

***Pythium oligandrum*'un bitki patojenlerine karşı biyolojik savaşta kullanımı**

Güliz TEPEDELEN AĞANER¹

Gürsel KARACA²

Possibilities of using *Pythium oligandrum* against fungal plant pathogens in biological control

Abstract: *Pythium* species belonging to the Chromista kingdom are mainly pathogenic on plants, but some species were found to be mycoparasitic. Most of the studies about mycoparasitic species are on *Pythium oligandrum*, a mycoparasite with ornamented oogonial wall. This mycoparasite can affect some soil-borne plant pathogens due to various mechanisms such as parasitism, antibiosis and enzyme activity. *P. oligandrum* has antagonistic effect against pathogens such as *Rhizoctonia solani*, *Botrytis cinerea*, *Pythium ultimum* and *Fusarium culmorum* thereby preventing their hyphal development. It is an effective mycoparasite used in biological control. This agent was first registered in the Czech Republic in 1994 under the name 'Polverysum' and is a preparation in the form of wettable powder (WP) containing oospores of *P. oligandrum* at a density of 10^6 - 10^7 oospores/g. It's recommended usage is seed and plant spraying and can be applied against some diseases of vegetables, fruits, cereals and ornamental plants. In this paper, taxonomical position, morphological characteristics, activity against some fungal plant pathogens and formulation of *P. oligandrum* were mentioned.

Keywords: *Pythium oligandrum*, mycoparasite, biological control

Öz: Chromista aleminde yer alan *Pythium* türleri bitkilerde patojen olmakla beraber bazı türlerin mikoparazitik özellik taşıdığı tespit edilmiştir. Mikoparazit türler içinde üzerinde en fazla araştırma yapılan dikenli oogonium duvarına sahip olan *Pythium oligandrum*'dur. Bu mikoparazit, parazitizm, antibiosis ve enzim aktivitesi gibi değişik mekanizmalara bağlı olarak toprak kökenli bazı bitki patojenleri üzerinde etkili olabilmektedir. *Rhizoctonia solani*, *Botrytis cinerea*, *Pythium ultimum* ve *Fusarium culmorum* gibi patojenlere karşı antagonistik etki yaparak onların hifsel gelişimini engellemiştir. *P. oligandrum* biyolojik mücadelede kullanılan etkili bir mikoparazittir. Bu etmen ilk kez 1994 yılında Çek Cumhuriyeti'nde 'Polverysum' adı altında preparat haline getirilmiştir ve 10^6 - 10^7 oospor/g yoğunluğunda *P. oligandrum* oosporlarını içeren ıslanabilir toz (WP) formülasyonda bir preparattır. Tohum ilaçlaması ve yeşil aksam ilaçlaması şeklinde önerilmektedir. Sebze, meyve, tahıl ve süs bitkilerindeki bazı hastalıklara karşı uygulanabilmektedir. Bu makalede.

¹ Ziraî Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Bornova/İzmir

Sorumlu yazar e-mail: glztpdln@hotmail.com

² Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü/Isparta

Alınış (Recieved): 13.03.2017

Kabul ediliş (Accepted): 30.10.2017

oligandrum'un sistematikteki yeri, morfolojik özellikleri, bazı fungal bitki patojenleri üzerindeki mikoparazitik aktivitesi ve ticari formülasyonu hakkında bilgiler verilmektedir.

Anahtar kelimeler: *Pythium oligandrum*, mikoparazit, biyolojik mücadele

1. Giriş

Pythium türleri dünyanın her yerinde değişik habitatta yaygın olarak bulunan saprobik ve parazitik karakterde fungus benzeri organizmalardır. *Pythium* türleri arasında geniş konukçu dizisine sahip toprak kökenli bitki patojenleri de bulunmakta olup konukçuları arasında sebzeler (biber, domates, marul, hıyar, kabak), tahıllar (buğday, arpa, mısır, çeltik), baklagiller (bezelye, nohut, mercimek), endüstri bitkileri (tütün, soya, pamuk, yerfıstığı), süs bitkileri ve çim bitkileri yer almaktadır. Bunlar kültür bitkilerinde tohum, kök, gövde ve meyve çürüklükleri ile ekonomik önemde ürün kayıpları oluşturmaktadırlar. *Pythium* türleri genellikle genç ve sulu bitki dokularını tercih ettiklerinden fidelerde çökertene neden olurlar (Stanghellini 1974). Bitki patojeni önemli türlerden bazıları *Pythium ultimum* Trow, *Pythium deliense* Meurs, *Pythium debaryanum* Hesse, *Pythium graminicola* Subramaniam ve *Pythium irregulare* Buisman'dır.

Pythium türleri olumsuz koşullara karşı dayanıklı yapıları olan oosporları ile toprakta uzun süre canlılıklarını sürdürebilirler. Eşeysiz çoğalma yapıları olan zoosporları ile toprakta su varlığında kolaylıkla hareket etmeleri ve geniş alanlara yayılmaları nedeniyle mücadelesi zordur.

Bitki patojenleriyle mücadelede uygulanan kimyasallar insan ve çevre sağlığını olumsuz etkilemektedir (Delen & Özbek 1993; Delen & Tosun 1997). Ayrıca, bilinçsizce yapılan kimyasal uygulamaları ile hastalık etmenlerinin pestisitlere karşı dayanıklılık kazandığı da bilinmektedir. Bu sorunlar nedeniyle çevreyle dost, doğal dengeyi koruyucu özelliği ile biyolojik mücadele önem kazanmıştır.

Pythium türlerinin çoğu bitkilerde patojen olmakla beraber bazı türlerin mikoparazitik özellik taşıdığı tespit edilmiş ve bunların toprak kökenli fungal patojenlere karşı biyolojik etmen olarak kullanım olanakları araştırılmıştır (Paulitz & Baker 1987; Lodha & Webster 1990). *Pythium* cinsi içinde bulunan mikoparazit türler; *Pythium oligandrum* Drechsler (Drechsler 1946; Deacon & Henry 1978; Laing & Deacon 1991; Riberio & Butler 1995), *Pythium nunn* Lifshitz, Stanghellini & Baker (Lifshitz et al. 1984; Laing & Deacon 1990), *Pythium mycoparasiticum* Deacon, S.A.K. Laing & L.A. Berry (Laing & Deacon 1990;1991), *Pythium acanthophoron* Sideris (Lodha & Webster 1990), *Pythium periplocum* Drechsler ve *Pythium acanthicum* Drechsler'dur (Foley & Deacon 1986). Bunlara ek olarak *Pythium lycopersici* G.Karaca, G.Tepedelen & B.Paul (Karaca et al. 2008) ve *Pythium radisoum* Paul (Paul 2006) da mikoparazit türler olarak bilinmektedir.

Mikoparazit türler arasında en fazla araştırma yapılan tür *P. oligandrum*'dur. Çünkü bu mikoparazit, diğerlerine oranla dünyanın her yerinde yaygın olarak bulunmakta olup, *Phialophora radiculicola* Cain, *Rhizoctonia solani* Kühn, *Botrytis*

cinerea Pers., *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* Jarvis & Shoemaker, *Fusarium culmorum* (W.G.Sm.) Sacc., *Verticillium dahliae* Kleb., *Phytophthora megasperma* Drechsler gibi bir çok toprak kökenli fungal patojen üzerinde parazitik etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Benhamou et al. 1999).

2. *Pythium oligandrum*'un genel özellikleri

2.1. Sistematikteki yeri

P. oligandrum, Chromista aleminde bulunan toprak kökenli fungus benzeri bir organizmadır. Sistematikteki yeri aşağıda verilmiştir (Kirk et al. 2008):

Alem: Chromista

Bölüm: Oomycota

Sınıf: Oomycetes

Takım: Pythiales

Familya: Pythiaceae

Cins: *Pythium*

Tür: *Pythium oligandrum*

2.2. Morfolojik özellikleri

P. oligandrum bölmesiz hiflere sahiptir. Miselleri besi ortamında havai olarak gelişir. Sporangiumları küresel ya da düzensiz şişkinlikler halinde oluşmaktadır (Şekil 1). Dişi eşey organı olan oogonium; küresel, intercalar ya da terminal 20-24 µm genişliğinde olup oogonium duvarında üçgen şeklinde dikenimsi çıkıntılar bulunmaktadır (Şekil 2).

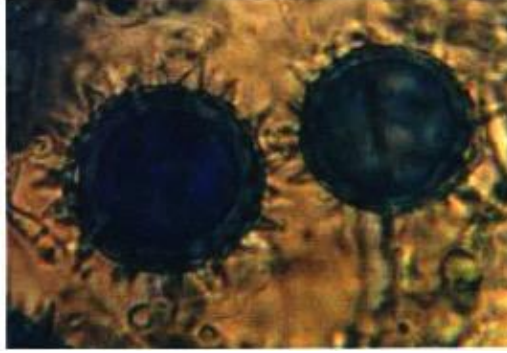


Şekil 1. *Pythium oligandrum*'un küresel sporangiumları

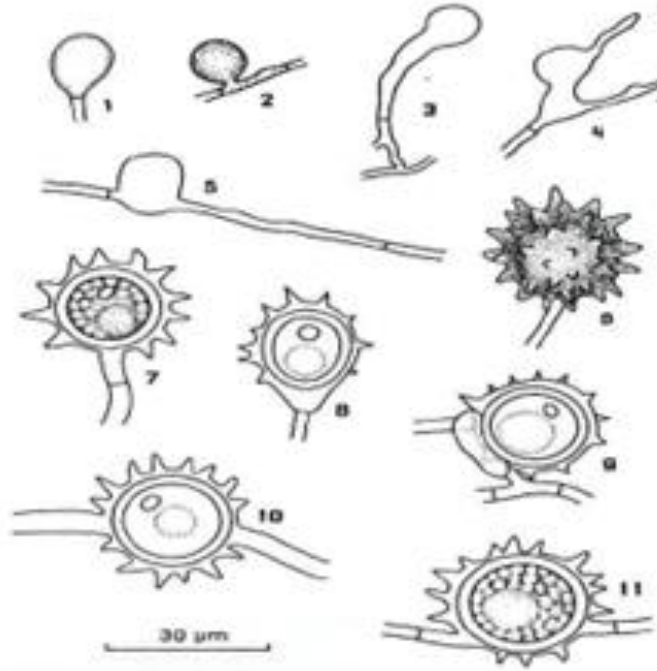
Figure 1. Spherical sporangia of *Pythium oligandrum*

Erkek eşey organı antheridium nadiren oluşur. Yarı küre veya lobut şeklinde, genelde diclinous, kıvrık boyunlu, 13x7.5 µm boyutlarındadır. Oogoniumu uçtan ya da yandan temas etmektedir. Oogonium ve antheridiumun birleşmesi sonucu

oluşan oospor küresel ve apolerotik yapıda olup 18-20 μm çapındadır (Şekil 3). Oospor duvarı ise 1 μm kalınlığındadır (Yu & Ma 1989).



Şekil 2. *Pythium oligandrum*'un dikenli oogonium ve oosporu
Figure 2. Spiny oogonia and oospore of *Pythium oligandrum*

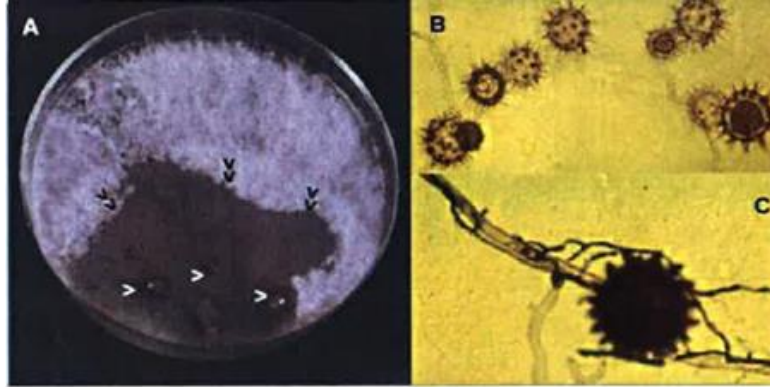


Şekil 3. *Pythium oligandrum*'un; 1-5. Sporangiumları, 6. Oogoniumu, 7,8,10,11. Oogonium ve oosporları, 9. Oogonium, anteridium ve oosporu
Figure 3. *Pythium oligandrum* sporangia (1-5), oogonia (6), oogonia and oospores (7,8,10,11), oogonia, oospore and antheridium (9)

3. *Pythium oligandrum*'un mikoparazitik aktivitesi

P. oligandrum değişik bitkilerde patojen olan *Aphanomyces laevis* de Bary, *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) Arx & D.L. Olivier, *P. ultimum*, *P. radicicola* üzerinde etkili bir hiperparazit olarak bildirilmiştir (Deacon 1976; Vesely 1978). Biyolojik etmen olarak; parazitizm, antibiosis, enzim aktivitesi, besin rekabeti ve bitki savunmasını harekete geçirme gibi değişik mekanizmalarla etkili olabilmektedir (Picard et al. 2000a). *P. oligandrum* diğer bitki patojenlerine göre daha hızlı bir şekilde kök bölgesine giriş yaparak kolonize olabilmektedir (Benhamou et al. 2012). Ayrıca *P. oligandrum* 'oligandrin' adında protein molekülleri üreterek bitkilerde dayanıklılık mekanizmasını harekete geçirmektedir. Oligandrin bitki köklerinde bazı fungal etmenlerin gelişimini sınırlandırmakta ve canlılıklarını azaltmaktadır (Benhamou et al 2001).

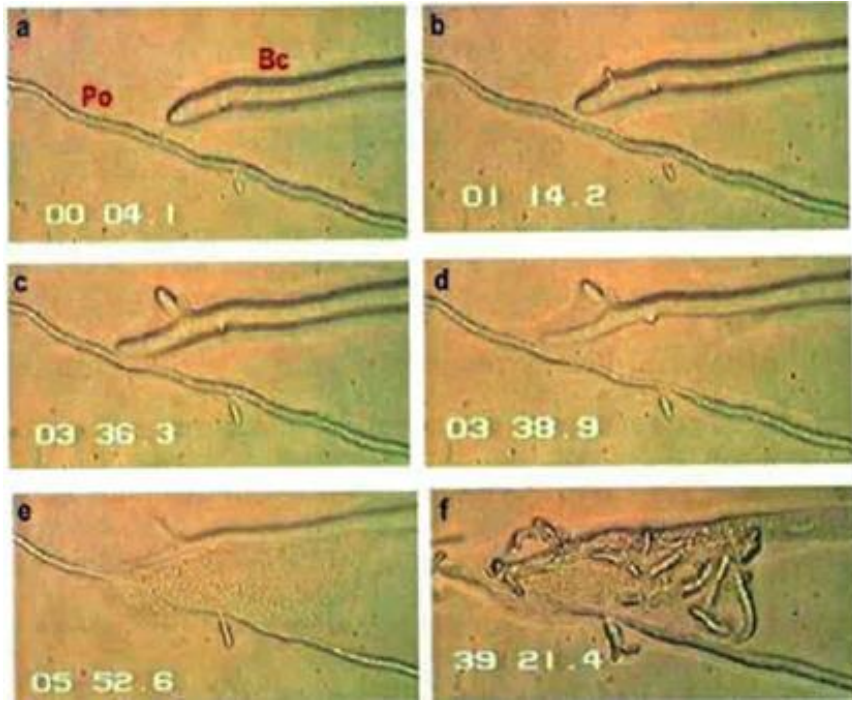
P. oligandrum'un *P. radicicola* miselleri üzerinde mikoparazit olarak etkinliği, *in vitro* koşullarda incelenmiştir. Bu çalışma sonucunda bu mikoparazit türün fungal patojene karşı biyolojik savaş etmeni olarak kullanılabilceği belirlenmiştir (Vesely, 1979). Çalışmada besi ortamı üzerinde konukçu fungus *P. radicicola*'nın kolonize olması sağlandıktan sonra toprak parçaları üç kısım halinde konulmuş ve inkübasyona bırakılmıştır. Bir süre sonra *P. radicicola* kolonileri üzerinde *P. oligandrum*'un geliştiği ve konukçu fungusun misel gelişimini engellediği gözlenmiştir (Şekil 4A). Mikroskop altında yapılan incelemede *P. oligandrum*'un dikenli yapıdaki oogoniumlarının konukçu fungusun geliştiği bölgeyi kaplayarak konukçu fungusun misellerinin gelişmesine engel olduğu gözlenmiştir (Şekil 4B-C) (Laing & Deacon, 1991).



Şekil 4. *Phialophora radicicola*-*Pythium oligandrum* etkileşimi
Figure 4. Interaction between *Phialophora radicicola*-*Pythium oligandrum*

Mikoparazitin konukçusu olan diğer bazı toprak kökenli bitki patojenleri ile arasındaki etkileşim incelenmiş ve konukçularından bazılarında parazitizm, bazılarında ise enzim aktivitesi gibi diğer mekanizmalara bağlı olarak etkili olduğu

tespit edilmiştir. *P. oligandrum* ve *B. cinerea* arasındaki hifsel etkileşimde mikoparazit hifinin *B. cinerea* hifine doğru gelişmeye başladığı (Şekil 5a-b), kısa süre sonra hiflerinin temas ettiği (Şekil 5c), temastan bir süre sonra ise *B. cinerea*'nın miselinin erimeye başladığı ve sitoplazma içeriğinin dışa aktığı gözlenmiştir (Şekil 5d-e). Yarım saat sonra *P. oligandrum* miselinin, konukçu protoplazmasından yayılan besin maddelerini kullanarak geliştiği ve dallandığı belirlenmiştir (Şekil 5f) (Laing & Deacon, 1991).



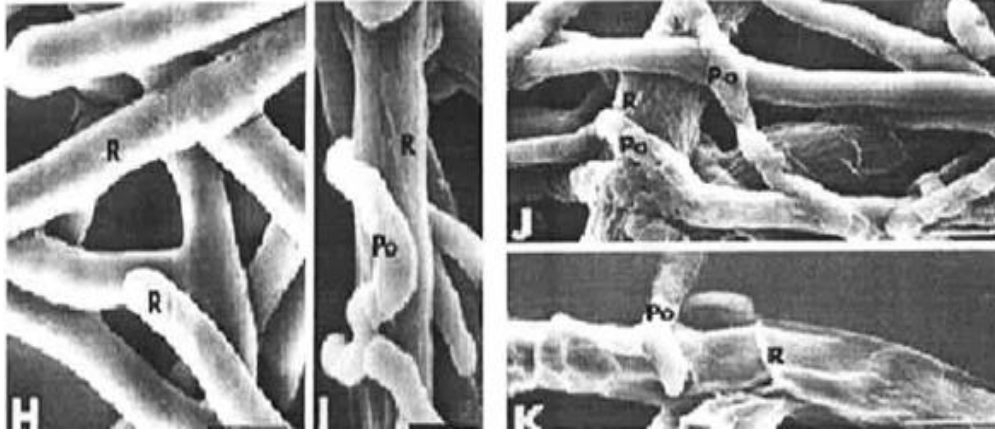
Şekil 5. *Pythium oligandrum*- *Bortyitis cinerea* etkileşimi
Figure 5. Interaction between *Pythium oligandrum*- *Bortyitis cinerea*

Yapılan bir başka çalışmada ise mikoparazit fungusun konukçu üzerindeki parazitik etkisi yanında, *B. cinerea* ile enfekte olmuş bitkilerde savunma mekanizmaları ile ilişkili proteinlerin (PR protein) miktarını arttırdığı, yani bitkilerde dayanıklılığı teşvik ettiği belirlenmiştir (Floch et al. 2003). Ayrıca *P. oligandrum* bitkide IAA (İndol asetik asit) miktarını artırarak dayanıklılık mekanizmasını harekete geçirmektedir (Brozova 2002).

P. oligandrum ve *F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* arasındaki etkileşimde, inokulasyondan iki gün sonra mikoparazitin patojen hifinin etrafını sardığı, üçüncü günde ise konukçu hifini tamamen kuşatarak yıkıma uğrattığı açıklanmıştır (Benhamou et al. 1999).

F. culmorum'un mikoparazit fungus için iyi bir konukçu olduğu bilinmektedir. *P. oligandrum*, *F. culmorum*'un hifleri, makrokonidileri ve klamidosporeleri üzerinde parazitik etkiye sahiptir. Mikoparazitin hifiyle temastan sonra konukçu fungusun hif gelişiminin durduğu, sitoplazmanın topaklaşmaya başladığı ve zamanla hiflerin eridiği görülmüştür. Patojenin konidileri de aynı şekilde etkilenmektedir. Mikoparazitin, konukçu fungusun makrokonidileriyle temas etmesiyle makrokonidi hücre duvarının eridiği ve sitoplazma içeriğinin bir süre sonra dışı akarak hücre içinin boşaldığı ve yıkıma uğratıldığı gözlenmiştir. Ayrıca fungusun sporulasyon oranında da önemli düşüş belirlenmiştir (Davanlou et al. 1999).

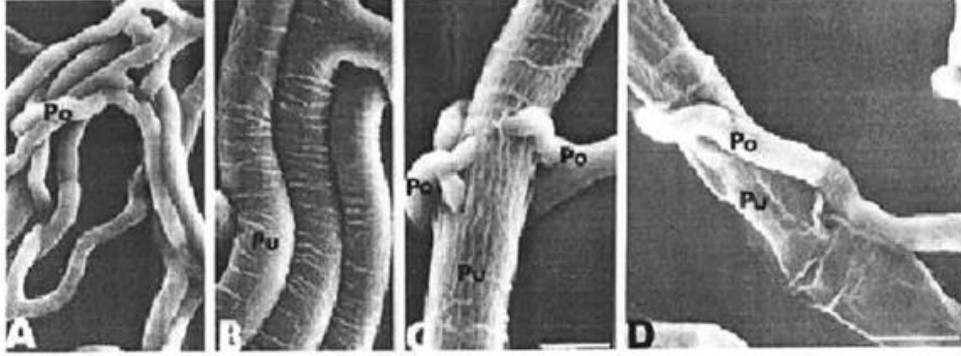
R. solani mikoparazitizmi sırasında mikoparazitin hifinin, konukçu hifi etrafına sarılarak geliştiği ve konukçu hifinde kırışıklıklara neden olduğu gözlenmiştir. Daha sonra hif içinde *R. solani* tarafından duvar benzeri materyal oluşturulduğu tespit edilmiştir. *R. solani* diğer konukçu funguslara oranla mikoparazite karşı daha dayanıklı olmasına rağmen yine de konukçu fungusun oluşturduğu engel mikoparazit tarafından aşılmıştır. Sonunda konukçunun turgorunu kaybettiği ve yıkıma uğratıldığı bildirilmiştir (Şekil 6) (Benhamou et al. 1999).



Şekil 6. *Pythium oligandrum*-*Rhizoctonia solani* hifsel etkileşimi

Figure 6. Hyphal interaction between *Pythium oligandrum*-*Rhizoctonia solani*

P. ultimum ve *P. oligandrum* arasındaki hifsel etkileşim incelendiğinde *P. oligandrum* hifinin patojenin hifiyle sıkı bir bağ oluşturduğu görülmüştür (Şekil 7). Mikoparazit, inokulasyondan 2 gün sonra, konukçu hifinin bütünlüğünün bozulmasına ve turgorunu kaybederek morfolojik olarak değişime uğramasına neden olmuştur (Benhamou et al. 1999).

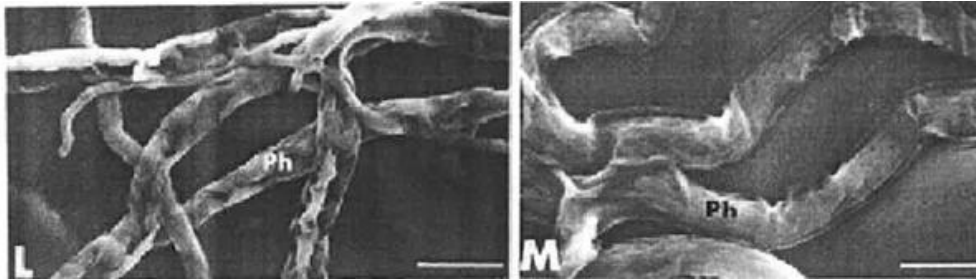


Şekil 7. *Pythium oligandrum*- *Pythium ultimum* hifsel etkileşimi

Şekil 7. Hyphal interaction between *Pythium oligandrum*- *Pythium ultimum*

Yapılan bir çalışmada şeker pancarında çökerten etmeni olan *P. ultimum*'a karşı *P. oligandrum*'un etkisi araştırılmış ve *P. oligandrum*'un oosporlarıyla inokule edilen tohumlarda *P. ultimum* %10 oranında kolonize olabilirken inokule edilmeyen tohumlardaki *P. ultimum* kolonizasyon oranının %77 olduğu belirlenmiştir. *P. ultimum*'un tohum içinde kolonize olma oranı %63-71 arasında değişirken, mikoparazit uygulanan tohumlarda bu oran %3-7 olarak saptanmıştır (Martin & Hancock 1987).

P. oligandrum ve *P. megasperma* arasındaki hifsel etkileşimde ise diğer konukçu funguslardan farklı olarak inokulasyonun ilk gününde konukçunun hif gelişiminin durduğu, sıkı bir hifsel temas olmamasına rağmen bir süre sonra konukçunun hifinde morfolojik olarak değişikliklerin ortaya çıktığı ve sitoplazma miktarının azalarak tanecikli bir yapıya dönüştüğü belirlenmiştir (Şekil 8) (Benhamou et al. 1999).



Şekil 8. *Pythium oligandrum*- *Phytophthora megasperma* hifsel etkileşimi

Figure 8. Hyphal interaction between *Pythium oligandrum*- *Phytophthora megasperma*

P. oligandrum ve *Phytophthora parasitica* Dastur'nın hücreleri arasındaki etkileşim elektron mikroskopuyla incelenmiş ve mikoparazitin bu patojen üzerindeki etki mekanizmasının diğer funguslardan farklı olduğu tespit edilmiş ve

bu mekanizmanın enzim aktivitesine dayandığı bildirilmiştir. *P. oligandrum*'un selüloolitik enzimler oluşturmak suretiyle konukçu fungus hücrelerindeki plasma membranında çökmeye ve sitoplazmada parçalanmaya neden olduğu belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmada konukçu fungus *P. parasitica*'nın domates bitkilerinde virulent olan 149 no'lu izolatu ve *P. oligandrum*'un 1010 no'lu izolatu kullanılmıştır. Her iki fungus besi ortamında 24° C sıcaklıkta inkübasyona bırakılmıştır. Gelişme sağlandıktan sonra konukçu fungusun agar ortamından 3 cm'lik parça alınarak mikoparazitin gelişen miselleri üzerine konulmuş ve inkübasyona bırakılmıştır. İnokulasyondan beş gün sonra petrideki gelişim elektron mikroskopunda incelenmiştir. Yapılan mikroskopik incelemede inokulasyondan iki gün sonra mikoparazit konukçu hifini sarmış ve konukçu hifinde morfolojik değişiklikler başlamıştır. İnokulasyonun üçüncü gününde hücredeki vakuollerin sayısının arttığı, plasma membranında ve sitoplazmada bir topaklaşma olduğu belirlenmiştir. Dördüncü günde ise selüloolitik aktivitenin başladığı ve *P. oligandrum*'un β -1,4-glukanaz ve ekzonükleaz enzimlerini üreterek hücre duvarını parçaladığı ve sonunda konukçuyu yıkıma uğrattığı belirlenmiştir (Picard et al. 2000b).

Başka bir toprak kökenli fungus olan *Verticillium dahliae*'ya karşı mikoparazitin etkinliği incelenmiş ve mikoparazitin *V. dahliae*'nın gelişimini ve sklerot oluşumunu engellediği belirlenmiştir. Ancak *V. dahliae* izolatlarının mikoparazite duyarlılıklarının; sıcaklık, nem, konukçu bitki gibi birçok faktöre bağlı olarak değiştiği bildirilmiştir (Al-Rawahi & Hancock 1998). Birlikte inkübasyona bırakıldıklarında 25 °C sıcaklıkta Vd-1, Vd-2 ve Vd-5 izolatları mikoparazite karşı çok hassas oldukları halde, 16 °C sıcaklıkta daha dayanıklı oldukları ve gelişmelerinin arttığı gözlenmiştir. İzolatlardan Vd-1 ve Vd-2 mikoparazitle birlikte inkübe edildiklerinde agar ortamı üzerinde hiç sklerot oluşturmazken, Vd-3, Vd-4 ve Vd-5'in az da olsa sklerot oluşturduğu belirlenmiştir. Vd-4 izolatının diğerlerine göre mikoparazite karşı daha dayanıklı olduğu tespit edilmiştir.

P. oligandrum'un *Sclerotonia sclerotiorum* (Lib.) de Bary üzerindeki etki mekanizması araştırılmış ve olumsuz koşullarda oluşturduğu dayanıklı yapısı olan sklerotlarını parazitleyerek yıkıma uğrattığı ve sklerotların çimlenmelerini engellediği belirlenmiştir (Madsen & Neergaard 1999). Bu çalışmada farklı boyutlarda sklerotlar (1,5-2,5 mm: A, 3-5 mm: B, 6-15 mm: C) ve *P. oligandrum* oosporlarının uygulandığı ve uygulanmadığı topraklar kullanılmıştır. *P. oligandrum* oosporlarının uygulanmadığı toprak içindeki sklerotlarda çimlenme oranı % 64-85 iken mikoparazit uygulanan topraklarda ise bu oran %24-45 olarak belirlenmiştir. Sklerotların boyutlarına göre çimlenme oranları karşılaştırıldığında *P. oligandrum* uygulanan toprakta küçük boyutlu (A) sklerotların çimlenme oranı %2.7, orta boyutlu (B) sklerotların çimlenme oranı %10.4, büyük boyutlu (C) olanların çimlenme oranı ise %20.5 olarak belirlenmiştir. Mikoparazitin oosporlarıyla muamele edilmeyen toprakta ise çimlenme oranlarının küçük boyutlu

olanlarda %50.5, orta boyutlu olanlarda % 61.8, büyük boyutlu olanlarda ise% 80 olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, *P. oligandrum*'un küçük sklerotların çimlenmesi üzerindeki etkisinin daha yüksek olduğu söylenebilir.

4. *Pythium oligandrum*'un pratikte kullanımı

P. oligandrum biyolojik mücadelede kullanılan etkili bir mikoparazittir. Bu etmen ilk kez 1994 yılında Çek Cumhuriyeti'nde 'Biopreparaty Ltd.' adlı firma tarafından 'Polyversum' adı altında preparat haline getirilmiştir. Polyversum 10^6 - 10^7 oospor/g yoğunluğunda *P. oligandrum*'un oosporlarını içeren ıslanabilir toz (WP) formülasyonda bir preparattır.

Pratikte çıkış öncesinde tohum ilaçlaması ve çıkış sonrasında konukçu bitkilerin değişik dönemlerinde kök veya gövdelerine sprey şeklinde tavsiye edilmektedir. Polyversum'un uygulandığı hedef konukçular arasında; sebzeler (domates, biber, hıyar ve kabakgiller), meyveler (üzüm, çilek, turunçgiller), tahıllar, süs bitkileri ve orman ağaçları yer almaktadır. Üretici firma tarafından tavsiye edildiği patojenler ise, *Pythium* spp., *Fusarium* spp., *Botrytis* spp., *Phytophthora* spp., *Aphanomyces* spp., *Alternaria* spp., *Tilletia caries* (DC.) Tul. & C. Tul., *Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron) Deighton, *Gaeumannomyces graminis*, *Rhizoctonia solani* ve *Sclerotium cepivorum* Berk.' dur.

Yapılan araştırmalar sonucunda Polyversum; tahıllar, turunçgiller, bağ, çilek, karnabahar, domates, biber, hıyar, ayçiçeği, süs bitkileri ve orman ağaçlarındaki bazı hastalıklara karşı kimyasallara göre daha etkili bulunmuştur. Tarla denemelerinde farklı bitkilerde bazı fungal hastalıklara karşı denenmiş ve karşılaştırma amacıyla uygulanan kimyasallara göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Bağlarda kurşuni küf hastalığına neden olan *B. cinerea* etmenine karşı yapılan bir çalışmada Polyversum 0,1 kg/ha olarak sprey şeklinde uygulanmış ve etkisinin diğer uygulanan preparatlara oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Uygulanan diğer kimyasallara göre düşük dozda uygulanmasına rağmen daha etkili olduğu görülmektedir (Çizelge 1) (Anonymous 2005).

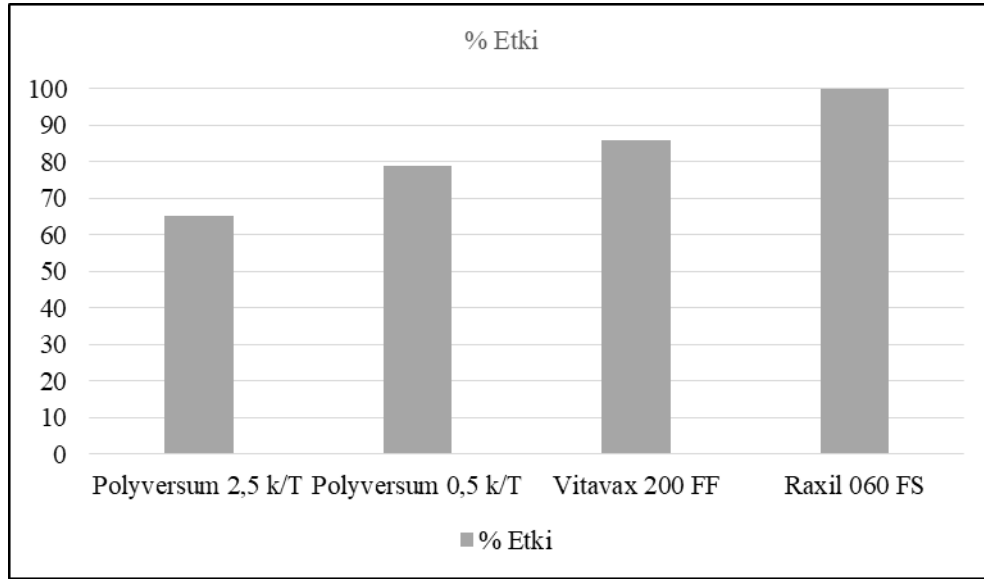
Çizelge 1. Polyversum'un ve bazı fungusitlerin *Botrytis cinerea*'ya karşı etkileri (%)
Table 1. Effects of Polyversum and some fungicides against *Botrytis cinerea* (%)

No	Preparatlar	Etkili maddeler	Kg/ha	Etki (%)
1	Polyversum	<i>P. oligandrum</i>	0,1	67,56
2	Euparen Multi	Tolyfluanid	4,0	75,32
3	Ronilan WG	Vinclozolin	1,0	64,12
4	Rovral Flo	İprodione	2,0	70,04
5	Quadris	Azoxystrobin	0,8	50,88

Kışlık ve yazlık olarak ekilen kanola bitkisinde *S. sclerotiorum*'a karşı yapılan uygulamada kimyasallara oranla etkisinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Tohum uygulaması için; 1 kg tohuma 20 gr Polyversum önerilmektedir. Yeşil

aksam uygulamasında kışlık kanola için ilk ilaçlama çıkıştan 15 gün sonra, ikinci ilaçlama sıcaklığın 10° C civarında olduğu kış döneminde, üçüncü ilaçlama ise 2. uygulamayı takiben 2-3 hafta sonra önerilmektedir (Anonymous 2005).

Buğdayda yapılan bir çalışmada ise sürme hastalığına neden olan *T. caries*'e karşı yapılan uygulamada kullanılan kimyasallarla etkisi karşılaştırılmıştır (Anonymous 2005). Çalışmada farklı kimyasallar farklı dozlarda uygulanmış ve hastalık etmenine karşı etkileri belirlenmiştir. Polyversum'un düşük dozda bile diğer kimyasallardan daha iyi sonuç verdiği belirlenmiştir (Şekil 9).



Şekil 9. Polyversum'un ve bazı fungusitlerin *Tilletia caries*'e karşı etkileri (%) (Anonymous 2005)

Figure 9. Effects of Polyversum and some fungicides against *Tilletia caries* (%)

Çilekte kurşuni küf hastalığına neden olan *B. cinerea*'ya karşı yapılan Polyversum uygulamasının hastalığı % 60-90 oranında engellediği bildirilmiştir. Yine aynı çalışmada Polyversum'un çilekte hem külleme hem de yaprak leke hastalığını önemli derecede azalttığı da belirlenmiştir (Mezska & Bielenin 2010).

Yapılan bir çalışmada Polyversum uygulamasının *Fusarium oxysporum* f. sp. *tulipae* W.C. Snyder & H.N. Hansen'nin büyüme ve gelişmesini sınırlandırdığı bildirilmiştir (Orlikowski & Skrzypczak 2003).

Toprak kökenli fungal patojenlerle mücadele; toprakta olumsuz koşullara dayanıklı yapıları ile uzun süre canlılıklarını sürdürebilmeleri ve benzer ürünlerin sürekli üretimine bağlı olarak artan inokulum yoğunlukları nedeniyle oldukça zordur. Ayrıca metilbromitin yasaklanmasıyla toprak kökenli patojenlerle mücadelede kültürel ve kimyasal uygulamalara ek olarak son yıllarda biyolojik mücadele de büyük önem kazanmıştır. Biyolojik mücadelede kullanılan diğer

etmenlere göre *P. oligandrum*'un bazı avantajları vardır. Bunlar; farklı ekosistemlerde canlı kalma yeteneği, diğer mikoparazit *Pythium* türlerine göre daha aktif ve etkili olması, sıvı fermantasyon teknolojisiyle kitle üretiminin kolaylıkla yapılabilmesi, patojen funguslarda dayanıklılık sorununun ortaya çıkmaması, suda dağılabilme özelliği sayesinde hidroponik sistemlerde kullanılabilmesi ve preparat içindeki sporlarının uzun süre canlı kalabilmesidir (Byatt 2006).

P. oligandrum ve diğer mikoparazit *Pythium* türlerine yönelik olarak yapılacak araştırmalarla ülkemizde elde edilecek etkili izolatların biyolojik savaşta kullanımı, hem çevre ve insan sağlığı açısından olumlu sonuçlar doğuracak, hem de ülke ekonomisine katkı sağlayacaktır.

Kaynaklar

- Al-Rahawi A.K. & J.G. Hancock 1998. Parasitism and biological control of *Verticillium dahliae* by *Pythium oligandrum*. *Plant Disease*, 82: 1100-1106.
- Anonymous 2005. (biopreparaty@mbox.vol.cz) Manufacturer/Distributor: Biopreparaty Ltd. Tylišovska 1, 160 00, Prague 6, Czech Repub.
- Byatt C.J. 2006. Beneficial *Pythium oligandrum* isolates and methodology for biocontrol of pathogenic *Pythium* species. University of Florida. (www.rgp.ufl.edu)
- Benhamou N., P. Rey, K. Picard & Y. Tirilly 1999. Ultrastructural and cytochemical aspects of the interaction between the mycoparasite *Pythium oligandrum* and soilborne plant pathogens. *Phytopathology*, 89: 507-517.
- Benhamou N., R.R. Belenger, P. Rey & Y. Tirilly 2001. Oligandrin the elicitor-like protein produced by the mycoparasite *Pythium oligandrum*, induces systemic resistance to *Fusarium* crown and root rot in tomato plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 39: 681-696.
- Benhamou N., G. L.Floch, J. Vallance, J. Gerborre, D. Grizard & P. Rey 2012. *Pythium oligandrum*: an example of opportunistic success. *Microbiology*, 158: 2679-2694.
- Brozova J. 2002. Exploitation of the mycoparasitic fungus *Pythium oligandrum* in plant protection. *Plant Protection Science*, 38: 29-35.
- Davanlou M., A.M. Madsen & J. Hockenhull 1999. Parasitism of macroconidia, chlamydospores and hyphae of *Fusarium culmorum* by mycoparasitic *Pythium* species. *Plant Pathology*, 48 (3): 352-359.
- Deacon J.W. 1976. Studies on *Pythium oligandrum*, an aggressive parasite of other fungi. *Trans.B.Mycol.Society*, 66: 383-391.
- Deacon J.W. & C.M. Henry 1978. Mycoparasitism by *P.oligandrum* and *P.acanthicum*. *Soil Biology and Biochemistry*, 10: 409-415.
- Delen N. & N. Tosun 1997. Türkiye'de pestisit kullanımının toksikolojik değerlendirilmesi. II. Toksikoloji Kongresi, 3-6 Nisan 1997, Antalya.
- Delen N. & T. Özbek 1993. Pestisitlerin çevre kirlenmesindeki rolleri. I. Ulusal Ekolojik ve Çevre Kongresi, 5-7 Ekim, İzmir.
- Drechsler C. 1946. Several species of *Pythium* peculiar in their sexual development. *Phytopathology*, 36: 781-864.

- Floch L., P. Rey., F. Daniel, N. Benhamou, K. Picard & Y. Tirilly 2003. Enhancement of development and induction of resistance in tomato plants by the antagonist *P. oligandrum*. *Soil Biology and Biochemistry*, 18: 91-95.
- Foley M.F. & J.W. Deacon 1986. Susceptibility of *Pythium* spp. and other fungi to antagonism by the mycoparasite *P. oligandrum*. *Soil Biology and Biochemistry*, 18, 91-95.
- Karaca G., G.Tepedelen & B. Paul 2008. A new mycoparasite: *Pythium lycopersicum*, isolated in Isparta, Turkey: morphology, molecular characteristic and its antagonism with phytopathogenic fungi. *Fems Microbiology Letters*, 288: 163-170.
- Kirk P.M., P.F. Cannon, D.W. Minter, J.A. Stalpers 2008. Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi, 10th Edition. CAB International, Wallingford.
- Laing S.A.K. & J.W. Deacon 1990. Aggressive and fungal host ranges of mycoparasitic *Pythium* species. *Soil Biology and Biochemistry*, 22: 905-911.
- Laing S.A.K. & J.W. Deacon 1991. Video microscopical comparison of mycoparasitism by *P. oligandrum*, *P. nunn* and an unnamed *Pythium* species. *Mycological Research*, 95: 469-479.
- Lifshitz R., M. Dupler, Y. Elad & R. Baker 1984. Hyphal interaction between a mycoparasite, *P. nunn* and several soil fungi. *Canadian Journal of Microbiology*, 30: 1482-1487.
- Lodha B.C. & J. Webster 1990. *P. acanthoporon*, a mycoparasite, rediscovered in India and Britian. *Mycological Research*, 94: 1006-1008.
- Madsen M.A. & E. Neergaard 1999. Interactions between the mycoparasite *Pythium oligandrum* and sclerotia of the plant pathogen *Sclerotinia sclerotiorum*. *European Journal of Plant Pathology*, 105: 761.
- Martin F.N. & J.G. Hancock 1987. The use of *Pythium oligandrum* for biological control of pre-emergence damping-off caused by *P. ultimum*. *Phytopathology*, 77: 1013-1020.
- Meszka B. & A. Bielenin 2010. Polyversum wp – a new biological product against strawberry grey mould. http://www.up.poznan.pl/~ptfit1/pdf/P58/P58_02.pdf (Erişim tarihi: 24 Nisan 2017)
- Orlikowski L.B. & C. Skrzpczak 2003. Biocides in the control of soil-borne and leaf pathogens. *Hortic. Veg. Grow.* 22: 426-433.
- Paulitz T.C. & R. Baker 1987. Biological control of *Pythium* damping-off cucumbers with *P. nunn*: Population dynamic and suppression. *Phytopathology*, 77: 335-340.
- Paul B. 2006. Suppression of *Botrytis cinerea* causing the grey mould disease of grape-vine by an aggressive mycoparasite, *Pythium radiosum*. *FEMS Microbiology Letters*, 176: 25-30.
- Picard K., M. Ponchet, J.P. Blein, P. Rey, Y. Trilly & N. Benhamou 2000a. Oligandrin, a proteinaceous molecule produced by the mycoparasite *Pythium oligandrum* induces resistance to *Phytophthora parasitica* infection in tomato plants. *Plant Physiology*, 124: 379-396.
- Picard K., Y. Tirilly & N. Benhamou 2000b. Cytological effects of cellulases in the parasitism of *Phytophthora parasitica* by *P. oligandrum*. *Applied and Environmental Microbiology*, 66: 4305-4314.
- Riberio W.R.C. & E.E. Butler 1995. Comparison of the mycoparasites *P. periplocum*, *P. acanthicum* and *P. oligandrum*. *Mycological Research*, 99: 963.

Pythium oligandrum'un bitki patojenlerine karşı biyolojik savaşta kullanımı

- Stanghellini M.E. 1974. Spore germination, growth and survival of *Pythium* in soil. *Proc. Ameican Phytopathological Society*, 1: 211-214.
- Vesely D. 1978. Parasitic relationship between *P. oligandrum* and some other species of the oomycetes class. *Zentbl.Bakt.Parasitkde. Abt.* 133: 350-356.
- Vesely D. 1979. The protective effect in the rhizosphere of sugar beet by the introduction of the mycelium of *P. oligandrum*. *Ochr.Rost.*, 15: 53-56.
- Yu Y. & G. Ma 1989. The genus *Pythium* in Chiana. *Mycosystema*, 2: 1-110.