



Usage Possibilities of Biofumigation in controlling of Soil-borne Plant Pathogenic Fungi

Sevilay Saygı^{1,a,*}, Muharrem Türkkan^{2,b}, İsmail Erper^{3,4,c}

¹Food Control Laboratory, 55200 Samsun, Turkey

²Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Ordu University, 52200 Ordu, Turkey

³Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Ondokuz Mayıs University 55270 Atakum/Samsun, Turkey

⁴Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Kyrgyz-Turkish Manas University, Bishkek, Kyrgyzstan

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Review Article</p> <p>Received : 21/09/2017 Accepted : 24/05/2019</p> <p>Keywords: Bio fumigation Fungi Cover crops Organic fertilizers Biosolids</p>	<p>The soil-borne plant pathogenic fungi, including <i>Armillaria</i>, <i>Fusarium</i>, <i>Phytophthora</i>, <i>Rhizoctonia</i>, <i>Rosellinia</i> and <i>Sclerotinia</i> etc, are causing root rot diseases on many field and horticultural crops that often results in the death of plants and important yield losses. Several control methods have been implemented to control root rot diseases, such as use of resistant cultivars, crop rotation, solarisation, fungicides treatments and soil fumigation. Soil fumigation with fumigants such as methyl bromide and chloropicrin is the most effective method for controlling soil-borne fungi; however, the negative effects of these chemicals on both the environmental and public health have led to its banning in many countries. Therefore, there is a need to find alternative methods which provide adequate disease control and is comparable to commercial fungicides. Bio fumigation is considered as an alternative to chemical control and is highly effective in the controlling of diseases caused by nematodes, weeds and fungi, and is considered as a part of integrated pest management. Cover crops, organic fertilizers and biosolids are considered as biofumigants in controlling of soil-borne fungi. In this study, bio fumigation applications in controlling of soil-borne fungi and their mode of action on the fungi are evaluated.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi 7(9): 1245-1248, 2019

Toprak Kökenli Bitki Patojeni Funguslarla Mücadelede Biofumigasyonun Kullanım Olanakları

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p>Derleme Makale</p> <p>Geliş : 21/09/2017 Kabul : 24/05/2019</p> <p>Anahtar Kelimeler: Biyofumigasyon Fungus Örtücü bitkiler Organik gübreler Biyokatı atık</p>	<p><i>Fusarium</i>, <i>Rhizoctonia</i>, <i>Sclerotinia</i>, <i>Verticillium</i>, <i>Armillaria</i> ve <i>Rosellinia</i> gibi toprak kökenli bitki patojeni funguslar, birçok bahçe ve tarla ürününde bitki ölümlerine ve verim kayıplarına sebep olan kök çürüklüğü hastalıklarına neden olmaktadır. Kök çürüklüğü hastalıklarının kontrolünde dayanıklı çeşit kullanımı, ürün rotasyonu, solarizasyon, fungusit uygulamaları ve toprak fumigasyonu gibi çeşitli mücadele yöntemleri uygulanmaktadır. Metil bromide ve kloropikrin gibi fumigantlarla yapılan toprak fumigasyonu toprak kökenli fungusların kontrolü için kullanılan en etkili yöntemlerden biridir. Ancak bu kimyasalların çevre ve insan sağlığına olumsuz etkilerinden dolayı dünyada ve ülkemizde kullanımı yasaklanmıştır. Bu nedenle, yeterli hastalık kontrolü sağlayan ve ticari fungusitlerle rekabet edebilen alternatif yöntemlerin araştırılmasına ihtiyaç vardır. Biofumigasyon kimyasal mücadeleye alternatif yöntemler arasında değerlendirilmekte nematodlar, yabancı otlar ve bazı fungusların neden olduğu hastalıkların mücadelesinde oldukça etkili olup, entegre mücadelenin bir parçası olarak kabul edilmektedir. Toprak kökenli fungusların kontrolünde örtücü bitkiler, organik gübre ve biyokatı atıklar biyofumigant olarak değerlendirilmektedir. Bu çalışmada toprak kökenli fungusların kontrolünde biyofumigasyon uygulamaları ve biyofumigantların funguslar üzerindeki etki şekilleri değerlendirilmiştir.</p>

^a sevilays_s@hotmail.com ^{id} <https://orcid.org/0000-0003-2773-3442> ^b muharremturkkan@odu.edu.tr ^{id} <https://orcid.org/0000-0001-7779-9365>
^c ismailer@omu.edu.tr ^{id} <https://orcid.org/0000-0001-7952-8489>



Giriş

Toprak kökenli bitki patojeni funguslar önemli bazı bitkisel ürünlerde çökerten, fide yanıklığı, kök ve kök boğazı çürüklüğü, meyve çürüklüğü ve solgunluk gibi ekonomik yönden önemli hastalıklara neden olmaktadır. Bu grup patojenlerle mücadelede kültürel, fiziksel, biyolojik ve kimyasal mücadele yöntemleri başlıca kullanılan yöntemlerdir. Ancak bitki hastalıklarına karşı kimyasal mücadelede kullanılan sentetik kimyasalların, özellikle toprak kökenli patojenlere karşı uygulamasıyla birlikte ortaya çıkan teknik, çevresel ve ekonomik problemler nedeniyle genellikle istenen hastalık kontrolü yeterince sağlanamamaktadır (Boyacı, 2007). Bununla birlikte toprak kökenli funguslarla mücadelede birkaç yöntemin bir arada uygulandığı entegre mücadele çalışmaları ile daha başarılı sonuçlar elde edilebilmektedir (Yücel ve Özarslandan, 2014). Bu patojenlere karşı kimyasal mücadelede kullanılan kimyasallar önemli derecede toksik olup, insan ve çevre sağlığı için önemli risk oluşturmakta ve bunların olumsuz etkilerinden dolayı kullanımları gün geçtikçe azalmaktadır. Bunun yerine ise çevreye dost, alternatif mücadele yöntemleri üzerinde çalışmalar yoğunlaştığı görülmektedir. Kimyasal mücadeleye karşı kullanılan alternatif yöntemler arasında “biofumigasyon” başta bitki patojeni fungusların neden olduğu hastalıkların mücadelesinde olmak üzere, bitkilerde verim kaybına neden olan diğer bazı faktörlere karşı oldukça etkilidir ve entegre mücadelenin bir parçası olarak kabul edilmektedir (Matthiessen ve Kirkegaard, 2006). Bu çalışmada toprak kökenli funguslar ile mücadelede “biofumigasyon” uygulamaları, etki şekilleri ve yapılan çalışmalar değerlendirilmiştir.

Biofumigasyonun Tanımı ve Toprak Kökenli Bitki Patojeni Fungusların Mücadelesinde Kullanımı

Toprağa uygulanan organik maddelerin parçalanması sonucunda ortaya çıkan gazların ve sıcaklık artışının ortamdaki hastalık etmenlerine, zararlılara ve yabancı otlara karşı toksik etki göstermesine biofumigasyon, bunlara karşı toksik etkide bulunan bileşiklere sahip materyale de biofumigant adı verilir. Hayvansal ve bitkisel orijinli birçok organik materyal biofumigant olarak toprak kökenli fungusların mücadelesinde kullanılmakta olup, son yıllarda bunların önemi giderek artmaktadır (Mennan ve Katı, 2010). Biofumigasyon, uzun yıllar fumigant olarak kullanılan ve günümüzde yasaklanmış olan metil bromide alternatif, çevreye dost bir mücadele yöntemi olarak tarımsal üretim sistemlerinde önem kazanmaktadır. Fumigant etkili pestisitler, toprak kökenli patojenlerin mücadelesinde etkili olmasına rağmen bunların özellikle geniş spektrumlu bir etkiye sahip olması (metil bromide gibi), bu pestisitlerin yasaklanmasına ya da kısıtlanmasına neden olmuştur. Bu nedenle toprak kökenli hastalıkların kontrolü için alternatif mücadele yöntemlerinin geliştirilmesi, kimyasal mücadeleyi tamamlayıcı ve bütünlüyci yöntemlerin uygulamaya konulması kaçınılmaz hale gelmiştir (Abawi ve Widmer, 2000).

Toprak Kökenli Fungusların Mücadelesinde Kullanılan Biofumigant Materyaller

Toprak kökenli bitki patojeni fungusların mücadelesi için biofumigasyonda kullanılan materyaller örtücü bitkiler, hayvansal gübre ve kompostlar ile biokati atıklardır.

Örtücü bitkiler

Bu bitkiler fungisidal etkiye sahip organik bileşikler üretmektedirler. Toprak kökenli funguslara toksik olan bu doğal bileşikler bitkilerin köklerinden toprağa salınmakta ya da yeşil gübre olarak bu bitkiler toprağa karıştırılmaktadır. Toprakta bu bitkilerin ayrışması sonucu yayılan bileşikler biosidal etkiye sahip olan, aldehit ve izotiyosiyanat bileşikleridir ve bitki patojeni fungusların gelişmesini engellemektedir (Fan ve ark., 2008).

Örtücü bitkilerin bitki patojeni toprak kökenli funguslar üzerindeki etki mekanizmaları: Örtücü bitkiler funguslara karşı ürettikleri toksik bileşiklerle ve antagonistik flora ve fauna için yaşama ortamı sağlamasıyla bitki patojeni fungusların popülasyonlarını azaltmaktadır. Örtücü bitkiler tarafından üretilen toksik bileşiklerle ortaya çıkan biosidal etki, bu bitkilerde bulunan ve biyolojik olarak aktif olan bileşiklerin bir kimyasal reaksiyonu sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu bitkilerin hücre duvarlarında glukosinolat (GSL) bileşikleri bulunmaktadır. Bu bileşikler toksik etkiye sahip olmamasına rağmen bitkilerin hücre duvarı veya sitoplazmasında bulunan “myrosinaz” enzimi ile tepkimeye girdiklerinde toksik bileşikler haline gelmektedirler. Bunun sonucunda da izotiyosiyanat (ITC), nitril ve tiyosiyanat bileşikleri üretilmektedir. Bu bileşikler biosidal özelliktedir ve toprak kökenli bitki patojeni funguslar üzerinde oldukça zararlı etkiye sahiptir (Karavina ve Mandumbu, 2012). Örtücü bitkilerin toprağa uygulanması organik karbonun toprağa eklenmesini sağlamaktadır. Topraktaki organik karbon varlığı arttıkça funguslar üzerinde parazitik etkiye sahip olan bazı fungus ve bakteri gibi biyolojik kontrol ajanlarının faaliyetleri artabilmektedir. Örneğin *Rhizoctonia* grubu fungusların meydana getirdiği kök çürüklüğü hastalıklarına karşı toprakta bulunan *Streptomyces* gibi antagonistlerin aktivitesini arttırmaktadır. Baklagiller familyası (Leguminosae)’na ait bitkiler, antagonist mikroorganizma popülasyonunu diğer bitkilerden daha fazla arttırmaktadır (Wang ve ark., 2002). Örtücü bitkiler ön bitki olarak (intercycle) veya ana ürünle birlikte (intercropping) olmak üzere toprağa iki şekilde uygulanmaktadır (Karavina ve Mandumbu, 2012). Ön bitki olarak yetiştirilen örtücü bitkiler önce pulluk yardımıyla toprağa karıştırılıp, daha sonra toprak tarla kapasitesine gelene kadar sulanmakta ve şeffaf plastik naylon örtüler ile toprak yüzeyi sıkıca kaplanmaktadır. Bu toprak solarizasyonunda kullanılanın işlemin aynısıdır. Biofumigasyon işlemi sona erdikten sonra yeni bulaşmaları önlemek için toprak mutlaka yüzeysel olarak işlenerek topraktan toksik etkili gazların yayılması sağlanmalı ve birkaç gün sonra bu alana ana ürün ekilmelidir.

Örtücü bitkilerin bitki patojeni funguslara karşı etkisi: Bitki patojeni funguslara karşı örtücü bitkilerin etkili olduğu yapılan bazı çalışmalarla belirlenmiştir. Deadman ve ark. (2006), solarizasyon ve biofumigasyonun seralarda yetiştirilen hıyar bitkilerinde *Pythium aphanidermatum*'un

popülasyon yoğunluğunu azalttığını ve bitkilerin vejetatif gelişmesinde ise artış tespit etmişlerdir. Kanada’da yapılan bir çalışmada 2 yıllık ürün rotasyonu ve biofumigasyon uygulamalarının çilekte *Verticillium* solgunluğu üzerine etkileri değerlendirilmiştir. Çalışmada biofumigasyon uygulaması için beyaz hardal ve kanola ekilmiş ve sonuç olarak, *Verticillium* spp.’nin %21 oranında azaldığı ve çilek bitkilerinin gelişmesinde ortalama %54 oranında artış olduğu tespit edilmiştir (Belair ve Coulombe, 2008). Bazı Brassica bitkilerinin ham ekstraktlarının biyolojik aktiviteleri *Verticillium dahliae* ve *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*’ye karşı tarla koşullarında değerlendirilmiştir. Bitkiler her iki patojen ile bulaşık toprağa karıştırılmıştır. Kuru ya da taze *Brassica juncea* materyali uygulanan alanda *V. dahliae* tamamen yok edilmiş, ancak kurutulmuş *B. carinata* ve *B. juncea* peletleriyle karıştırıldığında ise gelişmesi %47 oranında azalmıştır. Benzer olarak *B. juncea* da *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*’nin gelişmesini tamamen engellemiştir. *B. carinata* peletleriyle karıştırıldığında da patojenin çoğalma yapıları %3’den daha az oranda canlı kalmıştır (Debiase ve ark., 2008). Hıyar fidelerinde *Rhizoctonia solani* ve *Fusarium culmorum*’un neden olduğu çökerten hastalığına karşı yapılan bir çalışmada, karalahana, kırmızı baş lahana, at turpu ve püsküllü lahana yapraklarının hastalığı engellediği belirlenmiştir. Bu bitki türlerinden özellikle at turpu *R. solani*’nin gelişmesini %100 oranında engellemiştir (Szczygłowska ve ark., 2011).

Hayvansal Gübre ve Kompostlar

Hayvansal gübreler toprağın su tutma kapasitesinin artmasına, toprağın kolayca tava gelmesine, toprağın havalanmasına, topraktaki organik madde artışına, bitkilere makro ve mikro besin elementi sağlanmasına ve mikrobiyal hareketin hızlanmasına katkı sağlamaktadır (Çakmakçı, 2008). Toprak kökenli fungusların mücadelesinde kullanılan hayvansal gübreler arasında taze sığır gübresi, taze at gübresi, taze koyun gübresi, tavuk gübresi ve domuz gübresi bulunmaktadır (Riegel ve Noe, 2000).

Hayvansal gübrelerin toprakta ayrışması sonucu oluşan toksik bileşikler toprakta oluşturdukları mikrobiyal aktiviteyi arttırması ile toprak kökenli funguslar üzerinde etkileri olmaktadır (Riegel ve Noe, 2000). Patateste ürün kaybına neden olan patates uyuzu (*Streptomyces scabies*) ve *Verticillium* solgunluğu (*V. dahliae*) üzerinde yapılan çalışmalarda, domuz gübresi uygulanmış alanlarda söz konusu fungal etmenlerin inokulumlarının azaldığı rapor edilmiştir (Lazarovits ve ark., 2001). Fakat bazı hayvan gübrelerinin yüksek azot içeriğinden dolayı toprağa doğrudan uygulanması bitkilerde fitotoksositeye neden olabilmektedir. Bu nedenle bitkilerde oluşabilecek fitotoksositeyi azaltmak için sap, saman, yosun, bitki yaprakları, yabancı otlar gibi materyaller ile karıştırılıp, kompost haline getirildikten sonra toprağa uygulanması gerekmektedir (Soyergin, 2003). Birçok bitkide toprak kaynaklı hastalık etmenleri *Phytophthora* spp., *Rhizoctonia* spp., *Fusarium* spp. ve *Pythium* spp.’ler çürütücü organik gübrelerin kullanımıyla kontrol edilebilmektedir. Hıyarlarda *Pythium irregulare* ve *P. myiotylum*’un neden olduğu kök çürüklüğü hastalığı ve patateslerde *V. dahliae*’nin neden olduğu solgunluk hastalığı kompost kullanılarak kontrol edilebilmektedir.

Aynı zamanda bazı kompostların toprağa ilave edilmesi domates rizosferinde PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) etkinliğini arttırmakta ve *F. oxysporum*, *P. ultimum* ve *R. solani*’ye karşı antagonistik bir etki ortaya çıkarmaktadır (Çakmakçı, 2008).

Toprak kökenli patojenlerin mücadelesinde biofumigant materyal olarak kullanılan kompostlardan biri de vermikomposttur. Vermikompost, solucanların kullanıldığı organik atık ve/veya atıkları kompostlaştırma işlemi sonucunda elde edilen üründür. Vermikompostta kullanılan hayvansal atıklar tavuk, büyük baş, koyun, keçi, at ve tavşan atıklarıdır. Vermikompost ürünlerinin toprak kökenli bitki hastalıklarını baskılama kapasitesinin araştırıldığı bir çalışmada, vermikompostun *Rhizoctonia* spp., *Fusarium* spp., *Pythium* spp. ve *Verticillium* spp. gibi toprak kökenli patojenlerin sebep olduğu hastalıkları etkili bir şekilde kontrol edebildiği ortaya konmuştur (Erşahin, 2007).

Çevresel Biyokatı Atıklar

Çevresel atıkların ve atık suların arıtım işleminden sonraki çözünmeyen kalıntı kısmı olan ham maddelerin işlenip yararlı hale gelmesine biyokatı atık denilmektedir (Bilgin ve ark., 2002). Giderek yaygınlaşan atık su arıtma tesislerinden çıkan ve organik kökenli bir gübre olarak kullanılabilir biyokatı atıkların, toprağı ıslah eden, üretimi arttıran ve erozyonu da önleyebilen bir kaynak olduğu, son yıllarda yapılan çalışmalar ile ortaya konmuştur (Akyarlı ve Şahin, 2005). Çevresel biyokatı atıklar bünyelerinde dirençli organik bileşikleri ve bitki gelişimi için gerekli makro ve mikro besin elementlerini bulundurmaktadırlar. Azot ve fosfor içerikleri biyokatıların gübre değerini ortaya koymakta, organik madde değeri de bu maddenin toprak ıslah etme açısından ayrı bir önem taşıdığını göstermektedir. Bu maddeler kullanılarak toprak pH’sı ve sıcaklığı artmakta ve bitki patojeni fungusların gelişimi baskılanabilmektedir. Çevresel biyokatı atıklar içerisinde taze sebze ve meyve atıkları, budama atıkları, ağaç ve odun kabukları, arıtma çamurları, bahçe atıkları, yeşil atıklar, ev atıkları, yiyecek atıkları, arıtma çamurları, besin ve yem endüstrisi atıkları vb. bulunmaktadır (Lepueple ve ark., 2004). Yapılan çalışmalar toprak kökenli patojenlerin baskılanmasında çevresel atık veya gübrelerin karışımından elde edilen kompostların kullanılmasının daha uygun olduğunu göstermektedir (Termorshuizen ve ark., 2005).

Toprağa biyokatı atıkların ilavesi edilmesi ile pH seviyesi yükselmektedir. Bu şekilde alkalın özellikteki toprak koşulları toprak kökenli fungal patojenler için uygun olmayan ortam oluşturur. Toprak pH derecesinin yükselmesi, biyokatı atık içerisinde sönmüş kireç Ca(OH)_2 ’in bulunması ile ortaya çıkmaktadır. Toprağın pH derecesi kumlu topraklarda daha hızlı bir artış göstermektedir. Yapılan çalışmalar biyokatı atıkların toprak kökenli patojenler üzerinde etkili olabilmesi için mutlaka sönmüş kireç ile stabilizasyonun yapılması gerektiğini göstermiştir (Zasada, 2005). Christensen ve ark. (2001) buğdayda yemek fabrika atıklarından elde edilen kompostların *R. solani*’nin etkinliğinin azalmasına neden olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar biyokatı atıklardan hazırlanmış kompost uygulamasının 1 lahana kök uru hastalığı (*Plasmodiophora brassicae*) etmeninin etkinliğini azalttığını tespit etmişlerdir. Diab ve ark.

(2003), domates bitkisinde bahçe atıkları, yeşil gübre ve at gübresi ile hazırlanan kompostların, kök çürüklüğü hastalığına neden olan *Pyrenochaeta lycopersici*'nin baskılaması amacıyla yaptıkları çalışmada farklı kompost karışımlarının topraktaki mikrobiyal etkinliğin artırılması ile hastalığın önemli derecede azaltıldığını belirlemişlerdir.

Sonuç

Toprak kökenli bitki patojeni funguslara karşı kullanılan sentetik kimyasalların insan ve çevre sağlığı üzerindeki zararlı etkilerinden dolayı, son yıllarda alternatif mücadele yöntemlerinin araştırılmasına yönelik çalışmalar hız kazanmıştır. Bu yöntemler arasında, toprak kökenli fungusların mücadelesinde çevreye dost, alternatif ve bütüncü yöntemlerden biri olarak "biofumigasyon" önem kazanmaktadır. Özellikle organik tarım uygulamalarında fumigasyon yöntemlerinin yerini biofumigasyon çalışmaları almaktadır (Piedrabuena ve ark., 2006). Biofumigasyon üzerinde yapılan çalışmaların sonuçlarına bakıldığında, bitki patojeni toprak kökenli fungusların mücadelesinde önemli bir potansiyele sahip olduğu görülmektedir. Bu yöntem diğer mücadele yöntemleri ile kombine bir şekilde uygulandığı zaman, kimyasal kullanımına alternatif olabilecek potansiyelde olup, üzerinde yoğun olarak çalışılmasına ihtiyaç vardır.

Kaynaklar

Abawi GS, Widmer TL. 2000. Impact of soil health management practices on soilborne pathogens, nematodes and root diseases of vegetable crops. *Applied Soil Ecology*, 15: 37-47.

Akyarlı A, Şahin H. 2005. Arıtma çamurlarının bertarafında kireç kullanımı. *Ulusal Arıtma Çamurları Sempozyumu*, 23-25 Mart 2005, İzmir.

Bilgin N, Eyüpoğlu H, Üstün H. 2002. Biyokatıların (Arıtma Çamurlarının) Arazide Kullanımı. *Köy Hizmetleri Ankara Araştırma Enstitüsü*, 75 s, Ankara.

Boyacı HF. 2007. Patlıcanlarda *Fusarium* solgunluğuna dayanıklılık kaynakları ve dayanıklılığın kalıtımı, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Christensen KK, Kron E, Carlsbaek M. 2001. Development of a Nordic system for evaluating the sanitary quality of compost. *TemaNord 2001:550*. Nordic council of ministers, 125 pp.

Çakmakçı R. 2008. Organik Tarım. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No: 236-355 s. Erzurum.

Deadman M, Al Hasani H, Al Sa'di A. 2006. Solarization and biofumigation reduce *Pythium aphanidermatum* induced damping-off and enhance vegetative growth of greenhouse Cucumber in Oman. *Journal of Plant Pathology*, 88 (3): 335-337.

Debiase G, Rotolo C, Miazzi M. 2008. "Biofumigant activity of Brassicaceae against soil-borne fungi," in Proceedings of the 3rd International Biofumigation Symposium, p. 59, CISRO Discovery Centre, Canberra, Australia, 21-23 July 2008.

Diab HG, Hu S, Benson DM. 2003. Suppression of *Rhizoctonia solani* on impatiens by enhanced microbial activity in composted swine waste-amended potting mixes. *Phytopathology*, 93: 1115-1123.

Erşahin ŞY. 2007. Vermikompost ürünlerinin eldesi ve tarımsal üretimde kullanım alternatifleri. *GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24 (2): 99-107.

Fan CM, Xiong GR, Qi P, Ji G H, He YQ. 2008. Potential biofumigation effects of *Brassica oleracea* var. *caulorapa* on growth of fungi. *Phytopathology*, 156: 321-325.

Karavina C, Mandumbu R. 2012. Biofumigation for crop protection: potential for adoption in Zimbabwe. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 14 (3): 1996-2005.

Lazarovits G, Tenuta M, Conn KL. 2001. Organic amendments as a disease control strategy for soilborne diseases of high-value agricultural crops. *Australasian Plant Pathology*, 30(2): 111-117.

Matthiessen J, Kirkegaard D. 2006. Biofumigation and enhanced biodegradation: Opportunity and challenge in soilborne pest and disease management. *Critical Reviews Plant Sciences*, 25: 235-265.

Mennan S, Katı T. 2010. Bitki paraziti nematodlar ile mücadelede biofumigasyon. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 25 (2): 120-134.

Piedrabuena A, Garcia-Alvarez A, Diez-Rojo M, Bello A. 2006. Use of crop residues for the control of *Meloidogyne incognita* under laboratory conditions. *Pest Management Science*, 62: 919-926.

Riegel C, Fernandez FA, Noe JP. 1996. *Meloidogyne incognita* infested soil amended with chicken litter. *Journal of Nematology*, 28(3): 369-378.

Soyergin E. 2003. Organik Tarımda Toprak Verimliliğinin Korunması, Gübreler ve Organik Toprak İyileştiricileri. *Organik Tarımın Yaygınlaştırılması ve Kontrolü Projesi*: 12-15 s. Yalova.

Szczygłowska M, Piekarska A, Konieczka P, Namiesnik J. 2011. Use of brassica plants in the phytoremediation and biofumigation processes. *International Journal of Molecular Sciences*, 12: 7760-7771.

Termorshuizen AJ, van Rijn E, Blok WJ. 2005. Phytosanitary risk assessment of composts. *Source: Compost Science & Utilization*, 13: 108-115.

Wang KH, Sipes BS, Schmitt DP. 2002. *Crotalaria* as a cover crop for nematode management: A review. *Nematropica*, 32: 35-57.

Yücel S, Özarslandan A. 2014. Toprak kökenli patojenler ve nematodlar, Toprak dezenfeksiyonu için uygulamaların tanıtımı, uygulama şekilleri. *Medyanorm*:1-14 s. Adana.

Zasada IA. 2005. Factors affecting the suppression of *Heterodera glycines* by N-Viro Soil. *Journal of Nematology*, 37(2): 20-225.