

Marul (*Lactuca sativa* L.) Bitkisinde Beyaz Çürüklük Hastalığına (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary) Karşı Kök Bakterilerinin Kullanım Olanakları

Soner SOYLU

Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü 31034 Antakya-Hatay

Öz

Marul (*Lactuca sativa* L.) bitkisinde *Sclerotinia sclerotiorum* tarafından oluşturulan beyaz çürüklük hastalığı marul ekimini ve üretimini sınırlayan en yaygın ve önemli fungal hastalıklardan biridir. Bu çalışmada farklı türlere ait antagonistik potansiyele sahip kök bakteri izolatları [*Lysobacter enzymogenes* C3R5 ve N4-7] ile bitki büyümesini teşvik eden kök bakteri (PGPR) izolatlarının [*Bacillus pumilus* T4, *Bacillus amyloliquefaciens* IN937a, *Pseudomonas fluorescens* WCS417r ve *Pseudomonas putida* 89B-61] marul beyaz çürüklük hastalığına karşı biyolojik mücadele ajanı olarak kullanılabilme olanaklarını araştırılmıştır. Bakteri izolatlarının fungal gelişimi ve hastalık çıkışının engellemesi üzerine olan etkinliği *in vitro* ve *in vivo* koşullarında araştırılmıştır.

In vitro ikili kültür denemelerinde test edilen bakteriler arasında antagonist *L. enzymogenes* C3R5 ve N4-7 izolatları patojen gelişimini önemli düzeyde engelleyerek antagonizm gösterirken, PGPR izolatları fungusların miselyal gelişimini engellemede başarılı olamamıştır.

In vivo koşullarda ise gerek antagonist gerekse PGPR izolatları marul bitkisinin sağlıklı gelişmesine neden olurken, uygulama yapılmış bitkilerde hastalık oluşumu kontrollerdeki bitkilerle karşılaştırıldığında önemli düzeyde engellediği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Biyolojik mücadele, marul, kök bakterileri, *Sclerotinia sclerotiorum*, beyaz çürüklük.

Possible Use of Plant Growth Promoting Rhizobacteria Against White Mould Disease (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary) in Lettuce Plant (*Lactuca sativa* L.)

Abstract

White mould disease, caused by *Sclerotinia sclerotiorum*, is one of the most important and common fungal diseases which effects production of lettuce (*Lactuca sativa*) plants. In this study, possible use of antagonist (such as *Lysobacter enzymogenes* C3R5 and N4-7) and Plant Growth Promoting Rhizobacterial (PGPR) (such as *Bacillus pumilus* T4, *Bacillus amyloliquefaciens* IN937a, *Pseudomonas fluorescens* WCS417r and *Pseudomonas putida* 89B-61) isolates, as biological control agents, was investigated for their ability to suppress white mould disease of lettuce (*Lactuca sativa* L. cv. Lital) *in vitro* and *in vivo* conditions.

During the *in vitro* experiments, among the rhizobacterial isolates, antagonist *L. enzymogenes* isolates C3R5 and N4-7 showed antagonistic properties against fungal pathogen and significantly inhibited hyphal growth to a varying degree in dual culture tests. In contrast, PGPR isolates were unable to be successful and showed inconsistent inhibition on mycelial growth.

During the *in vivo* experiments, both antagonist and plant PGPR isolates were evaluated for plant growth promotion and biologic control of disease caused by the fungal agent. Plants treated with each of the six isolates were significantly reduced pre-emergence disease severity compared to untreated controls.

Key Words: Biological control, lettuce, rhizobacteria, *Sclerotinia sclerotiorum*, white mould.

Sorumlu Yazar/Correspondence to: S. Soyulu, soyulu@mku.edu.tr
Geliş Tarihi: 05.09.2011 Kabul Tarihi: 20.10.2011

Makalenin Türü: Araştırma
Category: Research

Giriş

Marul (*Lactuca sativa* L.) ekimini ve verimini sınırlayan faktörlerden en önemlisi bu bitkilerde gözlenen toprak kökenli fungal hastalıklardır. Sebzelere farklı toprak kökenli fungal hastalık etmenleri tarafından solgunluk, beyaz çürüklük, kök ve kök boğazı çürüklüğü olarak adlandırılan hastalıklar bitkinin fide döneminde olduğu kadar ileri dönemlerinde de ortaya çıkar ve erken infeksiyonlarda bitki ölümlerine neden olur (Dixon, 1984, Bruehl, 1987). *Sclerotinia*

sclerotiorum (Lib.) de Bary ve *Sclerotinia minor* Jagger isimli birbirine yakın akraba olan iki farklı fungal türler tarafından neden olunan Beyaz çürüklük hastalığı, marul yetiştiriciliğinin yapıldığı ülkelerde her yıl büyük kayıplara sebep olur (Chitrampalam ve ark., 2008; Melzer ve Boland, 1994; Subbarao, 1998; Whipps ve Budge, 1990). Her iki hastalık etmenlerinin marul bitkisinde oluşturdukları simptomlar çok benzer olup, oluşturdukları inokulum kaynağına, sklerot yapılarına, sklerot çimlenmesi ve gelişmesindeki sıcaklık tercihlerine bağlı olarak farklılık gösterir (Abawi ve Grogan, 1979; Singleton ve ark., 1992). Bu hastalık etmeninin dünyada olduğu gibi Türkiye’de ve bölgemizde yetiştirilen sebzelerde sorun olduğu yapılan önceki çalışmalarla ortaya konulmuştur (Tuncer ve Erdiller, 1990; Yücel, 1994; Kurt ve Erkiliç, 1997; Soylu ve Kurt, 2001; Yıldız ve Döken, 2002; Can ark., 2004; Mert-Türk ve Mermer, 2004).

Toprak kökenli patojenlerle mücadelede genellikle dayanıklı çeşit ekimi, tohum ilaçlaması ve kültürel tedbirlerin alınması önerilmekle birlikte, hastalıklara karşı pek etkili sonuç alınamamaktadır. Toprak ilaçlamasında kullanılan ilaçlardan metil bromidin tüm dünyada yasaklanmasından sonra diğer ilaçların gerek ürün üzerinde kalıntı bırakması gerekse insan ve çevre üzerine olan olumsuz etkilerinden dolayı bu tip hastalık etmenleriyle alternatif mücadele yollarının araştırılması gerekliliğini ortaya koymaktadır (Staub, 1991).

Bitkilerin kök bölgesi buralarda serbest olarak yaşayan pek çok bakteri türüne konukçuluk eder. Bu bölgelerden izole edilen saprofitik karakterdeki bakterilere kök bakterileri (=rhizobakterler) adı verilir. Kök bakterileri üretmiş oldukları antimikrobiyal maddelerden dolayı patojen gelişimini engelliyorsa antagonist bakteri olarak adlandırılırken, üretmiş oldukları hormon veya fenoliklerden dolayı bitki gelişimini teşvik ediyorsa PGPR (Plant Growth-Promoting Rhizobacteria, PGPRs) olarak adlandırılır (Kloepper ve ark., 1989; Piao ve ark., 1992). PGPR bakterileri bitki gelişimini teşvik etmesi doğrudan veya dolaylı yollarla oluşur. Bitki patojenlerinin gelişimini ve hastalık oluşumunu önleyerek dolaylı bir şekilde katkıda bulunurken, (i) havanın serbest azotunu bitkiye bağlayarak, (ii) toprakta bağlı olan demiri çözen sideroforları üretip bağlı demiri çözüp bunları bitki köklerine bağlayarak, (iii) fosfor gibi bazı elementleri çözerek, (iv) bazı bitki hormonları ve peptidlerin bakteri hücrelerinde sentezlenerek veya bitkiye bu hormonları sentezleterek bitki gelişimini doğrudan da teşvik ettiği bildirilmiştir (Zahir ve ark., 2003). Bu tip özellikteki bakterilerden, fluorescent *Pseudomonas* (özellikle *Pseudomonas fluorescens*, *P. putida*, *P. aeruginosa* vb.) ve *Bacillus* spp (özellikle *Bacillus subtilis*, *B. amyloliquefaciens*, *B. pumulis* vb.) toprak ve yaprak kökenli fungal bitki patojen etmenlerine karşı oldukça etkili olmakla birlikte (Asaka ve Shoda, 1996; Özaktan ve Bora, 2000; Pal ve ark., 2000; Siddique ve ark., 2001; Soylu ve ark., 2005; Yolageldi ve ark., 2007; Coşkuntuna ve Yıldız, 2007) bu tür bakterilerin aynı zamanda çeşitli kültür bitkilerinin gelişimini teşvik ettiği (Anjum ve ark., 2007; Çakmakçı ve ark., 2007; Mena-Violantea ve Olalde-Portugal, 2007; Soylu ve ark., 2008) ülkemizde ve dünyada yapılan bir çok çalışmalarda ortaya konulmuştur.

Yapılan bu çalışmada, farklı türlere ait PGPR ve antagonistik potansiyele sahip kök bakteri izolatları (*Lyzobacter enzymogenes*, *Bacillus pumilis*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Pseudomonas fluorescens* ve *Pseudomonas putida*) ile uygulama yapılmış marul tohumlarının beyaz çürüklük hastalık etmeni *S. sclerotiorum* ile bulaşık topraklarda gelişimi ve bakteriyel uygulamaların bitkilerde hastalık çıkışının kontrolü üzerine olan etkinliği *in vitro* ve *in vivo* koşullarda araştırılmıştır.

Materyal ve Metot

Fungal Hastalık Etmeninin İzolasyonu ve Antagonist ve PGPR Bakteri İzolatları

Fungal hastalık etmeni *Sclerotinia sclerotiorum* tipik hastalık belirtilerinin gözlemlendiği marul bitkisinden PDA ortamına izole edilmiş ve tek sklerottan geliştirilen saf fungus izolatu çalışmalarda kullanılmıştır. Denemelerde Dr. Özlem Kılıç EKİCİ (Tübitak, Türkiye) tarafından temin edilen ve daha önce farklı hastalık etmenlerine karşı etkinliği ortaya konmuş (Kobayashi ve El-Barrad 1996; Wei ve ark., 1996; Murphy ve ark., 2000; Pieterse ve ark., 2001) farklı türlere dahil PGPR (*Bacillus pumilis* T4, *Bacillus amyloliquefaciens* IN937a, *Pseudomonas fluorescens* WCS417r, *Pseudomonas putida* 89B-61) izolatlarının yanı sıra antagonistik potansiyeye sahip *Lysobacter enzymogenes* (C3R5 ve N4-7) izolatları kullanılmıştır.

Bakterilerin Fungal Etmenin Miselyal Gelişimi Üzerine Olan Etkinliğinin *in vitro* Koşullarda Belirlenmesi

Bakteri izolatlarının, *in vitro* antagonistik potansiyelleri PDA içeren petri kaplarında ikili kültür testlemeleriyle belirlenmiştir (Landa ve ark, 1997). Bu testlerde her bir petrinin iki ucuna test edilecek bakteri izolatu çizildikten sonra 26 °C'de 1, 24 ve 48 saat olmak üzere 3 farklı şekilde ön inkübasyona bırakılmıştır. Bakterilerin gelişmesini müteakiben, PDA besiyerinde gelişmiş 7 günlük fungus kültürlerinin uç kısımlarından alınan 6 mm çapında miselyal diskler petrilere çizgi halinde gelişen bakterilerin 4 cm uzağına yerleştirilerek tekrar 26°C'de gelişmeye bırakılmıştır. Kontrol olarak funguslar, bakterilerin çizildiği yere benzer şekilde dışardan kalemle çizilerek fungusun bu noktaya ulaşması beklenmiştir. Kontrol petrilерinde fungusun işaretli alana ulaşmasıyla birlikte, bakterilerin çizildiği tüm petrilерde bakteriye doğru yönelen fungal miselyal gelişimi ölçülmüş ve kontrol petrilерdeki miselyal gelişmeye göre engelleme oranlarının %'si hesaplanmıştır. Her bakteri-fungus kombinasyonu için ölçümler 5 farklı petri kabında yapılmış olup, deneme 3 farklı zamanda tekrar edilmiştir.

Bakterilerin Hastalık Gelişimi Üzerine Olan Etkinliğinin *in vivo* Koşullarda Belirlenmesi

Fungal İnokulum ve Bakteri Süspansiyonlarının Hazırlanması

Fungal inokulum süspansiyonu, etmenin tamamen gelişerek yüzeyini kapladığı ve sklerotlarının oluştuğu 4 petri kutusundaki besi ortamının 400 ml steril su içinde düşük hızda (200 rpm) 1 dakika karıştırılmasıyla hazırlanmıştır. Çalışmalarda kullanılan antagonist ve PGPR bakteri türleri Luria Broth (LB), sıvı besi yerinde orbital çalkalamalı inkübatörlerde 200 rpm'de 24 saat boyunca geliştirildikten sonra bakteri süspansiyonların konsantrasyonları steril su içinde 10⁸ cfu/ml olacak şekilde ayarlanmıştır.

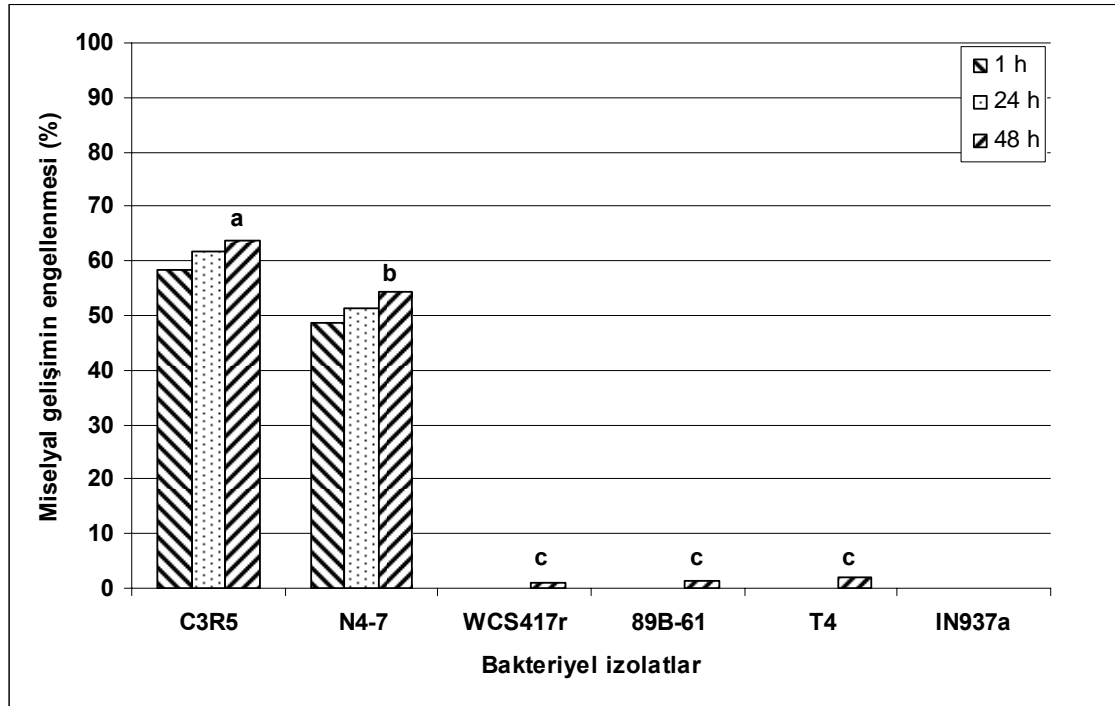
Antagonist bakterilerin *in vivo* bitki çıkış öncesi (pre-emergence) etkinliklerinin belirlendiği çalışmalarda, içinde steril edilmiş torf-bahçe toprağı bulunan violerde yapılmıştır. Bu amaçla yüzey sterilizasyonu yapılmış marul tohumları üzerlerine %1'lik carboxymethylcellulose içerisinde hazırlanmış 10 ml bakteri süspansiyonu (10⁸ cfu/ml) ilave edildikten sonra steril kabin içerisinde tamamen kuruyuncaya kadar bekletilerek tohum yüzeylerinin tamamen bakteri ile kaplanması sağlanmıştır. Yüzeyi bakteri ile kaplı olan tohumlar içerisinde steril toprak bulunan violer üzerine konulduktan sonra tohumların hemen çevresine yukarıda belirtildiği şekilde hazırlanmış olan 10 ml fungal inokulum süspansiyonu inokule edilmiştir (Nielsen ve ark., 1998). Uygulama yapılmış violer daha sonra iklim odalarında bekletilerek (22 °C de 15 gün) sağlıklı ve hastalıklı olarak çıkış yapan bitkiler değerlendirilmiştir. Steril su ile muamele edilmiş tohumların patojen ile inokule edilmiş veya edilmemiş topraklı violerdeki gelişimleri pozitif ve negatif kontrol olarak değerlendirilmiştir.

Tesadüf blokları deneme desenine göre kurulan uygulamalar 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 10 ar bitki olmak üzere toplam 30 bitki ile yürütülmüştür. Elde edilen veriler SPSS istatistik programı

kullanılarak tek yönlü ANOVA ile varyans analizine tabi tutulmuş ve izolatlar arasındaki farklılıklar Tukey testi ile tespit edilmiştir ($P \leq 0.05$).

Bulgular ve Tartışma

Her bir kök bakteri izolatının *S. sclerotiorum* etmeninin miselyal gelişimini engelleme oranları *in vitro* koşullardaki ikili kültür testlemeleriyle belirlenmiştir (Şekil 1). Yapılan ikili kültür testlemeleri sonucunda *S. sclerotiorum*'nın *in vitro* gelişimi *L. enzymogenes*'in C3R5 ve N4-7 izolatları tarafından sırası ile %63.7 ve %54.4 oranlarda engellendiği gözlenmiştir. PGPR özellikle olan 4 bakteri izolatının hiç biri fungal etmenin *in vitro* miselyal gelişimini engellemede başarılı olamamışlardır. İkili kültür petrilerinde yapılan gözlemlerde fungal etmenin miselyal gelişimi bazı petrilerde bakterilerinin çizildiği noktaları geçmiş olduğu görülmüştür. IN937a izolatı dışında tüm izolatlarda ön inkübasyon süresindeki artışa paralel olarak engellenme oranlarında yükselişler kaydedilmiştir.

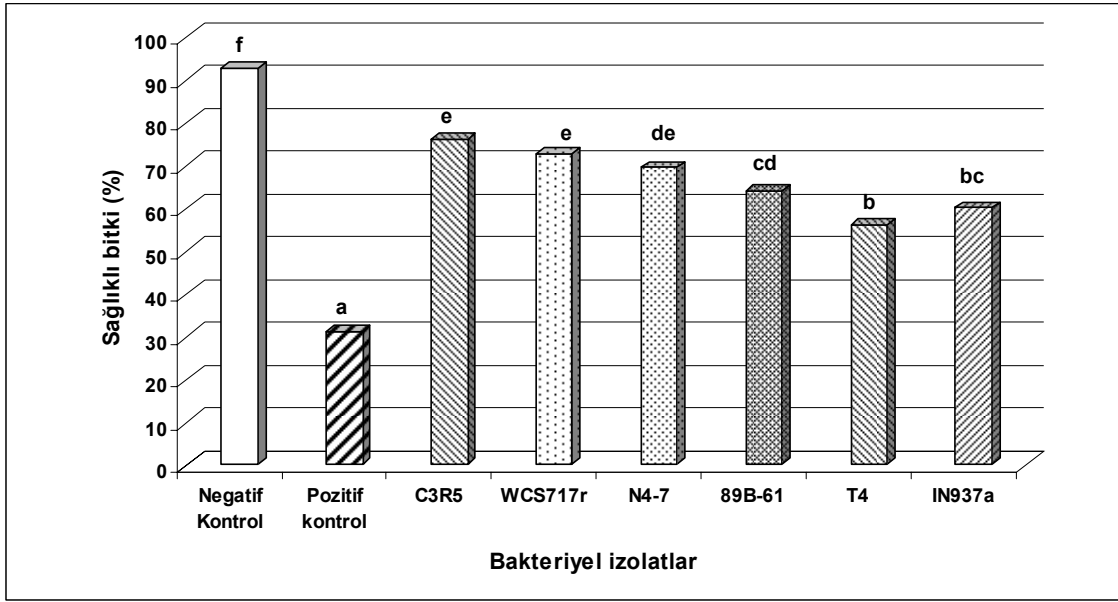


Şekil 1. Farklı kök bakteri izolatlarının *in vitro* koşullarda fungal hastalık etmeninin gelişimini engelleme potansiyeli. Kolon üzerindeki benzer harfler uygulamalar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığını gösterir (Tukey Testi, $P \leq 0.05$)

Kök bakterileri izolatlarının *in vivo* koşullarında hastalık çıkışı üzerine olan etkinliğinin belirlendiği çalışmalarda, bakterilerle uygulama yapılan tohumlar patojensiz (negatif kontrol) ve patojenle bulaşık (pozitif kontrol) topraklara ekildikten sonra ekimi yapılan marul tohumların çimlenip, gelişmeleri gözlenmiştir. Tipik beyaz çürüklük hastalığı belirtileri gösteren bitkilerden yapılan geri izolasyonlarda fungal etmen hastalıklı bitki fidelerinden tekrar izole edilmiştir.

Bakteri izolatları ile uygulama görmemiş tohumların hastaliksız topraklara (negatif kontrol) ekimi sonucunda çoğunluğu sağlıklı bir şekilde çıkış yaparak (%92.8) gelişmelerini normal bir bitki şeklinde sürdürmüşlerdir. Herhangi kök bakteri izolatı ile muamele edilmemiş tohumların hastalık etmeni ile bulaştırılmış topraklara ekimi sonucunda ise (pozitif kontrol) sağlıklı olarak bitki çıkışı ortalama %31.1 düzeyinde gerçekleşmiştir (Şekil 2).

Bununla birlikte antagonist karakterdeki *L. enzymogenes* C3R5 ve N4-7 izolatları ile muamele edilen tohumlardan sağlıklı bitki çıkışı ve gelişimi *S. sclerotiorum* ile bulaşık topraklarda sırası ile %76.1 ve 69.4 arasında gerçekleşmiştir (Şekil 2). Yapılan istatistik analiz sonucunda her iki izolatın pozitif kontrole oranla hastalık çıkışını engellemesi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Benzer durum diğer PGPR karakterdeki izolatlarda da görülmüştür. Bu izolatlar ile muamele edilen tohumlardan sağlıklı bitki çıkışı ve gelişimi *S. sclerotiorum* ile bulaşık topraklarda %72.8 oranı ile WCS717r, %63.9 oranı ile 89B-61 izolatı tarafından sağlanırken, T4 izolatı %56.1 oranında sağlıklı bitki çıkışını sağlamıştır. *In vivo* çalışmalardan elde edilen sonuçlar antagonist ve PGPR özellikteki kök bakterilerin çimlenen bitki tohumlarını toprak kökenli fungal hastalık etmenlerin enfeksiyonlarından koruyarak hastalık çıkışını önlediğini, sonuçta bitki çıkış oranını istatistiksel olarak önemli düzeyde arttırdığını göstermiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Kök bakteri izolatlarının *S.sclerotiorum* etmeni ile bulaşık topraklara ekilen marul tohumlarının sağlıklı çıkışı ve gelişimi üzerine olan etkinliği. Kolon üzerindeki benzer harfler uygulamalar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığını gösterir (Tukey Testi, $P \leq 0.05$)

Yapılan literatür araştırmalarında sebzelerde sorun toprak kökenli hastalıklarla mücadelede kök bakterilerin kullanılmasına yönelik pek çok çalışma bulunmakla birlikte, özellikle araştırmamıza konu olan *S. sclerotiorum*'la mücadelede kök bakterilerinin kullanıldığına ait çok az çalışmalara rastlanılmıştır (El-Tarabily ve ark., 2000). Farklı bitki ekosistemlerinde sorun olan *Sclerotinia* türlerine karşı kimyasal mücadeleye alternatif olarak biyolojik mücadele çalışmalarının yapıldığı birçok araştırma mevcuttur (Budge ve Whipps, 1991; Subbarao, 1998; Bremer ve ark., 2000). *Trichoderma* içeren biyolojik preparatların gerek sera gerekse tarla koşullarında yetişen bitkilerde *Sclerotinia* ile mücadelede kullanıldığı yapılan önceki çalışmalarla ortaya konulmuştur (Whipps ve Budge, 1990; Chitrampalam ve ark., 2008). Bu çalışmalarda hastalığın engellenmesinde kullanılan biyolojik preparatlar ya etkisiz yada çok etkili olmak üzere değişen oranlarda etkinlik göstermiştir (Budge ve Whipps, 1991; Rabeendran ve ark., 2006; Chitrampalam ve ark., 2008). *Coniothyrium minitans*, *Gliocladium virens*, *Paenibacillus polymyxa* ve *Sporidesmium sclerotivorum* hastalık etmenine karşı kullanılan diğer antagonist potansiyele sahip fungal türler olmuşlardır. (Phillips, 1986; Whipps ve Budge, 1990; Subbarao, 1998; Bremer ve ark., 2000; Chitrampalam ve ark., 2010).

Çalışmalarda kullanılan bakteri izolatların hastalığa karşı bitkileri korumadaki etkinliğinin yanı sıra, bitki fide gelişimi üzerine de etkili olduğu önceden yapmış olduğumuz çalışmada bildirilmiştir (Soylu ve ark., 2008). Tohuma kaplama, fide kökünü daldırma ve yaprağa püskürtme şeklinde yapılan kökbakteri uygulamalarının marul bitki fide gelişimi üzerine olan etkinliğinin araştırıldığı önceki çalışmamızda PGPR özelliğe sahip kök bakteri izolatları [WCS417r, 89B-61, T4, IN937a] bitki boyu, kuru ve yaş ağırlığı, kök gelişimi gibi kriterlerin baz alındığı bitki gelişimini, kontrol (su) uygulamalarının yanı sıra antagonist kök bakteri izolatına [C3R5] göre önemli düzeyde teşvik ettiği, PGPR izolatları arasında bitki yaş ağırlığını (%19.03) ve bitki boyunu en yüksek düzeyde (%38.39) teşvik eden etkinlik *P. fluorescens* (WCS417r) izolatı ile muamele edilmiş tohumdan gelişen bitkilerde belirlenmiştir. Yapılan önceki çalışmalara göre PGPR karakterdeki mikroorganizmaların bitki gelişimini, havadaki veya topraktaki serbest azotun bitkiye bağlanması (Freitas ve ark., 1993), toprak kökenli bitki patojenlerin gelişimini bastırması (Bull ve ark., 1991; Carruthers ve ark., 1995), bitkiyi ürettikleri biyokimyasal bileşenlerle soğuktan koruması (Okon ve Hadar, 1987) veya ürettikleri/bitkiye ürettikleri bitki hormonları gibi (Gaskins ve ark., 1985) farklı mekanizmalar yardımı ile teşvik ettikleri belirlenmiştir. Benzer şekilde Zhang ve ark. (1997) soya fasulyesinin *Bradyrhizobium* spp. ile birlikte PGPR bakterilerle aşılması sonucunda köklerde nodül oluşumunun arttığı ve devamında bitkinin azot bağlama kapasitesinin yükselmesi sonucunda bitkide verim artışının ortaya çıktığını bildirmişlerdir. Mena-Violantea ve Olalde-Portugal (2007) PGPR özelliğe sahip olan *Bacillus subtilis* izolatının domateslerde ürün verim (ağırlık ve boy) ve kalitesi (meyve görünümü, kuru madde oranı, albenisi) üzerine önemli düzeyde etkide bulunduğunu bildirmiştir. Çakmakçı ve ark. (2007), şekerpancarında 3 değişik PGPR türünün toprakta fosforu çözümlenmesini ve bu sayede bitkide oldukça önemli düzeyde verim artışına olduğunu bildirdikleri çalışmalarında, PGPR özellikteki bakterilerin organik ve sürdürülebilir tarımda çevre dostu biogübre olarak kullanılabilmesini bildirmişlerdir. Anjum ve ark (2007), pamuk tohumuna uygulanan PGPR bakterilerin ürün veriminde %21, bitki gelişiminde ise %5 artışa neden olduğunu belirlemiştir.

Sonuç

Kök bakteri izolatlarının uygulandığı bitkilerdeki sağlıklı bitki çıkışı ve gelişimi, kontrol uygulamalarına göre önemli düzeyde artırmış olması, bu tür bakterilerin gelecekte gerek tarla gerekse fidelikte biyogübre ve biyolojik preparat olarak kullanılma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Son yıllarda tarım alanlarında yoğun olarak kullanılan pestisitlerin gerek çevreye gerekse insan sağlığına olan olumsuz etkileri birçok çalışmada bildirilmiştir. Kök bakterilerinin bitki gelişimini teşvik etmesinin yanı sıra, bitkileri toprak kökenli bitki patojenlerinden de koruyabilme potansiyeline sahip olduğu da göz önünde bulundurulduğunda, bu tür mikroorganizmalardan yapılacak biopreparat (fungisit) ve/veya biogübrelerin gelecekte sürdürülebilir organik tarımın yapıldığı alanlarda yaygın olarak kullanılabilmesini açık bir şekilde kanıtlamaktadır. Çalışmalarda kullanılan söz konusu kök bakterilerin tarla koşullarında kullanılma olanaklarının yanı sıra, bu etmenlerin toprak kökenli diğer bitki fungal patojenlere olan etkinliği konusunda çalışmalar halen sürdürülmektedir.

Kaynaklar

- Abawi, G.S., Grogan, R.G., 1979. Epidemiology of diseases caused by *Sclerotinia* species. *Phytopathology* 69: 899-904.
- Anjum, M.A., Sajjad, M.R., Akhtar, N., Qureshi, M.A., Iqbal, A., Jami, A.R., Hasan, M., 2007. Response of Cotton to Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) Inoculation Under Different Levels of Nitrogen. *J. Agric. Res.* 45: 135-143.

- Asaka, O., Shoda, M., 1996. Biocontrol of *Rhizoctonia solani* damping-off of tomato with *Bacillus subtilis* RB14. Applied and Environmental Microbiology, 62: 4081-4085.
- Bremer, E., Huang, H.C., Selinger, L.J., Davis, J.S., 2000. Competence of *Coniothyrium minitans* in preventing infection of bean leaves by *Sclerotinia sclerotiorum*. Plant Pathology Bulletin 9: 69-74.
- Bruehl, G.W., 1987. Soilborne Plant Pathogens. Macmillan, New York.
- Budge, S.P., Whipps, J.M., 1991. Glasshouse trials of *Coniothyrium minitans* and *Trichoderma* species for the biological control of *Sclerotinia sclerotiorum* in celery and lettuce. Plant Pathology 40: 59-66.
- Bull, C.T., Weller, D.M., Thomashow, L.S., 1991. Relationship between root colonization and suppression of *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* by *Pseudomonas fluorescens* strain 279. Phytopathology 81:954-959.
- Cakmakci, R., Donmez, F., Aydın, A., Sahin, F., 2006. Growth promotion of plants by plant growth-promoting rhizobacteria under greenhouse and two different field soil conditions. Soil Biology and Biochemistry 38: 1482-1487
- Can, C., Yucel, S., Korolev, N., Katan, T., 2004. First report of fusarium crown and root rot of tomato caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* in Turkey. Plant Pathology 53: 814.
- Carruthers, F.I., Shum-Thomas, T., Conner, M., Mahanty, H.K. 1995. The significance of antibiotic production by *Pseudomonas aureofaciens* PA147-2 for biological control of *Phytophthora megasperma* root of asparagus. Plant and Soil 170:339-344.
- Chitrampalam, P., Figuli, P.J., Matheron, M.E., Subbarao, K.V., Pryor, B.M., 2008. Biocontrol of lettuce drop caused by *Sclerotinia sclerotiorum* and *S. minor* in Desert Agroecosystems. Plant Disease 92:1625-1634.
- Chitrampalam, P., Cox, C.A., Turini, T.A., Pryor, B.M., 2010. Efficacy of *Coniothyrium minitans* on lettuce drop caused by *Sclerotinia minor* in desert agroecosystem. Biological Control 55:92-96.
- Coşkuntuna, A., Yıldız, F., 2007. İzmir ili karanfil seralarında görülen Fusarium solgunluğunun Antagonist fluorescent Pseudomonas'lar ile önlenmesi üzerine araştırmalar. Türkiye II. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, 27-29 Ağustos 2007, Isparta. s, 29.
- Dixon, G.R., 1984. Vegetable Crop diseases. Macmillan, London.
- El-Tarabily, K.A., Soliman, M.H., Nassar, A.H., Al-Hassani, H.A., Sivasithamparam, K., McKenna, F., Hardy, G.E.S., 2000. Biological control of *Sclerotinia minor* using a chitinolytic bacterium and actinomycetes. Plant Pathology 49: 573-583.
- Freitas, J.R., Gupta, V.V.S.R., Germida, J.J., 1993. Influence of *Pseudomonas syringae* R25 and *P. putida* on the growth and N₂ fixation (acetilene reduction activity) of pea (*Pisum sativum* L.) and field bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Biol. Fertil. Soils. 16:215-220.
- Gaskins, M.H., Albrech, S.L., Hubbell, D.H., 1985. Rhizosphere bacteria and their use to increase plant productivity: A review. Agric. Ecosyst. Environ. 12:99-116.
- Kloepper, J.W., Lifshitz, R., Zablutowicz, R.M., 1989. Free-living bacterial inocula for enhancing crop productivity. Trends Biotechnol. 7: 39-43.
- Kobayashi, D.Y., El-Barrad, N.E.H., 1996. Selection of bacterial antagonists using enrichment cultures for the control of summer patch diseases in Kentucky bluegrass. Current Microbiology 32:106-110.
- Kurt, Ş., Erkiçi, A., 1997. Marul'da beyaz çürüklüğe (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary) karşı sarmısak ekstraktı ve Iprodione'un etkinliğinin belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 13: 111-119.
- Landa, B.B., Hervas, A., Bettiol, W., Jimenez-Diaz, R.M. 1997. Antagonistic activity of bacteria from the chickpea rhizosphere against *Fusarium oxysporum* f.sp.*ciceris*. Phytoparasitica 25:305-318.

- Melzer, M.G., Boland, G.J., 1994. Epidemiology of lettuce drop caused by *Sclerotinia minor*. Canadian Journal of Plant Pathology 16:170-176.
- Mena-Violante, H.G., Olalde-Portugal, V., 2007. Alteration of tomato fruit quality by root inoculation with plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): *Bacillus subtilis* BEB-13bs. Scientia Horticulturae 113:103-106.
- Mert-Türk, F., Mermer, D., 2004. Çanakkale’de örtüaltında yetiştirilen marullarda *Sclerotinia sclerotiorum*’un yaygınlığının ve miselyal uyum gruplarının saptanması. M.K.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 9:1-8.
- Murphy, J.F., Zehnder, G.W., Schuster, D.J., Sikora, E.J., Polston, J.E., Kloepper, J.W., 2000. Plant growth promoting rhizobacterial mediated protection in tomato against tomato mottle virus. Plant Disease 84:779-784.
- Okon, Y., Hadar, Y.A., 1987. Microbial inoculants as crop yield enhancers. CRC Crit. Rev. Biotechnol. 6:61-85.
- Özaktan, H., Bora, T., 2000. Biological control of *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* by the formulations of fluorescent Pseudomonads. Journal of Turkish Phytopathology 29: 133-149.
- Pal, K.K., Tilak, K.V.B.R., Saxena, A.K., Dey, R., Singh, C.S., 2000. Antifungal characteristics of a fluorescent *Pseudomonas* strains involved in the biological control of *Rhizoctonia solani*. Microbiol Research 155: 233-242.
- Phillips, A.J.L., 1986. Factors affecting the parasitic activity of *Gliocladium virens* on the sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum* and a note on its host range. Journal of Phytopathology 116:212-220.
- Piao, C.G., Tang, W.H., Chen, Y.X., 1992. Study on the biological activity of yield-increasing bacteria. China J. Microbiol. 4: 55-62.
- Pieterse, C.M.J., Van Pelt, J.A., Van Wees, S., Ton, J., Van Loon, L.C., 2001. Rhizobacteria-mediated induced systemic resistance: triggering signalling and expression. European Journal of Plant Pathology 107:51-61.
- Rabeendran, N., Jones, E.E., Moot, D.J., Stewart, A., 2006. Biocontrol of *Sclerotinia* lettuce drop by *Coniothyrium minitans* and *Trichoderma hamatum*. Biological Control 39:352-362.
- Siddiqui, I.A., Ehetshamul-Haque, S., Shaukat, S.S., 2001. Use of rhizobacteria in the control of root rot-root knot disease complex of mungbean. Journal of Phytopathology 149: 337-346.
- Singleton, L.L., Mihail, J.D., Rush, C.M., 1992. Methods for research on soilborne phytopathogenic fungi. APS Press. St. Paul, Minnesota.
- Soylu, S., Kurt, Ş., 2001. Occurrence and distribution of fungal diseases on greenhouse grown pepper plants in Hatay Province. International XIth EUCARPIA Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum & Eggplant, 2001, Antalya-Turkey. pp 315-319.
- Soylu, S., Soylu, E.M., Kurt, Ş., Ekici, Ö.K., 2005. Antagonistic potentials of rhizosphere-associated bacterial isolates against soil-borne diseases of tomato and pepper caused by *Sclerotinia sclerotiorum* and *Rhizoctonia solani*. Pakistan Journal of Biological Sciences 8: 43-48.
- Soylu, S., Yetişir, H., Nevfel, M., Karaca, F., 2008. Bitki gelişimini teşvik eden kök bakterilerinin marul (*Lactuca sativa* L.) yetiştiriciliğinde kullanıma olanakları. VII. Sebze Tarımı Sempozyumu, 26-29 Ağustos 2008 Yalova, s. 113.
- Staub, T., 1991. Fungicide resistance; practical experience with antiresistance strategies and the role of integrated use. Annual Review of Phytopathology 29: 421-442.
- Subbarao, K.V., 1998. Progress toward integrated management of lettuce drop. Plant Disease 82:1068-1078.

- Tuncer, G., Erdiller, G., 1990. The identification of *Rhizoctonia solani* Kuhn anastomosis groups isolated from potato and some other crops in Central Anatolia. *Journal of Turkish Phytopathology* 19: 89-93.
- Xiao, K., Kinkel, L.L., Samac, D.A., 2002. Biological control of *Phytophthora* root rots on alfalfa and soybean with *Streptomyces*. *Biological Control* 23: 285-295.
- Wei, G., Kloepper, J.W., Tuzun, S., 1996. Induced systemic resistance to cucumber diseases and increased plant growth by plant-growth promoting rhizobacteria under field conditions. *Phytopathology* 86: 221-224.
- Whipps, J.M., Budge, S.P., 1990. Screening for sclerotial mycoparasites of *Sclerotinia sclerotiorum*. *Mycological Research* 94: 607-661.
- Yıldız, A., Doken, M.T., 2002. Anastomosis group determination of *Rhizoctonia solani* Kuhn (Teleomorph: *Thanatephorus cucumeris*) isolates from tomatoes grown in Aydın, Turkey and their disease reaction on various tomato cultivars. *Journal of Phytopathology* 150: 526-528.
- Yolageldi, L., Özaktan, H., Akköprü, A., Akat, S., 2007. Hıyarda *Rhizoctonia solani*'den kaynaklanan çökertene karşı bakteriyel ve fungal antagonistlerin kullanılması. *Türkiye II. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, 27-29 Ağustos 2007, Isparta*. s. 33.
- Yücel, S., 1994. Akdeniz bölgesi örtü altı sebze alanlarında görülen fungal hastalıklar. *Plant Protection Bulletin* 34:23-34.
- Zahir, Z.A., Arshad M., Frankenberger, W.T., 2003. Plant growth promoting rhizobacteria: Applications and perspectives in Agriculture. *Advances in Agronomy* 81: 97-168.
- Zhang, F., Dashti, N., Hynes, R.K. Smith, D.L., 1997. Plant growth promoting rhizobacteria and soybean [*Glycine max* (L) Merr.] growth and physiology at suboptimal root zone temperatures. *Annual Botany* 79:243-249.