

## Bitki gelişimini teşvik eden bazı bakterilerin marulun gelişimi ve Bakteriyel yaprak lekesi hastalığı üzerine etkileri

Kenan KARAGÖZ<sup>1</sup>, Recep KOTAN<sup>1</sup>

### Effects of some plant growth promoting bacteria on growth of lettuce and Bacterial leaf spot disease

**Abstract:** Bacterial leaf spot of lettuce caused by *Xanthomonas axonopodis* pv. *vitiens* (Brown) Dye. is present in several parts of the world and was observed for the first time in Turkey in 2000. Management of the pathogen with chemical pesticides provides limited control. Presently, no bactericides are registered in Turkey for controlling bacterial diseases on lettuce. In this study, according to MIS (Microbial Identification System) identification result, forty candidate plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) and plant growth promoting endophytic bacteria (PGPE) from the genera *Pantoea* (33 strains), *Bacillus* (6 strains) and *Paenibacillus* (1 strain) were tested for their ability to control the pathogen and on growth of lettuce. All of the bacterial strains were identified by MIS and Biolog System. All isolates were able to grow in N-free media indicating their abilities to produce nitrogen. This isolates were able to solubilize insoluble phosphate which ranged from 40.95-227.20  $\mu\text{g ml}^{-1}$ . The eleven phosphate solubilizing strains and their four different combinations were selected for greenhouse experiment. Consequently, our results indicated that some of tested strains and their some combinations had a positive effect on lettuce growth and ability to suppress disease growth.

**Key words:** *Xanthomonas axonopodis* pv. *vitiens*, PGPR, PGPE, lettuce

**Özet:** Dünyanın farklı bölgelerinde marul yaprak lekesi hastalığına neden olan *Xanthomonas axonopodis* pv. *vitiens*, ülkemizde ilk kez 2000 yılında görülmüştür. Kimyasal pestisitler kullanılarak hastalığın kontrolü zordur. Ülkemizde, marulda görülen bakteriyel hastalıkların mücadelesi için ruhsatlandırılmış herhangi bir bakterisit de bulunmamaktadır. Bu çalışmada, MIS tanı sonuçlarına göre *Pantoea* (33 izolat), *Bacillus* (6 izolat) ve *Paenibacillus* (1 izolat) cinslerine mensup 40 aday bitki gelişimini teşvik edici rizobakteri (PGPR) ve bitki gelişimini teşvik edici endofitik (PGPE) bakterinin, hastalık şiddeti ve marulun gelişimi üzerine etkileri araştırılmıştır. Tüm izolatlar MIS (Mikrobiyal Tanı Sistemi) ve Biolog sistemleri ile tanılanmış, fosfatı çözme ve azotu fikse etme yetenekleri test edilmiştir. İzolatların tamamı azotsuz (N-free) besiyerinde gelişim göstermiş ve azotu fikse etme yetenekleri pozitif olarak değerlendirilmiştir. Yine izolatların çözülemez formda bulunan fosfatı 40.95-227.20  $\mu\text{g ml}^{-1}$  arasında değişen değerlerde çözebildiği tespit edilmiştir. Bu izolatlar arasından fosfatı çözme yeteneği en fazla olan 11 tanesi ve bunların 4

<sup>1</sup>Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü - 25240 Erzurum  
Sorumlu yazar (Corresponding author) e-mail: kkaragoz@atauni.edu.tr  
Alınış (Recieved): 01.11.2010 Kabul edilmiş (Accepted): 15.02.2011

farklı kombinasyonu sera denemelerine tabi tutulmuştur. Sonuçlarımız test edilen izolatlar ve kombinasyon uygulamalarından bazılarının marulun gelişimi üzerine pozitif etkileri ve hastalık gelişimini baskılama yetenekleri olduğunu göstermiştir.

**Anahtar sözcükler:** *Xanthomonas axonopodis* pv. *vitians*, PGPR, PGPE, marul

## Giriş

*Xanthomonas axonopodis* pv. *vitians*'ın sebep olduğu marul yaprak lekesi hastalığı ilk olarak 1918 yılında ABD'de ortaya çıkmış (Brown 1918) ve daha sonra dünyanın değişik bölgelerinde görülmüştür (Wallis & Joubert 1972; Boesewinkel 1977; Ohata et al. 1979; Stefani et al. 1994; Elena et al. 2008; Al-Saleh & İbrahim 2009). Ülkemizde ise ilk olarak 2000 yılında Erzurum'da rapor edilmiştir (Sahin 2000). Bitkiye yaralar ve doğal açıklıklardan giren etmen marul bitkisinde iki farklı tip simptoma neden olmaktadır. Birincisi yaprak yüzeyinde dağınık şekilde bulunan nekrotik lekelerdir. İkincisi ise koyu kahverengi lezyonlar şeklinde başlayan, daha sonra yaprak damar aralarını sararak "V" şekilli lekeler ve geriye doğru ölüme neden olan sistemik enfeksiyonlardır (Sahin & Miller 1997). Çevre koşulları uygun olmadığında şiddetli epidemilere ve ürün kaybına neden olmamasına rağmen, koşullar uygun olduğunda şiddetli epidemiler yapabileceği bilinmektedir (Mirik et al. 2004). Ohiao (ABD)'da 1995 yılında hastalıktan çok sayıda bitkinin etkilendiği (Şahin ve Miller 1997), Çukurova'da meydana gelen epidemide ise ürünün büyük kısmının kaybedilerek pazarlanamaz hale geldiği bildirilmiştir (Mirik et al. 2004). Ayrıca etmen biber (*Capsicum annum* L.) ve domates (*Lycopersicon esculantum* Mill.) bitkilerinde de nekrotik lekeler neden olabilmektedir (Sahin & Miller 1998).

Hastalığın mücadelesinde, öncelikle dayanıklı çeşit kullanılması, ekim nöbeti ve yağmurlama sulamadan kaçınılması önerilmiştir. Kimyasal mücadele kapsamında Maneb, Cuprofix, elementel bakır gibi preparatların uygulanmasının (Bull & Koike 2005) yanı sıra tohum sterilizasyonu çalışmaları da göze çarpmaktadır (Sahin & Miller 1997). Acak sebze üretiminde kayıplara neden olan patojenlerin mücadelesinde kimyasal kullanımının istenen düzeyde sonuç vermediği (Pernezny et al. 2008), ayrıca insan ve hayvan sağlığında meydana getirebilecekleri olumsuz etkilerden dolayı özellikle sebze üretiminde tarla ve sera koşullarında kimyasal kullanımının yasaklanması gerektiği bildirilmiştir (Delaney et al. 1994).

Bu çalışma ile; daha önce yapılan bazı çalışmalarda bakteriyel ve fungal bitki patojenlerine karşı etkili oldukları belirlenen *Bacillus*, *Paenibacillus* ve *Pantoea* cinsine dâhil bazı bakteri izolatlarının (Kotan 2002; Kotan et al. 2004; Kotan & Sahin 2006; Kotan et al. 2008), marul yaprak lekesi hastalığının biyolojik mücadelesinde kullanılabilirliğinin test edilmesi ve aynı zamanda bu izolatların marul bitkisinin gelişimi üzerine etkinliklerinin de değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

## Materyal ve yöntem

### Kullanılan bakteriyel izolatlar ve test bitkileri

Bu çalışmada kullanılan bakteri izolatları değişik bitkilerin toprak üstü ve toprak altı kısımlarından izole edilmiştir (Çizelge 1). Kullanılan bu izolatların pek çoğu daha önce yapılan çalışmalarda bazı bakteriyel ve fungal hastalıkların kontrolünde etkili biyolojik mücadele elemanı olarak belirlenmiştir (Kotan 2002; Kotan et al. 2004; Kotan & Sahin 2006; Kotan et al. 2008). Patojen bakteri izolatı ise ABD’de marul bitkisinden izole edilmiş virulanslığı oldukça yüksek bir izolatdır (Sahin & Miller 1997). Test bitkisi olarak 25 °C’de ve % 70 nem içeren bitki büyüme kabinlerinde tohumdan yetiştirilen marul (*Lactuca sativa* L. var. Yedikule) ve tütün (*Nicotiana tabacum* L. var. Samsun) bitkileri kullanılmıştır.

### Tütünde aşırı duyarlılık (HR) testi

Aşırı duyarlılık testlerinde 24 saatlik genç bakteri kültürleri steril distile su (sdH<sub>2</sub>O) içerisinde çözülerek vortekslenmiş ve yoğunlukları 10<sup>8</sup> hücre/ml olarak ayarlanmıştır. Elde edilen bakteri süspansiyonlarından şırınga yardımıyla 2 ml alınarak tütün yapraklarının damar aralarına enjekte edilmiştir. Uygun şartlarda 24-48 saat inkübe edilen bitkilerde nekroz oluşumu gözlemlenmiştir. Nekroz oluşturanlar HR pozitif (HR +), oluşturmeyenler ise HR negatif (HR-) olarak değerlendirilmiştir. Kontrol olarak steril distile su kullanılmış ve test aynı şartlarda 3 kez tekrar edilmiştir (Klement et al. 1964).

### İzolatların yağ asidi profillerinin belirlenmesi

İzolatların yağ asidi metil esterlerinin saflaştırılması standart MIS prosedürüne göre yapılmıştır (Şahin 1999). Protokole göre hazırlanan örnekler MIS cihazı üzerindeki örnek depolama tepsisine yerleştirildikten sonra, cihaz çalıştırılmıştır. MIS sistem kılavuzunda belirtildiği gibi örnekler tek tek analiz edilmiş ve bilgisayar ortamında tanı sonuçları alınmıştır. Bu testler her bir örnek için 3 kez tekrar edilmiş ve yüzde olarak elde edilen en yüksek değer tanı sonucu olarak alınmıştır.

### İzolatların metabolik enzim profillerinin (biolog) belirlenmesi

Test edilecek bakteriler gram reaksiyon özelliklerine göre gruplara ayrılarak; gram pozitifler BUG+M (Biolog Universal Growth Agar + % 0.25 Maltoz) besi yerine; gram negatifler TSA (Tryptic Soy Agar) besi yerine çizilmiştir. Kültürler 27 °C’de 16-24 saat süreyle inkübasyona bırakılmıştır. Çoğaltılan canlı hücreler steril eküvyon çubukları ile alınarak salina tampon çözeltisi (% 0,5’lik NaCl)’ne aktarılmıştır. Sonra vorteks cihazında karıştırılarak standart turbidite tüpüne göre turbidimetre ile konsantrasyonları 10<sup>8</sup> hücre/ml’ye ayarlanmıştır. Hazırlanan solüsyonlardan pipet ile 150 µl alınarak mikrolate üzerindeki her bir çukurcuğa ilave edilmiştir. Mikrolateler 4 saat süreyle 27 °C’de inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası mikrolateler üzerinde metabolik reaksiyon sonrası oluşan renklenme gözlenmiş ve test edilen bakteriyel izolatların metabolik reaksiyon profilleri Biyolog kinetik okuyucuda okutulmuştur. Sistemin paket programındaki bilinen mikroorganizmaların metabolik enzim profilleri, test edilen

mikroorganizmaların profilleri ile karşılaştırılarak tanısı yapılmış ve bilgisayar ortamında sonuçlar alınmıştır (Holmes et al. 1994).

### **İzolatların azotsuz (N-free) besiyerinde geliştirilmesi**

Nutrient Agar (NA)'da 24 saat geliştirilen bakteri kültürleri, steril öze yardımı ile N-free (azotsuz) kültür ortamına ekilmiş ve 4 gün süre ile 25-27 °C sıcaklıkta inkübe edilmiştir (Han et al. 2005) . Besiyerinde gelişim gösteren bakterilerin azot fiske etme yetenekleri pozitif olarak değerlendirilmiştir.

### **İzolatların çözebildiği fosfat miktarının belirlenmesi**

Öncelikle NA'da 24 saat geliştirilen bakteri kültürleri sdH<sub>2</sub>O içinde süspanse edilmiş ve yoğunlukları 10<sup>8</sup> hücre/ml olarak ayarlanmıştır. Her bir süspanسیون içinde 5 ml NBRIP-BPB (Metha ve Nautiyal 2001) bulunan tüplere inokule edilmiştir. 15 günlük inkübasyon periyodundan sonra besiyerinde renk açılması gösteren bakterilerin fosfatı çözme yetenekleri pozitif olarak değerlendirilmiştir. Ardından izolatların çözebildikleri fosfat miktarının kantitatif tayini yapılmıştır. NA'da geliştirilen 24 sa'lik bakteri kültürleri sdH<sub>2</sub>O içinde süspanse edilmiş ve yoğunlukları 10<sup>8</sup> hücre/ml olarak ayarlanmıştır. Bakteri süspanسیونları içinde NBRIP besiyeri (Metha & Nautiyal 2001) bulunan erlenlere inokule edilmiş 1 hafta 90 rpm'de dönen çalkalayıcıda 25±2 °C'de geliştirilmiştir. Daha sonra 10.000 rpm'de 10 dakika santrifüj edilerek süpernatanttan 1 ml alınmış ve farklı bir tüpe aktarılmıştır. Süpernatant üzerine 5 ml dH<sub>2</sub>O ve 1 ml Barton Mixed reagent eklenmiş ve 30 dakika karanlık ortamda inkübe edilmiştir (Çetinkaya & Yıldız 2007). Çözeltilerin absorpsansları 400 nm'de ölçülmüştür (Barton 1948). Elde edilen değerler 0, 25, 50, 100 µg/ml konsantrasyonda hazırlanan standart fosfor çözeltilerin absorpsans okumasından elde edilen değerlerle karşılaştırılarak yorumlanmıştır. Bunun için standart çözeltilerin absorpsans değerlerinden bir regresyon eğrisi oluşturulmuş ve hesaplamalar bu doğrunun eğimi kullanılarak yapılmıştır.

### **Sera çalışmaları**

Sera çalışmaları; % 70 nem ve 18-20 °C sıcaklıkta, 12 saat gece-gündüz olarak aydınlatılan bitki büyütme kabinlerinde iki farklı deneme ile yürütülmüştür. Birinci deneme, bakterilerin PGPR ve PGPE etkinliklerini test etmek amacıyla, laboratuvar testlerinde azotsuz besiyerinde gelişebilen ve fosfat çözme yeteneği en fazla olan 11 bakteri izolatu (KBA-2, KBA-8, KBA-10, RK-32, RK-72, RK-77, RK-92, RK-126, RK-134, RK-198, RK-205) ve bunlardan bazılarının kombinasyonları (RK-126+KBA-2, RK-126+KBA-10, RK-134+KBA-2, RK-134+KBA-10) ile kurulmuştur. Denemede kontrol olarak uygulama yapılmamış bir hat ve gübre uygulaması yapılmış hatlar (azot uygulamasında saksı başına 107 mg üre, fosfat uygulamasında saksı başına 91 mg TSP ve azot-fosfat uygulamasında saksı başına 107 mg üre + 97 mg TSP) kullanılmıştır. Tohumdan geliştirilen marul fideleri 2 haftalık olunca içleri steril toprakla dolu saksılara şaşırtılmış, 3. hafta sonunda seçilen bakteriler ve bakteri kombinasyonları 10<sup>8</sup> hücre/ml konsantrasyonda bitki başına 1 ml olacak şekilde steril enjektör yardımı ile bitkilerin rizosferine verilmiştir. Aynı uygulama gelişimin 5. haftasında da tekrarlanmıştır. Bitkiler

gelişimlerinin 9. haftası sonunda sökülerek yaprak sayıları, kök uzunlukları, kök ağırlıkları, gövde ağırlıkları ve toplam ağırlıkları ölçülmüştür. Elde edilen değerler SPSS istatistik programı kullanılarak Duncan testine göre analiz edilmiştir. Deneme 3 tekrarlı olarak yürütülmüştür.

İkinci denemede ise; PGPR ve PGPE uygulamalarının hastalık üzerine etkileri araştırılmıştır. Bunun için kullanılan tüm PGPR ve PGPE izolatları TSB sıvı besiyerine aşılınmış ve yatay çalkalayıcıda 1 gece geliştirilerek yoğunlukları  $10^8$  hücre/ml olarak ayarlanmıştır. Daha sonra yapışmayı kolaylaştırmak amacı ile tüm besiyerlerine sukroz (0,01 g/ml) ilave edilmiş ve marul fidelerinin kökleri besiyerine daldırılarak 15 dakika bekletilmiştir. Ardından fideler daha önceden steril edilmiş toprakla dolu pet bardaklara şaşırtılmış ve son aşamada patojen, püskürtme yöntemi ile bitkilere inokule edilmiş ve hastalık gelişimi gözlemlenerek 1-5 skalasına göre (1: sağlıklı bitki, 2: yapraklarının % 25'inde simptom, 3: yaprakların % 50'sinde simptom, 4: yaprakların % 75'inde simptom, 5: yaprakların tamamında simptom) değerlendirilmiştir. Ardından uygulamaların % etkinlikleri abbott formülüne göre hesaplanmıştır (Abbott 1925). Kontrol olarak kökleri bakteri içermeyen TSB besiyerinde bekletilmiş fideler kullanılmıştır. Deneme 3 tekrarlı olarak yürütülmüştür.

## Bulgular ve tartışma

Bu çalışmada kullanılan toplam 40 PGPR ve PGPE bakteri izolatının MIS ve Biolog tanı sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. MIS sonuçlarına göre; 33 izolat *Pantoea agglomerans*, 2 izolat *Bacillus subtilis*, 2 izolat *Bacillus atrophaeus*, 1 izolat *Bacillus cereus*, 1 izolat *Bacillus megaterium* ve 1 izolat *Paenibacillus polymyxa* olarak tanılanmıştır. Biolog sistemi ile metabolik enzim profillerine göre değerlendirilen izolatlardan 28'i *Pantoea agglomerans*, 3'ü *Raoultella terrigena*, 2'si *Bacillus amyloliquifaciens*, 2'si *Bacillus subtilis*, 1'i *Escherichia vulneris*, 1'i *Enterobacter sakazakii*, 1'i *Bacillus cereus*, 1'i *Bacillus licheniformis* ve 1'i de *Paenibacillus polymyxa* olarak tanılanmıştır.

Daha önce belirtildiği gibi, izolatların azot fiske etme ve fosfat çözme yetenekleri test edilerek Çizelge 2'de verilmiştir. Buna göre; tüm izolatların azot fiksasyonu özellikleri pozitif olarak belirlenmiştir. Fosfat çözme yetenekleri bakımından da izolatların tamamı NBRIP-BPB besiyerinde renk açılması meydana getirmiş ve hepsinin çözebildiği fosfat miktarı hesap edilmiştir. Bütün izolatların çözebildiği fosfat miktarı  $40.95$  ve  $227.20 \mu\text{g ml}^{-1}$  arasında olmuştur. Çözebildiği fosfat bakımından ilk üç sırada *P. agglomerans* izolat RK-134, *P. agglomerans* izolat RK-126 ve *P. agglomerans* izolat RK-77 yer almıştır.

Sera çalışmaları için fosfatı çözebilme yeteneği en fazla olan 11 izolat ve bunların bazı kombinasyonları seçilmiş; uygulamaların hastalık gelişimine olan etkileri Çizelge 3'te, marulun gelişimine etkileri ise Çizelge 4'te verilmiştir. Buna göre, *P. agglomerans* izolat RK-72 ve *P. agglomerans* izolat RK-77 dışında tüm uygulamaların hastalık şiddetinde meydana getirdiği düşüş istatistiki olarak önemli bulunurken, *B. megaterium* izolat KBA-10'un % 77,7, *P. agglomerans* izolat KBA-8'in % 89 ve *P. agglomerans* izolat RK-198'in ise % 100 etkinlik göstererek hastalık şiddetini azalttıkları belirlenmiştir.

Çizelge 1. Bakteriye izolatların MIS ve BIOLOG tanı sonuçları

Table 1. MIS and BIOLOG identification results of the bacterial strain

İzolat no	MIS tanı sonuçları	MIS %	Biyolog tanı sonuçları	Biyolog %	Konukçu	Yer	Yıl
KBA-1*	<i>Bacillus subtilis</i>	40	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	53	Kayıt	Erzincan	2009
KBA-2*	<i>Paenibacillus polymyxa</i>	56	<i>Paenibacillus polymyxa</i>	78	Kayıt	Erzincan	2009
KBA-4*	<i>Bacillus subtilis</i>	53	<i>Bacillus subtilis</i>	22	Kayıt	Erzincan	2009
KBA-5*	<i>Bacillus atrophaeus</i>	50	<i>Bacillus licheniformis</i>	23	Kayıt	Erzincan	2009
KBA-6*	<i>Bacillus atrophaeus</i>	48	<i>Bacillus subtilis</i>	24	Kayıt	Erzincan	2009
KBA-7*	<i>Bacillus cereus</i>	40	<i>Bacillus cereus</i>	71	Kayıt	Erzincan	2009
KBA-8	<i>Pantoea agglomerans</i>	72	<i>Pantoea agglomerans</i>	57	Kayıt	Erzincan	2009
KBA-9	<i>Pantoea agglomerans</i>	68	<i>Pantoea agglomerans</i>	53	Kayıt	Erzincan	2009
KBA-10*	<i>Bacillus megaterium</i>	49	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	16	Kayıt	Erzincan	2009
RK-32	<i>Pantoea agglomerans</i>	83	<i>Pantoea agglomerans</i>	53	Kiraz	Erzincan	1999
RK-44	<i>Pantoea agglomerans</i>	80	<i>Pantoea agglomerans</i>	16	Şeftali	Erzurum	1999
RK-59	<i>Pantoea agglomerans</i>	42	<i>Pantoea agglomerans</i>	40	Dut	Erzurum	1999
RK-72	<i>Pantoea agglomerans</i>	75	<i>Pantoea agglomerans</i>	32	Vişne	Erzurum	2000
RK-77	<i>Pantoea agglomerans</i>	83	<i>Pantoea agglomerans</i>	45	Vişne	Erzurum	2000
RK-79	<i>Pantoea agglomerans</i>	76	<i>Pantoea agglomerans</i>	55	Elma	Erzurum	2000
RK-80	<i>Pantoea agglomerans</i>	76	<i>Pantoea agglomerans</i>	56	Elma	Erzurum	2000
RK-83	<i>Pantoea agglomerans</i>	73	<i>Pantoea agglomerans</i>	60	Kiraz	Erzurum	2000
RK-84	<i>Pantoea agglomerans</i>	71	<i>Pantoea agglomerans</i>	56	Elma	Erzurum	2000
RK-85	<i>Pantoea agglomerans</i>	85	<i>Pantoea agglomerans</i>	71	Elma	Erzurum	2000

Çizelge 1'in devamı  
Table 1 continued

RK-87	<i>Pantoea agglomerans</i>	86	<i>Enterobacter asburiae</i>	16	Armut	Erzurum	2000
RK-92	<i>Pantoea agglomerans</i>	88	<i>Pantoea agglomerans</i>	58	Armut	Erzurum	2000
RK-93	<i>Pantoea agglomerans</i>	88	<i>Pantoea agglomerans</i>	62	Kayısı	Erzurum	2000
RK-94	<i>Pantoea agglomerans</i>	87	<i>Raoultella terrigena</i>	43	Elma	Erzurum	2000
RK-97	<i>Pantoea agglomerans</i>	63	<i>Pantoea agglomerans</i>	61	Kiraz	Erzurum	2000
RK-100	<i>Pantoea agglomerans</i>	88	<i>Pantoea agglomerans</i>	44	Elma	Erzurum	2000
RK-113	<i>Pantoea agglomerans</i>	40	<i>Pantoea agglomerans</i>	47	Elma	Erzurum	2000
RK-117	<i>Pantoea agglomerans</i>	38	<i>Pantoea agglomerans</i>	48	Kiraz	Artvin	2000
RK-118	<i>Pantoea agglomerans</i>	87	<i>Enterobacter sakazakii</i>	28	Kiraz	Artvin	2000
RK-120	<i>Pantoea agglomerans</i>	83	<i>Pantoea agglomerans</i>	56	Dut	Artvin	2000
RK-122	<i>Pantoea agglomerans</i>	46	<i>Raoultella terrigena</i>	32	Armut	Erzurum	2000
RK-126	<i>Pantoea agglomerans</i>	53	<i>Raoultella terrigena</i>	16	Ayva	Erzurum	2000
RK-134	<i>Pantoea agglomerans</i>	34	<i>Escherichia vulneris</i>	34	Elma	Erzurum	2000
RK-138	<i>Pantoea agglomerans</i>	85	<i>Pantoea agglomerans</i>	40	Elma	Erzurum	2000
RK-139	<i>Pantoea agglomerans</i>	47	<i>Pantoea agglomerans</i>	51	Dut	Artvin	2000
RK-160	<i>Pantoea agglomerans</i>	51	<i>Pantoea agglomerans</i>	35	Elma	Erzurum	2000
RK-169	<i>Pantoea agglomerans</i>	78	<i>Pantoea agglomerans</i>	35	Elma	Kars	2000
RK-196	<i>Pantoea agglomerans</i>	65	<i>Pantoea agglomerans</i>	43	Elma	Iğdır	2001
RK-198	<i>Pantoea agglomerans</i>	77	<i>Pantoea agglomerans</i>	79	Armut	Erzurum	2001
RK-205	<i>Pantoea agglomerans</i>	67	<i>Pantoea agglomerans</i>	60	Elma	Erzurum	2001
RK-441	<i>Pantoea agglomerans</i>	94	<i>Pantoea agglomerans</i>	51	Domates	Niğde	1999

\*Bu izolatlar yukarıda verilen konukçuların toprak altı aksamından (PGPR) diğer izolatlar ise toprak üstü aksamından izole edilmiştir

**Çizelge 2.** Bakteriye izolatların azot fiksasyonu ve çözebildiği fosfat miktarları  
**Table 2.** Nitrogen fixing and solubilizing phosphate value of the bacterial strains

İzolatlar	*AF	*ÇFM ( $\mu\text{g ml}^{-1}$ )	İzolatlar	AF	ÇFM ( $\mu\text{g ml}^{-1}$ )
RK-134	+	227.20	RK-139	+	150.11
RK-126	+	217.54	RK-169	+	147.60
RK-77	+	211.74	RK-79	+	146.44
RK-198	+	192.18	RK-44	+	143.93
KBA-10	+	188.94	RK-117	+	142.19
RK-92	+	188.56	RK-87	+	141.61
RK-205	+	185.66	RK-93	+	140.45
RK-72	+	180.83	RK-441	+	139.48
KBA-8	+	177.35	RK-94	+	139.10
KBA-2	+	172.52	RK-84	+	138.91
RK-32	+	171.56	RK-80	+	136.39
RK-120	+	166.15	RK-83	+	131.56
RK-85	+	155.71	RK-118	+	130.01
RK-113	+	153.78	KBA-7	+	129.05
RK-122	+	153.40	KBA-4	+	124.42
RK-160	+	152.82	RK-97	+	123.64
RK-138	+	152.62	KBA-9	+	122.87
RK-100	+	151.66	KBA-6	+	85.00
RK-196	+	150.69	KBA-5	+	69.74
RK-59	+	150.50	KBA-1	+	40.95

\*AF: Azot fiksasyonu, ÇFM: Çözünebilir fosfat ( $\text{PO}_4^{3-}\text{P}$ ) miktarı ( $\mu\text{g ml}^{-1}$ )

Azotu fikse etme ve fosfatı parçalama yetenekleri doğrultusunda seçilen PGPR ve PGPE'lerin tek ve kombinasyon uygulamalarında başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Kombinasyon uygulamaları fosfatı çözme yeteneği en fazla olan *Pantoea agglomerans* RK-126 ve RK-134 ile yine fosfatı çözme yeteneği en fazla olan *Paenibacillus polymyxa* KBA-2 ve *Bacillus megaterium* KBA-10 ile yürütülmüştür. Bu uygulamalar kontrol ile mukayese edildiğinde tüm parametrelerde üstünlük sağladıkları görülmüş, ancak yaprak sayısı kök uzunluğu ve gövde ağırlığı parametrelerinde elde edilen artış istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Aynı zamanda yaprak sayılarındaki farklılıklar hiçbir uygulama için önemli bulunmazken, kök uzunluklarında sadece azot uygulamasının sağladığı artış önemli bulunmuştur. Kombinasyon uygulamalarındaki artışların pek çoğu kombinasyona dahil edilen bakteri izolatlarının tek başına yapılan uygulamalarından daha az olmuştur.

PGPR ve PGPE'lerin bitkilerde verimi artırmaya yönelik olarak kullanıldığı çok sayıda çalışma mevcuttur. Yapılan bir çalışmada; *Bacillus* OSU-140, *Bacillus* OSU-142 ve *Bacillus* M-13 izolatları arpa ve şeker pancarı bitkilerine tek ve kombine halde uygulanmıştır. Çalışma sonucunda tüm uygulamalar yaprak ağırlığı, kök ağırlığı, toplam ağırlık gibi parametrelerde kontrollere nazaran önemli artışlar sağlarken, kombinasyon uygulamalarından daha başarılı sonuçlar alındığı gözlenmiştir. Ancak tekli ve kombine uygulamaların meydana getirdikleri artışlar, genel itibari ile istatistiki olarak aynı grupta



yer almıştır (Şahin et al. 2004). Bu çalışmada kullanılan *Paenibacillus polymyxa* KBA-2 izolatu sadece kök ağırlığında; *Bacillus megaterium* KBA-10 izolatu ise kök, gövde ve toplam ağırlıkta istatistiki olarak önemli bulunan artışlar sağlamıştır.

**Çizelge 3.** Uygulamaların hastalık gelişimi üzerine etkileri  
**Table 3.** Effect of applications on disease growth)

Uygulamalar	Hastalık şiddeti (1-5 skalası)	Uygulamaların % etkinliği
Kontrol (TSB)	4.00 ±0.00 <sup>e*</sup>	----
<i>P. agglomerans</i> RK-72	3.33±0.66 <sup>de</sup>	22.3
<i>P. agglomerans</i> RK-77	3.33±0.66 <sup>de</sup>	22.3
<i>P. agglomerans</i> RK-205	3.00±0.00 <sup>cd</sup>	33.3
<i>P. agglomerans</i> RK-134	3.00±0.00 <sup>cd</sup>	33.3
<i>P. agglomerans</i> RK-126	2.67±0.57 <sup>cd</sup>	44.3
<i>P. polymyxa</i> KBA-2	2.67±0.33 <sup>cd</sup>	44.3
<i>P. agglomerans</i> RK-32	2.33±0.33 <sup>bc</sup>	55.7
<i>P. agglomerans</i> RK-92	2.33±0.33 <sup>bc</sup>	55.7
<i>B. megaterium</i> KBA-10	1.67±0.33 <sup>ab</sup>	77.7
<i>P. agglomerans</i> KBA-8	1.33±0.66 <sup>a</sup>	89.0
<i>P. agglomerans</i> RK-198	1.00±0.00 <sup>a</sup>	100

\*İstatistiki analiz  $p < 0,05$  önem derecesine göre yapılmış olup, farklı harfler istatistiki olarak önemli bulunan uygulamaları göstermektedir

İkili kombinasyon halinde uygulanan bakteri izolatlarının bitki gelişimi üzerine olan etkileri tek başlarına yapılan uygulamalarından daha az etkili olmuştur. Şahin et al. (2004), tarafından yapılan ve sonuçları yukarıda verilen çalışmada kullanılan tüm izolatlar aynı cinse (*Bacillus*) mensupken, bu çalışmada kombinasyon uygulamaları farklı cinslere mensup (*Bacillus*, *Paenibacillus*, *Pantoea*) izolatlardan seçilmiştir. Buradan hareketle bu çalışmada kombinasyon için kullanılan izolatların birbirlerinin gelişimi üzerine negatif etkide bulunmuş olabileceği düşünülmektedir.

Gövde ağırlığında istatistiki olarak önemli bulunan artışı sağlayan tek bakteri uygulaması *Bacillus megaterium* KBA-10 izolatu olmuştur. Bu izolat aynı zamanda *Bacillus* izolatları arasında fosfatı en fazla çözebilen bakteridir ve sağladığı artışın suni gübre uygulamalarına çok yakın olması oldukça önemlidir. Özellikle marulun gövde kısmından faydalanılan bir bitki olması göz önünde bulundurulduğunda, bu izolatın marul bitkisi için özellikle organik yetiştiricilikte başarılı bir şekilde kullanılabileceği düşünülmektedir. Çakmakçı et al. (2007), yaptıkları bir çalışmada; *B. megaterium* izolat RC07'nin yine gövde kısmından yararlanılan ıspanak bitkisinde önemli verim artışı sağladığını tespit etmişlerdir.

**Çizelge 4.** Uygulamaların marulun gelişimi üzerine etkileri  
**Table 4.** Effect of applications on growth of lettuce

Uygulamalar	Yaprak sayısı	Kök uzunluğu	Kök ağırlığı	Gövde ağırlığı	Toplam ağırlık
Kontrol	19.33±1.66	5.00±0.07	1.84±0.72	7.30±0.79	9.15±0.81
Azot	21.66±1.20	9.53±0.74**	3.50±0.30**	1.06±0.58*	13.56±0.89*
Fosfat	21.00±2.30	7.26±0.14	3.55±0.19**	8.43±0.23	11.83±0.33
Azot + Fosfat	23.00±3.05	5.96±0.68	3.12±0.25**	1.05±1.03*	13.52±1.36*
KBA2	21.33±0.33	6.86±0.23	2.92±0.29*	7.42±0.66	10.33±0.97
KBA8	23.66±1.76	6.56±0.23	3.22±0.22**	9.23±0.70	12.51±0.91
KBA10	22.33±0.33	7.17±1.30	3.41±0.33**	10.05±1.07*	13.23±1.56*
RK-32	18.66±1.45	7.46±0.55	2.08±0.29	6.07±0.59	8.22±0.77
RK-72	22.00±1.15	5.80±1.01	2.01±0.15	6.72±0.31	8.74±0.46
RK-77	19.33±0.33	5.20±0.11	2.34±0.19	6.88±0.32	9.22±0.51
RK-92	21.00±1.52	7.46±0.24	2.67±0.23	6.94±0.11	9.61±0.33
RK-126	23.00±0.57	4.73±0.41	1.65±0.02	6.70±0.39	8.47±0.53
RK-134	23.66±1.76	6.66±1.08	3.81±0.38**	9.61±1.04	13.42±1.26*
RK-198	22.66±0.88	6.96±0.29	2.47±0.17	8.25±0.66	10.72±0.77
RK-205	20.00±2.08	6.60±0.15	3.61±0.55**	9.57±1.23	13.19±1.62*
RK-126 + KBA-2	21.66±1.76	6.43±0.82	3.57±0.20**	9.63±1.19	13.21±1.39*
RK-134 + KBA-2	20.66±1.33	6.76±1.47	3.18±0.54**	8.81±0.88	11.99±1.36
RK-126 + KBA-10	20.00±2.64	5.26±1.07	3.63±0.05**	9.15±1.20	12.78±1.15*
RK-134 + KBA-10	22.00±1.00	6.66±0.83	2.92±0.10*	8.78±0.83	11.71±1.03

\*p<0.05'e göre kontrollden farklı, \*\*p<0.01'e göre kontrollden farklı; KBA-2: P. polymyxa; KBA-10: B. megaterium; KBA-8, RK-32, RK-72, RK-77, RK-92, RK-126, RK-134, RK-198 ve RK-205.

*Pantoea agglomerans* izolatlarının PGPR olarak kullanıldığı bir çalışmada *Prunus* cinsine ait farklı bitkilerde bu bakterinin bitki boyu ve kök ağırlığında önemli artışlar sağladığı tespit edilmiştir (Bonaterra et al. 2003). Bu çalışmada; *Pantoea agglomerans* izolatlarının etkinlikleri incelendiğinde RK-134 ve RK-205 izolatlarının kök ağırlığı ve toplam ağırlıkta, KBA-8 izolatının ise yalnızca kök ağırlığında istatistiki olarak önemli bir artışa sebep olduğu belirlenmiştir. Aslında çözebildikleri fosfat miktarı bakımından *Bacillus sp.* ve *Paenibacillus polymyxa*'dan daha üstün olan *Pantoea agglomerans*

izolatları olmasına karşın en önemli artış *Bacillus megaterium* KBA-10' dan elde edilmiştir. Bunun, *Bacillus* cinsine mensup izolatların bitki kök rizosferinde daha iyi kolonize olması nedeniyle gösterdikleri yüksek aktiviteye bağlı olduğu düşünülmektedir. Zaten *Pantoea agglomerans* türü bakteriler kendi aralarında değerlendirildiğinde faydalı olduğu düşünülen izolatların (KBA-8, RK-134, RK-205) fosfat çözme yeteneklerinin genel itibari ile izolatların birçoğundan fazla olduğu görülmüştür. Ancak bazı uygulamalarda elde edilen artışların aksine *Pantoea agglomerans* RK-126 bakterilerinin kök ağırlığı, *Pantoea agglomerans* RK-32, RK-72, RK-77, RK-92 ve RK-126 bakterilerinin gövde ağırlığı ve *Pantoea agglomerans* RK-32, RK-72 ve RK-126 bakterilerinin ise toplam ağırlıkta istatistiki olarak önemli bulunmayan düşüşlere neden olmuştur. Bu düşüşün bitki-bakteri arasındaki etkileşim ve bakteriler tarafından üretilen maddelerin miktarına bağlı olduğu sanılmaktadır. Nitekim Barazani & Friedman (1999) İsrail'de yaptıkları bir çalışmada izolatların yararlı (PGPR) veya zararlı (DRB; deleterious rizobacteria) etkilerinin ürettikleri oksin maddelerinin miktarına bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Marul bitkisi üzerinde yürütülen çalışmada fazla miktar indol asetik asit (IAA) üreten *Micrococcus luteus*, *Streptovorticillium* sp., *Gluconobacter* sp. ve *Pseudomonas putida* bakterilerinin inokulasyonu ile kök gelişiminin baskılandığı, *Agrobacterium* sp., *Alcaligenes piechaudii*, *Comamonas acidovorans* gibi indol asetik asiti diğerlerine nazaran daha düşük seviyelerde üreten bakterilerin inokulasyonu ile bitki gelişiminin tetiklendiği bildirilmiştir. Bu çalışmada izolatların IAA üretimlerine ilişkin bir araştırma yapılmamasına karşın *Pantoea agglomerans* izolatlarının IAA üretebildikleri daha önce yapılan çalışmalarla gösterilmiştir (Sergeeva et al. 2007; Chou et al. 2003).

PGPR uygulamalarının bazı besin elementlerinin alınımını teşvik ettiği ve dolaylı olarak fitopatogenik organizmaları engellediği, bunun yanı sıra bitkilerin fiziksel ve biyokimyasal olarak etkilenmeleri sonucu dayanıklılık meydana getirebildikleri bildirilmiştir (Çakmakçı 2005). Bu çalışmada kullanılan PGPR ve PGPE bakterilerin hastalık gelişimi üzerine etkilerine bakıldığında tüm uygulamaların hastalık şiddetinde düşüşe neden olduğu, *Pantoea agglomerans* RK-72 ve RK-77 dışında tüm uygulamaların meydana getirdiği düşüşün istatistiki olarak önemli olduğu görülmüştür. Zaten *Pantoea agglomerans* yoğun olarak kullanılan bir biyolojik mücadele elemanıdır. Bu çalışmada kullanılan *Pantoea agglomerans* izolatlarının pek çoğu daha önce yapılan bazı çalışmalarda *Erwinia amylovora* ve *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*'nin mücadelesinde kullanılmış ve başarılı sonuçlar elde etmiştir (Kotan 2002; Kotan et al. 2004; Kotan & Sahin 2006). Yapılan bir diğer çalışmada *Pantoea agglomerans*, ateş yanıklığı etmeni *Erwinia amylovora* bakterisine karşı kullanılmış ve yanıklık belirtilerinin % 63-76 oranında azaltıldığı belirtilmiştir (Ozaktan & Bora 2004). Gunashinghe et al. (2004) yaptıkları bir çalışmada; *Pantoea agglomerans*, muzda kahverengi kök çürüklüğüne neden olan *Colletotrichum musae* ve *Botryodiplodia theobromae*'ye karşı kullanılmış, sonuçta *P. agglomerans*'ın hastalığı büyük oranda baskıladığı bildirilmiştir. Han et al. (2000) çalışmalarında ise; *Pantoea agglomerans* turpta yaprak lekelerine neden olan *Xanthomonas campestris* pv. *armoraciae*'ya karşı

kullanılmıştır. Araştırmacılar *Pantoea agglomerans*'ın simptom oluşumunu baskıladığını ve bitkiye uyarılmış sistemik dayanıklılık (ISR) sağladığını öne sürmüşlerdir.

*Pantoea agglomerans*'ın biyokontrol mekanizmasının aydınlatılmasına yönelik yapılan bir çalışmada demir ( $Fe^{+3}$ ) iyonları yönünden rekabete girdiği ve bitkilerin SAR mekanizmasını harekete geçirdiği bildirilmiştir (Kim et al. 1998). Elde edilen veriler bu çalışmaların sonuçları ile örtüşmüştür. Simptom gelişimine izin vermeyen *Pantoea agglomerans* RK-198'in marul bitkisinde dayanıklılık gelişimini tesis ederek, hastalık oluşumunu engellediği düşünülmektedir. *Pantoea agglomerans* KBA-8 ve *Bacillus megaterium* KBA-10'da hastalık şiddetini önemli oranda azaltan izolatlardan olmuştur. Yapılan bir çalışmada *B. megaterium* çay bitkisinde kahverengi kök çürüklüğüne neden olan *Fomes lamaoensis*'e karşı kullanılmıştır. Toprağa yapılan *Bacillus megaterium* uygulaması ile hastalığın önemli ölçüde azaldığı bildirilmiştir. Çalışmada aynı zamanda, kökte *Bacillus megaterium* kolonizasyonunun ardından patojen inoklasyonu yapılmış ve çay bitkisinde meydana gelen biyokimyasal değişimler incelenmiştir. Sonuçta bitki savunma mekanizmasıyla ilgili peroksidaz, kitinaz,  $\beta$ -1,3-glukanaz gibi enzimlerin üretiminin arttığı görülmüştür (Chakraborty et al. 2006). *Bacillus megaterium* KBA-10 için bu doğrultuda bir araştırma yapılmamış olsa da, marul bitkisinin dayanıklılık mekanizmasını harekete geçirdiği düşünülmektedir. Yapılan bir çok çalışmada da bazı *Bacillus* izolatlarının bitki büyümesini teşvik edici etkilerinin yanı sıra bakteriyel ve fungal patojenlere karşı biyolojik mücadele elemanı oldukları belirtilmiştir (Cuppels et al. 1999; Kotan et al. 1999; Şahin et al. 2000; Çakmakçı et al. 2001; Eşitken et al. 2003; Compant et al. 2005; Young et al. 2006; Orhan et al. 2006; Aslantaş et al. 2007).

## Sonuç

Sonuç olarak; yapılan bu çalışma ile, marul yaprak lekeli hastalığının biyolojik mücadelesine olanak sağlayabilecek ve aynı zamanda da marul gelişimini teşvik ederek katkı sağlayabilecek bakteri izolatları tespit edilmiş olup; bu izolatların organik tarımda kullanılabilmesine yönelik detaylı çalışmalarımız sürmektedir.

## Kaynaklar

- Abbott W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18: 265-627.
- Al-Saleh M. & Y. İbrahim 2009. First report of bacterial leaf spot of lettuce (*Lactuca sativa*) *Xanthomonas campestris* pv. *vitians* in Saudi Arabia. *Plant Disease*, 93: 107.
- Aslantaş R., R. Çakmakçı & F. Şahin 2007. Effect of plant growth promoting rhizobacteria on young apple tree growth and fruit yield under orchard conditions. *Scientia Horticulturae*, 111: 371-377.
- Barazani O. & J. Friedman 1999. Is IAA major root growth factor secreted from plant-growth mediating bacteria. *Journal of Chemical Ecology*, 25: 2397-2406.
- Barton C. J. 1948. Photometric analysis of phosphate rock. *Analytical Chemistry*, 20: 1068-1073.

- Boesewinkel H. J. 1977. A new disease of lettuce. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 134: 54.
- Bonaterra A., L. Ruz, E. Bodosa, J. Pinochet & E. Montesinos 2003. Growth promotion of *Prunus* rootstocks by root treatment with spesific bacterial strains. *Plant Soil*, 255: 555-569.
- Brown N.A. 1918. Some bacterial diseases on lettuce. *Journal of Agricultural Research*, 13: 367-388.
- Bull C.T. & S.T. Koike 2005. Evaluating the efficiacy of commercial products for management of bacterial leaf spot lettuce on lettuce. *Plant Health Progress*, 1-7.
- Chakraborty U., B. Chakraborty & M. Basnet 2006. Plant growth promotion and induction of resistance in *Camellia sinensis* by *Bacillus megaterium*. *Journal of Basic Microbiology*, 46: 186-195.
- Chou J.C., W.W Mulbry & J.D. Cohen 2003. N-carbobenzyloxy-D-aspartic acid as a competitive inhibitor of indole-3-acetyl-L-aspartic acid hydrolase of *Enterobacter agglomerans*. *Plant Growth Regulation*, 37: 241-248.
- Compant S., B. Duffy, J. Nowak, C. Clement & E.A. Barka 2005. Use of plant growth-promoting bacteria for biocontrol of plant diseases: Principles, mechanisms of action, and future prospects. *Applied and Enviromental Microbiology*, 71: 4951-4959.
- Cuppels D., F. Sahin & S.A. Miller 1999. Management of bacterial spot of tomato and pepper using a plant resistance activator in combination with microbial biocontrol agents. *Phytopathology*, 89: 19 p.
- Çakmakci R., F. Kantar & F. Sahin 2001. Effect of N<sub>2</sub>-fixing bacterial inoculations on yield of sugar beet and barley. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 164: 527-531.
- Çakmakçı R. 2005. Bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerin tarımda kullanımı. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 36: 97-107.
- Çakmakçı R., M. Erat, Ü. Erdoğan & M.F. Dönmez 2007. The influence of plant growth-promoting rhizobacteria on growth and enzyme activities in wheat and spinach plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 170: 288-295.
- Çetinkaya Y.R. 2007. Domates bakteriyel solgunluk hastalığı etmeni [*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (smith) davis et. al.]'nin tanılanması ve bitki büyüme düzenleyici rizobakteriler ile biyolojik mücadele olanaklarının araştırılması. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balcalı-Adana, 191 s.
- Delaney T.P., S. Uknes, B. Vernooiji, L. Friedrich, K. Weymann, D. Negrotto, T. Gaffney, M. Gut-Rella, H. Kessman, E. Ward & J. Ryals 1994. A central role of salicylic acid plant disease resistance. *Science*, 226: 1247-1249.
- Elena K., A.S. Alivizatos & C. Varveri 2008. New plant pathogens reported in Greece, 1990-2007. *Hellenic Plant Protection Journal*, 1: 1-25.
- Esitken A., H. Karlidag, S. Ercisli, M. Turan & F. Sahin 2003. The effect of spraying a growth promoting bacterium on the yield, growth and nutrient element composition of leaves of apricot (*Prunus Armeniaca* L. cv. Hacıhaliloglu). *Austuralian Journal of Agricultural Research*, 54: 377-380.
- Gunasinghe R.N., C.J. Ikiwattw & A.M. Karunaratne 2004. The use of *Pantoea agglomerans* and *Flavobacterium* sp to control banana pathogens. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 79: 1002-1006.
- Han D.Y., D.Y. Coplin, W.D. Bauer & P.A.J. Hoitink 2000. Techniques a rapid bioassay for screening rhizosphere microorganisms for their ability to induce systemic resistance. *Phytophatology*, 90: 327-332.

- Han J., L. Sun, X. Dong, Z. Cai, X. Sun, H. Yang, Y. Wang & W. Song 2005. Characterization of a novel plant growth-promoting bacteria strain Delftia tsuruhatensis HR4 broth as a diazotroph and a potential biocontrol agent against various plant pathogens. *Systematic and Applied Microbiology*, 28: 66-76.
- Holmes B., M. Costas, M. Ganner, S.L.W. On & M. Stevens 1994. An evaluation of the biolog system in the identification of gram-negative bacteria of clinical importance. *Journal of Clinical Microbiology*, 32: 1970-1975
- Kim K.Y., D. Jordan & G.A. McDonald 1998. *Enterobacter agglomerans* phosphate solubilizing bacteria and microbial activity in soil: effect of carbon sources. *Soil Biology and Biochemistry*, 30: 995-1003.
- Klement Z., G.L. Farkas & L. Lovrekovich 1964. Hypersensitive reaction induced by phytopathogenic bacteria in the tobacco leaf. *Phytopathology*, 54: 474-477.
- Kotan R., F. Sahin, E. Demirci, A. Ozbek, C. Eken & S.A. Miller 1999. Evaluation of antagonistic bacteria for biological control of Fusarium dryrot of potato. *Phytopathology*, 89: 41.
- Kotan R. & F. Sahin 2006. Biological control of *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* and nutritional similarity in carbon source utilization of pathogen and its potential biocontrol agents. *Journal of Turkish Phytopathology*, 35: 1-13.
- Kotan R. 2002. Doğu Anadolu Bölgesinde yetiştirilen yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarından izole edilen patojenik ve saprofit bakteriyel organizmaların klasik ve moleküler metodlar ile tanısı ve biyolojik mücadele imkanlarının araştırılması. Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 296 s.
- Kotan R., F. Sahin & A. Ala 2004. Nutritional similarity in carbon source utilization of Erwinia amylovora and its potential biocontrol agents. *Journal of Turkish Phytopathology*. 33: 25-38.
- Kotan R., N. Dikbas & H. Bostan 2008. Biological control of Aspergillus rot caused by *Aspergillus flavus* on stored lemon fruits by antagonistic bacteria. *African Journal of Biotechnology*, 8: 209-214.
- Metha S. & S. Nautiyal 2001. An efficient method for qualitative screening of phosphate-solubilizing bacteria. *Current Microbiology*, 43: 51-56.
- Mirik M., Y. Aysan, R.Ç. Yıldız, F. Sahin & R. Kotan 2004. An outbreak of bacterial leaf spot disease, caused by *Xanthomonas axonopodis* pv. *vitians*, on lettuce in the Mediterranean region of Turkey. 3<sup>rd</sup> Balkan Symposium on Vegetables and Potatoes, 6-10 September, 2004, Bursa Turkey. *Acta Horticulturae* 729: 445-447.
- Ohata K., Y. Tsuchiya & A. Shirata 1979. Difference in kinds of pathogenic bacteria causing head rot of lettuce different cropping types. *Annals of the Phythopathological Society of Japon*, 45: 333-338.
- Orhan E., A. Esitken, S. Ercisli, M. Turan & F. Sahin 2006. Effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrient contents in organically growing raspberry. *Scientia Horticulturae*, 111: 38-43.
- Ozaktan H. & T. Bora 2004. Biological control of fire blight in pear orchards with a formulation of *Pantoea agglomerans* strain Eh 24. *Brazilian Journal of Microbiology*, 35: 224-229.
- Pernezny K., R. Nagata, N. Havranek & J. Sanchez 2008. Comparison of two culture media for determination of the copper resistance of *Xanthomonas* strains and their usefulness for prediction of control with copper bactericides. *Crop Protection*, 27: 256-262.
- Sahin F. & S.A. Miller 1998. Two new hosts of *Xanthomonas campestris* pv. *vitians*. *Plant Disease*, 82: 262.

- Sahin F. & S.A. Miller 1997. Identification of the Bacterial Leaf Spot Of Lettuce, *Xanthomonas campestris* pv. *vitians*, in Ohio, and assessment of cultivar resistance and seed treatment. *Plant Disease*, 81: 1143-1446.
- Sahin F. 2000. First report of bacterial spot of lettuce caused by *Xanthomonas campestris* pv. *vitians* in Turkey. *Plant Disease*, 84: 490.
- Sahin F., R. Kotan, E. Demirci & S.A. Miller 2000. Effects of Actigard and Some Antagonists in Biological Control of Bacterial Spot Disease on Tomato and Pepper. *Ataturk University Journal of the Faculty of Agriculture.*, 31: 11–16.
- Sergeeva E., D.L.M. Hirkala & L. M. Nelson 2007. Production of indole-3-acetic, aromatic amino acid transferase activities and plant growth promotion by *Pantoea agglomerans* rhizosphere isolates. *Plant Soil*, 297: 1-13.
- Stefani E., A. Raio, C. Bazzi & A. Zoina 1994. Identification and grouping of *Xanthomonas campestris* pv. *vitians* using SDS-PAGE. *Phytopathologia Mediterranea*, 33: 99-104.
- Şahin F. 1999. Mikroorganizmaların yağ asitleri profillerine göre tanısı (microbial identification system). Uygulamalı moleküler biyoloji teknikleri kursu. Atatürk Üniversitesi Biyoteknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi, 66, Erzurum-Türkiye.
- Şahin F., R. Çakmakçı & F. Kantar 2004. Sugar beet and barley yields in relation to inoculation with N<sub>2</sub>-fixing and phosphate solubilizing bacteria. *Plant Soil*, 265: 123-129.
- Wallis F. M. & J. J. Joubert 1972. Bacterial spot of lettuce in Natal. *Phytolactica*, 4: 137-138.
- Young C.C., P.D. Recha, W.A. Lai & A.B. Arun 2006. Encapsulation of plant growth-promoting bacteria in alginate beads enriched with humic acid. *Biotechnology and Bioengineering*, 95: 76-83.