

Zararlı böceklere karşı biyolojik savaşta entomopatojen funguslar

Cezmi ÖNCÜER*

Résumé

Les champignons entomopathogènes
contre les insectes nuisibles en
lutte biologique

Plusieurs champignons vivent sur les insectes. La plupart de ces champignons sont pathogènes des insectes. On désigne ensemble ces champignons entomopathogènes et leurs conditions d'infections dans ce texte.

D'autre part, on raconte des travaux de lutte biologique contre certains insectes nuisibles par ces entomopathogènes.

Giriş

Kültür bitkilerinde ve onların ürünlerinde zararlı böceklere karşı tarihin ilk dönemlerinden beri değişik yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden en önemlisi ve eski olanı biyolojik savaş yöntemidir.

Zararlı böceklere karşı biyolojik savaş eski çağlardan beri bilinmekle beraber daha çok 18. yüzyılda dikkati çekmeye başlamış ve ilk geniş uygulama 19. yüzyılın sonlarında A.B.D.'de yapılmıştır. İkinci Dünya Savaşı sonrasında sentetik pestisitlerin yoğun ve bilinçsizce tarımsal zararlılara karşı kullanılmalarıyla ortaya çıkan olumsuz sonuçların giderek artması sonucu biyolojik savaş, son 25 yılda tekrar önem kazanmıştır.

Zararlı böceklere karşı biyolojik savaşta değişik kaynaklı canlı etmenlerden yararlanır. Bu etmenler içinde funguslar da önemli bir yere sahiptir.

Böcekler üzerinde bulunan funguslar ya patojen, yahut saprofit

* E.Ü. Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Bornova-İZMİR.
Alınış (Received) : 20.10.1983

veyahut da simbiotik olarak yaşarlar. Bu nedenle herhangi bir böcek üzerinde rastlanan her fungusun böceği öldürdüğü düşünülmemelidir. Böceklerle karşı biyolojik savaşta yararlanılacak funguslar patojen olan funguslardır. Bunlara entomopatojen veya entomofag funguslar adı da verilir. Entomopatojen funguslar konukçusu böcekler üzerinde yaşarlar ve onları mutlaka öldürürler.

Entomopatojen funguslarla ilgili çalışmalar 18. yüzyılda başlamıştır. 19. yüzyılda da süren bu çalışmalar, 20. yüzyılda ve hele 1960 yılından sonra oldukça yoğunlaşarak sürmektedir. Günümüzde hemen tüm Avrupa ülkeleri, A.B.D., Sovyetler Birliği, Çin ve Japonya'da bu konuda önemli çalışmalar yapılmaktadır.

Yurdumuzda entomopatojen funguslarla ilgili ilk çalışma 1913 yılında çekirgeler üzerinde yapılmıştır (Özek, 1953). Yurdumuzda bu konuda yapılmış çok az sayıdaki çalışmalar günümüzde de sürmekle beraber daha yenidir.

İşte bu nedenle bu makale entomopatojen funguslar hakkında bilgiler vererek biyolojik savaşta yararlanma olanaklarını gözden geçirmek amacıyla derlenmiştir.

Entomopatojen Fungusların Sistematigi

Entomopatojen funguslar Phycomycetes, Ascomycetes, Basidiomycetes ve Deuteromycetes sınıfları içinde yer alırlar. Bunlardan Phycomycetes ve Deuteromycetes sınıfı diğerlerinden daha önemlidir.

Phycomycetes sınıfı içinde Entomophthorales, Blactocladiales ve Chytridiales takımları entomopatojen funguslar açısından üç önemli takımdır. Entomophthorales takımı içinde **Conidiobolus**, **Entomophthora**, **Zoophthora**, **Erynia** ve **Massospora** cinsleri önemlidir (Roberts and Yendol, 1971; Ferron, 1978; Remaudière et Keller, 1980). Bunlardan **Entomophthora** en iyi tanınan ve üzerinde en fazla çalışma yapılan bir cinstir. Mc Leod and Müller-Kögler (1973) bu cins içinde 150 kadar türün bilindiğini belirtmektedir. Bu türlerin önemli bir kısmı afitler üzerinde patojendir. Ayrıca Lepidoptera, Orthoptera, Coleoptera, Hymenoptera ve Thysanoptera takımlarına bağlı böcekler üzerinde de patojen olan türleri vardır.

Massospora cinsi içinde 12 tür bilinmektedir ve bunlar ağustos böcekleri üzerinde patojendir (Soper, 1974).

Phycomycetes sınıfı içinde yer alan Blactocladiales ve Chytridiales

takımlarına bağlı funguslar ise genellikle sivrisinekler üzerinde patojendir.

Deuteromycetes sınıfı içinde Moniliales ve Sphaeropsidales takımları entomopatojen fungusların bulunduğu önemli iki takımdır. Moniliales takımı içinde yer alan *Beauveria* ve *Metarhizium* cinsleri üzerinde en fazla çalışma yapılan cinslerdir. Ferron (1978)'a göre, *Beauveria* cinsine bağlı iki tür (*B. bassiana*, *B. tenella*) vardır. Keza *Metarhizium* cinsinin de *M. flavo viride* ve *M. anisopliae* olmak üzere iki türü bilinmektedir (Tulloch, 1976). İki cinse bağlı bu dört tür, zararlı böceklere karşı biyolojik savaşta çok önemli bir yere sahiptir. Sovyetler Birliği'nde *B. bassiana* esaslı Boverin adı altında, Brezilya'da *M. anisopliae* esaslı Metaquino adı altında biopreparatlar geliştirilmiştir. Moniliales takımı içinde yer alan *Cephalosporium*, *Hirsutella*, *Sporotrichum*, *Aspergillus*, *Aschersonia* ve *Verticillium* cinsleri önemli entomopatojen türleri kapsarlar. *Dialeurodes citri* Ashm. üzerinde *Aschersonia aleurodis* (Webb.), yurdumuzun Doğu Karadeniz Bölgesinde ve Kabuklu bitler üzerinde *Verticillium lecanii* (Zimm.), yurdumuzun Ege ve Karadeniz Bölgelerinde önemli bir etmendirdir (İren, 1970a; Öncüer, 1974; Işık et al., 1983).

Ascomycetes ve Basidiomycetes sınıfları üzerinde pek fazla çalışma yapılmamış sınıflardır. Ascomycetes sınıfı içindeki *Cordyceps* ve *Ascospaera* cinsleri ile Basidiomycetes sınıfı içindeki *Uredinella* cinsi entomopatojen olarak bilinir. Basidiomycetes sınıfı içinde yer alan *Septobasidium* cinsinin özellikle kabuklu bitlerle simbiyotik yaşam sürdürdüğü kayıtlıdır (İren, 1970b).

Entomopatojen Fungusların Böceklere Enfeksiyon Şekilleri

Entomopatojen funguslar konukçusu böcekleri sindirim, solunum ve özellikle deri yoluyla enfekte ederler. Sindirim yoluyla enfeksiyonda ağız parçalarının önemi büyüktür. Örneğin *Melolontha melolontha* L. larvalarının barsaklarına *Beauveria tenella* (Delacr.)'nin suni enfeksiyonu ile böcek hastalandırılmazken, aynı fungusun ağız yoluyla verilmesi sonucunda hastalık meydana getirilebilmiştir (Ferron, 1967).

Deri yoluyla enfeksiyonda böcek derisinin içerdiği kitin-protein bileşimini parçalama özelliğine sahip enzimlerin önemli rolünün olduğu bilinmektedir. Entomopatojen bir fungus sporu konukçusu böceğin derisi üzerine yapıştıktan sonra, eğer iklim koşulları uygun ise, çimlenme çivisini oluşturarak taşıdığı yağ ve protein parçalayıcı enzimler yardımıyla epikutikula'yı deler ve hyf oluşturarak hypodermis'e ula-

sır. Sonra bu hyf'lerini çoğaltarak vücut boşluğunda yayılırlar. Vücut boşluğunu tamamen dolduran miseller böceği öldürür. Bundan sonra fungus klamidospo'lar oluşturur ve bu klamidospo'lar fungusun ölmüş böcek vücutu içinde canlı kalmasını sağlarlar. Bu klamidospo'lar uygun koşullarda çimlenerek konukçusu ölü böceğin derisi üzerinde konidiofor'lar oluşturur. Konidiofor'lar üzerinde meydana gelen sporlar da yeni enfeksiyonlar için hazır duruma gelir (Ferron, 1978; Zimmermann, 1978).

Deri yoluyla enfeksiyonda fungusun başarılı olabilmesi için enfeksiyonun hypodermis'e ulaşması gerekir. Böceklerdeki deri değiştirme nedeniyle bu konu önemlidir. Sık ve kısa zaman aralıklarıyla gömlek değiştiren böceklerde bu konu daha da önem kazanır. Fungal enfeksiyon daha hypodermis'e ulaşmadan böcek deri değiştirirse bu enfeksiyondan kendini kurtarabilir. Fakat enfeksiyon hypodermis'e ulaşmışsa böcek kendini bu enfeksiyondan kurtaramaz.

Entomopatojen Fungusların Hastalık Oluşturmasında Rol Oynayan Faktörler

Entomopatojen bir fungusun böceklerde hastalık oluşturabilmesi için bazı koşullar gereklidir. Bu koşulların bir kaçının veya tümünün bir arada bulunması durumunda fungus kısa zamanda hastalık oluşturur. Bu koşulları biyotik ve abiyotik koşullar olmak üzere iki ana bölümde incelemek mümkündür. Biyotik faktörlerden fungus ile ilgili olanlarını: fungusun virulanslığı, spor yoğunluğu; konukçu böcek ile ilgili olanlarını: böceğin biyolojik dönemi, böceğin fizyolojik ve sağlık durumu, böceğin populasyon yoğunluğu olarak özetlemek mümkündür.

Fungusun virulanslığı: Genel bir deyimle entomopatojen fungusların virulanslığı ırklara göre değişir. Bu nedenle entomopatojen funguslarla ilgili çalışmalarda virulans olan fungus ırklarının seçimi çok önemlidir. Örneğin *Metarhizium anisopliae* (Metch.)'nin değişik ırklarının aynı konukçu böcek üzerinde hastalık oluşturma yeteneğinin farklı olduğu saptanmıştır (Ferron, 1967). Diğer taraftan entomopatojen bir fungusun virulanslığının orijinal konukçusu böcek ırkında daha yüksek olduğu da bilinmektedir.

Spor yoğunluğu: Fungal enfeksiyonun başarısı, hastalığın gelişmesi ve böceğin ölümü ile fungusun spor yoğunluğu arasında pozitif yönde ve doğrusal bir ilişkinin olduğu saptanmıştır. Bu nedenle en uygun spor yoğunluğu için bazı değerler verilmektedir. Örneğin *Leptinotarsa decemlineata* Say'ya karşı *Beauveria bassiana* (Bals.)'nın

1,2 - 2,4 x 10¹³ spor/ha, *Trichoplusia ni* (Hbn.)'ye karşı *Nomurea rileyi* (Farl.)'nin 2,5 x 10¹³ spor/ha yoğunluğu önerilir. Entomopatojen fungusların uygun spor yoğunluğu fungusun ırkına, böcek türüne ve böceğin yaşama yerine göre değişir. Örneğin *Melolontha melolontha* L. gibi toprak altında yaşayan böcekler için spor yoğunluğu toprak üstü kısımlarda yaşayan böceklerle oranla 10 kat fazla olmalıdır. Bu da yaklaşık 10 cm toprak derinliğinde 10¹⁶ - 10¹⁷ spor/ha'dır (Ferron, 1978).

Konukçu böceğin biyolojik dönemi: Entomopatojen funguslar böceklerin bütün biyolojik dönemlerinde enfeksiyon yapabilirler. Ancak hastalığın oluşması bazı biyolojik dönemlerde daha yüksektir. Örneğin *Eurygaster integriceps* Put. yumurtalarında *Beauveria bassiana* (Bals.) % 21, *Aspergillus flavus* Link. % 33 ölüme neden olurken, böceğin birinci dönem nimflerinde *B. bassiana* % 100, *A. flavus* ise % 54 oranında ölüm meydana getirmiştir (Fargues, 1973).

Konukçu böceğin fizyolojik ve sağlık durumu: Entomopatojen fungusların gerek enfeksiyonunda ve gerekse hastalığın gelişmesinde konukçuları böceklerin sağlık durumlarının önemi büyüktür. Tüm canlılarda olduğu gibi bünyeye zayıf olan böcekler hastalıklara karşı daha hassastır. Örneğin Ferron (1971), *Melolontha melolontha* L. larvalarında *B. tenella*, düşük dozlardaki organik fosforlu ve klorlandırılmış hidrokarbonlu insektisitlerle birlikte kullanıldığında hastalığın arttığını saptamıştır. Keza Fargues (1973), *Leptinotarsa decemlineata* Say larvaları düşük dozda DDT ile ilaçlandıktan sonra *B. bassiana* ile enfekte edildiklerinde hastalanma ve ölüm oranının arttığını ortaya koymuştur. Bir bakıma sinerjistik etki de sayılabilecek bu durumdan pratikte yararlanılmaktadır.

Konukçu böceğin populasyon yoğunluğu: Entomopatojen bir fungus sporunun konukçu böceği enfekte etmesi ve sonra hastalığın gelişmesi, her şeyden önce fungus sporunun böceğe ulaşması ile başlar. Fungus sporlarının yoğun böcek populasyonlarında bir böceğe ulaşma olasılığı fazla olacaktır. Diğer taraftan hastalığın yoğun böcek populasyonunda bir bireyden diğerine yayılarak epidemi oluşturma olasılığı da daha yüksektir.

Entomopatojen fungusların hastalık oluşturmada rol oynayan abiotik faktörler çevre koşulları, diğer bir deyişle iklim koşullarıyla ilgilidir. Bunlar: nem, sıcaklık ve ışıktır.

Nem: Fungus sporlarının canlılığını koruyabilmesi ve çimlenebilmesi için nem'e her şeyden önce ihtiyaç vardır. Canlılığını koruyamayan ve çimlenemeyen bir fungus sporunun konukçusu böceği hasta-

landılabilmesi olanaksızdır. Düşük nem koşullarında fungus sporları çimlenemezler. Bu nedenle genellikle düşük orantılı nem koşullarında dayanıklı sporlar oluştururlar. Bu dayanıklı sporlar fungusun uygun olmayan koşullarda canlı kalabilmesini sağlarlar. Dayanıklı sporlar uygun koşulları bulduklarında çimlenirler. Fungus türlerinin uygun orantılı nem istekleri farklıdır. Genel olarak % 60'ın altındaki orantılı nem değerleri entomopatojen funguslar için uygun değildir. Orantılı nem fungus sporlarının ömrüne de etki eder. Örneğin *B. bassiana* ve *Paecilomyces farinosus* konidilerinin % 0 veya % 34 orantılı nemde, % 75 orantılı nemden daha uzun süre yaşadığı saptanmıştır (Clerk and Madelin, 1965). *M. anisopliae* konidilerinin düşük ve yüksek orantılı nem koşullarında en fazla, % 45 orantılı nem değerine yakın koşullarda ise en düşük süre yaşadığı saptanmıştır. Buna karşılık *Entomophthora* türlerinde ise konidilerin % 75 orantılı nemin altında yaşamadıkları ortaya konmuştur (Wilding, 1973).

Sıcaklık: Entomopatojen fungusların misel gelişme hızı, dolayısıyla enfeksiyonun ilerlemesi sıcaklığa bağlıdır. Genel olarak 5°C ile 35°C sıcaklıklar entomopatojen funguslar için en düşük ve en yüksek sıcaklık sınırlarıdır.

Optimum sıcaklık ise 20°C ile 30°C arasındaki değerlerdir. Optimum sıcaklık her fungus türü için değişir. Örneğin *B. tenella* için 23°C, *Conidiobolus obscurus* (Hall and Dunn) ve *Entomophthora exitalis* Hall and Dunn için 24°C, *B. bassiana* ve *N. rileyi* için 25°C, *M. anisopliae* için 27°C - 28°C ve *E. virulenta* Hall and Dunn için 30°C sıcaklığın optimum olduğu saptanmıştır.

Fungusun gelişmesi için gerekli optimum sıcaklık ile hastalığın ilerlemesi için gerekli optimum sıcaklık çok kez aynı değildir. Çünkü sıcaklığın konukçu böcek üzerindeki etkisinin de dikkate alınması gerekir.

Işık: Işık fungus sporlarının miktarı ve sporlanma süresi üzerinde etkilidir. Güneş ışığındaki ultraviyole ışınlar ise sporlar üzerinde öldürücü etkiye sahiptir. Bu nedenle gündüz yapılan suni enfeksiyonlar başarısız olabilirler. Pratikte geniş uygulamalar gece yapılmak suretiyle bu sorun halledilmiş olur.

Böceklerde Hastalanma Belirtileri

Herhangi bir entomopatojen fungus konukçu böceği enfekte ettikten sonra böceğin vücudu içinde hyfler oluşturur. Giderek tüm vücut boşluğu misellerle dolar. Bu sırada böcekte sinirli hareketler görülür.

Sonra hareketler ağırlaşır ve nihayet böcek ölür. Ölüm vücut boşluğunun ve trache'lerin fungus miselleriyle dolması sonucunda, bazı funguslarda ise salgılanan toxin'ler nedeniyle meydana gelir.

Böceklerde fungal hastalığın dış belirtileri genellikle böceğin ölümlünden sonra ortaya çıkar. Başlangıçta tamamen fungus miselleri ile dolmuş ölü böcek vücudu şişkince görünüşlüdür. Örneğin entomophthoral ölümden afitler kahverengimsi renk alır ve böceğin hortumu bitki dokusu içinde olmak üzere bitki üzerinde asılı dururlar. Bazı türlerde ise fungus tarafından oluşturulan, konukçusu afidin karın kısmında dışarı çıkan ve **rhizoid** adı verilen oluşuklarla böcek bitkiye yapıştırılır. Böceğin vücudu üzerinde sık tüberkiller belirir. Daha sonra koşullar uygunsa ölü böceğin vücudu içinde fungal gelişme devam ederek vücut üzerinde konidiofor'lar oluşur. Sporlanma başlar ve bu sırada en belirgin dış belirtiler görülür. Örneğin **Beauveria** türleri ile ölmüş böcek kabarcıklı beyaz, **Verticillium lecanii** (Zimm.) ile ölmüş böcek kireçleşmiş beyaz, **Metarhizium** türleri ile ölmüş böcek yeşilimsi, **Aschersonia aleurodis** (Webb.) ile ölmüş böcek kabarcıklı açık turuncu renk alır. **Cordyceps** cinsine bağlı türler ile ölmüş kabuklu bitler üzerinde oluşan fungus başcıkları ise gözle görülebilir büyüklükte ve ilginç şekillerdedir.

Entomopatojen Fungusların Toxinleri

Entomopatojen fungusların salgıladıkları toxinler böceklerin ölümlüne neden olurlar. Son yıllarda bu toxinler üzerinde oldukça geniş çalışmalar yapılmaktadır. Roberts (1981)'a göre örneğin **Beauveria** cinsi funguslarında **Beauvericin**, **Beauverolides**, **Bassianolide**, **Isarolides** adı verilen toxinler izole edilmiştir. **Metarhizium** cinsine bağlı funguslarda **Destruxin**, **Cytochalsin** adı verilen toxin'ler saptanmıştır. **Aspergillus** cinsine bağlı fungusların salgıladığı **Aflatoxin**'lerin ise tüm canlılar için zehirli oldukları bilinmektedir. Entomopatojen fungusların toxinlerinden böceklere karşı savaşta yararlanma konusunda da çalışmalar halen sürmektedir.

Entomopatojen Fungusların Omurgalılara Etkisi

Böcek patojeni fungusların birkaçı dışında omurgalılara, dolayısıyla insanlara etkisi yoktur. Heimpel (1971)'e göre **Aspergillus** cinsine bağlı türler salgıladıkları toxinler nedeniyle omurgalılar, dolayısıyla insanlar için zehirlidir. Roberts and Yendol (1971)'a göre **Conidiobolus coronatus** (Cost.) insanlarda deri hastalıklarına neden olmaktadır. Yine **Beauveria bassiana** (Bals.) sporlarının bazı solunum yolları al-

lerjilerine sebep olduğu saptanmıştır. Ancak bu fungusun blastospor'ları allerjik değildir. Bu nedenle pratikte fungusun blastospor'ları kullanılır.

Verilen bu örnekler dışında entomopatojen fungusların omurgalılara dolayısıyla insanlara etkisi konusunda kayıt yoktur. Ancak bu konuda sürekli çalışmalar yapılmaktadır.

Böceklere Karşı Biyolojik Savaşta Entomopatojen Fungusların Kullanılması

Entomopatojen fungusların bitki zararlısı böceklere karşı biyolojik savaşta kullanılması iki şekilde mümkündür. Bunlardan birincisi konukçu böceğin fungusa karşı hassasiyetini arttırıcı tedbirlerin alınarak fungusun hastalık oluşturmada kolaylık sağlamaktır. Bunlar, zararlı böcekleri düşük insektisit dozlarıyla ilaçlayarak böceklerin sağlığını bozmak, sulama ve toprağın organik madde miktarını arttırma gibi çevre koşullarını değiştirici bazı tarımsal uygulamalar olarak sayılabilir.

İkincisi ise suni enfeksiyon yaparak fungusun etkinliğini arttırmaktır. İki yöntemin bir arada kullanılmasıyla ise başarı daha da artacaktır. Özellikle suni enfeksiyonlar konusunda yapılmış çok sayıda çalışma ve uygulama vardır. Bunlardan önemlilerini aşağıda vereceğiz.

Leptinotarsa decemlineata Say'ya karşı Beauveria bassiana (Bals.)

1965 yılından 1975 yılına kadar Sovyetler Birliğinde 6×10^9 spor/gr **B. bassiana** esaslı Boverin adlı biopreparatın 2 kg/ha dozu, DDT'nin normal dozunun 1/5'i ile birlikte uygulanmıştır. 1975 yılından beri ise sadece 30×10^9 spor/gr Boverin 1-1,5 kg/ha dozuyla yalnız olarak kullanılmaktadır. Birbirini takip eden 2-3 hafta aralıklı iki uygulama ile son derece başarılı sonuç alınmaktadır (Ferron 1975, 1978).

Cydia pomonella L.'ya karşı Beauveria bassiana (Bals.)

Zararlının yılda iki döl verdiği Sovyetler Birliğinin Ukrayna bölgesinde ikinci dölüne karşı 6×10^9 spor/gr Boverin'in 1 kg/ha dozu Chlorophos veya Phosalone gibi insektisitlerin düşük dozlarıyla birlikte veya 24×10^9 spor/gr Boverin'in 1 kg/ha dozu yalnız olarak kullanılmaktadır. Bu iki uygulamayla % 50 civarındaki kurtlu meyve oranı % 6'ya kadar düşürülebilmektedir. Zararlının tek döl verdiği Kiev bölgesinde ise araya kara leke ve külleme'ye karşı fungusit ilaçlamaları girdiğinden **Beauveria**'nın başarısı düşük olmuştur.

Spodoptera exiqua Hbn.'ya karşı **Beauveria bassiana** (Bals.)

Sovyetler Birliğinde yapılan uygulamalarda zararlı populasyonunda % 76 oranında azalma meydana getirebilmiştir.

Melolontha melolontha L.'ya karşı **Beauveria tenella** (Delacr.)

Fransa'da yapılan denemelerde fungusun 10^{14} spor/ha dozuyla toprak yüzeyinin ilaçlanması suretiyle enfeksiyonda başarı sağlanmış fakat hastalık gelişmesi hızlı olmamıştır (Ferron, 1978).

Mahanarva pasticata'ya karşı **Metarhizium anisopliae** (Metch.)

Brezilya'da şeker kamışında önemli bir zararlı olan bu Cercopidae familyası türüne karşı **M. anisopliae** esaslı «Metaquino» adlı biopreparatla yapılan uygulamada nimflerde % 65, erginlerde ise % 35 oranında fungal ölüm meydana gelmiştir. Ancak bu uygulamada kullanılan doz hakkında bir kayıt yoktur (Ferron, 1978).

Plathyrena scabra (Fabr.) ve **Heliothis zea** (Bold.)'ya karşı

Nomurea rileyi (Farl.)

A.B.D.'de soya fasulyesinde zararlı bu iki türe karşı **N. rileyi**'nin $2,75 \times 10^{13}$ spor/ha'lık dozu zararlıların populasyonunu 2 m'lik bir sırada 1 adet zararlı larvasına kadar düşürmektedir (Bell, 1975).

Dialeurodes citri Ashm.'ye karşı **Aschersonia** türleri

Sovyetler Birliğinde Azerbeycan ve Kafkasya bölgelerinde turuncgillerde zararlı bu beyaz sinek türüne karşı **Aschersonia plectana**'nın Vietnam'dan getirilen bir ırkı zararlıların nimflerinde % 90 oranında etkili olmuştur. Zararlı populasyonunda birinci dönem nimflerin % 40-50 oranında bulunduğu zamanda yapılan bu uygulamada geliştirilen bir biopreparatın 10^6 - 10^8 spor/ml'lik konsantrasyonu 900-1000 l/ha doz ile pülverize edilmektedir.

Yurdumuzda da bu zararlıya karşı kullanılmak üzere **Aschersonia aleurodis** (Webb.)'in kitle üretimi konusunda çalışmalar yapılmaktadır (İren ve Soran, 1975).

Trialeurodes vaporariorum Westw.'a karşı **Aschersonia** türleri

Seralarda zararlı bu beyaz sineğe karşı bira mayasında üretilen ve 5×10^6 - 8×10^7 spor/ml konsantrasyondaki **Aschersonia**'nın 200-300 l/da'lık dozu pülverize edilerek yapılan uygulamada % 92 oranında

etki sağlanmaktadır. Zararlı popülasyonu artınca uygulamalar 10-14 günlük periyotlarda tekrarlanmaktadır (Ferron, 1978).

Coccus hesperidum L.'a karşı Verticillium lecanii (Zimm.)

Sovyetler Birliğinde seralarda zararlı bu kabuklu bite karşı 41×10^7 spor/gr'lık **V. lecanii**'nin % 80-100 oranında etkili olduğu bildirilmektedir (Samsinakova and Kalalova, 1976).

A.B.D.'de krizantemlerde zararlı afitlere karşı integre savaş programlarında **V. lecanii**'ye yer verilmektedir.

İngiltere'de **V. lecanii**'nin kabuklu bitler ve afitler için ayrı iki biopreparatı geliştirilmiştir.

Parthenolecanium rufulum Ckll.'a karşı Verticillium lecanii

(Zimm.)

Yurdumuzun Karadeniz Bölgesi'nde fındıklarda zararlı bu kabuklu bite karşı **V. lecanii**, yapay ortamda üretilip doğada $10^7 - 10^8$ spor/ml.'lik konsantrasyonuyla yapılan denemelerde % 75,9 - 81,6 oranında etki elde edilmiştir (Işık et al., 1983).

Afitlere karşı Entomophthora türleri

Entomophthora türlerinin afitlere karşı kullanılması konusunda son yıllarda yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Sovyetler Birliği'nde **E. thaxteriana** ve **E. sphaerosperma**'nın birer deneme preparatı hububatta zararlı **Rhopalosiphum padi** (L.)'ye karşı uygulanmış ve % 95'e varan etki elde edilmiştir (Wilding, 1981). Çin'de **E. aphidis**'in 6×10^6 spor/ml.'lik konsantrasyonu değişik afit türlerine pülverize edilmiş ve % 76-100 oranında ölüm saptanmıştır (Wilding, 1981).

A.B.D. ve İngiltere, Fransa, Belçika, Almanya, Polonya, Çekoslovakya gibi Avrupa ülkelerinde **Entomophthora** türlerinden afitlere karşı biyolojik savaşta yararlanmak amacıyla yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Değişik kültür bitkilerinde, hazırlanan entegre savaş programlarında afitlere karşı **Entomophthora** türlerine yer verilmektedir. Bu amaçla pestisitlerin bu yararlı fungus türlerine karşı etkileri üzerinde yurdumuz için de geçerli olabilecek çalışmalar yapılmıştır (Soper et al., 1974; Fritz, 1976, 1977; Zimmermann, 1976; Öncüer, 1978; Öncüer et Latteur, 1979).

Sonuç

Kültür bitkilerinde zararlı böceklerde patojen olan oldukça fazla

sayıda fungus türü vardır. Bunlar doğada uygun koşul bulduklarında işlevlerini devamlı sürdürmektedir. O nedenle entomopatojen fungusların etkililiklerini gözden uzak tutmamak gerekir. Bunun için onların doğada korunmalarını sağlayacak önlemlerin alınmasına öncelikle girilmelidir. Özellikle kültür bitkilerindeki zararlı ve hastalıklara karşı hazırlanacak entegre savaş programlarında entomopatojen fungusların da göz önünde tutulması gereklidir. Bu programlarda kullanılacak pestisitlerin entomopatojen funguslara olacak zararları gözden uzak tutulmayacak şekilde seçilmesi, bu fungusların işlevlerini sürdürebilmeleri açısından zorunludur. Diğer taraftan yurdumuzda ümitvar görülen örneğin *V. lecanii*, *A. aleurodis* gibi türlerden geniş çapta yararlanma olanakları üzerinde çalışılması gerekmektedir. Zira entomopatojen fungusların zararlı böceklerle karşı başarıyla kullanılabilceği ortaya konmuştur. Başarıyla derken olağanüstü sonuçların beklendiğini sanmamak gerekir. Ancak böceklerle karşı kullanılan kimyasal bileşiklerin insan ve doğaya verdikleri zarar göz önünde tutulursa başarılı etmenler oldukları düşünülmelidir.

Özet

Böcekler üzerinde birçok fungus türü yaşar. Bunların birçoğu böceklerde hastalık etmenidir. Böcekler üzerinde hastalık meydana getiren funguslara entomopatojen funguslar adı verilir. Bu derlemede entomopatojen funguslar, onların enfeksiyon koşullarına değinilmiştir.

Diğer taraftan, bu makalede entomopatojen funguslarla zararlı böceklerle karşı biyolojik savaş çalışmaları gözden geçirilmiştir.

Literatür

- Bell, J.V., 1975. Production and pathogenicity of the fungus *Spicaria rileyi* from solid and liquid media. *J. Invertebr. Pathol.*, 26 : 129-130.
- Clerk, G.C. and M.F. Madelin, 1965. The longevity of conidia of three insect parazitizing Hyphomycetes. *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, 48 : 193-209.
- Fargues, J., 1973. Sensibilité des larves de *Leptinotarsa decemlineata* Say à *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (fungi imperfecti) en présence de doses réduites d'insecticides. *Ann. Zool. Ecol. Anim.*, 5 : 231-246.
- Ferron, P., 1967. Etude en laboratoire des conditions écologiques favorisant le développement de la mycose à *Beauveria tenella* du ver blanc. *Entomophaga*, 12 : 257-293.
- , 1971. Modification of the development of *Beauveria tenella* mycosis in *Melolontha melolontha* larvae, by means of reduced doses of organophosphorus insecticides. *Entomol. Exp. Appl.*, 14 : 457-466.
- , 1975. Les champignons entomopathogènes: évolution des recherches au cours des dix dernières années. *Bull. SROP* 3, 54 pp.

- Ferron, P., 1978. Biological control of insect pests by Entomogenous fungi. *Ann. Rev. Entomol.*, 23 : 409-442.
- Fritz, R., 1976. Action de quelques fongicides sur la croissance mycélienne de trois espèces d'Entomophthorales. *Entomophaga*, 21 (3) : 239-249.
- , 1977. Action de quelques fongicides sur des Entomophthorales pathogènes de pucerons. *Phytiatrie-Phytopharmacie*, 26 : 193-200.
- Heimpel, A.M., 1971. Safety of insect pathogens for man and vertebrates (in *Microbial Control of Insects and Mites*, Ed: Burges, H.D. and N.W. Hussey) Academic Press, 1971, London, 861 s.
- Işık, M., M. Tunçdemir ve A.F. Yanılmaz, 1983. Study on the control possibilities of *Parthenolecanium rufulum* Cokll. by *Verticillium lecanii* (Zimm.). *Türk. Bit. Kor. Derg.*, 7 : 167-175.
- İren, S., 1970a. Düzce ve Tirebolu'da fındıklara arız olan *Parthenolecanium corni* (Bouché)'yi parazitleyen *Cordyceps clavulatus* (Schw.) Ellis et Ev. ve *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viğas üzerinde bir araştırma. *Tar. Bak., Zir. Müc. ve Zir. Kar. Gn. Md.'lügü Yayınları*, 32 s.
- , 1970b. Tirebolu ilçesinde elma ve armut ağaçlarında bulunan *Septobasidium* ve kabuklu bit türleri, bunlar arasındaki biyolojik ilişkiler üzerinde bir araştırma. *Tar. Bak. Zir. Müc. ve Zir. Kar. Gn. Md. Yayınları*, 21 s.
- ve H. Soran, 1975. Turunçgil beyaz sineği (*Dialeurodes citri* Ashm.)'nin fungal paraziti *Aschersonia aleurodis* (Webb.)'in kitle üretimi üzerinde araştırmalar. *A.Ü. Zir. Fak. Yıll.*, 25 : 281-295.
- McLeod, D.M. and E. Müller-Kögler, 1973. Entomogenous fungi: *Entomophthora* species with pear-shaped to almost spherical conidia (Entomophthorales: Entomophthoraceae). *Mycologia*, 65 (4) : 823-893.
- Öncüler, C., 1974. Ege Bölgesinde Turunçgil Bahçelerinde Zararlı *Coccus* (Homoptera: Coccidae) Türlerinin Tanınması, Yayılışı ve Doğal Düşmanları Üzerinde Araştırmalar. *Bit. Kor. Bült.* (1974), Ek Yayın: 1, 59 s.
- , 1978. Bazı fungusitlerin, bitki bitlerinin hastalık etmenlerinden *Entomophthora thaxteriana* Petch (Entomophthorales: Entomophthoraceae) infeksiyonu ile bitki bitlerine olan etkileri. *Türk. Bit. Kor. Derg.*, 2 (4) : 211-222.
- et G. Lateur, 1979. Etude de l'influence de 10 fongicides sur le pouvoir infectant des conidies d'*Entomophthora obscura* Hall et Dunn présentes à la surface d'un sol non stérile. *Parasitica*, 35 (1) : 3-15.
- Özek, S., 1953. Bizde haşerat bilgisinin gelişmesine bir bakış-I. *Tomurcuk*, 2 (18) : 6-7.
- Remaudière, G. et S. Keller, 1980. Revision systématique des genres d'Entomophthoraceae à potentialité entomopathogène. *Mycotaxon*, 11 (1) : 323-338.
- Roberts, D. and W.G. Yendol, 1971. Use of fungi for microbial control of insects (in *Microbial Control of Insects and Mites*, Ed: Burges, H.D. and N.W. Hussey). Academic Press, 1971, London, 861 s.

- Roberts, D., 1981. Toxins of entomopathogenic fungi (in *Microbiol Control of Pests and Plant Diseases 1970-1980*, Ed: Burges H.D.). Academic Press, 1981, London, 949 s.
- Samsinakova, A. and S. Kalalova, 1976. Mass cultivation of entomophagous fungus *Verticillium lecanii*. *CESKA MYKOLOGIE*, 30 (2) : 118-120.
- Soper, R.S., 1974. The genus *Massospora*, entomopathogenic for Cicadas, Part I, taxonomy of the genus. *Mycotaxon*, 1 : 13-40.
- , F.R. Holbrook and C.C. Gordon, 1974. Comparative pesticide effects on *Entomophthora* and the phytopathogen *Alternaria solani*. *Environ, Entomol.*, 3 (3) : 560-562.
- Tulloch, M., 1976. The genus *Metarhizium*. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, 66 : 407-411.
- Wilding, N., 1973. The survival of *Entomophthora* spp. in mummified aphids at different temperatures and humidities. *J. Invertebr. Pathol.*, 21 : 309-311.
- , 1981. Pest control by Entomophthorales (in *Microbial Control of Pests and Plant Diseases 1970-1980*, Ed: Burges, H.D.). Academic Press, 1981, London, 949 s.
- Zimmermann, G., 1976. Über die Wirkung systemischer Fungizide auf Aphiden bei fallende Entomophthoraceen (Zygomycetes) in vitro. *Z. Pflanzenschutz*, 83 : 261-269.
- , 1978. Zur Biologie, Untersuchungsmethodik und Bestimmung von Entomophthoraceen (Phycomycetes: Entomophthorales) an Blattläusen. *Z. ang. Ent.*, 85 (3) : 241-252.