

## Bazı akarların (Acari) vücut yüzeyinden izole edilen mikrofungusların *Beauveria bassiana* (Balsamo) (Hyphomycetes) ile antagonistik etkileşimlerinin laboratuvar şartlarında araştırılması<sup>1</sup>

Güldem DÖNEL<sup>2</sup>, Serkan ÖRTÜCÜ<sup>3</sup>, Salih DOĞAN<sup>4</sup>

**Research on the antagonistic interactions between microfungi isolated from the body surfaces of some mites (Acari) and *Beauveria bassiana* (Balsamo) (Hyphomycetes) under laboratory conditions**

**Abstract:** The success of *Beauveria bassiana* (Balsamo) (Hyphomycetes) biopreparat used for controlling most of the pests under field conditions depends on the structure of target microorganism, temperature, moisture and microbial interactions. There are a lot of cosmopolitan fungi species living in soil, and their spores contaminate the other organisms in soil. Considering that mites live in soil and decaying plant material, the setae on the mouth parts, leg setae and body setae are suitable for carrying fungus spores, and some mites feed them, knowing the interaction between entomopathogenic fungi used for fighting against harmful mites and the others living on the bodies of the mites is very important for the success of the biopreparat. In this study; the interactions between *B. bassiana* and the other fungi isolated previously from the surfaces of the mites have been analyzed by using "dual culture technique". *Beauveria bassiana* and others were inoculated to potato dextrose agar (PDA), they were incubated under 25 °C and 65±5 % moisture conditions. The growth of fungi was measured in millimeters and their inhibition values are given in percentage. *Acremonium* sp., *Alternaria alternata* and *Hemicola grisea* among the isolates tested have not showed any antagonistic effect against micellar growth of *B. bassiana*, whereas *Ulocladium atrum* has prevented micellar growth by 46 %, *Cunninghamella echinulata* by 43 %, *Ulocladium chartarum* by 38 %, *Aspergillus flavus* by 30 %, *Aspergillus niger* by 37 %, *Trichoderma harzianum* by 23 % and *Paecilomyces lilacinus* by 22 %.

**Key words:** Antagonism, biological control, mite, fungi

**Özet:** Birçok zararlının mücadelesinde kullanılan *Beauveria bassiana* biyopreparatının tarla şartlarında beklenen etkiyi gösterebilmesi, sıcaklık ve nem gibi çeşitli değişkenlere ve bunların yanında mikrobiyal etkileşimlere bağlıdır. Toprakta çok sayıda kozmopolit mikrofungus türü

<sup>1</sup>Bu çalışma; 24-27 Eylül 2009 tarihinde Muğla'da düzenlenen II. Entomopatojenler ve Mikrobiyal Mücadele Sempozyumu'nda poster olarak sunulmuş ve özet-abstract olarak basılmıştır.

<sup>2</sup>Bayburt Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, 69000-Bayburt

<sup>3</sup>Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 25240-Erzurum

<sup>4</sup>Atatürk Üniversitesi, K. K. Eğitim Fakültesi, Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı, 25240-Erzurum

Sorumlu yazar (corresponding author) e-mail: serkanortucu@gmail.com

Alınış (Received): 23.09.2009

Kabul ediliş (Accepted): 12.03.2010

bulunur ve bu fungusların sporları toprakta yaşayan canlıların üzerine de bulaşır. Akarların toprakta yaşamaları, ağız parçaları, bacak parçaları ve vücutları üzerindeki kılların fungus sporlarının taşınımı için uygun olması ve bazı akarların funguslarla beslendikleri göz önünde bulundurulursa, akarlarla mücadelede kullanılan entomopatojen funguslar ile akarların vücutları üzerinde bulunan diğer funguslar arasındaki ilişkilerin bilinmesi biyopreparatın başarısı açısından büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada, *B. bassiana* ile daha önce akarların yüzeyinden izole edilen diğer fungusların arasındaki etkileşimler “ikili kültür tekniği” kullanılarak araştırılmıştır. *Beauveria bassiana* ile diğer funguslar patates dekstroza agar (PDA) besiyeri içeren petrilere karşılıklı ekilerek, 25 °C ve % 65±5 nem şartlarında inkübasyona bırakılmıştır. Fungusların gelişimleri milimetre cinsinden ölçülerek, inhibisyon değerleri yüzde olarak verilmiştir. Test edilen izolatlardan *Acremonium* sp., *Alternaria alternata* ve *Humicola grisea* *B. bassiana*'nın misel gelişimini engelleyici bir özellik göstermezken; *Ulocladium atrum* % 46, *Cunninghamella echinulata* % 43, *Ulocladium chartarum* % 38, *Aspergillus flavus* % 30, *Aspergillus niger* % 37, *Trichoderma harzianum* % 23 ve *Paecilomyces lilacinus* % 22 oranında engelleyici bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar sözcükler:** Antagonizm, biyolojik mücadele, akar, fungus

## Giriş

Hemen her ortamda yaşama yeteneğine sahip olan fungusların esas barınakları topraktır. Toprak üzerindeki bitkiler ve organik katman, aktif bir yaşama sahip olan funguslar için hem besin kaynağı hem de barınak durumundadır (Oskay 2007). Toprakta yaşamakta olan çeşitli popülasyonlar arasındaki karşılıklı etkileşimler: organizmalardan birinin ya da her ikisinin uyarılması veya engellenmesine bağlı olarak olumlu ya da olumsuz olabilir. Olumsuz etkileşimler: rekabet, zıt etkileşim (antagonizm), mantar gelişiminin engellenmesi (fungistasis), avcılık (predasyon) ve parazitik ilişkilerdir. Olumlu etkileşimler ise birlikte bulunma, zorunlu olmayan karşılıklı yararlanma ve karşılıklı zorunlu yararlanmalardır (Haktanır & Arcak 1997). Birçok fungusun böceklerde, küçük eklembacaklılarda ve akarlarda parazit olarak yaşadıkları bilinmektedir. Bugün çeşitli entomopatojen mikroorganizmalardan yapay olarak elde edilmiş birçok mikrobiyal preparat piyasada bulunmakta olup, bunlar biyolojik mücadelede başarıyla kullanılmaktadır (Erkılıç & Uygun 1993).

Toprakta ve az sayıda bitkinin toprak üstü organları üzerinde bulunan bazı fungusların antagonist özelliğe sahip olduğu bilinmektedir. *Trichoderma*, *Penicillium* ve *Gliocladium* türleri, bitkilerde hastalık oluşturan funguslara karşı konukçu bitki üzerinde veya yakın çevresinde (örneğin, tohum veya yaralı bir doku etrafında) antagonist etki göstererek patojen fungusların gelişmesini engellemektedir (Boland 1990). Doğada var olan mikroorganizmalar arasındaki bu antagonistik ilişki biyolojik mücadele açısından çok önemlidir. Biyolojik mücadele, hastalıklara neden olan organizmalara (patojenler) karşı, onların doğal düşmanlarının kullanılmasıdır (Yiğit 2005). Dünyada bu tür antagonist mikroorganizmaların kullanıldığı biyopreparat sayısı 40'ın üzerindedir. Bunların yarıdan fazlası seralarda ve fide yastıklarında uygulanmaktadır ve özellikle de toprak kaynaklı patojenlere karşı geliştirilmiştir (Paulitz & Belanger 2001). Antagonist özellik gösteren

funguslar antibiyotikleri de içeren birçok bileşik üretip, salgılayabilmektedir. Etkileri sadece zararlı funguslar üzerinde değil, bakterilerde de görülmektedir. Ancak ürettikleri toksik maddelerle türler arası rekabette avantajlı görünmekle birlikte, bunların birçok mikrohabittatta gelişebilmeleri ve çeşitli maddeleri kullanabilmeleri, yani spesifik olmamaları antagonist etkilerinin başarısını sınırlamaktadır. Buna rağmen, mikrohabitatlar değiştirilerek antagonist fungusun popülasyonu yükseltilebilmekte ve böylece, bunların biyolojik mücadelede kullanılabilme olanakları artmaktadır (Erkiliç & Uygun 1993). Antagonist funguslar diğer fungusların gelişimini, salgıladıkları antibiyotik maddeler aracılığıyla engelleyebildikleri gibi direkt olarak temasa geçtikleri fungusların hücre duvarlarını ürettikleri enzimler aracılığıyla eritmek suretiyle de baskılayabilirler. Böcek patojeni funguslar bitki patojeni funguslar gibi hücre duvarındaki engelleri aşarak doğrudan giriş yaparlar. Bu işlem kısmen fiziksel, kısmen de enzimatik olabilir. İlk önce fungus sporları böcek kutikulası üzerine yerleşir, daha sonra bu sporlar çimlenerek kutikulaya bir giriş organı oluşturur ve kutikulaya girerler. Epidermis ve hipodermiste gelişen hifler böceğin vücudunda ve kan hücrelerinde çoğalmaya devam ederek ölümüne neden olur. Daha sonra bu ölü bireyler üzerinde saprofitik olarak gelişen fungus, böceğin üzerinde eşeyli ve eşeysiz dönemler meydana getirir (Öncüer 1984). Fizyolojik yönden zayıf olan böceklere fungus girişinin daha kolay olması nedeniyle bu preparatların, düşük dozlardaki insektisitlerle kombinasyonu biyolojik mücadelede daha başarılı sonuçlar ortaya koymaktadır (James & Elzen 2001; İrigaray et al. 2003; Kryukov et al. 2008).

Akarlar, belirli fungus türlerinin önemli vektörü olmaları nedeniyle fungus komüniteleri üzerinde etkilidir (Franzolin et al. 1999). Funguslar ile beslenmelerinden dolayı vücutları fungus sporlarıyla kaplanır. Bu şekilde taşınım seçicidir ve akar türüne bağlıdır (Hubert et al. 2003). Bazı fungusların akarlarda patojen olduğu bilinmektedir (Shi & Feng 2004; Gerson et al. 2008; Bridge & Worland 2008; Maketon et al. 2008; Elliot et al. 2008; Lekimme et al. 2008; Eken & Hayat 2009). Genelde antagonist etkileşimler ile ilgili yapılan çalışmalar: bitkilerde kök çürüklüğüne, sebzelerde kurşuni küf hastalığına veya buğday hastalıklarına neden olan çeşitli fungusların, antagonist funguslar kullanılarak baskılanması şeklinde olmuştur (Al-Heeti & Sinclair 1988; Neill et al. 1996; Ulukuş et al. 1997; Küçük et al. 2007).

*Beauveria bassiana* (Balsamo) hem bitki patojenlerinin hem de zararlı böceklerin biyolojik mücadelesinde iki yönlü olarak kullanılan entomopatojen bir fungusdur (Ownley et al. 2004). Daha önceki çalışmalarda da çeşitli akar türlerinden izole edildiği bildirilmiş olup (Ocak et al. 2007; 2008; Greif & Currah 2007), birçok çalışmada ise zararlı akarlar karşı patojenitesi araştırılmıştır (İrigaray et al. 2003; Shi & Feng 2004; Lekimme et al. 2008). Omurgalılarda ise toksik ya da patojenik bir etkiye sahip olmadığı; fakat ekstratlarının potansiyel bir deri altı alerjeni olduğu bildirilmiştir (Westwood et al. 2005; Zimmermann 2007). *Beauveria bassiana*'nın antagonist özelliği daha önceki çalışmalarla ortaya çıkarılmış olup, bitki patojeni fungus hücrelerini lizize ederek misel büyümesini engellediği belirtilmiştir. *Beauveria bassiana*'nın tohum uygulamaları sonucunda endofitik kolonizasyon göstererek bitki patojenleri olan *Rhizoctonia soloni* ve *P. myriotylum*'a karşı domates ve pamuk fidelerini koruduğu (Ownley et al. 2008), diğer

bir çalışmada ise *Gaeumannomyces graminis*'de kapsayan bazı bitki patojenlerinin misel gelişimini inhibe ettiği bildirilmiştir (Renwick et al. 1991).

Bu çalışmada çeşitli akar türlerinin vücut yüzeyinden funguslar izole edilmiş, izole edilen funguslardan *B. bassiana* test organizması olarak; izole edilen diğer funguslar ise potansiyel antagonist organizma olarak seçilmiştir, bu şekilde *B. bassiana* fungusunun tarla şartlarında gelişip çoğalabilmesi ve beklenen etkiyi gösterebilmesinde çevresel şartların dışında, aynı ortamda bulunan ve aynı vektör tarafından taşınmakta olan diğer fungusların etkinliği belirlenmeye çalışılmıştır.

## Materyal ve yöntem

### Fungusların izolasyonu ve tanımlanması

Akarlardan fungusların izolasyonu için direkt ekim yöntemi kullanılmıştır (Ocak et al. 2007). Canlı akarlar, doğrudan petri kaplarındaki patates dekstroz agar (PDA) besiyerlerine yerleştirilmiştir. Petriler 25 °C'de aerobik koşullarda bir hafta inkübe edilmiş ve gelişen küf kolonilerinden farklı olanlar arka arkaya yapılan pasajlar sonucunda saflaştırılarak, saf kültürler elde edilmiştir. Bu izolatların teşhisi için *Aspergillus* şüpheli olan koloniler czapek dox agar (CDA), diğer koloniler ise patates dekstroz agar (PDA) besiyeri içeren petri kutularına üç nokta ekimleri yapılarak 25 °C'de 4-7 gün arasında inkübe edilmişlerdir. Gelişimlerini tamamlayan küf kolonilerinin teşhisi için, küflerin makroskopik yapıları ve selofan bant yöntemi kullanılarak da mikroskopik yapılar incelenmiş, Hasenekoğlu (1991)'den yararlanılarak tanımları yapılmıştır.

İzole edilen, teşhisi yapılan saf kültürler PDA besiyeri içeren yatık agarlara alınarak 25 °C'de bir haftalık inkübasyondan sonra + 4 °C'de saklanmıştır.

### Antagonistik etkileşimlerin belirlenmesi

Antagonistik etkileşimlerin belirlenmesinde kullanılan "fungal disk tekniği", fungusların birbirlerine doğru gelişimlerini daha uzun süre inceleyebilmek adına modifiye edilmiş ve petrilere mantar iğnesi ile alınan fungus diski yerine bir öze ucu dolusu spor aktarılmıştır.

Fungus izolatları PDA besiyeri içeren petrilere saf kültürler halinde ekilmiş ve 25 °C, 16/8 (aydınlık/karanlık) ışık periyodunda inkübatörde bir hafta gelişmeye bırakılmıştır. Daha sonra *B. bassiana* ile diğer funguslardan, birer öze ucu dolusu spor alınarak aralarında 7 cm boşluk olacak şekilde 9 cm çapında PDA besiyeri içeren petri kaplarına karşılıklı olarak ekimleri yapılmıştır.

Fungusların birbirlerine doğru gelişimleri milimetre cinsinden günlük olarak ölçülmüştür. Yüzde inhibisyon değerleri yandaki formüle (Royse & Ries 1978) göre hesaplanarak Şekil 1'de verilmiştir.

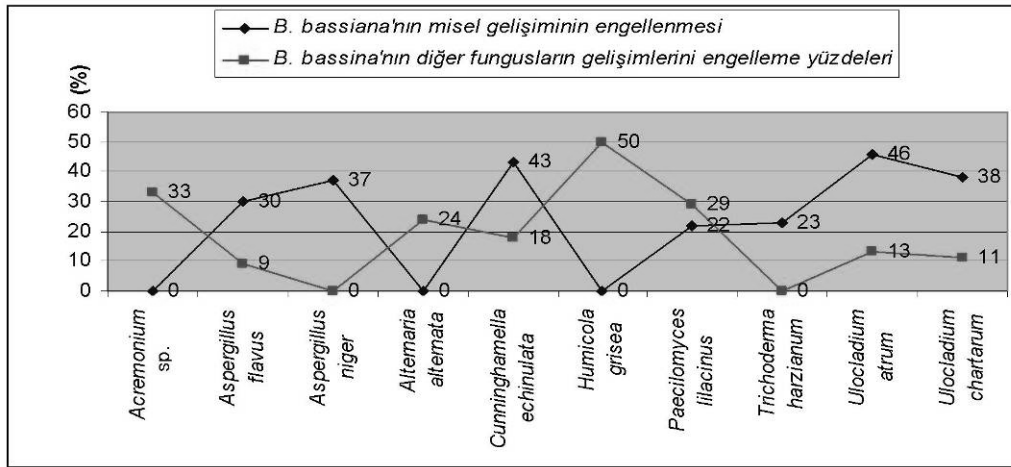
$$\frac{R_2 - R_1}{R_2} \times 100$$

Burada  $R_1$ : *Beauveria bassiana*'nın, antagonist fungusa doğru gösterdiği maksimum büyümenin yarıçapının milimetre cinsinden ölçümü,  $R_2$  ise antagonist içermeyen ortamda, maksimum  $R_1$  değerinin ölçüldüğü andaki gelişimidir.

## Bulgular ve tartışma

*Acremonium* sp., *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Alternaria alternata*, *Cunninghamella echinulata*, *Humicola grisea*, *Paecilomyces lilacinus*, *Trichoderma harzianum*, *Ulocladium atrum* ve *Ulocladium chartarum* türleri *B. bassiana*'ya karşı potansiyel antagonist olarak değerlendirilmiş ve hesaplamalar yapılarak yüzde inhibisyon değerleri verilmiştir. Buna ek olarak mevcut literatür bilgileri göz önüne alındığında izole edilen funguslar arasında çeşitli bitki patojenleri, böcek patojenleri ve farklı patojen funguslara karşı antagonistik özelliği olduğu bilinen türler olması nedeniyle *B. bassiana*'nın da bu türler üzerindeki büyümeyi engelleyici etkileri araştırılmış ve sonuçlar çok yönlü olarak değerlendirilmeye çalışılmıştır.

*Acremonium* sp., *Alternaria alternata* ve *Humicola grisea* türlerinin *B. bassiana*'nın misel gelişimini engelleyici bir özellik göstermediği bulunmuş, tam aksine *B. bassiana* ise bu fungusların büyümelerini sırasıyla % 33, % 24 ve % 50 oranlarında engellemiştir. *Aspergillus niger* ve *Trichoderma harzianum* türleri *B. bassiana*'nın gelişimini sırasıyla % 37 ve % 23 oranında baskılamış; fakat *B. bassiana* bu fungusların gelişimine herhangi bir baskılayıcı özellik göstermemiştir. Elde edilen yüzde engelleme değerleri Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Misel gelişiminin engellenme yüzdeleri

Figure 1. Inhibition percentages of micelle development

*Humicola grisea* termofilik bir fungus türüdür. Bitki ve hayvanlarda patojen olmayan bu türün bitkilerde *Typhula* cinsine ait fungusların sebep olduğu kar küfü olarak adlandırılan hastalığa karşı antagonist etkisi tespit edilmiştir (Sudate & Fujiwara 1999). Yapılan çalışmada, *Humicola grisea*, *B. bassiana*'nın misel gelişimini engelleyici bir özellik göstermezken, kendi gelişimi % 50 oranında baskılanmıştır. *Humicola grisea*'nın

tarla şartlarında, *B. bassiana*'nın patojenitesini etkilemeyeceği fakat antagonistik etkinliğinin azalacağı düşünülmektedir.

*Aspergillus* türleri, insan ve hayvanların akciğerlerinde aspergilloza ve bağışıklık sistemi baskılanmış hastalarda enfeksiyonlara neden olmalarıyla tanınırlar (Hedeyati et al. 2007). Bunun yanı sıra birçok bitki ve meyveye gerek tarlada gerekse depolama sırasında bulaşarak hastalık oluşturmada ve ciddi ekonomik kayıplara neden olmaktadır. İzole edilen türlerden *Aspergillus niger*, birçok meyve ve sebze siyah küf hastalığına sebep olmaktadır. *Aspergillus flavus* ise özellikle gıdalara bulaşarak yapılarının bozulmasına neden olup, kanserojen bir mikotoksin olan aflatoksin üretiminden sorumludur. Ayrıca *Aspergillus flavus*'un akar patojeni olduğuna dair kayıtlar da mevcuttur (Hrabak 2005). *Aspergillus flavus* ve *Aspergillus niger* türleri *B. bassiana*'nın misel gelişimini sırasıyla % 30 ve % 37 oranında engellemişlerdir. Bu fungusların toprakta ve çürümüş bitki artıkları üzerinde bol miktarda bulunmaları, *B. bassiana*'nın entomopatojen aktivitesini sınırlayabileceklerini düşündürmektedir.

*Trichoderma* türleri bitki gelişimini hızlandırdığı, bitki savunma mekanizmalarını stimüle ederek bitkileri toprak kaynaklı patojenlere karşı dirençli hale getirdiği ve çeşitli antibiyotik bileşikler ürettiği için biyolojik mücadelede tercih edilmekte ve aynı zamanda ticari olarak üretilen çok sayıda preparatı bulunmaktadır (Schirmböck et al. 1994; Küçük & Kıvanç 2003; Yiğit 2005). Elde edilen verilere göre, *B. bassiana*, *T. harzianum*'un misel gelişimini baskılayıcı bir özellik göstermemiş; fakat kendisi % 23 oranında baskılanmıştır. Bu sonuçlara dayanılarak, biyolojik mücadelede kullanılan *B. bassiana* biyopreparatı'nın, toprak florasında varlığını sürdürmekte olan doğal antagonist *T. harzianum*'un zararlı fungusları baskılamasına engel olmayacağı fakat kendi etkinliğinde azalmalar meydana geleceği söylenebilir.

*Ulocladium atrum*'un çilek, üzüm ve domates gibi kültür bitkilerinde kurşuni küf hastalığına sebep olan *Botrytis cinerea*'ya karşı biyolojik mücadelede başarı ile kullanılan antagonistik bir ajan olduğu bilinmektedir (Köhl & Molhoek 2001; Köhl et al. 1995). Bu çalışmada, *Beauveria bassiana*, *Ulocladium atrum*'un misel gelişimini %13 oranında baskılarken, kendi gelişimi % 46 oranında baskılanmıştır. Her ikisi de birer biyolojik mücadele elemanı olan bu fungusların *in vitro* koşullarda birbirlerine karşı gösterdikleri antagonist etkileşim bu organizmaların birlikte kullanılmaması gerektiğini ortaya koymaktadır. *Ulocladium chartarum*'un ise tüylü meşe ağacının yapraklarında nokta şeklinde nekrozlara sebep olduğu rapor edilmiştir (Vannini & Vettrano 2000). Bu fungus, *B. bassiana*'nın gelişimini % 38 oranında engellemiştir.

*Paecilomyces lilacinus* bitki paraziti nematolara karşı başarılı bir şekilde kullanılmakta olan bir biyolojik mücadele elemanı olarak bilinmektedir (Siddiqui et al. 2000). Ayrıca Bioact adıyla satışa sunulan ıslanabilir toz formülasyonu da mevcuttur. *Beauveria bassiana* bu fungusun misel gelişimini % 29 oranında baskılamış, kendisi ise % 22 oranında baskılanmıştır. Her ikisi de birer biyolojik mücadele elemanı olan bu fungusların *in vitro* koşullarda birbirlerine karşı gösterdikleri antagonistik etkileşim bu organizmaların birlikte kullanılmaması gerektiğini ortaya koymaktadır.

*Acremonium* cinsine ait funguslar bitki artıkları, besin maddeleri ve topraktan izole edilebilen kozmopolit ve saprofit mantarlardır. Sporları genelde böcekler üzerinde taşınır veya suyla yayılır (Sezek et al. 2009). *Acremonium* sp. *Beauveria bassiana*'ya karşı miseliyal büyümeyi engelleyici bir özellik göstermemiş; fakat kendisi % 33 oranında baskılanmıştır.

*Alternaria alternata* birçok bitkide alternaria kahverengi çürüklüğüne sebep olan bitki patojeni bir fungus türüdür ve bu hastalık kültür bitkilerinde büyük ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Erkılıç et al. 1999). Elde edilen sonuçlara göre *B. bassiana*, *Alternaria alternata*'nın miseliyal gelişimini % 24 oranında baskılamış ve *B. bassiana*'nın misel büyüme hızında bir değişiklik olmamıştır. Bu sonuç, *B. bassiana* kullanılarak yapılacak olan biyolojik mücadele çalışmalarında toprakta ve çürümüş bitki materyali üzerinde bol miktarda bulunan fitopatogen fungus *Alternaria alternata*'nın herhangi bir sorun oluşturmayacağını, bununla birlikte zararlı böceklerle mücadele edilirken bir yandan da bitki zararlısı olan bu fungusun baskılanacağını göstermektedir.

## Teşekkür

Bu çalışmada, fungusların teşhisinde desteğini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. İsmet HASENEKOĞLU'na teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

- Al-Heeti M.B. & J.B. Sinclair 1988. Antagonism between *Gliocladium roseum*, *Trichoderma harzianum*, or *Trichothecium roseum* and *Phytophthora megasperma* f. sp. glydnea, *Mycopathologia*, 103: 135-140.
- Boland J.G. 1990. Biological control of plant diseases with fungal antagonists: Challenges and opportunities. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 12: 295-299.
- Bridge D.P. & R.M. Worland 2008. An association between the antarctic mite *Alaskozetes antarcticus* and an entomophthorean fungus of the genus *Neozygites*. *Experimental and Applied Acarology*, 46: 43-52.
- Eken C. & R. Hayat 2009. Preliminary evaluation of *Cladosporium cladosporioides* (Fresen.) de Vries in laboratory conditions, as a potential candidate for biocontrol of *Tetranychus urticae* Koch. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 25: 489-492.
- Elliot S.L., G.J. Moraes & D.J. Mumford 2008. Failure of the mite-pathogenic fungus *Neozygites tanajoae* and the predatory mite *Neoseiulus idaeus* to control a population of the cassava green mite, *Mononychellus tanajoa*. *Experimental and Applied Acarology*, 46: 211-222.
- Erkılıç A., Y. Canihoş, M. Bıçıcı & Ş. Kurt 1999. Türkiyede *Alternaria alternata* f.sp. *citri*'nin minneola tangelo izolatlarının iprodione'a karşı dayanıklılıkları. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23 (5): 1051-1056.
- Erkılıç L. & N. Uygun 1993. Entomopatojen fungusların biyolojik mücadelede kullanılma olanakları. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 17: 117-128.
- Franzolin M. R., W. Gambale, R.G. Cuero & B. Correa 1999. Interaction between toxigenic *Aspergillus flavus* Link and mites (*Tyrophagus putrescentiae* Schrank) on maize grains: effect on fungal growth and aflatoxin production. *Journal of Stored Products Research*, 35: 215-224.

- Gerson U., A. Gafni, Z. Paz & A. Szejnberg 2008. A tale of three acaropathogenic fungi in Israel: *Hirsutella*, *Meira* and *Acaromyces*. *Experimental and Applied Acarology*, 46: 183-194.
- Greif D.M. & S.R. Currah 2007. Patterns in the occurrence of saprophytic fungi carried by arthropods caught in traps baited with rotted wood and dung. *Mycologia*, 99: 7-19.
- Haktanır K. & S. Arcaç 1997. Toprak Biyolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1486, 409 s.
- Hasenekoğlu İ. 1991 Toprak Mikrofungusları. Atatürk Üniversitesi Yayınları, No: 689, 1: 421s.
- Hedayati M.T., A.C. Pasqualotto, P.A. Warn, P. Bowyer & D.W. Denning 2007. *Aspergillus flavus*: human pathogen, allergen and mycotoxin producer. *Microbiology*, 153: 1677-1692.
- Hrabak J. 2005. The microorganisms isolated from the mites *Varroa destructor* and the verification of their pathogenicity. *Apimondia Journal*, <http://www.apimondia.org> (Erişim tarihi: 23 Kasım 2009).
- Hubert J., V. Stejskal, A. Kubátová, Z. Munzbergová, M.V. Nová & E. Žd'árková 2003. Mites as selective fungal carriers in stored grain habitats. *Experimental and Applied Acarology*, 29: 69-87.
- Irigaray F.J.S., V. Mear-Mancebón, I. Pérez-Moreno 2003. The entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* and its compatibility with triflumuron: effects on the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae*. *Biological Control*, 26: 168-173.
- James R.R. & G.W. Elzen 2001. Antagonism between *Beauveria bassiana* and imidacloprid when combined for *Bemisia argentifolii* (Homoptera : Aleyrodidae) control. *Journal of Economic Entomology*, 94 (2): 357-361.
- Köhl J., W.M.L. Molhoek, C.H. van der Plas & N.J. Fokkema 1995. Effect of *Ulocladium atrum* and other antagonists on sporulation of *Botrytis cinerea* on dead lily leaves exposed to field conditions. *Biological Control*, 85 (4): 393-401.
- Köhl J. & W.M.L. Molhoek 2001. Effect of water potential on conidial germination and antagonism of *Ulocladium atrum* against *Botrytis cinerea*. *Phytopathology*, 91: 485-491.
- Kryukov V.Y., V.V. Martemyano, M.P. Polovinka, O.A. Luzina, I.M. Dubovsky, V.V. Serebrov, V.P. Khodyrev, A.A. Malyarchuk, O.N. Gerber, O.N. Yaroslavtseva, E.A. Boyarishcheva, M.V. Levchenko, V.V. Glupov, N.F. Salakhutdinov & G.A. Tolstikov 2008. Usnic acid is a promising synergist for biopreparations based on entomopathogenic microorganisms. *Doklady Akademii Nauk*, 423: 279-282.
- Küçük Ç. & M. Kivanç 2003. Isolation of *Trichoderma* spp. and their antifungal, biochemical and physiological features. *Turkish Journal of Biology*, 27: 247-253.
- Küçük Ç., M. Kivanç, E. Kınacı & G. Kınacı 2007. Biological efficacy of *Trichoderma harzianum* isolate to control some fungal pathogens of wheat (*Triticum aestivum*) in Turkey. *Biologia*, 62: 283-286.
- Lekimme M., C. Focant, F. Farnir, B. Mignon & B. Losson 2008. Pathogenicity and thermotolerance of entomopathogenic fungi for the control of the scab mite, *Psoroptes ovis*. *Experimental and Applied Acarology*, 46: 95-104.
- Maketon M., P. Orosz-Coghlan & J. Sinprasert 2008. Evaluation of *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycota: Hyphomycetes) for control of broad mite *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae) in mulberry. *Experimental and Applied Acarology*, 46: 157-167.
- Neill O.T.M., A. Niv, Y. Elad & D. Shtienberg 1996. Biological control of *Botrytis cinerea* on tomato stem wounds with *Trichoderma harzianum*. *European Journal of Plant Pathology*, 102: 635-643.



- Ocak İ., S. Doğan, N. Ayyıldız & İ. Hasenekoğlu 2007. Akarlardan izole edilmiş entomopatojen bir fungus türü: *Beauveria bassiana* (Balsamo). *Journal of the Society for Art and Science*, 7: 125-132.
- Ocak İ., S. Doğan, N. Ayyıldız & İ. Hasenekoğlu 2008. The external mycoflora of the oribatid mites (Acari) in Turkey, with three new mite records. *Archives des Sciences*, 61: 1-6.
- Oskay F. 2007. Çankırı ili eldivan ilçesi karaçam ormanı topraklarındaki fungal floranın ve in-vitro'da antagonistik etkileşimlerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 100 s.
- Ownley H.B., M.R. Pereira, E.W. Klingeman, B.N. Quigley & M.B. Leckie 2004. *Beauveria bassiana*, a dual purpose biocontrol organism, with activity against insect pests and plant pathogens. *Emerging Concepts in Plant Healthy Management*, 81: 255-269.
- Ownley H.B., R.M. Griffin, E.W. Klingeman, D.K. Gwinn, K.J. Moulton & M.R. Pereira 2008. *Beauveria bassiana*: Endophytic colonization and plant disease control. *Journal of Invertebrate Pathology*, 98: 267-270.
- Öncüler C. 1984. Zararlı böceklerle karşı biyolojik savaşta entomopatojen funguslar. *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 8: 177-189.
- Paulitz C.T. & R.R. Belanger 2001. Biological control in greenhouse systems. *Annual Review of Phytopathology*, 39: 103-133.
- Renwick A., R. Campbell & S. Coe 1991. Assessment of in vivo screening systems for potential biocontrol agents of *Gaeumannomyces graminis*. *Plant Pathology*, 40: 524-532.
- Royse J.D. & M.S. Ries 1978. The influence of fungi isolated from peach twigs on the pathogenicity of *Cytospora cincta*. *Phytopathology*, 68: 603-607.
- Schirmböck M., M. Lorito, Y.L. Wang, C.K. Hayes, I. Arisan-Atac, F. Scala, G.E. Harman & C.P. Kubicek 1994. Parallel formation and synergism of hydrolytic enzymes and peptaibol antibiotics, molecular mechanisms involved in the antagonist action of *T. harzianum* against phytopathogenic fungi. *Applied and Environmental Microbiology*, 60: 4364-4370.
- Sezek F., S. Doğan, D.A. Bal, S. Örtücü & G. Dönel 2009. Bazı Yalancıakreplerden (Arachnida: Pseudoscorpionida) İzole Edilen Mikروفunguslar. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2: 211-221.
- Shi W.B. & M.G. Feng 2004. Lethal effect of *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, and *Paecilomyces fumosoroseus* on the eggs of *Tetranychus cinnabarinus* (Acari: Tetranychidae) with a description of a mite egg bioassay system. *Biological Control*, 30: 165-173.
- Siddiqui I.A., S.A. Qureshi, V. Sultana, S. Ehteshamul-Haque & A. Ghaffar 2000. Biological control of root rot-root knot disease complex of tomato. *Plant and Soil*, 227: 163-169.
- Sudate Y. & T. Fujiwara 1999. *Humicola grisea* var. *grisea* antagonistic against snow-mold pathogenic fungi, and snow-mold control agent and method using the same. Patent number: 5, 861,152.
- Ulukuş İ., Ş.A. Aktepe, H. Damdere & O. Develier 1997. Akdeniz bölgesi seralarında sebzelerde zarar yapan kurşuni küf (*Botryotinia fuckeliana* 'De Bary' Whetzel) hastalığına karşı biyolojik mücadele olanakları üzerinde araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 37: 21-34.
- Vannini A. & A.M. Vettrano 2000. *Ulocladium chartarum* as the causal agent of a leaf necrosis on *Quercus pubescens*. *Forest Pathology*, 30: 297-303.
- Westwood S.G., S.W. Huang & O.N. Keyhani 2005. Allergens of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. *Clinical and Molecular Allergy*, <http://www.clinicalmolecularallergy.com> (Erişim tarihi: 15 Kasım 2009).

- Yigit F. 2005. Bitki patojenlerinin kontrolünde kullanılan biyokontrol ürünler ve özellikleri. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19: 70-77.
- Zimmermann G. 2007. Review on safety of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Beauveria brongniartii*. *Biocontrol Science and Technology*, 17: 553-596.