ANADOLU, J. of AARI
23 (1) 2013, 12 - 31
MARA

# *Patateste Rhizoctonia solani'ye Karşı Trichoderma Türlerinin Etkinliği ve Bazı Fungisitlerle Birlikte Kullanılması**

***M. Hadi AYDIN*[1]** **Gülay TURHAN[2]**

[1]*İzmir Zirai Karantina Müdürlüğü, 35230, Alsancak, İzmir-TURKEY*
[2]*Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, 35100 Bornova, İzmir-TURKEY*

*Geliş tarihi (Received): 02.07.2013*

***ÖZ: Rhizoctonia solani*** *patateste kök boğazı nekrozu ve siyah siğil hastalığına neden olan önemli bir patojendir. Bitkinin stolon ve gövdesinde lezyonlara yol açarak gelişme geriliğine ve büyük verim kayıplarına; yine yumru üzerinde oluşturduğu siyah siğiller, çatlamalar ve şekil bozuklukları ile kalite ve pazar değeri kayıplarına neden olmaktadır. Fungus, tohum ve toprak kökenli olup mücadelesi genellikle zor ve pahalıdır. Çalışma, sera ve laboratuvar koşullarında 2006-2008 yıllarında yürütülmüştür. Bu çalışmada,* ***R. solani****'ye karşı antagonistik etkili 8* ***Trichoderma*** *türüne ait 20 izolat (****T. harzianum*** *TZ14,* ***T. harzianum*** *TZ18,* ***T. harzianum*** *LO51,* ***T. harzianum*** *LO52,* ***T. harzianum*** *-A11,* ***T. harzianum*** *BOZ22,* ***T. harzianum*** *BOZ35,* ***T. spirale*** *KB13,* ***T. spirale*** *KB51,* ***T. spirale*** *BOZ19,* ***T. spirale*** *BOZ30****, T. gamsii*** *VG19****, T. gamsii*** *VG47,* ***T. asperellum*** *TZ17,* ***T. asperellum*** *TZ20,* ***T. inhamatum*** *KEB12,* ***inhamatum*** *PT12,* ***T. hamatum*** *ÖT16****, T. strigosum*** *LO43,* ***T. crassum*** *VG66) kullanılmıştır.* ***R. solani*** *ile bulaştırılmış toprakta temiz yumrularla ve temiz toprakta patojenin sklerotlarıyla bulaşık yumrular kullanarak saksı denemeleri kurulmuştur. Birinci saksı denemesinde, antagonistler tek başına uygulanmış ve kök boğazı nekrozunu engellemede en etkili izolatların* ***T. asperellum*** *TZ20,* ***T. harzianum*** *LO52,* ***T. harzianum*** *TZ14 ve* ***T. hamatum*** *ÖT16 olduğu saptanmıştır. Çalışmada ayrıca,* ***R. solani'*** *ye karşı önerilen bazı fungisitlere karşı [Rizolex (Tolclofos methyl, % 50), Rizolex-T (Tolclofos methyl+Thiram, % 20+30), Celest-max (Fludioxonil, 100g/l)] patojenin ve bazı antagonist izolatların duyarlılıkları in vitro koşullarında araştırılmış ve bu antagonistlerin farklı duyarlılıklar gösterdikleri belirlenmiştir. Farklı ilaç dozlarında* ***R. solani****'nin gelişimi ise tamamıyla engellenmiştir. İkinci saksı denemesinde, antagonistler (****Trichoderma asperellum*** *TZ20,* ***T. harzianum*** *LO52,* ***T. harzianum*** *TZ14 ve* ***T. hamatum*** *ÖT16) ve [Rizolex-T (Tolclofos methyl+Thiram % 20+30), Celest-max (Fludioxonil, 100g/l)] kimyasal ilaçların ¼ dozlarıyla birlikte kullanım olanaklarının araştırılması amaçlanmış ve Serada, R. solani ile bulaştırılmış toprakta temiz yumrularla ve temiz toprakta patojenin sklerotlarıyla bulaşık yumrular kullanarak saksı denemeleri kurulmuştur. Antagonistler, kimyasal ilaçların ¼ dozu ile birlikte yumrulara uygulanmış ve çalışmada kök boğazı nekrozu hastalığını engellemede tek başına uygulanmalara göre önemli fark meydana gelmediği; ancak yumrularda siyah siğil hastalığının engellenmesinde etkililiğin belli oranda arttığı saptanmıştır.*

***Anahtar Sözcükler: Rhizoctonia solani,*** *Patates,* ***Solanum tuberosum*** *L. kimyasal mücadele, biyolojik mücadele,* ***Trichoderma*** *türleri, fungisitlere duyarlılık, entegre mücadele*

## *The Efficacy of Trichoderma Species against Rhizoctonia solani in Potato and Their Integration with Some Fungicides*

***ABSTRACT: Rhizoctonia solani*** *is an important fungal pathogen that causes both stem canker and black scurf of potato (****Solanum tuberosum*** *L.), which leads to tuber yield reductions and losses in tuber quality. Stem canker consists of stem*

**Bu çalışma "Patates Yetiştiriciliğinde Sorun Olan Rhizoctonia solani'nin Biyolojik savaşımı ve bunun Kimyasal savaşla Entegrasyonu" İsimli doktora tezinin bir bölümüdür.*

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author): M. Hadi AYDIN E-mail: hadiaydin@hotmail.com*

*lesions that can reduce tuber yield by reducing the transport of nutrients throughout the plant. Black scurf is the formation of sclerotia, the long-term survival structure of the fungus, on newly formed tubers. The fungus is both tuber and soil borne and is difficult to control and expensive. The research was conducted in greenhouse and laboratory conditions in 2006-2008 years. In this sudy, 20 isolates from 8 Trichoderma species already determinated as having an antagonistic activity against* ***R. solani*** *(****T. harzianum*** *TZ14,* ***T. harzianum*** *TZ18,* ***T. harzianum*** *LO51,* ***T. harzianum*** *LO52,* ***T. harzianum*** *-A11,* ***T. harzianum*** *BOZ22,* ***T. harzianum*** *BOZ35,* ***T. spirale*** *KB13,* ***T. spirale*** *KB51,* ***T. spirale*** *BOZ19,* ***T. spirale*** *BOZ30****, T. gamsii*** *VG19,* ***T. gamsii*** *- VG47,* ***T. asperellum*** *TZ17,* ***T. asperellum*** *TZ20,* ***T. inhamatum*** *KEB12,* ***inhamatum*** *PT12,* ***T. hamatum*** *ÖT16****, T. strigosum*** *LO43,* ***T. crassum*** *VG66) were used. Greenhouse trials in pot conditions were carried out. In trials, two different experiments were performed in artificially infested soil with healthy tubers and in uninfested soil with naturally infested tubers. Antagonistic isolates were tested individually at the first pot experiment. The most promising antagonists against stem cancer, when applied alone, were* ***Trichoderma asperellum*** *TZ20,* ***T. harzianum*** *LO52,* ***T. harzianum*** *TZ14 and* ***T. hamatum*** *ÖT16. The sensitivity of* ***R. solani*** *and some antagonistic isolates was also tested against some fungicides [Rizolex (Tolclofos methyl, 50%), Rizolex-T (Tolclofos methyl+Thiram, 20+30%) and Celest-max (Fludioxonil, 100G/l)] which are extensively used against R. solani. They also showed the variation in sensitivity against fungicides in vitro. The development of* ***Rhizoctonia solani*** *completely prevented in different fungicide doses. The control possibilities of the combination of low doses of fungicides and antagonists were investigated with the second pot experiment. In trials, experiments were performed in artificially infested soil with healthy tubers and in uninfested soil with naturally infested tubers. Selected antagonists,* ***Trichoderma asperellum*** *TZ20,* ***T. harzianum*** *LO52,* ***T. harzianum*** *TZ14 and* ***T. hamatum*** *ÖT16 and ¼ dose of registered seed fungicides [Rizolex-T (Tolclofos methyl+Thiram % 20+30), Celest-max (Fludioxonil, 100g/l)] were applied in combination to detect compatible fungicide/antagonist combinations for integrated disease control. Results showed that the combinations did not increase the efficacy against stem cancer with respect to the individual treatments, however, effectiveness of fungicide/antagonist combinations on black scurf was higher with limited extent.*

***Keywords:*** *Potato,* ***Rhizoctonia solani****, chemical control, biological control,* ***Trichoderma*** *species, fungicides sensitivity, integrated control*

## GİRİŞ

Patatesin gerek tarlada gerekse depoda önemli ölçüde verim ve kalite kayıplarına neden olan hastalıkları vardır. Bunların en önemlilerinden biri de, etmeni *Rhizoctonia solani* Kühn olan kök boğazı nekrozu ve siyah siğil hastalığı dır. Hastalık etmeni hem yumru hem de toprak kaynaklı bir fungustur. Bu fungus topraktaki bitki kalıntılarında miselyum halinde veya serbest halde sklerot olarak, yumrularda ise 1-10 mm çapında sklerotlar halinde canlılığını sürdürür (Boosalis and Scharen 1959; Sneh 1996). Bitkinin stolon ve gövdesinde çürüklüklere yol açarak, bitkide besin maddelerinin organlara taşınmasını engelleyerek gelişme geriliğine ve büyük verim kayıplarına yol açar. Yine yumru üzerinde siyah siğiller, çatlamalar ile şekil bozukluklarına neden olarak kalite ve pazar değeri kayıplarına neden olmaktadır (Anonim, 2000). Bir patates tarlasında *Rhizoctonia* enfeksiyonu sonucu meydana gelen verim kaybını hesaplamak zordur. Çünkü ayırt edici bir çok simptom toprak yüzeyinin alt kısmında meydana gelir ve verim üzerindeki etkisi hasada kadar görülmez. Ancak meydana getirdiği ekonomik kayıplar da oldukça önemlidir. Örneğin patateste pazarlanabilir ürün kayıplarının % 30'a kadar vardığı sık sık örnek gösterilmektedir. Bununla birlikte verim kayıplarının çoğunlukla %10-15 arası olduğu kabul edilmektedir (Little ve ark., 1988; Carling ve ark.,1989; Read ve ark., 1989).

Etmenin toprak kökenli olması ve yumru ile kolay taşınması nedeniyle mücadelesi zordur. Zorluğun diğer nedenleri arasında patojenin geniş bir konukçu dizisine sahip olması ve yıllarca organik materyalde miselyum olarak, toprakta ise sklerot olarak canlı kalabilmesi sayılabilir (Boosalis and Scharen, 1959). *R. solani*'nin 13 anastomosis grubu tanımlanmıştır (Carling ve ark., 2002). Bunlardan AG-3 patatesin gövdesi üzerinde ve stolonlarda nekrozlara, yine yumru üzerinde sklerot oluşu-muna; AG-4 ise patateste çökerten ve gövde nekrozlarına neden olmaktadır (Sneh, 1996). Erzurum'da patates tarlalarında yapılan sürveylerde kök boğazındaki lezyonlardan ve yumru üzerindeki sklerotlardan elde edilen *R. solani* izolatlarının AG-3, AG-2-1, AG-2-2, AG-4 ve AG-5'e ait olduğu, Resy çeşidinin kullanıldığı patojenisite çalışmalarında AG3'ün en virulent grup olduğu bildirilmiştir (Demirci ve Döken, 1993).

Patates yumruları üzerinde bulunan etmenin sklerotları, hastalığın yayılmasında önemli bir faktördür. Bu durum bulaşık yumruların tohumluk olarak kullanılmasıyla hastalığın kolayca yayılması sonucunu doğurmaktadır. Son yıllarda yapılan bazı araştırmalarda fungusun tohumluk olarak kullanılan yumrular üzerinde yaygın olarak bulunduğu ve bu durumun hastalığın yeni bölgelere bulaşmasının temel nedeni olduğu belirtilmiştir (Wicks ve ark. 1996). Bu nedenle ülkemizde gerek doku kültürü yöntemi ile üretilen patates tohumluklarının standardizasyonunda, gerekse patates tohumluk sertifikasyonunda *R. solani'*nin yumruda oluşturduğu belirtilerin belli bir değerde tutulması gerekmektedir (Anonim, 1999).

Patateste *R. solani*'ye karşı günümüzde uygulanan bazı kültürel önlemler mevcuttur. Bunlar, özellikle tahıl grubuyla uzun süreli ekim nöbeti, hasadın erken yapılması, yumruda filizlenmeyi teşvik etmek için ılık ve kurak koşullarda dikim yapılması şeklinde sıralanabilir. Böylece patojen ile bitkinin yakın birliktelik süresini en aza indirerek hastalığın etkisi azaltılmaya çalışılmaktadır (Secor and Gudmestad, 1999). Yine bazı kimyasalların yumruya ve patates dikim sıralarına uygulanmasıyla hastalığın baskı altına alınabileceği bildirilmektedir (Haris ve ark., 1988; Hall ve ark., 2000). Ancak özellikle çok bulaşık topraklarda ve yumrularda tek başına, bu kimyasalların etkililiğinin de yeterli olamadığı belirtilmektedir.

Bitki patojenlerine karşı biyolojik mücadele konusunda bugüne değin birçok araştırma yapılmıştır. Bu çalışmalar incelendiğinde toprak mikroflorası içinde özellikle bitki köklerinde patojen funguslara karşı biyolojik kontrol ajanı olarak ümit veren fungusların başında *Trichoderma* türlerinin geldiği görülür (Boosalis, 1964; Wilhelm, 1973; Baker and Cook, 1974; Lockwood, 1977; Cook and Baker, 1983). *Trichoderma* spp.'nin biyolojik savaşımdaki rolü antibiosis, hiperparazitizm ve yarışma gibi biyolojik savaş mekanizmalarının birlikte etkileşimi olarak açıklanabilir. *Trichoderma* türlerinin *R. solani* gibi önemli toprak kökenli fiopatojen fungusları kontrol edebilecek düzeyde oldukları geçmişten günümüze kadar yapılan bazı çalışmalarda açıklanmıştır (Dennis ve Webster, 1971; Chet ve Baker, 1980; Chet ve Baker, 1981; Elad ve ark., 1980; Bell ve ark., 1982). Ancak bu mücadele yöntemlerinde tek başına antagonistlerin kullanılması yerine kültürel ve kimyasal önlemlerle birlikte uygulanmasının daha etkili ve ekonomik olacağı kanısı yaygındır (Jager ve ark., 1991, Errampalli ve ark., 2006). Patateste *R. solani*'nin neden olduğu hastalıklara karşı kullanılan bazı ilaçların düşük dozları ile antagonistlerin kombine edilerek kullanılması mücadelede ileri bir aşama olabilir. Biyolojik mücadele uygulamalarında pestisitlerin etkisi iki farklı şekilde değerlendirilebilir. Bazı hastalıklara karşı kullanılan pestisitlere dayanıklı *Trichoderma* suşlarının bulunması veya mutasyonla geliştirilmesiyle, özellikle toprak patojenlerine karşı kombinasyon şeklinde kullanılmaları ve böylece hastalığın baskı altına alınması düşünülebilir (Kredics ve ark., 2003).

Bu çalışma, 2006-2008 yılları arasında yapılmıştır. Antagonistik etkileri daha önce *in vitro* koşullarında belirlenmiş bazı *Trichoderma* türlerinin (Aydın ve Turhan, 2009) sera koşullarında saksı denemeleri şeklinde hastalığa karşı etkililikleri araştırılmış; çalışmada etkili bulunan antagonistlerin *in vitro* da *R. solani'* ye karşı önerilen bazı ilaçlara karşı duyarlılıkları belirlenmiştir. Yine bu etkili antagonistlerin (*Trichoderma asperellum* TZ20, *T. harzianum* LO52, *T. Harzianum* TZ14 ve *T. hamatum* ÖT16) ve [Rizolex-T (Tolclofos methyl+Thiram % 20 +30), Celest-max (Fludioxonil, 100g/l)] kimyasal ilaçların ¼ dozlarıyla birlikte kullanım olanaklarının araştırılması amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

Çalışma, serada iki farklı dönemde saksı denemeleri şeklinde yürütülmüştür. Birinci denemede, patateste *R. solani*'ye karşı bazı *Trichoderma* türleri ve fungisitler tek başına uygulanmıştır. Bu deneme sonucunda en etkili bulunan *Trichoderma* türleri, laboratuar koşullarında, fungistlere duyarlıkları test edilmiştir. İkinci sera denemesinde ise, seçilen *Trichoderma* türleri ile fungisitlerin düşük

dozlarının birlikte kullanılarak hastalığa etkisi araştırılmıştır.

Antagonistlerin ve bazı fungisitlerin *R. solani*'ye karşı tek başına ve birlikte kullanılmasına yönelik sera denemelerinin kurulum aşamaları aşağıda açıklandığı şekilde gerçekleştirilmiştir:

**Yumruların seçimi**

Çalışmada Granola patates çeşidinin hastalıkla bulaşık olmayan (temiz) yumruları ve patojenin sklerotlarıyla bulaşık (hastalıklı) yumrular kullanılmıştır. Seçilen bulaşık yumruların üzerindeki sklerotların, toplam yüzeyin % 5-10 oranında olmasına dikkat edilmiştir. Bütün yumrular 20-25 °C'lik karanlık ortamda bekletilerek filizlenmeleri sağlanmıştır. Yumrular saksılara dikilmeden önce steril su ile yıkanarak temizlenmiştir.

**Saksı toprağının hazırlanması ve dezenfeksiyonu**

Saksı toprağı olarak, bahçe toprağı, kum ve yanmış hayvan gübresi 1:1:1 oranında karıştırılarak hazırlanmıştır. Toprak dezenfeksiyonu için metil bromid (680 g/$m^3$) kullanılmış, dört gün sonra toprağı saran polietilen naylon açılarak toprağın havalanması sağlanmış ve yaklaşık 21 gün sonra da toprak karıştırılarak kullanıma hazır hale getirilmiştir.

**Patojenin stok inokulumunun hazırlanması**

Saksı toprağını bulaştırmak için kullanılan *R. solani* izolatı, İzmir ili Ödemiş ilçesi patates tarlalarında hastalıklı bitkiden elde edilmiş, patojenisitesi belirlendikten sonra anastomosis grubu AG-4 olarak belirlenmiştir. Bu izolat Kepek kültürü yöntemi ile çoğaltılmıştır (Turhan, 1992). Bunun için 150 g buğday kepeği + 15 ml su karışımı cam şişelerde, otoklavda 121 $^0$C'de 30 dakika süreyle sterilize edilmiştir. Petride PDA ortamında aktif gelişme döneminde bulunan *R. solani* kolonisi 8 parçaya kesilerek, her parça bir şişeye aktarılmıştır. Karanlıkta 25 $^0$C' de 15 gün geliştirilerek kullanıma hazır hale getirilmiştir.

**Antagonist süspansiyonlarının hazırlanması**

Antagonist *Trichoderma* izolatları (Çizelge1), 2005-2006 yıllında Türkiye'nin farklı bölgelerindeki değişik lokasyonlardan alınan toprak örneklerinden izole edilmiştir (Aydın ve Turhan, 2009). Bu antagonistler, petride PDA ortamında, 22-24$^0$C sıcaklıkta ve 12 saat aydınlık-12 saat karanlık ortamda bir hafta geliştirilmiş, daha sonra kolonisi üzerine su eklenip, spatula ile kazınarak tülbentten geçirilmiş ve böylece sporların besiyerinden ayrılması sağlanmış; elde edilen süspansiyonun spor yoğunluğu haematocytometre yardımıyla 1x10$^7$/ml'ye ayarlanmıştır. Çalışmada kullanılan ve yeterince spor oluşturmayan *T. crassum* VG66 izolatı ise PDA da (85 mm çapında 8 petri) iki hafta geliştirildikten sonra, kültürler blender'e aktarılmış ve 250 ml su eklenerek parçalanmıştır. Elde edilen süspansiyon çift katlı tülbentten geçirildikten sonra steril su ilave edilerek bir litreye tamamlanmıştır. Hazırlanan bütün süspansiyonlara, yapışma özelliğini güçlendirmek için % 0,05 oranında carboxymethyl cellulose ilave edilmiş, yine sporların süspansiyonda eşit dağılımını sağlamak için litreye üç damla gelecek şekilde Tween 20 eklenmiştir.

Çizelge1.Sera denemelerinde kullanılan *Trichoderma* izolatları
Table 1. Antagonistic species used in greenhouse experiments

| İzolat No<br>Isolates number | Türler<br>Species |
|---|---|
| TZ14 | *T. harzianum* Rifai |
| LO51 | *T. harzianum* Rifai |
| LO52 | *T. harzianum* Rifai |
| A11 | *T. harzianum* Rifai |
| TZ18 | *T. harzianum* Rifai |
| BOZ22 | *T. harzianum* Rifai |
| BOZ35 | *T. harzianum* Rifai |
| KB13 | *T. spirale* Bissett |
| KB51 | *T. spirale* Bissett |
| BOZ19 | *T. spirale* Bissett |
| BOZ30 | *T. spirale* Bissett |
| VG19 | *T. gamsii* Samuels & Druzhin. |
| VG47 | *T. gamsii* Samuels & Druzhin. |
| TZ17 | *T. asperellum* Samuels, Lieckf. & Nirenberg |
| TZ20 | *T. asperellum* Samuels, Lieckf. & Nirenberg |
| KEB12 | *T. inhamatum* Veerkamp & W. Gams |
| PT12 | *T. inhamatum* Veerkamp & W. Gams |
| ÖT16 | *T. hamatum* (Bonord.) Bainier |
| LO43 | *T. strigosum* Bissett |
| VG66 | *T. crassum* Bissett |

Son olarak süspansiyonlar çalkalayıcıda 15 dk karıştırılarak homojen olmaları sağlanmıştır. Temiz ve bulaşık yumrular, antagonistlerin spor süspansiyonları içinde yaklaşık 60 dk bekletildikten sonra çıkarılmış ve aynı süre içinde kurumaya bırakılmıştır.

**Fungisitlerin yumrulara uygulanması**

İlk denemede kullanılan fungisitler (Çizelge 2) ve ikinci denemede kullanılan fungisitler [Rizolex-T (Tolclofos methyl+Thiram % 20+30), Celest-max (Fludioxonil, 100g/l)], ticari etiketlerinde belirtilen kullanım dozlarında su ile karıştırılarak yumrulara uygulanmıştır. Bunun için her karakterdeki toplam yumrular tartılıp ağırlığı bulunduktan sonra bu ağırlığa düşen ilaç hesaplanmıştır. Yine ilaçların etiketlerinde belirtilen su miktarı da yumru ağırlıkları oranında ayarlanmış ve iyice karıştırıldıktan sonra püskürtmeli el pompasıyla yumrulara uygulanmıştır. Antagonist ve ilaçların çeyrek (1/4) dozunun birlikte kullanılmasında ise; önce yumrular antagonist süspansiyonlarıyla kaplanmış, daha sonra ilaç yumrulara uygulanmıştır.

**Sera denemelerinin kurulması**

Saksılarda hem *R. solani* bulaştırılmış topraklar hem de temiz toprak kullanılmıştır. Patojenin sklerotlarıyla bulaşık yumrular antagonistle kaplanarak temiz toprakta; temiz yumrular antagonistlerle kaplanarak bulaşık toprakta denenmiştir. Denemeler 20 l'lik saksılarda ve her saksıya 3'er adet yumru gelecek şekilde kurulmuştur. Toprağın *R. solani* ile yapay bulaştırılmasında; kepek kültüründe geliştirilmiş stok inokulum 1:100 oranında kullanılmış, bu işlem yumru dikimlerinden bir gün önce yapılmıştır.

*Trichoderma* türlerinin hastalığa karşı etkililiklerinin araştırıldığı ilk denemelerde, pozitif kontrol'ler (bulaşık toprak + muamele görmemiş temiz yumru ve temiz toprak + hastalıkla bulaşık yumru), negatif kontrol (temiz toprak+temiz yumru), 20 antagonist ve 3 ilaç olmak üzere 25 karakterli ve 3'er tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre 05.01. 2007 tarihinde serada kurulmuştur.

Antagonist ve fungisitlerin birlikte uygulandığı ikinci denemelerde ise, pozitif kontrol ve negatif kontrol ile birlikte dört antagonistin tek başına uygulanması (*T. harzianum* LO52, *T. harzianum* TZ14, *T. asperellum* TZ20, *T. hamatum* ÖT16), dört antagonistin Celest-max ve Rizolex-T ilaçların 1/4 dozu ile birlikte uygulanması, İlaçların tam 1/1 ve çeyrek 1/4 dozlarının tek başına uygulanması şeklinde 4 tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre 17.09. 2007 tarihinde kurulmuştur.

Denemelerde sulama ve bakım işlemleri periyodik olarak yapılmış; deneme yerinin sıcaklık ve nem değerleri Antest firmasına ait hobo isimli iklim kaydedicisi ile günlük olarak ölçülüp kayıt edilmiştir. Bunun için, saatte bir yapılan ölçümlerin günlük ortalama değerleri hesaplanmıştır.

Çizelge 2. Denemelerde kullanılan fungisitlerin etkili maddeleri, formülasyonları ve kullanılan dozlar
Table 2. Active ingredients, formulations and administered doses of fungicides used in the experiments

| Preparat<br>Preparation | Etkili madde<br>Active ingredients | Etkili madde oranı<br>The rate of active ingredients | Formülasyon<br>Formulation | Firma<br>Firm | Doz<br>Dose |
|---|---|---|---|---|---|
| Rizolex | Tolclofos methyl | % 50 | WP | Sumitomo | 40 g/100 kg yumru |
| Celest Max | Fludioxonil | 100 g/l | SC | Syngenta | 20 ml/100 kg yumru |
| Rizolex-T | Tolclofos methyl+Thiram | % 20+30 | WP | Sumitomo | 40 g/100 kg yumru |

**Değerlendirme**

Değerlendirmeler, bitkiler hasat olgunluğu dönemine girerken, *Trichoderma* türlerinin hastalığa karşı etkililiklerinin araştırıldığı ilk denemelerde 18.04.2007 tarihinde; Antagonist ve ilaçların birlikte uygulanmasıyla hastalığa karşı etkililiğin belirlendiği ikinci denemede ise, 20.12.2007 tarihlerinde yapılmıştır. Yumru gözlerinden filizlenen bütün bitkiler göz önüne alınarak her saksıdaki bitkiler sökülmüş; kök ve kök boğazında oluşan lezyonlar göz önüne alınarak 0-3 skalasına (0: Gövde kanseri yok, 1: Toprak altı gövdenin en çok 1/3'ü zarar görmüş, 2: Toprak altı gövdenin 1/3- 2/3'ü zarar görmüş, 3: Toprak altı gövdenin 2/3'den fazlası zarar görmüş) göre değerlendirilmiştir. *R. solani*' nin sklerotlarıyla bulaşık yumruların kullanıldığı ikinci denemede, pozitif kontroldeki yumrularda yeterli oranda sklerot oluşumu meydana geldiği için, yumrular 0-3 siyah siğil hastalığı skalasına (0: % 0 sklerot bulaşıklığı, 1: % 5'e kadar sklerot bulaşıklığı, 2: % 10'a kadar sklerot bulaşıklığı, 3: % 10'dan fazla sklerot bulaşıklığı) göre de değerlendirilmiştir (Anonim, 1996)

Sonuçlar skala değerleri üzerinden her tekerrürün hastalık şiddetini yüzde olarak Tawsend-Hauberger'e göre belirledikten sonra ortalama değerleri bulunmuş ve her çalışmada pozitif kontrol değerleri kıyaslanarak uygulamaların yüzde etkisi, Abbott formülü kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Hastalık yüzdesi} = \frac{\text{Toplam } (n \times V)}{Z \times N} \times 100$$

n: Değişik zarar gruplarına giren bitkinin kök- kökboğazı sayısı

V: Gruplara ayrılmış olan zarar dereceleri seviyeleri

N: Kontrole tabi tutulan kök-kökboğazı toplam sayısı

Z: En yüksek skala değeri

$$\text{Yüzde etki} = \frac{X - Y}{X} \times 100$$

X: Pozitif kontrol parsellerinde ortalama hastalık şiddeti (%)

Y: Uygulama görmüş parsellerdeki ortalama hastalık şiddeti (%)

Değerlendirme ve istatistiki analizler seranın her kısmında kurulan denemeler için ayrı ayrı yapılmıştır. Denemelerin istatiksel analizleri SAS Institute Inc. tarafından geliştirilen "JMP 5.0.1a" istatistik programı ile yapılmıştır. Denemelerin CV'leri belirlenmiş, LSD testine göre gruplandırılmış ve karakterler arasında farklılık $P<0.05$'e göre ortaya konulmuştur.

**Antagonistler ve test patojenin bazı ilaçlara karşı *in vitro* duyarlılık testleri**

Çalışmada, ilk sera denemesi sonucuna göre etkili görülen *T. harzianum* LO52, *T. harzianum* TZ14, *T. asperellum* TZ20, *T. hamatum* ÖT16 antagonistleri ve *R. solani* AG-4 izolatının, bazı fungisitlere (Çizelge 2) karşı duyarlıkları testlenmiştir.

Çizelge 2'deki ilaçların etkili madde oranları üzerinden 0, 10, 30 ve 100 ppm'lik preparat dozları esas alınmıştır. Stok solüsyon hazırlamada, Rizolex (Tolclofos methyl) ve Rizolex-T (Tolclofos methyl+Thiram)'nin 10 ppm'lik dozu için 20 mg/l, 30 ppm için 60 mg/l, 100 ppm için 200 mg/l; Celest Max (Fludioxonil)'in 10 ppm'lik dozu için 100 µl/l, 30 ppm için 300 µl/l, 100 ppm için 1000 µl/1 dozlar hazırlanmış ve bu preparatların her biri % 95.5'lik etil alkolde çözdürülerek stok solüsyonlar hazırlanmıştır. Bu fungisitler mikropipet yardımıyla, 50-55 $^0$C sıcaklıkta bekletilen steril PDA besiyerine ilave edilmiş ve fungisitli besi ortamları 85 mm çapında petri kaplarına eşit bir şekilde dağıtılmıştır. Bir gün sonra, aktif gelişme dönemindeki antagonistlerin ve *R. solani* kolonilerinin kenarından alınan 5 mm çapındaki diskler, fungisitlerin doz serilerini içeren ve hiç fungisit içermeyen (kontrol) petrilere inokule edilmiş ve inkübatörde 25 ± 1 ˚C de gelişmeye bırakılmıştır.

Denemeler, aynı koşullarda tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur.

Fungisitli ve fungisit içermeyen PDA'lı petrilerde gelişen antagonistlerin ve test patojeninin koloni çaplarının ölçümlerine, inkübatörde gelişmeye bırakıldıktan bir gün sonra başlanmış ve kontrol petrilerindeki koloniler kutuyu tamamen doldurıncaya kadar devam edilmiştir. Çalışmada her doz için tekerrürlerin ortalaması hesaplanmıştır. İzolatların ilaçlara karşı duyarlılıkları Abbott'a göre belirlenmiştir (Karman, 1971).

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Antagonistlerin ve bazı fungisitlerin tek başına kullanılarak *R. solani*'ye karşı etkililiğinin belirlenmesine yönelik *in vivo* çalışmaları ile ilgili denemelere ait sonuçlar Çizelge 3 ve 4'de verilmiştir. Değerlendirme ve istatistiki analizler seranın her kısmındaki denemeler için ayrı ayrı yapılmıştır.

### *R. solani* ile bulaştırılmış toprakta temiz yumrularla kurulan denemelere ait sonuçlar

*R. solani* izolatıyla bulaştırılmış toprakta antagonist ve bazı ilaçların yumrulara uygulanması sonucunda hastalığın bütün tekerrürlerde ortaya çıktığı ancak şiddetinin farklı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Hastalık şiddeti pozitif kontrolde % 68,83 ile en yüksek değerde iken, *T. harzianum* LO52 izolatının uygulandığı saksılarda % 37,00 ile en düşük düzeyde bulunmuştur. Diğer uygulamalar ise hastalık şiddeti üzerine etkilerinde farklılıklar oluşturarak birden fazla grupta yer almışlardır. *T. spirale* KB13, *T. hamatum* ÖT16, *T. asperellum* TZ20, *T. asperellum* TZ17, *T. gamsii* VG19 ve Rizolex kimyasal ilacı da hastalık şiddetinin azalması yönünden ayrı bir grup içinde yer almışlardır.

Uygulamaların, patateste kök boğazı nekrozu hastalığını % 15,31 ile % 46,24 arasında engellediği; yine *T. harzianum* LO52 başta olmak üzere *T. spirale* KB13, *T. hamatum* ÖT16, *T. asperellum* TZ20, *T. asperellum* TZ17, *T. gamsii* VG19 ve Rizolex uygulamalarının % 42,23 ile % 46,24 arasında etkili oldukları belirlenmiştir.

Çizelge 3. Yapay olarak *Rhizoctonia solani* ile bulaştırılmış toprakta temiz yumrularla kurulan denemelerde hastalık şiddeti, oluşan gruplar ve uygulamaların etkililiği

Table 3. Severity of disease, composed groups and effectiveness of applications in the experiments established with uncontaminated tubers in soil artificially infested with *R.solani*.

| Uygulamalar<br>Treatments | Ortalama Hastalık şiddeti*(%)<br>Mean disease severity*(%) | Etki Oranı (%)<br>The rate of effect (%) |
|---|---|---|
| *T. strigosum* LO43 | 53,66 bc | 22,03 |
| *T. harzianum* LO51 | 49,70 bcde | 27,42 |
| *T. harzianum* LO52 | 37,00 f | 46,24 |
| *T. harzianum* A11 | 40,70 def | 40,86 |
| *T. gamsii* VG19 | 39,23 ef | 43,00 |
| *T. gamsii* VG47 | 42,56 def | 38,16 |
| *T. crassum* VG66 | 55,50 b | 19,36 |
| *T. spirale* KB13 | 38,30 ef | 44,35 |
| *T. spirale* KB51 | 53,66 bc | 22,03 |
| *T. harzianum* TZ14 | 40,70 def | 40,86 |
| *T. asperellum* TZ17 | 39,23 ef | 43,00 |
| *T. harzianum* TZ18 | 42,56 def | 38,16 |
| *T. asperellum* TZ20 | 39,23 ef | 43,00 |
| *T. inhamatum* KEB12 | 43,66 cdef | 36,56 |
| *T. spirale* BOZ19 | 57,36 b | 16,66 |
| *T. harzianum* BOZ22 | 56,40 b | 18,05 |
| *T. spirale* BOZ30 | 58,29 ab | 15,31 |
| *T. harzianum* BOZ35 | 50,70 bcd | 26,34 |
| *T. inhamatum* PT12 | 47,16 bcdef | 31,57 |
| *T. hamatum* ÖT16 | 38,83 ef | 43,58 |
| Celest-max | 40,70 def | 40,86 |
| Rizolex-T | 43,46 cdef | 36,85 |
| Rizolex | 39,76 ef | 42,23 |
| Pozitif Kontrol | 68,83 a | - |
| Negatif Kontrol | 0,00 g | - |
| CV (%) | 14,0 | |

* (P<0.05) Aynı sütunda farklı harflere sahip ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir.

* (P<0.05) The difference between the means in the same column with different letters are statistically significant.

### *R. solani* sklerotlarıyla bulaşık yumrularla temiz toprakta kurulan denemelere ait sonuçlar

Temiz toprakta bulaşık yumrularla kurulan denemede, antagonist ve ilaçların yumrulara uygulanması sonucunda hastalığın bütün tekerrürlerde ortaya çıktığı ancak hastalık şiddetinin farklı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4). Pozitif kontrolde hastalık şiddeti % 79,56 oranında bulunurken; *T. spirale* BOZ19 % 78,66, *T. spirale* KB51 % 78,10 ve *T. inhamatum* KEB12 % 74,78 hastalık şiddetiyle, pozitif kontroldekine yakın değerler oluşturmuştur. Celest-max, Rizolex ve Rizolex-T uygulanmasıyla hastalık şiddeti sırasıyla % 14,70, % 22,20 ve % 26,00 ile en düşük düzeyde bulunmuştur. Yine antagonistler içinde en düşük hastalık şiddeti sırasıyla % 33,30, % 33,30, % 36,48 ve % 40,70 oranları ile *T. asperellum* TZ20, *T. harzianum* TZ14, *T. hamatum* ÖT16 ve *T. harzianum* LO52 uygulamalarında bulunmuştur.

Uygulamaların patateste kök boğazı nekrozu hastalığını önlemedeki etkisi % 1,13 - % 81,52 arasında değişiklik göstermiştir. Celest-max, Rizolex ve Rizolex-T sırasıyla % 81,52, % 72,09 ve % 67,19 oranıyla hastalığı önlemede antagonistlere göre daha etkili bulunmuştur. *T. asperellum* TZ20, *T. harzianum* TZ14, *T. hamatum* ÖT16 ve *T. harzianum* LO52 ise sırasıyla % 58,14, % 58,14, % 53,92 ve % 48,84 değerleri ile kimyasal ilaçlardan sonra en etkili uygulamalar olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4. *Rhizoctonia solani* sklerotları ile bulaşık yumrularla temiz toprakta kurulan denemelerde hastalık şiddeti, oluşan gruplar ve uygulamaların etkililiği

Table 4. Severity of disease, composed groups and effectiveness of applications in the experiments established with tubers naturally contaminated with sclerotia of *R. solani* in infested soil.

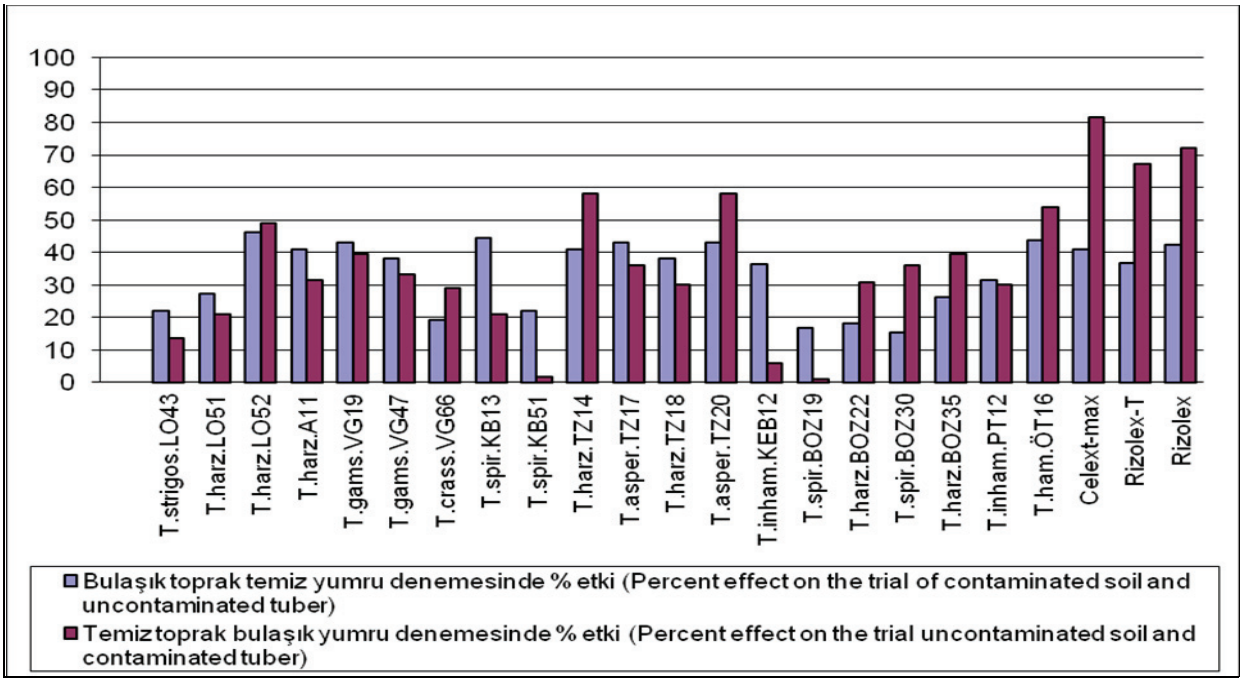
| Uygulamalar<br>Treatments | Ortalama hastalık şiddeti* (%)<br>Mean disease severity* (%) | Etki oranı (%)<br>The rate of effect (%) |
|---|---|---|
| *T. strigosum* LO43 | 68,66 ab | 13,70 |
| *T. harzianum* LO51 | 62,73 bc | 21,15 |
| *T. harzianum* LO52 | 40,70 efg | 48,84 |
| *T. harzianum* A11 | 54,60 cd | 31,37 |
| *T. gamsii* VG19 | 48,10 def | 39,54 |
| *T. gamsii* VG47 | 53,13 cde | 33,22 |
| *T. crassum* VG66 | 56,43 cd | 29,07 |
| *T. spirale* KB13 | 62,90 bc | 20,94 |
| *T. spirale* KB51 | 78,10 a | 1,83 |
| *T. harzianum* TZ14 | 33,30 ghi | 58,14 |
| *T. asperellum* TZ17 | 50,90 cde | 36,02 |
| *T. harzianum* TZ18 | 55,50 cd | 30,24 |
| *T. asperellum* TZ20 | 33,30 ghi | 58,14 |
| *T. inhamatum* KEB12 | 74,78 ab | 6,00 |
| *T. spirale* BOZ19 | 78,66 a | 1,13 |
| *T. harzianum* BOZ22 | 55,16 cd | 30,66 |
| *T. spirale* BOZ30 | 51,01 cde | 35,88 |
| *T.harzianum* BOZ35 | 48,10 def | 39,54 |
| *T. inhamatum* PT12 | 55,50 cd | 30,24 |
| *T. hamatum* ÖT16 | 36,48 fgh | 53,92 |
| Celest-max | 14,70 j | 81,52 |
| Rizolex-T | 26,00 hij | 67,19 |
| Rizolex | 22,20 ij | 72,09 |
| Pozitif Kontrol | 79,56 a | - |
| Negatif Kontrol | 0,00 k | - |
| CV(%) | 15,0 | |

*(P<0.05) Aynı sütunda farklı harflere sahip ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir.
*(P<0.05) The difference between the means in the same column with different letters are statistically significant.

Antagonistler ve fungisitlerin *R. solani*'ye karşı etkinliliğinin belirlenmesi çalışmalarında, patojenle bulaştırılmış toprağa temiz yumru dikimi şeklinde kurulan deneme ile temiz toprakta patojenin sklerotlarıyla bulaşık yumruların dikimi şeklinde kurulan denemede uygulamaların kök boğazı nekrozu hastalığını önlemedeki etkisi şekil 1'de verilmiştir.

Her iki denemede uygulamaların hastalığı önlemedeki etkileri farklı olmuştur. Fungisitlerin etkisinin bulaşık toprak temiz yumru denemesinde % 45,0'leri geçemediği, ancak temiz toprak bulaşık yumru denemelerinde bu etkinin Celest-max örneğinde olduğu gibi % 81.0'lere ulaştığı görülmektedir. *T. asperellum* TZ20, *T. harzianum* LO52, *T. harzianum* TZ14 ve *T. hamatum* ÖT16 izolatlarının uygulanmasıyla her iki denemede de hastalığı engelleyici etkinin % 40,0'ın üzerinde olduğu belirlenmiştir.

Birinci sera denemesinin değerlendirilmesi sonucunda, antagonist uygulamalarında bazı *Trichoderma* türlerinin hastalığı önlemede bir dereceye kadar başarılı oldukları söylenebilir. Çünkü *T. asperellum* TZ20, *T. harzianum* TZ14, *T. hamatum* ÖT16 ve *T. harzianum* LO52 gibi antagonistler patateste kök boğazı nekrozunu % 40 - % 58 oranında engellemişlerdir. Yine çalışmada denenen bazı antagonistlerin çok zayıf etkililiğe sahip olduğu, örneğin temiz toprak-bulaşık yumru denemesinde kullanılan *T. spirale* BOZ19, *T. spirale* KB51 ve *T. inhamatum* KEB12'de hastalık şiddeti değerlerinin pozitif kontrole yakın bulunduğu anlaşılmıştır. Böylece *Trichoderma* türlerinin hastalığı engelleme-deki etkisinin izolatlara göre farklı olabileceği kanısına varılmıştır. Daha önce yapılan bazı çalışmalarda da olumlu sonuçlar alınmış (Beagle-Ristaino and Papavizas 1985; Tsror ve ark., 2001; Brewer ve Larkin 2005; Grosch ve ark., 2006); bir çalışmada ise önemli bir etkinin elde edilemediği belirtilmiştir (Hall ve ark., 2000).




Şekil 1. Sera denemesinde bulaşık toprakta temiz yumru ve temiz toprakta bulaşık yumru denemelerinde *Trichoderma* izolatları ve fungisit uygulamaların hastalığı önlemedeki etkilerinin karşılaştırılması

Figure 1. Comparison of the effects of *Trichoderma* isolates and fungicides in prevention of the disease in the experiments of uncontaminated tubers in infested soil and contaminated tubers in uninfested soil at greenhouse trials.

Sera denemelerinde hastalığı önlemede % 40'ın üzerinde etki gösteren bazı antagonistlerin (*T. asperellum* TZ20, *T. harzianum* TZ14, *T. hamatum* ÖT16 ve *T. harzianum* LO52) patojen ile bulaştırılmış toprakta temiz yumrularla kurulan denemede fungisitlerden biraz daha etkili görülürken; temiz toprakta patojenin sklerotlarıyla bulaşık yumrularla kurulan denemelerde fungisitlerden daha düşük etki göstermişlerdir. Bu durum, fungisitlerin topraktaki *R. solani* inokulumuna etkisinin yumru üzerindeki inokuluma etkisinden daha zayıf olduğunu düşündürmektedir. Genel bir kural olarak; toprağın patojenle bulaşıklığı söz konusu olduğu zaman bitki materyallerine ilaç uygulanması, hastalığın önlenmesinde yetersiz kalabilmektedir, çünkü ilaçların topraktaki etki süreleri sınırlıdır. Brewer ve Larkin (2005) de *T. virens* ve *T. harzianum'* un ticari preparatları (Soilgard ve Rootshield) dahil bazı antagonistler ve kimyasallarla yaptıkları denemelerde kimyasalların siyah siğilin şiddetini engellemede daha etkili (%54-60) olduğunu saptamışlardır.

Denemede AG-4 anastomosis grubu ile bulaşık topraklarda yeni yumrularda sklerot oluşumu meydana gelmemiş, sadece bazı yumrularda hafif şekil bozuklukları görülmüştür. Ayrıca bitkinin dallarının toprağa değen kısımlarında yanıklık ve çürümenin oluştuğu gözlemlenmiştir. Patojenin sklerotlarıyla bulaşık yumruların kullanıldığı denemede ise yeni yumrularda sklerot oluşumu yeterince gerçekleşmemiş ve uygulamaların etkisi değerlendirilememiştir. Denemede yumru oluşum evresinin sera içinde sıcaklığın yükseldiği ve nem oranının düştüğü ilkbahar dönemine denk gelmiş olmasının buna neden olabileceği kanısına varılmıştır. Yeni yumrularda sklerot oluşumu bitkilerin ölmeye başladığı sezon sonlarında ve özellikle serin ve nemli koşullarda gerçekleşmektedir. Yumruların uzun süre toprakta kalması sklerot sayısının artmasına ve daha fazla gelişmesine neden olmaktadır (Banville ve ark., 1996).

*Trichoderma* türlerinin test patojenine etkisi *in vitro* çalışmalarıyla daha önce belirlenmiştir (Aydın ve Turhan, 2009). Bu antagonistlerden bazılarının, *Rhizoctoni solani*'nin toprağa bulaştırılan AG-4'e ve patates yumruları üzerindeki sklerotlardan meydana gelen ve muhtemelen AG-3 olan inokulum kaynağına olan etkisi ise bu çalışmada değerlendirilmiştir. Çalışmada Bazı *Trichoderma* türlerinin *R. solani*'nin patateste hastalık oluşturan her iki inokulum kaynağına farklı düzeyde de olsa etkili olması önemli bulunmuştur.

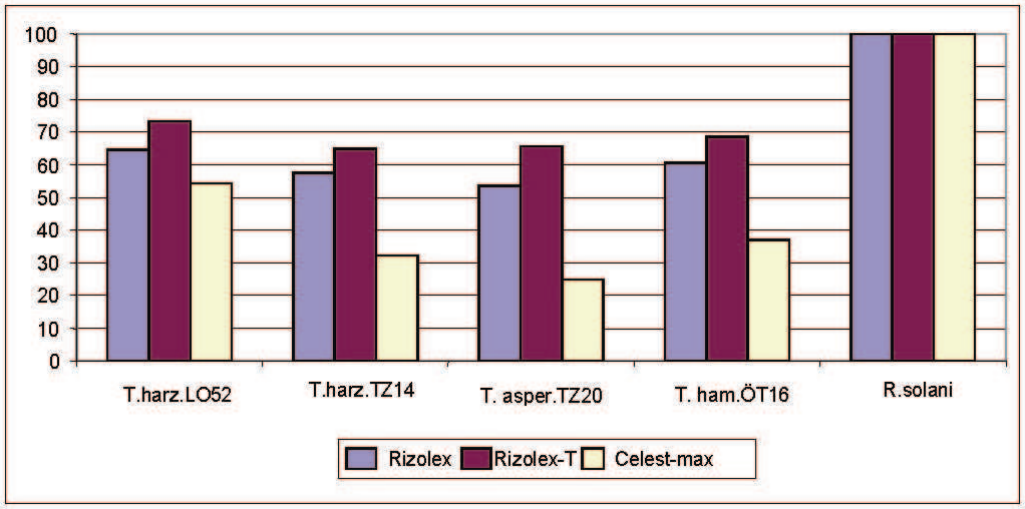
Çalışmada elde edilen bir sonuç da, yumruya yapılan bütün fungisit uygulamaların eğer bulaşık olmayan toprağa hastalıklı yumru dikimi yapılıyorsa hastalığın önemli oranda engellendiği ve antagonistlerden üstün olduğu; antagonist uygulamalarında ise eğer bulaşık toprağa temiz yumru dikiliyorsa bazı antagonistlerin fungisitler kadar hatta daha yüksek etki gösterdiğidir.

Sera denemesinde pozitif kontrol değerleri dikkate alındığında; patojen ile bulaştırılmış toprakta ortaya çıkan hastalık şiddeti değeri, yumru bulaşık olduğu zaman ortaya çıkan hastalık şiddeti değerinden daha düşük olmuştur. Patojenle bulaştırılmış toprakta temiz yumrularla kurulan bölümünde pozitif kontrol % 68,83 iken, temiz toprakta bulaşık yumrularla kurulan bölümünde pozitif kontrol % 79,56 olmuştur. Bu sonuçlar, daha önce yapılmış bazı çalışmalarda alınan sonuçlarla paralellik göstermemektedir: Örneğin Demirci ve Eken (1995), Banville ve ark. (1996) ve Tsror ve Peretz-Alon (2005) genellikle topraktan kaynaklanan inokulum yumrudan kaynaklanan inokuluma göre patates bitkilerinde hastalığı daha şiddetli olarak ortaya çıkarmaktadır. Çalışmada, bulaşık yumrularla kurulan denemelerdeki pozitif kontrolde hastalık şiddetinin bulaşık toprakta kurulandan daha yüksek çıkması, toprağa bulaştırılan patojenin anastomosis grubundan (AG-4) ve sera içi iklim koşullarından kaynaklanmış olabilir. Bazı araştırıcıların bildirdiğine göre, yumru üzerindeki sklerotlardan çoğunlukla AG-3 grubundan izolatlar elde edilmiştir ve AG-3, patateste anastomosis grupları içinde en agresif olanıdır (Carling ve Leiner, 1986; Carling ve ark., 1989; Demirci ve Döken, 1993). İklim koşullarının özellikle sıcaklık ve nem değerlerinin *R. solani*'nin farklı anastamosis grubundaki strainlerinin bitkide hastalık

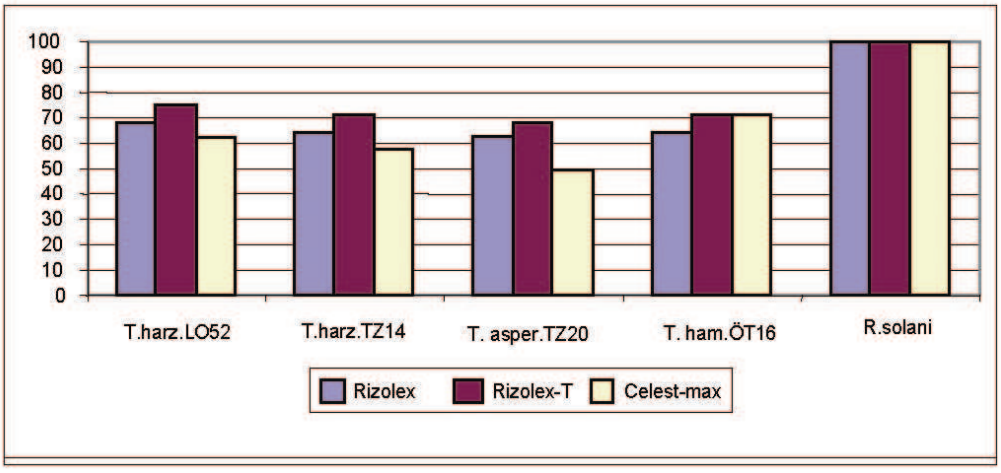
oluşumunu etkilediğini; AG-4'ün ılıman iklimlerde ve daha yüksek sıcaklıklarda (20-25 ºC) etkili olduğu; AG-3'ün ise daha düşük sıcaklık (10-15 ºC) ve yüksek nemde agresif olduğu bildirilmiştir (Anguiz ve Martin 1989; Carling ve ark., 1989). Birinci Sera denemeleri süresince elde edilen iklim verileri incelenmiş ve ortalama sıcaklıkların AG 3'ün gelişimine daha uygun olduğu (10-20 ºC aralığında) görülmüştür. Bu nedenle, serada bulaşık yumrularla kurulan denemelerdeki pozitif kontrolde hastalığın daha yüksek şiddette çıkmasının sıcaklık uyumu ile ilgili olabileceği de düşünülmektedir.

**Antagonistler ve test patojenin bazı fungisitlere karşı *in vitro* duyarlılık testleri**

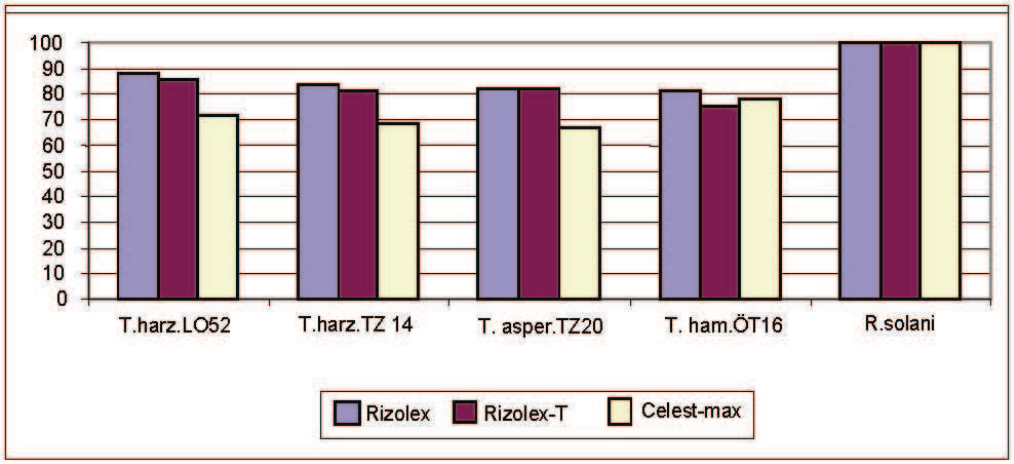
Birinci sera denemelerinde patojene karşı etkililiği iyi görülen 4 *Trichoderma* izolatının (*T. harzianum* LO52, *T. harzianum* TZ14, *T. asperellum* TZ20, *T. hamatum* ÖT16) ve *R. solani* AG-4'ün, Rizolex, Rizolex-T ve Celest-max'ın 3 farklı dozundan engellenme oranları, kolonilerin kontrol petrilerini doldurduğu gün esas alınarak Şekil 2, 3 ve 4'te verilmiştir.




Şekil 2. Antagonistlerin ve *Rhizoctoniasolani*'nin koloni gelişiminde 10 ppm' lik fungisit dozlarının oluşturduğu engellenme (%)
Figure 2. The rate of inhibition (%) in colony development of both antagonists and *R. solani* caused by fungicide-dosages of 10 ppm.




Şekil 3. Antagonistlerin ve *Rhizoctonia solani*' nin koloni gelişiminde 30 ppm' lik fungisit dozlarının oluşturduğu engellenme (%).
Figure 3.The rate of inhibition (%) in colony development of both antagonists and *R. solani* caused by fungicide-dosages of 30 ppm.




Şekil 4. Antagonistlerin ve *Rhizoctonia solani*' nin koloni gelişiminde 100 ppm' lik fungisit Dozlarının oluşturduğu engellenme (%).
Figure 4. The rate of inhibition (%) in colony development of both antagonists and *R. solani* caused by fungicide-dosages of 100 ppm.

*T. harzianum* LO52' nin koloni gelişimindeki engellenme oranı, Rizolex'in 10 - 30 ve 100 ppm'lik dozlarında sırasıyla % 64,41, % 68,53 ve % 87,94; *T. harzianum* TZ14' ün % 57,35, % 64,41 ve % 83,53; *T. asperellum* TZ20'nin % 53,53, % 62,65 ve % 82,06 ve *T. hamatum* ÖT16' nın % 60,58, % 64,41 ve % 81.17 olarak bulunmuştur. Rizolex-T' nin 10, 30 ve 100 ppm'lik dozlarının antagonistlerin gelişimini engelleme oranları *T. harzianum* LO52 için sırasıyla % 73,24, % 75,00 ve % 85,85 ; *T. harzianum* TZ14 için % 67,94, % 71,18 ve % 81,18; *T. asperellum* TZ20 için % 65,59, % 68,24 ve % 82,06 ve *T. hamatum* ÖT16 için % 68,53, % 71,18 ve % 75,29 olmuştur. Celest-max'ta ise bu oranlar *T. harzianum* LO52' da sırasıyla % 54,41, % 62,06 ve % 71,47, *T. harzianum* TZ14' da % 32,65 % 57.94 ve % 68,53; *T. asperellum* TZ20'de % 25,00, % 49,71 ve % 66,76 ve *T. hamatum* ÖT16'da % 37,06, % 71,18 ve % 77,94 olarak hesaplanmıştır. Antagonist *T. harzianum* LO52, *T. harzianum* TZ14, *T. asperellum* TZ20, *T. hamatum* ÖT16 izolatları fungisitlerin farklı dozlarından orta düzeyde etkilenmişlerdir. İlaçların dozları arttıkça koloni gelişim hızlarının da buna paralel olarak azaldığı görülmüştür. Bir genelleme yapılırsa, Celest-max'ın antagonistleri özellikle 10 ppm dozda diğer ilaçlardan daha az etkilediği söylenebilir.

Denemede sayısal değerlendirme işlemleri tamamlandıktan sonra da gözlemlere devam edilmiş ve ilaçlı petrilerdeki antagonistlerin gelişmelerini sürdürdükleri görülmüştür; erken dönemlerde ilaçlı petrilerdeki kolonilerde renk bakımından kontrole göre farklılık ve halka oluşumu gözlemlenmiştir. Bu testler sonunda ilaçların antagonistlerin gelişim hızlarını özellikle 100 ppm dozda yavaşlattığı, ancak antagonistlerin bir süre sonra tekrar gelişmelerine devam ettiği kanısına varılmıştır. Böylece antagonist popülasyonları içinde bazı bireylerin fungisitlerden daha az etkilendiği veya canlılıklarını bütünüyle kaybetmedikleri kanısına varılmıştır.

Test patojeni *R. solani* AG-4, üç ilacın denenen tüm dozlarında hiç gelişme gösterememiş, yani % 100 etkilenmiştir. Böylece patojenin denenen ilaçlara karşı çok duyarlı olduğu belirlenmiştir. Delen vd. (1991), Tolchlofos-methyl'e karşı duyarlılıkları araştırılan *R. solani* izolatlarından birisi hariç diğerlerinin ilaca yüksek derecede duyarlı olduklarını belirtmişlerdir. Keza Biçici (1983) yaptığı çalışmada benzer sonuçlar almıştır. Bu çalışmada da patojenin ilaçlara karşı duyarlılığı ile ilgili olarak benzer sonuçlar elde edilmiştir. Fungisitlerin *R. solani*'yi tüm dozlarda engellemesi ve bazı *Trichoderma* türlerine ise daha az etki göstermesi sonucu, bu hastalıkla mücadelede

fungistlerin düşük dozlarının *Trichoderma* türleri ile birlikte kullanılabileceği kanısına varılmıştır.

**Antagonistlerin ve bazı fungisitlerin düşük dozlarının birlikte kullanılarak *R. solani*'ye karşı etkililiğinin belirlenmesine yönelik *in vivo* çalışmaları**

İkinci sera denemelerinde, birinci sera denemesinde etkili görülen, *T. harzianum* TUZ14, *T. harzianum* LO52, *T. asperellum* TUZ20 ve *T. hamatum* ÖT16 ile Rizolex-T ve Celest Max adlı fungisitler kullanılmıştır. Belirtilen antagonistlerin ve ilaçların sera koşullarda tek başına veya antagonistlerin 1/4'e düşürülmüş ilaç dozlarıyla birlikte kullanılarak hastalığı önleyici etkileri araştırılmıştır.

***R. solani* ile bulaştırılmış toprakta temiz yumrularla kurulan denemeye ait sonuçlar**

*R. solani* ile bulaştırılmış toprakta temiz yumrularla kurulan denemeye ait sonuçlar Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 5 incelendiğinde *R. solani* (AG-4) izolatıyla yapay olarak bulaştırılan toprakta antagonist ve ilaçların tek başına veya birlikte yumrulara uygulanması sonucunda hastalığın bütün tekerrürlerde ortaya çıktığı, ancak etkilenme düzeylerinin farklı olduğu görülmektedir. Hastalık şiddeti pozitif kontrolde % 59,37 ile en yüksek oranda bulunurken, *T. asperellum* TZ20 + Celest-max (1/4) ve *T. hamatum* ÖT16 + Celest-max (1/4) uygulamasında sırasıyla % 27,02 ve % 27,42 oranıyla en düşük düzeyde bulunmuştur. Diğer uygulamaların ise, farklı etki değerleri alarak, birden fazla grupta yer aldıkları görülmektedir. *T. hamatum* ÖT16 dışındaki antagonistlerin tek başına uygulanmasıyla pozitif kontrolden sonra en yüksek hastalık şiddeti değerinin ortaya çıktığı belirlenmiştir. *T. hamatum* ÖT16'nın uygulamasıyla hastalık şiddeti % 32,40 olarak bulunmuştur. Uygulamaların patateste kök ve kök boğazı nekrozu hastalığını önlemedeki etkisi, pozitif kontrol değeriyle karşılaştırıldığında, % 35,79 ile % 54,48 arasında görülmektedir. *T. asperellum* TZ20 + Celest-max (1/4) ve *T. hamatum* ÖT16 + Celest-max (1/4) başta olmak üzere *T. harzianum* LO52 + Rizolex-T (1/4) ve Celest-max (1/1) uygulamaları, % 52,34 ile % 54,48 arasındaki oranlarıyla, *R. solani* bulaştırılmış toprakta en etkili uygulamalar olarak belirlenmiştir.

Çizelge 5. *R. solani* ile bulaştırılmış toprakta antagonist ve fungisitlerin tek başına ve karışım halinde uygulanmasıyla ortaya çıkan hastalık şiddeti ve etkililik (%)

Table 5. Severity of the disease and effectiveness caused by the application of antagonist and fungicides separately and as a mixture in *R. solani*-infested soil (%)

| Uygulamalar<br>Treatments | Ortalama hastalık şiddeti*(%<br>Mean disease severity*(%) | Etki oranı (%)<br>The rate of effect (%) |
|---|---|---|
| *T. harzianum* TZ 14 | 37,72 b | 36,46 |
| *T. harzianum* LO 52 | 36,82 bc | 37,98 |
| *T. asperellum*TZ 20 | 38,12 b | 35,79 |
| *T. hamatum* ÖT 16 | 32,40 bcde | 45,43 |
| *Celest-max* (1/1) | 28,30 de | 52,34 |
| *Celest-max* (1/4) | 33,92 bcde | 42,86 |
| *T. harzianum* TZ 14+ *Celest-max* (1/4) | 33,27 bcde | 43,96 |
| *T. harzianum* LO 52+ *Celest-max* (1/4) | 33,85 bcde | 42,99 |
| *T. asperellum*TZ 20+Celest-max (1/4) | 27,02 e | 54,48 |
| *T. hamatum* ÖT 16 + Celest-max (1/4) | 27,42 e | 53,81 |
| Rizolex-T (1/1) | 31,97 bcde | 46,15 |
| Rizolex-T (1/4) | 34,65 bcd | 41,63 |
| *T. harzianum* TZ 14+Rizolex-T (1/4) | 32,80 bcde | 44,76 |
| *T. harzianum* LO 52+Rizolex-T (1/4) | 28,02 de | 52,80 |
| *T. asperellum*TZ 20+Rizolex-T (1/4) | 32,72 bcde | 44,88 |
| *T. hamatum* ÖT 16+Rizolex-T (1/4) | 30,47 cde | 48,67 |
| Pozitif kontrol | 59,37 a | - |
| Negatif kontrol | 0,00 | - |
| CV(%) | 14,6 | |

* (P<0.05) Aynı sütunda farklı harflere sahip ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir.

* (P<0.05) The difference between the means in the same column with different letters are statistically significant.

**Temiz toprakta *R. solani* sklerotlarıyla bulaşık yumrularla kurulan denemeye ait sonuçlar**

Temiz toprakta *R. solani* sklerotlarıyla bulaşık yumrularla kurulan denemeye ait sonuçlar Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6 incelendiğinde, temiz toprakta *R. solani*'nin sklerotlarıyla bulaşık yumrulara antagonist ve ilaçların tek başına veya birlikte uygulanması sonucunda hastalığın yine bütün tekerrürlerde ortaya çıktığı, ancak etkilenme düzeylerinin farklı olduğu görülmektedir. Hastalık şiddeti pozitif kontrolde % 77,37 ile en yüksek oranda bulunurken, Rizolex-T (1/1), *T. hamatum* ÖT16 + Celest-max (1/4) ve Celest-max (1/1) uygulamalarının sırasıyla % 30,05, % 31,42 ve % 31,90 oranıyla en düşük düzeyde bulunmuştur. Diğer uygulamaların ise hastalık üzerine etkilerinde farklı değerler alarak, birden fazla grupta yer aldıkları görülmektedir. Antagonistlerin tek başına uygulanmasında ise, genellikle pozitif kontrolden sonra en yüksek hastalık şiddeti değerini aldıkları belirlenmiştir. Uygulamaların patateste kök ve kök boğazı nekrozu hastalığını önlemedeki etkisi, pozitif kontrol değeriyle karşılaştırıldığında, hastalığı % 22,87 ile % 61,16 arasında engellediği görülmektedir. Rizolex-T (1/1), *T.hamatum* ÖT16 + Celest-max (1/4), Celest-max (1/1) başta olmak üzere *T. asperellum* TZ 20 + Celest-max (1/4), *T. harzianum* TZ 14 + Celest-max (1/4) ve Celest-max (1/4) uygulamalarının % 51,63 ile % 61,16 arasındaki oranlarıyla en etkili uygulamalar olduğu belirlenmiştir.

Sera denemelerinde, patojenle bulaştırılmış toprakta temiz yumrular ve temiz toprakta sklerotlarla bulaşık yumrular kullanılarak yürütülen çalışmalarda, uygulamaların kök boğazı nekrozuna etkisi Şekil 5'de verilmiştir.

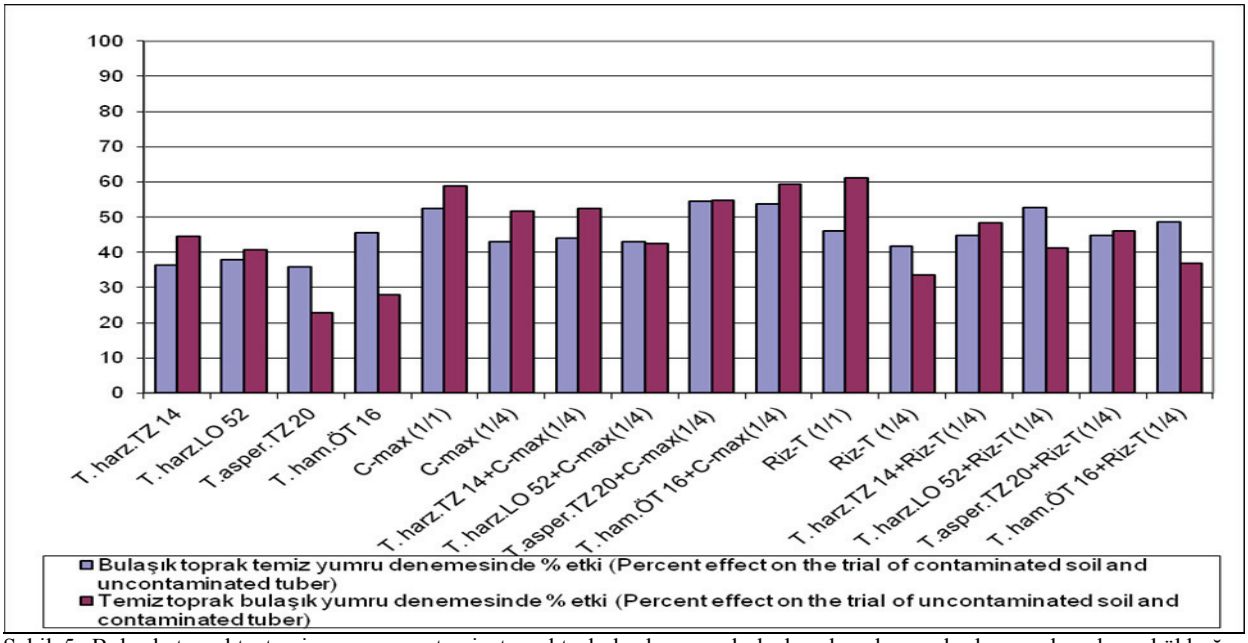
Çizelge 6. Temiz toprakta *R. solani*'nin sklerotlarıyla bulaşık yumrularda antagonist ve fungisitlerin tek başına ve karışım halinde uygulanmasıyla ortaya çıkan hastalık şiddeti ve etkililik (%)

Table 6. Severity of the disease and effectiveness caused by the application of antagonist and fungicides separately and as a mixture on tubers naturally contaminated with sclerotia of *R.solani* in uninfested soil

| Uygulamalar<br>Treatments | Ortalama hastalık şiddeti*(%)<br>Mean disease severity*(%) | Etki oranı (%)<br>The rate of effect (%) |
|---|---|---|
| *T. harzianum* TZ 14 | 43,00 def | 44,42 |
| *T. harzianum* LO 52 | 45,87 cdef | 40,71 |
| *T. asperellum*TZ 20 | 59,67 b | 22,87 |
| *T. hamatum* ÖT 16 | 55,80 bc | 27,87 |
| *Celest-max* (1/1) | 31,90 gh | 58,76 |
| *Celest-max* (1/4) | 37,42 fgh | 51,63 |
| *T. harzianum* TZ 14+ *Celest-max* (1/4) | 36,90 fgh | 52,30 |
| *T. harzianum* LO 52+ *Celest-max* (1/4) | 44,50 def | 42,48 |
| *T. asperellum*TZ 20+Celest-max (1/4) | 35,00 fgh | 54,76 |
| *T. hamatum* ÖT 16 + Celest-max (1/4) | 31,42 gh | 59,38 |
| Rizolex-T (1/1) | 30,05 h | 61,16 |
| Rizolex-T (1/4) | 51,33 bcd | 33,65 |
| *T. harzianum* TZ 14+Rizolex-T (1/4) | 40,04 efgh | 48,24 |
| *T. harzianum* LO 52+Rizolex-T (1/4) | 45,53 cdef | 41,15 |
| *T. asperellum*TZ 20+Rizolex-T (1/4) | 41,73 defg | 46,45 |
| *T. hamatum* ÖT 16+Rizolex-T (1/4) | 48,83 bcde | 36,88 |
| Pozitif kontrol | 77,37 a | - |
| Negatif kontrol | 0,00 | - |
| CV(%) | 17,3 | |

* (P<0.05) Aynı sütunda farklı harflere sahip ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir.

* (P<0.05) The difference between the means in the same column with different letters are statistically significant.




Şekil 5. Bulaşık toprakta temiz yumru ve temiz toprakta bulaşık yumrularla kurulan denemelerde uygulamaların kökboğazı nekrozu hastalığına etkilerinin karşılaştırılması (%).

Figure 5. Comparison of the effects of applications on the stem canker disease in the experiments established with uninfested tubers in infested soil and naturally-infested tubers in uninfested soil

Her iki denemede uygulamaların kökboğazı hastalığını önlemedeki etkileri birbirileriyle karşılaştırıldığında farklılıklar olduğu görülmektedir. Celest-max (1/1), *T. asperellum* TZ20 + Celest-max (1/4), *T. hamatum* ÖT16 + celest-max (1/4) uygulamalarının hastalık üzerine etkisinin iki denemede de % 50'yi geçtiği belirlenmiştir.

**Temiz toprakta *R. solani* sklerotlarıyla bulaşık yumrularla kurulan denemede yumrular üzerinde oluşan patojenin sklerotlarına uygulamaların etkisi**

Temiz toprakta bulaşık yumru kullanarak yürütülen denemede, yumrular üzerinde oluşan patojenin sklerotlarına uygulamaların etkisi de araştırılmıştır (Çizelge 7).

Çizelge 7 incelendiğinde, temiz toprakta *R. solani* sklerotlarıyla bulaşık yumrulara antagonist ve ilaçların tek başına veya birlikte uygulanarak dikilmesi sonucunda gelişen bitkilerin yeni oluşan yumrularında siyah siğil hastalığının bütün tekerrürlerde ortaya çıktığı, ancak hastalık şiddetinde farklılıklar olduğu görülmektedir. Hastalık şiddeti pozitif kontrolde % 52,67 ile en yüksek oranda bulunurken, kimyasal ilaçların tam ve çeyrek dozlarının uygulandığı tekerrürlerde hastalık şiddeti % 10'un altında kalarak en düşük değeri almışlardır. Bununla birlikte, *T. harzianum* TZ14 + Celest-max (1/4) ve *T. harzianum* TZ14 + Rizolex-T (1/4) uygulamaları da sırasıyla % 4,62 ve % 9,17 oranıyla hastalık şiddetinin en düşük düzeyde olduğu grubun içinde yer almıştır. Antagonistler ve ilaçların ¼ dozunun birlikte kullanılmasında, *T. harzianum* LO52 + Rizolex-T (1/4) uygulamasında sinerjik etkinin oluşmadığı ve hastalık şiddetinin yüksek çıktığı görülmektedir. Diğer uygulamalarda ise hastalık şiddetinin yine düşük olduğu belirlenmiştir. Antagonistlerin tek başına uygulanmasında ise, genellikle pozitif kontrolden sonra en yüksek hastalık şiddeti değerini aldıkları belirlenmiştir. Uygulamaların patateste siyah siğil hastalığını önlemedeki etkisinin, pozitif kontrol değeriyle karşılaştırıldığında, % 11,46 ile % 92,12 arasında olduğu belirlenmiştir. Kimyasal ilaçların tam ve çeyrek dozları yumrular özerinde meydana gelen sklerotların azalmasında en etkili uygulamalar olarak bulunmuştur. Antagonist ve ilaçların ¼

dozlarının birlikte kullanılmasında *T. harzianum* TZ14 en etkili uygulama olmuştur.

Sera denemelerinde, temiz toprakta patojenin sklerotlarıyla bulaşık yumrularla yürütülen çalışmalarda uygulamaların kökboğazı nekrozu ve siyah siğil hastalığına etkisi Şekil 6'da birlikte görülmektedir.

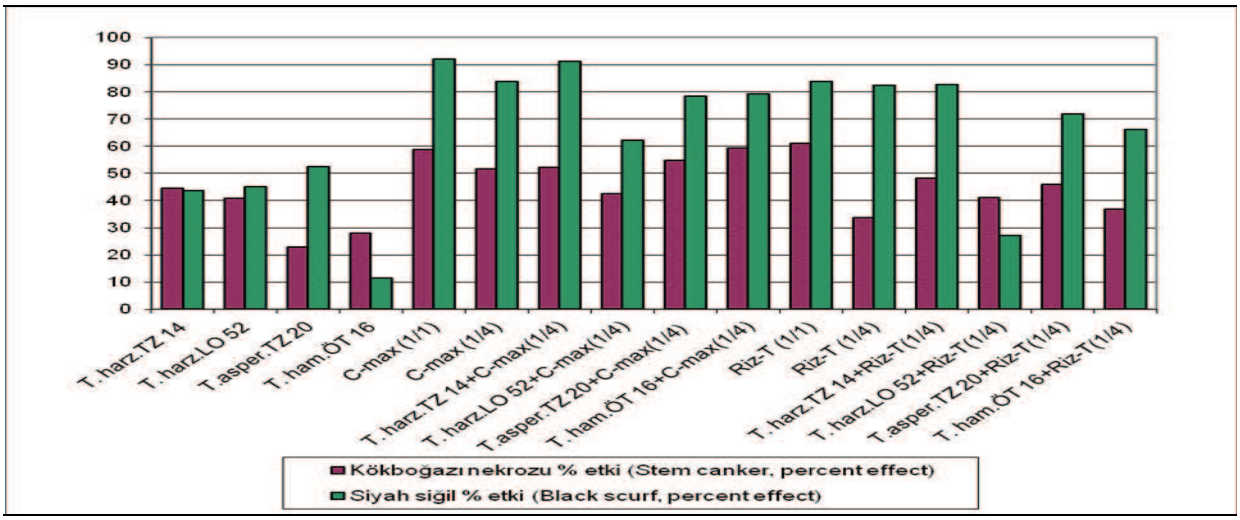
Çizelge 7. Temiz toprakta *R .solani* sklerotlarıyla bulaşık yumrularla kurulan denemelerde antagonist ve fungisitlerin tek başına ve karışım halinde uygulanmasıyla yumrularda ortaya çıkan siyah siğil hastalığı şiddeti ve etkililik (%)

Table 7. Severity of the black scurf disease on tubers and effectiveness due to the application of antagonists and fungicides separately and as a mixture in the experiments established by tubers natually contaminaed with sclerotia of *R.solani* in uninfested soil.

| Uygulamalar<br>Treatments | Ortalama hastalık şiddeti*(%)<br>Mean disease severity*(%) | Etki oranı (%)<br>The rate of effect (%) |
|---|---|---|
| *T. harzianum* TZ 14 | 29,62 cd | 43,76 |
| *T. harzianum* LO 52 | 28,85 cd | 45,22 |
| *T. asperellum*TZ 20 | 24,95 de | 52,62 |
| *T. hamatum* ÖT 16 | 46,63 ab | 11,46 |
| *Celest-max* (1/1) | 4,15 ı | 92,12 |
| *Celest-max* (1/4) | 8,45 ghı | 83,95 |
| *T. harzianum* TZ 14+ *Celest-max* (1/4) | 4,62 hı | 91,22 |
| *T. harzianum* LO 52+ *Celest-max* (1/4) | 19,85 def | 62,31 |
| *T. asperellum*TZ 20+Celest-max (1/4) | 11,32 fghı | 78,50 |
| *T. hamatum* ÖT 16 + Celest-max (1/4) | 10,92 fghı | 79,26 |
| Rizolex-T (1/1) | 8,52 ghı | 83,82 |
| Rizolex-T (1/4) | 9,26 ghı | 82,41 |
| *T. harzianum* TZ 14+Rizolex-T (1/4) | 9,17 ghı | 82,58 |
| *T. harzianum* LO 52+Rizolex-T (1/4) | 38,30 bc | 27,28 |
| *T.asperellum*TZ 20+Rizolex-T (1/4) | 14,73fgh | 72,03 |
| *T. hamatum* ÖT 16+Rizolex-T (1/4) | 17,83 efg | 66,14 |
| Pozitif kontrol | 52,67 a | - |
| Negatif kontrol | 0,00 | 0,00 |
| CV(%) | 35,0 | |

* (P<0.05) Aynı sütunda farklı harflere sahip ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir.

* (P<0.05) The difference between the means in the same column with different letters are statistically significant.




Şekil 6. Temiz toprakta bulaşık yumrularla kurulan denemelerde uygulamaların kökboğazı nekrozu ve siyah siğil hastalığına etkilerinin karşılaştırılması (%).

Figure 6. The comparison of the effects of applications on stem canker and black scurf disease in the experiments established by contaminated tubers in uninfested soil.

Kimyasal ilaçların tam veya çeyrek dozlarının tek başına veya çeyrek dozlarının antagonistlerle birlikte kullanılmasının *T. harzianum* LO52 + Rizolex-T (1/4) hariç, yumrularda meydana gelen siyah siğil hastalığını, kökboğazı nekrozu hastalığına göre daha başarılı bir şekilde engellediği belirlenmiştir. Antagonistlerin tek başına uygulamasında *T. harzianum* TZ14'ün, her iki denemede de % 40'ın üzerinde etki göstererek en etkili antagonist olduğu görülmüştür. Sera denemelerinde, temiz toprakta patojenin sklerotlarıyla bulaşık yumrulara yapılan uygulamaların kök boğazı nekrozu ve siyah siğil hastalığına etkisi birlikte değerlendirildiğinde şu sonuçlar ortaya çıkmıştır: İlaçların tam veya çeyrek dozlarının tek başına veya çeyrek dozlarının antagonistlerle birlikte kullanılması, *T. harzianum* LO52 + Rizolex-T (1/4) hariç, yumrularda meydana gelen siyah siğil hastalığını, kökboğazı nekrozu hastalığına göre daha başarılı bir şekilde engellemiştir. Yine antagonistlerin tek başına uygulamasında *T. harzianum* TZ14'ün, her iki hastalık tipinde (kök boğazı nekrozu ve siyah siğil) de % 40'ın üzerinde etki göstererek en etkili antagonist olduğu belirlenmiştir.

Antagonistlerin ve bazı fungisitlerin düşük dozlarının birlikte kullanılarak *R. Solani*'ye karşı etkinliğinin belirlenmesine yönelik ikinci sera çalışmasının sonuçları, bazı antagonistlerin kök boğazı nekrozunu ve yumrular üzerindeki siyah siğili azalttığını göstermektedir. Bu bulgular daha önce yapılan bazı çalışmaları da desteklemektedir. Örneğin *T. harzianum'*un ve *Trichoderma* türlerine ait suşlarının siyah siğili azalttığı ve hem toprak hem de yumru kökenli sklerotların oluşumunu kontrol ettiği bildirilmiştir (Beagle-Ristaino ve Papavizas 1985, Tsror ve ark., 2001, Brewer ve Larkin 2005, Grosch ve ark., 2006). Ancak denemelerde bazı uygulamaların koruyuculuğunda farklılıklar görülmüştür. Bu durum farklı inokulum kaynakları üzerinde antagonistlerin etkilerinin farklı olabileceğini düşündürmektedir. Yine çalışmada kullanılan ilaçların ¼ dozları ile antagonistlerin birlikte uygulamasında sinerjik etkinin yeterli oranda oluşmadığı, ilaçların çeyrek dozlarının tek başına uygulamasında ortaya çıkan etkinin biraz yükseldiği görülmüştür. Celest-max'ın ¼ dozunun antagonistlerle birlikte uygulanmasında sinerjistik etki, diğer fungisit ve antagonist uygulamalarına göre daha yüksek bulunmuştur. Bu durumun hem Celest-Max'ın hastalığı önleme etkisinin daha yüksek oluşundan, hemde *in vitro* duyarlılıklar göz önüne alındığında antagonistlerin daha az etkilenmesinden kaynaklanmış olabileceği kanısına varılmıştır. Nitekim bu çalışmada kullanılan *Trichoderma* türlerinin, Celest-Max, Rizolex ve Riziolex-T kimyasal preparatlarına karşı duyarlılıklarının araştırıldığı çalışmada, antagonistlerin diğer kimyasal preparatlara göre Celest-Max'tan daha az etkilendiği belirlenmiştir

Patojenin sklerotlarıyla bulaşık yumrularla temiz toprakta kurulan sera denemelerinde, gövde enfeksiyonu düzeyi ile hasatta yumrular özerinde oluşan sklerot yoğunluğu arasında direkt bir ilişki kurulamamıştır. Örneğin, *T. hamatum* ÖT16 uygulamasının gövde enfeksiyonuna etkisi, yumru enfeksiyonuna göre daha fazla olmuşken; *T. asperellum* TZ20 uygulamasında bunun tersi görülmüştür. Genel olarak kimyasal ilaçların tam veya çeyrek dozlarının tek başına veya çeyrek dozlarının antagonistlerle birlikte kullanılması, *T. harzianum*LO52 + Rizolex-T (1/4) hariç, yumrularda meydana gelen siyah siğil hastalığını, kökboğazı nekrozu hastalığına göre daha başarılı bir şekilde engelleyebilmiştir. Hall ve ark., (2000), diğer bazı ilaçlarla Amistar (azoxystrobin) ve Monceren (pencycuron) isimli ticari preparatlarla yaptıkları çalışmada da benzer sonuçları elde etmiştir. Laboratuvarda, kontrollü koşullarda yapılan başka bir çalışmada, patates yumruları üzerindeki *R. solani* sklerotlarının gelişimi üzerine bazı ilaçların ve antagonistlerin etkinliği araştırılmıştır. Kimyasal uygulamaların (Rizolex-T® ve Celest-Max®) sklerot gelişimini tamamıyla engellediğini, antagonist bazı *Trichoderma* türlerinin ise %0 ile %75 arasında değişen oranlarda etkili oldukları belirlenmiştir (Aydın ve ark., 2011).

Denemelerde AG-4 anastomosis grubu ile bulaşık topraklarda, yeni yumrularda sklerot oluşumu meydana gelmemiş; sadece bazı yumrularda hafif şekil bozuklukları görülmüştür. Patojenin sklerotlarıyla bulaşık yumruların kullanıldığı denemelerde ise yeni yumrularda sklerot oluşumu sera denemesinde yeterince gerçekleşmiş ve uygulamaların etkisi değerlendirilebilmiştir. İkinci sera denemelerinde yumru oluşum evresinin soğuk ve nemli döneme (oOrtalama nisbi nem % 90 ve ortalama sıcaklık 10 $^0$C) denk gelişinin buna neden olduğu kanısına varılmıştır. Yeni yumrularda sklerot oluşumu bitkilerin ölmeye başladığı sezon sonlarında ve özellikle serin ve nemli koşullarda gerçekleşmektedir. Yumruların uzun süre toprakta kalması sklerot sayısının artmasına ve daha fazla gelişmesine neden olmaktadır (Banville ve ark., 1996). *R. solani* AG 3'ün geleneksel olarak patateste hastalığa neden olan, konukçuya özelleşmiş tipi olarak bilindiği ve yumru özerinde oluşan sklerotlardan çoğunlukla AG 3 grubunda izolatlar elde edildiği bildirilmektedir (Carling ve Leiner 1986).

Çalışmamızda elde edilen bir sonuç da, tohumluğa yapılan bütün kimyasal uygulamaların eğer bulaşık olmayan toprağa hastalıklı yumru dikimi yapılıyorsa, yumru enfeksiyonunu önemli oranda engellediği ve antagonistlerden üstün olduğu; antagonist uygulamalarında ise eğer bulaşık toprağa temiz yumru dikiliyorsa bazı antagonistlerin kimyasal ilaçlar kadar etki gösterdiğidir.

## GENEL SONUÇ VE ÖNERİLER

Patatesin en önemli hastalıklarından biri olan kök boğazı nekrozu ve siyah siğil hastalığının etmeni olan *R. solani* hem tohum hem de toprak kaynaklı bir fungustur. Toprakta bitki kalıntılarında miselyum halinde veya serbest halde sklerot olarak, yumrularda ise sklerotlarla canlılığını sürdürür ve patatesin stolon ve gövdesinde çürüklüklere yol açarak bitkide gelişme geriliğine ve büyük verim kayıplarına, yine yumru üzerinde siyah siğiller, çatlamalar ile şekil bozukluklarına neden olarak kalite ve pazar değeri kayıplarına neden olmaktadır. Belirtiler toprak altı organlarında meydana geldiği için verim kayıplarının önemi genellikle hasat dönemine kadar fark edilmez. Savaşımında, kültürel önlemlerin yanında kimyasal uygulamalar da yapılmaktadır. Ancak biyolojik savaş olanakları üzerinde henüz yeterince durulmamıştır; özellikle ülkemizde bu konudaki çalışmalar yetersizdir.

Bu konuda katkılar yapmayı amaçlayan çalışmamızda bazı temel sonuçlara ulaşılmış ve önerilerde bulunulmuştur. Çalışmada, antagonistlerin tek başına veya ilaçlarla kombine edildiğinde toprak kökenli *Rhizoctonia* kontrolünü, tohum kökenli inokuluma göre yeterince sağlayamadıkları anlaşılmıştır. Yine de patateste bu patojenle savaşımda potansiyel olabilecekleri belirlenmiştir. *Rhizoctonia* hastalıklarının çıkışında tohum ya da toprak kökenli inokulumun niceliği çok önemlidir. Üretim amacıyla kullanılan tohumluk yumrular üzerindeki siyah siğillerin veya topraktaki inokulumun yoğunluğu, sezon sonunda alınacak ürünün miktarını ve kalitesini belirlemektedir. Ayrıca, kullanılan kimyasal ilaçların veya antagonistik organizmaların bu hastalıkla savaşta başarı derecesi de toprak ve tohumdaki inokulum yoğunluğuna bağlıdır; bulaşıklık oranı arttıkça başarı şansı azalmaktadır.

## LİTERATÜR LİSTESİ

Anguiz, R., and C. Martin. 1989. Anastomosis groups, pathogenicity and other characteristics of *Rhizoctonia solani* isolated from potatoes in Peru. Plant Disease, 73: 199-201.

Anonim. 1996. Patateste gövde kanseri ve siyah siğil (*Rhizoctoni solani* Kühn.) hastalığına karşı standart ilaç deneme metodu, Zirai Mücadele Standart İlaç Deneme Metodları. Cilt 2. Ankara.

Anonim. 1999. Tohumluk Standartları ve Uygulama Esasları, Koruma Kontrol Genel Müdürlüğü, Ankara.

Anonim. 2000. Patates entegre mücadele teknik talimatı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Ankara.

Aydın M. H ve G. Turhan. 2009. *Rhizoctonia solani*'nin Fungal Antagonistlerinin Belirlenmesi Üzerinde Araştırmalar. Anadolu, 19 (2): 49-72.

Aydın M. H. G. Turhan ve E. Göre. 2011. Patates Yumrularında *Rhizoctonia solani*' Kühn Sklerotlarının Canlılığı ve Oluşumu Üzerine Bazı Antagonistlerin Etkinliğinin Belirlenmesi. Anadolu, J.of AARI, 21(2): 29-38.

Baker, K. F and R. J. Cook, 1974. Biological Control of Plant Pathogens, W.H. Freeman and Company, San Francisco, 433 p.

Banville J. B., E. C. Carling, and B.E. Otrysko, 1996. Rhizoctonia Diseases on Potato. pp. 321-330, in *Rhizoctonia* Species: Taxonomy, Molecular biology, Ecology, Pathology and Disease Control, Edited by. B. Sneh., S. Jabaji-Hare., S. Neate and G. Dijst. Kluwer Academic Publishers, London.

Beagle-Ristaino J. E, and G. C. Papavizas. 1985. Biological control of *Rhizoctonia* stem canker and black scurf of potato, Phytopathology 75: 560-564.

Bell D. K., H. D. Weels, and C. R. Markham, 1982. In Vitro Antagonism of *Trichoderma* Species Against Six Fungal Plant Pathogens, Phytopathology, 72: 379-382.

Biçici, M. 1983. *Rhizoctonia solani* Kühn'ye karşı antagonist Trichoderma türlerinin izolasyonu ve bazı fungisitlerin etkinlikleri. Doğa Bilim Dergisi, Tarım ve Ormancılık, 7:95-106.

Boosalis, M. G. and A. L. Scharen. 1959. Methods for microscopic detection of *Aphaanomyces euteiches* and *Rhizoctonia solani* and for isolation of *Rhizoctonia solani* associated with plant debris. Phytopathology, 49: 192-198.

Boosalis, M. G. 1964. Hyperparasitism. Anual Review of Phytopathology, 2, 363-376.

Brewer, M. T and R. P. Larkin. 2005. Efficacy of several potential biocontrol organisms against *Rhizoctonia solani* on potato. Crop Protection, 24: 939-950.

Carling, D. E and R. H. Leiner. 1986. Isolation and characterization of *Rhizoctonia solani* and binucleate *R. solani*-like fungi from aerial stems and subterranean organs of potato plants. Phytopathology, 76:725-729

Carling, D.E., R.H. Leiner and P.C. Westphale. 1989. Symptoms, signs and yield reduction associated with Rhizoctonia disease of potato induced by tuberborne inoculum of *Rhizoctonia solani* AG 3. Am. Potato *J*. 66: 693-701.

Carling, D. E., S. Kuninage and K. A. Brainard. 2002. Hyphal anastomosis reactions, rDNA internal transcribed spacer sequences and virulence levels among subsets of *Rhizoctonia solani* anastomosis group 2 (AG2) and AG-BI. Phytopathology, 92: 43-50.

Chet, I. and R. Baker. 1980. Induction of Suppressiveness to *Rhizoctoni solani* in soil. Phytopathology, 70: 994-998.

Chet, I. and R. Baker. 1981. Isolation and biocontrol potential of *Trichoderma hamatum* from soil naturally suppressive to *Rhizoctonia solani*. Phytopathology, 71: 286-290.

Cook, R. J and K. F. Baker. 1983. The Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogens, APS, SZ Paul, Minnesoto, 639 p.

Delen, N., T. Özbek ve İ. Yıldırım. 1991. Effectiveness of tolchlofos-methyl to *Rhizoctonia solani*. J. Turk. Phytopath. 20 (2-3): 113.

Demirci, E. ve M. T. Döken. 1993. Anastomosis group and pathogenicity of *Rhizoctonia solani* Kühn isolates from potatoes in Erzurum. J.Turk. Phytopath. 22: 95-102.

Demirci, E. ve C. Eken. 1995. Patateste *Rhizoctoni solani* Kühn'nin topraktan ve yumrudan kaynaklanan inokulumunun hastalık şiddetine etkisi. VII. Türkiye Fitopatoloji Kongresi,. 39-43 s, Adana.

Dennis, C. and J. Webster. 1971. Antagonistik properties of species-groups of *Trichoderma*. I. Production of non-volatile Antibiotics. Trans. Br. Mycol. Soc. 57: 25-39.

Elad, Y., I. Chet, and J. Katan. 1980. *Tricoderma harzianum* a biocontrol agent effective against *Sclerotium rolfsii* and *Rhizoctonia solani*. Phytopathology, 70, 119-121.

Errampalli, D., R. D. Peters, K.. MacIsaac, D. Darrach and P. Boswall. 2006. Effect of a combination of chlorine dioxide and thiophanate-methyl pre-planting seed tuber treatment on the control of black scurf on potatoes, Crop Protection, 25, 1231-1237.

Grosch, R., K..Scherwinski, J. Lottmann, and G. Berg. 2006. Fungal antagonists of the plant pathogen *Rhizoctonia solani*: selection, control efficacy and influence on the indigenous microbial community. Mycological Research, 110 (12): 1464-1474.

Hall, B., K. Davies, and T. Wicks. 2000. Biological and chemical control of *Rhizoctonia*. www. sardi.sa.gov.au /pages/ horticulture/ pathology.

Harris, R. I., R. J. Greig, and R.J. Atkinson. 1988. Potato tuber disease control by seed treatment with tolclofos methyl/prochloraz manganese chloride mixtures. Brighton Crop Protection Conference, Pest and Diseases, 3: 901-906.

Jager, G., H. Velvis, J.G. Lamers, A. Mulder, and J. Roosjen. 1991. Control of *Rhizoctonia solani* in potato by biological, chemical integrated measures. Potato-Research 34: 269-284.

Karman, M. 1971. Bitki Koruma Araştırmalarında Genel Bilgiler, Denemelerin Kuruluşu ve Değerlendirme Esasları. Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü Yayınları. 279 s. Ankara.

Kredics, L., Z. Antal, L.Manczinger, A. Szekeres, F. Kevei, and E.Nagy. 2003 *Trichderma* strains with biocontrol potential, Food Technol. Biotechnol. 41 (1) 37-42.

Lockwood, J.L. 1977. Fungistatis in Soil, Biol. Rev, 52: 1-43.

Little, G., R. Marquinez, and L.R. Cooke. 1988. The response of twelve potato cultivars to infection with *Rhizoctonia solani.* Tests of Agrochemicals and Culivars 9, Ann. Appl. Biol. 112: 88-89.

Read, P.J., G. A. Hide, J. P. Firmager, and S.M. Hall. 1989. Growth and yield of potatoes as affected by severity of stem canker (*Rhizoctonia solani*), Potato Res. 32:9-15.

Sneh, B. 1996. Non pathogenic Isolates of *Rhizoctonia spp*. (np-R) and their role in biological Control,. 473-483 p, in *Rhizoctonia* Species: Taxonomy, Molecular biology, Ecology, Pathology and Disease Control, Edited by. B. Sneh., S. Jabaji-Hare., S. Neate and G. Dijst. Kluwer Academic Publishers, London.

Secor, G. A and N. C. Gudmestad. 1999. Managing fungal diseases of potato. Can. J. Plant Pathol. 21: 213-221.

Tsror, L., R. Barak, and B. Sneh. 2001. Biological control of black scurf on potato under organic management, Crop Protection, 20, (2): 145-150.

Tsror, L. and I. Peretz-Alon. 2005. The Influence of the inoculum source of *Rhizoctonia solani* on development of black scurf on potato. Journal of Phytopathology, 153: 240-244.

Turhan, G. 1992. Unterdrückrung des Rhizoctonia-Befalls durch einen neuen Mykoparasiten, Stachybotrys elegans, 48. Deutsche Pflanzen schuztagung, Göttingen (FRG).

Wilhelm, M. S. 1973. Principles of biological control of soil-borne plant disease, Soil Biol. Biochem. 5: 729-737.

Wicks T. J., B. Morgan, and B. Hall. 1996. Influence of soil fumigation and seed tuber treatments on the control of *Rhizoctonia solani* on potatoes, Aust. J. Exp. Ag. 36: 339-45.