

Türkiye Patates Üretiminde Önemli Bir Tehdit: Kolombiya Kök-Ur Nematodu [*Meloidogyne chitwoodi* Golden, O'Bannon, Santos & Finley, 1980 (Nemata: Tylenchida)]

*Emre EVLİCE¹

Şerife BAYRAM²

¹Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yenimahalle, Ankara

²Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Dışkapı, Ankara

*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author; e- mail): emre_evlice@zmmae.gov.tr

Geliş Tarihi (Received): 28.04.2016

Kabul Tarihi (Accepted): 24.05.2016

Öz

Nematodlar tarımsal üretimde bitkilerde zarar yapan etmenlerin başında gelmekte ve, verimde çok ciddi azalmalara neden olmaktadır. Geçmişte kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) önem derecesi açısından kist nematodlarından (*Globodera* spp., *Heterodera* spp.) sonra ikinci sırada yer almalarına karşın kullanılan nematisitlerin azaltılması ve birçok yeni türün tespit edilmesiyle *Meloidogyne* cinsi giderek daha önemli hale gelmiştir. *M. chitwoodi*, Türkiye ve EPPO karantina listesinde olup, tohumluk patateslerin taşınması ve dikimi açısından etmeni kontrol altına almak için özel düzenlemeler bulunmaktadır. *M. chitwoodi* ülkemizde ilk olarak Niğde ili patates ekiliş alanlarından elde edilen yumrularda tespit edilmiştir. Daha sonraları Nevşehir, Konya, Kayseri, Aksaray, Bitlis, İzmir, Manisa, Kütahya, Balıkesir ve Isparta illerinde tespit edilmiştir. Bu çalışmada *M. chitwoodi*'nin yaygınlığı, ırkları, biyolojisi, konukçuları, zarar şekli ve mücadelesi açısından dünyadaki ve Türkiye'deki durumu değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Meloidogyne chitwoodi*, kök-ur nematodu, patates, nematod

The Important Threat in Potato Production in Turkey: The Columbia Root-Knot Nematode [*Meloidogyne chitwoodi* Golden, O'Bannon, Santos & Finley, 1980 (Nemata: Tylenchida)]

Abstract

Nematodes are one of important pest in agricultural production and cause serious yield losses. In the past, Root knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) was in the second rank after cyst nematodes (*Globodera* spp., *Heterodera* spp.), but now, they become important because of the identification of new species and ban of some nematicides. *M. chitwoodi* is one of the quarantine organisms in EPPO and Turkey, and special regulations exist for planting and transporting seed potatoes in order to control this organism. *M. chitwoodi*, was firstly identified from infected potato tubers collected from Niğde and then it was determined in Nevşehir, Konya, Kayseri, Aksaray, Bitlis, İzmir, Manisa, Kütahya, Balıkesir ve Isparta provinces of Turkey. In this study, prevalence, races, biology, hosts, damages and management of *M. chitwoodi* and in Turkey and the world were evaluated.

Keywords: *Meloidogyne chitwoodi*, root-knot nematode, potato, nematode

Giriş

Yumrulu bir bitki olan patates (*Solanum tuberosum*), çeşitlilik ve sayı açısından en büyük familyalardan biri olan ve 3000'in üzerinde türü içeren Solanaceae familyası içinde yer almaktadır (Knapp et al. 2004). Dünya genelinde 165 ülkede yetiştirilen patates, 364.8 milyon tonluk üretimiyle dünyada sırasıyla mısır, çeltik ve buğdaydan sonra en çok yetiştirilen

dördüncü bitki durumundadır (Anonim 2012a). Patates üretimi açısından çok uygun koşullara sahip olan Türkiye'nin hemen her bölgesinde patates üretilmektedir (Çalışkan ve ark. 2010).

Son yıllarda gerek devlet gerekse özel sektörün patates sektörüne yaptığı yatırımlar sayesinde üretim, endüstriyel altyapı, pazarlama

ve tüketim açısından önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Bu gelişmelerin sonucu olarak tohumluk patates açısından yurt dışına bağımlı olan ülkemizde "Sultan Ecem" isimli ilk yerli patates çeşidi 2015 yılında tescil edilmiş, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığına bağlı araştırma enstitülerinin ve özel sektörün geliştirdiği birçok yeni çeşit ise tescil aşamasına gelmiştir. Ancak, patates üretiminde Dünya'da 12. sırada yer alan ülkemizin (Anonim 2012b) tohumluk ihtiyacının yurtdışından karşılaması, Patates kist nematodları (*Globodera rostochiensis* ve *G. pallida*), Kolombiya kök-ur nematodu (*Meloidogyne chitwoodi*) gibi önemli karantina etmenlerinin ülkemize girişine neden olduğu düşünülmektedir. Patates kist nematodlarının ülkemizdeki ilk tespiti Bolu ili Dörtdivan ilçesinde ithal patates tohumluğu ekilen bir tarladan alınan örneklerden yapılmıştır (Enneli ve Öztürk 1996).

Toprak altı zararlısı olmaları ve mikroskopik canlılar olmaları nedeniyle genellikle çiftçiler, agronomistler ve tarım danışmanları tarafından nematodlardan kaynaklanan zararlar hafife alınmaktadır. Bununla beraber bitki paraziti nematodlar tarımsal üretimde zarar yapan etmenlerin başında gelmektedir. Nematodların meydana getirdiği zararın gerçek büyüklüğünün değerlendirilmesi zor olmakla beraber verimde çok ciddi azalmalara neden olmaktadır. Yapılan uluslararası çalışmalara dayanarak nematodlardan kaynaklanan yıllık verim kaybının %12.3 olduğu bu kaybın bazı bitkilerde %20'lere ulaştığı tespit edilmiştir (Sasser and Freckman 1987). İspanyada 120 tarım danışmanıya yapılan anket çalışması sonucunda ise tarım alanlarının %2'sinin kök-ur nematodlarıyla bulaşık olduğu ve sadece kök-ur nematodlarından kaynaklanan verim kaybının %30 olduğu bildirilmiştir (Talevera et al. 2012). Dünyada, her yıl bitki paraziti nematodlardan kaynaklanan 60 milyar euroluk ürün kaybı meydana geldiği belirlenmiştir (Perry and Moens 2006).

Son yıllarda patates üretimi, geleneksel üretimin yapıldığı soğuk iklimlerden nematodların da dahil olduğu birçok zararlı ve hastalık için uygun koşulları içeren nispeten daha sıcak ve nemli alanlara doğru genişlemiştir (Scurrah et al. 2005). Patates kist nematodları ve kök-ur nematodları başta olmak üzere bitki paraziti nematodlar dünyada patatesin en önemli zararlıları arasında yer almaktadır. Karantina listelerinde en çok yer alan ikinci etmen olan *G. rostochiensis* 2000 yılı

itibarıyla 106 ülkenin karantina listesinde yer almaktadır (Lehman 2002). Birçok ülke bulaşık partilerin ticarete neden olduğu sorunlar ve tarımsal üretim üzerine olan olumsuz etkisi nedeniyle etmenin daha fazla yayılmasını engellemek için *M. chitwoodi*'yi karantina listesine eklemiştir (Elling 2013).

Bu çalışmada ülkemizde ilk tespitinin yapıldığı 2009 yılından bu yana yaygınlığı 4 bölgede 11 ile ulaşan *M. chitwoodi*'nin yaygınlığı, ırkları, biyolojisi, konukçuları, zarar şekli ve mücadelesi açısından dünyadaki ve ülkemizdeki durumu ortaya konularak alınabilecek olası tedbirler değerlendirilmeye çalışılmıştır.

Kök-ur Nematodlarına Genel Bakış

Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) neredeyse kültür bitkilerinin tamamında zarar yapan, tüm dünyada yaygın, son derece önemli obligat bitki patojenleridir. Ayrıca bitkilerde meydana getirdikleri ekonomik zarar seviyesi açısından bitki paraziti nematodlar içerisinde ilk sırada yer almaktadırlar (Karssen and Moens 2006, Jones et al. 2013). Geçmiş yıllarda kök-ur nematodları önem derecesi açısından kist nematodlarından (*Globodera* ve *Heterodera* spp.) sonra ikinci sırada yer alırken kullanılan kimyasal nematisitlerin azaltılması ve birçok yeni kök ur nematodu türünün tespit edilmesiyle giderek daha önemli duruma gelmiştir (Wesemael et al. 2011). Dünya'da 2009 yılına kadar *Meloidogyne* cinsine ait 98 tür tespit edilmiştir (Jones et al. 2013). Bu türlerden 23 tanesi Avrupa'da da tespit edilmiş olup 14 tür ilk kez Avrupa'da tanımlanmıştır (Wesemael et al. 2011). Türkiye'de bugüne kadar yapılan çalışmalarda farklı bölgelerde ve farklı kültür bitkilerinde *M. arenaria*, *M. artiellia*, *M. chitwoodi*, *M. ethiopica*, *M. exigua*, *M. hapla*, *M. incognita*, *M. javanica*, *M. thamesi* olmak üzere toplam 9 tür tespit edilmiştir (Yüksel 1966, Yüksel 1967, Elekçioğlu 1992, Kepenekci ve ark. 2002, Özarıslan ve ark. 2009, Aydın ve ark. 2013, İmren ve ark. 2014).

Dünyada saptanan kök-ur nematodları içerisinde *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria*, *M. chitwoodi*, *M. fallax* ve *M. hapla* türleri en yaygın türler olup bu cinsin %95'den fazlasını oluşturmaktadır (Adam et al. 2007). *Meloidogyne arenaria*, *M. incognita* ve *M. javanica* sıcak iklimlerde en yaygın türler durumundadır. Soğuk iklimlerde ise, *M. hapla* ve *M. naasi* açık alanda yetiştirilen ürünlerde önemli türler durumundayken, 1990'lardan bu

yana *M. chitwoodi* ve *M. fallax* özellikle patates ve sebze üretiminde yaygın hale gelmiştir (Wesemael et al. 2011). Bu türlerin yanı sıra 2004 yılında tanımlanan *M. minör*, 2010 yılında EPPO tarafından karantina listesine eklenen *M. enterolobii* ve sırasıyla 2011 ve 2014 yıllarında EPPO alert liste eklenen *M. ethiopica* ve *M. mali* son derece önemli türlerdir (Karsen et al. 2004, Anonim 2016a, 2016b). Kök-ur nematodlarının konukçu dağılımlarının çok geniş olması mücadelelerini zorlaştırmaktadır. *Meloidogyne* cinsinde yer alan türler yaklaşık olarak 5500 farklı bitki türünde zarar oluşturmaktadırlar (Trudgill and Blok 2001). Ülkemiz açısından kök-ur nematodu problemi iklimsel farklılıklar nedeniyle Avrupa'ya kıyasla çok daha önemlidir. Ülkemizdeki farklı iklimsel şartlar ve geniş konukçu dağılımı nedeniyle farklı türler yerleşme ve zarar yapma şansı elde etmektedir. Örneğin *M. chitwoodi* Avrupa'da patatesin dış yüzeyinde genellikle belirti oluşturmazken, ülkemizde genellikle patates yumruları üzerinde çok yoğun şekilde siğil benzeri belirtiler oluşturmaktadır. Bu durum iklimsel farklılıktan ve/veya Türkiye'de nematisit kullanımı dışında herhangi bir mücadele programının olmamasından kaynaklanıyor olabilir. Etili kısmındaki bu nekrotik lekelerin yumrunun %5'ini kaplaması durumunda dahi yumrular ticari olarak kabul edilmemektedir (Anonim 2014).

***Meloidogyne chitwoodi*'nin Orijini ve Yaygınlığı**

Ülkemizde, yumruların üzerinde oluşturduğu belirtilerden dolayı üreticiler arasında "uyuz" olarak isimlendirilen *M. chitwoodi* ilk olarak 1980 yılında Amerika'nın Kuzeybatı Pasifik bölgesinde tespit edilmiştir (Santo et al. 1980). *Meloidogyne chitwoodi*'ye ait ilk kaydın Amerika'da olmasına karşın etmenin orjini ve geçmişiyle ilgili elimizde kesin bilgiler bulunmamaktadır. Amerika'nın Kuzeybatı Pasifik bölgesinde 1974 yılında patatesteki kök-ur nematodlarından kaynaklı zarar tespit edilmiş ve yapılan ilk teşhislerde bu zararın *M. hapla* türünden kaynaklandığı bildirilmiştir. Daha sonra 1977 yılında yapılan yeni çalışmalar sonucu bunun farklı bir *Meloidogyne* türü olduğu anlaşılmış ve Golden et al. (1980) tarafından bu türün Kolombiya kök-ur nematodu olarak da bilinen *M. chitwoodi* olduğu bildirilmiştir. *Meloidogyne chitwoodi* zararının Hollanda'da 1980'li yıllarda görülmeye başlanmasına karşın 1930'lu yıllardan saklanan ve daha önce *M. arenaria* olarak teşhis edilen

enfekteli patates yumrularından yapılan yeni teşhisler sonucu bu yumruların *M. chitwoodi* ile bulaşık olduğu tespit edilmiştir (Brinkman et al. 1994). Benzer şekilde Waeyenberge and Moens (2001) tarafından Belçika'da yapılan çalışma sonucunda toplanan *M. chitwoodi* popülasyonları arasında yüksek oranda genetik farklılık tespit edilmiş ve türün uzun süredir Belçika'da olduğu bildirilmiştir. Bu sonuçlara dayanılarak *M. chitwoodi*'nin Amerika'da tespitinden çok daha öncesinden Avrupa'da olduğu söylenebilir. Bununla beraber *M. chitwoodi*'nin Amerikan orjinli olduğu ve etmenin Avrupa'ya buradan gelerek yerleştiği bildirilmiştir (Schmitz et al. 1998). Çalışmada bu girişlerin uzun zaman aralıklarında en az iki sefer olduğu belirtilmiştir. Bu teori Belçika'da yapılan *M. chitwoodi* ve *M. fallax*'ın sürveyi ve elde edilen popülasyonlar arasındaki genetik farklılıkların belirlendiği çalışmayla da desteklenmiştir (Waeyenberge and Moens 2001). Ülkemizin tohumluk patates yönünden başta Hollanda olmak üzere yurtdışına bağımlı olduğu göz önüne alınacak olur ise benzer bir durumun ülkemizde de söz konusu olması muhtemeldir. Niğde patates üretim alanlarından toplanan *M. chitwoodi* popülasyonları arasında büyük oranda genetik farklılık tespit edilmiş ve bölgeye farklı yerlerden patates girişinin olmuş olabileceği bildirilmiştir (Devran et al. 2009).

Meloidogyne chitwoodi bugüne kadar Hollanda, Belçika, Fransa, Almanya, Portekiz, Güney Afrika, Amerika, Meksika, Arjantin ve Türkiye'de saptanarak 4 kıtaya yayılmış durumdadır (Van der Gaag et al. 2011). Ülkemizde ilk olarak Özarslandan ve ark. (2009) tarafından Niğde ili patates ekiliş alanlarında tespit edilmiştir. Bu tespitin devamında yapılan çalışmalarda etmen Nevşehir, Konya, Kayseri, Aksaray, Bitlis, İzmir, Manisa, Kütahya, Balıkesir ve Isparta illeri patates ekiliş alanlarında belirlenmiştir (Devran et al., 2009, Yıldız ve ark. 2011, Ulutaş 2010, Özarslandan ve ark. 2011, Evlice ve Bayram 2012a).

Irk Durumu

Meloidogyne chitwoodi'nin zayıf konukçusu olarak bilinen ve patatesin rotasyon bitkisi olarak Amerika'da yaygın olarak yetiştirilen yonca bitkisinde *M. chitwoodi* zararı tespit edilmesini takiben *M. chitwoodi*'nin ırk ve patotiplerinin varlığına ve konukçularına yönelik pek çok çalışma yapılmıştır (Pinkerton et al. 1987, Santo et al. 1988, Mojtahedi et al. 1988a, Mojtahedi et al. 1988b, Mojtahedi et al. 1989,

Humphreys-Pereira and Elling 2013). *Meloidogyne chitwoodi*'nin konukçu reaksiyon testi kullanılarak tespit edilmiş 2 ırkı ve 2 patotipi olup, bunlar morfolojik ve moleküler olarak birbirinden ayırt edilememektedir. Irkların ayrımı popülasyonların havuç ve yonca bitkilerindeki üreme durumuna göre yapılmaktadır. Irk-1'in Red Cored Chantenay çeşidi havuçta çoğalırken Thor çeşidi yoncada zayıf çoğaldığı, ırk-2'nin ise yoncada çoğalırken havuçta çoğalamadığı ve iki ırk arasındaki temel ayrımın bu şekilde yapılabileceği bildirilmiştir (Mojtahedi et al. 1988a). Her iki ırk açısından da dayanıklı olan *S. bulbocastanum*'da dayanıklılığı kıvrak çoğalabilen ırk-1'in patotip-1'i ve ırk-2'nin patotip-1'i tespit edilmiş olup bu patotipler etmenin *S. bulbocastanum* üzerindeki üreme durumuna göre belirlenmektedir (Mojtahedi et al. 1998, Mojtahedi et al. 2007).

Bugüne kadar farklı *M. chitwoodi* ırkları ve patotipleri Amerika'da tespit edilmiştir (Santo and Pinkerton 1985, Mojtahedi et al. 1994, Mojtahedi et al. 1998, Mojtahedi et al. 2007). Yapılan çalışmalarda *M. chitwoodi*'nin Amerikan izolatlarının çok geniş genetik varyasyon gösterdiği belirlenmiştir (Van der Beek and Poleij 2008, Humphreys-Pereira and Elling 2013). Avrupa'da ise sadece *M. chitwoodi* ırk-1 tespit edilmiş olup yapılan çalışmalarda farklı ırk ve patotiplerin varlığına dair bir sonuç elde edilememiştir (Van Der Beek et al. 1999; Waeyenberge and Moens 2001, Van der Beek and Poleij 2008). Ülkemizde ise Niğde ve Nevşehir illerinden 4 popülasyonla yürütülen çalışma sonucunda ise 3 popülasyon ırk-1 olarak tespit edilirken 1 popülasyonun ırk-2 olarak tespit edilmiştir (Kaçar ve Elekçioğlu 2014). Niğde, Nevşehir ve Aksaray illerinden elde edilen toplam 58 *M. chitwoodi* popülasyonun değerlendirmeye alındığı çalışma sonucunda ise Türkiye'de sadece *M. chitwoodi* ırk-1'in varlığı tespit edildiği, *M. chitwoodi* ırk-2 ve patotiplerinin varlığına yönelik herhangi bir sonuç elde edilmediği bildirilmiştir (Evlice ve Bayram 2012b).

Biyolojisi

Meloidogyne chitwoodi çoğunlukla partenogenetik olarak üremekle beraber seksüel üremeye de görülmektedir (Van der Beek and Karssen 1997). Bir dişi verdiği dölle, konukçu bitkiye ve çevresel şartlara bağlı olarak 1000 yumurtaya kadar bırakabilmektedir (Charchar 1987, Santo 1994, Wesemael et al. 2006). Bu yumurtalar dişi tarafından oluşturulan

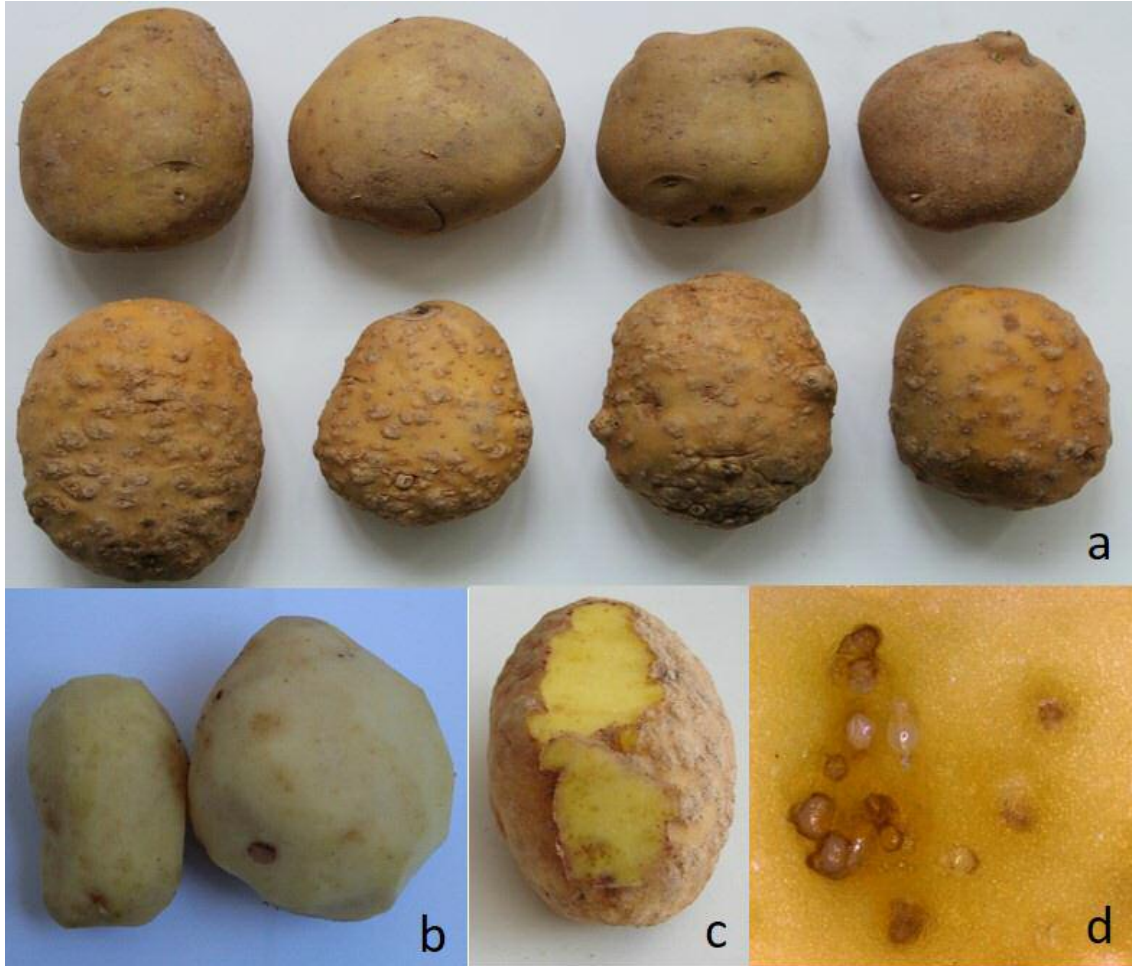
jelatinimsi yapı içine depolanmaktadır. Yumurta paketleri ilk başta yumuşak, yapışkan ve şeffaf iken ilerleyen zaman içinde koyu kahverengi renk almaktadır (Golden et al. 1980, Moens et al. 2009, Wesemael et al. 2006). Yumurta paketleri çoğunlukla yumrunun kabuk altı yüzeyinde bulunmaktadır. İkinci dönem larva infektif olan dönemdir ve etmen yumurta içinde birinci larva döneminden ikinci larva dönemine geçiş yapmaktadır. Yumurtadan ikinci dönem larva olarak çıkan etmen kök bölgesinden konukçusuna giriş yapar ve iki larva dönemi daha geçirerek ergin hale gelir. Ergin dişiler armut şeklini alarak kök bölgesinde beslenmeye devam ederek yumurta oluşturmaya başlarlar, erkek bireyler ise iplik şeklinde kalırlar ve kökten çıkarak toprağa geçiş yaparlar. Kışı yumurta veya larva olarak geçiren ve hava sıcaklığının 0°C'nin altında olduğu dönemlerde canlılığını koruyabilen *M. chitwoodi*, gelişimine ise toprak sıcaklığı 5°C'nin üzerinde olduğunda başlamaktadır (Pinkerton et al. 1991). İkinci dönem larvaların 5-10°C'de nemli toprakta en az 300 gün 10-25°C'de ise 61 gün canlılıklarını korudukları ve infektivite özelliklerinin sıcaklığın artmasıyla azaldığı saptanmıştır (Kok and De Heij 2004'e affen Van der Gaag et al. 2011). Wesemael et al. (2012) tarafından laboratuvar şartlarında yapılan bir çalışmada *M. chitwoodi*'nin konukçu bitki bulunmadan 4, 10 ve 20°C derecelerdeki canlı kalma süreleri ve infektivite kabiliyetleri değerlendirilmiştir. Buna göre 4 ve 10°C'de ilk 10 hafta sonunda nematodun %60'ından fazlasının hala hareketli olduğu belirlenmiştir. Ondört haftanın sonunda ise 4 ve 10°C'deki *M. chitwoodi* larvalarının sırasıyla %54 ve 23'ünün hala aktif olduğu 20°C'de ise 14 hafta sonra bütün larvaların öldüğü belirlenmiştir. Yapılan bir başka çalışmada ise *M. chitwoodi* patates hasatından bir yıl sonra aynı tarlada hala canlılığını koruduğu belirlenmiştir. Hassas bir konukçunun yetiştirildiği üretim sezonunu takiben kış dönemindeki doğal nematod ölümü sonucunda dahi popülasyonun %20'sinin, popülasyon yoğunluğu 5000 J2/100 ml topraktan 1000 J2/100 ml toprağa inmiş, canlılığını koruduğu tespit edilmiştir (Van der Gaag et al. 2011).

Başta konukçu bitki ve sıcaklık olmak üzere çevresel şartlara bağlı olarak *M. chitwoodi*'nin yılda verdiği döl sayısı değişmektedir. *Meloidogyne chitwoodi*, ilk jenerasyonunu tamamlamak için 600-800 gün dereceye sonraki jenerasyonunları tamamlamak için ise 500-600 gün dereceye ihtiyaç duymaktadır

(Pinkerton et al. 1991). Ancak doğada konukçu bitki bulunsa dahi yılda 10-12 döl vermesi beklenmemelidir. Belçika, Hollanda ve A.B.D.'de yapılan çalışmalarda yılda 4 döl kadar verdiği tespit edilmiş olup yılda 4 dölden fazla verdiğiyle ilgili bir kayıt bulunmamaktadır (Pinkerton et al. 1991, Van der Gaag et al. 2011). Ancak ülkemizin iklimsel durumu göz önüne alındığında Hollanda ve Belçika gibi ülkelere nazaran çok daha sıcak iklime sahip olduğu aşıkardır. *Meloidogyne chitwoodi*'nin patates yumruları üzerinde meydana getirdiği belirtiler açısından Hollanda ve Belçika gibi ülkelerdeki zararlar ülkemizdeki (Niğde, Nevşehir) durumu karşılaştırdığımızda Hollanda ve Belçika'da bu zararın yok denecek kadar az olduğunu söyleyebiliriz. Bu durumun büyük olasılıkla zararın yoğunluğundan ve dolayısıyla üreme gücünden kaynaklandığı söylenebilir. Benzer şekilde Akdeniz ve Ege Bölgelerindeki örtüaltı alanlarda da yılda 4 dölden fazla vermesi olasıdır.

Konukçuları

Meloidogyne chitwoodi, kültür bitkileri ve yabancı ot türlerini içeren geniş bir konukçu dağılımına sahip olup birçok familyadan çok farklı bitki türünde zarar yapabilmektedir (Santo et al. 1980, O'Bannon et al. 1982, Ferris et al. 1993, Brinkman et al. 1996, Den Nijs et al. 2004, Kutwayo and Been 2006). Patates, havuç ve domates ana konukçusu durumunda iken arpa, mısır, yulaf, şekerpancarı, buğday ve Poaceae familyasına ait çeşitli bitkiler de konukçuları arasındadır (Anonim 2014). Brassicaceae, Cucurbitaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Liliaceae, Umbelliferae ve Vitaceae familyasına ait birçok bitki *M. chitwoodi*'nin zayıf ile orta derece arası konukçusu durumundadırlar (Anonim 2014). Biber ve tütün *M. chitwoodi*'nin konukçusu değildir. Ayrıca bazı bitkilerin konukçuluk durumları ırklarına göre farklılık göstermektedir. Yonca bitkisi *M. chitwoodi* ırk 2 için iyi bir konukçu iken ırk 1 için konukçu durumunda değildir. Benzer şekilde,



Şekil 1. *Meloidogyne chitwoodi*'nin patates yumrusunda meydana getirdiği zarar (a,b,c); dişi bireyler ve yumurta paketleri (d) (E. Evlice, 2012)

Figure 1. Damages on potato tuber caused by *Meloidogyne chitwoodi* (a,b,c), females and egg mass (d) (E. Evlice, 2012)

havuç bitkisi ırk 1 için iyi bir konukçu iken ırk 2 için konukçu durumunda değildir (Mojtahedi et al. 1988a). *M. chitwoodi* çok geniş konukçu dağılımına sahip olup henüz tespit edilemeyen konukçularının olma ihtimali de söz konusudur. *M. chitwoodi*'nin konukçu olmadığı şeklinde sınıflandırılan bitkiler için de bu kanı kesinlikle doğrudur denilememektedir. Çünkü konukçu olmayanlarla zayıf konukçuları ayırmada sorunlarla karşılaşılabilir. Bu nedenle hangi genotip veya çeşitlerin *M. chitwoodi*'nin konukçusu olduğunu kesin olarak söylemek mümkün değildir. Bu duruma en iyi örnek fasulyedir. Brinkman et al. (1996) fasulye çeşitlerinin *M. chitwoodi* ve *M. fallax* için iyi konukçu olduğunu bildirmiştir. Bununla beraber Hollanda'da bitki ıslahçıları tarafından yapılan çok daha geniş çaplı çalışma sonucunda ise birçok fasulye çeşidinin *M. chitwoodi*'nin konukçusu olmadığı belirlenmiştir (den Nijs et al. 2004'e atfen yayınlanmamış veri).

Ülkemiz açısından değerlendirdiğimizde ise *M. chitwoodi*'nin konukçuları hemen hemen tüm tarım alanlarında bulunmaktadır. *Meloidogyne chitwoodi*'nin ana konukçularından olan patates ve domates en önemli tarımsal ürünlerimiz arasında olup, etmenin buğday ve arpa gibi bitkilerde de zarar yapması ülkemiz açısından önemini bir kat daha artırmaktadır.

Zarar Şekli

Meydana getirdiği kalite zararı özellikle patates ve havuçta sorun oluşturmaktadır. İlk dölünü patates köklerinde gerçekleştiren etmen daha sonraki dölllerinde yumruyu enfekte ederek burada tamamlamaktadır. Bulaşık yumrulara etmenin neredeyse tamamı (%96) vasküler halkaya da karşılık gelen yumrunun en dıştaki 5.25 mm kısmında yer almaktadır (Viaene et al. 2007). Bu nedenle patates bitkisinde erken dönemde yumurta paketleri görülebilmekle beraber köklerde gal oluşumu oluşmamakta veya çok az oluşmaktadır. Nematod beslenmesi ve gelişmesi sonucu yumru kabuğu soyulduğunda altında görülebilen dişilerin neden olduğu nokta şeklinde kahverengi lekeler ve yumru yüzeyinde galler gibi kalite sorunlarına neden olmaktadır (Şekil 1).

Yumrunun kabuk yüzeyinde ve altında oluşan zarar pazarda, kabuğun altında oluşan zarar ise işlendiği alanlarda yumruların kabul edilmemesine sebebiyet vermektedir (Ingham et al. 2007). Yumrunun etli kısmındaki nekrotik lekelerin %5 kadar az olduğu durumlarda bile yumrular ticari olarak kabul edilmemektedir.

Patates yumrusundaki kalite zararından kaynaklanan kaybın %10-30 arasında olabileceği gibi uygun şartlar altında %70-97'e kadar çıkabileceği belirtilmiştir (Hafez and Sundararaj 2006, Boydston et al. 2007, Mojtahedi et al. 1993). Santo et al. (1981) tarafından Amerika'da yapılan çalışmada, patatesteki kalite zararının başladığı ekonomik zarar eşiğinin 1 J2/250 ml toprak olduğu bildirilmiştir. Hollanda'daki ekonomik zarar eşiğinin ise 10 J2/100 ml toprak olduğu, bu eşiğin üzerindeki alanlarda yetiştirilen patateslerin pazar değerini kaybettiği bildirilmiştir (Norshie et al. 2011). Buna karşın etmenin çok hızlı çoğalabilmesi nedeniyle oluşturduğu zarar açısından, çevresel şartlar nematodun başlangıç popülasyonuna nazaran çok daha önemlidir. Etmenin bulunduğu alanlarda zararın düzeyi üzerinde sıcaklık, yetiştirilen bitki çeşidi (hassas, tolerant, dayanıklı), üretim süresi ve dönemi, toprak yapısı ile yağış ve sulanma durumu etki yapmaktadır. Etmenin yayılımı ve zararı kumlu toprak yapısına sahip alanlarda ve gün derecenin (>5°C) 1500'ü aştığı alanlarda görülmektedir (Griffin 1985, Pinkerton et al. 1991).

Kullanılan çeşitlere bağlı olarak *M. chitwoodi*'nin patates yumruları üzerinde meydana getirdiği zararın kullanılan çeşitlere bağlı olarak değiştiği yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. Van Riel (1993) 20 farklı patates çeşidini karşılaştırdığı çalışma sonunda yumru üzerindeki belirtilerin %3-21 arasında değiştiğini, Hansa and Bintje çeşitlerinin en hassas çeşitler olduğunu bildirmiştir. Suffert and Giltrap (2012) tarafından bazı patates çeşitlerinin yumrularında diğer çeşitlere oranla çok daha az *M. chitwoodi* zararının olduğu belirtilmiş, örneğin Agria çeşidinin Hansa çeşidine nazaran çok daha tolerant olduğu bildirilmiştir. Van Riel (1994) tarafından 20 farklı çeşit kullanılarak yapılan tarla denemesinde, çeşitlere bağlı olarak yumru üzerindeki belirtilerin %3.4-34.1 arasında değiştiğini ayrıca topraktaki maksimum popülasyon yoğunluğunun erkenci ve geççi çeşitlerde sırasıyla 2778 ve 4167 J2/100 cm³ toprak olarak tespit edilmiştir. Hollanda ve Belçika'da sanayilik patates üretiminde genellikle hassas olmayan çeşitlerin tercih edilmesi ve firmalar tarafından belirti gösteren yumrularında kabul edilmesi nedeniyle ekonomik kaybın fazla olmadığı bildirilmiştir (Van der Gaag et al. 2011).

Meloidogyne chitwoodi'nin neden olduğu kalite zararının yanı sıra toplam yumru verimi de azalmaktadır (Anonim 2014). Santo and

O'Bannon (1981) *M. chitwoodi* ve *M. hapla*'nın patatestede kök ağırlığını ve yumru verimini azalttığını bildirmişlerdir. Yapılan sera ve açık alan çalışmalarında *M. chitwoodi*'nin patatestede yumru verimini azalttığı ve verim kaybının %25'e kadar çıkabildiği bildirilmiştir (Hafez and Sundararaj 2002, 2003, 2006, 2009). Türkiye'de yaygın olarak yetiştirilen 19 patates çeşidi ve 1 aday çeşit üzerine yapılan bir çalışma sonucunda ise en çok ve en az üreme görülen çeşitler arasında yumurta paketi sayısı (Adora, 423.20; Challenger, 204.80) ve üreme katsayısı açısından (Adora, 58.60; Marabel, 28.20) yaklaşık 2 kat fark olduğu, çeşitlere bağlı olarak *M. chitwoodi*'nin bitki gelişimine olan negatif etkisinin değişkenlik gösterdiği ortaya konmuştur (Evlice 2014). Verim kaybının tespit edilmediği çalışmalarda olmakla beraber (Umesh and Ferris 1994, Mojtahedi et al. 1993) bu durumun toplam gün derece, başlangıç popülasyonu, toprak tipi gibi çevresel şartlardan ileri geldiği düşünülmektedir. *M. chitwoodi*'nin patates yumrularında yaptığı zarar açısından başlangıç popülasyonuna nazaran, toplam gün derecenin daha önemli olduğu ve meydana gelen zararın bölgelere bağlı olarak farklılık göstermesinin toplam gün derece farklılıklarından kaynaklandığı bildirilmiştir (Griffin 1985, Pinkerton et al. 1991).

Havuçta ise kök yüzeyi üzerinde meydana getirdiği galler ile kalite kaybına neden olurken (Wesemael and Moens 2008) genellikle çatallaşma veya gelişme geriliği gibi belirtiler oluşturmamaktadır (Santo et al. 1988). *Meloidogyne hapla* havuçta *M. chitwoodi*'ye nazaran daha fazla zarar oluşturmakta kök üzerindeki gallere ek olarak çatallaşma ve gelişme geriliğine de neden olmaktadır (Santo et al. 1988). Buna karşın Wesemael and Moens (2008) Belçika'nın sebze yetiştiriciliği yapılan bazı alanlarında *M. chitwoodi*'nin *M. hapla*'ya nazaran daha fazla sorun yarattığını bildirmişlerdir. *Meloidogyne chitwoodi*'nin domatesin hem yaş hem de kuru yeşil aksam ve kök ağırlıklarını azalttığına dair çalışmalar da bulunmaktadır (Santo and O'Bannon 1982, Hafez and Sundararaj 1999).

Meloidogyne chitwoodi bugüne kadar ülkemizde örtüaltı alanlarda tespit edilmemiş olmakla beraber Hollanda, Almanya, Fransa ve İsviçre'de örtüaltı alanlarda tespit edilmiştir (Van der Gaag et al. 2011). Halihazırda örtüaltı alanlarda sorun teşkil eden *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* gibi türlerle

karşılaştırıldığında *M. chitwoodi*'nin ne kadar sorun teşkil edeceğini kestirmek son derece zordur. Ancak diğer yaygın kök-ur nematodu türlerine yakın zarar oluşturabilmesine engel bir durum görünmemektedir. *M. chitwoodi*'nin domatestede verime etkisi ile ilgili literatür bulunmamakla beraber kök ve yaprak ağırlığını azalttığına dair kayıt bulunmaktadır (Santo and O'Bannon 1982, Hafez and Sundararaj 1999, Evlice 2014).

Mücadelesi

Meloidogyne chitwoodi patates üretimi açısından önemli zararlılardan biri olup tespit edildiği her alanda mücadele edilmesini gerektirmektedir (Ingham et al. 2007). Etmenin, patates tarlasında üretim sezonunun başında 250 g toprakta bir ikinci dönem larva düzeyinde bulunduğu dahi herhangi bir mücadele yapılmaması durumunda patates yumru verim ve kalitesi üzerine etkisi olacağı bildirilmiştir (Ingham et al. 2000). Bitki paraziti nematodlarla mücadele için farklı metodların bir arada kullanılması gerekmektedir. Kök-ur nematodlarıyla mücadelede konukçu olmayan veya dayanıklı bitkilerin kullanılması yada yabancı ot kontrolünün yapılması durumunda etmenin popülasyonu azaltılabilir. Patatestede *M. chitwoodi*'ye dayanıklı çeşitlerin elde edilmesiyle ilgili birçok çalışma yapılmıştır (Brown et al. 1989, Brown et al. 1991, Janssen et al. 1998, Van der Beek et al. 1998, Brown et al. 1999, Brown et al. 2004). Bu çalışmalar sonucunda dayanıklılık genleri ve markörleri tespit edilerek ümitvar tarla deneme sonuçları elde edilmiştir (Brown et al. 2006, Zhang et al. 2007, Brown et al. 2009, Norshie et al. 2011, Dinh et al. 2014). Fakat ticari olarak üretilen dayanıklı bir çeşit henüz bulunmamaktadır. Konukçu olamayan bitkilerin kullanımıyla yapılan ekim nöbeti uygulamaları, tüm dünyada kök-ur nematodları mücadelesinde kullanılan en önemli yöntemlerden birisidir (Sikora et al. 2005). Ancak, geniş konukçu dağılımı nedeniyle doğru ürün rotasyonunun uygulanması son derece zordur. Ülkemizde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan patates, domates, buğday, arpa, yulaf, mısır, ayçiçeği, şeker pancarı, süs bitkileri ve meyve fidanlarından bazıları *M. chitwoodi*'nin konukçusu olup bu bitkilere ait dayanıklı çeşitler bulunmamaktadır. Ayrıca patates ve havuç çeşitlerinin hassasiyet düzeyleride çeşide bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Van Riel 1993, Wesemael and Moens 2008). Tolerans bitkiler ve/veya elde

edilebilecek dayanıklı çeşitler kullanılarak yapılacak olan ürün rotasyonunda ileride çok önem arzedecek olmakla beraber konuyla ilgili şu anki bilgiler son derece sınırlıdır. Bu aşamada yabancıotları uzaklaştırarak yapılacak nadas uygulaması popülasyonu düşürebilecek araçlardan biri gibi görünmektedir. Erkenci patates çeşitlerin kullanılması sonucu daha az zarar ve hatta hiç zarar görmemiş ürün elde edildiğine dair kayıtlar bulunmaktadır (Van Riel 1993). Kullanılan çeşitlere bağlı olarak da *M. chitwoodi*'nin patates yumruları üzerinde meydana getirdiği zararın kullanılan çeşitlere bağlı olarak değiştiği yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur (Van Riel 1993, 1994).

Ülkemizde sofralık patates yetiştiriciliğinde uygulanmaya başlanan 3 yıllık ürün rotasyonu içerisinde *M. chitwoodi*'ye hassas olmayan bitkilerin kullanıldığı mücadele yönetimi etmenin kontrol edilmesinde kullanılabilir. Ayrıca yabancı otlar olmadan yapılacak nadas, nematisit uygulaması, solarizasyon ve toprağın 0-30 cm kısmının alt üst edilerek güneşe maruz bırakılıp kurutulması gibi işlemler etmeni ekonomik zarar seviyesinin altında tutabilir.

Avrupa Birliği'nde *M. chitwoodi*'ye karşı ruhsatlı olan beş nematisit (ethoprophos, fothiazate, oxamyl, fenamiphos, fluopyram) ve bir fumigant (metam sodium) bulunmaktadır. Bu aktifler ülkemizde ruhsatlı aktifler olmalarına karşın, patates alanlarında *M. chitwoodi*'ye karşı ruhsatlı değildir. Yalnızca fluopyram aktif maddesi ruhsatlıdır. Nematisit kullanımı yüksek maliyetine karşın nematod zararını azaltmaktadır. Nematisit kullanımı popülasyon yoğunluğu üzerinde genellikle çok etkili olmamasına rağmen ürün üzerindeki zararın azaltılmasında etkili olmaktadır (Hafez and Sundararaj 2003, Hafez and Sundararaj 2009, Ingham et al. 2007).

Nematodlarla mücadelede en önemli nokta temiz alanların bulaştırılmamasıdır. *Meloidogyne chitwoodi*'nin sadece ikinci dönem larvaları ve erkek bireyleri hareketli olup kendi hareketleri ile yayılmaları sınırlıdır. Topraktaki aktif ikinci dönem *Meloidogyne* larvalarının yılda kat edebilecekleri mesafe 1-2 metredir (Tiilikkala et al. 1995). *M. chitwoodi*'nin insan faktörüyle dağılımı doğal yayılımına kıyasla çok daha önemlidir. Üreticilerin bulaşık alanlardan gelen tohumluk olmayan yumruları veya sertifikalı olmayan fide/fidanları kullanmaları, kullandıkları alet ve ekipmaların temizliğine dikkat etmemeleri sonucu etmen uzak mesafelere

taşınabilmektedir. Bunun yanı sıra hasat sonrası tarlada bırakılan bulaşık yumrularla, toprak hazırlanması ve sulama gibi tarımsal işlemler ile de yayılım olabilmektedir. Ülkemizdeki etmenin hızlı yayılımının en önemli nedeni üreticilerin bulaşık alanlardan gelen tohumluk vasfı taşımayan yumruları tohumluk olarak kullanmalarındır. Yumruların üzerinde belirti görülmemesi o yumruların temiz olduğu anlamına gelmemekte olup kullanılan tohumlukların *M. chitwoodi*'den ari olması son derece önemlidir.

Sonuç ve Öneriler

Tespit edildiği ülkelerde patatesin en önemli zararlılarından biri konumunda olan *M. chitwoodi*'nin ülkemizdeki ilk tespitinden bu yana geçen kısa sürede yaygınlığı 4 bölgede toplam 11 ile ulaşmış durumdadır. Bu illerin ülkemiz patates üretim alanlarının %48.6 ve toplam üretiminin %56.8'ini oluşturması durumun önemini ortaya koymaktadır (Anonim 2013). *Meloidogyne chitwoodi*, bugüne kadar ülkemizde sadece patatesten tespit edilmiş durumdadır. Ancak, Ülkemizin iklimsel ve çevresel faktörlerini göz önüne aldığımızda etmenin İç Anadolu (patates, buğday vb), Akdeniz (sebze, süs bitkisi vb), Ege (patates, bazı meyveler, pamuk, buğday vb), Marmara (mısır, ayçiçeği, buğday vb) ve Güney Doğu Anadolu Bölgelerinde (Buğday, pamuk, sebze vb) yerleşebileceği ve yoğun olarak zarar yapabileceği düşünülebilir. Bu nedenle etmenin yayılımının önüne geçilmesi son derece önem arz etmektedir. *Meloidogyne chitwoodi*'nin ülkemizde bu denli hızlı yayılmasının ana sebebi bulaşık alanlardan gelen tohumluk vasfı taşımayan yumruların tohumluk olarak temiz alanlarda kullanılmasıdır. Etmenin yayılımının engellenmesi ve/veya yavaşlatılması için bu konu üzerinde önemle durulması gerekmektedir. Sofralık patates yetiştiriciliği yapılan alanlarda 3 yıllık ürün rotasyonu uygulanmaktadır. Bununla beraber, *M. chitwoodi* çok geniş konukçu dağılımına sahip olup birçok familyadan (Solanaceae, Umbelliferae, Gramineae, Leguminosae vb.) farklı bitki türlerinde (patates, domates, havuç, mısır, buğday, fasulye, bezelye, süs bitkileri, birçok yabancı ot türü) zarar yapabilmektedir. Bu nedenle, bulaşık alanlarda uygulanacak rotasyon planlamaları ve yapılacak yabancıot mücadelesi son derece önem arz etmektedir.

Sonuç olarak patates üretimimizi tehdit eden en önemli zararlıların başında gelen *M. chitwoodi*'nin mücadelesi ve yayılımının

engellenebilmesi için; erkenci patates çeşitlerinin kullanılması, konukçu olmayan bitkilerle ürün rotasyonunun yapılması ve mücadele yöntemlerinin birarada kullanıldığı entegre mücadele yönetiminin uygulanması gerekmektedir.

Kaynaklar

- Adam M.A.M., Phillips M.S. and Blok V.C., 2007. Molecular diagnostic key for identification of single juveniles of seven common and economically important species of root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.). *Plant Pathology*, 56:190-197
- Anonim, 2012a. FAOSTAT-Agriculture. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> (Erişim tarihi: 30.07.2014)
- Anonim, 2012b. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> (Erişim tarihi: 14.04.2016)
- Anonim, 2013. TÜİK Bitkisel üretim istatistikleri. http://rapor.tuik.gov.tr/reports/rwservlet?bitkisel_uretimdb2=&report=BARAPOR49.RDF&p_yil=2013&p_kod=3&p_duz1=0&p_mad1=111210002&p_dil=1&p_sec=1&desformat=pdf&ENVID=bitkisel_uretimdb2Env (Erişim tarihi: 10.08.2014)
- Anonim, 2014. EPPO Data Sheets on Quarantine Pests *Meloidogyne chitwoodi*. https://www.eppo.int/QUARANTINE/data_sheets/nematodes/MELGCH_ds.pdf (Erişim tarihi: 11.04.2016)
- Anonim, 2016a. https://www.eppo.int/QUARANTINE/Alert_List/alert_list.htm (Erişim tarihi: 03.04.2016)
- Anonim, 2016b. <https://www.eppo.int/QUARANTINE/listA2.htm> (Erişim tarihi: 03.04.2016)
- Aydınlı G., Mennan S., Devran Z., Sirca S. and Urek G., 2013. First report of the root-knot nematode *Meloidogyne ethiopica* on tomato and cucumber in Turkey. *Plant Disease*, 97(9):1262
- Boydston R.A., Mojtahedi H., Brown C.R., Anderson T. and Riga E., 2007. Hairy nightshade undermines resistance of potato breeding lines to Columbia root-knot nematode. *American Journal of Potato Research*, 84:245-251
- Brinkman H., Goossens J.M. and Van Riel H.R., 1994. Some observations on *Meloidogyne chitwoodi* and *M. n.sp.* in the Netherlands. Annual Report Diagnostic Centre Plant Protection Service Wageningen, The Netherlands, 97-98
- Brinkman H., Goossens J.M. and Van Riel H.R., 1996. Comparative host suitability of selected crop plants to *Meloidogyne chitwoodi* Golden et al. 1980 and *M. fallax* Karssen et al. 1996. *Anzeiger für Schädlingskunde Pflanzenschutz Umweltschutz*, 96:127-129
- Brown C.R., Mojtahedi H. and Santo G.S., 1989. Comparison of reproductive efficiency of *Meloidogyne chitwoodi* on *Solanum bulbocastanum* in soil and invitro tests. *Plant Disease*, 73(12):957-959
- Brown C.R., Mojtahedi H. and Santo G.S., 1991. Resistance to Columbia root-knot nematode in *Solanum* ssp. and in hybrids of *S. hougasii* with tetraploid cultivated potato. *American Journal of Potato Research*, 68(7):445-452
- Brown C.R., Mojtahedi H. and Santo G.S., 1999. Genetic analysis of resistance to *Meloidogyne chitwoodi* introgressed from *Solanum hougasii* into cultivated potato. *Journal of Nematology*, 31:264-271
- Brown C.R., Mojtahedi H. and Bamburg J., 2004. Evaluation of *Solanum fendleri* as a source of resistance to *Meloidogyne chitwoodi*. *American Journal of Potato Research*, 81:415-419
- Brown C.R., Mojtahedi H., James S., Novy R.G. and Love S., 2006. Development and evaluation of potato breeding lines with introgressed resistance to Columbia root-knot nematode (*Meloidogyne chitwoodi*). *American Journal of Potato Research*, 83:1-8
- Brown C.R., Mojtahedi H., Zhang L.H. and Riga E., 2009. Independent resistant reactions expressed in root and tuber of potato breeding lines with introgressed resistance to *Meloidogyne chitwoodi*. *Phytopathology*, 99(9):1085-1089
- Çalışkan M.E., Onaran H. ve Arıoğlu H., 2010. Overview of the Turkish Potato Sector: Challenges, Achievements and Expectations. *Potato Research*, 53(4):255-266
- Charchar J.M., 1987. Effect of temperature on the life cycle of *Meloidogyne chitwoodi* races 1 and 2 and *M. hapla* on Russet Burbank Potato. Department of Plant Pathology, Washington State University, USA. pp.1-68. PhD
- Den Nijs L.J.M.F., Brinkman H. and Van der Sommen A.T.C., 2004. A Dutch contribution to knowledge on phytosanitary risk and host status of various crops for *Meloidogyne chitwoodi* Golden et al., 1980 and *M. fallax* Karssen, 1996: an overview. *Nematology*, 6(3):303-312

- Devran Z., Mutlu N., Özarslandan A. and Elekcioğlu İ.H., 2009. Identification and genetic diversity of *Meloidogyne chitwoodi* in potato production areas of Turkey. *Nematropica*, 39:75-83
- Dinh P.T.Y, Brown C.R. and Elling A.A., 2014. RNA Interference of Effector Gene Mc16D10L Confers Resistance Against *Meloidogyne chitwoodi* in *Arabidopsis* and Potato. *Phytopathology*, 104(10):1098-1106
- Elekçioğlu İ.H., 1992. Untersuchungen Zum auftreten und zur verbreitung phytoparasitärer nematogen in den land wirtschaftlichen hauptkulturen des astmediterranean gebretes der Turkei. *Plits* 10 (5), 120 p., Stuttgart
- Elling A., 2013. Major emerging problems with minor *Meloidogyne* species. *Phytopathology*, 103(11) :1092-1102
- Enneli S. ve Öztürk G., 1996. Orta Anadolu Bölgesinde patateslerde zarar yapan önemli bitki paraziti nematodlar. Türkiye 3. Entomoloji Kongresi, 24-28 Eylül. Ankara, pp: 396-403
- Evlice E. and Bayram Ş., 2012a. A survey of potato fields for root-knot nematode in Central Anatolia, Turkey. Proceedings of 31th International Symposium of the European Society of Nematologists, 23-27 September, Book of Abstracts, 128, Adana, Turkey
- Evlice E. and Bayram Ş., 2012b. The race of *Meloidogyne chitwoodi* in Turkey. Proceedings of 31th International Symposium of the European Society of Nematologists, 23-27 September, Book of Abstracts, 122, Adana, Turkey
- Evlice E., 2014. Niğde ve Nevşehir illeri patates ekiliş alanlarındaki *Meloidogyne chitwoodi* Golden, O'Bannon, Santos & Finley (Nemata: Tylenchida) ırklarının tespiti ve yaygın olarak üretilen bazı patates çeşitlerinin bu ırklara reaksiyonlarının belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Doktora Tezi, 116 s
- Ferris H., Carlson H.L., Viglierchio D.R., Westerdahl B.B., Wu F.W., Anderson C.E., Juurma A. and Kirby D.W., 1993. Host status of selected crops to *Meloidogyne chitwoodi*. *Journal of Nematology* 25(4S) :849-857
- Golden A.M., O'Bannon J.H., Santo G.S. and Finley A.M., 1980. Description and SEM observations of *Meloidogyne chitwoodi* n. sp. (Meloidogynidae), a root-knot nematode on potato in the Pacific Northwest. *Journal of Nematology*, 12:319-327
- Griffin G.D. 1985. Host-parasite relationship of *Meloidogyne chitwoodi* on potato. *Journal of Nematology*, 17(4):395-399
- Hafez S.L. and Sundararaj P., 1999. Efficacy of seed crop meals for the management of Columbia root-knot nematode *Meloidogyne chitwoodi* on tomato under greenhouse conditions. *Nematropica*, 29(2):171-177
- Hafez S.L. and Sundararaj P., 2002. Efficacy of chemical nematicides for the management of *Meloidogyne chitwoodi* on potato. *International Journal of Nematology*, 12:76-78
- Hafez S.L. and Sundararaj P., 2003. Efficacy of fosthiazate for the control of *Meloidogyne chitwoodi* on potato. *International Journal of Nematology*, 13:201-203
- Hafez S.L. and Sundararaj P., 2006. Evaluation of fumigant and non-fumigant nematicides for the control of *Meloidogyne chitwoodi* on potato. *Nematologia Mediterranea*, 34:147-149
- Hafez S.L. and Sundararaj P., 2009. Chemical management practices of *Meloidogyne chitwoodi* in a potato field in USA. *International Journal of Nematology*, 19:203-207
- Humphreys-Pereira D.A. and Elling A.A., 2013. Intraspecific variability and genetic structure in *Meloidogyne chitwoodi* from the USA. *Nematology*, 15(3):315-327
- Ingham R.E., Hamm P.B., Williams R.E. and Swanson W.H., 2000. Control of *Meloidogyne chitwoodi* in potato with fumigant and nonfumigant nematicides. *J. Nematol. (Suppl.)* 32:556-565
- Ingham R.E., Hamm P.B., Baune M. and David N.L., Wade N.M., 2007. Control of *Meloidogyne chitwoodi* in potato with shank-injected metam sodium and other nematicides. *J. Nematol.* 39:161-168
- İmren M., Özarslandan A., Kasapoğlu E.C., Toktay H. ve Elekçioğlu İ. H., 2014. Türkiye buğday faunası için yeni bir tür, *Meloidogyne artiellia* (Franklin)'nın morfolojik ve moleküler yöntemlerle tanımlanması. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 38(2):189-196
- Janssen G.J.W., Scholten O.E., van Norel A. and Hoogendoorn J., 1998. Selection of virulence in *Meloidogyne chitwoodi* to resistance in the wild potato *Solanum fendleri*. *European Journal of Plant Pathology*, 104:645-651
- Jones J.T., Haegeman A., Danchin E.G.J., Gaur H.S., Helder J., Jones M.G.K., Kikuchi T., Manzanilla-López R., Palomares-Rius J.E., Wesemael W.M.L. and Perry R.N., 2013. Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology*, 14:946-961

- Kaçar G. and Elekcioğlu İ.H., 2014. Determination Of Races Of The Root-Knot Nematode Species (*Meloidogyne* spp.; Nemata: Meloidogynidae) In Turkey. 6th International Conference of Nematology, Cape Town, Güney Afrika Cum., 4-9 Mayıs, pp.166-166
- Karssen G. and Moens M., 2006. Root-knot nematodes. In: Perry, R.N. & Moens, M. (Eds). Plant nematology. Wallingford, UK, CABI Publishing, pp. 59-90
- Karssen G., Bolk G., Van Aelst A.C., Van Den Beld I. and Kox L.F.F., Korhals G., Molendijk L., Zijlstra C., Van Hoof R., Cook R., 2004. Description of *Meloidogyne minor* n. sp. (Nematoda: Meloidogynidae), a root-knot nematode associated with yellow patch disease in golf courses. Nematology, 6:59-72
- Kepekci İ., Öztürk G. ve Evlice E., 2002. Ülkemiz örtü altı sebze üretiminde sorun olan yeni bir kök-ur nematodu türü (*Meloidogyne exigua* Goeldi, 1887) ve diğer kök-ur nematodu türleri. IV. Sebze Tarımı Sempozyumu, 17-20 Eylül, Bildiri Özetleri Kitabı, pp: 55, Bursa
- Knapp S., Bohs L., Nee M. and Spooner D.M., 2004. Solanaceae – a model for linking genomics with biodiversity. Comparative and Functional Genomes, 5:285-291
- Kutywayo V. and Been T.H., 2006. Host status of six major weeds to *Meloidogyne chitwoodi* and *Pratylenchus penetrans*, including a preliminary field survey concerning other weeds. Nematology 8(5):647-657
- Lehman, P.S., 2002. Top 15 Regulated Nematodes, <http://nematode.unl.edu/regnemas.htm> (Erişim tarihi: 11.04.2014)
- Moens M., Perry R.N. and Starr J.L., 2009. *Meloidogyne* species—a diverse group of novel and important plant parasites. Root-knot nematodes, 1:483
- Mojtahedi H., Santo G.S. and Wilson J.H., 1988a. Host tests to differentiate *Meloidogyne chitwoodi* race-1 and race-2 and *Meloidogyne hapla*. Journal of Nematology, 20(3):468-473
- Mojtahedi H., Santo G.S. and Pinkerton J.N., 1988b. Differential response of Thor alfalfa to *Meloidogyne chitwoodi* races and *M. hapla*. Journal of Nematology, 20(3):410-416
- Mojtahedi H., Pinkerton J.N., Santo G.S. and Peadar R.N., 1989. Host status of alfalfa cultivars and germ plasms to *Meloidogyne chitwoodi* race-2 and reactions of selected cultivars to *Meloidogyne chitwoodi* and *Meloidogyne hapla* infection. Plant Disease, 73(5):391-394
- Mojtahedi H., Santo G.S., Brown C.R., Ferris H. and Williamson, V., 1994. A new host race of *Meloidogyne chitwoodi* from California. Plant Disease, 78(10):1010
- Mojtahedi H., Van der Beek J.G., Santo G.S. and Brown C.R., 1998. Reassessment of host race concept for Columbia Root-knot nematode. Journal of Nematology, 30(4):506
- Mojtahedi H., Brown C.R., Riga E. and Zhang L.H., 2007. A New pathotype of *Meloidogyne chitwoodi* Race 1 from Washington State. Plant Disease, 91(8):1051
- Mojtahedi H., Santo G.S., Wilson J.H. and Hang A.N., 1993. Managing *Meloidogyne chitwoodi* on potato with rapeseed as green manure. Plant Disease, 77:42-46
- Norshie P.M., Been T.H. and Schomaker C.H., 2011. Estimation of partial resistance in potato genotypes against *Meloidogyne chitwoodi*. Nematology, 13(4):477-489
- O'Bannon J.H., Santo G.S. and Nyczepir A.P., 1982. Host range of the Columbia root-knot nematode. Plant Disease, 66(11):1045-1048
- Özarslandan A., Devran Z., Mutlu N. and Elekçioğlu İ. H., 2009. First report of Columbia root-knot nematode (*Meloidogyne chitwoodi*) in potato in Turkey. Plant Disease, 93:316
- Özarslandan A., İmren M., Öcal A. ve Elekçioğlu İ.H., 2011. Doğu Anadolu Bölgesinde Patates alanlarında Kök-ur Nematodu (*Meloidogyne chitwoodi* Golden, OBannon, Santo et Finley, 1980)'nun Saptanması. Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi, 28-30 Haziran 2011, Bildiri Özetleri Kitabı, pp: 286, Kahramanmaraş
- Perry R.N. and Moens M., 2006. Plant Nematology. CABI, Wallingford, UK, 447 p. ISBN 1-84593-056-8
- Pinkerton J.N., Mojtahedi H. and Santo G.S., 1987. Reproductive Efficiency of Pacific-Northwest Populations of *Meloidogyne chitwoodi* on Alfalfa. Plant Disease, 71(4):345-348
- Pinkerton J.N., Santo G.S. and Mojtahedi H., 1991. Population dynamics of *Meloidogyne chitwoodi* on Russet Burbank potatoes in relation to Degree-Day accumulation. Journal of Nematology, 23:283-290
- Santo G.S., 1994. Biology and management of root-knot nematodes on potato in the Pacific Northwest. In Advances in potato pest biology and management. Eds G. W. Zehner, M. L. Powelson and R. K. Raman,. St. Paul, USA: APS Press, pp. 193-201

- Santo G.S. and O'Bannon J.H., 1982. Reaction of tomato cultivars to *Meloidogyne chitwoodi* and *Meloidogyne hapla*. Plant Disease, 66(5):406-407
- Santo G.S., O'Bannon J.H., Nycepir A.P. and Ponti R.P., 1981. Ecology and control of root-knot nematodes on potato. Proceedings of the 20th Annual Washington Potato Conference, 3-5 February, Moses Lake, Washington, USA. Moses Lake, WA, USA, Washington State Potato Commission, 135-139
- Santo G.S. and Pinkerton J.N., 1985. A second race of *Meloidogyne chitwoodi* discovered in Washington State. Plant Disease, 69, 361.
- Santo G.S. and O'Bannon J.H., 1981. Effect of Soil Temperature on the Pathogenicity and Reproduction of *Meloidogyne chitwoodi* and *M. hapla* on Russet Burbank Potato. Journal of Nematology, 13(4):483-486
- Santo G.S., Mojtahedi H. and Wilson J.H., 1988. Host parasite relationship of carrot cultivars and *Meloidogyne chitwoodi* races and *Meloidogyne hapla*. Journal of Nematology, 20(4):555-564
- Santo G.S., O'Bannon J.H., Finley A.M. and Golden A.M., 1980. Occurrence and host range of a new root-knot nematode (*Meloidogyne chitwoodi*) in the Pacific northwest. Plant Disease, 64(10):951-952
- Sasser J.N. and Freckman D.W., 1987. A world perspective on nematology: the role of the Society. In: Veech, J.A. and Dickson, D.W. (eds) Vistas on Nematology. Society of Nematology, Hyattsville, Maryland, pp. 7-14
- Schmitz B., Burgermeister W. and Braasch H., 1998. Molecular genetic classification of Central European *Meloidogyne chitwoodi* and *M. fallax* populations. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes, 50:310-317
- Scurrah M.I., Niere B. and Bridge J., 2005. Nematode parasites of solanum and sweet potatoes. In: Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. Luc, M., Sikora, R.A., Bridge, J. (Eds.). CAB Direct, 193-219
- Sikora R.A., Bridge J. and Star J.L., 2005. Management Practices: an Overview of Integrated Nematode Management Technologies. In: Luc, M., Sikora, R.A. and Bridge, J. (eds) (2005) Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture. CABI Publishing, London, 793-825
- Suffert M. and Giltrap N. 2012. EPPO Workshop on *Meloidogyne chitwoodi* and *Meloidogyne fallax* (2011-03-08): importance for potato production and experience of management in EPPO countries. EPPO Bulletin, 42:117-121
- Talavera M., Sayadi S., Chiroso-Ríos M., Salmerón T., Flor-Peregrín E. and Verdejo-Lucas S., 2012. Perception of the impact of root-knot nematode-induced diseases in horticultural protected crops of south-eastern Spain. Nematology, 14(5):517-527
- Tiilikkala K, Carter T, Heikinheimo M. and Venalainen A., 1995. Pest risk analysis of *Meloidogyne chitwoodi* for Finland. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 25:419-435
- Trudgill D.L. and Blok V.C., 2001. Apomictic polyphagous root knot nematodes: exceptionally successful and damaging biotrophic root pathogens. Annual Review of Phytopathology, 39:53-77
- Ulutaş E., 2010. Ege Bölgesi Patates Üretim Alanlarında Bulunan Önemli Bitki Paraziti Nematodların Belirlenmesi ve Bitki Gelişimine Etkileri. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Doktora Tezi, 92+XVIII s. Bornova, İzmir
- Umesh K.C. and Ferris H., 1994. Influence of temperature and host plant on the interaction between *Pratylenchus neglectus* and *Meloidogyne chitwoodi*. Journal of Nematology, 26(1):65-71
- Van der Beek J.G. and Karssen G., 1997. Interspecific hybridization of meiotic parthenogenetic *Meloidogyne chitwoodi* and *M. fallax*. Phytopathology, 87:1061-1066
- Van der Beek J.G., Maas P.W.T., Janssen G.J.W., Zijlstra C. and Van Silfhout C.H., 1999. A pathotype system to describe intraspecific variation in pathogenicity of *Meloidogyne chitwoodi*. Journal of Nematology, 31(4):386-392
- Van der Beek J.G. and Poleij L.M., 2008. Evidence for pathotype mixtures on *Solanum bulbocastanum* in *Meloidogyne chitwoodi* but not in *M. fallax*. Nematology, 10(4):575-584
- Van der Beek J.G., Poleij L.M., Zijlstra C., Janssen R. and Janssen G.J.W., 1998. Variation in virulence within *Meloidogyne chitwoodi*, *M. fallax*, and *M. hapla* on *Solanum* spp. Phytopathology, 88:658-665

- Van der Gaag D.J., Viaene N., Anthoine A., Ilieva Z., Karssen G., Niere B., Petrova E. and Wesemael W., 2011. References and Annexes to Pest Risk Assessments of *Meloidogyne chitwoodi* (method 2) and *M. fallax* (method 2b and 4b). 129 p
- Van Riel H.R., 1993. Comparison of potato cultivars in relation to their level of external symptoms in tubers caused by *Meloidogyne chitwoodi*. Mededelingen van de Faculteit Landbouw, Universiteit Gent 58/2b, 737-742
- Van Riel H.R., 1994. Populations Dynamics of *Meloidogyne chitwoodi* on various potato cultivars. Mededelingen van de Faculteit Landbouw, Universiteit Gent 59/2b, 791-800
- Viaene N., Mahieu T. and de la Peña E., 2007. Distribution of *Meloidogyne chitwoodi* in potato tubers and comparison of extraction methods. Nematology 9:143-150
- Waeyenberge L. and Moens M., 2001. *Meloidogyne chitwoodi* and *M. fallax* in Belgium. Nematologia mediterranea, 29:91-97
- Wesemael W.M.L. and Moens M., 2008. Quality damage on carrots (*Daucus carota* L.) caused by the root-knot nematode *Meloidogyne chitwoodi*. Nematology 10(2):261-270
- Wesemael W.M.L., Perry R.N. and Moens M., 2006. The influence of root diffusate and host age on hatching of the root-knot nematodes, *Meloidogyne chitwoodi* and *M. fallax*. Nematology 8(6), 895-902. Moens et al. 2009; Wesemael et al. 2006
- Wesemael W.M.L., Ruano C., Das S., Viaene N. and Perry R., 2012. Survival and infectivity of *Meloidogyne chitwoodi*, *M. fallax* and *M. minor* in the absence of a host plant at different temperature regimes. 31th International Symposium of the European Society of Nematologists, 23-27 September, Book of Abstracts, 126, Adana, Turkey
- Wesemael W.M.L., Viaene N. and Moens M., 2011. Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in Europe. Nematology, 13(1):3-16
- Yıldız V. ve Gözel U., 2011. Ödemiş İlçesi (İzmir) sert ve yumuşak çekirdekli meyve fidanlıklarındaki bitki paraziti nematod faunası. IV. Bitki Koruma Kongresi, 28-30 Haziran, Bildiri Özetleri Kitabı, pp: 252, Kahramanmaraş
- Yüksel H.Ş., 1966. Karadeniz Bölgesi'nde tesadüf edilen *Meloidogyne incognita* varyasyonu hakkında. Bitki Koruma Bülteni, 6(1):35-38
- Yüksel H.Ş., 1967. Iğdır Ovasında ilk defa bulunan *Meloidogyne hapla* ve bunun *Meloidogyne incognita*'nın kanatlı varyasyonundan ayırt edici özellikleri. Ib. No: 17, 20 ss
- Zhang L.H., Mojtahedi H., Kuang H., Baker B. and Brown C.R. 2007. Marker-Assisted selection of Columbia root-knot nematode resistance introgressed from *Solanum bulbocastanum*. Crop Science, 47:2021-2026