklim odası kullanılmıştır.

Bakteri İzolatlarının Antagonistik Etkilerinin *In-vitro* Koşullarda Testlenmesi

Testlenecek olan antagonist bakterilerin *P. capsici*'ye olan antagonistik etkilerinin *in-vitro*'da belirlenmesi için ikili kültür çalışmaları yapılmıştır. Bu testlerde Bora ve Özaktan (1998)'in önerdiği yöntem tarafımızdan değiştirilerek kullanılmıştır. Testlenecek bakteriler PDA (pH 7.2) besi yerine merkezden 2.5 cm uzaklığa ve dört ayrı noktaya 5 mm çap oluşturacak ve her bir petriye bir bakteri olacak şekilde ekilmiştir. Ekim işleminden bir gün sonra her petri kabının ortasına bir haftalık kültürlerin kenarından alınmış 1 cm çapında fungus plağı miseller aşağı bakacak şekilde yerleştirilmiştir. Kontrol petrilinde ise bakteri ekimi yapılmaksızın ortaya sadece fungus plağı yerleştirilmiştir. Petrilere 25°C deki inkubatore kaldırılmış ve kontrol petrilindeki fungus kolonileri 5 cm çap oluşturduğunda değerlendirilmeler yapılmıştır. Değerlendirme, ekimi yapılan fungus plağının kenarından başlamak üzere bakteri ekimi yapılan noktaya doğru fungus gelişim uzunluğunun ölçülmesi şeklinde yapılmıştır. Denemeler dört tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

In-vitro Kökçük Testi

Bu test için; %2'lik sodyum hipo klorid içinde 2 dakika süre ile bekletilen ve üç kere steril saf su ile durulanan biber tohumları kullanılmıştır. Tohumlar nemlendirilmiş filtre kağıtları bulunan petri kaplarında 28°C de karanlık ortamda üç gün bekletilerek çimlendirilmiştir. Homojen bir şekilde çimlenen tohumlar 10 mM MgSO₄ içine hazırlanan 10⁹ hücre/ml bakteri süspansiyonlarında üç saat bekletilmiş ve steril kurutma kağıtları üzerinde bekletilerek nemi alınmıştır. Her bir bakteri izolatu için bir petride 10 adet tohum kullanılmıştır. Yüzde 0.02 glukoz içeren su agarda beş gün gelişen fungus kolonisinin etrafına çimlendirilmiş tohumlar yerleştirilmiş ve petrilere 28°C de 16 saat ışık 8 saat karanlık fotoperiyotta floresan ışık altında inkubasyona bırakılmıştır. Kontrol petrilere konulan tohumlar sadece 10 mM MgSO₄ içinde bekletilmiştir. Üç günlük inkubasyonun ardından kontrol petrilindeki çimlenen tohumların kökçükleri üzerinde belirtiler görülmeye başlamasıyla birlikte değerlendirmeler yapılmış, petrilere çimlenen tohumların kökçükleri incelenerek belirti gösterenler kaydedilmiştir (Sang ve ark., 2008).

İnokulasyon yöntemleri

Tüm denemelerde tohumdan yetiştirilen 12 günlük bitkiler kullanılmış ve denemeler en az beş tekerrürlü olarak yürütülmüştür. İnokulasyon yöntemlerinin denenmesi ile biyolojik mücadele çalışmalarında kullanılabilir olacak en uygun yöntemin seçilmesi düşünülmüştür.

Gövde inokulasyonu

Bu patojenisite testinde 12 günlük biber

bitkilerinin tepe kısmından 4 gerçek yaprak atılacak şekilde gövde enlemesine steril bisturi yardımıyla kesilmiştir. Gövdede oluşan yara üzerine 5 gün boyunca PDA besi yerinde geliştirilen *P. capsici* kolonisinin kenarından mantar delici ile alınan 5 mm çaplı bir agar plağı fungus miselleri yaraya gelecek şekilde konulmuştur. İnokulasyon bölgesi su kaybını önlemek ve nemli bir ortam sağlamak amacıyla parafilm ile sarılmıştır (Sağır ve Yıldız, 1987). Uygulamadan bir hafta sonra bitkilerdeki hastalık belirtileri gözlenmiştir.

Toprağa zoospor inokulasyonu

Bu çalışmada zoospor süspansiyonu ile bitkilerin sulanması yöntemiyle bitkiler hastalandırılmaya çalışılmıştır. Bunun için *P. capsici* yulaf kepeği agar besi yerinde 7 gün 28°C de karanlıkta geliştirilmiştir. İnkubasyonun ardından zoosporangia oluşumunu teşvik etmek amacıyla 20 ml steril saf su ilave edilerek 7 gün daha 28°C de sürekli florasan ışık altında inkube edilmiştir. Son olarak 25 ml soğuk steril saf su ilave edilip +4°C de 30 dakika bekletildikten sonra oda sıcaklığında da 30 dakika bekletilip 3 katlı tülbentten geçirilerek zoosporlar elde edilmiştir (Sang ve ark., 2008; Kim ve ark., 2008). Elde edilen zoosporlar hemositometre yardımıyla sayılarak bir gram toprağa 50 adet zoospor gelecek şekilde bitkiler sulanmış ve bitkiler 10 gün süreyle gözlemlenmiştir.

Parçalanmış miselli agar plaklarının sulama suyuyla bitkiye verilmesi

Bu testler için PDA ortamında geliştirilen dört günlük *P. capsici* kültüründen 5 mm çaplı mantar delici ile alınmış fungus plakları kullanılmıştır. Sırasıyla 3 plak/500 ml, 3 plak/1000ml ve 3 plak/1500ml olacak şekilde blender yardımıyla 1 dakika süreyle yüksek hızda parçalanarak inokulum hazırlanmıştır. Hazırlanan her bir süspansiyon ile 5 bitki 10'ar ml olacak şekilde sulanmıştır.

Miselli agar plaklarının bitkinin dibine bırakılması

Bu patojenite yönteminde ise her fidenin dibine 5 mm çaplı hastalık etmenine ait fungus plağı bırakılmış ve 10 gün sonra değerlendirmeler yapılmıştır.

İn-vivo Biyolojik Mücadele Çalışması

Antagonistik etkileri bitki üzerinde belirlenecek olan bakteriler KB (King ve ark., 1954) besi yerinde iki gün süre ile geliştirilmiş ve gelişen kolonilerden steril saf su içine 10⁹ hücre/ml olacak şekilde bakteri süspansiyonları hazırlanmıştır.

Hazırlanan her bir bakteri süspansiyonunun içine 6 adet biber fidesinin kökü kök boğazını da kapsıyacak şekilde daldırılmış ve 30 dakika bekletilmiştir. Böylece bitki kökleri fungusun gelişimini engelleyen bakteriler ile kaplanması

sağlanmıştır. Daha sonra fideler ayrı ayrı bardaklara şaşırtılarak iklim odasına gelişmesi için bırakılmıştır (Akgül ve Mirik, 2008).

Bitkiler bakteri süspansiyonunda bekletilip şaşırtıldıktan 48 saat sonra her bitkinin dibine bir adet 5 mm çaplı *P. capsici* plağı kök boğazına değmeyecek şekilde bırakılmış ve 10 gün sonra değerlendirme yapılmaya kadar bitkiler normal şekilde sulanmıştır. Değerlendirmelerde Benlioğlu ve arkadaşları (2007)'nin belirttiği skala kullanılmıştır (0 = sağlıklı bitki; 1 = yaşlı yapraklar solmuş; 2 = en üst 2-3 yaprak hariç tüm yapraklar solmuş; 3 = tüm yapraklar solmuş ve 4 = tüm yapraklar dökülmüş ve nekrozlaşmış gövde, tamamen ölü bitki).

BULGULAR

Bakteri İzolatlarının Antagonistik Etkilerinin *In-vitro* Koşullarda Testlenmesi

Bakterilerin antagonistik etkilerinin *in-vitro*'da belirlenmesine yönelik yapılan ikili kültür çalışmalarında tüm bakteri izolatları istatistiki olarak etkili bulunurken U12 ve U14 en etkili izolatlar olarak saptanmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1 Antagonist bakteriler ile *P. capsici* ikili kültür testi sonucu

İzolat	<i>P. capsici</i> koloni gelişimi (mm)
Kontrol	18.00 a
U26	9.00 b
U1	8.00 c
U7	7.75 c
U17	7.00 d
U12	0.00 e
U14	0.00 e

Aynı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur (p<0.05, Tek yönlü ANOVA, LSD)

In-vitro Kökçük Testi

Kökçük testlerinde bakteri uygulaması yapılmayan ve hastalık etmeni ile karşı karşıya getirilen yeni çimlenmiş tohumlarda hastalık etmeni kökçük ve/veya tohum kabuğu üzerinde çürümelere neden olarak kahverengileşmeye sebep olmuştur. Ancak bakteri uygulaması yapılan kökçüklerde hastalığa karşı koruma sağlanmış ve en iyi koruma U12 izolatından alınırken bunu U7 ile U1 izolatları izlemiştir. U14 izolatı ise herhangi bir koruma sağlayamamıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2 Antagonist bakteri uygulanan biber tohumlarının *P. capsici* enfeksiyonuna yakalanma oranı

İzolatlar	Enfekte Kökçük Sayısı
U12	3 (%30)
U7	6 (%60)
U1	8 (%80)
U17	9 (%90)
U26	9 (%90)
U14	10 (%100)
Kontrol	10 (%100)

İnokulasyon yöntemleri

Gövde inokulasyonu

Bitkilerin üst kısmının kesilmesi ile açılan yaralara yapılan inokulasyon çalışmalarında; iki gün sonra hastalık belirtileri görülmeye başlanmış, bir hafta içinde bitkiler tamamen hastalanmış ve on gün sonra bitkiler tamamen kurumuştur.

Toprağa zoospor inokulasyonu

Zoospor süspansiyonlarının bitkilere sulama suyu olarak verilmesi ile yapılan denemelerde dört gün içerisinde bitkilerde solgunluk belirtileri, yapraklarında dökülmeler ve gövdelerinde kahverengileşmeler başlamıştır. Ancak belirtiler tüm bitkilerde aynı ayna başlamamıştır. On gün içerisinde ise bitkiler tamamen ölmüş ve kök boğazında fungal bir örtü oluşmuştur.

Parçalanmış miselli agar plaklarının sulama suyuyla bitkiye verilmesi

Parçalanmış misel plaklarının bitkilere sulama suyu olarak verildiği bu denemede bitkiler verilen inokulumların hiç birinde hastalanmamış ve sağlıklı gelişimlerine devam etmişlerdir.

Miselli agar plaklarının bitkinin dibine bırakılması

Bu yöntemde de bitkilerde ilk belirtiler dört gün sonra gözlemlenmiş ve 15 gün sonunda bitkiler tamamen kurumuştur.

İn-vivo Biyolojik Mücadele Çalışması

Bitki köklerinin antagonist bakteriler ile kaplanması sonucunda U17 ve U12 izolatlarının hastalığı baskı altına aldığı saptanmıştır. Ancak uygulanan bakteri izolatlarından bazıları hastalık şiddetinin artmasına neden olduğu bulunmuştur. Uygulamadan 10 gün sonra yapılan değerlendirmeye ait ortalama skala değerleri Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3 Antagonist bakteri uygulamalarının biberde *P. capsici*'nin neden olduğu hastalık üzerine etkileri

İzolatlar	Skala Değeri (Ort.)
U26	3.17 a
U14	3.17 a
U1	2.83 a
U7	2.83 a
Kontrol	2.33 ab
U12	2.00 ab
U17	1.00 b

Aynı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur ($p < 0.05$, Tek yönlü ANOVA, LSD, Karekök transformasyonu yapılmıştır)

TARTIŞMA

Biber Kök Boğazı Yanıklığı Hastalığına karşı biyolojik mücadele olanaklarının araştırıldığı bu çalışmada testlenen toplam 6 izolatın hepsi ikili kültür testlerinde etkili antagonist bulunurken, bunlardan en etkilileri sırasıyla U14, U12, U17, U7 ve U1 olarak

saptanmıştır. Yapılan bir çok çalışmada *in-vitro*'da değişik genoslara ait bakteri izolatu bu hastalığa karşı etkili bulunmuştur (Shen ve ark., 2002; Sid ve ark., 2003; Akgül ve Mirik, 2004; Zhanyong ve ark., 2005; Benlioğlu ve ark., 2007).

U12 izolatu ikili kültür testinin yanında kökçük denemelerinde de iyi bir performans göstermiştir. Sang ve arkadaşları (2008) yaptıkları kökçük denemelerinde %20 korumanın sağlanmasının istatistiki olarak antagonizmi gösterdiğini, izolatu seçiminde ise %30 sınırını kullandıklarını bildirmişlerdir. Ancak U14 izolatu ikili kültür çalışmalarında en iyi sonucu verirken kökçük denemelerinde en kötü sonucu veren izolatu olmuştur. *In-vivo* ve *in-vitro* testler arasındaki uyumsuzluk bir çok literatürde belirtilmiş ve iyi çalışılmış bir konudur (Papavizas ve Lewis, 1983; Utkhede ve Gaunce, 1983; Fravel, 1988; Shanahan ve ark., 1992; Nielsen ve ark., 1998; Landa ve ark., 2004). Buna karşın kökçük denemeleri sonuçlarının saksı denemeleri ile örtüştüğü görülmektedir. Bu da antagonist bakterilerin seçiminde ikili kültür testlerinin yanında muhakkak kökçük testi gibi bitki ile ilişki *in-vitro* testlerinin de yapılması gerektiğini ve bu test sonuçlarının saksı denemelerine alınacak izolatların belirlenmesine yardımcı olabileceğini ortaya koymuştur.

Yapılan saksı denemelerinde U17 izolatu istatistiki olarak hastalığı kontrol altına alabilmiştir. Ancak bunun yanında bazı bakterilerin hastalık şiddetini arttırdığı görülmüştür. Benzer şekilde Vestberg ve arkadaşları (2004)'nın antagonist bakteriler ile çilek bitkisinde yaptıkları uygulamalarda bazı bakterilerin *Phytophthora cactorum* ve *P. fragaria* hastalıklarını kontrol edemediğini bunun yanında hastalık şiddetini arttırdığını bildirmişlerdir. Buna benzer olarak Berg ve arkadaşları (2001) sera koşullarında çileklerde yaptıkları denemelerde *Verticillium* solgunluğunu denedikleri bazı antagonist bakterilerin hastalık oranını istatistiki olarak arttırdığını bildirmişlerdir.

Biyolojik savaşta etkinin değerlendirilmesi açısından en uygun hastalık inokulasyon yönteminin zoospor uygulaması olduğu düşünülmektedir (Biles ve ark., 1995). Ancak uzun süren ve zahmetli olan bu yöntemde her zaman aynı miktarda zoospor elde edilememiş, bunun yanında elde edilen zoosporlar ile yapılan uygulamalarda ise hastalık tüm bitkilerde aynı anda başlamamıştır. Bu nedenle antagonist etkinin bitki üzerinde denenmesi çalışmalarında agar plağının bitki dibine bırakılması yöntemi tercih edilmiştir.

Tüm bu testler ile U17 ve U12 izolatlarının yapılacak diğer biyokontrol çalışmalarına materyal olacak özelliklere sahip olduğu saptanmıştır. Çalışmalara iklim odasında devam edilmesinin yanında tarla ve fidelik denemelerinin de kurulması gerekmektedir. Ayrıca yapılacak çalışmalar ile bu bakterilerin etki mekanizmalarının ortaya konması, diğer biyokontrol çalışmalarında etkili antagonist bakteri seçimine ışık tutacağı bir gerçektir.

KAYNAKLAR

- Akgül DS, Mirik M (2004) Biberde Kök Boğazı Yanıklığının Mücadelesinde PGPR İzolatlarının Kullanımı Üzerine Araştırmalar. Türkiye Birinci Bitki Koruma Kongresi, 8-10 Eylül, Samsun.
- Akgül DS, Mirik M (2008) Biocontrol Of *Phytophthora capsici* On Pepper Plants By Bacillus Megaterium Strains. Journal of Plant Pathology, 90(1), 29-34.
- Anonim (2008) Biberde Kök Boğazı Yanıklığı *Phytophthora capsici* Hastalığının Tanımı, Yaşayışı ve Mücadelesi. Ziraî Mücadele Teknik Talimatları Cilt: 3 S: 5.
- Anonim (2013a) Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://faostat.fao.org/> son erişim tarihi 18.02.2013.
- Anonim (2013b) Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr/> son erişim tarihi 18.02.2013.
- Anonim (2013c) Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü. <http://www.gkgm.gov.tr/> son erişim tarihi 18.02.2013.
- Barış M, Maden S, Ulukuş İ, Gürsoy E, Sağır A, Yalçın O, Şenyürek M, Zengin H (1986) Biberde Kök Boğazı Yanıklığı Hastalığının Primer İnokulum Kaynaklarının ve Savaş Yöntemleri Üzerine Araştırmalar. Bitki Koruma Bülteni, cilt: 26, no: 3-4, S: 59-95.
- Bayraktar K (1970) Sebze Yetiştirme (Kültür Sebzeleri). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi yayımları, No:169.
- Benlioğlu K, Özyılmaz Ü, Öztürk E (2007) Deterjan Üreten Bakterilerin Biber Kök Boğazı Yanıklığı (*Phytophthora capsici*)' na Etkisi Üzerinde Araştırmalar. Türkiye İkinci Bitki Koruma Kongresi, 27-29 Ağustos, Isparta.
- Berg G, Fritze A, Roskot N, Smalla K (2001) Evaluation of Potential Biocontrol Rhizobacteria from Different Host Plants of *Verticillium dahliae* Kleb. Journal of Applied Microbiology 91(6):963-971.
- Biles CL, Bruton BD, Wall MM, Rivas M (1995) *Phytophthora capsici* Zoospore Infection of Pepper Fruit in Various Physical Environments. Proc. Okla. Acad. Sci. 75: 1-5.
- Bora T, Özaktan H (1998) Bitki Hastalıklarıyla Biyolojik Savaş. Prizma Matbaası, İzmir, 205 s.
- Fravel DR (1988) Role of Antibiosis in the Biocontrol of Plant Diseases. Annu. Rev. Phytopathol. 26: 75-91.
- Keleş D (2007) Farklı Biber Genotiplerinin Karakterizasyonu ve Düşük Sıcaklığa Tolerans. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 189 s., Adana.
- Kim HS, Sang MK, Jeun Y, Hwang BK, Kim KD (2008) Sequential Selection and Efficacy of Antagonistic Rhizobacteria for Controlling *Phytophthora* blight of pepper. Crop Protection 27,436-443.
- King EO, Ward MK, Raney DE (1954) Two Simple Media for the Demonstration of Pyocyanin and Fluorescein. J. Lab. Clin. Med. 44:301-307.
- Kütevin Z, Türkeş T (1985) Sebzecilik, Genel Sebze Tarımı Prensipleri ve Pratik Sebzecilik Yöntemleri. İnkılap Kitapevi, Ankara.
- Landa BB, Navas-Cortés JA, Jiménez-Díaz RM (2004) Influence of Temperature on Plant-Rhizobacteria Interactions Related to Biocontrol Potential for Suppression of *Fusarium* Wilt of Chickpea. Plant Pathology 53, 341-352.
- Mei XL, Zhao QY, Tan SY, Xu YC, Shen B, Shen QR (2010) Screening, Identification, and Biocontrol Effect of Antagonistic Bacteria Against *Phytophthora capsici*. Nanjing Agricultural University, China.
- Michael EM, Porchas M (2008) Efficacy of New Fungicides as Potential Management Tools for *Phytophthora* Crown and Root Rot on Pepper Plants. Vegetable Report, P-152.
- Nielsen MN, Sorensen J, Fels J, Pederson HC (1998) Secondary Metabolite and Endochitinase Dependent Antagonism Toward Plant-Pathogenic Microfungi of *Pseudomonas fluorescens* Isolates from Sugar Beet Rhizosphere. Applied and Environmental Microbiology, 3563-3569.
- Papavizas GC, Lewis JA (1983) Physiological and Biocontrol Characteristic of Stable Mutants of *Trichoderma viride* Resistant to MBC Fungicides. Phytopathology 73:407-411.
- Rende Q, Wang T, Zhao W, Jiancheng Ding PL, Gao Z (2012) Activity of Ten Fungicides against *Phytophthora capsici* Isolates Resistant to Metalaxyl. Journal of Phytopathology, DOI: 10.1111/jph.12009.
- Sağır A, Yıldız M (1987) Bazı *Phytophthora* spp. İzolatlarına Karşı Önemli Sebze Çeşitlerinin Reaksiyonları Üzerine Araştırmalar. Bitki Koruma Bülteni, cilt: 27, no: 3-4. S: 179-200.
- Sang MK, Chun S, Kim KD (2008) Biological Control of *Phytophthora* Blight of pepper by antagonistic rhizobacteria selected from a sequential screening procedure. Biological Control 46, 424-433.
- Shanahan P, O'sullivan DJ, Simpson P, Glennon JD, O'Gara F (1992) Isolation of 2,4-Diacetylphloroglucinol from a Fluorescent Pseudomonad and Investigation of Physiological Parameters Influencing Its Production. Appl Environ Microbiol. 58(1): 353-358.
- Shen SS, Choi OH, Lee SM, Park CS (2002) In vitro and In vivo Activities of a Biocontrol Agent, *Serratia plymuthica* A21-4, Against *Phytophthora capsici*. Department of Agricultural Biology, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea.
- Sid A, Ezziyani M, Egea- Gilabert C, Candela ME (2003) Selecting Bacterial Strains for Use in the Biocontrol of Diseases Caused by *Phytophthora capsici* and *Alternaria alternata* in Sweet Pepper Plants. Biologia Plantarum, 47: 569-574.
- Tıraş M (2002) Kahramanmaraş Merkez İlçede Kırmızı Biber Tarımı. Doğu Coğrafya Dergisi 10.
- Utkhed RS, Gaunce AP (1983) Inhibition of *Phytophthora cactorum* by a Bacterial Antagonist. Can. J. Bot. 61:3343-3348.
- Vestberg M, Kukkonen S, Saari K, Parikka P, Huttunen J, Tainio L, Devos N, Weekers F, Kevers C, Thonart P, Lemoine MC, Cordiwe C, Alabouvette C, Gianinazzi S (2004) Microbial Inoculation for Improving the Growth and Health of Micropropagated Strawberry. Applied Soil Ecology 27: 243-258.
- Vural H, Eşiyok D, Duman İ (2000) Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme). Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir, 440 sayfa.
- Zhanyong Y, Chonggang X, Long Y (2005) Screening Test and Inhibiting Effect of Spore Bacteria to *Phytophthora capsici*. Southwest Agricultural University.

Sorumlu Yazar
Ümit ÖZYILMAZ
 uozyilmaz@gmail.com

Geliş Tarihi : 16.02.2013
 Kabul Tarihi : 07.05.2013