

Kükürt Okside Edici Bakteri Aşılmasının Sera Domates Yetiştiriciliğinde Bitki Gelişimi, Verim ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri

Gölgen Bahar Öztekin¹, Yüksel Tüzel¹, Mehmet Ece²

¹Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bornova, İzmir.

²Agrobest Grup Tarım İlaçları Toh. İml. İth. İhr. San. ve Tic. A.Ş. Kemalpaşa, İzmir.

e-posta: golgen.oztekin@ege.edu.tr

Özet

Bu çalışma *Thiobacillus thiooxidans* içerikli biyolojik bir gübre olan Symbion-S kodlu gübrenin sera domates (cv. M 1001 F₁) yetiştiriciliğinde bitki gelişimi, verim ve meyve kalitesi üzerine etkisini ve kullanılan gübrenin farklı dozlardaki etkinliğini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Deneme 2014 yılı kış-yaz döneminde Gaziler Köyü'nde (Kepez-Antalya) polietilen örtülü üretici serasında, topraklı yetiştiricilikte kurulmuştur. Deneme konularını Symbion-S'in (1x10⁹ bakteri hücre/ml) üç dozu [önerilen doz (300 ml/da); önerilen dozun yarısı (150 ml/da) ve önerilen dozun iki katı (600 ml/da)] ile Symbion-S gübresiz (0 ml/da) kontrol grubu oluşturmuştur. Hazır fideler 01.01.2014 tarihinde m²'de 2 bitki olacak şekilde dikilmiş ve kullanılan gübre damlama sistemi ile dikim zamanı ve dikimden 15 gün sonra olmak üzere iki defa uygulanmıştır. Üretim 30.06.2014 tarihinde, bitkiler 6 salkımlı iken sonlandırılmıştır. Tesadüf parselli deneme deseni düzeninde 4 tekrarlı olarak yürütülen araştırmada bitki gelişimi, ilk çiçeklenme zamanı, verim ve kalite değerleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar; biyogübre uygulamasının meyve kalitesinde önemli değişiklikler yaratılmakla birlikte bitki gelişimi yanında toplam ve pazarlanabilir verimi arttırdığını; doz miktarının artışına bağlı olarak verimin arttığını; bu nedenle de önerilen dozun iki katının daha kullanılabildiğini göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Symbion-S, *Thiobacillus thiooxidans*, PGPR, biyogübre

Effect of Sulphur Oxidizing Bacteria Inoculation on Plant Growth, Yield and Fruit Quality of Tomato Grown in Greenhouse

Abstract

The experiment was conducted to determine the effect of coded Symbion-S as bio-fertilizer containing *Thiobacillus thiooxidans* on plant growth, yield and fruit quality of tomato plants (cv. M 1001 F₁) grown in greenhouse conditions and to determine the efficiency of different doses of Symbion-S. The study was carried out under polyethylene (PE) covered greenhouse in Gaziler Village (Kepez-Antalya) during the winter-summer season of 2014. Treatments of experiment were composed of three different doses of Symbion-S (1x10⁹ bacterial cells ml⁻¹) [suggested dose (D, 300 ml da⁻¹), half of suggested dose (D/2, 150 ml da⁻¹) and two fold of suggested dose (Dx2, 600 ml da⁻¹), and non-inoculated plants (0.0 ml da⁻¹) as control group. All plants were transplanted on January 1, 2014 as 2 plants per m². Symbion-S was applied twice: at transplanting time and 15 days after transplanting via irrigation lines. The experiment was terminated on June 30, 2014 when plants were at the 6th trusses stage. The experimental design was randomized parcel with 4 replicates and parameters related to plant growth, first flowering time, yield and fruit quality were determined. The results showed that although fruit quality did not change significantly; plant growth, total and marketable yield increased by the application of biofertilizer; yields increased with increasing doses and the application of two fold of suggested dose was found the most appropriate dose.

Keywords: Symbion-S, *Thiobacillus thiooxidans*, PGPR, biofertilizer

Giriş

Tüm canlı organizmaların temel besin ihtiyacı olan kükürt (S), bitki gelişimi, büyümesi ve ürün kalitesi için önemli bir besin elementidir. Kükürt, sistein ve methionin gibi amino asitlerin ve dolayısı ile proteinin temel elemanlarından biridir. Ürün kalitesini önemli ölçüde etkileyen glutation gibi bileşiklerin sentezlenmesinde önemli bir role sahiptir. Kükürt bitkide klorofil sentezi ve ferredoksinin yapısında da önemli rol oynamaktadır (Zhao ve

ark., 1999). Ayrıca metabolizma olaylarında önemli rol oynayan koenzim A, tiamin (B1 vitamini) ve biotin (H vitamini) yapısında yer almaktadır (Güneş ve ark., 2000). Kükürt yetersizliğinde ürün miktarı ve kalitesi düşmekte; kök hidrolik geçirgenliği ve stoma açıklıkları azalmakta; yapraklarda küçülme görülmekte; özellikle yaprak hücreleri, kloroplast sayısı ve fotosentez miktarında oranında azalma görülmektedir (Scott ve ark.,1984; Marschener, 1995; McGrath ve Zhao,

1996; Mengel ve Kirkby, 2001). Bitkide kükürt noksanlığında nitrat indirgenmesinde önemli rol oynayan, nitrat redüktaz enzimi işlevini gerçekleştirememekte ve proteinlere bağlı olmayan azot birikimi (amid ve nitratlar) görülmektedir (Ergle ve Eaton, 1951).

Toprakta toplam kükürt oranı %0.006 olup, bu oranın %80-90'ını organik bileşiklerde bulunan kükürt; %10-20'sini ise inorganik kükürt ve bileşikleri [elementer kükürt (S^0), sülfürler (S^{2-}), sülfidler (SO_3^{2-}), sülfatlar (SO_4^{2-})] oluşturmaktadır. Bitkiler gerekisinin duydukları kükürdün büyük bir kısmını kökleri ile toprak çözeltisinden sülfat (SO_4^{2-}) iyonu şeklinde alırlar. Ancak elementer kükürtün bitkiler tarafından alınabilmesi ve toprak pH'sını düşürebilmesi için sülfat oksidasyonunun gerçekleşmesi gerekmektedir (McGrath ve ark., 2000). Bitkiler için direkt kükürt kaynağı olan sülfat (SO_4^{2-}), topraktaki toplam kükürdün %5'i kadardır (Kacar ve Katkat, 1998).

Topraktaki kükürt döngüsü mobilizasyon, mineralizasyon, immobilizasyon, oksidasyon ve indirgenme yoluyla olmaktadır. Organik maddeler parçalandığında hücre öz suyunda bulunan SO_4^{2-} kısa süre içerisinde toprak çözeltisine geçmekte ve bitkiler tarafından alınabilir hale gelmektedir. Diğer yandan proteinlere bağlı bulunan kükürt ise aerobik koşullar altında topraktaki bulunan mikroorganizmalar tarafından H_2S 'e indirgenir. Oluşan H_2S ise yine aerobik koşullar altında ileri derecede oksidasyona uğrayarak bitkiler tarafından kullanılabilir SO_4^{2-} şekline dönüşür (Kacar ve Katkat, 1998).

Toprakta kükürdün abiyotik oksidasyonu sınırlı ölçüde olup, mikrobiyal reaksiyonların bu sürece egemen olduğu bilinmektedir. Kükürt oksidasyonunda fotoototrof (mor ve yeşil kükürt bakterileri) ve tarımsal topraklarda oksidasyonda büyük oranda yer alan kemoototrof ve kemoheterotrof bakteriler yer almaktadır. Kükürdün oksidasyonundan büyük ölçüde oksijenli şartlarda (aerob) çalışan kemotrofik bakteriler (Örn. Thiobacillusler) sorumludurlar. Thiobaciller toprakta mevcut organik karbon miktarından bağımsız olarak kükürt oksitleyebilirler ve oksitleme hızları bu işi yapan diğer bazı Arthobacter, Bacillus, Micrococcus, Pseudomonas gibi bakteriler, Actinomisetler ve geniş dağılım gösteren funguslara göre çok daha fazladır. Thiobacillerin bulunmadığı topraklarda

kükürt oksidasyon oranı genellikle düşüktür ve bu organizmalar ile inoküle olmuş topraklarda kükürt oksidasyon oranı hızla artış göstermektedir (Germida, 1998).

Thiobacillus bakterileri içerisinde en etkin olanı asidofilik ve zorunlu ototrofik bir bakteri olan *Thiobacillus thiooxidans* bakterisidir. *T. thiooxidans* indirgenmiş inorganik kükürt bileşiklerini oksitleme kapasitesindedir. Enerjisini kükürt bileşiklerini indirgeyerek ve atmosferdeki CO_2 'i sabitleyerek elde etmektedir (Jin ve ark., 1992). Kükürdün bakteriler tarafından oksidasyona uğratılması sonucu meydana gelen sülfirik asit topraktaki suda ayrışarak hidrojen (H^+) iyonu meydana getirir. Bitki kökleri tarafından hidrojen iyonu alınmadığı için ortamda miktarı artar ve toprakların pH değerlerinin azalmasına neden olur. Ancak elementer kükürtün bitkiler tarafından alınabilmesi için söz konusu düşük pH miktarına ihtiyaç duyulmaktadır (Kacar ve Katkat, 1998).

Yapılan çalışmalar bitki yetiştirme ortamında kükürt bulunmasının bitkide fizyolojik olayları etkilediğini; verim ve bitki türüne göre kaliteyi artırdığını göstermektedir. Kükürt uygulanan toprakta yetiştirilen baklalarda verim, kök gelişimi, Cu ve Zn alımı artmış, kükürt toprak pH'sını düşürürken yüzey toprağının alınabilir P_2O_5 ve SO_4^{2-} düzeyini arttırmıştır (Hilal ve ark., 1992). Grendy ve ark. (1995) bakla üzerine kükürt uygulamalarının etkisini araştırmak amacıyla kurdukları tarla denemesinde, artan kükürt uygulamaları ile bitkinin P ve N alımı, tohum verimi, protein içeriği, topraktaki yararlanılabilir P_2O_5 ve toplam N düzeyinin arttığını bildirmişlerdir. Buğdayda yeterli kükürt düzeylerinde ürün gelişimi, dane büyüklüğü ve danedeki kükürt içeren amino asitlerin düzeyinde artış elde edilmiştir (Zhao ve ark., 1999). Zörb ve ark., (2009) kükürt yetersizliğinde buğday dane üretiminde %70'e yakın oranda azalma olduğunu; buğday danesindeki N:S oranı, protein içeriği ve kükürt konsantrasyonu üzerine kükürt gübrelemenin önemli etki yaptığı sonucuna varmışlardır. Şeker kamışında yapılan çalışmalar, kükürt yetersizliğinde şeker kamışı üretimi ve kalitesinde ciddi değişiklikler olduğunu göstermiştir. Kükürt eksikliğinde klorofil içeriği, karotinoid, yaprak yüzey alanı, stomal ve epidermal hücreler terleme oranı ve yaprak su

potansiyeli azalmıştır. Fotosentezdeki ve bitki su durumundaki değişimden dolayı verim azalması görülmüştür (Kastori ve ark., 2000).

Kükürt yönünden fakir olan topraklarımızda ilaveten kükürt gübrelenmesi yapılmasının maliyeti, ticari gübrelerin çevreye olumsuz etkileri ve topraktaki elementer kükürdün bitkiler tarafından alınabilir kükürt formuna dönüşmesinde kemotrofik bakterilerin en hızlı ve etkin olması kimyasal gübrelere karşı biyolojik alternatiflerin kullanımını gündeme getirmiştir (Çakmakçı, 2005). Bunlara ilaveten tarımda sürdürülebilirliği sağlamak ve toprak verimliliğini arttırmak amacıyla da son yıllarda besin elementi döngüsünde yer alan mikroorganizmalardan biyolojik gübre olarak yararlanıldığı görülmektedir (Çakmakçı ve ark., 2008). Bu amaçla *T. thiooxidans* bakterilerinin kükürt oksidasyonu için kullanılması önerilmekte; ancak bahçe bitkilerinde *T. thiooxidans* uygulaması ve etkisi ile ilgili çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir.

Yürütülen bu çalışmada kükürt çözücü ve bitki gelişimini teşvik eden bir bakteri olan *T. thiooxidans* içeren ve ticari bir biyolojik gübre olan Symbion-S'nin serada domates yetiştiriciliğinde bitki gelişimi, verim ve meyve kalitesine etkilerini belirlemek; ayrıca Symbion-S biyolojik gübresinin farklı kullanım dozlarında etkinliğini belirlemek amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma 2014 yılında, Gaziler Köyü'nde (Kepez-Antalya), PE örtülü, Kuzey-Güney yönünde kurulmuş, 12 tünelli (3 da), soba ile ısıtmalı üretici serasının 1 dekarlık alanında yürütülmüştür. Bitkisel materyal olarak M 1001 F₁ (AG Tohum, Antalya) domates çeşidi kullanılmıştır. Denemede Agrobrest Grup (Kemalpaşa, İzmir)'dan temin edilen ve içeriğinde kükürt çözücü bir bakteri olan *Thiobacillus thiooxidans* (Syn. *Acidithiobacillus thiooxidans*) (1×10^9 bakteri hücresi/ml) bulunan Symbion-S kodlu biyolojik gübre kullanılmıştır. Deneme konularını Symbion-S'in üretici firma tarafından önerilen dozu (D, 300 ml/da); önerilen dozun yarısı (D/2, 150 ml/da); önerilen dozun iki katı (Dx2, 600 ml/da) ve Symbion-S gübresiz (Kontrol, 0 ml/da) oluşturmuştur.

Hazır fide firmasından (İstanbul Fide, Antalya) temin edilen fideler 01.01.2014 tarihinde m²'de 2 bitki (120x80x50 cm) olacak

şekilde dikilmişlerdir. Denemede kullanılan Symbion-S gübresi tüm yetiştiricilik dönemi boyunca (damla sulama sistemi aracılığıyla) dikimle beraber ve dikimden 15 gün sonra olmak üzere 2 defa kullanılmıştır. Yetiştirme süresince bitkilerin bakım işlemleri (askıya alma, sardırma, budama, hastalık ve zararlı mücadelesi, sulama, hasat) zamanında yapılmıştır. Bitkilerin sulanması damla sulama yöntemi ile yapılmış, bitkilerin ihtiyacı olan su, bitkiye dayalı gözlem esasına göre uygulanmıştır. Bitkilere üretici uygulaması doğrultusunda dikimden çiçeklenme dönemine kadar 5-6 gün ara ile NPK:15-30-15 (3 kg/da) + humik-fulvik asit (2 L/da) + kombi iz element (200 g/da); çiçeklenmeden meyve tutumuna kadar 3-4 gün ara ile NPK: 18-18-18 (3 kg/da) + kombi iz element (100 g/da) ve meyve tutumundan hasada kadar olan sürede de 4-5 gün ara ile NPK:16-8-24 (3 kg/da) + magnezyum sülfat (1 kg/da) gübreleri damla sulama sistemi ile verilmiştir. Üretim 30.06.2014 tarihinde, bitkiler 6 salkımlı iken sonlandırılmıştır.

Bitkilerde ilk çiçeklenme (ilk çiçek salkımında %50 çiçek açımının görüldüğü dikimden sonraki gün sayısı) ve hasat tarihleri kaydedilmiştir. Hasatlar 05.06.2014 tarihinde başlamış ve her hasatta (20 bitki/tekerrür) elde edilen meyvelerin ağırlıkları alınarak toplam verim (kg/m²), toplam verim değerlerinden hastalıklı, fizyolojik bozukluk gösteren ve meyve çapı 7 cm'den küçük olan meyveler çıkartılarak pazarlanabilir verim (kg/m²) değerleri hesaplanmıştır. Hasatlarda toplanan meyveler çeşit özelliğine bağlı kalınarak çaplarına göre I. (>7.0 cm) ve II. (≤7.0 cm) sınıf olarak ayrılmış; sayıları ve ağırlıkları alınarak bitki başına meyve sayısı (adet/bitki) ve ortalama meyve ağırlıkları (g/meyve) belirlenmiştir.

27.06.2014 tarihinde yapılan hasatta meyvelerin çapı (cm) ve et sertliği (N) ölçülmüş, meyvelerin yaş ağırlıkları alınarak, 65°C'lik etüvde kurularak tartılarak kuru ağırlıkları [KA (g)] belirlenmiştir. Daha sonra parçalayıcı yardımı ile elde edilen meyve suyunda toplam suda çözünebilir kuru madde [TSÇKM (%)], titre edilebilir asit [TA (mval/100 ml)], vitamin C (mg/100 ml) miktarı ile elektriksel iletkenlik [EC (dS/m)] ve pH değerleri belirlenmiştir. Seçilen meyvelerin rengi renk ölçerle ölçülmüş, L [parlaklık (L)], a (pozitif a kırmızı, negatif a

yeşil) ve b (pozitif b sarı, negatif b mavi) değerleri belirlenmiştir.

Üretim dönemi sonunda örnek bitkilerde bitki boyu (cm); gövdenin orta yerinden gövde çapı (mm) ölçülmüş; daha sonra sökülen bitkilerde (n=20) toplam vejetatif (yaprak, gövde ve salkım) ve generatif (meyve) aksam yaş ve kuru ağırlıkları (g) belirlenmiştir.

Tesadüf parseli deneme deseni düzeninde 4 tekrarlı olarak yürütülen araştırmadan elde edilen veriler, SPSS (sürüm 16.0) istatistik paket programında deneme desenine uygun olarak değerlendirilmiştir. Ortalamalar arasındaki farklılıkları belirlemek için %5 önem düzeyinde Duncan testi kullanılmıştır.

Bulgular

Bitki Gelişimi

Symbion S biyogübresinin bitki vejetatif yaş ağırlığı üzerine etkisi (P=0.766) hariç, diğer ölçülen tüm gelişim parametreleri üzerine etkisi önerilen doz (D) ve iki katı uygulamasında (Dx2) etkili bulunmuştur (0.000≤P≤0.050). Bitki boyu, gövde çapı, vejetatif (yaprak, gövde, salkım) ve generatif (meyve) aksam yaş ve kuru ağırlıkları en yüksek Dx2 uygulamasından elde edilmiş; D uygulaması bitki boyu, gövde çapı ve vejetatif kuru ağırlıkta Dx2 uygulaması ile aynı istatistiksel grupta yer almıştır. D/2 ve kontrol uygulamaları genellikle aynı istatistiksel grupta yer almış; D ve Dx2 uygulamalarından sonra gelmiştir. En düşük bitki gelişim verileri kontrol uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 1).

Verim

Farklı dozlarda Symbion-S biyogübre uygulamasının ilk çiçeklenme tarihi, toplam ve pazarlanabilir verim, I.ve II. sınıf meyve sayısı ile I. ve II. sınıf meyvelerde ortalama meyve ağırlığı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli (0.000≤P≤0.050) bulunmuştur. İlk çiçeklenme tarihi en erken 21.3 gün ile Dx2 ve 22.0 gün ile D uygulamalarından alınırken, D/2 ve kontrol uygulaması 23.8 ve 24.0 gün ile daha geç çiçeklenme göstermişlerdir. Toplam verim 12.56 ile 13.05 kg/m²; pazarlanabilir verim 11.49 ile 12.08 kg/m² arasında değişmiş, Dx2 uygulamasındaki bitkiler en yüksek verim değerlerini verirken, kontrol grubundakiler en düşük değerlere sahip olmuştur. Symbion-S uygulamasında doz miktarı arttıkça alınan verim miktarı artmıştır. Dx2 konusuna ait bitkilerde I. sınıf meyvelerin sayısı daha fazla olmuş, Dx2

uygulamasını sırası ile D, D/2 ve kontrol bitkileri izlemiştir. Tam tersi durum II. sınıf meyve sayısında görülmüş; kontrol grubundaki bitkilerde bu tür meyveler fazla olurken D ve Dx2 konusundaki bitkilerde daha az olmuştur. I. kalite meyvelerde ortalama meyve ağırlığı 155.1 g olup; Symbion-S uygulamasında doz miktarı arttıkça meyve ağırlığının arttığı görülmüştür. II. sınıf meyvelerde ise ortalama meyve ağırlığı 114.6 g olmuş; D/2 uygulamasında 109.2 g ile en düşük meyve ağırlığı elde edilmiştir. Kontrol grubu meyveleri 118.5 g ile en fazla II. sınıf meyve ağırlığına sahip olmuştur (Çizelge 2).

Meyve Kalitesi

Symbion-S biyogübresinin farklı doz uygulamasının meyve suyu TA değeri hariç ölçülen diğer tüm meyve kalite parametreleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. D uygulamasında meyveler daha yüksek TA ve EC değerine sahip olmuştur; Symbion-S dozu arttıkça (Dx2) meyve daha kırmızı olmuş; TSÇKM, pH ve Vitamin C içeriği artma eğilimi göstermiştir. Kontrol uygulamasında ise meyveler Symbion-S uygulamalarına göre daha sert olup, daha fazla KA'a sahip olmuştur (Çizelge 3).

Tartışma ve Sonuç

Bitkilerin büyüme ve gelişmesi için gerekli olan makro besin elementlerinden biri olan; toprakta doğal olarak bulunmasına rağmen formu nedeni ile bitkiler tarafından faydalanma oranı düşük olan kükürt, uygulandığında bitkilerin bu besin maddesinden daha fazla yararlanmasına yardımcı olan biyolojik gübreler ile bitkiye kazandırılabilir. Bu bağlamda kükürt okside edici ve bu yönüyle de bitki gelişimini teşvik eden bir bakteri olan *Thiobacillus thiooxidans* içeren ve üretici firma tarafından "Symbion-S" kodu ile anılan biyolojik gübre, Antalya'da üretici koşullarında serada domates yetiştiriciliğinde denenmiştir. Biyolojik gübrenin farklı dozlarının kullanımının bitki gelişimi, verim ve meyve kalitesine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen bu çalışmada; bitki gelişimi ve verimin teşvik edildiği görülmüştür.

Yürütülen çalışmada Dx2, D ve D/2 uygulamaları kontrole göre bitki boyunu sırası ile %5.6, 3.2 ve 1.8; gövde çapını %12.7, 8.0 ve 2.1; vejetatif yaş ve kuru ağırlığını %3.1, 2.2, 1.8 ve %6.8, 4.7, 3.3; generatif yaş ve kuru

ağırlığını %14,4, 6,3, 5,7 ve %18,6, 8,9, 7,4 oranlarında artırmıştır. Bu sonuçlar Symbion-S biyogübresinin kullanım dozunun artması ile toplam ve pazarlanabilir verimin arttığını göstermiştir. Dx2, D ve D/2 uygulamaları kontrole göre toplam verimi sırası ile %3,9, 1,9 ve 0,7; pazarlanabilir verimi ise %5,2, 2,7 ve 1,3 oranlarında artırmıştır. Doz miktarının artması ile bitkideki meyve sayısı ve ağırlığı artmış, bu da verim değerlerinde artışa neden olmuştur. *T. thiooxidans*'ın topraktaki elementer kükürdü bitkiler tarafından alınabilir sülfata okside ederek (McGrath ve ark., 2000), alınan kükürdün bitki gelişimini teşvik ederek verimi arttırdığı düşünülmektedir. Nitelik değişik türlerde yapılan çalışmalarda elde ettiğimiz sonucu doğrular nitelikte olmuştur (Grendy ve ark., 1995; Zhao ve ark., 1999; Zörb ve ark., 2009).

Kükürt okside edici bakterilerin meyvesi yenilen ürünlerde meyve kalitesi üzerine etkileri ile çok fazla çalışma yapılmamıştır. Bu konuda yürütülen çalışmaların çoğu tarla bitkilerinde yürütülmüş olup bitki gelişimi, dane verim ve kalitesi, besin maddesi alınımı ve fizyolojik değişimler yönünde olmuştur. Araştırmadan elde ettiğimiz kalite sonuçları konuyla ilgili çalışmalara öncülük edebilecek nitelikte olmaktadır. Her ne kadar uygulamaların meyve suyu TA değeri hariç diğer tüm meyve kalite parametreleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuş olsa da, Symbion-S dozu arttıkça meyve daha kırmızı olmuş; TSÇKM, pH ve Vitamin C içeriği artma eğilimi göstermiştir. Germida (1998) Thiobacillerin inoküle edildiği topraklarda kükürt oksidasyonunun daha hızlı olduğunu ve oluşan sülfatın bitkiler tarafından kullanım oranının fazla olduğunu belirtmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen kalite sonuçları domates için belirlenen sınırlar ile de paralellik göstermiştir (Artes ve ark., 1999; Karataş ve ark., 2005).

Elde ettiğimiz tüm sonuçlar beraber değerlendirildiğinde, Symbion-S gübresinin temelini oluşturan *T. thiooxidans* varlığı nedeni ile özellikle verim ve bitki gelişimini arttırdığı; kullanılan doz miktarı arttıkça bu artışın daha da fazla olduğu belirlenmiştir. Günümüzde tarımda kullanılan yoğun kimyasalların toprak kalitesine olan olumsuz etkisini azaltabilmek; enerji fiyatlarındaki artışa bağlı olarak kükürtlü gübre fiyatlarındaki artışı elemine etmek ve besin elementlerin bitkiler tarafından alınabilirliğini

artırabilmek için söz konusu bakterilerin sürdürülebilir ve organik tarımda biyogübre olarak kullanımları tavsiye edilmektedir. Bu bağlamda da Symbion-S biyogübresinin 600 ml/da'lık uygulama dozu önerilmektedir.

Teşekkür

Denemenin yürütülmesinde sağladığı maddi kaynak nedeni ile Agrobrest Grup'a ve Güvercin Gübre Ltd. Şti'ne teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynaklar

- Artes, F., Conesa, M.A., Hernandez, S., Gil, M.L., 1999. Keeping quality of fresh-cut tomato. *Postharvest Biol. Tech.*, 17:153-162.
- Çakmakçı, R., 2005. Bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerin tarımda kullanımı. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, 36(1): 97-107.
- Çakmakçı, R., Erdoğan, Ü., Turan, M., Öztaş, T., Güllüce, M., Şahin, F., 2008. Bitki gelişimini teşvik edici bakteri ve gübre uygulamalarının buğday ve arpa gelişme ve verimi üzerine etkisi. 4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi, 8-10 Ekim 2008, Konya.
- Ergle, D.R., Eaton, F.M., 1951. Sulphur nutrition of cotton. *Plant Physiology*, 26(4): 639-654.
- Germida, J.J., 1998. Transformations of sulfur. pp. 346-368. In D.M. Sylvia, J.J. Furrhmann, P.G. Hartel, D.A. Zuberer (Eds.) *Principles and Applications of Soil Microbiology*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ..
- Grendy, E.N., El-Raies, S.A.A., Rheem, M.A.A., 1995. Effect of number of irrigations and sulphur application on broad been growth and yield. *Egyptian J. Soil Sci.*, 35(3):379-393.
- Güneş, A., Alpaslan, M., İnal, A., 2000. Bitki Besleme ve Gübreleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Yayın No: 1514, Ankara, s.579.
- Hilal, M.H., Abdel- Fattah, A., Korkor, S.A., 1992. Effect of fine and granular sulphur application on root depth and yield of Lupinus in sandy Soils. *Proceeding Middle East Sulphur Symposium 12-16 Feb. Cairo, Egypt*, (Edited by Hilal, M.S.), Washington, USA 207-216.
- Jin, S.M., Yan, W.M., Wang, Z.N., 1992. Transfer of IncP plasmids to extremely acidophilic thiobacillus thiooxidans. *Applied and Environmental Microbiology*, 58(1):429-430.
- Kacar, B., Katkat, A.V., 1998. Bitki Besleme. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 127, Bursa.
- Karataş, A., Padem, H., Ünlü, H., Ünlü, H., 2005. Sera ve tarla koşullarında yetiştirilen bazı sırık domates çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerini karşılaştırılması. Süleyman Demirel Üniv., Fen Bil. Ens. Der., 9(2):42-49.

- Kastori, R., Plesnicar, M., Arsenijevic-Maksimovic, I., Pankovic, D., Sakac, Z., 2000. Photosynthesis, chlorophyll fluorescence, and water relations in young sugar beet plants as affected by sulfur supply. *J. Plant Nut.*, 23(3) 1049-1073.
- Marschener, H., 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd ed. Academic Press. 889 p.
- McGrath, S.P., Zhao, F.J., 1996. Sulphur uptake, yield responses and the interactions between nitrogen and sulphur in winter oilseed rape (*Brassica napu*). *J. Agric. Sci.*, 126:53-62.
- McGrath, S.P., Zhao, F.J., Blake-Kalff, M.M., 2002. History and outlook for sulphur fertilisers in Europe. Proc. No.497, International Fertiliser Society, York, U.K.
- Mengel, K., Kirkby, E.A., 2001. Principles of Plant Nutrition. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. 849s.
- Scott, M.N., Dyson, P.W., Ross, J., Sharp, G.S., 1984. The effect of sulphur on the yield and chemical composition of winter barley. *J. Agric. Sci.*, 103:699-702.
- Zhao, F.J., Hawkesford, M.T., Mcgrath, S.P., 1999. Sulphur assimilation and effects on yield and quality of wheat. *J. Cereal Sci.*, 30:1-17.
- Zörb, C., Steinfurth, D., Seling, S., Langenkämper, G., Koehler, P., Wieser, H., Lindhauer, M.G., Mühlhling, K.H., 2009. Quantitative protein composition and baking quality of winter wheat as affected by late sulfur fertilization. *J. Agric. Food Chem.*, 57:3877-3885.

Çizelge 1. Farklı dozlarda kullanılan Symbion-S biyogübresininin bitki gelişimine etkisi.

Bitki boyu	Gövde çapı	Vejetatif yaş ağırlık	Vejetatif kuru ağırlık	Generatif yaş ağırlık	Generatif kuru ağırlık		
(cm/bitki)	(cm/bitki)	(g/bitki)	(g/bitki)	(g/bitki)	(g/bitki)		
D	172.2 ab	1.64 ab	1747.5	395.0 ab	5796.5 b	1310.3 b	
D/2	169.8 b	1.55 bc	1740.0	389.7 ab	5768.0 b	1292.1 bc	
Dx2	176.3 a	1.71 a	1762.5	403.0 a	6243.0 a	1427.7 a	
Kontrol	166.9 b	1.52 c	1710.0	377.2 b	5455.2 b	1203.3 c	
	<i>P</i>	<i>0.016</i>	<i>0.004</i>	<i>0.766</i>	<i>0.050</i>	<i>0.008</i>	<i>0.001</i>

Çizelge 2. Symbion-S biyogübre dozlarının verim değerleri üzerine etkisi.

Uygulama ¹	İlk çiçeklenme (gün)	Toplam verim (kg/m ²)	Pazarlanabilir verim (kg/m ²)	Meyve Sayısı		Ort. Meyve Ağırlığı	
				I. Sınıf (adet/bitki)	II. Sınıf	I. Sınıf (g/meyve)	II. Sınıf
D	22.0 b	12.80 b	11.79 b	37.9 b	4.3 bc	155.3 a	116.5 a
D/2	23.8 a	12.64 c	11.64 c	37.5 c	4.6 a	155.1 ab	109.2 b
Dx2	21.3 b	13.05 a	12.08 a	38.9 a	4.2 c	155.4 a	114.2 a
Kontrol	24.0 a	12.56 c	11.49 d	37.2 d	4.5 ab	154.5 b	118.5 a
	<i>P</i>	<i>0.000</i>	<i>0.000</i>	<i>0.000</i>	<i>0.028</i>	<i>0.029</i>	<i>0.007</i>

Çizelge 3. Symbion-S biyogübre dozlarının bazı meyve kalite parametreleri üzerine etkisi.

Uygulama ¹	L	Renk		Sertlik (N)	KA (%)	TŞÇKM (%)	TA (mval/100 ml)	EC (dS/m)	pH	Vit. C (mg/100 ml)	
		a	b								
D	39.2	25.9	24.6	32.1	4.8	3.8	3.56 a	3.98	4.70	12.1	
D/2	39.6	26.6	25.4	37.9	5.0	3.8	3.39 ab	3.91	4.72	11.0	
Dx2	39.2	26.7	25.1	37.7	4.9	3.9	3.31 ab	3.95	4.73	12.4	
Kontrol	39.1	25.6	24.5	38.1	5.2	3.7	3.13 b	3.72	4.71	11.1	
	<i>P</i>	<i>0.567</i>	<i>0.404</i>	<i>0.392</i>	<i>0.132</i>	<i>0.306</i>	<i>0.731</i>	<i>0.040</i>	<i>0.507</i>	<i>0.503</i>	<i>0.765</i>

Önerilen doz (D):300 ml/da, önerilen dozun yarısı (D/2): 150 ml/da, önerilen dozun iki katı (Dx2):600 ml/da