

Bitki paraziti nematodlara karşı biyolojik savaş

İ.Halil ELEKÇIOĞLU*

Nedim UYGUN*

Summary

Biological control of plant parasitic nematodes

The cultural precautions against plant parasitic nematodes have not been sufficient always, and the chemical methods cause environmental problems. Because of these reasons, researchers concentrated on biological control, which has no harmful effect on environment and provides continuous control.

Results obtained up to present show that the most promising natural enemies are bacteria and fungi. Of bacteria *Pasteuria penetrans* (Thorne) Sayre and Starr, of fungi *Paecilomyces lilacinus* (Thom) Samson, *Dactylella oviparasitica* Stirling and Mankau, *Verticillium chlamydosporium* Goddard, *Arthrobotrys irregularis* Matrouchot, *Arthrobotrys robusta* Duddington are the most promising agents on which the studies are concentrated, and determined that some of these agents can be used in biological control.

However, the results of biological control studies have not reached to satisfying levels mainly due to the difficulties of examining the interactions between harmful and beneficial species in complex environments such as soil.

Giriş

Nematodlar, toprak, su, bitki, insan ve hayvan bünyesi gibi birçok değişik ortamlarda yaşayabilen canlılar olup, şeffaf, genellikle ince, uzun, silindirik şeklinde bir yapıya sahiptirler. Besinlerini bitkiler, hayvanlar, mikroorganizmalar ve çürümekte olan organik maddeler oluşturur.

Esas yaşama ortamları toprak olmakla birlikte bitkilerin kök, gövde, yaprak ve çiçekleri ile beslenerek doğrudan, diğer mikroorganizmaları taşıyarak da dolaylı olarak zararlara neden olan bitki paraziti

* Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, 01330 Balcalı, Adana

Alınış (Received) : 3.9.1990

nematodlar bitki koruma içerisinde önemi gittikçe artan bir zararlı grubu durumuna gelmiştir. Dünya genelinde % 5-15 arasında bir ürün kaybına neden oldukları tahmin edilmektedir (Webster, 1972; Sasser, 1987).

Kültür bitkilerinde önemli zararlara neden olan nematodların toprak gibi karmaşık ortamlarda yaşamaları, biyoloji ve ekolojileri üzerindeki çalışma güçlükleri, bunlara karşı etkili savaşım yöntemleri geliştirmeyi engellemektedir.

Nematodlara karşı kullanılan savaş yöntemleri içerisinde en yaygın olanları "Kültürel Önlemler" ve "Kimyasal Savaş" olup, bunlar da her zaman yeterli etkiyi gösterememektedir. Örneğin, bazı nematodların çok geniş konukçu dizilerinin olması, toprakta uzun süre canlı kalabilmesi ve üreticilerin yoğun tarım yapılan yerlerde uygulamak istememesi "Ekim Nöbeti"nin başarısını sınırlamaktadır. Kültürel önlemlerden "Dayanıklı Çeşit Yetiştirme" ise, nematodların doğada birçok ırklarının bulunması, zamanla yeni ırklar oluşturması ve elde edilen dayanıklı bitki çeşitlerinin her bölgeye adapte olamaması da yine aynı başarısızlığa neden olmaktadır. Diğer taraftan çoğu fümigant etkili olan nematisitlerin geniş alanlarda kullanılmaya güçlükleri, ekonomik olmayışları ve doğrudan doğruya toprağa uygulanmasıyla taban suyunda tolerans düzeylerinin üzerinde kalıntı bırakabilme özellikleri kimyasal savaşın da başarısını önemli derecede sınırlamaktadır.

Yukarıda belirtilen nedenler araştırmacıları alternatif savaş yöntemleri aramaya zorlamış ve bitki korumanın diğer konularında olduğu gibi nematodlara karşı da savaşta "Biyolojik Mücadele" çalışmalarına başlanmıştır. Ancak, bu çalışmalar temel araştırma düzeyinde olup, henüz uygulamaya aktarılmış başarılı çalışmalara rastlanmamaktadır.

Bu derlemede önemli olanları literatür listesinde belirtilmiş olan değişik literatürün incelenmesi sonucu nematodlara karşı biyolojik savaş çalışmaları, özellikleri ve sorunları ele alınarak hazırlanmıştır.

Nematodlara karşı biyolojik savaş uygulama şekilleri ve savaşta kullanılan etmenlerin özellikleri

Biyolojik savaşın 3 türlü uygulama şekli vardır.

1) Yeni doğal düşmanların ithali. Burada, zararlıların orijini olan yerlerden doğal düşmanlarının ithali ve zararlıların sorun olduğu yerlerde adaptasyonu sağlanmaya çalışılır. Bu yöntemin başarısı ilk aşamada, doğal düşmanların yeni getirildiği ortama adaptasyonlarına bağlıdır.

2) Doğal düşmanların korunması ve desteklenmesi. Burada bir yandan mevcut doğal düşmanların korunması amaçlanırken bir yandan da bu doğal düşmanların çoğalmalarını ve gelişmelerini hızlandıracak önlemleri almak söz konusudur.

3) Doğal düşmanların periyodik olarak salınması. Bu yöntem doğal düşmanların toprakta kalıcı olmadığı veya zararlı popülasyonunu baskı altına alamadığı durumlarda uygulanır.

Bugüne kadar nematodların doğada değişik gruplardan birçok doğal düşmanı saptanmış olup, bunların adları ve etkinlik oranları (%) Cetvel 1'de verilmektedir.

Cetvel 1. Bitki paraziti nematodların doğal düşmanları ve etkinlik oranları (%) (Kerry, 1987).

| Parazitler | Başarı oranı (%) | Predatörler | Başarı Oranı (%) |
|---------------------------|------------------|----------------|------------------|
| Tuzak oluşturan funguslar | 57 | Nematodlar | 7 |
| Endoparazitik funguslar | 19 | Akarlar | 2 |
| Bakteriler | 5 | Collembola | 1 |
| Protozoa | 3 | Turbellaria | <1 |
| Riketsia | 2 | Enchytracidler | <1 |
| Viruslar | <1 | Diğer böcekler | <1 |
| Tardigradlar | <1 | | |

Cetvel 1 incelendiğinde doğada zararlı nematodlar üzerinde en etkili doğal düşmanların sırasıyla funguslar, predatör nematodlar ve bakteriler olduğu görülmektedir. Ancak, biyolojik mücadelede predatör nematodların cetvelde belirtildiği gibi çok önemli olmadığı ayrıca vurgulanmaktadır (Webster, 1972; Mankau, 1980; Kerry, 1987). Nematodlara karşı uygulanan biyolojik mücadelenin etkinliği, doğal düşmanların toprakta olumsuz koşullarda canlılıklarını sürdürebilme (dayanıklı yapılar oluşturarak), çoğalma ve yayılma özelliklerine bağlıdır. Ayrıca konukçu yoğunluğu ve duyarlılığı da mücadelede başarıyı etkileyici en önemli faktörlerdendir.

Biyolojik savaş etmenleri olarak ümitvar mikroorganizmaların bir kısmı zararlı nematodların obligat parazitleri, diğer bir kısmı ise saprofitik olarak da yaşayabilen fakültatif parazitleridir. Obligat mikroorganizmaların yapay ortamlarda gelişmemeleri nedeniyle kitle üretimleri ve doğaya salınabilecek duruma getirilmeleri oldukça zordur. Fakültatif olanların ise yapay ortamlarda kitle halinde üretilerek preparat haline getirilmeleri daha kolay olup, biyolojik savaşta kullanılma şansları yüksektir.

Zararlı nematodlar üzerinde beslenen mikroorganizmalardan bazıları ortamda sürekli aktif gelişme döneminde bulunurken, bazıları olumsuz koşullarda spor, sklerot vb. dayanıklı yapılar oluştururlar. Bu gibi dayanıklı yapıları olan mikroorganizmalar kuru olarak da preparat haline getirilebilmeleri nedeniyle, aktif gelişme döneminde bulunan mikroorganizmalara göre daha avantajlıdır. Çünkü aktif gelişme dönemine sahip olanlar sadece sıvı veya yüksek nem içeren preparatlar halinde hazırlanabilmekte ve bu da çabuk bozulmaya neden olmaktadır. Bozulmayı önlemek için de maliyeti arttıran antibiyotik ilavesi veya sürekli düşük sıcaklıklarda depolanması gibi işlemleri gerektirmektedir. Bunun yanı sıra dayanıklı yapılara sahip olan mikroorganizmalardan elde edilen preparatların toprağa uygulandığında da, aktif döneme sahip olanlardan elde edilen preparatlara göre daha avantajlı olduğu ortaya çıkarılmıştır. Bunun esas nedeni ise dayanıklı yapıya sahip olanlar her türlü olumsuz koşullarda canlılığını muhafaza edebildiği halde, aktif döneme sahip olanlar canlılığını kısa sürede yitirmektedirler.

Zararlı nematodlara karşı geliştirilmiş mikroorganizmalardan elde edilen bu preparatların geniş alanlara uygulanabilmesi için katkı maddeleri ile karıştırılması gerekir. Genel olarak bu karışımın 200 kg/ha'a

kadar olan dozları ancak ekonomik olmaktadır. Böyle bir dozun ise hiçbir zaman zararlı nematod popülasyonlarını baskı altına almada yeterli olamayacağı denemelerle ortaya çıkarılmıştır. Bununla birlikte etmen toprağa uygulandıktan hemen sonra hızlı bir şekilde çoğalabiliyorsa bu doz düşük de tutulabilmektedir.

Biyolojik savaşın başarısını etkileyen faktörlerden bir diğer grup da, doğal düşmanların konukçu yoğunluğu ve konukçu duyarlılığıdır. Normal olarak Catenaria anguillulae Sorokin zayıf bir patojen olmasına karşın konukçusu herhangi bir nedenle strese girmişse onu kolayca baskı altına alabilmektedir. Diğer taraftan Ditylenchus dipsaci (Kühn) Filipjev, Meloidogyne spp., Heterodera spp. gibi kök içinde hızla çoğalabilen ve yüksek popülasyon oluşturan endoparazit nematodların doğal düşmanlar tarafından baskı altına alınması, genelde düşük popülasyon oluşturan ektoparazit nematodlara göre daha zordur.

Nematodlara karşı biyolojik savaşın gelişmesini ve başarısını etkileyen faktörlerden en önemlisi ise, gerek zararlı nematodların ve gerekse doğal düşmanlarının toprak gibi karmaşık bir ortamda karşılıklı ve çevreleri ile olan ilişkilerinin sağlıklı bir şekilde incelenmesinin zorluğudur.

Biyolojik savaşta kullanılan etmenler

1) Bakteriler

Nematodlar üzerinde bugüne kadar saptanan bakterilerden en önemlisi Pasteuria penetrans (Thorne) Sayre and Starr'dır. İlk kez Thorne (1940) tarafından Duboscqia penetrans olarak belirtilen bu bakterisi, Mankau (1975) tarafından Bacillus penetrans Sayre and Starr (1985) tarafından da Pasteuria penetrans olarak isimlendirilmiştir (Kerry, 1987).

Birçok bitki zararlısı nematodların obligat bir paraziti olan bu bakteri türünün endosporu nematodun duyarlı olan 2. larva dönemi ile karşılaştığında kutikulasına yapışmakta ve bir çim borucuğu oluşturarak konukçunun vücut boşluğunda vejetatif mikrokoloniler meydana getirmektedir. Bunun sonucu olarak da infekteli bireyler ergin döneme ulaşmadan ölmektedirler. Oldukça virulent olan bu etmenin, saksı denemelerinde Meloidogyne popülasyonunu 3 hafta içinde %99 azalttığı saptanmıştır. Yine Pratylenchus scribneri Steiner içeren toprağa aynı miktarda bakteri sporları içeren toprak karıştırılmış ve daha sonraki incelemelerde P.scribneri popülasyonunda %53-63 oranında bir düşüş gözlenmiştir. Daha sonra bu bakteriyi tarla denemelerinde kullanmak üzere aşağıdaki şekilde üretimleri yapılmıştır. Meloidogyne'in 2. dönem larvaları bakteri sporları içeren çözeltiye daldırılarak domates köklerine verilmiş ve 7-8 hafta sonra da üzerlerinde bakteri sporları bulunan Meloidogyne'in dişileri köklerle birlikte kurutularak öğütülmüştür. İçinde spor ihtiva eden bu materyal 0.53 t/ha hesabıyla tarlaya uygulanmış ve zararlı nematod popülasyonunun önemli ölçüde düştüğü saptanmıştır. Ancak, bu tür uygulamaların geniş alanlarda ekonomik olmadığı da ayrıca belirlenmiştir. P.penetrans biyolojik savaşta ümitvar bir tür olarak dikkati çekmesine karşın, yapay ortamda kültüre alınmaması nedeniyle henüz ticari kullanımı gerçekleştirilmemiştir.

Aldicarb, 1.3-Dichloropropene, Fenamiphos ve Ethenphos gibi nematitler bu bakteriyi olumsuz yönden etkilemezken, 1.2-Dibromo-3-Chloropropene çok az oranda etkilemekte olup, bu da bu bakterinin entegre savaş programları içinde önemli bir yer alabileceğini göstermektedir.

2) Funguslar

a) Tuzak oluşturan funguslar

Bunlar ağimsı, yapışkan yada halka şeklinde tuzaklar oluşturarak konukçularını yakalarlar. Bu fungusların birçoğu hızlı kolonizasyon yeteneğinden yoksun ve rekabette zayıf saprofitler olarak dikkati çekerler. Bu nedenle toprakta misel gelişmesini artırmak için nematodların dışında bir enerji (karbonhidrat) kaynağına gereksinim duyarlar. Bunun için zararlı nematodlara karşı bu tür fungus uygulamalarında ortama gerekli enerjiyi sağlayacak organik madde ilave edilerek fungusun gelişmesi teşvik edilmekte ve böylece mücadele daha başarılı olmaktadır. Ancak, bu tür uygulamalar genellikle sera ve benzeri yoğun tarımın yapıldığı dar alanlarda mümkün olmaktadır.

Bu fungusların genellikle özelleşmemiş olması ve tuzak oluşturma dönemlerinin kısa sürmesi nedeniyle nematodların biyolojik dönemleri ile uyuşmaması bunların olumsuz özelliklerindedir.

Bu olumsuz özellikler, bunların biyolojik mücadelede kullanılabilme şanslarını azaltırken, yapay koşullarda üretimlerinin kolay olması gibi olumlu özellikleri de şanslarını artırmaktadır.

Bu funguslardan Arthrobotrys irregularis Matruchot Fransa'da ticari amaçla üretilmiş ve Royal 350 adıyla piyasaya sürülmüştür. Bu preparat ekim-dikimden 1 ay önce 1.4 t/ha hesabıyla toprağa uygulandığında domates köklerinde Meloidogyne'nin gal oluşturmasını, hıyarda ise 2. dönem larvaların infeksiyonunu büyük oranda engellediği saptanmıştır. Royal 350 ile bir nematit olan Carbofuran'ın zararlı üzerindeki toplam etkisi, bunların ayrı ayrı etkilerinden daha yüksek bulunmuş olup, bu preparatın entegre savaş programlarına alınabilecek nitelikte olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Ancak, bu fungusun pH 6.5'in altında gelişmemesi, başarılı bir mücadele için yüksek doz kullanma zorunluluğu ve depolama güçlükleri olumsuz yönleri olup geniş alanlarda kullanılmasını sınırlandırmaktadır.

Yemeklik mantar türü olan Agaricus bisporus (Lange) Sing'da zararlı Ditylenchus myceliophagus Goodey'a karşı Arthrobotrys robusta Duddington'nın bir ırkı üretilerek Royal 300 adlı ticari preparat elde edilmiştir. Bu preparat yemeklik mantarın yetiştirildiği kompost içerisine %1 oranında uygulandığında zararlı nematod popülasyonunda %40 azalma, üründe ise %20 artış sağlanmıştır. A.bisporus'un diğer bir çeşidinde ise aynı ürün artışı elde edilememiştir.

b) Endoparazit funguslar

Genelde spor oluşturabilen bu funguslar kolonizasyon için fazla enerjiye gereksinim duymazlar. Sporları toprakta uygun bir konukçu ile karşılaşınca kadar uzun süre dormant durumda kalabilirler. Konukçuyu baskı altına alma sporun dağılımı ve sayısına bağlıdır. Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda Nematoclonus concurrens Drechsler, N.haptocladus

Aldicarb, 1.3-Dichloropropene, Fenamiphos ve Ethenophos gibi nematodisitler bu bakteriyi olumsuz yönden etkilemezken, 1.2-Dibromo-3-Chloropropene çok az oranda etkilemekte olup, bu da bu bakterinin entegre savaş programları içinde önemli bir yer alabileceğini göstermektedir.

2) Funguslar

a) Tuzak oluşturan funguslar

Bunlar ağimsı, yapışkan yada halka şeklinde tuzaklar oluşturarak konukçularını yakalarlar. Bu fungusların birçoğu hızlı kolonizasyon yeteneğinden yoksun ve rekabette zayıf saprofitler olarak dikkati çekerler. Bu nedenle toprakta misel gelişmesini artırmak için nematodların dışında bir enerji (karbonhidrat) kaynağına gereksinim duyarlar. Bunun için zararlı nematodlara karşı bu tür fungus uygulamalarında ortama gerekli enerjiyi sağlayacak organik madde ilave edilerek fungusun gelişmesi teşvik edilmekte ve böylece mücadele daha başarılı olmaktadır. Ancak, bu tür uygulamalar genellikle sera ve benzeri yoğun tarımın yapıldığı dar alanlarda mümkün olmaktadır.

Bu fungusların genellikle özelleşmemiş olması ve tuzak oluşturma dönemlerinin kısa sürmesi nedeniyle nematodların biyolojik dönemleri ile uyuşmaması bunların olumsuz özelliklerindedir.

Bu olumsuz özellikler, bunların biyolojik mücadelede kullanılabilme şanslarını azaltırken, yapay koşullarda üretimlerinin kolay olması gibi olumlu özellikleri de şanslarını artırmaktadır.

Bu funguslardan Arthrobotrys irregularis Matruchot Fransa'da ticari amaçla üretilmiş ve Royal 350 adıyla piyasaya sürülmüştür. Bu preparat ekim-dikimden 1 ay önce 1.4 t/ha hesabıyla toprağa uygulandığında domates köklerinde Meloidogyne'nin gal oluşmasını, hıyarda ise 2. dönem larvaların infeksiyonunu büyük oranda engellediği saptanmıştır. Royal 350 ile bir nematodisit olan Carbofuran'ın zararlı üzerindeki toplam etkisi, bunların ayrı ayrı etkilerinden daha yüksek bulunmuş olup, bu preparatın entegre savaş programlarına alınabilecek nitelikte olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Ancak, bu fungusun pH 6.5'in altında gelişmemesi, başarılı bir mücadele için yüksek doz kullanma zorunluluğu ve depolama güçlükleri olumsuz yönleri olup geniş alanlarda kullanılmasını sınırlamaktadır.

Yemeklik mantar türü olan Agaricus bisporus (Lange) Sing'da zararlı Ditylenchus myceliophagus Goodey'a karşı Arthrobotrys robusta Duddington'nın bir ırkı üretilerek Royal 300 adlı ticari preparat elde edilmiştir. Bu preparat yemeklik mantarın yetiştirildiği kompost içerisine %1 oranında uygulandığında zararlı nematod popülasyonunda %40 azalma, üründe ise %20 artış sağlanmıştır. A.bisporus'un diğer bir çeşidinde ise aynı ürün artışı elde edilememiştir.

b) Endoparazit funguslar

Genelde spor oluşturabilen bu funguslar kolonizasyon için fazla enerjiye gereksinim duymazlar. Sporları toprakta uygun bir konukçu ile karşılaşınca kadar uzun süre dormant durumda kalabilirler. Konukçuyu baskı altına alma sporun dağılımı ve sayısına bağlıdır. Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda Nematoclonus concurrens Drechsler, N.haptocladus

Drechsler, Meria coniospora Drechsler ve Hirsutella rhossiliensis Minter and Brady olmak üzere 4 türün yapay olarak üretimi yapılabilmektedir. Bunlardan birinci ve ikinci türler 1.25×10^5 konidi/g. toprak oranında toprağa uygulandığında zararlı nematod populasyonlarında önemli bir düşüşün olmadığı saptanmıştır. Bunun esas nedeni, çimlenen ve yapışkan organları ile infekte ederek etkili olabilen konidilerin, topraktaki fungus engelleyici faktörlere karşı çok duyarlı olmasına bağlanmaktadır. Çünkü bu funguslar nematodlara bulaştırıldıktan sonra toprağa verildiğinde etki daha yüksek olmaktadır. Örneğin, Panagrells redivivus (L.) Goodey adlı nematod türü üzerinde üretilen Meria coniospora fungusu toprağa verildiğinde domateste Meloidogyne incognita (Kofold and White) Chitwood'nın oluşturduğu gal zararını büyük ölçüde azaltmıştır. Ancak, bu tür uygulamalarda önemli zorluklar ortaya çıkmaktadır.

Endoparazit fungusların bir kısmı ise sadece yumurta parazitleri olup, farklı bir etki mekanizmasına sahiptirler. Bunlar genellikle fakültatiflerle ve yapay koşullarda kolayca üretilebilmektedirler. Meloidogyne ve Heterodera gibi yumurtaları dişi vücudunun içinde ya da vulva çevresinde toplu bulunan nematod grupları üzerinde oldukça etkilidirler. Bu özellikleri nedeniyle de biyolojik mücadele çalışmaları son yıllarda bu tür funguslar üzerinde yoğunlaştırılmıştır.

Bunlardan Paecilomyces lilacinus (Thom) Samson'un patates dekstroza agar veya tahıl daneleri üzerinde üretilerek toprağa uygulanması (0.4 t/ha) sonucu Meloidogyne zararının önemli ölçüde azaldığı gözlenmiştir. Hatta bazı durumlarda nematisitler kadar da etkili olduğu bildirilmektedir. P. lilacinus ile Pasteuria penetrans soyada Meloidogyne'ne karşı birlikte uygulandığında %76, ayrı ayrı uygulandıklarında ise sırasıyla %50 ve %62'lik ürün artışı sağlandığı saptanmıştır.

P. lilacinus bir taraftan ümitvar bir tür olarak gözükürken, diğer taraftan insan sağlığına zararlı olabileceği konusunda şüpheler olup, bu konuda daha ayrıntılı çalışmalara gereksinim vardır.

Yumurta parazitlerinden Dactylella oviparasitica Stirling and Mankau ve Verticillium chlamydosporium Goddard seftalide M. incognita ve tahıllarda Heterodera avenae Wollenweber'yi doğal olarak baskı altına aldığı ayrıca saptanmıştır. Bunlar da ümitvar türler olup, üzerinde ayrıntılı çalışmalar sürdürülmektedir.

3) Predatör nematodlar

Üzerinde en çok çalışılan bir grup olmalarına rağmen, bunların bitki paraziti nematodlar üzerindeki etkileri tam olarak bilinmemektedir. Bunların belli konukçulara özelleşmemesi, üretim ve toprağa uygulanmalarının güçlüğü henüz biyolojik savaşta kullanılmalarını engelleyen faktörlerdir.

Özet

Bitki paraziti nematodlara karşı mücadelede en yoğun uygulanan kültürel önlemler her zaman ve her yerde yeterli etkiyi sağlayamazken, kimyasal savaş yöntemi de çevrede önemli sorunlar yaratmaktadır. Bu nedenlerle son yıllarda alternatif savaş yöntemi olarak hiçbir olumsuz etkisi olmayan ve mücadelede sürekliliği sağlayan "Biyolojik Savaş" yöntemine ağırlık verilmiştir. Bugüne ka-

dar bu konuda yapılan çalışmalarda en ümitvar doğal düşmanların bakteriler ve funguslar olduğu ortaya çıkarılmıştır. Bakterilerden Pasteuria penetrans (Thorne) Sayre and Starr, funguslardan Paecilomyces lilacinus (Thom) Samson, Dactylella oviparasitica Stirling and Mankau, Verticillium chlamyosporium Goddard, Arthrobotrys irregularis Matruchot, Arthrobotrys robusta Duddington üzerinde çalışmalar yoğunlaştırılmış ve bir kısmının biyolojik mücadelede kullanılabilceği saptanmıştır.

Ancak, toprak gibi karmaşık bir ortamda zararlı-yararlı ilişkilerinin sağlıklı bir şekilde incelenmesinin güçlüğü nedeniyle, bu konuda yapılan çalışmalar istenilen düzeye ulaşamamıştır.

Literatür

- Backman, P.A. and R. Rodriguez-Kabana, 1975. A system for the growth and delivery of biological control agents to the soil. Phytopathology, 65:819-821.
- Birchfield, W. and A.A. Antonopoulos, 1976. Scanning electron microscopic observations of Duboscqia penetrans parasitizing root knot larvae. J.Nematology, 8 : 272-273.
- Decker, H., 1969. Phytonematologie. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, 526 s.
- Jatala, P., 1985. Biological control of nematodes. in : An Advanced Treatise on Meloidogyne Vol. 1 : Biology and Control (Eds.: J.N. Sasser and C.C.Carter), pp. 303-308. Dept. of Plant Pathology, North Carolina State University and USARID Raleigh.
- Kerry, B.R., 1980. Biocontrol : Fungal parasites of female cyst nematodes. J.Nematology, 12:253-259.
- Kerry, B.R., 1987. Biological control. in : Principles and Practice of Nematode Control in Crops (Eds.R.H.Brown and B.R.Kerry), pp. 233-296. Academic Press, Australia.
- Kerry, B.R., A. Simon and A.D. Rovira, 1984. Observations on the introduction of Verticillium chlamyosporium and other parasitic fungi into soil for control of the cereal cyst-nematode Heterodera avenae. Ann.App.Biol., 105:509-516.
- Mankau, R., 1964. Ecological relationships of predacious fungi associated with the citrus nematode. Phytopathology, 54 : 14-35.
- Mankau, R., 1980. Biological control of nematode pests by natural enemies. Ann. Rev. Phytopathol., 18:415-440.
- Sasser, J.N., 1987. A perspective on Nematode Problems Worldwide. in : Nematodes Parasitic to Cereals and Legumens in Temperate Semi Arid Regions (Eds.: M.C. Saxena, R.A. Sikora and J.P. Srivastava) pp. 1-12, ICARDA, Syria.
- Sayre, R.M. and L.S. Keeley, 1969. Factors influencing Catenaria anguillulae infections in a free-living and a plant parasitic nematode. Nematologica, 15:492-504.

- Stirling, G.R., 1979. Techniques for detecting Dactylaria oviparastica and evaluating its significance in field soils. J.Nematology, 11:99-100.
- Stirling, G.R., 1984. Biological control of Meloidogyne javanica with Bacillus penetrans. Phytopathology, 74:55-60.
- Stirling, G.R. and R. Mankau, 1978. Parasitism of Meloidogyne eggs by a new fungal parasite. J.Nematology, 10:236-240.
- Stirling, G.R. and M.F. Wachtel, 1980. Mass production of Bacillus penetrans for the biological control of root knot nematodes Meloidogyne. Nematologica, 26 : 308-312.
- Webster, J.M., 1972. Economic Nematology. Academic Press London-New York, 563 pp.