



# TÜRKİYE IV. ORGANİK TARIM SEMPOZYUMU

## BİLDİRİLER KİTABI

**28 HAZİRAN - 1 TEMMUZ 2010  
ERZURUM**

### Organik Tarımda Biyogübrelerin Kullanımı

Adem GÜNEŞ\*, Aslıhan ESRİNGÜ, Oğuzhan UZUN<sup>2</sup>, Nizamettin ATAÖĞLU,  
Sinan ATA, Ferda AKKUŞ, Metin TURAN Fikrettin ŞAHİN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, ERZURUM

<sup>2</sup>Erciyes Üniversitesi Seyrani Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, KAYSERİ

<sup>3</sup>Yeditepe Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, İSTANBUL

**Özet:** Bitkisel üretimde verimliliğin artırılması, toprakların fiziksel ve kimyasal yapısının iyileştirilmesini sağlayan, insan sağlığının korunması ve çevre kirliliğinin önlenmesini amaçlayan organik gübrelerin kullanımının gerekli olduğu bilinmektedir. Organik gübreler içerisinde son zamanlarda üzerinde yoğun araştırmalar yapılan biyolojik gübreler oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Toprakların doğal yapılarında bulunan ve toprakta yetişen bitki türleri ile simbiyotik ve nonsimbiyotik yaşayarak havanın serbest azotunu konukçu olduğu bitkinin hizmetine sunan *Rhizobium* spp. bakterileri ile azotobakteriler gibi bakterilerin yanında toprak fosforunu elverişli hale getiren fosfat çözücü bakteriler ve mavi-yeşil algler vb. mikroorganizmaların hepsi biyogübre olarak adlandırılmaktadırlar. Biyogübre olarak kullanılan bu mikroorganizmalar bitki gelişmesi için gerekli olan besin elementlerinin döngüsünde görev aldıkları için toprak verimliliğinin önemli unsurlarıdır. Gerek organik tarım gerekse konvansiyonel tarımda kullanılan organik ve mineral gübrelerin bitki tarafından etkin bir şekilde alınmasını sağlayarak, optimum ürünün eldesi için oldukça önemlidir. Söz konusu etkiye neden olan bitki kök sisteminde bulunan bitki büyümesini teşvik edici bakteriler olarak adlandırılan (Plant Growth Promoting Bacteria, PGPR) mikroorganizmalar; özellikle erken dönemde bitki gelişmesini teşvik edici olmaları, fitohormon üreterek, inorganik fosforu çözüdürerek, demir-şelat sideroforlarını üretilip demir alımını artırarak; auxin, sitokinin, giberellin gibi bitki hormonlarının üretimini ya da bakteri tarafından üretilen veya çevreden besinlerin alımını kolaylaştıran bir bileşiği bitkiye sağlayarak bitki gelişimini direkt olarak artırıcı etkileri nedeniyle gübre kullanım etkinliğini önemli düzeyde artırmaktadırlar. Bu derlemede özellikle organik tarımda bitkinin gerek organik ve gerekse mineral kaynaklardan daha etkin olarak faydalanabilmesi için farklı PGPR organizmalarının mevcut ürün artışı üzerine olan artırıcı etkileri bu konuda yapılan çalışmalarla ortaya konulmaya çalışılacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Biyogübre, PGPR, organik tarım, bakteri

### Use of Bio-Fertilizer in Organic Agriculture

**Abstract:** To increase crop productivity, it is necessary to use organic fertilizers which can help the improvement of the physical and chemical structure of soils, human health protection and pollution prevention. Recent years, extensive studies have been done on biological fertilizers which play an important role in organic fertilizers. All of the microorganisms, including soil inhabitant microorganisms with or without symbiotic relationship with plants such as *Rhizobium* and *Azotobacter* species which can fix N<sub>2</sub> from air and serve to host plants, and P-solubilizing bacteria and blue-green algae, etc., are called biofertilizer. These microorganisms are the important factors of soil fertility due to their role in nutrients cycle essential for plant growth. These microorganisms are also very important for effective utilization of both organic and mineral fertilizers used in organic and conventional agriculture by the plant. These organisms are usually referred to as plant-growth-promoting rhizobacteria (PGPR), which can affect plant growth

\* (Sorumlu Yazar) Adem GÜNEŞ, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, 25240, Erzurum. (ademgunes@atauni.edu.tr)

directly or indirectly by the synthesis of phytohormones (auxins, cytokinins, gibberellins), iron-chelating siderophore production, and improved nutrient uptake, solubilization of inorganic phosphate and mineralization of organic phosphate. In this review, the studies demonstrated the increasing effect of different PGPRs on crop yields by stimulating nutrient benefit from both organic and mineral resources, especially in organic farming system, were discussed.

**Keywords:** Biofertilizer, organic farming, bacteria, PGPR

## GİRİŞ

Dünya nüfusunun artışına koşul olarak gıda üretimindeki ve kimyasal gübre tüketimindeki artışlar önemli boyutlara ulaşmıştır. Gelişmiş ülkelerde kişi başına tahıl üretiminde 49 kg, kimyasal gübre tüketiminde ise 203 kg artış olmasına karşın, gelişmekte olan ülkelerde bu artış kişi başına tahıl üretiminde 4.9 kg, kimyasal gübre üretiminde ise 615 kg olarak gerçekleşmiştir. Başka deyişle gelişmekte olan ülkelerde gelişmiş ülkelere oranla 3 kat daha fazla gübre tüketilmiş olmasına karşın kişi başına tahıl üretiminde sağlanan artış 10 kat daha az olmuştur. Bu nedenle biyogübre ve organik gübrelerin, kimyasal gübrelerle birlikte tarımda etkin şekilde uygulanmasını öngören bir anlayış ve programın yürürlüğe konulması zorunludur.

Yüksek kalite ve yüksek verim sağlayan yoğun tarım uygulamaları, kimyasal gübrelerin kullanımını gerektirmektedir. Bu durum sadece maliyet yönünden değil, çevresel açıdan da sorunlara neden olmaktadır. Son yıllarda, çevresel açıdan uygun olan sürdürülebilir tarım uygulamaları üzerindeki ilgi artmıştır. Sürdürülebilir tarım tekniklerinin gelişimi ve uygulanması, biyogübreleme doğal ve çevresel kirliliğin zararlı etkilerini azaltmada önemli olmaktadır (Eşitken vd., 2003a; Öztürk vd., 2003).

## BİYOGÜBRELERİN ETKİ MEKANİZMALARI

Genellikle azot fiksasyonundan ziyade oksin üretiminin köklenmeyi uyarmada ve bitki büyümesini arttırmada ana etken olduğu kabul edilmektedir (Bloenberg and Luktenberg, 2001). Toprak mikroorganizmalarının bitkilerle ilişki içerisinde sitokin sentezleme yeteneğine sahip oldukları belirtilmektedir (Anonim, 2006). Büyüme teşvik etmede rol oynayan diğer bakteriyel sentezlenmiş olan hormon gibberalin'dir. Hormon üreten bakterilere dayalı biogübrelerin geleceği ümit verici görünmektedir. Pek çok deneme, bakteriyel katılımın bitkilerde, bitkisel hormon seviyesini arttırdığını göstermiştir (Fuentes-Ramirez ve Caballero-Mellado, 2006). Son yıllarda yapılan araştırmalar *Agrobacterium*, *Bacillus*, *Streptomyces*, *Pseudomonas* ve *Alcaligenes* bakteri cinslerindeki türlerin odun çeliklerinde köklenmeyi teşvik edebildiğini göstermiştir. Bu bakterilerin IAA ürettiği ve yapılan çalışmalarda dışardan IBA uygulanmasıyla köklenmenin arttığı belirtilmiştir (Eşitken vd., 2003b).

Bitki büyümesini düzenlemede PGPR'lerin rol aldığı mekanizmalar tam olarak ortaya konulmamış olmasına rağmen, mevcut literatür bilgileri çerçevesinde doğrudan ve/veya dolaylı olmak üzere iki grupta açıklanmaktadır. Doğrudan mekanizmalar, biyolojik azot fiksasyonu, oksinler, gibberalinler, sitokinler gibi bitkisel hormonların üretilmesi, ACC deaminaz enzim aktivitesi yoluyla etilen sentezinin engellenmesi, çevresel stresi azaltma, bakteri-bitki ilişkisinde uyum, inorganik fosforun çözünürlüğünün artırılması ve organik fosfor bileşiklerinin mineralizasyonu, siderophore üretimi yoluyla demir alımının artırılması ve diğer bazı iz elementlerin oranında artış sağlama, vitamin sentezi, kök geçirgenliğini artırma etkilerini içermektedir. PGPR'ler dolaylı olarak ta antibiyotik üretimi ile hastalıkları azaltan biyokontrol ajanları olarak rol almaları, değişik organik bileşiklerle bulaşık olan topraklarda engelleyici ksenobiyotikleri parçalayarak bitkileri korumaları sayılabilir (Eşitken vd., 2003a; Elsheikh ve Elzidany, 1997; Anonim, 2006; Aslantas vd., 2006; Çakmakçı, 2006). Değişik bakteri ırklarının farklı bitkilerdeki salgıları ve söz konusu bitkilerdeki etki şekilleri farklılık göstermektedir (Çizelge 1).

Çizelge 1 Bitki büyümesini düzenlemeyle ilgili bazı önemli bakteriyel faktörler (Ping ve Boland, 2004).

Mikroorganizma	Bakteriyel Salgı	Bitki	Bitkideki Etkisi
	<b>Bitkisel Hormonlar</b>		
<i>Pseudomonas</i>	Oksinler	<i>Arabidopsis</i>	Morfogenesis, gelişmeyi düzenleyici
<i>Rhizobium</i>	Gibberalinler	Pirinç	Gelişmeyi teşvik etme
<i>Rhizobium</i>	Sitokininler	Kanola	Gelişmeyi teşvik etme
<i>Pseudomonas</i>	Etilen	<i>Pueraria lobata</i>	Gelişmeyi teşvik etme
	<b>Hücre dışı Enzimler</b>		
<i>Enterobacter</i>	ACC deaminaz	Kanola	Etilen üretimini azaltma
<i>Rhizobium</i>	Fosfataz	Mısır	İnorganik fosfatları mineralize etme
	<b>Organik asitler</b>		
<i>Pseudomonas</i> , <i>Rhizobium</i> , <i>Bacillus</i>	Glukonik asit, 2-ketoglukonik asit	Genel	Organik fosfatları çözme
	<b>Yüzey Faktörleri</b>		
<i>Pseudomonas</i>	Fillagelinler	<i>Arabidopsis</i>	Sistemik uyarılmış dayanım
<i>Pseudomonas</i>	Lipopolisakkaritler	Turp ve Karanfil	Sistemik uyarılmış dayanım
	Antibiyotikler		
<i>Pseudomonas</i>	Pyuloteorin, Phenazin	Genel	Konak bitkiyi koruma
	<b>Uçucu Maddeler</b>		
<i>Bacillus sp.</i>	2R,3R-Butanediol, acetoin	<i>Arabidopsis thaliana</i>	Gelişmeyi teşvik etme
<i>Bacillus sp.</i>	2R,3R-Butanediol, acetoin	<i>Arabidopsis thaliana</i>	Sistemik uyarılmış dayanım

Bitkisel hormon üretimiyle bitki büyümesini teşvik eden fitostimulatörler, bitki gelişimini doğrudan artırırlar. PGPR'lerin bitkilerde kök gelişimi ve ürün verimini uyarıcı etki mekanizması ve azot fikse edebilme kabiliyeti yanında oksinler, sitokininler ve gibberalinler gibi bitkisel hormonları salgılamaları önemlidir (Anonim, 2006b). Sadece bitkiler bitkisel hormon üretmekle kalmayıp, aynı zamanda yararlı ve zararlı olarak bitkilerle ilişki içerisindeki pek çok bakteride bu maddelerden birini veya daha fazlasını da üretebilmektedir (Fuentes-Ramirez ve Caballero-Mellado, 2006). **Biyogübrelerin Tarımda Kullanımı**

Tarımda biyogübre veya kontrol ajanı olarak biyogübrelerin tarımda kullanılması 1990'lı yıllardan sonra yaygınlaşmıştır. Son yıllarda biyolojik gübrelemenin kapsamı genişlemiş serbest yaşayan, bitkisel gelişimi teşvik eden, biyolojik savaş ajanı veya biyogübre olarak kullanılan bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler (PGPR) kullanılmaya başlanmıştır. Söz konusu bakteriler *Serratia*, *Pseudomonas*, *Burkholderia*, *Agrobacterium*, *Erwinia*, *Xanthomonas*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *Enterobacter*, *Rhizobium*, *Alcanigenes*, *Arthrobacter*, *Acetobacter*, *Acinetobacter*, *Achromobacter*, *Aerobacter*, *Artrobacter*, *Azotobacter*, *Clostridium*, *Klebsiella*, *Micrococcus*, *Rhodobacter*, *Rhodospirillum* ve *Flavobacterium* cinslerindeki ırkları içermektedir. Son yıllarda *Aspergillus* ve *Penicillium* funguslarının biyolojik gübre olarak kullanıldığı araştırmalar yapılmaktadır (Rodriguez and Fraga 1999; Sturz and Nowag 2000; Bloenberg ve Luktenberg, 2001; Esitken vd., 2003a; Çakmakçı ve Erdoğan, 2005). En karakteristik endofitik bakteriler *Azarcus spp.*, *Gluconacetobacter diazotrophicus* ve *Herbasprillum seropedicae*' dir (Rodriguez ve Fraga, 1999). *Burkholderia* cinsine ait *Burkholderia unamae* ve *Burkholderia tropica* bakteri türleri bitki büyümesini teşvik etme potansiyeline sahip olup değişik bitki türlerine göre rizosferik ve endofitik ilişki içinde bulunurlar (Fuentes-Ramirez ve Caballero-Mellado 2006). *Azotobacter*, *Azospirillum* ve *Rhizobium* gibi PGPR'ler bitki büyümesini doğrudan teşvik eden metabolitler üretebilmekte ve bitki fizyolojisinde değişiklikler meydana getirmektedir. Bu grup içinde *Pseudomonas*'lar büyük dikkat toplamışlardır. *Pseudomonas*'ın pek çok ırkı tohum ve köklerin

büyüme ve gelişmesine yardımcı olduğu, hızlı büyümeyi teşvik etme, kök salgılarında kemotoksis ve farklı besin kaynaklarını katabolize etme gibi özelliklere sahip olduğu belirtilmiştir (De Salamone vd., 2006).

PGPR'ler genellikle kök sisteminde kolonize olarak bitki gelişimini düzenlemekte ve zararlı rizosfer mikroorganizmalarını baskı altında tutmaktadırlar. PGPR'ler tohum çimlenmesi, kök gelişimi ve bitkinin sudan yararlanmasına da çok önemli katkılar sağlamaktadır. Bu rhizobakteriler büyüme hormonlarını üreterek ve faydalı mikroorganizmalar lehine rizosferde mikrobiyal dengeyi değiştirerek doğrudan veya mineral madde oranını düzenleyerek dolaylı olarak bitki gelişimini etkileyebilmektedir. Bakteriyel, fungal ve nematod hastalıklarının geniş ölçüde baskılamakta, ayrıca viral hastalıklara karşı koruma sağlamaktadırlar (Sıddıqui, 2006).

PGPR'nin çimlenme oranı, kök büyümesi, verim, yaprak alanı, klorofil içeriği, Mg, N içeriği, protein, hidrolik aktivite, kurağa dayanım, sürgün ve kök ağırlıkları ve yaprakta absiyon tabakasının oluşumunun gecikmesi suretiyle bitki büyümesine fayda sağladığı belirlenmiştir (Lucy vd., 2004).

Bitki büyümesini teşvik eden rhizobakteriler toprak ve bitki rizosferinde bulunurlar. Bu mikroorganizmalar sürdürülebilir tarım için potansiyel araçlardır. Kök gelişimini arttırmakta ve sık sık bitki patojenlerini kontrol altında tutmaktadırlar. Son birkaç yıl içinde bu alanda belirgin gelişmeler olmuştur. Bitki hastalıklarının PGPR ile biyokontrolü, bitki gelişimini teşvik etmedeki rolleri, biyogübreleme ve bitki hormonlarının üretimi gibi konular ilgi alanına girmektedir (Antoun ve Prevost, 2006). PGPR'ler genel olarak bitkide besin elementi oranını artıran biyogübreler, bitkisel hormon üretimiyle bitki büyümesini teşvik eden fitostimülantörler, organik kirleticileri parçalayan rhizoremediatörler ve antibiyotik ve antifungal metabolit üretimiyle hastalıkları kontrol eden biyopestisitler olarak gruplandırılmaktadır (Antoun ve Prevost, 2006).

Günümüzde biyogübreleme tüm dünyada bitkilere yapılan azot desteğinin yaklaşık %65'ini oluşturduğu tahmin edilmektedir. En etkili azot fiske eden bakteri ırkları *Rhizobium*, *Sinorhizobium*, *Mesorhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azorhizobium* ve *Allorhizobium* cinslerinde mevcuttur. Bu bakterilerin hepsi baklagil bitkileriyle birlikte simbiyoz oluşturmaktadırlar (Bloenberg ve Luktenberg, 2001). Biyogübrelerin yapraktan uygulanması, azot fiksasyonunun asimilasyon bölgesine yakın meydana gelmesi ve uygun dozlarda kullanımı sonucu pek çok bitki patojenlerine antagonist etki oluşturarak avantaj sağlamaktadır (Sudhakar *et al.* 2000).

Yapılan birçok araştırmada; inorganik veya organik fosfat çözebilen bakterilerin toprağa veya bitki tohumlarına inokülasyonu ile bitki büyümesinin teşvik edildiği rapor edilmiştir (Gaur and Ostwal 1972; Subba 1982; Klopper *et al.* 1988; Kucey *et al.* 1989). Ayrıca bu mikroorganizmaların fosfat çözücü rollerinin yanısıra, oluşturdukları bitki hormonları, antibiyotikler, sideroforezler (siderophores) gibi faydalı metabolitler ile de büyümede spesifik bir rol oynadıkları belirlenmiştir (Klopper *et al.* 1989).

Tarımda biyogübrelerin kullanımının bitki gelişimine artırıcı etkisinin belirlenmesi üzerinde yapılan çalışmalarda, Esitken vd.(2003, 2006) kayısı ve kiraz ağaçlarında, Orhan vd. (2006) ahududu bitkisinde, Pırlak vd. (2007) ile Karlıdağ vd. (2007) elma ağacında, Turan vd. (2007) domates bitkisinde, Güneş vd. (2009), çilek bitkisinde uygulanan biyogübrelerin verim ve verim parametreleri üzerine önemli derecede etki ederek büyük oranlarda artış sağlamışlardır.

## SONUÇ

Tarımsal uygulamalarda yüksek oranda verimin sağlanması için, fazla miktarda kimyasal gübreler uygulanmaktadır. Ancak kullanılan mineral gübrelerinde etkinlikleri toprak ve gübre özelliğine bağlı olarak çok sınırlı düzeylerde kalmakta, bu nedenle aşırı gübre kullanımına bağlı olarak hem ürün kalitesinde azalmaya hem de çevre kirliliğine neden olmaktadır. Ancak bio gübrelerin kullanımı tarımsal üretimde besin etkinliğine doğrudan ve dolaylı katkılar sağlamaktadır. Dolaylı etkileri içinde ile hem toprakta var olan mevcut kaynakların etkinliğini artırması ve ilave edilen mineral gübrelerin etkinliklerini artırılması yer alırken, salgıladıkları organik ve inorganik asitler, hormonlar ve vitaminler gibi maddelerle bitkisel üretime doğrudan katkıda bulunmaktadırlar. Biyolojik gübre olarak kullanılacak mikroorganizmaların; üretilmesinin basit olarak uygulanması, ucuz olması, yüksek metabolik aktivite göstermesi ve uzun süre depolanma imkânı sağlaması gerekmektedir. Bio gübrelerin birden fazla yararlı organizma içermesi için araştırmalar yapılmalı ve yeni kombinasyonlarının oluşturulması ile ilgili çalışmalara ağırlık

verilmelidir. Yapılacak çalışmalarla, çevreyle dost olan bu mikroorganizmaların ve metabolitlerinin, endüstriyel olarak büyük miktarlarda üretilerek tarımda kullanılması gerek sürdürülebilir tarım ve gerekse organik tarım için oldukça önemli bir potansiyeldir.

#### KAYNAKLAR

- Amer, G.A. and Utkheda, R.S., 2000. Development of Formulation of Biological Agents for Management of Root Rot of Lettuce and Cucumber. *Can. J. Microbiol.* 46: 809-816.
- Anonim, 2006. Effects of Inoculation with PGPR on Seedlings Growth of Different Tomato and Pepper Varieties in Axenic Conditions, Universidad S. Pablo CEU. Department De Biologia, Madrid.
- Antoun, H., Prevost, D., 2006. Ecology of Plant Growth Promoting Rhizobacteria. PGPR: Biocontrol and Biofertilization. Edited by Zaki A. Siddiqui. S 1-38, Springer, The Netherlands.
- Aslantaş, R., Cakmakci, R., Sahin, F., 2006. Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Young Apples Trees Growth and Fruit Yield Under Orchard Conditions. *Scientia Horticulture*.
- Bloemberg, G.V., Lugtenberg, B.J.J., 2001. Molecular Basis of Plant Growth Promotion and Biocontrol by Rhizobacteria. *Current Opinion in Plant Biotechnology* 4, 343-350.
- Çakmakçı, R., 2006. Bitki Gelişme Promotörü Rizobakteri Kullanımındaki Son Gelişmeler :Organik Tarım Perspektif ve Uygulamaları. Organik Tarım Kong., Yalova.
- Çakmakçı, R., Erdoğan, Ü.G., 2005. Organik Tarım. Atatürk Üniv. İspir Hamza Polat M.Y.O. Yayın No:2, 214s. Erzurum
- De Salamone, G.E.I., Hynes, R.K., Nelson, L.M., 2006. Role of the Cytokinins in Plant Growth Promotion by Rhizosphere Bacteria. PGPR: Biocontrol and Biofertilization. Edited by Zaki A. Siddiqui. S-173-195. Springer, The Netherlands.
- Döbereiner, J., 1997. Biological Nitrogen Fixation in The Tropics: Social and Economic Contributions. *Soil Biol. Biochem.* 29, 771-774.
- Elsheikh, E.A.E., Elzidany, A.A., 1997. Effects of Rhizobium Inoculation, Organic and Chemical Fertilizers on Yield and Physical Properties of Faba Bean Seeds. *Plant Foods for Human Nutrition* 51: 137-144.
- Eşitken, A., Ercisli, s., Sevik, İ., Sahin, F., 2003b. Effect of Indole-3- Butyric Acid and Different Strains of *Agrobacterium rubi* on Adventitive Root Formation from Softwood and Semi-Hardwood Wild Sour Cherry Cuttings. *Turk J Agric For* 27, 37-42 TUBİTAK.
- Eşitken, A., Kalidag, H., Ercisli, S., Turan, M., Sahin, F., 2003a. The Effects of Spraying a Growth Promoting Bacterium on the Yield, Growth and Nutrient Element Composition of Leaves of apricot(*Prunus armeniaca* L.cv. Hacıhaliloglu). *Australian Journal of Agricultural Research*, 54, 377-380.
- Fuentes-Ramirez, E.L., Caballero-Mellado, J. 2006. Bacterial Biofertilizers. PGPR: Biocontrol and Biofertilization. Edited by Zaki A. Siddiqui. P 143-172, Springer, The Netherlands.
- Gaur, A.C., and Ostwal, K.P. 1972. Influence of phosphate dissolving Bacilli on yield and phosphate Uptake of wheat crop. *Indian J Exp Biol.* 10: 393-394.
- Hecht-Buchholz, C., 1998. The Apoplast-Habitat of Endophytic Dinitrogen-Fixing Bacteria and Their Significance for the Nitrogen Nutrition of Non-Leguminous Plants. *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.* 161:509-520.
- Klopper, J.W., Lifshitz, K., and Zablotowicz, R.M. 1989. Free-living bacterial inocula for enhancing crop productivity. *Trends Biotechnol* 7: 39-43.
- Klopper, J.W., Lifshitz, K., and Schroth, M.N. 1988. *Pseudomonas* inoculants to benefit plant production. *ISI Atlas Sci Anim Plant Sci.* pp. 60-64.
- Kucey, R.M.N., Janzen, H.H., and Leggett, M.E. 1989. Microbially mediated increases in plant-available phosphorus. *Adv Agron.* 42, 199-228.
- Kumar, V., Narula, N., 1999. Solubilization of Inorganic Phosphates and Growth Emergence of Wheat as Affected by *Azotobacter chroococcum*. *Biol. Fert. Soils* 28: 301-305.

- Lucy, M., Reed, E., Glick, B.R., 2004. Application of Free Living Plant Growth-Promoting Rhizobacteria. *Antonie van Leeuwenhoek* 86: 1-25, Kluwer Academic Publishers. Printed in Netherlands.
- Niranjiyan RAJ, S., Shetty, H.S., Reddy, M.S., 2006. Plant Growth Promoting Rhizobacteria: Potential Green Alternative For Plant Productivity. *PGPR: Biocontrol and Biofertilization*. Edited by Zaki A. Siddiqui. P 197-216, Springer, The Netherlands.
- Öztürk, A., Caglar, O., Sahin, F., 2003. Yield Response of Wheat and Barley to Inoculation of Plant Growth Promoting Rhizobacteria at Various Levels of Nitrogen Fertilization. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 166,262-266.
- Piccini, D., and Azcon, R. 1987. Effect of phosphate-solubilizing bacteria and vesicular mycorrhizal (VAM) on the utilization of bayoran rock phosphate by alfalfa plants using a sand-vermiculite medium. *Plant Soil-*, 101,45-50.
- Ping, L., Boland, W., 2004. Signals From the Underground: Bacterial Volatiles Promote Growth in Arabidopsis. *TRENDS in Plant Science* Vol.9 No.6 Germany.
- Ray, J., Bagyaraj, D.J., and Manjunath, A. 1981. Influence of soil inoculation with vesicular arbuscular mycorrhizal (VAM) and a phosphate dissolving bacteria on plant growth and 32 P uptake. *Soil Biol Biochem.*, 13, 105-108.
- Rodriguez, H., Fraga, R., 1999. Phosphate solubilizing Bacteria and Their Role in Plant Growth Promotion. *Biotechnology Advances*, 17:319-339.
- Sturz, A.V., Nowak, J., 2000. Endophytic Communities of Rhizobacteria and the Strategies Required to Create Yield Enhancing Associations with Crops. *Applied Soil Ecology* 15, 183-190.
- Subba, R.N.S. 1982. Advances in agricultural microbiology. in: Subba Rao NS, editor. *studies in the Agricultura and Food Sciences*. London: *Buttenth Scientific*, pp.295-303.
- Sudhakar, P., Chattopadhyay, G.N., Gangwar, S.K., Ghosh, J.K., 2000. Effect of Foliar Application of Azotobacter, Azospirillum and Beijerinckia on Leaf Yield and Quality of Mulberry(Morus Alba). *Journal of Agricultural Sci., Cambridge*, 134, 227-234.
- Şahin, F., Cakmakci, R., Kantar, F., 2004. Sugar Beet and Barley Yields in Relation to Inoculation with N<sub>2</sub>-Fixing and Phosphate Solubilizing Bacteria. *Plant and Soil* 265:123-129.
- Turan, M., Ataoglu, N., Sahin, F., 2006. "Evaluation of the Capacity of Phosphate Solubilizing Bacteria and Fungi on Different Forms of Phosphorus in Liquid Culture" *Journal of Sustainable Agriculture*, 28, 99-108.
- Vessey, J.K., 2003. Plant Growth Promoting Rhizobacteria as Biofertilizers. *Plant and Soil* 255: 571-586.