



www.ziraat.selcuk.edu.tr/dergi

Selçuk Üniversitesi
Ziraat Fakültesi Dergisi 21 (42): (2007) 59-63



PATOJEN OLMAYAN FUSARIUM TÜRLERİ İLE DOMATESTE FUSARIUM KÖK ÇÜRÜKLÜĞÜ HASTALIĞININ BİYOLOJİK KONTROLÜ ÜZERİNDE BİR ARAŞTIRMA

Fahri YİĞİT¹

Kerziban ARIKAN¹

Yasemin Y. BALABAN¹

¹Muğla Üniversitesi Fethiye A.S.M.K. Meslek Yüksekokulu, 48300 Fethiye/MUĞLA

ÖZET

Domateste *Fusarium* kök boğazı ve kök çürüklüğü hastalığını patojen olmayan *Fusarium* türleri ile kontrol etmek amacıyla farklı Gramineae türleri ve domates bitkilerinin rizosferlerinden izole edilen 40 farklı patojen olmayan *Fusarium* izolatları saksı denemesi şeklinde test edilmiştir. Perlit-kepek ortamında yetiştirilen patojen saksı toprağına 1/19 oranında bulaştırılmıştır. İnokulasyondan iki gün sonra domates fidelerinin kökleri her bir antagonistin spor solüsyonu içine (yaklaşık 10^8 cfu/ml) daldırılarak bulaşık saksı toprağına dikilmiştir. 10 hafta sonra 0-4 skalası kullanılarak yapılan değerlendirmede D18, G39, G5, D8, D23, D25 ve D38 izolatları hastalığı diğerlerine göre daha iyi kontrol etmiştir. Test edilen izolatlardan D8, G5, G39 ve D18 hastalığı sırasıyla %34.6, 46.4, 64.2 ve 69.6 oranında kontrol altına almıştır. Elde edilen sonuçlara göre farklı konukçulardan izole edilen antagonistlerin domateste biyokontrol ajanı olarak kullanılabilceğini göstermektedir. İn vitro koşullarında test edilen ajanlar patojene karşı etkin antagonistik etki göstermemiş olması nedeniyle etki mekanizmasının konukçu dayanıklılığının uyarılması ve rekabetten kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Patojen olmayan *Fusarium*, domates, kök çürüklüğü, biyolojik kontrol.

INVESTIGATION ON THE BIOLOGICAL CONTROL OF FUSARIUM ROOT ROT IN TOMATO BY NONPATHOGEN FUSARIUM SPP.

ABSTRACT

To control the *Fusarium* crown and root rot by nonpathogen *Fusarium* spp., 40 diversity isolates of nonpathogen *Fusarium* spp., from roots of various plants belonging Gramineae and healthy tomato were tested as pot experiment. Pot soil was artificially infested with pathogen fungi grown on perlite-bran medium at 1/19 (v/v). Two days after inoculum, tomato seedlings were planted in infested pot soil by dipping the plant roots at transplant in a conidial suspension (10^8 cfu/ml). After ten weeks using 0-4 scale, isolates D18, G39, G5, D8, D23 and D25 of tested nonpathogen fungi significantly controlled the disease compared to others. Of tested isolates, D8, G5, G39 and D18 controlled the disease by 34.6%, 46.4%, 64.2% and 69.6%, respectively. The results showed that, antagonists isolated from different host would be used as biocontrol agents in disease control in tomato. Because of there was no effective antagonistic effect in dual culture, it was suggested that, mode of action of nonpathogen *Fusarium* spp. tested would be attributed to induced systemic resistance and competition.

Keywords: Nonpathogen *Fusarium*, tomato, root rot, biological control.

GİRİŞ

Örtüaltı domates yetiştiriciliğinde en büyük sorunlardan biri, toprak kaynaklı hastalıklardır. Bunlardan biri kök çürüklüğü hastalığıdır. Kök çürüklüğü ise kompleks bir hastalık olup, bir tek patojen tarafından oluşturulabileceği gibi birden fazla patojen tarafından da oluşturulabilmektedir. Hastalığın oluşumunda etkili olan faktörler ise toprağın nemi, sıcaklığı, toprağın yapısı, organik madde içeriği, taban suyu seviyesi ve patojenin inokulum potansiyelidir.

Kök çürüklüğü etmenlerinden *Fusarium* spp. en yaygın patojenlerden biridir. Bunların başında ise *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis* gelmektedir. Bu hastalık etmenlerine karşı da yapılan bilinçsiz ilaçlama çevre ve insan sağlığını tehdit eder boyutlara ulaşmıştır. Üreticilerin de kimyasal mücadeleden kesin ve kısa sürede aldıkları sonuçlar onları uzun yıllar kimyasal savaşımdan koparamamıştır. Tarımsal mücadele denince üreticilerin ilk aklına gelen kimyasal savaşım olmuştur. Tarımsal mücadelede kullanılan birçok pestisit çevre ve insan sağlığı açısından son derece risklidir. Bunlardan bazıları toprakta uzun süre

kalabilmekte, buralardan yeraltı sularına karışabilmektedir. Bazıları ise besin zinciri ile insanları etkilemektedir. Tüm bu olumsuzlukları gidermenin yolu, bitki hastalık ve zararlılarıyla mücadelede biyolojik savaşımı, kültürel önlemleri ve dayanıklı bitki ıslahının, kimyasal savaşımın alternatif olarak benimsenmesiyle mümkün olacaktır.

Gerek domateste gerekse diğer kültür bitkilerinde yapılan çalışmalarda *Fusarium* kök çürüklüğüne karşı benzer çalışmalar yapılmış ve başarı elde edilmiştir (Sneh, 1998). Örneğin Fesleğinde *Fusarium oxysporum* f.sp. *tabaci* ve siklamende *Fusarium* solgunluğuna karşı antagonistik *Fusarium* spp. sera koşullarında uygulanarak hastalık çıkışında önemli derecede azalma tespit edilmiştir (Minuto *et al.*, 1995; Minuto *et al.*, 1997).

Birçok ülkede çeşitli konukçu varyetelerinde *Fusarium* solgunluğunu baskılayıcı topraklar rapor edilmiştir (Larkin *et al.*, 1993). Bu topraklarda yeterli patojen inokulumuna rağmen hastalık şiddeti oldukça düşük çıkmıştır. Bu toprakların yapısı incelendiği zaman, bunun nedeninin mikrobiyal orijinli olduğu tespit edilmiştir. Burada çeşitli mikroorganizmaların

fonksiyonu olduğu belirlenmesine rağmen, en önemli mikrobiyal ajanın patojenik olmayan *Fusarium* türlerinin ve fluorescent *Pseudomonas* türleri olduğu tespit edilmiştir (Alabouvette *et al.*, 1993). Yine iki önemli suprasif topraklarda yapılan araştırmada, hastalığı baskı altına alınmasına neden olan en önemli grubun patojenik olmayan *F. oxysporum* ırklarının olduğu tespit edilmiştir (Smith and Snyder, 1971; Kloepper *et al.*, 1980; Scher and Baker, 1980; Sneh *et al.*, 1984).

Yapılan bir çalışmada, domateste *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici*'ye karşı patojen olmayan *Fusarium*'ların toprağa ve enfeksiyon bölgesine uygulanması sonucu bu hastalığın biyolojik kontrolü sağlanmıştır (Louter and Edgington, 1990; Benhamou *et al.*, 1994; Komada, 1996). Benzer bir çalışma da Tezuka and Makino (1992) tarafından gerçekleştirilmiştir.

Patojen olmayan *Fusarium* türlerinin patojen olan türlere karşı kullandığı etki mekanizmaları ise rekabet (Eparvier and Alabouvette, 1994), mycoparasitizm (Sesan *et al.*, 1993) ve konukçu dayanıklılığını uyarma (Ishiba *et al.*, 1981) şeklindedir. Bu çalışma da belirtilen literatür çerçevesinde yürütülmüştür.

Kök çürüklüğü etmenlerinden *Fusarium* spp. en yaygın patojenlerden biridir. Bunların başında ise *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis* gelmektedir. Bu patojen bitkide kök ve kök boğazı çürüklüğüne neden olmaktadır. Bu kök çürüklüğü hastalığının mücadelesi için üreticiler bilinçsiz olarak çeşitli fungusitler kullanmaktadırlar. Etmeni saptamadan yapılan ilaçlama faydadan ziyade toprağın biyolojik dengesini değiştirmesi nedeniyle var olan veya önemsiz olan bir hastalığın daha da önemli hale gelmesine neden olmaktadır. Bu olayda ekonomik kayıp bir yana, asıl olan çevre ve insan sağlığıdır. Çalışmanın amacı, çevre ve insanlığına zararlı olan kimyasal savaşıma alternatif olan biyolojik mücadele yöntem ve prensiplerini geliştirmektir.

MATERYAL VE METOD

Araştırma materyalini, domates bitkisi, bu bitkide kök çürüklüğüne neden olan *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* ve patojen olmayan *Fusarium* türleri oluşturmaktadır. Patojen *Fusarium* türü Gaziantep Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümünden sağlanmıştır.

Patojen Olmayan *Fusarium* Türlerinin İzolasyonu: Bu *Fusarium* türleri sağlıklı domates bitkilerinin ve ayrık türü Gramineae bitkilerin rizosferlerinden Nelson *et al.* (1983) tarafından geliştirilen Pepton PCNB Agar selektif besi ortamı ile izole edilmiştir. Pepton PCNB Agar besi yerinin içeriği, Difco pepton 15 g/L, KH₂PO₄ 1 g/L, MgSO₄.7H₂O 500 mg/L, PCNB 1 g ve 20 g/L agardır. Bu ortam sterilize edilip 45 °C'de soğutulduktan sonra 20 ml/L streptomycin sülfat (%5) ve 12 mg/L (%1) neomycin sülfat ilave edilmiştir.

İzolasyonlar iki şekilde gerçekleştirilmiştir. Bunlardan birincisi; Sağlıklı bitki kökleri topraktan söküldükten sonra kök yüzeyindeki kaba toprak parçaları uzaklaştırıldıktan sonra 5 g kök parçaları steril 100 ml su ile 30 dakika çalkalandıktan sonra dilüsyon metodu (Burgess *et al.*, 1988) ile bu ortam üzerine ekim yapıp 25 °C'de inkubasyona bırakılmıştır. İkincisi ise; bu bitki kökleri doğrudan ortam üzerine yayılarak kök parçaları üzerinde gelişen funguslardan numune alınmıştır. Ortam üzerinde gelişen *Fusarium* türleri hem morfolojik hem de mikroskop altında spor yapılarına göre gruplara ayrılmıştır. Daha sonra her bir gruptan tesadüfen birer izolat seçilerek numaralandırılıp eğik agar içinde ileriki aşamalarda değerlendirilmek üzere buzdolabında saklanmıştır. İzolatlar numaralandırılır iken Gramineae familyasına ait bitki köklerinden izole edilenlerin başına "G" harfi, domates bitkisinin köklerinde izole edilenlere ise "D" harfi kullanılmıştır. Böylece toplam 43 adet *Fusarium* izolatı patojenisite testi uygulanmak üzere saklanmıştır.

Patojenisite Testi: Elde edilen tüm *Fusarium* türleri PDA ortamında geliştirildikten sonra steril su içinde parçalanmıştır. Seraya şaşırtılmak üzere geliştirilmiş domates fideleri kökleri torftan arındırıldıktan sonra saçak uçları kesilip bu fungus içeren süspanسیون içine (10⁸ cfu/ml) daldırılarak yarım saat bekletilip içerisinde sterilize edilmemiş sera torağı bulunan saksılara (12X10 cm) dikilmiştir. Bu fideler iklim odasında 25 gün (25 °C) beklemeye alınmıştır. Bu süre sonunda herhangi bir hastalık belirtisi veya büyümede duraksama gösteren saksılardaki funguslar deneme dışı bırakılmıştır. Patojenisite sonrasında toplam 40 adet *Fusarium* izolatı serada saksı denemesinde değerlendirilmek üzere seçilmiştir.

Serada Saksı Denemesi: Buğday kepeği-perlit ortamında geliştirilen patojen *Fusarium* türü, kontrol hariç tüm saksı topraklarına hacimce 1/19 oranında bulaştırılmıştır. Bu inokulasyondan iki gün sonra fide kökleri patojenisite denemesinde yapıldığı gibi patojen olmayan *Fusarium* türleri ile inokule edilerek, her bir saksıya bir domates fidesi dikilmiştir. Bir saksının bir tekerrür olarak kabul edildiği denemede, her bir izolat için deneme altı tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Saksıda bitkiler 10 hafta gelişmeye bırakıldıktan sonra değerlendirmeye alınmıştır. Değerlendirmede kriter olarak bitkilerin hem toprak üstü kısımlarındaki hem de kök ve kök boğazındaki belirtiler esas alınmıştır. Toprak üstü aksamı hastalıktan dolayı kurumuş veya kurumakta olan bitkiler kaydedilmiştir. Sağlıklı görünen veya hastalık belirtisi olmasına rağmen yaşamını devam ettiren bitkilerin kökleri düzenlenen 0-4 skalasına göre değerlendirilerek hastalık şiddeti saptanmıştır (Tablo 1). Hastalık şiddeti 0-2.5 arasında bulunan veriler istatistikî açıdan değerlendirilerek, Duncan testiyle (P<0.05) gruplara ayrılmıştır.

Tablo 1. *F. oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* tarafından hastalandırılmış bitkilerin değerlendirildiği 0-4 skalası

Skala değeri	
0	Sağlıklı kökler
1	Köklerde 1/4 oranında çürüme belirtisi
2	Köklerde 2/4 oranında çürüme belirtisi
3	Köklerde 3/4 oranında çürüme belirtisi
4	Köklerde 4/4 oranında çürüme belirtisi

Patojen Olmayan *Fusarium* Türleri Arasında Vegetatif uyumluluğun belirlenmesi

Patojen olmayan *Fusarium* türlerinin patojen *Fusarium* ile vegetatif uyumluluğunu saptamak için içerisinde PDA bulunan her bir petri kutusuna taze geliştirilmiş patojen miselyumundan 0.6 mm disk alınarak aktarılmıştır. Aynı petri kutularının içine üçgen olacak şekilde ikişer adet patojen olmayan *Fusarium* izolatları aynı şekilde inokule edilerek 25 °C'de bir hafta süreyle gelişmeye bırakılmıştır. Bu inkubasyon süresi sonunda gözlem yapılarak koloniler arasında bir zonun oluşup oluşmadığı kaydedilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Denemede kullanılan bitkilerin rizosferlerinden seçici PCNB ortamı ile 43 farklı *Fusarium* izole edilmiştir. Bu izolatların patojenisite denemelerinde üç tanesi kısmen patojen olarak bulunmuştur. Geri kalan 40 farklı izolatın 15 adeti domatesten, 25 adeti ise farklı Graminaea familyasına ait bitki türlerinin köklerinden izole edilen funguslardan oluşmaktadır. Sera koşullarında bu izolatların patojen *Fusarium*'a karşı koruyuculuğu denenmiş ve bunlardan D18, G39, G5, D8, D23, D25, D38 numaralı izolatlar bir birinden farklı ($P < 0.05$) olarak başarılı bulunmuştur (Tablo 2). Diğer izolatların uygulandığı saksılardaki bitkiler ya kurumuş yada değerlendirmeye alınmayacak kadar hastalıklı bulunmuştur.

Tablo 2. Saksı denemesinde başarılı bulunan patojen olmayan *Fusarium* izolatları ve hastalık şiddeti

Patojen olmayan <i>Fusarium</i> izolat no	Hastalık şiddeti	% koruyuculuk*
Kontrol	2.8 a	
D38	2.5 ab	10.7
D25	2.16 bc	22.8
D23	2 c	28.5
D8	1.83 cd	34.6
G5	1.5 d	46.4
G39	1 e	64.2
D18	0.85 e	69.6

* % koruyuculuğun hesaplanmasında Abbott formülü uygulanmıştır.

Tablo 2'de de görüldüğü gibi en düşük hastalık şiddeti G5, G39 ve G18 izolatlarında tespit edilmiştir. Bu izolatlar hastalığı sırasıyla %46.4, 64.2 ve 69.6 oranında bir başarı sağlamışlardır. Deneme sonuçlarından da anlaşılacağı gibi biyolojik ajan olarak kulla-

nılan fungal izolatlar hastalığı yüzde yüz kontrol sağlamamasına rağmen tabloda görülen son dört izolat kabul edilebilir bir başarı sağlamıştır. Burada izole edilen fungusun izole edildiği konukçunun da önemli olmadığı, farklı konukçulardan izole edilen mikroorganizmaların başka bir konukçuda biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılabilmesi görülmektedir.

Biyokontrol ajanı olarak kullanılan bu antagonistler birden fazla etki mekanizmasına sahip olabilir. Yaygın olarak bilinen etki mekanizmaları antibiyozis, rekabet ve hiperparazitizmdir. Bunun yanında konukçu bitkinin hastalığa karşı dayanıklılığının uyarılması da en önemli mekanizmalardan biridir. Bu çalışmada asıl üzerinde durulan, saprofitik olarak gelişen patojen olmayan *Fusarium* türlerinin patojenle yapacağı yer ve besin rekabetidir. Besinlerden özellikle karbon en büyük rekabet kaynağıdır (Eparvier and Alabouvette, 1991; 1994). Patojen olmayan *Fusarium* türleri sadece bu etki mekanizması ile değil aynı zamanda konukçu bitkinin dayanıklılığını uyarması ile biyolojik kontrolü sağlayabilmektedir (Ogawa *et al.*, 1996, Benhamou *et al.*, 1994). Yapılan çalışmada domatesten *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici*'ye karşı patojen olmayan *Fusarium* ırkının kullanılması sonucu başarılı sonuç elde edilmiş (Fuchs *et al.*, 1997) ve bitkide glukonas, peroksidad ve polifenoloksidad gibi enzimlerin aktivitesinde bir artış tespit edilmiştir (Tamietti, *et al.*, 1993). Bu çalışmada henüz bu mekanizmalar konusunda bir araştırma yapılmamıştır ama hastalığın baskı altına alınmasında daha çok rekabet ve konukçu dayanıklılığın uyarılması mekanizmalarının daha etkili olduğu düşünülmektedir. Başarılı bulunan izolatların çoğunun sağlıklı domates köklerinden izole edilmesi, uyarılmış dayanıklılık mekanizmasının da hastalıkla mücadelede etkili olabileceği düşüncesi de göz ardı edilmemelidir. Tüm test edilen izolatların etki mekanizmalarının yukarıda anlatıldığı şekilde olması da mümkün değildir. Bu ajanların toprak koşullarında antagonistik diğer mikroorganizmalar ile interaksyonu da söz konusudur. Bunların başında fluorescent *Pseudomonas* türleri gelmektedir. Örneğin hiyarda *Fusarium* solgunluğuna karşı bu bakteri türleri patojen olmayan *Fusarium* izolatları ile birlikte uygulanmış ve patojen olmayan *Fusarium*'un daha iyi koruyuculuk sağlamıştır (Lemanceau and Alabouvette, 1991).

Bu tür biyokontrol ajanları bitkinin kök bölgesine veya kökte doku içine lokalize olarak etkili olmaktadır. Domates köklerinde yapılan bir çalışmada patojen olmayan *Fusarium oxysporum* 70T01 nolu fungusun bitki köklerinin korteks ve epidermis hücre tabakasına lokalize olduğu, patojenle doğrudan burada temas ettiği tespit edilmiştir (Cal *et al.*, 2001). Ayrıca kök yüzeylerine iyi adapte olan ve kolonizasyon yeteneği yüksek olan biyokontrol ajanların patojenler için bir bariyer teşkil edeceği şüphesizdir. Ama burada önemli olan nokta patojen olan ile olmayan arasında vejetatif uyumluluk olmaması gerekir. Hatta aralarında antagonistik etkinin olması patojenle mücadeledeki

başarıyı daha da arttıracaktır. Denemede kullanılan patojen olmayan antagonistlerin patojen ile olan bu interaksiyonları saptanmış ve aralarında vejetatif uyumluluk tespit edilmemiştir.

Doğal bir toprakta yararlı mikroorganizmaların sayısı oldukça fazladır. Bu nedenledir ki halk arasında toprağa canlı ifadesi kullanılır. İnsanlar tarafından dışarıdan yapılan her türlü manipülasyon bu biyolojik dengenin bozulmasına neden olmuştur. Topraklarımızın yapısını iyileştirmek ve mikrobiyal aktiviteyi arttırmak için gerekli organik gübreleme yapılması gerekir. Kimyasal mücadeleye alternatif bir yöntem olan biyolojik kontrol çalışmalarına hız verilerek, bu tür yararlı biyolojik ajanlar tespit edilip, kitle halinde çoğaltılıp topraklarımıza uygulanmalıdır. Bunlar biyopreparat haline dönüştürülerek kullanılmalrı teşvik edilmelidir. Biyopreparatlarda başarı oranı kimyasallara göre düşüktür ve etkisi kısa sürede ortaya çıkmaz. Bu nedenle üreticilere, bu uygulamayı kabullendirmek oldukça zordur. Bu nedenle, doğaya dost, insan sağlığına zararsız ve uzun süre etkili olan bu tür biyokontrol ürünlerin kullanımını yasal olarak teşvik edilmelidir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir. Söz konusu kuruma, maddi desteğinden dolayı projede yer alan tüm araştırmacılar olarak teşekkür ederiz.

LİTERATÜR

- Alabouvette, C., Lemanceau, P., Steinberg, C., 1993. Recent advances in the biological control of *Fusarium* wilts. *Pestic. Sci.*, 37, 365 – 373.
- Benhamou, N., Lafontaine, P.J., Nicole, M., 1994. Induction of systemic resistance to *Fusarium* crown rot in tomato plants by seed treatment with chitosan. *Phytopathology* 84, 1422-1444.
- Burgess, L.M., Liddell, C.M., Summerell, B.A., 1998. *Laboratory Manual for Fusarium Research*. 2nd ed. Univ. Sydney, Australia, p. 156
- Cal, A. de., Garcia-Lepe, R., Melgarejo, P., 2001. Differential colonization of tomato roots by nonpathogenic and pathogenic *Fusarium oxysporum* strains may influence *Fusarium* wilt control. *Phytopathology*. 91, 5: 449-456.
- Eparvier, A., Alabouvette, C., 1991. Population dynamics of non-pathogenic *Fusarium* and fluorescent *Pseudomonas* strains in rockwool, a substrate for soilless culture. *FEMS Microbial Ecol.*, 86, 177-184.
- Eparvier, A., Alabouvette, C., 1994. Use of ELISA and GUS-transformed strains to study competition between pathogenic and nonpathogenic *Fusarium oxysporum* for root colonization. *Biocontrol Sci. & Technol.*, 4, 35-47.
- Fuchs, J.G., Moenne-Loccoz, Y., Dfago, G., 1997. Non-pathogenic *Fusarium oxysporum* strain Fo47 induces resistance to *Fusarium* wilt of tomato. *Plant Dis.*, 81, 492-496.
- Ishiba, C, Tani, T., Murata, M., 1981. Protection of cucumber against anthracnose by hypovirulent strains of *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum*. *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.*, 47: 352-359.
- Kloepper, J.W., Leong, J., Teintze, M., Schroth, M.N., 1980. *Pseudomonas* siderophores: a mechanism explaining disease-suppressive soils. *Curr. Microbiol.*, 4, 317-320.
- Komado, H., 1996. Biocontrol of tomato by previous inoculation with nonpathogenic *Fusarium oxysporum* in soilness culture. First International *Fusarium* Biocontrol Workshop, Bletsville, Oct, 28-31, pp. 35.
- Larkin, R.P., Hopkins, D.L., Martin, F.N., 1993. Effect of successive watermelon planting on *Fusarium oxysporum* and other microorganisms in soil suppressive and conducive to *Fusarium* wilt of watermelon. *Phytopathology*, 83, 1097-1105.
- Lemanceau, P., Alabouvette, C., 1991. Biological control of *Fusarium* diseases by fluorescent *Pseudomonas* and nonpathogenic *Fusarium*. *Crop. Prot.* 10, 279 -286.
- Louter, J.H., Edgington, I.V., 1990. Indication of cross-protection against *Fusarium* crown rot of tomato. *Can. J. Plant Pathol.*, 12, 283-288.
- Minuto, A., Migheli, Q., Garibaldi, A., 1995. Evaluation of antagonistic strains of *Fusarium* spp. in the biological and integrated control of *Fusarium* wilt of cyclamen. *Crop Protection* 14 (3):221-226.
- Minuto, A., Minute, G., Migheli, Q. Mocioni, M., Gullino, M.L., 1997. Effect of antagonistic *Fusarium* spp. and of different commercial biofungicide formulations on *Fusarium* wilt of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Crop Protection* 16 (8):765-769.
- Nelson, P.E., Toussoun, T.A., Marasas, W.F.O., 1983. *Fusarium* species: *An Illustrated Manual for Identification*. Pennsylvania State University Press, University Park.
- Ogawa, K., Watanabe, K., Komada, H., 1996. Formulation of nonpathogenic *Fusarium oxysporum*, a biocontrol agent for commercial use. First International *Fusarium* Biocontrol Workshop, Bletsville, (1996), Oct, 28-31. p. 34.
- Scher, F.M., Baker, R., 1980. Mechanism of biological control on *Fusarium*-suppressive soil. *Phytopathology*, 70, 412-417.
- Sesan, T., Oprea, M., Baicu, T., 1993. Studies on the mycoparasitic fungus *Fusarium lateridium* Nees [*Gibberella baccata* (Wallr.) Sacc.], Biological control agent to be used against plant pathogenic fungi. *Stud. Cerac. Biol. Vegetal.*, 44, 85-192.
- Smith, S.N., Snyder, W.C., 1971. Relationship of inoculum density and soil types to severity of *Fu-*

- sarium wilt of sweet potato. *Phytopathology*, 61, 1049-1051.
- Sneh, B., 1998. Use of non-pathogenic or hypovirulent fungal strains to protect plants against closely related fungal pathogens. *Biotechnology*, 16(1): 1-32.
- Tamietti, G., Ferraris, L., Matta, A. And Gentile, I.A., 1993. Physiological responses of tomato plants grown in *Fusarium* suppressive soil. *J. Phytopathol.*, 138, 66-76.
- Tezuka, N., Makino, T., 1992. Biological control of Fusarium wilt of strawberry by nonpathogenic *Fusarium oxysporum* isolated from strawberry. *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.*, 57, 506-511.