

ÖRTÜALTI ORGANİK DOMATES YETİŞTİRİCİLİĞİNDE KÖK–UR NEMATODLARI (*Meloidogyne* spp.)’NA KARŞI MÜCADELE YÖNTEMLERİ ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR¹

Onur DURA², Galip KAŞKAVALCI³

²Zir. Yük. Müh., Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, YALOVA

³Prof. Dr., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Bornova/İZMİR

Araştırma makalesi / Research article

Geliş tarihi / Received: 18.09.2017, Kabul tarihi / Accepted: 27.01.2018

ÖZ

Bu çalışma, 2007–2008 yıllarında Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi’ne ait organik tarım serasında sera denemesi şeklinde 6 karakter ve 4 tekerrürlü olarak tesadüf blokları deneme desenine göre yürütülmüştür. Çalışmanın ana materyalini organik tarım serası topraklarında bulunan değişik dönemdeki kök–ur nematodu bireyleri ile Beaufort anacı üzerine aşılı veya aşısız Gökçe domates çeşidine ait bitkiler *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) (hint yağı) bitkisinin yaprakları ve meyveleri, *Brassica olerace* var. *italica* L. (Cruciferae) (brokoli) bitkisinin kök ve toprak üstü kısımları ve *Tagetes erecta* L. (Asteraceae) (kadife çiçeği) bitkileri oluşturmuştur. Uygulama karakterleri, nematisidal etkiye sahip oldukları düşünülen üç farklı bitkinin farklı kısımlarının uygulanması, fiziksel savaş yöntemlerinden solarizasyon uygulaması, nematodlara karşı dayanıklı olduğu bilinen aşılı fide kullanımı ve nematodlu pozitif kontrolden oluşmaktadır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda, hint yağı, kadife çiçeği ve aşılı fide deneme karakterlerinin tümünün kontrolle kıyaslandığında daha düşük ur skala değerlerine sahip oldukları ve istatistiki olarak ($P<0.05$) farklı grupta yer aldıkları saptanmıştır. Uygulamalar içinde en düşük ur skala değeri, aşılı fide (1.90 ± 0.19) deneme karakterinde saptanmış olup, ırlanma açısından en etkili uygulama olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca, deneme sonunda topraktaki 2. dönem kök–ur nematodu larva sayıları açısından yapılan değerlendirmede hint yağı bitkisinin (yaprak+meyve), brokoli ve aşılı fidenin uygulandığı karakterlerde toprakta çok düşük sayılarda 2. dönem kök–ur nematodu larvası saptanmış ve bu uygulamalarda pozitif kontrolden istatistiki olarak farklı grupta yer almıştır.

Anahtar Kelimeler: *Meloidogyne* spp., *Brassica olerace* var. *italica*, *Tagetes erecta*, *Ricinus communis*, aşılama, solarizasyon, organik tarım

RESEARCHES ON THE CONTROL METHODS OF ROOT KNOT NEMATODES (*Meloidogyne* spp.) IN GREENHOUSE ORGANIC TOMATO PRODUCTION

ABSTRACT

This study was conducted during 2007–2008 in greenhouse conditions according to complete randomized block design with four replicates and six characters in the organic agriculture greenhouses of Agricultural Faculty, Ege University. The main material of experiment consisted of the individuals of root–knot nematode (*Meloidogyne* spp.) at different age found in the soils from the organic agriculture greenhouses, tomato plants of Gökçe cv grafted on Beaufort or nongrafted, the leaves and fruits of *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) (castor oil plant), whole plants of *Brassica olerace* var. *italica* L. (Cruciferae) (broccoli) and *Tagetes erecta* L. (Asteraceae) (American marigold) plants. The characters consisted of the treatment of the plant parts as thought with nematicidal effects of mentioned above, soil solarization treatments, the using of grafting seedlings known as resistant against to root–knot nematodes and positive control with nematode. According to the findings obtained this experiment, it was determined that the all plant material treatments (castor oil plant, American marigold and grafting seedlings) have less gall index value and placed statistically ($P<0.05$) in different group compared with positive control. The least gall index value was determined in the characters of grafting seedlings in terms of gall index (1.90 ± 0.19) and evaluated as

¹Bu çalışma Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından 20.08.2008 tarihinde kabul edilen ilk yazarın Yüksek Lisans Tezi’nin bir kısmından üretilmiş olup, Türkiye 3. Bitki Koruma Kongresi (15–18.07.2009 Van/Türkiye)’nde poster bildiri olarak sunulmuş kısa özeti basılmıştır.

²Sorumlu yazar / Corresponding author: onurdura@gmail.com

the most effective treatment. Besides this, in the evaluation done at the end of this experiment in terms of the numbers of second stage juvenile of root-knot nematodes in the soil, there were less numbers of second stage juvenile of root-knot nematodes in the soils of grafting seedlings and castor oil, broccoli plants characters and placed statistically ($P<0.05$) in different group compared with positive control treatments.

Keywords: *Meloidogyne* spp., *Brassica olerace* var. *italica*, *Tagetes erecta*, *Ricinus communis*, grafting, solarization, organic agriculture

GİRİŞ

Domates, dünyada en çok üretilen, tüketilen ve ticarete en fazla konu olan tarım ürünlerinin başında gelmektedir. İçerdiği çeşitli vitamin, mineral ve diğer besin maddeleri nedeniyle insan beslenmesi ve sağlığı açısından önemli bir yeri olan domates bitkisi tarlada ve örtü altında olmak üzere iki şekilde yetiştirilmektedir. Taze tüketimi yanında, kurutulmuş domates, domates suyu ve salça sanayinde hammadde oluşu nedeni ile de ayrı bir öneme sahiptir [35].

Türkiye, günümüzde dünyanın en önemli domates üreticisi ülkelerinden birisi olarak kabul edilmektedir. Domatesi en eski tanıyan ve üreten ilk Avrupa ülkesi olan İtalya ile birlikte, Çin, ABD, Hindistan ve Mısır da dünyada önemli üretici ülkelerdendir. Türkiye, 2017 yılı istatistiklerine göre toplam 12.750.000 tonluk üretimi ile Çin, ABD ve Hindistan'dan sonra dördüncü sırada yer almaktadır [2].

İkinci Dünya Savaşı'nı takiben hızla gelişen sanayi ile birlikte tarımsal üretimde aşırı miktarda kullanılan kimyasalların olumsuz etkilerinin insan ve toplum sağlığı üzerindeki zararları artarak kendini hissettirmeye başlamıştır. Tüm bu olumsuz etkilerin ortadan kaldırılması amacıyla kimyasal gübre ve tarımsal savaş ilaçlarının hiç kullanılmaması ya da bazılarının sınırlı olarak kullanılması, bunların yerine, aynı görevi yapan organik gübre ve biyolojik savaş yöntemlerinin alması temeline dayanan Ekolojik Tarım Sistemi geliştirilmeye başlamıştır. FAO ve Avrupa Birliği tarafından konvansiyonel tarıma alternatif olarak da kabul edilen bu üretim şekli değişik ülkelerde farklı isimler ile anılmaktadır. Almanca ve Kuzey Avrupa dillerinde "Ekolojik Tarım", Fransızca, İtalyanca ve İspanyolca da "Biyolojik Tarım", İngilizcede "Organik Tarım", Türkiye'de ise

"Ekolojik/Organik Tarım" eş anlamlı olarak kullanılmaktadır [14].

Nematodlar, karasal ve sulak habitatlar dâhil birçok iklime uyum sağlamış; çok geniş bir alana dağılmış, bitkiler, hayvanlar ve insanlarda parazit olarak yaşayan "Nematoda" şubesine bağlı hayvansal organizmalardır [5, 6]. *Tylenchida* (Nematoda) takımı, bitkilerde ekonomik önemde zararlı türlerin büyük bir bölümünü içermesi nedeniyle Bitki Paraziti Nematodların (BPN) en önemli grubunu oluşturmaktadır. Toprak gibi mikrobiyolojisi karışık bir ortamda yetişen bitkilerin doğal koşullarda tek bir organizma gurubu tarafından zarar gördüğünü kabul etmek olanaksızdır. Kültür bitkilerinde zararlı olan BPN türleriyle ilgili çalışmalar, entomolojik (bitki zararlıları) ve fitopatolojik (bitki hastalıkları) çalışmalara göre daha sınırlı alanlarda yürütülmüştür [4, 6, 36].

Bitki paraziti nematod türleri içinde ülkemizde yaygın olarak bulunan, ekonomik düzeyde verim kayıplarına neden olan, uygulanan mücadele yöntemleriyle baskı altına alınmaya ve yayılmalarının önlenmesine çalışılan önemli türler olarak (önem sırasına göre) *G. rostochiensis*, *G. pallida*, *A. besseyi*, *Meloidogyne* spp., *H. multicinctus*, *D. dipsaci*, *D. destructor*, *H. schachtii* ve *T. semipenetrans*'ı verebiliriz [18, 20]. Türkiye'de 1999 yılı ortalarına kadar 49 bölge ve 59 ayrı konukçuda 172 bitki paraziti nematod türü tespit edilmiştir [31]. Bu sayı her yıl artmakta olup günümüzde 240 türe ulaşmıştır [19].

Dünya genelinde kök-ur nematotlarının 4 türü, *M. javanica*, *Meloidogyne arenaria*, *M. incognita* ve *M. hapla* yaygın olarak bulunmaktadır [10, 29]. Ülkemizde bugüne kadar yapılan çalışmalar sonucunda çeşitli konukçularda 8 kök-ur nematotu türü tespit edilmiştir [18]. Bunlar; *M. acrita*, *M. arenaria*, *M. artellia*, *M. exigua*, *M. hapla*, *M. incognita*, *M. javanica*, *M. thamesi*'dir.

Dünyada ve Türkiye’de çeşitli sebzeler içinde özellikle üretim oranı en yüksek olan domates üzerinde de birçok çalışmalar yapılmış ve hala yapılmaktadır. Yürütülen bu çalışmaların ana amacı, verimi yüksek çeşitlerin daha iyi tekniklerle yetiştirilmesi sonucunda birim alandan alınacak ürün miktarını artırmak ve ayrıca, ekonomik kayıplara neden olan bitki hastalık ve zararlılarıyla savaşmaktır. Bu savaş, içinde buldukları tarım alanlarında ekonomik kayıplara neden olan kök-ür nematodları (*Meloidogyne* spp.) ile mücadelede önemli bir yer tutmaktadır. Kök-ür nematodları, dünyada tropik ve subtropik iklim bölgelerinde, özellikle kumlu ve alüvyonlu topraklarda yetiştirilen kültür bitkilerinin köklerinde irili-ufaklı galler oluşturarak ekonomik olarak büyük zararlara neden olurlar. Son kayıtlara göre günümüze kadar dünyada 90’dan fazla türü tespit edilmiş olup, konukçu-nematod ilişkilerine bağlı olarak bu türlerin çok sayıda konukçu ırkları bulunmaktadır [21].

Kök-ür nematodlarının domateslerde %42-54, patlıcanlarda %30-60 ve kavunlarda %18-33 oranlarında ürün kaybına neden oldukları bildirilmektedir [30]. Organik tarımda kök-ür nematodlarına karşı savaşta kimyasal nematisitlerin kullanılması söz konusu değildir. Bu gibi nedenlerden dolayı günümüzde kök-ür nematodlarına karşı organik tarımda kullanılabilir alternatif mücadele metotları üzerindeki çalışmalarda önemli bir artış görülmektedir. Bu çalışmalar dayanıklı anaç kullanımı, ekim nöbeti, özellikle organik ve mikrobiyal gübre veya nematisidal özellik gösteren bazı bitki ekstraktlarının organik tarımda kullanım potansiyelleri üzerinde yoğunlaşmıştır [1].

Zararlılarla mücadelede methyl bromide (MeBr)’nin, ozon tabakasına ve çevreye olumsuz etkisi nedeniyle kullanımdan kaldırılması sonucu son yıllarda bu pestiside karşı alternatif yöntemlerin geliştirilmesi üzerindeki araştırmalar artmıştır. Nematodlara karşı halen uygulanmakta olan kimyasal mücadele yöntemlerine alternatif olabilecek yeni arayışlar içine girilmiştir. Son yıllarda tarım alanlarında zararlılarla mücadelede bitkilerden elde edilen ekstraktlar ve dayanıklılık geni olarak bilinen Mi-geni taşıyan anaçlar kullanılmaya başlanmış ve başarılı sonuçlar alınmıştır [38, 40]. Dış

ülkelerde yapılan çalışmalarla bitkiden elde edilen ekstraktlar ticari preparat haline getirilmiş ve geniş kullanım alanlarında uygulamaya konulmuştur. Bu konudaki çalışmalar devam etmektedir. Ülkemizde de bazı zararlılara karşı söz konusu bitki ekstraktları kullanılmaktadır. Özellikle entegre mücadelenin ve organik tarım anlayışının geliştiği son yıllarda tarım alanlarında bitkisel kökenli çeşitli bileşikler kullanılmaktadır. Giderek artış gösteren organik tarım üretiminde büyük bir girdi olan ve kök-ür nematodları mücadelesinde eksikliği duyulan bitki koruma ürünlerinin yerini alabilecek bitkisel bitki koruma ürünlerinin ortaya konulması ve bu konuda araştırmaların yapılması önemlidir. Dünyada kök-ür nematodlarına karşı biyoteknik mücadele yöntemlerinden bitkisel ekstraktların kullanımı önem kazanmaktadır. Bu konu ile ilgili çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Ülkemizde de yürütülmüş çalışmalar bulunmaktadır [28, 25, 26, 22, 21, 23, 24, 27, 28].

Bu çalışmada, kültür bitkilerinde zararlı kök-ür nematodları (*Meloidogyne* spp.)’na karşı mücadelede zararlıyı engellediği bilinen ve organik tarımda kullanılabilir ve nematisidal özellik gösteren bazı bitkilerin farklı kısımlarının doğrudan toprağa yeşil gübreleme veya örtü bitkisi olarak kullanılması ile fiziksel savaş yöntemlerinden solarizasyon uygulaması ve nematodlara karşı dayanıklı aşılı fide kullanımı gibi diğer bazı savaş yöntemlerinin etkinliklerinin karşılaştırılması hedeflenmiştir. Böylece kök-ür nematodları ile mücadelede yeni çözümler önerileri geliştirmek ve bu uygulamaların domates bitkisinin gelişimine olan etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışma 2007-2008 yıllarında gerçekleştirilmiştir.

MATERYAL VE METOT

Tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü ve 6 karakterli olarak sera denemeleri şeklinde Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümüne ait organik tarım serasında ve laboratuvar çalışmaları olarak Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümüne ait Nematoloji laboratuvarında aşağıdaki şekilde yürütülmüştür.

Materyal

Çalışmanın ana materyalini; organik tarım serası topraklarında bulunan değişik dönemdeki kök-ür nematodu bireyleri ile Gökçe ve Beaufort anacı üzerine aşılı Gökçe domates çeşitlerine ait bitkiler, *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) (hint yağı) bitkisinin yaprakları ve meyveleri, *Brassica oleracea* var. *italica* L. (Cruciferae) (brokoli) bitkisinin kök ve toprak üstü kısımları ve *Tagetes erecta* L. (Asteraceae) (kadife çiçeği) bitkileri oluşturmuştur.

Metot

Sera denemeleri

Organik domates yetiştiriciliğinde kök-ür nematodlarına karşı savaşta yeni çözüm önerilerinin geliştirilmesi ve domates bitkisinin gelişimine olan etkilerinin incelenmesi amacıyla, sera denemeleri 9 Eylül 2007-10 Şubat 2008 tarihleri arasında organik tarım serasında yapılmıştır. Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre 6 karakterli ve 4 tekerrürlü olmak üzere 1.6 m × 4.5 m boyutlarında 24 adet deneme parseli şeklinde kurulmuştur. Oluşturulan her bir karakter bloklar içinde rastgele deneme parsellerine dağıtılmıştır (Çizelge 1). Çalışmada kullanılan aşısız ve Beaufort anacı üzerine aşılı Gökçe çeşidine ait domates fideleri Antalya da faaliyet gösteren Antalya Fide A.Ş.'den temin edilmiştir.

Deneme öncesi yapılan hazırlıklar ve denemenin kurulması

Kontrol uygulaması: Yapılan uygulamaların etkinliklerini karşılaştırmak amacıyla kontrol parsellerinde hastalık ve zararlılara karşı herhangi bir uygulama yapılmamıştır.

Solarizasyon uygulaması: Solarizasyon uygulaması için hazırlanmış olan her bir deneme parseli tırmık yardımı ile düzeltilmiştir. Daha sonra solarizasyon süresince toprak neminin saklanması için yaklaşık 40 cm mesafe ile damla sulama boruları döşenerek parseller tarla kapasitesinde olacak şekilde sulandıktan sonra üzerleri hava almayacak bir şekilde 0.07 mm kalınlığında şeffaf polietilen örtü ile kapatılmıştır. Polietilen örtü 24 Temmuz-7 Eylül 2007

tarihlerinde yaklaşık 6 hafta boyunca kapalı tutularak solarizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir [34].

Hint yağı bitkisi (*Ricinus communis*) uygulaması: Hint yağı bitkisi Akdeniz ikliminin görüldüğü yerlerde doğal olarak yetişir veya kültürü yapılıdır. Tohumlarında bulunan Ricin ve Ricinoloik asit ester fenollerini çok zehirlidir. Bitkinin ya da yağı elde edildikten sonra kalan küspesinin toprağa organik materyal olarak uygulanması ile açığa çıkan nematisidal özellik gösteren organik maddeler kök-ür nematodu popülasyonunu azaltmaktadır [1]. Güzelçamlı (Aydın, Kuşadası) ve İnciraltı (İzmir, Balçova) mevkiinde doğal olarak yetişen hint yağı bitkisinden toplanan yaprak ve meyveler 20.08.2007 tarihinde Nematoloji laboratuvarına getirilmiştir. Hassas terazi yardımıyla hint yağı bitkisine ait parçalar tartılarak temiz bir çuval üzerinde homojen bir şekilde karıştırılmıştır. Hesaplanan 250 kg/da uygulama dozundaki hint yağı bitkisine ait parçalar her bir parsel için ayrı ayrı naylon torbalara yerleştirilmiştir [17]. Daha sonra hint yağı bitkisi yaprakları ve meyveleri bir makas yardımıyla küçük parçalara ayrılmıştır. Hazırlanan hint yağı bitkisine ait parçalar 21.08.2007 tarihinde daha önceden belirlenmiş olan her bir parselde (7.2 m²) 1.8 kg (1.7 kg yaprak ve 0.1 kg meyve) hint yağı bitkisi gelecek şekilde 20 cm toprak derinliğine homojen bir şekilde karıştırılmıştır.

Çizelge 1. Denemede kullanılan karakterler ve simgeleri

Table 1. Characters and symbols used in the experiment

No	Uygulama karakterleri Application characters	Simgesi Symbols
1	Kontrol / Control	(K)
2	Solarizasyon / Solarization	(S)
3	Hintyağı (<i>Ricinus communis</i>) bitkisinin yapraklarının ve meyvelerinin 250 kg/da dozunda yeşil gübre olarak uygulanması Application of leaves and fruits of castor oil as green fertilizer at a dose of 250 kg/da	(R)
4	Kadife çiçeği (<i>Tagetes erecta</i>) bitkisi ile birlikte yetiştirme Growing with a marigold (<i>Tagetes erecta</i>) plant	(T)
5	Brokoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) bitkisinin yapraklarının ve köklerinin 1400 kg/da dozunda yeşil gübre olarak uygulanması Application of leaves and roots of broccoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) as a green manure at a dose of 1400 kg/da	(B)
6	Aşılı fide (Beaufort anacı üzerine) yetiştirme Breeding seeded graft Beaufort on parent	(A)

Kadife çiçeği bitkisi (Tagetes erecta) uygulaması: Kadife çiçeği bitkilerinin kök salgılarının nematodları kaçırıcı veya nematisidal etkilerinin olduğu, bu etkilerin özellikle bir dizi kimyasal reaksiyondan sonra oluşan alpha-terthienyl adındaki disülfid yapıdaki bir kimyasal maddeden ve kısa ömürlü oluşan O₃ (ozon) gazından kaynaklandığı değişik çalışmalarda bildirilmektedir [7, 20, 25, 33]. Bu uygulama için Ege Üniversitesi Bayındır Meslek Yüksek Okulu'ndan 03.09.2007 tarihinde kadife çiçeği fideleri getirilmiştir. Bu fideler 04.09.2007 tarihinde daha önceden belirlenmiş olan her bir parseldeki iki adet sıraya, sıra üzeri mesafesi 5 cm olacak şekilde dikilmiş ve deneme sonuna kadar gerekli bakım işlemleri yapılmıştır.

Brokoli bitkisi (Brassica olerace var. italica) uygulaması: Brokoli bitkisine ait kök, yaprak ve gövde kısımlarının toprağa organik materyal olarak uygulanması ve bu organik materyalin toprakta bir dizi kimyasal reaksiyon sonucu ayrışması ile oluşan nematisidal etkisi olan methyl isothiocyanate, gliko isothiocyanate ve benzeri kimyasal maddelerin etkisiyle nematod popülasyonlarını baskı altına almaktadır [37]. Ödemiş Bozdağ Merkez 1100 m rakımdan üreticinin tarlasından kökleriyle birlikte alınan brokoli (Monopoli) çeşidi 28.08.2007 tarihinde organik tarım serasına getirilmiştir. Hesaplanan 1400 kg/da uygulama dozundaki brokoli örnekleri naylon torbalara yerleştirilmiştir [16]. Örneklerin üzerleri daha sonra çalışmada kullanılmak üzere nemli bir çuval ile örtülmüştür. Getirilen brokoli bitkisi yaprakları ve kökleri bir bağ makası yardımıyla küçük parçalara ayrılmıştır. Hazırlanan brokoli örnekleri 31.08.2007 tarihinde daha önceden belirlenmiş olan her bir parselde 10.08 kg (yaprak+kök) brokoli bitkisi gelecek şekilde 20 cm toprak derinliğine homojen bir şekilde uygulanmıştır.

Aşılı fide (Beaufort) uygulaması: Mi-ğeni taşıyan aşılı fide çeşitlerinin nematodların beslenmesini ve üremesini belirli oranlarda baskı altına aldığı bildirilmektedir [3, 9, 32]. Çalışmada kullanılan Beaufort anacı üzerine aşılı Gökçe çeşidine ait olan aşılı ve aşısız domates fideleri 09.09.2007 tarihinde daha önceden belirlenmiş olan her bir parselde sıra arası mesafe 80 cm ve sıra üzeri mesafe 40 cm ve 3.05 bitki/m² olacak şekilde dikilmiştir.

Denemenin değerlendirilmesi

Deneme başlangıcında Kök-ür nematodlarının başlangıç popülasyonlarını belirlemek amacıyla toprak örnekleri dikim öncesi belirlenen her bir parselden 24.07.2007 tarihinde alınmıştır. Daha sonra kök-ür nematodlarının hasat sonu popülasyonlarının belirlenmesi içinde her parselden 10.02.2008 tarihinde bitkilerin seradan sökülmesi sırasında tekrar toprak örneği alınmıştır. Her parselde daha önce işaretlenen 10 adet domates bitkisi bel küreği yardımı ile sökülerek, kök kısımları kesilmiş ve ayrı ayrı poli-etilen torbalara konularak Nematoloji laboratuvarına getirilmiştir. Bu kökler musluk suyunda yıkanarak, üzerlerinde bulunan toprakların uzaklaştırılması sağlanmıştır. Bu işlemde sonra uygulamaların nematodlar üzerindeki etkinliğini belirlemek için, bitki köklerindeki ırlanma durumu 0-10 Zeck skalasına göre değerlendirilerek bulaşıklık dereceleri saptanmıştır [41].

Laboratuvar çalışmaları

Çalışmanın laboratuvar aşamasına ait olan kısımları Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümüne ait Nematoloji laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Uygulamaların topraktaki Kök-ür nematodlarının ikinci dönem larva (L2) popülasyon yoğunluklarının oluşturacağı değişimi belirlemede, her örnekleme periyodunda belirlenen ikinci dönem larva popülasyon yoğunluklarından Kök-ür nematodunun üreme oranları [Üreme oranı (Ro)=Pf (sonuç popülasyonu)/Pi (başlangıç popülasyonu)] tespit edilmiştir [11]. Bu amaçla, fide dikiminden önce (24.07.2007) ve deneme sonunda (10.02.2008) her bir parselden toprak örnekleri alınmıştır. Bu işlemde, her parselin 3 farklı noktasından toprak örnekleri 2.5 cm çapında 30 cm uzunluğunda toprak burgusu kullanılarak bitkilerin kök bölgesi civarından alınıp, etiketlenerek, poli-etilen torbalar içerisinde Nematoloji laboratuvarına getirilmiştir. Bu toprak örneklerinden nematodlar "Geliştirilmiş Baermann-Huni Yöntemi" kullanılarak elde edilmiştir [13]. Elde edilen Kök-ür nematodu 2. dönem larvaları ışık mikroskobu yardımıyla sayılmıştır.

Kök-ür nematodlarının tür ayrımlarında önemli morfolojik kriterlerden birisi dışı

bireylerin vulva-anüs kısımlarını içeren perineal bölgeleridir [12, 15]. Bu amaçla, urlu bitki köklerindeki ergin dişilerin elde edilmesinde Cavaness ve Jensen [6]'in "Santrifüj" tekniğinden yararlanılarak Coolen ve D'Herde [8] tarafından geliştirilen "Blendor-Elek-Santrifüj Metodu" kullanılmıştır. Elde edilen kök-ur nematodu dişilerinin saklanması için +4°C'de içinde TAF [Triethanolamin 2 ml, Formalin (%40'lık Formaldehyd) 7 ml, Saf su 90 ml] olan tüplere aktarılmıştır. Kök-ur nematodlarının teşhisi için 20-30 adet dişi alınmış ve daimî preparatları Taylor ve Netscher [28] tarafından verilen ve Hartman ve Sasser [11] tarafından geliştirilen "Perineal Örneklerin Preparasyon Yöntemi"nden yararlanılarak yapılmıştır. Bu preparatlardaki örneklerin teşhis işlemi ise Jepson [15] esas alınarak Prof. Dr. Galip Kaşkavalcı tarafından yapılmıştır.

İstatistiksel değerlendirme

Deneme sonucunda elde edilen tüm değerlerin varyans analizleri (ANOVA) için SPSS (Version 17.00; SPSS, Chicago, IL, USA) istatistik yazılım programı kullanılmış olup, ortalamaların karşılaştırması Duncan testine göre $P < 0.05$ düzeyinde yapılmıştır [16]. Ayrıca, kök-ur skalası değerlerine $\log_{10}(X+1)$ transformasyonu uygulanarak istatistiksel analizler gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Deneme sonunda elde edilen urlu köklerde yer alan Kök-ur nematodlarının dişilerine ait anal kesitlerin incelenmesi sonucunda *Meloidogyne incognita* (Kofoid ve White) Chitwood bireyleri teşhis edilmiştir.

Köklerdeki Uurlanma Miktarı

Yapılan uygulamaların domates bitkilerinin köklerinde oluşturduğu uurlanmaya etkileri Zeck skalası ile belirlenmiş ve Çizelge 2'de verilmiştir [41]. Deneme sonuçlarına göre en düşük uurlanma değerleri aşılı fide (1.90 ± 0.19), kadife çiçeği (2.28 ± 0.29) ve hint yağı (2.83 ± 0.33) uygulamalarında görülmüştür. Deneme karakterleri içinde en yüksek uurlanma miktarı solarizasyon (4.63 ± 0.45) uygulamasında görülmüştür. Bunun sebebi olarak solarizasyon işleminden önce yapılan sulamanın toprakta daha önceden var olan

yoğun yumurta kümesi popülasyonu açılımına olumlu yönde bir etki yaptığı ve ayrıca süresi yetersiz kalan solarizasyon uygulamasının etkisiz kaldığı gözlenmiştir.

Tüm uygulamalar içinde Kök-ur nematodlarının domates bitkisi köklerinde oluşturduğu uurlanmayı azaltıcı etkileri açısından, aşılı fide (1.90 ± 0.19), kadife çiçeği (2.28 ± 0.29) ve hint yağı (2.83 ± 0.33) uygulamalarında en yüksek etki elde edilmiştir. Bu çalışmaya benzer şekilde [38], sera koşullarında saksı denemelerinde yapmış oldukları çalışmada, Mi-ğeni taşıyan Beaufort çeşidinin nematodlara karşı dayanıklı olmayan domates çeşitlerine göre yüksek oranda domates verimini arttırdığı ve düşük seviyede uurlanmaya neden olduğunu saptamışlardır.

Çizelge 2. Uygulama parsellerinde domates bitkilerinin köklerinde *Meloidogyne incognita*'nın oluşturduğu uurlanma oranları [$X \pm SH$] ve uygulamaların kontrol (K)'e göre azaltıcı etkisi (%)^z

Table 2. The gall injury rates [$X \pm SE$] of *Meloidogyne incognita* in the roots of tomato plants in application plots and the decreasing effect (%) of treatments according to control (K)^z

Uygulamalar Applications	Ur skala değeri* Gall scale index*	Azaltıcı etki (%) Reduction effect
K	3.50 ± 0.32 b**	0.00
S	4.63 ± 0.45 c	-32.28
R	2.83 ± 0.33 ab	19.14
T	2.28 ± 0.29 a	34.85
B	3.55 ± 0.43 b	-1.42
A	1.90 ± 0.19 a	45.71

*İstatistiksel analizlerde ur indeksi verilerine $\log_{10}(X+1)$ transformasyonu uygulanmıştır.

^zAynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar Duncan testine göre %5 düzeyinde farklılık gösterir.

*In the statistical analyzes, $\log_{10}(X+1)$ transformation was applied to the gall index data.

^zThe meanings expressed in different letters in the same column differ by 5% from the Duncan test.

Yapılan Uygulamaların *M. incognita*'nın Üreme Oranına Etkisi

Yapılan uygulamaların topraktaki kök-ur nematodu (*M. incognita*)'nın üreme oranına etkisi Çizelge 3'de verilmiştir. Deneme sonucunda tüm deneme karakterleri içerisinde en düşük üreme oranı değerleri ise hint yağı (0.42) ve brokoli (0.71) deneme karakterlerinde tespit edilmiştir.

Topraktaki *M. incognita* 2. dönem larva üreme oranlarının değerlendirilmesi sonucunda hint yağı uygulaması en etkili sonucu vermiştir. Elde edilen değerler kök-ür skala değeri ile nispeten paralellik göstermiştir. Bu sonuca benzer şekilde (29), Pakistan’da, domates bitkilerinde zararlı olan *M. incognita*’ya karşı savaş amacıyla gerçekleştirdikleri saksı denemesi çalışmalarında bazı organik madde ilaveleri yapmışlardır. Bu uygulamalardan *R. communis* ve *A. indica* bitki parçalarının 25 g/kg toprak dozu etkili bulunmuştur. Deneme sonucunda tüm deneme karakterlerinin üreme oranına etkisi incelendiğinde (Çizelge 3), hint yağı (0.42) ve brokoli (0.71) deneme karakterlerinde nematodların gelişip çoğalamadığı ve popülasyon oluşturmadığı ve aşılı fide (1.34) deneme karakterinde ise az bir üremenin meydana geldiği saptanmıştır. En yüksek üreme oranı değeri solarizasyon (3.09) ve kadife çiçeği (2.47) deneme karakterlerinde tespit edilmiştir. Bu sonuçlara benzer olarak [1], Hindistan’da yapılan bir çalışmada Jawala çeşidi biber (*Capsicum annuum* L.) bitkilerinde zararlı *M. incognita* zararının ve üreme oranının *A. indica*’nın ve *R. communis* (hint yağı) bitkilerinin parçalanmış yapraklarının toprağa ilavesi ile büyük ölçüde azaltılabildiğini saptamışlardır. Ayrıca nematod kontrol düzeyine bağlı olarak bitki gelişiminin olumlu bir şekilde arttığı belirtilmektedir.

Çizelge 3. Uygulamaların *Meloidogyne incognita*’nın üreme oranına ($R_0 = Pf/Pi$) etkisi

Table 3. Effect of applications on reproduction rate ($R_0 = Pf/Pi$) of *Meloidogyne incognita*

Uygulamalar Applications	Başlangıç popülasyonu (Pi) Initial population	Sonuç popülasyonu (Pf) Final population	Üreme oranı (Pf/Pi) Reproduction rate
K	415	635	1.53
S	110	340	3.09
R	450	190	0.42
T	105	260	2.47
B	425	305	0.71
A	115	155	1.34

SONUÇ

Deneme sonunda brokoli uygulamasının ve hint yağı bitkisinin yapraklarının ve meyvelerinin toprağa yeşil gübre olarak karıştırılması domates bitkisinde kök-ür nematodlarının oluşturduğu ur miktarını azaltması ve topraktaki kök-ür nematodları popülasyonlarının üreme oranını azaltma/yok etme açısından oldukça önemli sonuçlara ulaşılmıştır. Ayrıca hint yağı bitkisinin bitki gelişimine ve verimine olan olumlu etkileri de düşünüldüğünde organik domates yetiştiriciliğinde ve aynı zamanda entegre zararlı mücadele yöntemleri (IPM) kapsamında domates bitkilerinde zararlı olan kök-ür nematodları (*Meloidogyne* spp.)’na karşı alternatif savaş kapsamında hint yağı bitkisi, brokoli ve aşılı fide uygulamalarının kullanımının çevre dostu mücadele yöntemleri içerisinde oldukça kuvvetli bir aday olabileceğini söylemek mümkündür.

KAYNAKLAR

1. Akhtar, M. and I. Mahmood, 1993. Effect of *Mononchus aquaticus* and organic amendments on *Meloidogyne incognita* development on chilli. *Nematologia-Mediterranea* 21(2):251-252.
2. Anonymous, 2017. FAO Statistical Databases (<http://faostat.fao.org/site/567/desktopdefault.aspx?pageid=567>) (Erişim Tarihi: Mart 2017).
3. Antonio, J., P. Lopez, M. Strange, K. Isgouhi and P.T. Antoon, 2006. Differential response of Mi gene-resistant tomato rootstocks to root-knot nematodes (*Meloidogyne incognita*). *Crop Protection* 25:382-388.
4. Aytan Ediz, S., 1978. Bitki paraziti nematodlar. *Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ziraî Savaş ve Ziraî Karantina Müdürlüğü, Ankara Bölge Ziraî Araştırma Enstitüsü, Yayın No:37, Ankara, 153s.*
5. Boag, B. and G.W. Yeates, 1998. Soil nematode biodiversity in terrestrial ecosystems. *Biodiversity and Conservation* 7(5):617-630.
6. Cavaness, F.R. and H.J. Jensen, 1955. Modification of the centrifugal flotation technique for isolation and concentration of nematodes and their eggs from soil and

- plant tissue. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington* 22:87-89.
7. Castro, A., A.E. Mejie Zavaleta, V.I. Prado del Cid and G.V. Zamuido, 1990. Crop rotation and incorporation into the soil of *Tagetes erecta* residues for the management of *M. incognita*. *Revista mexicana de Fitopatologia* 8(2):173-180.
 8. Coolen, W.A. and C.J. D'Herde, 1972. A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. *Publication of the State Nematology and Entomology Research Station, Merelbeke, Belgium*, 77p.
 9. Devran, Z. and İ.H. Elekçioğlu, 2004. The screening of F2 plants for the root-knot nematode resistance gene, Mi by PCR in tomato. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 28(4):253-257.
 10. Eisenback, J.D. and H.H. Triantaphyllou, 1991. Root-knot nematodes: *Meloidogyne species* and races. In: (ed: W.R. Nickle), *Manual of agricultural nematology. Marcel Dekker, New York, USA, pp.281-286.*
 11. Ferris, H. and J.W. Noling, 1987. Analysis and prediction as a basis for management decisions. In: (ed: R.H. Brown), *Principles and practice of nematode control in crops. Academic Press, Sydney, New York, London, Montreal, Tokyo, p.49-81.*
 12. Hartman, K.M. and J.N. Sasser, 1985. Identification of *Meloidogyne species* on the basis of differential host test and perineal pattern morphology. In: (eds: K.R. Barker, C.C. Carter and J.N. Sasser) *An advanced treatise on Meloidogyne, Vol. 2. methodology. Printed by North Carolina State University Graphics, Raleigh, North Carolina, pp:69-77.*
 13. Hooper, D.J., 1986. Handling, fixing, staining and mounting nematodes. In: (ed: J.F. Southey). *Laboratory methods for work with plant and soil nematodes. Her Majesty's Stationery Office, London, pp:59-80.*
 14. İter, E. ve A. Altındışli, 1996. Ekolojik tarım ve ilkeleri. In: (eds: U. Aksoy ve A. Altındışli) *Ekolojik Tarım. ETO, Bornova, İzmir s:1-6.*
 15. Jepson, S.B., 1987. Identification of root-knot nematodes (*Meloidogyne species*). *CAB International Institute of Parasitology, Wallingford, Oxon, UK, 265 p.*
 16. Karman, M., 1971. Bitki koruma araştırmalarında genel bilgiler: denemelerin kuruluşu ve değerlendirme esasları. *Bölge Ziraî Mücadele Araştırma Enstitüsü, Bornova/İzmir, 279s.*
 17. Kaşkavalcı, G., Y. Tüzel, O. Dura and G.B. Öztekin, 2009. Effects of alternative control methods against *Meloidogyne incognita* in organic tomato production. *Ekoloji* 18(72):23-31.
 18. Kepenekci, İ., 2012. Nematoloji (bitki paraziti ve entomopatojen nematodlar). [Genel Nematoloji (Cilt 1) ISBN:9786054672110, Taksonomik Nematoloji (Cilt 2) ISBN:9786054672127] *Eğitim, Yayın ve Yayınlar Dairesi Başkanlığı, Tarım Bilim Serisi Yayın No:3 (2012/3), LIV, 1155s.*
 19. Kepenekci, İ., 2014a. Plant parasitic nematodes (Tylenchida, Nematoda) in Turkey. *Pakistan Journal of Nematology* 32(1):11-31.
 20. Kepenekci, İ., 2014b. Nematolojik çalışmalar için arazi ve laboratuvar uygulama kılavuzu, Nematoloji El Kitabı. ISBN:9786054627719, *Siyasal Kitabevi, 22:455.*
 21. Kepenekci, İ., D. Erdoğan, H.D. Sağlam and A. Tülek 2015. Effects of some indigenous plant extracts on the inhibition of egg hatching and on the survival of the survival of *Meloidogyne javanica* juveniles on tomatoes in greenhouse pot experiments. *Int. Plant Protection Congress (18 IPPC)*, 253.
 22. Kepenekci, İ. and H.D. Sağlam, 2015. Effects of some indigenous plant extracts of root knot nematode *Meloidogyne incognita* in tomato grown natural greenhouse conditions. *Int. Plant Protection Congress (18 IPPC)*, 252.
 23. Kepenekci, İ., D. Erdoğan ve P. Erdoğan, 2016a. Bazı bitki ekstraktlarının kök-ür nematodlarına karşı etkinliğinin *in vitro* ve *in vivo* koşullarda araştırılması. *Türkiye Entomoloji Dergisi* 40(1):3-14.
 24. Kepenekci, İ., H.D. Sağlam, Ş. Kordali, S. Çalışkan ve A. Bozhüyük Usanmaz, 2016b. Nepeta meyeri bitki ekstraktının doğal koşullar altında domateste kök-ür nematodlarına karşı nematisidal etkisi. *Türkiye 6. Bitki Koruma Kongresi, 5-8 Eylül, Konya.*

25. Kepenekci, İ., 2016. Effects of some indigenous plant extracts on egg hatching and larval mortality of *Meloidogyne javanica* Tylenchida: *Meloidoginidae* infesting eggplant under greenhouse pot studies. *Turkey 6. Plant Protection Congress with International Participation*.
26. Kepenekci, İ. and H.D. Sağlam, 2016. Effects of some indigenous plant extracts on hatching and juvenile mortality of *Meloidogyne javanica* Tylenchida: Heteroderidae infecting pepper under glasshouse pot studies. *32. ESN Symposium*.
27. Kepenekci, İ., T. Katı Çekengil, D.F. Erdoğan, P. Erdoğan ve H.D. Sağlam, 2017. Beş farklı bitki ekstraktının domateste zararlı kök-ur nematod (*Meloidogyne incognita* Irk 2 ve *M. arenaria* Irk 2) (Tylenchida: Meloidoginidae)'larına karşı sera koşullarındaki etkisinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Weed Science* 20(1):36-47.
28. Kepenekci, İ., 2017. Effects of some indigenous plant extracts on egg hatching and larval mortality of *Meloidogyne arenaria* (Tylenchida: Meloidoginidae) infesting eggplant under greenhouse-pot studies. *2. International Balkan Agriculture Congress*, 136.
29. Mukhtar, K., R. Ahmad, N. Javed and S.H. Khan, 1994. Control of root knot disease of tomato with organic soil amendments. *Pakistan Journal of Phytopathology* 6(2):152-154.
30. Netscher, C. and R.A. Sikora, 1990. Nematode parasites on vegetables. M., Luc, R.A., Sikora, J., Bridge. *Plant Parasitic Nematodes in Suptropical and Tropical Agriculture*. CAB International 231-283pp.
31. Ökten, M.E., İ. Kepenekci and H.C. Akgul, 2000. Distribution and host association of plant parasitic nematodes (Tylenchida) in Turkey. *Pakistan Journal of Nematology* 18(1&2):79-106.
32. Özarslandan, A.A., E. Ekbiç ve İ.H. Elekcioglu, 2010. Domateste kök ur nematodu (*Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) Chitwood)'na dayanıklılık sağlayan Mi-1.2 geninin Mi23 SCAR markırı ile belirlenmesi. *Türkiye Entomoloji Dergisi* 35(4):677-686.
33. Ploeg, A.T. and P.C. Maris, 1999. Effect of temperature on suppression of *Meloidogyne incognita* by tagetes cultivars. *Journal of Nematology* 31(4):709-714.
34. Saleh, H., W.I. Abu-Gharbieh and L. Al-Banna, 1989. Augmentation of soil solarization effects by application of solar-heated water. *Nematologia Mediterranea* 17(2):127-129.
35. Sevgican, A., 2002. Örtüaltı sebzeçiliği, Cilt 1. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:528. Bornova/İzmir*, 476 s.
36. Siddiqi, M.R., 2000. Tylenchida parasites of plants and insects. CABI Publishing. *CAB International, Wallingford, UK*. 2. Editon, 805p.
37. Stirling, G.R. and A.M. Stirling, 2003. The potential of Brassica green manure crops for controlling root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*) on horticultural Crops in a subtropical environment. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 43(6):623-630.
38. Strange, M.L., I. Kaloshian and A.T. Ploeg, 2006. Differential response of Mi-gene resistant tomato rootstocks to root-knot nematodes (*Meloidogyne incognita*). *Crop Protection* 25(4):382-388.
39. Taylor, D.P. and C. Netscher, 1974. An improved technique for preparing perineal patterns of *Meloidogyne* spp. *Nematologica* 20:268-269.
40. Talavera, M., S. Verdejo-Lucas, C. Ornat, J. Torres, M.D. Vela, F.J. Macias, L. Cortada D.J. Arias, J., Valero and F.J. Sorribas, 2009. Crop rotations with Mi gene resistant and susceptible tomato cultivars for management of rootknot nematodes in plastic houses. *Crop protection* 28(8):662-667.
41. Zeck, W.M., 1971. A rating scheme for field evaluation of Root-knot nematode infestation. *Pflanzenschutz Nachrichten, Bayer. Published by Farbenfabriken Ag. Leverkusen*, 10:141-144.