

Colletotrichum Türleri ile Yabancı Otların Biyolojik Kontrolü

Cafer EKEN

Erkol DEMİRCİ

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, 25240 Erzurum (ceken@atauni.edu.tr.)

Geliş Tarihi : 12.07.2002

ÖZET: Yabancı otlarla mücadelede kimyasal ilaç (herbisit) kullanmanın insan sağlığını olumsuz etkilemesi, çevreyi kirletmesi, kullanılan ilaçlara bağımlılık kazanılması ve doğal dengenin bozulması gibi başlıca sorunlarından dolayı son yıllarda biyolojik mücadelenin önemi gittikçe artmıştır. Yabancı otların biyolojik mücadelesinde kullanılan fungal bitki patojenli formülasyonlara mikoherbisit adı verilmektedir. Bu yayında, yabancı otların biyolojik kontrolünde mikoherbisit olarak kullanılan veya mikoherbisit olarak kullanılmaya çalışmaları devam eden *Colletotrichum* türleri hakkında bilgiler verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: yabancı ot, *Colletotrichum*, mikoherbisit

Biological Control of Weeds with *Colletotrichum* Species

ABSTRACT: The importance of biological control of weeds has been gradually increased in latest years because of the using chemicals for control of weeds has negative effects for human healthy, led to enviromental contamination and disturb natural environment. The fungal formulation using biological control of weeds named as mycoherbicide. In this paper, the information concerning *Colletotrichum* species used as mycoherbicide or having potential for biological control of weeds was given

Key Words: weed, *Colletotrichum*, mycoherbicide

GİRİŞ

Yabancı otlarla mücadelede herbisit kullanımı, doğal dengenin bozulmasına ve çevre kirliliğine neden olmakta, doğrudan veya dolaylı olarak da insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca, kullanılan ilaçlara karşı son yıllardaki dayanıklılık problemindeki artış alternatif kontrol metotlarına yönelmeyi zorunlu hale getirmiştir. Yabancı otlarla mücadelede, doğal dengeye ve çevreye olumsuz etkisi olmayan yöntemlerden birisi biyolojik mücadeledir.

Yabancı otlarla biyolojik mücadele, yabancı ot türlerinin popülasyonlarının azaltılması veya gelişmelerinin baskı altında tutulmasında doğal düşmanlar kullanılması olarak tanımlanmaktadır (Watson, 1993). Yabancı otların kontrolünde kullanılan bitki patojenlerine de Bioherbisit (biyolojik herbisit) adı verilmektedir (Charudattan ve Dinooor, 2000) ve bir bioherbisitin geliştirilmesi 3 devrede olmaktadır (Templeton, 1982; TeBeest, 1996).

1. Bioherbisit elemanının bulunması. Hastalıklı bitki materyalinden etmenlerin izolasyonunu, Koch postulatlarının uygulanmasını, patojenlerin tanısını, suni besi ortamlarında patojenin geliştirilmesi ve kültürlerin kısa süreli veya uzun süreli depolama şartlarında korunmasını içermektedir.

2. Bioherbisit elemanını geliştirme. Spor üretimi için optimum şartların tespit edilmesini, hastalık gelişmesi ve konukçunun zarar görmesi için optimum şartların saptanmasını, enfeksiyon şeklinin belirlenmesini, yabancı ot patojenlerinin ve/veya toksinlerinin etki şeklinin belirlenmesini, konukçu çevresinin belirlenmesini ve bioherbisitin uygulandığında etkinliğinin belirlenmesi gibi devreleri içermektedir.

3. Bioherbisit elemanının kullanımı. Ürün için endüstriyel sektör, araştırmacılar ve çiftçiler arasındaki işbirliğini, ticarileştirilmenin mümkün olup olmadığını ve bioherbisit olarak kullanımını içerir. Formülasyon, fermantasyon, kullanım kuralları (doz, toksite vb.) ve pazarlama bu devrenin esasını oluşturmaktadır.

Bioherbisitlerden, fungal bitki patojenli formülasyonlara mikoherbisit adı verilmektedir. Mikoherbisitin enfeksiyonu sonucunda hastalık gelişmekte ve sonuçta patojenin spesifik yabancı ot konukçusunda ölüm meydana gelmektedir (Daniel vd., 1973; Templeton vd., 1979). Bugün büyük bir kısmını *Colletotrichum* cinsi fungusların oluşturduğu birkaç mikoherbisit ticari biyolojik herbisit olarak pratikte kullanılmaktadır (Templeton, 1992; Charudattan ve Dinooor, 2000; Butt vd., 2001).

Colletotrichum (Teleomorfh *Glomerella*), tüm dünyada geniş bir konukçu çevresi bulunan, çok önemli bitki patojenlerini ve saprofitik türleri içeren oldukça büyük bir cinstir (TeBeest vd., 1997). Birçok *Colletotrichum* türünün sebep olduğu hastalıklar yapraklar, gövdeler veya meyveler üzerinde çökmüş nekrotik lezyonlarla karakterize edildiğinden antraknoz olarak bilinir. Antraknoz hastalığına sebep olan *Colletotrichum* türlerinin hayat devirlerinin temeli birbirlerine çok benzerlik göstermektedir (Agrios, 1997). Fungus genellikle kışı hastalıklı dokularda miselyum, spor veya peritesyum (peritesyum formu varsa) halinde geçirir. Fungus tohumları da enfekte edebilmekte ve tohumlar üzerinde misel halinde kışı geçirmekte ve bitkilerin kök ve kök boğazlarında çürüklüğe neden olabilmektedir. Konidiler içlerinde seta adı verilen sert, koyu renkli, kıl gibi uzantılar bulunan aservuluslarda oluşurlar ve bunlar konukçunun kutikula veya epidermisi

altında gelişir, olgunlaşınca bu tabakaların parçalanması ile açık bir spor yatağı görünümünü alır.

Fungal patojenler konukçu bitkilerde gelişirken iki beslenme şekli sergilemektedirler. Bunlardan biri biyotrofi (biotrophy); besinler canlı konukçu hücrelerden temin edilir, diğeri nekrotrofi (necrotrophy); fungus tarafından öldürülmüş ölü konukçu hücrelerden besinlerin sağlanmasıdır. *Colletotrichum* türleri bu her iki yoldan da besinlerini sağlamakta ve bunlara ilaveten fungus gelişirken çim tüpü, apresorium, intrasellüler hif gibi özel enfeksiyon yapıları da oluşturmaktadır (Perfect vd., 1999).

Colletotrichum Türlerinin Yabancı Otlara Karşı Kullanılan Ticari Preparatları

Mikoherbisit olarak ticari preparatı bulunan *Colletotrichum* türleri Tablo 1’de verilmiştir (Templeton, 1992; Watson, 1993; Charudattan ve Dinooor, 2000; Butt vd., 2001).

Collego:

Collego, pirinç ve soya fasulyesi tarlalarındaki *Aeschynomene virginica* (L.)’nin kontrolü için, çıkıştan sonra uygulanan *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. f.sp. *aeschynomene* ATCC 20358’in kuru formülasyonudur (Bowers, 1986; Charudattan ve Dinooor, 2000). Fungusun konidileri oval (eliptik), son kısımları yuvarlak, 14-17 x 4-5.7 µm boyutlarında ve subepidermal stroma üzerinde kısa konidioforların ucunda bulunurlar. Konidi kitleleri su içinde çözünür, epidermin örtüsünün kopmasıyla serbest kahlırlar (TeBeest vd., 1978a). Fungus kolayca hastalıklı dokulardan izole edilebilir. Optimum gelişme ve sporulasyon lima bean agar’da 28-30 °C sıcaklıkta olmaktadır (Daniel vd., 1973). Kontrollü çevre şartlarında *C. g. f.sp. aeschynomene* 16–18 günlük *A. virginica* fidelerini, 10⁵-10⁶ spor/ml konsantrasyonunda

8 günde öldürmektedir (TeBeest vd., 1978b). Fungusun konukçu çevresi testlerinde 10 bitki familyasındaki 43 cins ve 77 tür kullanılmış ve alt familya Papilionidae’da ki 5 cins hassasiyet göstermiştir (TeBeest, 1988).

C. g. f.sp. aeschynomene, pirinçte 1972-1981 yılları arasında yapılan uygulamalarda ortalama % 93, soya fasulyesinde 1976-1981 yılları arasında yapılan uygulamalarda % 98 oranında *A. virginica*’ı kontrol etmiştir. Bu veriler Collego’nun pirinç ve soya fasulyesindeki *A. virginica*’nın kontrolü için etkili ve güvenilirliğini göstermektedir. Bu kontrol seviyesi kimyasal herbisit 2,4,5-T,2 (2,4,5-trichlorophenoxy) asetik asitin kullanımı ile elde edilen başarıya eşit veya daha yüksektir. Collego’nun kullanımı ile ürünlerde ve çevrede sentetik kimyasalların kullanıldığındaki gibi herhangi bir risk bulunmamaktadır. Fungusun ticari preparatındaki sporların çimlenme yüzdesi %35-80 arasında ve 18 ay veya daha fazla canlılıklarını sürdürebilmektedirler (Templeton, 1992).

BioMal:

BioMal, *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. f.sp. *malvae*’nin kuru formülasyonu ve buğday, keten ve mercimek tarlalarındaki *Malva pusilla* Sm. (ebegümeci)’nin kontrolü için çıkıştan sonra uygulanan seçici bir mikoherbisittir. Yine *C. g. f.sp. malvae*’nin çileklerdeki *M. pusilla*’nın kontrolünde de kullanılabilirliği belirtilmektedir (Mortensen ve Makowski, 1995). *C. g. f.sp. malvae*’nin konidileri kısa konidioforların uç kısmında oluşmakta ve epidermis altındaki dokuda setalar arasında dağılmış vaziyettedir. Konidiler eliptik ve son kısımları yuvarlak, ortalama 10x6 µm ve aservulusun yüzeyinde küme halinde yapışmış vaziyette toplanmışlardır. Patojen patates dekstroze agar (PDA)’da 24 °C ve 12 saat floresans ışık altında geliştiğinde 6-8 günde bol spor vermektedir (Mortensen, 1988).

Tablo 1. Ticari preparatı kullanılan *Colletotrichum* türlerinin ticari adları, etkili oldukları konukçular, üretici firma ve üretildikleri ülkeler.

Ticari adı	<i>Colletotrichum</i> türü	Etkili olduğu yabancı ot	Patent	Üretildiği firma/Ülke
Collego	<i>C. gloeosporioides</i> f.sp. <i>aeschynomene</i>	<i>Aeschynomene virginica</i>	US 3849104	Ecogen, Inc. 2005 Cabot Boulevard West Langhorne, PA 19047-1810 USA
BioMal	<i>C. gloeosporioides</i> f.sp. <i>malvae</i>	<i>Malva pusilla</i>	Kanada 1276798	PhilomBios 318-111 Research Drive Innovation Place, Saskatoon, Saskatchewan S7N 3R2 Kanada
Burr anthracnose	<i>C. orbiculare</i>	<i>Xanthium spinosum</i>	Avustralya	Bruce Auld NSW Agriculture Research and Veterinary Centre, Forest Road, Orange, New South Wales, Avustralya 2800
Velgo	<i>C. coccodes</i>	<i>Abutilon theophrasti</i>	Kanada 1223005 US 4808069	Alan K. Watson McGill University, Ste-Anne-de-Belluvue, Quebec H9X 1C0 Kanada Alan R. Gotlieb University of Vermont, Burlington, VT 0545 USA
Lubao I	<i>C. gloeosporioides</i> f.sp. <i>cuscutae</i>	<i>Cuscuta chinensis</i> , <i>C. australis</i>	-	Dr. Li Yang-han Weed Research Laboratory, Nanjing Agricultural University, Nanjing, Jiangsu People’s Republic of China

C. g. f.sp. malvae'nın Biomal izolatu *M. pusilla* bitkilerini 17-20 gün içerisinde öldürmektedir (TeBeest, 1993). Fungus, *M. pusilla*'ya ilaveten birçok Malvaceae bitkilerin fidelerini de enfekte etmekte fakat bu türlerde (*M. parviflora* L., *M. neglecta* Wallr., *Abutilon theophrasti* Medik) fazla şiddetli hastalığa sebep olamamaktadır. Yine fungus, *Anoda cristata* (L.) Schlecht, *Sida spinosa* L., Malvaceae bitkilerden pamuk ve bamyayı enfekte etmemektedir. Konukçu çevresi testlerinde 11 bitki familyasından 26 türün fideleri dayanıklı bulunmuş, buğday, mercimek, keten ve kara buğday (*Fagopyrum esculentum* Moench) gibi ürünleri de patojen enfekte etmemiştir. *Carthamus tinctorius* L. ve *Brassica hirta* Moench 'in fidelerinde sadece sınırlı lezyonlara sebep olmuştur (Mortensen, 1988).

Biomalın, uygun ürün ve çevrede dikkatli bir şekilde en uygun zamanda yapılan uygulamalarında % 100'lük bir başarı sağlanmıştır (Templeton, 1992).

Burr Anthracnose:

Colletotrichum orbiculare (Berk. And Mont.) von Arx, DAR 48942'nin bir izolatu Avustralya'da *Xanthium spinosum* L.'da antraknoz oluşturmaktadır. Koyun otlatılan alanlarda ve sulanan ürünlerdeki *X. spinosum*'un çıkıştan sonraki kontrolü için formülasyon haline getirilmiş ve ticari mikroherbisit olarak kullanılmaktadır (Auld vd., 1990). Arjantin'de de *C. orbiculare* ile *X. spinosum*'un mücadelesi konusunda çalışmalar yapılmaktadır (Auld ve Say, 1999).

C. orbiculare'de, seta ve sklerotium nadiren görülür. Konidiler, düz, silindirik, apeksi geniş 8.9-14x3.5-7.5 µm boyutlarındadır. Patojen kolay izole edilir ve PDA'da 25 °C'de karanlıkta gelişir. Konidiler floresans ışık altında suni besi ortamında bol miktarda üretilir. Sporulasyon için optimum sıcaklık 20-25 °C'dir (McRae ve Stevens, 1990).

C. orbiculare, *X. spinosum*'un fidelerini, 8-48 saat 20-25 °C sıcaklık ve optimum nem sağlandığında inokulasyondan 14-16 gün sonra kontrollü çevre şartlarında öldürmektedir (McRae ve Auld, 1988). *Xanthium*'a ilaveten, *C. orbiculare*'nin mikroherbisit izolatu, Apiaceae, Asteraceae, Boraginaceae, Canellaceae, Cucurbitaceae, Fabaceae, Liliaceae, Malvaceae, Myrtaceae ve Solanaceae familyalarının bazı üyelerini enfekte edebilmekte fakat çoğu durumda sadece küçük semptomlara neden olmaktadır. Kuru alanlardaki meralardaki ve sulanan soya fasulyesi ürünlerindeki yabancı otlara karşı *C. orbiculare*'nin uygulanmasındaki başarı oranı % 58-100 arasında değişmiştir (Auld vd., 1990).

Velgo:

Velgo, *Colletotrichum coccodes* (Wallr.) Hughes DAOM 183088'in kuru formülasyonu olup mısır ve soya fasulyesi tarlalarındaki *Abutilon theophrasti* Medik'in kontrolü için çıkıştan sonra uygulanan seçici mikroherbisittir. Pratik kullanım için henüz yeterli

değildir fakat ticarileştirmek için üzerinde çalışılmakta ve patent alınmıştır (Ditomaso ve Watson, 1997). *C. coccodes* kültürde bol sklerotium ve seta üretmektedir, konidileri iğ şeklinde, düz, ortada daralmakta ve 16-22x3-4 µm boyutlarındadır.

C. coccodes'in Velgo izolatu birkaç bitki türünü enfekte etmekte fakat sadece *A. theophrasti* üzerinde önemli yaprak hastalıklarına neden olmaktadır. Domates ve patates'deki *C. coccodes* izolatları *A. theophrasti* üzerinde küçük lezyonlar oluşturmaktadır. Büyütme kabinlerinde ve tarla denemelerinde yapılan konukçu testlerinde bir takım kültür bitkilerinde ve süs bitkilerinde enfeksiyon görülmüş fakat semptom gelişimi sınırlı olmuştur. Bununla birlikte domatesin olgun meyveleri domates izolatları kadar *A. theophrasti* izolatlarına hassasiyetlik göstermiştir (Templeton, 1992). Tarla denemelerinde 10⁹ spor/m² seviyesindeki inokulum 2-3 yapraklı dönemde uygulandığında % 46 oranında başarı sağlanmıştır (Wymore vd., 1988).

Lubao 1:

Colletotrichum gloeosporioides (Penz.) Penz. & Sacc. f.sp. *cuscutae* Çin'de, soya fasulyesini parazitleyen küsküt türlerinin kontrolünde kullanılmaktadır. Fungus 1963 yılında soya fasulyesindeki küskütlerden izole edilmiş, patojenin biyolojisi ve spor üretimi çalışmaları 1963-66 yıllarında tamamlanmış, 1970'lerin sonuna doğru 670 000 hektarda kullanılmış ve % 85'in üzerinde başarı sağlanmıştır. Bugünkü uygulamalarda fungus sporları bölgesel araştırma merkezlerinde hazırlanıp dağıtılmaktadır. Fungus, *Cuscuta chinensis* Lam. ve *C. australis* R. Br.'nin kontrolünde başarı ile kullanılmaktadır (Templeton, 1992).

İsrail'de de *C. campestris*'in birçok bitkide çok yaygın bir parazit olduğu belirtilmektedir (Nof vd., 1999). *C.g. f.sp. cuscutae*'nin İsrail'de henüz saptanamamıştır fakat Çin'den sağlanan izolat ile Fabaceae, Solanaceae, Cucurbitaceae, pamuk, ayçiçeği ve mısırı içerisine alan 19 bitki çeşidinde konukçu testleri yapılmış ve hiçbirinin enfekte olmadığı saptanmıştır.

Ticari preparatu yapılmış *Colletotrichum* türlerinin yanı sıra çeşitli yabancı otlarda saptanmış *Colletotrichum* türleri de bulunmaktadır (Tablo 2). Bu türler mikroherbisit olarak formülasyon haline getirilmemiş olsalar bile bazılarının yabancı otları kontrol yüzdesi hiç de küçümsenmeyecek düzeydedir. Nitekim, *C. gloeosporioides*'in *Hakea sericea*'yı % 80 (Morris, 1983), *Hypericum perforatum*'u % 72-80 (Hildebrand ve Jensen, 1991), *Jussiaea decurrens*'i % 100 (Boyette vd., 1979) ve *C. malvarum*'un *Sida spinosa*'yı % 84-95 (Kirkpatrick vd., 1982) oranında kontrol ettiği bildirilmiştir. Tablo 2'de verilen türlerin bazılarının çeşitli biyolojik kusurlarından dolayı mikroherbisit olarak yetersizliği vardır, bazılarının da mikroherbisit olarak kullanılma olanakları üzerinde çalışmalar devam etmektedir.

Tablo 2. Mikroherbisit olarak potansiyel *Colletotrichum* türleri ve konukçuları.

<i>Colletotrichum</i> türü	Konukçu	Literatür
<i>C. capsici</i>	<i>Ipomoea lacunosa</i>	Cartwright (1992)
<i>C. coccodes</i>	<i>Solanum ptycanthum</i>	Anderson ve Walker (1985)
<i>C. dematium</i>	<i>Crotalaria spectabilis</i>	Charudattan (1986)
<i>C. dematium</i> f.sp. <i>epilobii</i>	<i>Epilobium angustifolium</i>	Leger vd. (2001)
<i>C. gloeosporioides</i>	<i>Galinsoga parviflora</i> , <i>G. ciliata</i>	Gasich (1997)
<i>C. gloeosporioides</i>	<i>Myriophyllum spicatum</i>	Smith vd. (1989)
<i>C. gloeosporioides</i>	<i>Rumex crispus</i>	Kim vd. (1998)
<i>C. gloeosporioides</i> f.sp. <i>campylopodum</i>	<i>Arceuthobium campylopodum</i>	Wicker (1967)
<i>C. gloeosporioides</i> f.sp. <i>clidemiae</i>	<i>Clidemia hirta</i>	Trujillo vd. (1986)
<i>C. gloeosporioides</i> f.sp. <i>hakeae</i>	<i>Hakea sericea</i>	Morris (1983)
<i>C. gloeosporioides</i> f.sp. <i>hyperici</i>	<i>Hypericum perforatum</i>	Hildebrand ve Jensen (1991)
<i>C. gloeosporioides</i> f.sp. <i>jussiaea</i>	<i>Jussiaea decurrens</i>	Boyette vd. (1979)
<i>C. gloeosporioides</i> f.sp. <i>miconiae</i>	<i>Miconia calvescens</i>	Evans (2001)
<i>C. gloeosporioides</i> f.sp. <i>veronicae</i>	<i>Veronica persica</i>	Zeng ve Qiang (2001)
<i>C. graminicola</i>	<i>Echinochloa crus-galli</i>	Yang vd. (2000)
<i>C. graminicola</i>	<i>Sorghum halepense</i>	Chiang vd. (1989)
<i>C. malvarum</i>	<i>Sida spinosa</i>	Kirkpatrick vd. (1982)
<i>C. truncatum</i>	<i>Cassia occidentalis</i>	Gadauskas vd. (1977)
<i>C. truncatum</i>	<i>Desmodium tortuosum</i>	Cardina vd. (1988)
<i>C. truncatum</i>	<i>Sesbania exaltata</i>	Boyette (1991)

Yabancı otların biyolojik mücadelesinde *Colletotrichum* türlerinin büyük bir potansiyele sahip olduğu görülmektedir. Ülkemizde de bazı *Colletotrichum* türleri kültür bitkilerinde saptanmış fakat bunların yabancı otlarla mücadele olanakları üzerinde durulmamıştır. Ülkemizde de herbisit kullanım oranını azaltmak için, bu konudaki araştırmalara ve gelişmelere gereken önemin verilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Agrios, G.N., 1997. Plant Pathology. Fourth edn. Academic Press, New York.
- Andersen, R.N., Walker, H.L., 1985. *Colletotrichum coccodes*: a Pathogen of Eastern Black Nightshade (*Solanum ptycanthum*). Weed Sci., 33: 902-905.
- Auld, B.A., Say, M.M., Ridings, H.I., Andrews, J., 1990. Field application of *Colletotrichum orbiculare* to control *Xanthium spinosum*. Agric. Ecosyst. Environ., 32: 315-323.
- Auld, B.A., Say, M.M., 1999. Comparison of isolates of *Colletotrichum orbiculare* from Argentina and Australia as potential bioherbicides for *Xanthium spinosum* in Australia. Agric. Ecosyst. Environ., 72: 53-58.
- Bowers, R.C., 1986. Commercialization of Collego™ –an Industrialist's view. Weed Sci., 34: 24-25.
- Boyette, C.D., 1991. Host range and virulence of *Colletotrichum truncatum*, a potential mycoherbicide for hemp sesbania (*Sesbania exaltata*). Plant Dis., 75: 62-64.
- Boyette, C.D., Templeton, G.E., Smith, R.J.Jr., 1979. Control of winged waterprimrose (*Jussiaea decurrens*) and northern jointvetch (*Aeschynomene virginica*) with fungal pathogens. Weed Sci., 27: 497-501.
- Butt, T.M., Jackson, C., Magan, N., 2001. Introduction- Fungal Biological Control Agents: Progress, Problems and Potential. P. 1-8. In: T.M. Butt, C. Jackson, N. Magan (eds.) Fungi as Biocontrol Agents. CAB International, Wallingford.
- Cardina, J., Littrell, R.H., Hanlin, R.T., 1988. Anthracnose of Florida beggarweed (*Desmodium tortuosum*) caused by *Colletotrichum truncatum*. Weed Sci., 36: 329-334.
- Cartwright, D.K., 1992. Preliminary assessment of *Colletotrichum capsici* as a potential mycoherbicide for control of pitted morningglory. Plant Dis., 76: 995-998.
- Charudattan, R., 1986. Biological control of showy crotalaria (*Crotalaria spectabilis*) with two fungal pathogens. Weed Sci. Soc. of America Abstracts, 26: 51.
- Charudattan, R., Dinoor, A., 2000. Biological control of weeds using plant pathogens: accomplishments and limitations. Crop Protection, 19: 691-695.

- Chiang, M.Y., Van Dyke, C.G., Leonard, K.J., 1989. Evaluation of endemic foliar fungi for potential biological control of Johnsongrass (*Sorghum halepense*): Screening and host range tests. *Plant Dis.*, 73: 459-464.
- Daniel, J.T., Templeton, G.E., Smith, Jr.R.J., Fox, W.T., 1973. Biological control of northern jointvetch in rice with an endemic fungal disease. *Weed Sci.*, 21: 303-307.
- Ditommaso, A., Watson, A.K., 1997. Effect of the fungal pathogen, *Colletotrichum coccodes*, on *Abutilon theophrasti* height hierarchy development. *J. Appl. Ecol.*, 34: 518-529.
- Evans, H.C., 2001. Plant Pathogens for Biological Control of Weeds. P. 366-378. In: J.M., Waller, J.M. Lenné, S.J. Waller (eds.) *Plant Pathologist's Pocketbook*. CAB International, Wallingford.
- Gadauskas, R.T., Teem, D.H., Morgan-Jones, G., 1977. Anthracnose of *Cassia occidentalis* caused by *Colletotrichum dematium* f.sp. *truncata*. *Plant Dis. Rep.*, 61: 468-470.
- Gasich, E.L., 1997. Possibility of using fungal pathogens against the weeds *Galinsoga parviflora* and *G. ciliata*. *Mikol. Fitopatol.*, 31: 47-51.
- Hildebrand, P.D., Jensen, K.I.N., 1991. Potential for the biological control of St. John's wort (*Hypericum perforatum*) with endemic strain of *Colletotrichum gloeosporioides*. *Can. J. Plant Pathol.*, 13: 60-70.
- Kim, B.S., Cho, K.Y., Lee, Y.S., 1998. Anthracnose of *Rumex crispus* caused by *Colletotrichum gloeosporioides*. *Korean J. Plant Pathol.*, 14: 358-360.
- Kirkpatrick, T.L., Templeton, G.E., TeBeest, D.O., Smith, Jr.R.J., 1982. Potential of *Colletotrichum malvarum* for biological control of prickly sida. *Plant Dis.* 66: 323-325.
- Leger, C., Hallett, S.G., Watson, A.K., 2001. Performance of *Colletotrichum dematium* for the control of fireweed (*Epilobium angustifolium*) improved with formulation. *Weed Technol.*, 15: 437-446.
- McRae, C.F., Auld, B.A., 1988. The influence of environmental factors on anthracnose of *Xanthium spinosum*. *Phytopathology*, 78: 1182-1186.
- McRae, C.F., Stevens, G.R., 1990. Role of conidial matrix of *Colletotrichum orbiculare* in pathogenesis of *Xanthium spinosum*. *Mycol. Res.*, 94: 890-896.
- Morris, M.J., 1983. Evaluation of field trials with *Colletotrichum gloeosporioides* for the biological control of *Hakea sericea*. *Phytophylactica*, 15: 13-16.
- Mortensen, K., 1988. The potential of an endemic fungus, *Colletotrichum gloeosporioides* for biological control of round-leaved mallow (*Malva pusilla*) and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*). *Weed Sci.*, 36: 473-478.
- Mortensen, K., Makowski, R.M.D., 1995. Tolerance of strawberries to *Colletotrichum gloeosporioides* f.sp. *malvae*, a mycoherbicide for control of Round-Leaved Mallow (*Malva pusilla*). *Weed Sci.*, 43: 429-433.
- Nof, E., Rubin, B., Dinoor, A., 1999. Biological control of field dodder by a pathogenic fungus. *Phytoparasitica*, 27: 159-160.
- Perfect, S.E., Hughes, H.B., O'Connell, R.J., Green, J. R., 1999. *Colletotrichum*: A model genus for studies on pathology and fungal-plant interactions. *Fungal Gen. Biol.*, 27: 186-198.
- Smith, C.S., Slade, S.J., Andrews, J.H., Harris, R.F., 1989. Pathogenicity of the fungus *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. to Eurasian watermilfoil (*Myriophyllum spicatum* L.). *Aquatic Bot.*, 33: 1-12.
- TeBeest, D.O., 1988. Additions to host range of *Colletotrichum gloeosporioides* f.sp. *aeschynomene*. *Plant Dis.*, 72: 16-18.
- TeBeest, D.O., 1993. Biological Control of Weeds: Potential for Genetically Modified Strains. P. 147-163. In: L. Kim (ed.) *Advanced Engineered Pesticides*. Marcel Dekker, Inc.
- TeBeest, D.O., 1996. Issues and prospects confronting biological control of weeds with plant pathogens in the future. *Phytoparasitica*, 24: 91-95.
- TeBeest, D.O., Templeton, G.E., Smith, Jr.R.J., 1978a. Histopathology *Colletotrichum gloeosporioides* f.sp. *aeschynomene* in northern jointvetch. *Phytopathology*, 68: 1271-1275.
- TeBeest, D.O., Templeton, G.E., Smith, Jr.R.J., 1978b. Temperature and moisture requirements for development of anthracnose on northern jointvetch. *Phytopathology*, 68: 389-393.
- TeBeest, D.O., Correll, J.C., Weidemann, G.J., 1997. Speciation and Population Biology in *Colletotrichum*. P. 157-168. In: G. Carroll, P. Tudzynski. (eds.) *The Mycota Vol. V, Part B*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Templeton, G.E., 1982. Biological herbicides: discovery, development, deployment. *Weed Sci.*, 30: 430-433.
- Templeton, G.E., 1992. Use of *Colletotrichum* Strains as Mycoherbicides. P. 358-380. In: J.A. Bailey, M.J. Jeger (eds.) *Colletotrichum: Biology, Pathology and Control*. CAB International, Wallingford.
- Templeton, G.E., TeBeest, D.O., Smith, Jr.R.J., 1979. Biological weed control with mycoherbicides. *Ann. Rev. Phytopathol.*, 17: 301-310.
- Trujillo, E.E., Latterell, F.M., Rossi, A.E., 1986. *Colletotrichum gloeosporioides*, a possible biological control agent for *Clidemia hirta* in Hawaiian forests. *Plant Dis.*, 70: 974-976.
- Watson, A.K., 1993. Current Status of Bioherbicide Development and Prospects for Rice in Asia. *Food and Fert. Tech. Centre, Taipei, Taiwan, Ext. Bull No: 365, 7 pp.*
- Wicker, E.V., 1967. Appraisal of biological control of *Arceuthobium campylopodum* f. *campylopodum* by *Colletotrichum gloeosporioides*. *Plant Dis. Rep.*, 51: 311-313.
- Wymore, L.A., Poirier, C., Watson, A.K., Gotlieb, A.R., 1988. *Colletotrichum coccodes*, a potential bioherbicide for control of velvetleaf (*Abutilon theophrasti*). *Plant Dis.*, 72: 534-538.
- Yang, Y.-K., Kim, S.-O., Chung, H.-S., Lee, Y.-H., 2000. Use of *Colletotrichum graminicola* KA001 to control barnyard grass. *Plant Dis.*, 84: 55-59.
- Zeng, Q., S. Qiang, 2001. *Colletotrichum gloeosporioides* Penz f.sp. *veronicae* and the process of its infection. *Acta Phytophylactica Sinica*, 28: 279-284.