

Orijinal araştırma (Original article)

Kök lezyon nematodları (*Pratylenchus* spp.)'nin sert ve yumuşak çekirdekli meyve anaçlarında konukçu reaksiyonları^{1*}

Host reactions of root lesion nematodes (*Pratylenchus* spp.) on the rootstocks of pome and stone fruits

Mehmet Ali SÖĞÜT²

Zübeyir DEVRAN³

Ş. Evrim ARICI²

Bekir ŞAN⁴

Adnan N. YILDIRIM⁴

Summary

Pratylenchus thornei, *P. neglectus*, *P. penetrans* and *P. crenatus* are common distributed Root lesion nematodes of temperate fruit orchards in the West Mediterranean region of Turkey. The objective of this study was to investigate host reaction of these root lesion nematodes on commonly used apple, cherry, peach and pear rootstocks in Turkey. Experiments were established on randomized block design in screen house with 5 replica. *Pratylenchus penetrans* developed well and had high population density on the M-9, MM-106 and MM-111 apple rootstocks in year 1. Reproduction factor (Rf) of *P. penetrans* on M-9, MM-106 and MM-111 in the first year were 6,2, 3,0 and 12,9, respectively. In the second year, Rf of *P. penetrans* on M-9, MM-106 and MM-111 were 5,6, 2,5 and 10,6, respectively. OHF-333 and Quince-A pear rootstocks showed moderate resistant reaction to *P. penetrans*. Rf value of *P. penetrans* was found 1,0 on OHF 333 and 0,5 on Quince-A rootstocks in the first year. And also, similar results were observed on pear rootstocks in the second year. Peach rootstocks GF- 677 showed moderate susceptible reaction to *P. penetrans* in both two year. Nemaguard, GN (Garnem) and Myrabolon 29 C rootstocks had resistant to *P. penetrans*. Similarly, *P. penetrans* did not reproduce on Cherry rootstocks SL-64, Maxma-14 and Gisela-5 in years 1 and 2. *Pratylenchus crenatus*, *P. thornei* and *P. neglectus* did not develop and Rf value of these lesion nematodes were determined lower than 1 value on apple, cherry, peach and pear rootstocks in the experiments.

Key words: *Pratylenchus* spp., root lesion nematodes, resistance, temperate fruits rootstocks.

Özet

Batı Akdeniz Bölgesi'nde ılıman iklim meyve yetiştiriciliğinin yapıldığı bahçelerde yaygın olarak bulunan lezyon nematodu türlerinden *Pratylenchus penetrans*, *P. crenatus*, *P. thornei* ve *P. neglectus*'un farklı elma, armut, kiraz ve şeftali anaçlarına karşı konukçu reaksiyonları screen house'da araştırılmıştır. Çalışma tesadüf blokları deneme desenine göre 5 tekerrürlü olarak kurulmuş ve her bir tekerrüre yaklaşık 1000 larva+ergin lezyon nematodu inokule edilmiştir. Bitkiler 7 ay sonra sökülmüş ve nematodlar geliştirilmiş Baerman Huni Yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. *Pratylenchus penetrans* M-9, MM-106 ve MM-111 elma anaçlarında yüksek popülasyon yoğunlukları oluşturmuştur. M-9, MM-106 ve MM-111 elma anaçlarında *P. penetrans*'in üreme oranları sırasıyla birinci yılda 6,2, 3,0 ve 12,9; ikinci yılda ise 5,6, 2,5 ve 10,6 oranlarında tespit edilmiştir. OHF-333 ve Quince A armut anaçları *P. penetrans*'a karşı orta dayanıklı reaksiyon göstermiştir. Üreme oranları, birinci yıl sırasıyla OHF-333 anaçında 1,0 ve Quince A anaçında 0,5 bulunmuştur. İkinci yılda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Şeftali anaçlarından GF-677, *P. penetrans*'a karşı her iki yılda da orta duyarlı reaksiyon göstermiştir. Nemaguard, GN (Garnem) ve Myrabolon 29 C anaçları *P. penetrans*'a karşı dayanıklı reaksiyon göstermiştir. Denemeye alınan SL-64, Maxma 14 ve Gisela 5 kiraz anaçlarında *P. penetrans* popülasyonunda üreme oranları meydana gelmemiştir. *Pratylenchus crenatus*, *P. thornei* ve *P. neglectus* denemeye alınan elma, armut, kiraz ve şeftali meyve anaçlarında gelişme göstermemiş ve üreme oranı 1 değerinin altında meydana gelmiştir.

Anahtar sözcükler: Kök lezyon nematodları, *Pratylenchus* spp., sert ve yumuşak çekirdekli meyve anaçları, dayanıklılık

¹ Bu çalışma TÜBİTAK TOVAG 108 O 093 no'lu proje kapsamında desteklenmiş ve 23-27 Eylül 2010 tarihinde Viyana (Avusturya)'da düzenlenen 30. Nematoloji Kongresinde poster olarak sunulmuş ve özet olarak basılmıştır

* Sorumlu yazar (Corresponding author) e-mail: masogut@yahoo.com

² Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Isparta

³ Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya

⁴ Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Isparta

Alınış (Received): 31.12.2012 Kabul edilmiş (Accepted): 25.03.2013

Giriş

Kök lezyon nematodları, Dünya'da ılıman iklim meyve yetiştiriciliğinde ekonomik öneme sahip bitki paraziti nematod grubudur (Nyczepir & Halbrecht, 1993). Bu grubun *Pratylenchus penetrans* (Cobb, 1917) Filipjev&Schuurmans Stekhoven ve *P. vulnus* Allen&Jensen türleri sert ve yumuşak çekirdekli meyve yetiştiriciliğinde en önemli nematodlardır (Fernandez et al., 1992; Pinochet et al., 1992, 1993).

Kök lezyon nematodları endoparazit olarak bitkinin parankima dokularında öz suyunu emerek beslenmektedirler ve diğer toprak kökenli patojenlere karşı bitkilerin duyarlılıklarını artırmaktadırlar. Meyve yetiştiriciliği yapılan alanlarda sıklıkla görülen “*Gelişme Geriliği Hastalığı*” (replant diseases)'nin ortaya çıkmasında lezyon nematodlarının rol oynadığı bildirilmiştir (Utkhede et al., 1992; Dullahide et al., 1994). Kök lezyon nematodlarının meyvelerde zarar, toprak yapısına, popülasyon yoğunluğuna, iklim ve diğer patojen organizmalar ile interaksiyonlarına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Dickerson et al., 2000). Nyczepir & Halbrecht (1993), 100 cm³ toprakta *P. penetrans*'in armutta 30 birey, *Prunus cerasus*'da 80 birey, *Prunus cerasifera* (Myrobalan plum)'de 320 birey yoğunluğunda gelişim geriliği meydana getirdiğini, şeftali ağaçlarında ise 100 cm³ toprakta 114 birey bulunduğunda % 40, 228 birey bulunduğunda % 60 ve 457 birey bulunduğunda % 75 zarar meydana geldiğini bildirmektedirler. *Pratylenchus penetrans*'ın genç elma fidanlarını daha fazla tercih ettiği bildirilmektedir (Jaffee & Mai, 1979a). Santo & Wilson (1990) fenamifos nematisit denemelerinde elma veriminde iki yıl sadece ilkbahar ve ilkbahar + sonbahar şeklinde 2 farklı uygulamada 3. yılda verim değerlerini gözlemlemişlerdir. Sadece ilkbahar uygulaması yapılan elmalarda verim artışı % 30 iken, ilkbahar + sonbaharda yapılan ilaçlamalarda % 80 verim artışı sağlandığını tespit etmişlerdir. Jaffee & Mai (1979b), *P. penetrans*'ın düşük toprak neminde MM-106 elma anacının gelişimini daha fazla etkilediğini gözlemişlerdir.

Fernandez et al. (1992), in vitro ve sera koşullarında Emla-26 elma ve OHF-333 armut anaçlarında kortikal parankimada çok sayıda *P. vulnus*'un kolonize olduğunu ve köklerde büyük zarar meydana geldiğini belirlemişlerdir. Pinochet et al. (1992), *P. vulnus*'un üreme oranlarını badem (Desmayo rojo, 1143), elma (EM-9, EM-106), vişne (Santa Lucia 64, Gamil, MxM 14, Masto de Montanana), şeftali (Montclar, GF-305), armut (OHF-333) ve erik (San julian 655-2, Montizo, Pixy, Myrobalan 605) anaçlarında 1,5'tan büyük bulmuşlardır. Şeftali anacı olan Nemaguard'ta ise üreme oranı 1 ile 1,5 arasında tespit etmişlerdir.

Türkiye'de, ılıman iklim meyvelerinden şeftali, erik, kayısı, elma ve armut bahçelerinde *Pratylenchus vulnus*, *P. penetrans*, *P. pratensis*, *P. zaeae*, *P. crenatus* ve *P. sefaensis* türleri tespit edilmiştir (Kepenekçi, 2001; Kepenekçi et al., 2001; Evlice & Ökten, 2007). Batı Akdeniz Bölgesi Türkiye'nin önemli meyve üretim bölgelerinden birisidir. Isparta ve Antalya, Türkiye'de yumuşak çekirdekli meyve üretiminin % 25'ini, sert çekirdekli meyve üretiminin ise % 5'ini karşılamaktadır (Anonymous, 2008). Söğüt & Devran (2011), Batı Akdeniz Bölgesi'nde meyve alanlarında *P. thornei*, ve *P. neglectus* türlerinin en yaygın lezyon nematodları olduğunu, *P. penetrans* ve *P. crenatus* türlerinin ise belirli bölgelerde bulunduğunu bildirmişlerdir.

Kök lezyon nematodlarına karşı en etkili mücadele yöntemi, dayanıklı ya da tolerant çeşitlerin kullanılmasıdır. Bununla birlikte, Türkiye'de yaygın kullanılan anaçların kök-lezyon nematodlarına karşı konukçu reaksiyonları ve patojeniteleri konusunda herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmanın amacı, ılıman iklim meyveciliğinin yoğun yapıldığı Batı Akdeniz Bölgesi'nde yaygın olarak bulunan kök-lezyon nematodu türlerinin, yine bölgede yaygın olarak kullanılan elma, armut, kiraz ve şeftali anaçları üzerinde konukçu reaksiyonlarının araştırılmasıdır.

Materyal ve Yöntem

Kök- Lezyon nematodu türleri ve kitle üretimleri

Meyve anaçlarının testleme çalışmalarında Söğüt & Devran (2011) tarafından Batı Akdeniz Bölgesi'nde 2008 – 2009 yıllarında meyve yetiştirilen alanlarda yürütülen çalışma sonucu tanımlanan *P. penetrans*, *P. thornei*, *P. neglectus* ve *P. crenatus* türleri kullanılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Meyve anaçlarının testleme çalışmalarında kullanılan kök lezyon nematodu türleri, popülasyonların alındığı konukçu bitkiler ve bölgeleri

Tür	Bölge	Konukçu bitki	Koordinatlar
<i>P. neglectus</i>	Eğirdir (Isparta)	Elma	N:37° 53' 28.7" E:030° 48' 43.3"
<i>P. penetrans</i>	Eğirdir (Isparta)	Elma	N:37° 55' 16.6" E:030° 47' 38.5"
<i>P. thornei</i>	Elmalı (Antalya)	Elma	N:36° 39' 50.5" E:029° 52' 49.4"
<i>P. crenatus</i>	Isparta(Merkez)	Kiraz	N:37° 44' 28.3" E:30° 26' 54.2"

Lezyon nematodu türlerinin saf kültür olarak kitle üretimleri, Havuç Disk Yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Zuckerman et al., 1985; Verdejo-Lucas, 1992; Castillo et al., 1995; Tülek et al., 2009). Kitle üretim çalışmaları 2 aşamada yürütülmüştür:

Birinci aşamada, 4 farklı türde lezyon nematodu popülasyonlarından bambu çubukları kullanılarak ışık mikroskobu altında sağlıklı ergin bireyler çukur lamalar içerisine alınmıştır. Çukur lam içerisindeki su mikropipetler ile çekilerek yüzey sterilizasyonu için ortama Streptomycin sulfat (% 1) (Sigma-aldrich, Stein, Germany) ve Penicilin (% 1) (Sigma-aldrich, Stein, Germany) eklenmiştir. Bu antibiyotikler ile 15 dk nematodlara yüzey sterilizasyonu uygulanmıştır. Daha sonra, mikropipet ile antibiyotikli su çekilmiş ve 3 kez steril saf su eklenerek nematodlara yüzey sterilizasyon işlemi tamamlanmıştır. İkinci aşamada, taze ve hasarsız olarak seçilerek yıkanan havuçlar 5 dakika % 96'lık alkol içerisinde tutulmuştur. Bunu takiben steril kabinde soyulup yeniden alkol içerisine daldırılarak yüzey sterilizasyonu yapılmış ve yüzeysel olarak yeniden soyum işlemi yapılmıştır. Yüzey sterilizasyonu sonrasında havuçlar yaklaşık 1 cm kalınlığında kesilerek 6 cm çapında steril petriyeler içerisine alınmış ve nematod inokulasyonuna hazır hale getirilmiştir. Yüzey sterilizasyonu yapılan nematodlardan yaklaşık 20 birey havuç kültürünün bulunduğu petriye kitle üretim için aktarılmıştır. Popülasyonların kitle üretimleri 21±2 °C soğutmalı inkübatör içerisinde yapılmıştır. Kitle üretimi yapılan havuç disklerinde nematodlar steril saf su ile mezürlere yıkanarak inokulasyona hazırlanmıştır.

Meyve anaçlarının kök lezyon nematodlarına karşı konukçu reaksiyonları

Denemeler arazi koşullarında yürütülmüştür. *Pratylenchus penetrans* meyve alanlarında ekonomik düzeyde kayıplara neden olduğu için bu türle yapılan testlemeler 2 kez tekrarlanmış, *P. crenatus*, *P. thornei* ve *P. neglectus* türleri ile yapılan çalışmalar ise 1 defa yapılmıştır. Konukçu reaksiyon denemeleri 10 L hacime sahip saksılarda yürütülmüş ve çalışmada, Solarizasyon + Dazomet 97^R (Bayer Cropscience) kombine uygulaması ile sterilize edilen % 13,3 kil, %18,4 silt ve %68,3 kumlu toprak karışımı kullanılmıştır. Her bir saksı 1 tekerrür olarak kabul edilmiş ve deneme 5 tekerrürlü tesadüf blokları deneme desenine göre oluşturulmuştur. Nisan ayı başında, tekerrürü oluşturan her bir saksı içerisine, oluşabilecek hataları en aza indirebilmek için başlangıçta 4 adet anaç bitki dikilmiş, yaklaşık 1 ay beklenerek anaçların sağlıklı köklenmeleri sağlanmıştır. Bu süre sonunda her bir saksıda 1 bitki bırakılarak diğer bitkiler uzaklaştırılmıştır. Çalışmada kullanılan meyve türleri ve anaç çeşitleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Denemelerde kullanılan elma, armut, kiraz ve şeftali anaçları

Elma	Armut	Kiraz	Şeftali
M-9	OHF 333	SL-64	Nemaquard
MM-106	Quince-A	Maxma 14	GF 677
MM-111		Gisela 5	Garnem (GN) Myrabolon 29 C(MP)

Denemelere alınan elma, armut, kiraz ve şeftali anaç çeşitleri değerlendirmeleri ayrı ayrı yapılmıştır. Mayıs ayı başında her bir saksı içerisine ortalama 1000 adet ergin+larva yoğunluğunda kök lezyon nematodu inokule edilmiştir. Çalışma nematod inokulasyonundan yaklaşık 7 ay sonra Kasım ayı başında sonlandırılmıştır.

Çalışmaların değerlendirilmesinde;

- Toprak ve bitki kökü içerisinde bulunan kök lezyon nematodu sonuç popülasyonu (Pf)
- Toplam lezyon nematodu popülasyonu (Toprak+Kök (Pf)),
- Her bir anaç çeşidi için kök lezyon nematodunun üreme oranları ($Ro = Pf/Pi$) (Ferris & Noling, 1987), parametreleri kullanılmıştır.

Verilerin değerlendirilmesi

Her bir meyve anacındaki kök-lezyon nematodu türlerinin popülasyon gelişimi ve üreme oranı verilerine varyans analizi uygulanmış, ortalamalar 0.05 önem seviyesinde Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile karşılaştırılmıştır. Verilerin analizinde SPSS 16.0 (SPSS Inc., USA) paket programı kullanılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Pratylenchus penetrans, testlenen meyve anaçlarında denemeye alınan lezyon nematodları içerisinde ekonomik olarak en önemli tür tespit edilmiştir. *Pratylenchus thornei*, *P. neglectus* ve *P. crenatus* türlerinin ise denemeye alınan sert ve yumuşak çekirdekli meyve anaçlarının uygun konukçusu olmadıkları tespit edilmiştir.

Pratylenchus penetrans'ın farklı meyve anaçlarında konukçu reaksiyonları

Birinci ve ikinci yıl yapılan denemelerde, *P. penetrans*'a karşı M-9, MM-106 ve MM-111 elma anaçlarının konukçu reaksiyonları Çizelge 3. ve Çizelge 4'te verilmiştir. Denemeye alınan her 3 elma anacında, *P. penetrans* önemli popülasyon yoğunlukları oluşturmuştur. Nematodun bitki köklerinde daha yüksek yoğunlukta olduğu görülmüştür. Her iki yılda yapılan denemelerde, elma anaçları arasında *P. Penetrans* en düşük popülasyon yoğunluğu ve üreme oranını MM-106 elma anacında oluşturmuştur ($P < 0,05$). En yüksek *P. penetrans* yoğunluğu ve üreme oranı ise MM-111 elma anacında bulunmuştur ($P < 0,05$) (Çizelge 3, 4).

Çizelge 3. *Pratylenchus penetrans*'ın yaygın kullanılan elma, kiraz, şeftali ve armut anaçlarında konukçu reaksiyonları (Birinci yıl denemeleri)

Meyve anaçları	Pi	<i>P. penetrans</i> (Pf) / 100 g toprak	<i>P. penetrans</i> (Pf) / 1 bitki kökü	Toplam <i>P. penetrans</i> (Pf)	Ro***
Elma anaçları					
M-9	1031,4±76,1 A*	1054,0±359,6 B	4517,1±1427,6 A	6625,7±2083,9 A	6,2±1,6 A
MM-106	923,3±73,7 A	76,7±47,2 A	2540,0±1143,2 A	2693,3±1144,5 A	3,0±1,2 A
MM-111	990,0±40,9 A	533,3±149,8 AB	11470,0±2062,8 B	12537,0±2098,8 B	12,9±2,2 B
Kiraz anaçları					
SL-64	968,6±99,2 A	37,1±11,1 A	62,9±26,3 A	100,0±35,2 A	0,09±0,03 A
Maxma-14	855,7±44,9 A	5,7±3,7 A	2,9±2,9 A	8,6±4,0 A	0,01±0,01 A
Gisela-5	900,0±29,9 A	65,7±52,7 A	197,1±71,9 B	262,9±103,2 B	0,22±0,10 B
Şeftali anaçları					
Nemaguard	942,9±72,3 AB	171,4±56,6 A	171,4±81,6 A	342,9±125,9 A	0,35±0,11 A
GF-677	1116,7±71,1 B	486,7±105,0 B	1820,0±565,9 B	2306,7±488,5 B	2,01±0,33 B
GN	980,0±88,3 AB	48,0±22,5 A	248,0±77,1 A	296,0±96,8 A	0,30±0,07 A
MP	872,0±40,3 A	68,0±30,7 A	328,0±71,7 A	396,0±76,5 A	0,46±0,09 A
Armut anaçları**					
Quince A	1010,0±74,1 A	96,7±27,0 A	433,3±144,2 A	563,3±161,6 A	0,5±0,2 A
OHF-333	896,7±64,6 A	210,0±63,4 A	673,3±239,7 A	940,0±295,1 A	1,0±0,3 A

* Elma, kiraz ve şeftali anaçları değerlendirmesinde aynı sütundaki harflendirme parametreler arasında Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi'ne göre $P < 0,05$ önem seviyesinde istatistiksel farklılıkları göstermektedir.

** Armut çeşitlerinde aynı sütundaki harflendirme parametreler arasında t testi'ne göre $P < 0,05$ önem seviyesinde istatistiksel farklılıkları göstermektedir.

*** Ro (Üreme oranı) = Pf (toprak+kök Sonuç popülasyonu) / Pi (Başlangıç popülasyonu).

Lezyon nematodu enfeksiyonun çok yoğun olduğu MM-111 çeşidinde *P. penetrans* ile infekteli köklerde oransal olarak daha fazla gelişme geriliği gözlenmiştir. Kılcal köklerde çok sayıda kök boyu kahverengi lezyonlar tespit edilmiştir.

Her iki yılda yapılan çalışmalarda, *P. penetrans* SL-64, Maxma-14 ve Gisela-5 kiraz anaçlarında önemli yoğunluklarda popülasyon oluşturamamıştır (Çizelge 3, 4). En düşük *P. penetrans* yoğunluğu her iki yılda da Maxma-14 anacında meydana gelmiştir. En yüksek lezyon nematodu yoğunluğu ise birinci yıl Gisela-5 anacında, ikinci yıl SL-64 ve Gisela-5 kiraz anaçlarında saptanmıştır. Üreme oranları her iki yılda da 1'in altında tespit edilmiştir. Birinci yıl denemelerde toplam *P. penetrans* yoğunluğu ve üreme oranı değerleri Gisela-5 anacında istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. İkinci yılda ise nematod gelişimi açısından değerlendirmeye alınan parametrelerde kiraz anaçları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık tespit edilmemiştir ($P < 0,05$) (Çizelge 3, 4).

Çizelge 4. *Pratylenchus penetrans*'in yaygın kullanılan elma, kiraz, şeftali ve armut anaçlarında konukçu reaksiyonları (İkinci yıl denemeleri)

Meyve anaçları	Pi	<i>P. penetrans</i> (Pf) / 100 g toprak	<i>P. penetrans</i> (Pf) / 1 bitki kökü	Pf Toplam <i>P. penetrans</i> (Pf)	Ro***
Elma anaçları					
M-9	913,3±57,7 A*	1426,7±320,4 B	3513,3±890,0 A	4940,0±1038,5 A	5,6±1,4
MM-106	896,7±65,4 A	313,3±60,2 A	2110,0±564,2 A	2423,3±567,5 A	2,5±0,5
MM-111	920,0±45,0 A	796,7±138,7 A	9010,0±1264,6 B	9806,7±1245,7 B	10,6±1,0
Kiraz anaçları					
SL-64	976,7±77,0 A	213,3±63,8 A	393,3±95,9 A	606,7±158,6 A	0,7±0,2 A
Maxma-14	1046,7±52,6 A	96,7±39,5 A	226,7±84,2 A	323,3±121,5 A	0,3±0,1 A
Gisela-5	1077,1±64,7 A	214,3±49,9 A	354,3±107,6 A	568,6±155,4 A	0,6±0,2 A
Şeftali anaçları					
Nemaguard	956,0±61,1 A	68,0±20,6 A	188,0±47,6 A	256,0±42,6 A	0,3±0,1 A
GF-677	964,0±51,2 A	160,0±40,0 B	1020,0±179,9 B	1180,0±196,5 B	1,3±0,3 B
GN	980,0±46,9 A	24,0±7,5 A	116,0±69,4 A	140,0±70,1 A	0,2±0,1 A
Armut anaçları**					
Quince-A	873,3±60,2 A	170±31,7 A	670,0±136,8 A	840,0±133,4 A	0,95±0,12 A
OHF-333	1033,3±77,1 A	220,0±65,7 A	730,0±263,7 A	950,0±295,2 A	0,87±0,25 A

* Elma, kiraz ve şeftali anaçları değerlendirmesinde aynı sütundaki harflendirme parametreler arasında Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi'ne göre $P < 0,05$ önem seviyesinde istatistiksel farklılıkları göstermektedir.

** Armut çeşitlerinde aynı sütundaki harflendirme parametreler arasında t testi'ne göre $P < 0,05$ önem seviyesinde istatistiksel farklılıkları göstermektedir.

*** Ro (Üreme oranı) = Pf (toprak+kök Sonuç popülasyonu) / Pi (Başlangıç popülasyonu).

Birinci yılda Nemaguard, GN, GF-677 ve Myrabolon 29 C (MP) şeftali anaçları, ikinci yılda ise Nemaguard, GN, GF-677 anaçları denemeye alınmıştır. Her iki yılda da *P. penetrans* en fazla popülasyonu ve üreme oranını GF-677 şeftali anacında meydana getirmiştir. Toplam *P. penetrans* yoğunluğu ve üreme oranı değerleri diğer anaçlarda elde edilen değerler ile istatistiksel olarak karşılaştırıldığında farklılık önemli bulunmuştur ($P < 0,05$) (Çizelge 3,4). Birinci ve ikinci yıl denemelerde, üreme oranı GF-677 anacında 1'in üzerinde bulunurken diğer anaçlarda 1'in altında tespit edilmiştir (Çizelge 3,4). *Pratylenchus penetrans*'a karşı en dayanıklı reaksiyon GN anacında görülmüştür. Nemaguard, GN ve MP çeşitleri arasında *P. penetrans* popülasyon yoğunlukları ve üreme oranları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır ($P < 0,05$) (Çizelge 3, 4). İkinci yıl denemelerde Nemaguard ve GN anaçlarında *P. penetrans* yoğunluğu ve üreme oranı çok düşük oranlarda bulunmuştur ($P < 0,05$) (Çizelge 3, 4).

Pratylenchus penetrans, her iki yılda Quince-A ve OHF-333 armut çeşitlerinde düşük yoğunlukta popülasyon oluşturmuştur. Kök lezyon nematodu, OHF-333 armut anacında daha fazla popülasyon oluşturmasına karşılık, nematodun toprak popülasyonu, kök popülasyonu, lezyon nematodunun toplam

sonuç popülasyonu gibi değerlendirilen parametreler açısından her iki armut anacı arasında önemli bir istatistiksel farklılık bulunmamıştır ($P < 0,05$). Üreme oranları birinci yılda OHF-333 anacında 1, Quince A anacında ise 1'den daha düşük bulunmuştur. İkinci yıl yapılan çalışmada, her iki anaçta da lezyon nematodunun üreme oranları birbirine yakın ve 1'in altında meydana gelmiştir.

***Pratylenchus crenatus*, *P. neglectus* ve *P. thornei* türlerinin farklı meyve anaçlarında konukçu reaksiyonları**

Pratylenchus crenatus, *P. thornei* ve *P. neglectus* türlerine karşı elma, kiraz, şeftali ve armut anaçlarının dayanıklı reaksiyon gösterdikleri ve uygun konukçu olmadıkları görülmüştür (Çizelge 5). Her üç lezyon nematodu türü, denemeye alınan farklı anaçların yetiştirildiği saksı topraklarında ve bitki köklerinde çok düşük yoğunluklarda analiz edilmiştir. Birinci yıl yapılan çalışma sonucunda bu türlerin farklı meyve anaçlarında üreme oranları çok düşük düzeylerde belirlenmiştir (Çizelge 5).

Pratylenchus penetrans'in farklı meyve anaçlarında konukçu reaksiyonları üzerine çalışmaya rastlanılmamıştır. Denemeye alınan elma anaçları *P. penetrans*'a karşı yüksek oranda duyarlı reaksiyon göstermişlerdir. En fazla popülasyon yoğunluğu ve üreme oranı MM-111 anacında görülmüştür. MM-106 anacında ise daha düşük üreme oranı tespit edilmiştir. Çalışmada *P. penetrans*'in en düşük yoğunluk oluşturduğu MM-106 elma anacında bile Jaffee et al. (1982) ve Dickerson et al. (2000) tarafından belirtilen ekonomik zarar seviyelerinin çok üzerindeki yoğunluklarda popülasyon oluşturmuştur. Aynı şekilde, Santa & Wilson (1990) M-7 Elma anacında *P. penetrans*'in önemli zarar yaptığını bildirmişlerdir. Fernandez et al. (1992) Meyve anaçlarında bir diğer önemli lezyon nematodu türü olan *P. vulnus*'un Emla-26 elma ve OHF-333 armut anaçlarında kortikal parankima dokularında çok sayıda kolonize olduğunu ve köklerde büyük zarar meydana getirdiğini bildirmektedirler. Pinochet et al., (1992) *P. vulnus*'un M-9 ve MM-106 elma çeşitlerinde üreme oranlarını 1,5'in üzerinde tespit etmişlerdir. Farklı bölgelerden alınan nematod popülasyonları arasında patojenite farklılıkları görülebilmektedir. Testlemelerde kullanılan *P. penetrans* Eğirdir izolatinin elma anaçlarının tümünde yüksek düzeyde patojeniteye sahip olduğu tespit edilmiştir. Pinochet et al. (1993) *Pratylenchus vulnus*'un Amerika ve Fransa izolatlarının EM-26 elma anacının gelişimine önemli bir etkisinin olmadığını, ancak İspanya ve Arjantin'den alınan izolatların EM-26 çeşidinin gelişimini etkilediğini bildirmektedirler. Leinfelder & Mervin (2006) M-26, M-7, G-16, CG-6210 ve CG-30 elma anaçları ile yaptıkları çalışmada CG-6210 ve CG-30 anaçlarının gelişme geriliğine karşı daha dayanıklı olduklarını ve dikim öncesi toprak uygulamalarında diğer çeşitlere göre daha iyi sonuçlar alındığını belirtmektedirler.

Melakeberhan et al. (1994) 5 farklı kiraz anaçları ile yaptıkları çalışmada *P. penetrans* popülasyonunun izlenmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Pinochet et al. (1992) *P. vulnus*'un üreme oranlarını Santa Lucia 64, Gamil, MxM 14, Mastro de Montana Vişne / kiraz anaçlarında 1,5'tan büyük bulmuşlardır. *Pratylenchus penetrans* Eğirdir izolatu ile yaptığımız konukçu reaksiyonu denemelerinde ise SL-64, Maxma-14 ve Gisela-5 Kiraz anaçlarında üreme oranlarının her iki yılda da 1'in altında olduğu görülmüştür. Özellikle kiraz ağaçları toprak kökenli biyotik ve abiyotik faktörlere karşı çok hassas reaksiyonlar gösterebilmektedir. Yaptığımız çalışmada kiraz anaçlarında *P. penetrans* düşük yoğunlukta bulunmuş olsa da, lezyon nematodlarından *P. penetrans* ve *P. vulnus* türlerine kiraz yetiştiriciliği yapılacak alanlarda dikkat edilmesi önem taşımaktadır.

Şeftali anaçlarından dünyada yaygın olarak kullanılan Lovell, Halford, Nemaguard, Bailey ve Gaurdian *P. penetrans*'a karşı tolerant / orta düzeyde dayanıklı reaksiyon gösterirken, Nemaguard, GN ve GF 677 duyarlı reaksiyon gösterdikleri belirtilmektedir (Reighard & Loreti, 2008). *Pratylenchus penetrans*'in Eğirdir izolatu ile yaptığımız çalışmada Nemaguard, GN ve Myrabolon 29 C anaçlarında üreme oranı 1'in çok altında bulunmuş, dayanıklı reaksiyon görülmüştür. Denemeye alınan GF-677 çeşidinde ise üreme oranı 1'in üzerinde bulunmuş ve duyarlı konukçu reaksiyonu görülmüştür. Olthof et al. (1989) doğa koşullarında yaptıkları çalışmada Bailey ve Harrow Blood şeftali anaçlarının

P. penetrans'a karşı tolerant reaksiyon gösterdiklerini bildirmektedirler. Pinochet et al. (1992) şeftalide anaç olma potansiyeli olan Badem (Desmayo rojo, 1143), Şeftali (Montclar, GF-305), ve Erik (San julian 655-2, Montizo, Pixy, Myrobalan 605) anaçlarında *P. vulnus*'un üreme oranlarını 1,5'tan büyük bulmuşlardır. Aynı çalışmada şeftali anacı Nema-guard'ta ise üreme oranını 1 ile 1,5 arasında tespit etmişlerdir. Nyczepir & Pinochet (2001) *Pratylenchus vulnus*'un 2 izolatına karşı Guardian, Lovell ve Nema-guard şeftali anaçlarının hassas olduklarını ve her iki izolatin anaçların gelişimlerinde farklı etkileri olduğunu tespit etmişlerdir. Farklı coğrafyalarda bulunan popülasyonların konukçu bitkilerde zarar yapma potansiyellerinde farklılıklar görülebilmektedir. Andres et al. (2000) izoenzim markörler kullanarak farklı coğrafi bölgelerde lezyon nematodlarının inter ve intraspesifik farklılıklarını tespit etmişler ve çalışmada en az tür içi varyasyonun *P. penetrans* grubunda bulunduğunu bildirmişlerdir. France & Brodie (1996) farklı coğrafi bölgelerden toplanılan 10 *P. penetrans* popülasyonunu dayanıklı patates çeşitleri ile biyolojik olarak testlemiş ve 4 farklı tür içi varyasyon gösteren popülasyon tespit etmişlerdir.

Türkiye'de en yaygın kullanılan armut anaçları OHF-333 ve Quince-A anaçlarıdır. Çalışmamızda bu anaçlarda *P. penetrans*'ın üreme oranları 1'e yakın bulunmuş ve orta derecede dayanıklı reaksiyon göstermişlerdir. Pinochet et. al. (1992) *P. vulnus*'un Armut (OHF-333) anacında üreme oranını 1,5'ten fazla meydana geldiğini bildirmektedirler.

Pratylenchus neglectus, *P. thornei* ve *P. crenatus* ile yapılan testlemelerde nematodların popülasyonlarında önemli azalmalar meydana gelmiş, bitki köklerinde çok düşük yoğunluklarda bulunmuşlardır. Ancak, Siddiqui et al. (1973) *P. neglectus* ve Norton et al. (1984) *P. crenatus*'un yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarında beslendiklerini, özellikle fidan döneminde önemli olabileceklerini belirtmektedirler. Barker & Clayton (1973) ve Kepenekçi (2001) Şeftali bahçelerinde lezyon nematodu türlerinden *P. crenatus*'u bildirilmektedirler. Testleme çalışmalarında kullanılan *P. thornei*, *P. neglectus* ve *P. crenatus* türleri meyve alanlarında yapılan sörvey sonucu elde edilen örneklerden izole edilerek kullanılan popülasyonlardır. Denemelerde testlemeler meyve anaçlarının fidanları ile yapılmış ve denemeye alınan anaçların bu türlerin iyi konukçusu olmadıkları görülmüştür. Meyve bahçelerinde bu türlerin yüksek popülasyon yoğunluklarında bulunması bahçelerde yabancıot olarak bulunan bazı monokotiledon bitkiler veya bahçe içerisinde ara bitki olarak yetiştiriciliği yapılan patates vb. bitkilerden kaynaklandığını düşündürmektedir. Monokotiledon bitkilerin *P. thornei* ve *P. neglectus* türlerine iyi konukçuluk ettikleri bildirilmektedir (Nicol et al., 2003; Smiley et al., 2004; Smiley et al., 2005a; Smiley et al., 2005b). *Pratylenchus crenatus*'un ise monokotiledon bitkiler ve patatestes beslendiği bildirilmektedir (Wheeler et al., 1994; Bowers et al., 1996).

Sonuç olarak; Çalışmada kullanılan anaçların denemelerde kullanılan *P. penetrans* izolatına karşı konukçu reaksiyonlarında literatür bilgileri ile farklılıklar olduğu görülmüştür. Bu bağlamda, anaç çeşidi seçiminde bölgesel lezyon nematodu popülasyonlarının dikkate alınması önem taşımaktadır. Isparta'da Eğirdir – Gelendost Bölgeleri Türkiye'de elma yetiştiriciliğinin % 20'sini karşılamaktadır. Bu bölgeden alınan *P. penetrans* izolatu özellikle elma anaçlarında çok yüksek popülasyonlar oluşturmuş ve bu anaçlar yüksek duyarlılık göstermişlerdir. *Pratylenchus penetrans*'ın bulaşık olduğu bölgelerde M-9, MM-106 ve MM-111 anaçlarının yetiştirilmesinin ekonomik olarak büyük problemler oluşturacağı düşünülmektedir. Bu nedenle ülkemizde kullanılan diğer klon elma anaçlarının ve klasik elma anaçlarının *P. penetrans* ile testleme çalışmalarının yapılması ve konukçu reaksiyonlarının belirlenmesi elma yetiştiriciliği açısından büyük önem taşımaktadır. Kiraz ve armut anaçlarında *P. penetrans* Eğirdir izolatının üreme oranı düşük bulunmuştur. Bu nedenle kiraz ve armut yetiştiriciliğinde *P. penetrans*'ın ekonomik olarak önemli bir tehdit oluşturmayacağı, bulaşık olduğu bölgelerde popülasyonlarının izlenmesi gerektiği düşünülmektedir. Denemeye alınan Şeftali anaçlarından GF-677 anacı *P. penetrans* Eğirdir izolatına karşı orta derecede duyarlı bir reaksiyon göstermiştir. Şeftali anaçlarında GF-677 son yıllarda yaygın kullanılan anaçlardan birisidir. *P. penetrans* bulaşıklığı olan yerlerde bu anacın kullanılmasının ekonomik olarak problem oluşturabileceği, özellikle toprak kökenli patojenler açısından da düşünülecek olursa önemli verim kayıplarının meydana gelebileceği söylenebilir. *Pratylenchus thornei*, *P. neglectus* ve *P. crenatus*

türlerinin denemeye alınan meyve anaçlarında populasyon oluşturmadıkları tespit edilmiştir. Bu nedenle meyve yetiştiriciliği açısından önemli türler olmadıkları düşünülmektedir.

Çizelge 5. *Pratylenchus crenatus*, *P. thornei* ve *P. neglectus*'un yaygın kullanılan elma, kiraz, şeftali ve armut anaçlarında konukçu reaksiyonları

<i>Pratylenchus crenatus</i>					
Meyve anaçları	Pi	<i>P. crenatus</i> / 100 g toprak	<i>P. crenatus</i> / 1 Saksı	Pf Toplam <i>P. crenatus</i>	Ro***
Elma anaçları					
M-9	888,6±48,0 A*	0,0±0,0 A	0,0±0,0 A	0,0±0,0 A	0,0 A
MM-106	863,3±62,9 A	3,3±3,3 A	0,0±0,0 A	3,3±3,3 A	0,0 A
MM-111	923,3±64,0 A	0,0±0,0 A	0,0±0,0 A	0,0±0,0 A	0,0 A
Kiraz anaçları					
SL-64	811,4±43,8 A	0,0±0,0 A	8,6±6,0 A	11,4±7,4 A	0,01±0,01 A
Maxma-14	937,1±76,2 A	2,9±2,9 A	5,7±3,7 A	8,6±6,0 A	0,01±0,01 A
Gisela-5	893,3±51,3 A	0,0±0,0 A	10,0±6,8 A	13,3±9,9 A	0,02±0,01 A
Şeftali anaçları					
Nemaguard	888,5±41,4 A	51,4±15,1 A	5,7±3,6 A	57,2±17,6 A	0,19±0,13 A
GF-677	873,3±90,5 A	26,6±15,2 A	10,0±6,8 A	36,6±18,9 A	0,05±0,06 A
GN	896,0±64,3 A	24,0±16,0 A	40,0±12,6 A	64,0±25,6 A	0,07±0,02 A
MP	828,0±40,3 A	56,0±24,8 A	20,0 ±8,9 A	76,0±29,3 A	0,09±0,08 A
Armut anaçları**					
Quince-A	843,3±46,0 A	16,6±9,6 A	3,3±3,3 A	20,0±8,9 A	0,02±0,1 A
OHF-333	950,0±53,6 A	23,3±13,01 A	10,0±4,5 A	33,3±15,2 A	0,03±0,01 A
<i>Pratylenchus thornei</i>					
Meyve anaçları	Pi	<i>P. thornei</i> / 100 g toprak	<i>P. thornei</i> / 1 Saksı	Pf Toplam <i>P. thornei</i>	Ro***
Elma anaçları					
M-9	876,7±56,7 A*	23,3±13,1 A	16,7±6,2 A	40,0±12,7 A	0,05±0,02 A
MM-106	866,7±43,1 A	26,7±14,3 A	10,0±6,8 A	23,3±15,0 A	0,03±0,02 A
MM-111	903,3±51,8 A	26,7±16,1 A	6,7±4,2 A	33,3±18,4 A	0,04±0,02 A
Kiraz anaçları					
SL-64	850,0±72,4 A	56,7±27,5 A	20,0±10,3 A	76,7±35,6 A	0,08±0,04 A
Maxma-14	896,0±49,2 A	12,0±8,0 A	0,0±0,0 A	12,0±8,0 A	0,01±0,01 A
Gisela-5	844,0±56,4 A	8,0±4,9 A	0,0±0,0 A	8,0±8,0 A	0,01±0,01 A
Şeftali anaçları					
Nemaguard	800,0±52,9 A	12,0±8,0 A	8,0±4,9 A	20,0±11,0 A	0,02±0,02 A
GN	764,0±69,4 A	12,0±12,0 A	4,0±4,0 A	16,0±11,7 A	0,02±0,01 A
GF-677	976,0±84,7 A	32,0±16,3 A	16,0±7,5 A	48,0±10,2 A	0,05±0,01 A
Armut anaçları**					
Quince-A	852,0±68,9 A	52,0±21,5 A	12,0±8,0 A	64,0±19,4 A	0,08±0,03 A
OHF-333	832,0±72,3 A	24,0±11,7 A	28,0±15,0 A	52,0±21,5 A	0,06±0,02 A
<i>Pratylenchus neglectus</i>					
Meyve anaçları	Pi	<i>P. neglectus</i> / 100 g toprak	<i>P. neglectus</i> / 1 Saksı	Pf Toplam <i>P. neglectus</i>	Ro***
Elma anaçları					
M-9	903,3±64,0 A*	20,0±10,3 A	10,0±6,8 A	30,0±13,4 A	0,03±0,02 A
MM-106	903,3±48,3 A	26,7±15,2 A	6,7±4,2 A	33,3±17,6 A	0,03±0,02 A
MM-111	900,0±54,4 A	10,0±6,8 A	3,3±3,3 A	13,3±9,9 A	0,02±0,01 A
Kiraz anaçları					
SL-64	810,0±38,9 A	13,3±8,4 A	13,3±9,9 A	26,7±9,9 A	0,03±0,01 A
Maxma-14	916,0±34,3 A	32,0±16,3 A	4,0±4,0 A	36,0±19,4 A	0,04±0,02 A
Gisela-5	948,0±99,3 A	8,0±4,9 A	0,0±0,0 A	8,0±8,0 A	0,01±0,01 A
Şeftali anaçları					
Nemaguard	712,0±45,0 A	12,0±8,0 A	12,0±8,0 A	24,0±11,7 A	0,04±0,02 A
GN	756,0±39,7 A	4,0±4,0 A	4,0±4,0 A	8,0±8,0 A	0,01±0,01 A
GF-677	848,0±55,7 A	16,0±11,7 A	20,0±8,9 A	36,0±19,4 A	0,2±0,2 A
Armut anaçları**					
Quince-A	744,0±75,2 A	24,0±11,7 A	4,0±4,0 A	28,0±13,6 A	0,04±0,02 A
OHF-333	884,0±71,7 A	16,0±7,5 A	4,0±4,0 A	20,0±11,0 A	0,02±0,01 A

* Elma, kiraz ve şeftali anaçları değerlendirmesinde aynı sütündeki harflendirme parametreler arasında Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi'ne göre $P < 0.05$ önem seviyesinde istatistiksel farklılıkları göstermektedir.

** Armut çeşitlerinde aynı sütündeki harflendirme parametreler arasında t testi'ne göre $P < 0.05$ önem seviyesinde istatistiksel farklılıkları göstermektedir.

*** Ro (Üreme oranı) = Pf (toprak+kök Sonuç populasyonu) / Pi (Başlangıç populasyonu).

Teşekkür

Çalışma TÜBİTAK – TOVAG 108 O 093 no'lu proje kapsamında finansal olarak desteklenmiştir. Ayrıca Eğirdir Meyvecilik Araştırma İstasyonu, Elma Tarım San. ve Tic. Ltd.Şti. (Isparta) ve MASTERPLANT Fide Üretimi ve Tarım Ürünleri Pazarlama A.Ş.(Bursa)'ne çalışmaya anaç materyal katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

Yararlanılan Kaynaklar

- Andres, M.F., J. Pinochet, A. Hernandez & A. Delibes, 2000. Detection and analysis of inter-and intraspecific diversity of *Pratylenchus* spp. using isozyme markers. *Plant Pathology*, 49: 640-649.
- Anonymous, 2008. Bitkisel üretim istatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara, Türkiye. (Web sayfası: <http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>) (Erişim tarihi: Aralık, 2012).
- Barker, K.R. & C.N. Clayton, 1973. Nematodes attacking cultivars of peach in North Carolina. *Journal of Nematology*, 5: 265-271.
- Bowers, J. H., S. T. Nameth, R. M. Riedel, & R. C. Rowe, 1996. Infection and colonization of potato roots by *Verticillium dahliae* as affected by *Pratylenchus penetrans* and *P. crenatus*. *Phytopathology*, 86: 614-621
- Castillo, P., J. L. Trapero-Casas & R. M. Jimenez-Diaz, 1995. Effect of time, temperature, and inoculum density on reproduction of *Pratylenchus thornei* in carrot disk culture. *Journal of Nematology*, 27: 120-124.
- Dickerson, O. J., J. H. Blake & S. A. Lewis, 2000. Nematode Guidelines for South Carolina. Clemson University Cooperating with US. Department of Agriculture, Extension Service Circ. 703, South Carolina, 36 pp.
- Dullahide, S. R., G. R. Stirling, A. Nikulin & A. M. Stirling, 1994. The role of nematodes, fungi, bacteria, and abiotic factors in the etiology of apple replant problem in the granite belt of Queensland. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 34 (8): 1177-1182.
- Evlince, E. & M. E. Ökten, 2007. "Ankara ili armut (*Pyrus communis* L.) bahçelerindeki Tylenechida (Nematoda) türleri üzerine taksonomik araştırmalar". Türkiye II. Bitki Koruma Kongresi (27-29 Ağustos 2007, Isparta) Bildirileri, 254 s.
- Fernandez, C., J. Pinochet & R. Dolcet, 1992. Host-parasite relationship of *Pratylenchus vulnus* on apple and pear rootstocks. *Nematropica*, 22 (2): 227-236.
- Ferris, H. & J. W. Noling, 1987. "Analysis and Prediction as a Basis for Management Decisions, 49-81". In: Principles and Practice of Nematode Control in Crops. (Ed. R.H., Brown). Academic Pres, Sydney, New York, London, Montreal, 447 pp.
- France, R. A & B. B. Brodie, 1996. Characterization of *Pratylenchus penetrans* from ten geographically isolated populations based on their reaction on potato. *Journal of Nematology*, 28 (4): 520-526.
- Jaffee, B. A. & W. F. Mai, 1979a. Growth reduction of apple seedlings by *Pratylenchus penetrans* as influenced by seedling and age at inoculation. *Journal of Nematology*, 11(2): 163-165.
- Jaffee, B. A. & W. F. Mai, 1979b. Effect of soil Water potential on growth of apple trees infected with *Pratylenchus penetrans*. *Journal of Nematology*, 11 (2): 165-168.
- Jaffee B. A., G. Abawi & W. Mai, 1982. Role of soil microflora and *Pratylenchus penetrans* in an apple replant disease. *Phytopathology*, 72: 247-251.
- Kepenekçi, I., 2001. Plant parasitic nematodes of Tylenechida (Nematoda) associated with stone fruits (Apricots and Peaches) in Southern Turkey. *Pakistan Journal of Nematology*, 19: 49-61.
- Kepenekçi, İ., G. Öztürk & H. C. Akgül, 2001. "Karadeniz ve Akdeniz Bölgeleri'ndeki erik (*Prunus domestica* L.) bahçelerinde saptanan Tylenechida (Nematoda) takımına ait bitki paraziti nematodlar, 509-518". Türkiye I. Sert Çekirdekli Meyveler Sempozyumu (25-28 Eylül 2001, Yalova) Bildirileri, 610 s.
- Leinfelder, M. M. & I. A. Merwin, 2006. Rootstock selection, preplant soil treatments, and tree planting positions as factors in managing apple replant disease. *Hortscience*, 41(2): 394-401.
- Melakeberhan, H., G.W. Bird & R. Perry. Plant-parasitic nematodes associated with cherry rootstocks in Michigan. *Supplement Journal of Nematology*, 26(S): 767-772.

- Nicol, J. M., R. Rivoal, S. Taylor & M. Zaharieva, 2003. Global importance of cyst (*Heterodera* spp.) and lesion nematodes (*Pratylenchus* spp.) on cereals: Yield loss, population Dynamics, use of host resistance and integration of molecular tools. *Nematology Monographs and Perspectives*, 2: 1-19.
- Norton, D. C., P. I. Donald, J. Kimpinski, R. Myers, G. Noel, E. M. Noffsinger, R. T. Robbins, D. P. Schmitt, C. Sosa-Moss & T. C. Vrain, 1984. Distribution of Plant Parasitic Nematode species in North America. Society of Nematologists.
- Nyczepir, A. P. & J.M. Halbrecht, 1993. "Nematode Pests of Deciduous Fruit and Nut Trees, 381-425". In: *Plant Parasitic Nematodes in Temperate Agriculture* (Eds. K.R., Evans, D.L. Trudgill & J.M. Webster). Oxon, UK: CAP International, 648 pp.
- Nyczepir, A. P. & J. Pinochet, 2001. Assessment of guardian peach rootstock for resistance to two isolates of *Pratylenchus vulnus*. *Journal of Nematology*, 33: 302-305.
- Olthof, Th. H. A., P. W. Johnson & J. W. Potter. Establishment of a redhaven peach orchard with *Pratylenchus penetrans* infested and noninfested rootstocks in a fumigated and nonfumigated Niagara soils. *Canadian Journal of Plant Science*, 69: 285-295.
- Pinochet, J., S. Verdejo, A. Soler & J. Canals, 1992. Host range of a population of *Pratylenchus vulnus* in commercial fruit, nut, citrus, and grape rootstocks in Spain. *Journal of Nematology*, 24(4S): 693-698.
- Pinochet, J., C. Fernandez, D. Esmenjaud & M. Doucet, 1993. Effects of six *Pratylenchus vulnus* isolates on the growth of peach-almond hybrid and apple rootstocks. *Journal of Nematology*, 25:843-848.
- Reighard, G. L. & F. Loreti, 2008. "Rootstock Development, 193-221." In: *The Peach: Botany, Production and Uses* (Eds. D. R. Layne & D. Bassi). Wallingford, UK. CAB International, pp. 632.
- Santo, G. S. & J. H. Wilson, 1990. Effect of fenamiphos on *Pratylenchus penetrans* and growth of apple. *Supplement to the Journal of Nematology*, 22(4): 779-782.
- Siddiqui, I. A., S. A. Sher & A. M. French, 1973. Distribution of Plant Parasitic Nematodes in California. State of California Department of Food and Agriculture, Division of Plant Industry. Sacramento, California, 324 pp.
- Smiley, R. W., K. Merrifield, L. M. Patterson, R. G. Whittaker, J. A. Gourlie & S. A. Easley, 2004. Nematodes in dryland field crops in the semiarid Pacific Northwest USA. *Journal of Nematology*, 36: 54-68.
- Smiley, R. W., R. G. Whittaker, J. A. Gourlie & S. A. Easley, 2005a. *Pratylenchus thornei* associated with reduced wheat yield in Oregon. *Journal of Nematology*, 37: 45-54.
- Smiley, R. W., R. G. Whittaker, J. A. Gourlie & S. A. Easley, 2005b. Suppression of wheat growth and yield by *Pratylenchus neglectus* in the Pacific Northwest. *Plant Disease*, 89: 958-968.
- Söğüt, M. A. & Z. Devran, 2011. Distribution and molecular identification of root lesion nematodes in temperate fruit orchards of Turkey. *Nematropica*, 41(1): 91-99.
- Tülek, A., İ., Kepenekçi, S. Çobanoğlu, H. Hekimhan, Z. Devran, B. Melik & İ. H. Elekcioğlu, 2009. A new multiplication method of rice white tip nematode (*Aphelenchoides besseyi* Christie, Aphelenchida: Aphelenchoididae), on carrot discs. *Russian Journal of Nematology*, 17:135-136.
- Utkhede, R. S., E. M. Smith & R. Palmer, 1992. Effect of root fungi and root-lesion nematodes on the growth of young apple trees grown in apple replant disease soil. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, 99(4): 414-419.
- Verdejo-Lucas, S. & J. Pinochet, 1992. Population densities of five migratory endoparasitic nematodes in carrot disk culture. *Journal of Nematology*, 24: 96-98.
- Wheeler, T. A. L. V. Madden, R. M. Riedel & R. C. Rowe, 1994. Distribution and yield-loss relations of *Verticillium dahliae*, *Pratylenchus penetrans*, and *P. scribneri*, *P. crenatus*, and *Meloidogyne hapla* in commercial potato fields. *Phytopathology*, 84: 866-872.
- Zuckerman, B. M., W. F. Mai & M. B. Harrison, 1985. *Plant Nematology Laboratory Manual*. The University of Massachusetts Agricultural Experiment Station Amherst, Massachusetts 01003, 212 pp.