



Kök-ur Nematodları ve Konukçuları Arasındaki İlişkiler

İbrahim MISTANOĞLU¹, Zübeyir DEVRAN^{1*}

Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Antalya, Türkiye
*e-posta: zdevran@akdeniz.edu.tr; Tel: 0 242 310 65 40

Geliş Tarihi: 17.12.2014; Kabul Tarihi: 11.03.2015

Özet: Kök ur nematodları (*Meloidogyne* spp.), birçok bitki türünün zorunlu ve biyotrofik patojendir. Bunlar endoparazit olup, konukçularının kökleri içerisinde yaşarlar. *Meloidogyne* türleri, Türkiye’de özellikle örtü altı üretim alanlarında ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Kök-ur nematodları, hassas konukçu bitkilerinin köklerinde tipik urlanmalara neden olurlar. Bu nedenle, kökler tarafından su ve besin alımı azalmakta buda bitkilerde gelişmede durgunluk, solgunluk, verimde azalma ve toprak kökenli patojenlere hassasiyet oluşturmaktadır. Bu çalışmada; kök-ur nematodlarının tanımlanması, yayılışı, yaşam döngüsü, belirtileri ve konukçularıyla olan ilişkileri hakkında bilgi verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Biyotrofik, endoparazit nematode, parazitizm.

Interactions among Root Knot Nematodes and Their Hosts

Abstract: Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) are obligate biotrophic pathogens of many plant species. They are endoparasites, living inside roots of their hosts. *Meloidogyne* species cause economic losses in protected growing areas of Turkey. Root knot nematodes infect root of susceptible host plants and cause typical root galls. Therefore, uptake of water and nutrients by roots are reduced, resulting in stunted growth, wilting, yield losses and susceptibility to soil borne pathogen. This review has aimed to give information about identification, distribution, life cycle, symptoms and host interactions of root-knot nematodes.

Key Words: Biotrophic, endoparasite nematode, parasitism.

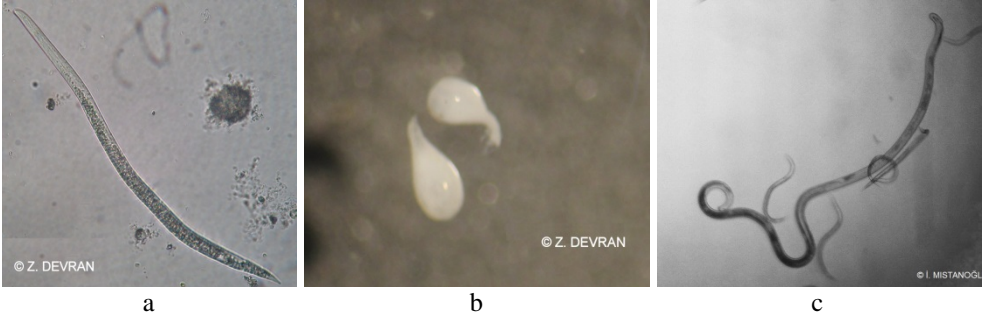
Giriş

Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.), kalıcı endoparazit beslenme özelliğine sahip olup konukçularının köklerinde irili ufaklı urlara neden olmaktadır. *Meloidogyne* cinsine ait türlerin, vasküler sisteme sahip bitkilerin neredeyse tamamını enfeksiyon yapabildiği ve dünya genelinde 2000’den fazla konukçusunun bulunduğu belirlenmiştir (Hussey, 1985;

Jones ve ark. 2013). Kök-ur nematodları bitkilerin genç dönemlerinde daha fazla zarar yapmaktadır. Bunların neden olduğu verim kayıpları; nematodun populasyon yoğunluğuna, toprak yapısına, toprak nemine, toprak sıcaklığına ve bitki çeşidine göre değişiklikler göstermektedir.

Tanımlanması

Kök-ur nematodlarının yumurtaları oval, larvaları (juvenile) ve ergin erkek bireyleri ince uzun ipliksi formda, ergin dişi bireyleri ise limon şeklindedir (Jepson, 1987) (Şekil 1). Dişilerin, anüs ve vulva çevresinde türlere özgü “anal kesit (perineal pattern)” adı verilen parmak izi şeklinde kutikula kıvrımları bulunmaktadır. Larvalar ve ergin bireyler 3 adet stilet tokmağına (stylet knob) sahiptir (Hirschmann, 1985; Jepson, 1987). Üçüncü ve dördüncü larva dönemlerinde stilet fonksiyonunu kaybetmekte ve beslenmemektedir (Jones ve ark. 2013). Larvaların kuyruk kısımları uç tarafına doğru konik şekilde incelmektedir (Jepson, 1987).



Şekil 1. Kök ur nematodlarının biyolojik dönemleri a) İkinci dönem larva, b) Dişi birey, c) Erkek birey.

Yaygınlıkları

Günümüze kadar dünyada 98 adet kök-ur nematod türü tanımlanmıştır (Jones ve ark. 2013). Bu türlerden *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* tropik bölgelerde, *M. hapla*, *M. chitwoodi* ve *M. fallax* ise ılıman bölgelerde yaygın türler olduğu bildirilmiştir (Netscher ve Sikora, 1990; Eisenback ve Triantaphyllou, 1991; Adam ve ark., 2007).

Türkiye’de kök-ur nematodlarının belirlenmesi üzerine yürütülen çalışmalar sonucunda; *M. hapla* (Diker, 1959), *M. incognita* (Yüksel, 1966), *M. javanica* (Ertürk ve Özkut, 1973), *M. thamesi* (Ertürk ve Özkut, 1973), *M. arenaria* (Yüksel, 1974), *M. artellaria* (DiVito ve ark. 1994), *M. chitwoodi* (Özarslandan ve ark. 2009) ve *M. ethiopica* (Aydınlı ve ark., 2013) türleri tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarda tanımlanan bu türlerin Türkiye’nin bitkisel üretim bölgelerine göre yaygınlıklarında farklılıklar olduğu rapor edilmiştir. Balıkesir, Bursa Çanakkale, İzmir ve Manisa illerinde sanayi domatesi üretim alanlarında *M. incognita* ve *M. javanica*’nın (Pehlivan ve Kaşkavalcı, 1992), Aydın ili yazlık sebze üretim alanlarında *M. incognita*, *M. javanica* ve *M. hapla*’nın (Kaşkavalcı ve

Öncüer, 1999), Adana, Hatay, İçel ve Antalya illeri sebze üretim alanlarında *M. javanica*, *M. incognita* ve *M. hapla*'nın (Söğüt ve Elekçioğlu, 2000), Bafra ve Çarşamba ovaları sebze üretim alanlarında *M. incognita*'nın (Mennan ve Ecevit, 2001), Batı Akdeniz Bölgesi'nde örtü altında sebze üretim alanlarında *M. incognita*, *M. javanica* ve *M. arenaria*'nın (Devran ve Söğüt, 2009), Niğde ili patates üretim alanlarında *M. chitwoodi*'nin (Devran ve ark. 2009) ve Tokat iline bağlı Niksar ve Erbağa ilçelerindeki sebze üretim alanlarında *M. incognita*'nın (Akyazı ve Ecevit, 2011) ve Orta Karadeniz Bölgesi'nde *M. arenaria*, *M. ethiopica*, *M. javanica* ve *M. incognita*'nın (Aydın, 2014) bulunduğu bildirilmiştir.

Kök-ur nematodlarına ait bazı türlerinin farklı ırkları bulunmakta olup, bunlar "The North Carolina Differential Host Test" kullanılarak belirlenmektedir (Hartman ve Sasser 1985). Önceki çalışmalarda; *M. incognita*'nın 4 ırkının (ırk 1, ırk 2, ırk 3 ve ırk 4), *M. javanica*'nın 2 ırkının (ırk 1 ve ırk 2), *M. arenaria*'nın 2 ırkının (ırk 1 ve ırk 2) ve *M. hapla*'nın 2 ırkının (ırk 1 ve ırk 2) ve *M. chitwoodi*'nin 3 ırkının (ırk 1, ırk 2 ve ırk 3) bulunduğu rapor edilmiştir (Taylor ve Sasser, 1978; Santo ve ark. 1980; Hartman ve Sasser, 1985; Santo ve Pinkerton 1985; Fargette, 1987; Netscher ve Sikora, 1990; Decker ve Fritzsche, 1991; Mojtahedi ve ark. 1994). Son yıllarda dünyanın farklı bölgelerinde yapılan çalışmalarda bazı kök-ur nematod türlerinin yeni ırklarının da bulunduğu bildirilmiştir (Rammah ve Hirschmann, 1990; Carneiro ve ark. 2003; Robertson ve ark. 2009).

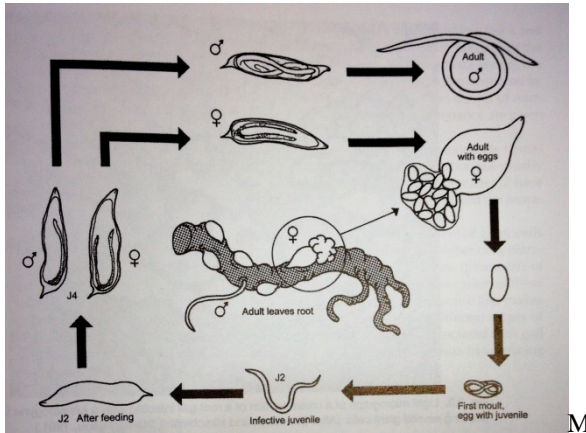
Türkiye'de kök-ur nematodlarının ırklarının belirlenmesi üzerine sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Doğu Akdeniz Bölgesi'nden (Adana, Antalya, Hatay ve İçel illeri) toplanan örneklerde *M. incognita*'ya ait ırk 2 ve ırk 4'ü ile *M. javanica*'ya ait ırk 1 belirlenmiştir (Söğüt ve Elekçioğlu, 2000). Orta Karadeniz Bölgesi'nde (Samsun ili) *M. incognita*'nın ırk 2'si tanımlanmıştır (Mennan ve Ecevit, 2001). Batı Akdeniz Bölgesi'nde *M. incognita*'ya ait ırk 2 ve ırk 6, *M. javanica*'ya ait ırk 1 ve *M. arenaria*'ya ait ise ırk 2 ve ırk 3 belirlenmiştir (Devran ve Söğüt, 2011). Tokat iline bağlı Niksar ve Erbağa ilçelerindeki sebze üretim alanlarında *M. incognita*'nın ırk 1 ve ırk 2'si tanımlanmıştır (Akyazı ve Ecevit, 2011). Türkiye'nin farklı bölgelerinden elde edilen kök-ur nematod popülasyonlarının ırklarının belirlenmesi üzerine yapılan bir diğer çalışmada ise *M. incognita*'ya ait ırk 1, ırk 2, ırk 5 ve ırk 6; *M. javanica*'ya ait ırk 1 ve ırk 5; *M. arenaria*'ya ait ırk 2 ve ırk 3 ve *M. chitwoodi*'ye ait ırk 1 ve ırk 2 belirlenmiştir (Kaçar, 2011).

Biyolojileri

Kök-ur nematodlarının ergin dişileri yumurtalarını rektum bez salgılarıyla vulva çevresinde oluşturdukları jelatimsel matrix içerisine bırakırlar (Siddiqi, 2000). Bırakılan yumurta kümesinin bir kısmı kök içinde bir kısmını ise kök dışında kalacak şekilde bulunmaktadır. Yumurta kümesi genel olarak 500-2000 yumurta içermektedir (Bleve-Zacheo ve ark. 2007).

Meloidogyne türlerinin erkekleri ile ikinci dönem larvaları köke girmeden önce toprakta serbest halde bulunurlar. İkinci, üçüncü ve dördüncü larva dönemleri ile dışı bireyler bitkilerin kökleri içinde sabit endoparazit olarak yaşarlar. Kök-ur nematodları, toprak sıcaklığının 26-27°C olduğu durumlarda, hayat döngüsünü 28 günde tamamlamaktadır (Bleve-Zacheo ve ark. 2007) (Şekil 2). Bu süre; konukçu bitki türüne, toprak sıcaklığına, toprak nemine ve toprak yapısına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir.

Dişi bireyler, yumurtalarını bıraktıktan kısa bir süre sonra içerisindeki embriyo gelişmeye başlar ve gelişmesini tamamlayarak birinci larva dönemine ulaşır. Birinci dönem larva bir süre daha gelişmeye devam ederek gömlek değiştirip ikinci dönem larvaya dönüşür. Yumurta içerisindeki ikinci dönem larva, nem ve sıcaklık açısından istenilen düzeye ulaştığında stileti yardımıyla yumurta kabuğunu delerek dışarı çıkar ve toprağa geçer. Daha sonra konukçusunun kılcak köklerinden salgılanan maddeleri algılayarak, konukçusuna doğru yönelir. Konukçu bitkinin köküne ulaşan larva kılcak kökün büyüme noktasının hemen gerisinden stiletini sokarak kök dokusu içine giriş yapar. Köke giren ikinci dönem larva hücreler arasında paralel olarak hareket ederek beslenme yerine ulaşır ve uygun bölgeyi bulduktan sonra kendisini oraya sabitler (Wyss ve ark. 1992). Bitki kökünde üçüncü ve dördüncü larva dönemlerini tamamlayan nematodun bu süreç içerisinde boyu kısalır, vücudu şişer, üreme organları belirginleşmeye başlar, dördüncü larva döneminden sonra ise erkek ve dişi birbirlerinden ayırt edilebilir (Eisenback ve Triantaphyllou, 1991). Dişinin boyu daha da kısalır, vücudu şişer ve sosis şekline dönüşür. Olgunlaşmış dişi birey armut veya limon şeklini alır ve yumurta bıraktıktan sonra ise ölür. Erkek bireyler ise iplik formunda olur ve kökten ayrılarak toprakta serbest olarak dolaşmaya başlar ve çiftleşmek için hayatta kalırlar (Eisenback ve Triantaphyllou, 1991). Bireylerin (erkek ve dişi) popülasyonda bulunma oranları eşeyli üreyen türlerde genellikle 1:1 oranında, eşeysiz üreyen türlerde ise bu oran değişkenlikler göstermektedir (Karssen ve Moens, 2006). *Meloidogyne* cinsine ait türlerde, eşeyli ve eşeysiz olmak üzere iki farklı üreme sistemi görülmektedir. Bu üreme sistemleri türlere göre değişkenlik göstermektedir. Dünyadaki belirlenen bazı türler incelendiğinde; *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* ve *M. ethiopica* zorunlu eşeysiz üreme, *M. chitwoodi* zorunlu olmayan eşeysiz üreme, *M. hapla* ırklarının bazıları zorunlu bazıları ise zorunlu olmayan eşeysiz üreme ve *M. kikyensis* gibi türlerde eşeyli üreme gözlemlenmektedir (Karssen ve Moens, 2006).



Şekil 2. Kök ur nematodlarının hayat döngüsü (Karssen ve Moens, 2006)

Belirtileri

Kök-ur nematodlarının bitkideki en belirgin simptomları, beslenmeleri sonucu bitki köklerinde oluşturmuş oldukları irili-ufaklı urlar olarak gözlemlenmektedir (Şekil 3).

Köklerde oluşan bu urlar, bitkinin topraktan su ve besin alınımını engellemektedir. Bu tür bitkilerde; büyümede durgunluk, bodurlaşma, yapraklarda sararma, meyve kalitesinde bozulma ve verimde azalma görülmektedir.

Nematod-Bitki İlişkileri

Bitkiye Yönelme

Nematodun bitkiye yönelmesinde bazı organlar rol oynamaktadır. Nematodlarda kemoreseptör (chemoreceptor) olarak görev yapan bu organlar; amphid, phasmid ve sensilla olarak adlandırılmaktadır (Stewart ve ark. 1993, Robinson ve Perry, 2006). Amphidler, nematodların baş bölgelerinde bilateral olarak konumlanmış sinir ve salgı hücrelerinin bir araya gelerek oluşturduğu algı organlarıdır. Bunlar, termoreseptör (thermoreceptor) ve mekanoreseptör (mechanoreceptor) sahip olup, bitkilerin salgılarını algılayarak nematodların konukçularına doğru yönelmelerinde görev yapmaktadırlar. Phasmid, nematodun kuyruk kısmında bir çift olarak bulunmakta ve kimyasalları algılayıcı organ olarak bilinmektedir. Sensillalar ise, semiokimyasal maddelerin tanımlanmasında fonksiyona sahip olduğu düşünülmektedir (Robinson ve Perry, 2006)



Şekil 3. Kök-ur nematodlarının domates bitkisi köklerinde oluşturduğu urlanmalar

Kök-ur nematodlarının yumurtaları genellikle gal (ur) haline dönüşmüş bitki köklerinin yüzeylerinde jelatinimsel bir maddeyle çevrelenmiş olarak bulunmaktadırlar. Yumurta içinden çıkışları ise ikinci larva dönemi olarak gerçekleşmektedir.

Meloidogyne yumurtalarının açılması bitki kök salgıları olmaksızın sıcaklık tarafından yönetilebileceği gibi bazen kök salgıları da yumurtaların açılmasında rol oynamaktadır (Karssen ve Moens, 2006). Açılmadan önce yumurta kabuğu daha esnek hale gelmektedir. Kök-ur nematodlarının ikinci larva ve erkek dönemleri toprakta serbest halde bulunabilmekte ve ayrıca ikinci larva dönemleri toprakta hareketsiz halde canlılıklarını belli süre devam ettirebilmektedir. Bu süreç içerisinde sindirim sistemlerinde depoladıkları besinleri tüketmektedirler. Bitkiyi enfeksiyon yapma kabiliyetleri besin rezervleri ile ilişkilidir. Bu nedenle kök dışında beslenmeksizin geçirilen uzun dönemler sonucunda zarar yapma potansiyelleri azalmaktadır.

Bitki kökleri tarafından salgılanan kimyasallar, ikinci dönem larvaların bitkiye yöneliminde uyarıcı görev yapmaktadır. Bu yönelme olayı dayanıklı ve duyarlı bitkiler arasında farklılıklar göstermektedir. Hassas olan bitkiler, kök-ur nematodları için daha çekici rol oynamaktadır (Karssen ve Moens, 2006).

Bitkiye Giriş ve Beslenme

Kök-ur nematodları, bitki kökleriyle etkileşime girdikten hemen sonra bitki dokusuna giriş yaparlar. Bitkiye giriş, genellikle kök ucunun hemen arkasından olmaktadır. Bununla birlikte kökün herhangi bir yerinden de giriş olabilmektedir (Karssen ve Moens, 2006). İkinci dönem larvaların sitiletleri bir şırınga görevi yapmaktadır. Bu sitiletler, hem bitki dokusunda yaralanmalara, hem de salgıları ile bitki hücrelerinin parçalanmasına neden olmaktadır. Nematodlar tarafından bitki hücrelerinin parçalanması için hücre tipine göre farklı enzimler (pektat liyaz, poligalakturonaz, β 1-4 endoglukanaz vb) salgılanmaktadır (Jaubert ve ark. 2002a; Abad ve ark. 2003). Kök-ur nematodunun aynı kök üzerinde gerçekleşen çoklu girişleri sonucunda kök ucu genişler ve kısa bir süre sonra gelişme durabilmektedir (Karssen ve Moens, 2006).

Nematodlar bitki içerisine girdikten sonra hücreler arası boşluktan kortekse ve buradan da aşağıya kökün uç kısmına doğru hareket etmektedir. Daha sonra ise iletim sistemine giriş yaparak kalıcı beslenme bölgesine ulaşmaktadır (Wyss ve ark. 1992). Beslenme esnasında nematod sitilet ile hücre duvarını delmekte ve aynı zamanda plazma membranının üzerinde bir çöküntüye neden olmaktadır. Bu bölgeden besinlerini almak için sitilet aracılığıyla küçük bir delik oluşturulmaktadır. Bu çöküntü kısmında sitilet uçunda bulunan açıklık ile beslenme tüpü oluşturur. Beslenme tüpü, nematodun beslenme hücresine stiletini her sokuşunda oluşmaktadır (Hussey ve Mims, 1991a). Bu tüpler, beslenme hücrelerinden gerekli besinlerin seçilmesi ve taşınmasında görev yapmaktadır. Yapılan detaylı çalışmalar, beslenme tüpünün besinlerin alınması esnasında moleküler bir elek gibi görev yaptığını göstermiştir (Bockenhoff ve Grundler, 1994). Bu bölgede beslenmeye başladıktan sonra konukçu hücrede sitokinesis (cytokinesis) olmadan çekirdek bölünmesi gerçekleşmektedir. Bu ilişki sonucu konukçu bitkide çok çekirdekli dev hücrelerin (giant cells) oluşumu gözlemlenmektedir (Williamson ve Hussey, 1996; Bleve-Zacheo ve Mellilo, 1997; Williamson ve Gleason, 2003; Karssen ve Moens, 2006). İkinci dönem larvaların, bitki hücresinde ilk 24 saat beslenmesi sonucu iki çekirdekli hücreler, 48 saat beslenmesi sonucu ise çok çekirdekli hücreler oluşmaktadır. Bu dev hücreler normal hücrelerden 14-16 kat daha fazla DNA içerebilmektedir (Goverse ve ark. 2000).

Parazitizm Salgıları

Bitki paraziti nematodlara ait salgılar, stiletleri vasıtasıyla bitkiye iletilmektedir. Kök-ur nematodlarındaki özağuş salgıları, bir dorsal ve iki subventral bezler tarafından oluşmaktadır. Nematodun infeksiyonunda ve beslenme sürecinde bu salgılar farklılık göstermektedir. Subventral salgıları, nematodun hareketli dönemi sırasında, dorsal olanlar ise nematodun beslenme yerine sabitlendikten sonra aktif olmaktadır. Bu nedenle nematod beslenmeye başladığında, subventral salgılar daha az aktif durumdadır (Hussey ve Mims, 1990b; Abad ve ark. 2003). Son yıllarda kök-ur nematodunun parazitiziminde rol alan birçok protein tanımlanmıştır. β -1-4 endoguluccanase (Rosso ve ark. 1999), pectate lyase (Doyle ve Lambert, 2002), polygalacturonase (Jaubert ve ark. 2002), chorismate mutase

(Doyle ve Lambert, 2003), venom allergen-like protein (Ding ve ark. 2000) ve calreticulin (Jaubert ve ark. 2002a) bunlardan bazılarını oluşturmaktadır. Bu salgıların parazitizm sürecinde farklı görevleri bulunmaktadır.

β -1-4 endogulucanase (cellulase), nematodun bitki içerisindeki infeksiyonu esnasında salgılamakta ve bitki hücrelerinin selüloz yapılarının bozulmasında görev yapmaktadır (Rosso ve ark. 1999; Karsen ve Moens, 2006). Hücre duvarını parçalayan enzimlerden olan pectate lyase ve polygalacturonase bitkilerdeki orta lamellerin içermiş olduğu pektik polisakarit yapıların bozulmasına neden olmaktadır. Bu enzimlerin etkisiyle bitki hücre duvarı yumuşamakta ve böylece nematodların kök içerisinde hareket etmesi kolaylaşmaktadır (Jaubert ve ark. 2002b; Williamson ve Gleason, 2003). Chorismate mutase, kök-ur nematodlarının özafagus bezlerinden salgılanmaktadır. Bu proteinin, bitkinin gelişmesini ve metabolizmasını etkilemektedir. Ayrıca yan kök oluşumunu ve vasküler sisteminin gelişimini baskıladığı belirlenmiştir (Doyle ve Lambert, 2003; Huang ve ark. 2005). Kök ur nematod larvalarının özafagus subventral bezleri tarafından salgılanan calreticulinin, hücre döngüsünün ve sinyal iletişiminin düzenlenmesi, hücre büyümesi, hücrelerin farklılaşması ve metabolik oluşum gibi süreçlerde görev aldığı rapor edilmiştir (Jaulbert ve ark. 2002b; Abad ve ark. 2003). Venom allergen like proteinler ise ikinci dönem larvanın özafagus salgı bezlerinden salgılanmakta olup, parazitik dönem öncesinde ve larvaların bitkiye girişinden hemen sonraki döneminde aktif olarak bulunmaktadır. Bu proteinlerin bitki ile nematod arasındaki parazitik ilişkinin kurulması sürecinde önemli rol oynadıkları düşünülmektedir (Wang ve ark. 2007).

Nematod salgılarının dışında bitkilerden salgılanan auxin, cytokinin ve ethylene gibi bazı bitki gelişim düzenleyicilerinin de kök-ur nematodlarıyla bulaşık bitkilerde yüksek miktarlarda buldukları ve bitki gal oluşum süreçlerinde etkili oldukları belirlenmiştir (Karsen ve Moens, 2006).

Sonuç

Kök-ur nematodları polifag zararlılar olup, kültürü yapılan birçok bitkide ekonomik düzeyde kayıplara neden olmaktadır. Bu kayıpları en aza indirmek için farklı mücadele yöntemleri uygulanmaktadır. Mücadelenin başarısında en önemli etkenler; nematodun doğru tanımlanması, hayat döngüsünün belirlenmesi, infeksiyon esnasında üretilen salgıların ve bunların bitkilerde oluşturmuş olduğu etkilerin bilinmesidir. Bu bilgiler nematod-bitki ilişkisinin anlaşılmasına imkan vereceğinden kök-ur nematodlarına karşı mücadelede etkin ve sürdürülebilir yöntemlerin geliştirilmesi ve uygulamaya aktarılması mümkün olabilecektir.

Kaynaklar

- Abad, P., B. Favery, M.N. Rosso, P. Castagnone-Sereno. 2003. Root-knot nematode parasitism and host response: Molecular basis of a sophisticated interaction. *Molecular Plant Pathology*. 4:217-224.
- Adam, M.A.M., M.S. Phillips, and V.C. Blok. 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.

- Akyazı, F. ve O. Ecevit. 2011. Tokat İli sebze alanlarındaki kök-ur nematod (*Meloidogyne* spp.)'larının yayılışları ve tür tespiti. *Anadolu Tarım Bilim Dergisi*, 26(1):1-9.
- Aydınli G, S. Mennan, Z. Devran, S. Sirca and G. Urek. 2013. First report of the root-knot nematode *Meloidogyne ethiopica* on tomato and cucumber in Turkey. *Plant Disease*, 97(9):1262.
- Aydınli, G. 2014. Orta Karadeniz Bölgesi Seralarındaki Kök-Ur Nematodu (*Meloidogyne* spp.) Populasyonları Üzerinde Araştırmalar. Doktora Tezi, OMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı.
- Bleve-Zacheo, T. and M.T. Melillo. 1997. The Biology of Giant Cells. s:65-79. Eds. Grundler, F., S. Ohl and C. Fenoll. *Cellular and Molecular Basis of Plant- Nematode Interactions*, Kluwer Academic Publishers, Dordrech.
- Bleve-Zacheo, T., M.T. Melillo and P. Castagnone-Sereno. 2007. The contribution of biotechnology to Root-knot Nematode control in tomato plants. *Pest Technology*, 1(1): 1-16.
- Bockenhoff, A. and F.M.W. Grundler. 1994. Studies on the nutrient uptake by beet cyst nematode *Heterodera schachtii* by in situ microinjection of fluorescent probes into the feeding structures in *Arabidopsis thaliana*. *Parasitology*, 109: 249-254.
- Carneiro, R.M.D., R.G. Carneiro, D.I. Das Neves and M.R.A. Almeida. 2003. Nova Raça de *Meloidogyne javanica* detectada em *Arachis pintoi* no Estado do Parana, Nova Raça. *Nematologia Brasileira*, 27 (2): 219-221.
- Decker, H., and R. Fritzsche. 1991. Resistenz von Kul turpflanzen Gegen Nematoden. Akademie-Verlag-Berlin, 340 pp.
- Devran, Z., N. Mutlu, Özarslandan, A., İ.H. Elekcioğlu, 2009. Identification and genetic diversity of *Meloidogyne chitwoodi* in potato production areas of Turkey. *Nematropica*, 39:75-83.
- Devran, Z. and M.A. Söğüt. 2009. Distribution and identification of root-knot nematodes from Turkey. *Journal of Nematology*, 41:128-133.
- Devran, Z., M.A. Söğüt, 2011. Characterizing races of *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* and *M. arenaria* in the West Mediterranean region of Turkey. *Crop Protection*, 30:451-455.
- Diker, T. 1959. Nebat Parazit Nematodları. Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. Neşriyatı, No: 70, 98s, Ankara.
- Ding X, J. Shields, R. Allen and R.S. Hussey. 2000. Molecular cloning and characterization of a venom allergen AG5-like cDNA from *Meloidogyne incognita*. *Int. J. Parasitol.*, 30:77-81.
- Di Vito M, N. Greco, G. Oreste, M.C. Saxena, K.B. Singh and I. Kusmenoglu. 1994. Plant parasitic nematodes of legumes in Turkey. *Nematologia Medit.*, 22: 245–251.
- Doyle E.A. and K.N. Lambert. 2002. Cloning and characterization of an esophageal-gland-specific pectate lyase from the root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. *Mol. Plant Microbe Interact*, 15:549-556.
- Doyle E.A. and K.N. Lambert. 2003. *Meloidogyne javanica* chorismate mutase 1 alters plant cell development. *Mol Plant Microbe Interact*, 16:123-131.
- Eisenback, D. E. and H. H. Triantaphyllou. 1991. *Meloidogyne* Species and Race. s: 191-250. Eds. W.R. Nickle. *Manual of Agricultural Nematology*. Newyork, USA. Marcel Dekker Inc.
- Ertürk, H. ve S. Özkut. 1973. Ege Bölgesi şartlarında kök-ur nematodlarına (*Meloidogyne* spp.) dayanıklı asma anacı araştırması. IV. Bilim Kongresi Bildiriler. 1-7, 5-8 Kasım, Ankara.
- Fargette, M. 1987. Use of the esterase phenotype in the taxonomy of the genus *Meloidogyne*. 2. Esterase phenotypes observed in West African populations and their characterisation. *Revue de Nematologie*, 10 (1): 45-56.

- Goverse A., J. de Almeida Engler, j. Vehees, S. van der Krol, J. Helder and G. Gheysen. 2000. Cell cycle activation by plant parasitic nematode. *Plant Molecular Biology*, 43: 747-761.
- Hartman, K.M. and J.N. Sasser. 1985. Identification of *Meloidogyne* Species on the Basis of Different Host Test and Perineal Pattern Morphology. s: 69-77. Eds. K.R. Barker, C.C. Carter and J.N. Sasser, *An Advanced treatise on Meloidogyne*, Vol. 2. Methodology. North Carolina State University Graphics. Raleigh, North Carolina, 223 pp.
- Hirschmann, H. 1985. The Genus *Meloidogyne* and Morphological Characters Differentiating its Species. s:79-93. Eds J.N. Sasser and C.C. Carter. *An Advanced Treatise on Meloidogyne*, Vol. I. Biology and Control. North Carolina State University Graphics. Raleigh, North Carolina, 422 pp.
- Huang, G., R. Dong, R. Allen, E.L. Davis, T.J. Baum and R.S. Hussey. 2005. Two chorismate mutase genes from the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* *Molecular Plant Pathology*, 6 (1): 23–30.
- Hussey, R.S. 1985. Host Parasite Relationship and Associated Physiological Changes. s: 143-153. Eds J.N. Sasser and C.C. Carter. *An Advanced Treatise on Meloidogyne*, Vol. I. Biology and Control. North Carolina State University Graphics. Raleigh, North Carolina, 422 pp.
- Hussey, R.S. and C.W. Mims. 1991a. Ultrastructure of feeding tubes formed in giant-cells induced by root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. *Protoplasma*, 162: 99-107.
- Hussey, R.S. and C.W. Mims. 1991b. Ultrastructure of esophageal glands and their secretory granules in root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. *Protoplasma*, 156: 9-18.
- Jaubert. S., J.B. Laffaire, P. Abad and M.-N. Rosso. 2002a. A polygalacturonase of animal origin isolated from the root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. *FEBS Letters*, 522: 109-112.
- Jaubert. S., T.N. Ledger, J.B. Laffaire, C. Pottie, P. Abad and M.-N. Rosso. 2002b. Direct identification of stylet secreted proteins from root-knot nematodes by a proteomic approach. *Mol. Biochem. Parasitol.*, 121: 205-211.
- Jepson, S.B. 1987. Identification of Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne* species). CAB International Institute of Parasitology, Wallingford, Oxon, UK, 265pp.
- Jones, J.T., A. Haegeman, E.G.J. Danchin, H.S. Gaur, J. Helder, M.G.K. Jones, T. Kikuchi, R. Manzanilla-López, J.E. Palomares-Rius, W.M.L. Wesemael and R.N. Perry. 2013. Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology*, 14(9): 946-961.
- Kaçar, G. 2011. Türkiye’de Bulunan *Meloidogyne* Türlerinin Irklarının Araştırılması. Yüksek lisans tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı.
- Karssen, G. and M. Moens. 2006. Root-knot Nematodes. s: 59-90. Eds. Perry, R.N. and M. Moens. *Plant Nematology*. CABI.
- Kaşkavalcı, G. ve C. Öncüer. 1999. Aydın ilinin yazlık sebze yetiştirilen önemli bölgelerinde bulunan *Meloidogyne* Goeldi, 1887 (Tylenchida: Meloidogynidae) türlerinin yayılışları ve ekonomik önemleri üzerinde araştırmalar. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 23(2): 149-160.
- Mennan, S. ve O. Ecevit. 2001. Bafra ve Çarşamba Ovaları’ndaki bazı *Meloidogyne incognita* (Nemata; Heteroderidae) popülasyonlarının ırk tespiti. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 25(1): 33-39.
- Mojtahedi, H., G.S. Santo, C.R. Brown, H. Ferris and V. Williamson. 1994. A new host race of *Meloidogyne chitwoodi* from California. *Plant Disease* 78, 1010.
- Netscher, C. and R.A. Sikora. 1990. Nematode Parasites on Vegetables. s: 231-283. Eds. Luc, M., R.A. Sikora and J. Bridge. *Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture*. C.A.B. International.

- Özarslan, A., Z. Devran, N. Mutlu and İ.H. Elekcioğlu, 2009. First report of Columbia Root-Knot nematode (*Meloidogyne chitwoodi*) in potato in Turkey. *Plant Disease*, 93(3):316.
- Pehlivan, E. ve G. Kaşkavalcı. 1992. Sanayi domatesi üretim alanlarında Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.)'nın yayılışı ve bulaşıklılık oranı üzerinde araştırmalar, SANDOM Çalışma Raporu, Yayın No: 6: 61-68.
- Rammah, A. and H. Hirschmann. 1990. Morphological comparison of three host races of *Meloidogyne javanica*. *Journal of Nematology*, 22: 56-68.
- Robertson, L., M.A. Diez-Rojo, J.A. Lopez-Perez, A. Piedra Buena, M. Escuer, J. Lopez Cepero, C. Martinez and A. Bello. 2009. New host races of *Meloidogyne arenaria*, *M. incognita*, and *M. javanica* from horticultural regions of Spain. *Plant Disease*, 93:180-184.
- Robinson, A.F. and R.N. Perry. 2006. Behaviour and sensory perception. s: 210-233. Eds. Perry, R.N. and M. Moens. *Plant Nematology*. CABI.
- Rosso M.-N., B. Favery, C. Piotte, L. Arthaud, J.M. De Boer, R.S. Hussey, J. Bakker, T.J. Baum and P. Abad. 1999. Isolation of a cDNA encoding a beta-1,4-endoglucanase in the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* and expression analysis during plant parasitism. *Mol. Plant Microbe Interact*, 12:585-591.
- Santo, G.S., J.H. O'Bannon, A.M. Finley and A.M. Golden. 1980. Occurrence and host range of a new root-knot nematode (*Meloidogyne chitwoodi*) in the Pacific Northwest. *Plant Disease*, 64, 951-952.
- Santo, G.S. and J.N. Pinkerton. 1985. A second race of *Meloidogyne chitwoodi* discovered in Washington State. *Plant Disease*, 69: 361.
- Siddiqi, M. R. 2000. Tylenchida, parasites of plants and insects. CABI Publishing, CABI International, Wallingford, UK, 2nd Edition, 805pp.
- Söğüt, M.A. ve İ.H. Elekçioğlu. 2000. Akdeniz Bölgesi'nde sebze alanlarında bulunan *Meloidogyne Goeldi*, 1892 (Nemata: Heteroderidae) türlerinin ırklarının belirlenmesi. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 24(1): 33-40.
- Stewart, G.R., R.N. Perry and D.J. Wright. 1993. Studies on the amphid specific glycoprotein gp32 in different life-cycle stages of *Meloidogyne* species. *Parasitology*, 107: 573-578.
- Taylor, A.L. and J.N. Sasser. 1978. Biology, Identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). International *Meloidogyne* Project Contract No: AID/ ta-c-1234. North Carolina State University Graphics, Raleigh, North Carolina, 111 pp.
- Wang X., L. Hongmei, Y. Hu, P. Fu and J.Xu. 2007. Molecular cloning and analysis of a new venom allergen-like protein gene from the root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. *Exp. Parasitol*, 117(2): 133-140.
- Williamson, V.M. and R.S. Hussey. 1996. Nematode pathogenesis and resistance in plants. *The Plant Cell*, 8: 1735-1745.
- Williamson, V.M. and C.A. Gleason. 2003. Plant-nematode interactions. *Plant Biology*, 6:327-333.
- Wyss, U., F.M.W. Grundler and A. Munch. 1992. The parasitic behaviour of second stage juveniles of *Meloidogyne incognita* in root of *Arabidopsis thaliana*. *Nematologica*, 38: 98- 111.
- Yüksel, H.Ş. 1966. Karadeniz Bölgesi'nde tesadüf edilen *Meloidogyne incognita* varyasyonu hakkında. *Bitki Koruma Bülteni*, 6:35-38.
- Yüksel, H.Ş. 1974. Kök-ur Nematodlarının (*Meloidogyne* spp.) Türkiye' deki durumu ve bunların popülasyon problemi üzerinde düşünceler. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 5(1): 83-105.