

***Cucurbitaceae* (Kabakgiller) Familyasında Farklı PGPR'ların Kullanımının Değerlendirilmesi**

Ceren Ayşe Bayram¹, Aygül Dayan², Nebahat Sarı³

¹Adıyaman Üniversitesi, Kahta Meslek Yüksekokulu, 02400, Kahta, Adıyaman

²Çukurova Üniversitesi, Pozantı Meslek Yüksekokulu, 01470 Pozantı, Adana

³Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 01330 Adana
e-posta: adayan@cu.edu.tr

Özet

PGPR'ların verim, bitki gelişimi, meyve kalitesine etki ettiği ve yapraklarda mineral madde içeriklerinde önemli rol oynadığı tüm dünyada bilinmektedir. Bu amaçla; dünya'da ve ülkemizde farklı bahçe ve tarla bitkilerinde çalışmalar yürütülmüştür. Kabakgiller familyası sebzeleri tüm sebzeler içerisinde hem sağlık, hem de üretim bakımından önemli paya sahiptir. Sebze üretimi içerisinde *Cucurbitaceae* (Kabakgiller) üretimi dünyada yaklaşık 172 milyon tondur (Fao, 2013). Serbest yaşayan, bitki gelişimini teşvik eden, biyolojik mücadele veya biyolojik gübreleme amacıyla kullanılan bakterilere "Bitki Gelişimini Teşvik Eden Kök Bakterileri (Plant Growth Promoting Rhizobacteria=PGPR)" adı verilmektedir. Kabakgiller familyasında değerlendirmesini yaptığımız 27 adet çalışmada, PGPR'ların ağırlıklı olarak bitki koruma amaçlı veya verimi arttırmak için kullanıldığı belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: PGPR, kabakgiller ve etki durumu

Evaluation of the Use of Different PGPR's on *Cucurbitaceae* Family

Abstract

PGPR's effect and play an important role on yield, plant growth, fruit quality and mineral content of leaves are known in all over the World. For this aim; many studies are carried out on horticulture and field crops in our country and in the World. *Cucurbitaceae* family vegetables are in all vegetables have an important share of both production and health. *Cucurbitaceae* production is around 172 million tonnes in the world (Fao, 2015). Free living, promoting plant growing, for the purpose of biological control and biological fertilization bacteria are called "Plant Growth Promoting Rhizobacteria=PGPR". Evaluated 27 studies on *Cucurbitaceae* family, PGPR's were used mostly as plant protection. As well as PGPR's are used for effecting on yield.

Keywords: PGPR, *Cucurbitaceae* and effect status

Giriş

Dünyada ve ülkemizde *Cucurbitaceae* familyasında yer alan türlerin büyük bir kısmı iklimsel ve toprak farklılıklarından dolayı rahatça yetiştirilmektedir. Ülkemiz, bu familyada yer alan bazı türlerin de orijin merkezi durumundadır.

Cucurbitaceae familyasında yapılan taksonomik sınıflandırmada 119 cins ve 825 tür bulunmaktadır (Jeffrey, 2005). Bu familyada yer alan başlıca sebzeler; karpuz, kavun, hıyar ve kabaktır. Bu sebzeler ülkemiz sebze üretiminde önemli bir paya sahip olup, son 10 yıllık üretim verileri incelendiğinde toplam sebze üretimimizin yaklaşık 25 milyon ile 28 milyon arasında değişim gösterdiği izlenmektedir. Ülkemizde kabakgiller familyası içerisinde en fazla karpuz 83 887 324 ton ile) üretilmektedir. Bunu sırasıyla 1 754 613 tonla hıyar, 1 699 550 tonla kavun ve 720 257 tonla da kabak izlenmektedir (Fao, 2013).

Son yıllarda PGPR bakteri izolatları ve bu izolatlardan elde edilen ticari preparatlar farklı meyve ve sebze üretiminde kullanılmaya başlanmıştır. Bunun en önemli nedeni de pestisitlerin insan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri olmuştur. Kök bakterileri, bitki gelişiminde faydalı etkileri bulunmasından dolayı "Bitki Gelişim Düzenleyici Rhizobakterler (PGPR)" olarak isimlendirilmiştir. Bitkinin kök bölgesinde (Rizosfer) bulunan ve kökleri kolonize etme kabiliyetinde olan bakteriler Rhizobacteria olarak isimlendirilirler ve mevcut doğal mikrofloralarda köklere kolonize olabilirler (Van Loon ve ark., 1998; Bayram, 2014). Serbest yaşayan, bitki gelişimini teşvik eden, biyolojik mücadele veya biyolojik gübreleme amacıyla kullanılan bakterilere "Bitki Büyümesini Artıran Kök Bakterileri (Plant Growth Promoting Rhizobacteria=PGPR)" adı verilmektedir.

Mikroorganizmalar, “Azot fikse eden organizmalar”, “Mikoriza mantarları” ve “Bitki gelişimini teşvik eden kök bakterileri (PGPR)” olmak üzere 3 grupta yer almaktadır (Arcaç ve Güven, 2004). Bu etkilerinin dışında PGPR kullanımının bitki koruma hedefli (hastalıklara dayanıklılık) ve bitki büyüme artırıcı amaçlı dünya üzerinde yapılmış çok sayıda bilimsel çalışmalar da vardır. Bu bakteriler toprakta bulunan fosfatbitkinin alabileceği forma dönüştürürler (Mirik, 2005).

Hazırlanan derlemede *Cucurbitaceae* familyasına giren hıyar, kavun, karpuz ve kabak türlerinde veri tabanları kullanılarak 10 Ağustos 2015 tarihine kadar yapılan yayınlar taranmış ve Kabakgiller familyasında PGPR kullanımları incelenmiştir. İnceleme sonucunda dünyada *Cucurbitaceae* familyasına ait yapılan araştırmalar taranmış olup, PGPR kullanımının kabakgiller familyasında ağırlıklı olarak bitki koruma veya verimi artırma amaçlı kullanıldığı tespit edilmiştir. Burada bu araştırmalardan 27 adedi derlenerek sunulmuştur.

Yöntem

Bu çalışmada yöntem olarak makale taramaları yapılmış; taramalarda Web of Science, Science Direct ve CAB Abstract veri tabanları kullanılmıştır. Aramalar yapılırken öncelikle “PGPR” ve kabakgil familyası sebze isimleri (kavun, karpuz, kabak ve hıyar) ayrı ayrı kullanılarak tarama yapılmış olup, çıkan sonuçların içerisinden her iki anahtar kelimelerin içerisinde olanlar seçilmiştir. Tarama sonuçlarında makalelerin tamamı *Cucurbitaceae* familyasından olup, her biri ayrı ayrı hangi ülkede, hangi tür ve çeşit isimlerine, uygulanan PGPR’a (ve/veya bitki aktivatörlerine) ve kullanım amaçlarına (hastalıklara dayanıklılık ve/veya bitki gelişimini teşvik) göre detaylıca incelenmiştir.

Hıyar Türünde Yapılan Çalışmalar

Wei ve ark. (1991a), PGPR izolatlarını (94) bitki büyümesini teşvik etmek üzere hıyar çeşidi olan Straight Eight tohumlarından izole etmişlerdir. Bitkileri, *Colletotrichum lagenarium* ile bulaştırmışlardır. 17 gün sonra ikinci yapraktan uygulanan süspansiyonun, 6 gün sonra yapraklardaki lezyonları kaydedilerek karşılaştırılmıştır. Tohumlardan izole edilen 94 adet PGPR izolatının 6 tanesinin dayanıklılığı sağlayabildiği bulunmuştur. 6 tanesinin 4’ü in

vitro koşullarda HCN üretebilmiştir. 6 tanesinin 5 tanesinin de bitki gelişimini teşvik etme özelliğinde olduğu bulunmuştur.

Wei ve ark., (1991b) hıyarda bakteriyel köşe leke hastalığına karşı sistemik dayanıklılığın PGPR aracılığıyla uyarılması üzerine yaptıkları bir çalışmada, sadece tohum uygulaması ya da tohum uygulamasına ek olarak ekim için toprak nemlendirmesi olmak üzere iki farklı uygulama gerçekleştirmişlerdir. Hıyarda, sistemik dayanıklılığın uyarımını ölçmek için *Pseudomonas syringae pv. lachrymans* inokulasyonu yapılmış ve yaprak köşeli leke hastalığında önemli bir azalma olduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak hıyardaantraknoz ve yaprak leke hastalığına karşı PGPR’ların, verim artışı ve erkenci ürün yetiştiriciliğinde etkili olduğu saptanmıştır.

Liu ve ark. (1995), hıyarda *Pseudomonas syringae pv. lachrymans*’ın sebep olduğu bakteriyel köşeli yaprak leke hastalığına karşı, sistemik dayanıklılığın uyarımı amacıyla *Pseudomonas putida* 89B-27 ve *Serratia marcescens* 90-166 izolatlarını kullanmışlardır. Tohum veya kotiledon uygulamaları negatif kontrole karşılaştırıldığında lezyon sayısı ve büyüklüğünde önemli derecede azalmaya neden olmuştur.

Raupach ve ark. (1996), hıyar ve domateste bitki büyümesini teşvik eden kök bakterileri (PGPR) kullanılarak Hıyar Mozaik Virüsüne karşı sistemik dayanıklılığın uyarılması üzerine yaptıkları bir çalışmada, PGPR olarak 89B (*Pseudomonas fluorescens*) ve 90-166 (*Serratia marcescens*) kullanmışlardır. Çalışmanın sonucunda viral bitki hastalıklarının giderilmesinde PGPR’ın kullanılması gerektiği belirtilmiştir.

Kabakgillerde önemli zarar toprak kökenli fungal hastalık etmeni olan *Pythium aphanidermatum* (Ani solgunluk, Çökerten)’a karşı *Pseudomonas putida*’nın 10 izolatı, *Bacillus subtilis*’in 24 izolatı, *Enterobacter aerogenes*’in 4 izolatı, *Bacillus cereus*’in 1 izolatı ve 1 izolat ta bilinmeyen bakteriden geliştirilerek hem laboratuvar hem de sera koşullarında uygulanmıştır. Kullanılan izolatlardan *P. putida* PPG-7-1 izolatı, *Bacillus subtilis* izolatları AGS-3 ve AGS-1, bilinmeyen bakteri izolatı AG-0 hariç, diğer tüm bakterilerin hıyarda kök uzunluğunu çökerten bulaşık kontrol grubuna göre artırdığı bulunmuştur. Sera

koşullarında 16 bakteri izolatının da antagonistik etkisi olduğu tespit edilmiştir. Sadece, *Bacillus subtilis* BACT-0 izolatu kol gelişimini % 9, meyve ağırlığını % 29, meyve verimini % 14 ve meyve sayısını da % 50 düzeyinde bulaşık kontrole karşılaştırıldığında artırmıştır. Bu çalışmayla da *B. subtilis* BACT-0 izolatının serada topraksız hıyar yetiştiriciliğinde bitki gelişmesi, verim ve meyve sayısını artırma potansiyeli olduğu tespit edilmiştir (Utkhede ve ark., 1999).

Hıyar fidelerinde hastalığı kontrol altına almak amacıyla yürütülen bir çalışmada CN11, CN31, CN45, CN116 ve CN129 olmak üzere beş bakteri izolatu kullanılmıştır. Büyüyen hıyar fidelerinin büyük ölçüde taze ve kuru ağırlıklarında artışlar olmuştur. Sonuç olarak beş izolatın, *Rhizoctonia* ve *Rhizoctonia solani* AG4'ün sebep olduğu kök çürüklüğü hastalığına, *Pythium aphanidermatum* ve nisbeten *P. ultimum*'a yapılan etkili biyokontrol testler sonucunda fidedelerde hastalığı bastırdığı belirtilmiştir (Chen ve ark., 1999).

Chen ve ark. (2000), kök ve kök boğazı çürüklüğüne karşı PGPR kullanımının enzim içeriklerinde etkili olacağı kanısıyla farklı izolatlar kullanılmışlardır. Bu izolatların *Pseudomonas corrugata* 13 veya *Pseudomonas aureofaciens* 63-28 enzim aktivitelerini artırdığını tespit etmişlerdir.

Hıyar hastalıklarının biyokontrolünde, PGPR ve metil bromidsiz fumigasyonun kullanım olanakları üzerine yapılan bir çalışmada 7 PGPR kullanılmıştır. Tohum uygulaması içeren çalışmada izolatlar tek başına ve *Bacillus pumilus* INR7, *Curtobacterium flaccumfaciens* ME1 ve *Bacillus subtilis* GB0 ile karıştırılmıştır. İki yıl içerisinde metil bromid içermeyen PGPR muameleleri bitki büyümesi açısından olumlu yönde etki göstermiştir. Sonuç olarak metil bromid içermeyen PGPR uygulaması, *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans*'ın neden olduğu köşeli yaprak leke hastalığı ve *Colletotrichum orbiculare*'nin neden olduğu antraknoz hastalığının şiddetini azaltmıştır (Raupach ve ark., 2000).

Dereboylu ve Tort (2009), bazı aktivatör ve fungusit uygulamalarının hıyarda verim ve kalite üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışmaları sera koşullarında Gordion F1 çeşidine Anvil SC ve Forum Blu WP fungusitleri ile birlikte Crop-set 14 gün arayla 5 kez önerilen

doz, 2 katı ve 3 katı olacak şekilde uygulanmıştır. Uygulanan Crop-set aktivatörünün meyve sayılarında ve çiçek sayılarında artış gösterdiği bulunmuştur. Uygulanan fungusitlerin bitkileri olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir.

Rizobakterilerin bitki gelişimi üzerine etkilerini inceleyen Kıdoğlu ve ark. (2009) hıyar, biber ve domates üzerinde çalışmışlardır. 6 farklı bakteri izolatu (18/1 K: *Pseudomonas putida*, 21/1 K: *Enterobacter cloacae*, 62: *Serratia marcescens*, 70: *Pseudomonas fluorescens*, 66/3: *Bacillus* spp., 180: *Pseudomonas putida*) 2 farklı ticari preparat (*Bacillus amyloliquefaciens*, FZB24 ve FZB42) ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca kontrol uygulamasında herhangi bir bakteri uygulamayarak karşılaştırılmıştır. Çalışmada istatistiksel olarak PGPR uygulamasının bitki gelişimi üzerine etkili olduğu tespit edilmiştir.

Dursun ve ark. (2010), domates ve hıyarda ticari PGPR kullanımının verim ve bitki gelişimine etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada kullanılan PGPR'lar; *Bacillus subtilis* BA-142, *Bacillus megaeorium- GC subgroup A*. MFD-2, *Acinetobacter baumannii* CD-1 ve *Pantoea agglomerans* FF'dir. PGPR kullanımı, bitki besin maddesi içeriklerine etki etmiştir. Bunun yanında meyve ağırlığına, bitki başına düşen meyve sayısına, bitki başına düşen meyve ağırlığına, bitki uzunluğuna, meyve uzunluğu ve genişliğine ve kuru madde ağırlığına etkili olmuştur. Tüm bakteri uygulamaları N, P, Mg, Ca, Na, K, Cu, Mn ve Fe içeriklerini iyileştirmiştir. SÇKM (Suda çözünebilir kuru madde miktarı) hariç, diğer tüm parametrelerde bakteri uygulamasının önemli olduğu tespit edilmiştir. *Pantoea agglomerans* FF uygulaması, hıyarda bitki başına düşen meyve sayısı, bitki başına düşen meyve ağırlığı, bitki uzunluğu, meyve genişliği, meyve uzunluğu ve kuru madde miktarını diğerleriyle kıyaslandığında önemli düzeyde artırmıştır. Ortalama meyve ağırlığında ise *Bacillus megaeorium- GC subgroup A*. MFD-2 izolatının öne çıktığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan PGPR uygulamalarının verim ve bitki gelişimine domates ve hıyarda potansiyeli olduğu kaydedilmiştir.

Maleki ve ark. (2010), hıyar bitkisinin kök bölgesindeki *Pseudomonas fluorescens* izolatu CV6'nın biyokontrol ajanı potansiyeli konulu

araştırmasında, 144 bakteriyi kök bölgesinden potansiyel biyoajan olarak izole etmişlerdir. İzole edilen bu bakteriler çökerten hastalığına karşı *in vitro* ve *in vivo* koşullarda denenmiştir. Bakterinin, HCN, katalaz, proteaz ve fosfat için pozitif; pektinaz, lipaz ve selüloz için de negatif etkisinin olduğu bildirilmiştir. Çalışmanın sonucunda CV6 izolatının biyokontrol ajanı olarak kullanılabilceği ve ticari olarak üretilebileceği kaydedilmiştir.

Hıyar Mozaik Virüsü cucumovirus (CMV)'ne karşı sistemik dayanıklılığın bazı PGPR'lar ile sağlanması konulu çalışma Mısır'da El-Borollosy ve Oraby (2012) tarafından yürütülmüştür. Araştırmacılar çalışmalarında kullandıkları izolatları daha önce yetiştirilen hıyar bitkilerinin kök bölgelerinden elde etmişlerdir. Bu PGPR'ları morfolojik ve fizyolojik olarak ayırt etmişlerdir. PGPR olarak *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens* ve *Azotobacter chroococcum* türlerini kullanmışlardır. Araştırmacılar, sistemik dayanıklılık için I-ELİSA testlerini kullanmışlar ve iki farklı uygulamayla çalışmalarını yürütmüşlerdir. Birincisi sağlıklı bitkilere, bir diğeri de CMV ile bulaşık bitkilere uygulamışlardır. Yapılan çalışmada *Azotobacter* ve *Pseudomonas* uygulamalarından kuru ağırlıkta en iyi sonuçlar alınmıştır.

Hıyar bitkilerinde kuraklık toleransının uyarılması amacıyla yapılan çalışmada *Bacillus cereus* AR156, *Bacillus subtilis* SM21 ve *serratia* sp. XY21 izolatları kullanılmıştır. İzolatların uygulaması, su kısıtlamasından 13 gün sonra yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda PGPR uygulaması görmüş hıyar bitkilerinin, negatif kontrolle karşılaştırıldığında monodehydroascorbate (MDA) ve elektriksel iletkenliği azalttığı, yapraktaki prolin içeriğini ve kök yayılmasını arttırdığı, aynı zamanda yapraktaki klorofil içeriğini sürdürdüğü belirtilmiştir. Sonuç olarak PGPR uygulamasının, fotosentetik etkinliğin sürdürülmesinde, kökün güçlenmesinde, bazı antioksidant aktivitelerin artmasında ve bitkide etilen seviyesinin düşürülmesinde etkili olduğu ileri sürülmüştür (Wang ve ark., 2012).

Gül ve ark. (2013), *Fusarium* stresi altında hıyarın rizobakterium uygulaması görmüş perlit ortamında yetiştirilmesi üzerine yaptıkları bir çalışmada, ısıtılmamış sera koşullarında perlit ortamında yetiştirilen hıyarda

PGPR'ın etkisini belirlemek amacıyla 4 doğal bakteri izolatı ve 1 ticari preparat kullanmışlardır. İzolatlar ekim öncesi ve ekim sonrası inoküle edilerek 2 farklı uygulama yapılmıştır. Bitkiler doğal ortamda *Fusarium* ile enfekte edilmiş ve PGPR'ın hıyardaki etkisinin önemi belirlenmiştir. Sonuç olarak *Pseudomonas putida*18/1K ve *Serratia marcescens* 62 izolatları ile inoküle edilen bitkiler kontrolle karşılaştırıldığında yüksek oranda daha çok verim elde edildiği belirtilmiştir.

Yıldırım ve ark. (2015), hıyar bitkisinde PGPR uygulamasının fide ve bitki gelişimine etkilerini incelemişlerdir. PGPR izolatlarından *Bacillus pumilis* ve *Alcaligenes piechaudii* kullanılmıştır. PGPR uygulanmış fidelerde; fide uzunluğu, gövde çapı, yaprak sayısı, kotiledon genişliği, yaprak ve dal alanı ile kök ağırlığı kontrol ile karşılaştırıldığında sonuçları istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Bu da, PGPR uygulamalarının fidelerin gelişimini ve kalitesini artırdığının göstergesi olarak kabul edilmiştir.

Kavun ve Karpuz Türlerinde Yapılan Çalışmalar

Kavun ve karpuzda yapılan bir çalışma, hem sera koşullarında hem de açık tarla koşullarında 6 farklı PGPR izolatıyla yürütülmüş ve kullanılan PGPR'ların fide gelişimini teşvik ettiği, hastalıkların başka bitkilere taşınmasına da engel olduğu belirlenmiştir (Kokalis-Burelle ve ark.,2003). Bu bulguların yanında birçok izolatın; hem karpuzda, hem de kavunda kol uzunluğu ve ağırlığı ile gövde uzunluğunu artırdığı kaydedilmiştir. Karpuzda 4 izolatın yapraklardaki lekeleri azalttığı tespit edilirken; bir tanesinin kavunda nematoda karşı etkili olduğu belirlenmiştir.

Shunhua ve ark. (2011), karpuzda *Fusarium oxysporum*'un etkinliğinin önlenmesi ve yok edilmesi amacıyla yaptıkları bir çalışmada *Paenibacillus polymyxa* WY110'u kullanmışlardır. Fide büyümesi, spor çimlenmesi ve misel büyümesi parametreleri göz önünde bulundurularak çalışma yürütülmüştür. Sonuç olarak *Paenibacillus polymyxa* WY110 izolatının misel büyümesini inhibe edebildiği ve ayrıca mantar hiflerinin büyümesi, mantar hiflerinin kuru ağırlığı, konidyum çimlenmesi üzerine etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Kavunda yapılan çalışmada *Bacillus subtilis* Y-IVI izolatının kök bölgesindeki kolonizasyonu artırdığı bulunmuştur. Bu izolatın biyolojik mücadele elemanı olarak kullanılabilceği ve kavunun gelişimini teşvik ettiği tespit edilmiştir (Zhao ve ark., 2011).

Ananas kavununda El-Aal ve El-Rahman (2014) yaptıkları çalışmayı, Mısır'da 2011 ve 2012 yıllarında yürütmüşlerdir. Sebze üretiminde kullanılan kimyasal gübrelemeyi azaltmak amacıyla PGPR'lar inorganik gübrelere birlikte uygulanmıştır. Vejetatif büyümede birlikte kullanımın en iyi sonuçları verdiği rapor edilmiştir. PGPR+3/4 doz uygulamasından en iyi fotosentetik pigment içeriği, bitki başına toplam meyve sayısı, yaprakların kimyasal düzeyi ve meyve özellikleri sonuçları elde edilmiştir. Çalışmada sonuç olarak PGPR uygulamalarının fazla kimyasal uygulanmasını engellemiş olduğu tespit edilmiştir.

Kabakta Yapılan Çalışmalar

Shehata ve ark. (2008), kabak bitkisinin rizosferinin araştırılması sırasında, baskın olan kök bakterilerinden *Bacillus subtilis*, *Serratia marcescens* ve *Pseudomonas fluorescens* türlerini morfolojik ve fizyolojik olarak tanımlamışlardır. Çalışmada iki farklı uygulama yapılmıştır. Bunlardan biri kabak tohumları basit yöntem olarak, pamukla çimlendirilmiş ve çimlendirme kaplarında 4-5 yaprak oluşuncaya kadar büyümeye bırakılmış, ardından büyüyen bitkicikler ZYMV ile aşılanmıştır. Bir diğer uygulama yöntemi ise 4-5 yapraklı sağlıklı kabak bitkilerine aralıklarla ZYMV püskürtülmüştür. Sonuçlar değerlendirildiğinde en iyi sonuç, 72 saatlik basit çimlendirme yönteminden elde edilmiştir.

Kabakta yapılan bir çalışmada, mineral azot ve *Azotobacter chroococum* (beş mutant ve yabancı izolatlar) izolatının kombinasyonları kullanılarak "Eskenderany" zucchini tipi yazlık kabağın büyüme ve verimi üzerine etkileri araştırılmıştır. Araştırmacılar, yazlık kabağın kumlu topraklarda, *Azotobacter chroococum* ve mineral azot gübresi kombinasyonu ile veriminin arttığını tespit etmişlerdir (Refai ve ark., 2010).

Zhang ve ark. (2010), sera koşullarında kabakta görülen kök boğazı çürüklüğüne (*Phytophthora capsici*) karşı PGPR'ın etkisi

üzerine yaptıkları bir çalışmada, *Bacilli* izolatları ve bu izolatların kombinasyonlarını kullanmışlardır. Çalışmada yazlık kabak tohumları, izolatlarla aşılanmış ve seraya ekilmiştir. Araştırmacılar, serada yetişen ve *P. capsici* ile infekte edilmiş olan bitkilerde kullanılan izolat kombinasyonlarının, kök boğazı çürüklüğünün kontrol altına alınmasında başarılı olduğunu belirlemişlerdir. Irannejad ve ark. (2011), kabakta azot ihtiyacının karşılanması amacıyla yaptıkları bir çalışmada biyolojik ve kimyasal gübre kullanmışlardır. Çalışmada farklı oranlarda biyolojik gübrenin yanısıra farklı oranlarda (kontrol, Nitroxine, Nitroxine + %25 üre, Nitroxine + %50 üre, Nitroxine + %75 üre, Nitrajine + %50 üre, Nitrajine + %75 üre, Nitroxine + Nitrajine, Nitroxine + Nitrajine + %25 üre, Nitroxine + Nitrajine + %50 üre, Nitroxine + Nitrajine + %75 üre) üre kombinasyonu kullanılmıştır. Sonuç olarak, yazlık kabakta azot ihtiyacının Nitroxine + Nitrojine ve Nitroxine + Nitrojine +%75 üre uygulamalarından karşılandığı belirlenmiştir.

Habibi ve ark.(2011); biyogübre, organik ve kimyasal gübrelere kabuksuz yağlık kabağın (*Cucurbita pepo subsp. pepo convar. pepo var. styriaca*) verim ve yağ içeriği üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada; kimyasal, organik ve biyogübreyi içeren toplamda 14 bileşim kullanılmış; kimyasal gübre olarak üre ve monosüperfosfat, organik gübre olarak hayvan gübresi ile kompost, biyogübre olarak da azotu fikse eden bakterilerden (Nitrogen-fixing bacteria (NFB) *Azotobacter*, *Azospirillum*, fosfatı çözebilen bakterilerden (phosphate solubilizing bacteria (PSB) ise *Pseudomonas putida*, *Bacillus lentus* türleri kullanılmıştır. Bakteriler İran tarım topraklarından izole edilmiş ve kabuksuz yağlık kabağın tohumları, ekime hemen başlamadan önce her hektar için 100 g PSB ve 1 litre NFB ile aşılanmıştır. Sonuç olarak en yüksek tohum, yağ ve meyve veriminin NFB + %50 organik gübre uygulamasından elde edildiği kaydedilmiştir.

Elbeshehy ve ark. (2015), kabakta Karpuz Mozaik Virusüne (WMV)'ne karşı PGPR kullanarak dayanıklılığı sera koşullarında incelemişlerdir. B1 ve B2 izolatlarını ayrı ayrı ve birlikte kullanarak kontrol uygulamasıyla karşılaştırmışlardır. B2 izolatı uygulaması, hastalık düzeyini istatistiksel olarak azaltmıştır. Bu hastalığa karşı PGPR uygulamalarının

dayanıklılık potansiyeli oluşturduğu bildirilmiştir.

Sonuçlar ve Yorumlar

Entegre mücadele programları içerisinde bitki aktivatörlerinin ve biyolojik mücadele preparatlarının da kullanımının önemli olduğu gözlenmiştir. Ayrıca bu PGPR'ların ve izolatlarının kabakgiller familyasında hastalık zararlılara karşı kullanımı, bitki büyümesine etkileri, besin elementi alınımı olumlu yönde etkilediği görülmüş olup, dünyada ekonomik önemi olan tüm bitkisel ürünlerde denenerek çiftçi reçetelerinin oluşturulması yetiştiricilik açısından önemli olacaktır. Bununla birlikte kimyasal mücadele sayısının da azaltılabile potansiyeli olduğu düşünülmektedir. PGPR'ların biyolojik mücadele elemanı olma potansiyelleri dışında, organik ve inorganik gübrelerle birlikte kombinasyonlu verilme çalışmalarının da yapılmasıyla bitki gelişim ve meyve parametrelerini olumlu etkileme potansiyeli olduğu ve ayrıca besin içeriği bakımından önemli olan diğer sebze türlerinin de verim ve kalite bakımından olumlu bir etki oluşturduğu düşünülmektedir.

Kaynaklar

Arcak, S., Güven, N. 2004. Biyolojik gübrelemenin sürdürülebilir ekosistemdeki önemi. Türkiye III. Ulusal Gübre Kongresi, Tarım-Sanayi-Çevre, 837-844, Tokat.

Bayram, C.A., 2014. Adıyaman koşullarında bazı bitki aktivatörlerinin Galia C8 ve Kırkağaç 637 kavun çeşitlerinde verim, kalite, bitki büyümesi ve beslenme durumuna etkileri. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Doktora Tezi, 129 s (Basılmamış).

Chen, X.B., Zhang, B.X., Lou, B.G., Li, J.Y., 1999. Effect of plant growth promoting rhizobacteria on disease control of cucumber seedlings. Journal of Zhejiang University (Agriculture and Life Sciences), 25(6):578582, 11.

Chen C., Belanger R.R., Benhamou, N., Paulitz T., 2000. Defense enzymes induced in cucumber roots by treatment with plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) and *Pythium aphanidermatum*. Physiological and Molecular Plant Pathology 56: 13-23.

Dereboylu, A.E., Tort, N., 2009. Bazı bitki aktivatör ve fungusit uygulamalarının *Cucumis sativus* L.(Hıyar) bitkisinde verim-kalite üzerine etkisi. Ç.Ü. Fen Bil.Dergisi, 31(1): 30-42.

Dursun, A., Ekinçi, M., Dönmez, F., 2010. Effects of foliar application of plant growth promoting bacterium on chemical contents, yield and growth of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) and cucumber (*Cucumis sativus* L.). Pak. J. Bot., 42(5):3349-3356.

El-Aal M.M.M., El-Rahman, H.M.A., 2014. Impact of PGPR and inorganic fertilization on growth and productivity of sweet Ananas melon. International Journal of Agriculture Science and Research, 4(3): 11-26.

Elbeshehy, E.K.F., Youssef, S.S., Elazzazy, A.M., 2015. Resistance induction in pumpkin *Cucurbita maxima* L. against watermelon Mosaic Potyvirus by plant growth-promoting rhizobacteria. Biocontrol Science and Technology, 25(5): 525-542.

El-Borollosy, A.M., Oraby, M.M., 2012. Induced systemic resistance against *Cucumber Mosaic Cucumovirus* and promotion of cucumber growth by some plant growth-promoting rhizobacteria. Annals of Agriculture Science (Cairo), 57(2): 121-130.

Fao, 2013. <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/Erişim>: 20 Temmuz 2015.

Gül, A., Özaktan, H., Kıdoğlu, F., Tüzel, Y., 2013. Rhizobacteria promoted yield of cucumber plants grown in perlite under *Fusarium* wilt stress. Oxford, UK, Scientia Horticulturæ, 153, 2225-28.

Habibi, A., Heidari, G., Sohrabi, Y., Badakhshan, H., Mohammadi, K., 2011. Influence of bio, organic and chemical fertilizers on medicinal pumpkin traits. Journal of Medicinal Plants Research, 5(23):5590-5597.

Irannejad, R., Rezadust, S., Rushdi, M., 2011. Evaluation of biological fertilizers potential for providing nitrogen need in pumpkin (*Cucurbita pepo*). Middle-East Journal of Scientific Research, 8(5), 873-879.

Jeffrey, C.A., 2005. New system of *Cucurbitaceae* botanicheskii zhurnal 90: 332-335.

Kıdoğlu, F., Gül, A., Özaktan, H., Tüzel, Y., 2008. Effect of rhizobacteria on plant growth of different vegetables. Acta Horticulturæ, 801:1471-1477.

Kokalis-Burelle, N., Vavrina, C.S., Reddy, M.S., Kloepper, J.W., 2003. Amendment of muskmelon and watermelon transplant media with plant growth-promoting rhizobacteria; effects on seedling quality, disease and nematode resistance. Hort Technology 13: 476-482.

Liu, L., Kloepper, J.W., Tuzun, S., 1995. Induction of systemic resistance in cucumber against

- bacterial angular leaf spot by plant growth promoting rhizobacteria. *Phytopathology* 85: 843-847.
- Maleki, M., Mostafae, S., Mokhtarnejad, L., Farzaneh, M., 2010. Characterization of *Pseudomonas fluorescens* strain CV6 isolated from cucumber rhizosphere in varamin as a potential biocontrol agent. *Australian Journal of Crop Science*, 4(9):676-683.
- Mirik, M., 2005. Biberde bakteriyel leke etmeni *Xanthomonas axonopodispv.vesicatoria*'nın tanılanması ve bitki büyüme düzenleyici rizobakteriler ile biyolojik mücadele olanakları. Doktora Tezi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı 162s.
- Raupach, L.L., Murphy, J.F., Tuzun, S., Kloepper, W., 1996. Induced systemic resistance in cucumber and tomato against cucumber mosaic virus using plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR). *The American Phytopathological Society, Plant Disease*, 80(8): 891-894.
- Raupach, G.S., Kloepper, J.W., 2000. Biocontrol of cucumber diseases in the field by plant growth promoting rhizobacteria with and without methyl bromide fumigation. *American Phytopathological Society (APS Press), St. Paul, USA, Plant Disease*, 84, 10, pp 1073-1075, 28.
- Refai, E.F., Foly, H., Dakhly, O.F., 2010. Growth and yield of zucchini type summer squash (*Cucurbita pepo* L.) fertilized by combined *Azotobacter chroococum* mutants and mineral n-fertilization. *Egypt. J. Agric. Res.*, 88 (1): 241-255.
- Shehata, S.F., El-Borollosy, A.M., 2008. Induction of resistance against Zucchini Yellow Mosaic *Potyvirus* and growth enhancement of squash plants using some plant growth-promoting rhizobacteria. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 2(2): 174-182.
- Shunhua S., Ping W., Baotian, X., Guoyi, G., 2011. Inhibitory effects and control efficacy of *Paenibacillus polymyxa* WY110 on *Fusarium oxysporum* of watermelon. *Asian PGPR Society, Auburn, USA, Plant growthpromotingrhizobacteria (PGPR) for sustainable agriculture. Proceedings of the 2nd Asian PGPR Conference, Beijing, China, 2124 August, pp, 393.*
- Utkhede, R.S., Koch, C.A., Menzies, J.G., 1999. Rhizobacterial growth and yield promotion of cucumber plants inoculated with *Phytium aphanidermatum*. *Canadian Journal of Microbiology* 38: 1270-1273.
- Van Loon, L.C., Bakker, P.A.H.M., Pieterse, C.M.J. 1998. Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria. *Annu. Rev. Phytopathol.* 36: 453- 483.
- Wang, C.J., Yang, W., Wang, C., Gu, C., Niu, D.D., Liu, H.X., Wang, Y.P., Guo, J., 2012. Induction of drought tolerance in cucumber plants by a consortium of three plant growthpromoting rhizobacterium strains Public Library of Sciences (PLoS), SanFrancisco, USA, *PLoS ONE*, 7(12): e52565.
- Wei, G., Kloepper, J.W., Tuzun, S. 1991a. Induction of systemic resistance of cucumber to *Colletotrichum orbiculare* by select strains of plant growth promotingrhizobacteria. *Phytopathology* 81:1508-1512.
- Wei, G., Kloepper, J.W., Tuzun, S., 1991b. Induction of systemic resistance with seed treatment by PGPR strains. *Bulletin SROP. Vol.14 No. 8: 191-194.*
- Yıldırım, E., Ekinci, M., Dursun, A., Karagöz, K., 2015. Plant growth-promoting rhizobacteria improved seedling growth and quality of cucumber (*Cucumis sativus* L.). *International Conference on Chemical, Food and Environment Engineering (ICCFEE'15) Jan. 11-12, Dubai (UAE).*
- Zhao, Q., Shen, Q., Ran, W., Xiao, T., Xu, D., Xu, Y., 2011. Inoculation of soil by *Bacillus subtilis* Y-IVI improves plant growth and colonization of the rhizosphere and interior tissues of muskmelon (*Cucumis melo* L.). *Biology and Fertility of Soils*, 47(5): 507-514.
- Zhang, S., White, M.C., McInroy, J.A., Kloepper, J.W., Klassen, W., 2010. Evaluation of plant growth-promoting rhizobacteria for control of *Phytophthora* blight on squash under greenhouse conditions. *Biological Control.* 53(1):129-135.