



***Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood ve *Meloidogyne hapla* (Chitwood, 1949) (Nemata: Meloidogynidae) Yumurtalarının Açılmasına Farklı Uygulamaların Etkisi ve İkinci Dönem Larvalarının Beslenmeden Yaşayabilme Süreleri**

Halil TOKTAY^{a*}, Refik BOZBUĞA^b, Mustafa İMREN^c, Ece Börteçine KASAPOĞLU^d, İbrahim Halil ELEKCİOĞLU^d

^aNiğde Üniversitesi Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Niğde

^bBiyolojik Mücadele Araştırma İstasyonu Müdürlüğü, Yüreğir, Adana.

^cAbant İzzet Baysal Üniversitesi Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Gölköy 14280, Bolu.

^dÇukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Sarıçam, Adana.

*Sorumlu yazar: toktay@yahoo.com

Geliş Tarihi: 08.09.2014

Düzeltilme Geliş Tarihi: 24.09.2014

Kabul Tarihi: 26.09.2014

Özet

Kültür bitkilerinin obligat parazitleri olan Kök-ur nematodlarının yumurtalarından ikinci dönem larvaları (J₂) çıktıktan sonra konukçu bitki kökü bulamayanlar belirli bir süre sonunda ölmektedirler. Yumurtadan çıkan larvaların beslenme olmaksızın yaşam sürelerinin bilinmesi nematodun patojenitesi açısından önem arz etmektedir. Bu çalışmada, kök-ur nematodu ikinci dönem larvalarının beslenme olmaksızın canlılıklarını sürdürmesi ve yumurtadan çıkışlarına farklı uygulamaların etkileri araştırılmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında *Meloidogyne incognita* ve *M. hapla* türlerine ait larvaların beslenme olmaksızın yaşam sürelerini ortaya çıkarılmıştır. *M. incognita* ve *M. hapla* ikinci dönem larvalarının canlılık oranı mikroskop altında sayım yapılarak belirlenmiştir. Yaşam süresinin belirlenmesi amacıyla elde edilen nematodlar 108 gün süresince +4°C bekletilmiştir. Bu çalışmada, *M. hapla* 50. güne kadar %71'e yakın oranda canlılığını korumuş olup %6,5'i 101. güne kadar canlılığını koruyabilmiştir. *M. hapla* larvaları 108'inci günde tamamen ölmüştür. *M. incognita*'nın en uzun hayatta kalma süresi 66. güne kadar tespit edilmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında, *M. incognita*'nın yumurtalarından larva çıkışına laboratuvar koşullarında, çeşme suyu ve Hidrojen peroksit (H₂O₂)'in 3 farklı (%1, %2, %3) dozunun 5 farklı sıcaklıktaki (oda sıcaklığı 16-22°C, 20°C, 25°C, 30°C, 35°C) etkileri araştırılmıştır. En yüksek yumurtadan larva çıkışı 30°C çeşme suyu uygulamasından ve en düşük larva sayısı ise H₂O₂ uygulamalarından saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Nematod, In-vitro, *Meloidogyne*, Sebze, Larva Çıkışı, H₂O₂

The Effect of Different Applications on Hatching of *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) and *Meloidogyne hapla* (Chitwood, 1949) (Nemata: Meloidogynidae) and Survivability of Second Stage Juveniles without Feeding

Abstract

The second stage juveniles (J₂) of Root-knot nematode infect plant roots and feed on the inside roots as obligate parasites. After hatching, in case of inability to find plant roots, they die within a limited period. It is important to know the viability of second stage juveniles without feeding regarding their pathogenicity. In this study, the survivability of the second stage juveniles of root knot nematodes without feeding and the effect of different applications on hatching were investigated. In the first part of the study, the survival rate of *Meloidogyne incognita* and *M. hapla* second stage juveniles without feeding was determined. The survivability of *M. incognita* and *M. hapla* juveniles at differing time periods were determined by counting under the microscope. Juveniles were placed in a cold room in order to determine survival rate for 108 days at +4°C. The 50% of *M. hapla* lived until 71th day and 6,5% lived until 101st day in the cold room conditions. *M. hapla* juveniles entirely died on 108th day. The longest survivability of *M. incognita* juveniles was found on 66th day. In

the second part of the study, the effect of tap water, hydrogen peroxide (H₂O₂) 3 different (1%, 2%, 3%) doses with 5 different temperatures (room temperature 16-22°C, 20°C, 25°C, 30°C, 35°C) applications were investigated on *M. incognita* egg mass hatching in laboratory conditions. The highest hatching rate was found from tap water at 30°C application and the least number of larvae hatching was determined on H₂O₂ applications.

Keywords: Nematodes, *In-vitro*, *Meloidogyne*, Vegetable, Hatching, H₂O₂

Giriş

Kültür bitkilerinde 100 milyar Euro değerinde ürün kaybına neden olan bitki paraziti nematodlar içerisinde Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) en önemli grubu oluşturmaktadır (Abad ve Opperman, 2009; Moens ve ark., 2009). Dünya genelinde Kök-ur nematodlarının 100'den fazla türünün olduğu, bunlar arasından da *M. incognita*, *M. arenaria*, *M. javanica* ve *M. hapla*'nın en yaygın türleri oluşturduğu bildirilmektedir (Sasser ve ark, 1983; Hunt ve Handoo, 2009). Türkiye'de ise bugüne kadar yapılan çalışmalarda 7 Kök-ur nematodu türü saptanmıştır (Yüksel, 1974; Enneli, 1980; Ağdacı, 1978; Elekçioğlu ve ark., 1994; Devran ve ark., 2002; Özarslandan, 2009).

Kök-ur nematodları kültür bitkilerinde meydana getirdikleri verim kayıplarının yanı sıra birçok ülkenin dış karantina listesinde bulunmasından dolayı, dünya genelinde ithalat ve ihracatı olumsuz yönde etkilemektedir (Moens ve ark., 2009). Kök-ur nematodları hem tek, hem de çift çenekli bitki türlerinin köklerinde gelişip çoğalarak zarar verebilmektedir. Bununla birlikte *M. hapla* ve *M. incognita*'nın çoğunlukla çift çenekli bitki türlerinde zarar meydana getirdiği bildirilmektedir (Karszen ve Moens, 2006). Nematodun ikinci dönem larvaları (J₂) salgıladıkları enzimler yardımıyla bitkinin kök ucundan bitkiye giriş yaparlar ve kök hücreleri arasında hareket ederek uygun beslenme ortamı bulduklarında çok çekirdekli dev (giant) hücrelerin oluşmasına neden olmaktadır. Bitki köklerine yerleşerek gelişmeleri sonucunda köklerde urlanmalara neden olup bitkinin besin alımını engellemektedirler.

Kök-ur nematodlarına karşı en uygun mücadele yöntemini belirleyebilmek için nematodun yaşam döngüsü ve fizyolojisinin iyi bilinmesi gerekmektedir. Kök-ur nematodlarına karşı dayanıklılık çalışmalarında, *in-vitro* koşullarda en uygun kitle üretim yöntemlerinin kullanılabilmesi için ikinci dönem larvaların yumurtadan çıkışında halen en etkili ve uygulanabilir bir metot geliştirilememiştir. Hooper (1986); Khan ve Reddy (1999), nematodların elde edilmesinde larva çıkışlarını teşvik amacıyla Hidrojen peroksit (H₂O₂) önerirken, Spaul ve Braithwaite (1979), bu uygulamanın nematod yumurtalarından larva çıkışını teşvik etmediğini, Gustin ve ark. (2002), ise ölümlere neden olduğunu

bildirmektedirler. Çalışmanın birinci bölümünde, Kök-ur nematodu, *M. incognita* yumurtalarından larva çıkışına çeşme suyu, hidrojen peroksit (H₂O₂)'in farklı dozları ile 5 farklı sıcaklık uygulamasının etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Kök-ur nematodunun dışı bireyleri kökte yerleşik olarak yaşamalarına rağmen, yaşam döngüsündeki aktif dönemini ikinci larva dönemi bireyleri oluşturmaktadır. Larvaların yumurtadan çıkışına su ve sıcaklığın (Karszen ve Moens, 2006) yanı sıra, bitki kök salgılarının etkisinin de olduğu bildirilmektedir (Wasemael ve ark., 2006). Bu nedenle Kök-ur nematodunun mücadelesinde ikinci dönem larvaların yaşam sürelerinin belirlenmesi oldukça önemlidir. Bir organizmanın biyolojik ve fizyolojik zorluklara verdiği tepki hayatta kalma stratejisi olarak bilinmekte olup (Wharton, 2004), bitki paraziti nematodların yaşam süreleri genellikle enerji kaynaklarına özellikle de yağ oranına bağlı olduğu bilinmektedir (Wright ve Perry, 2006). Nitekim, *M. javanica*'nın infektivitesi ile yağ rezervleri arasında çok yakın bir ilişki olduğu, yağ rezervi azaldıkça infektivite oranının düştüğü belirtilmektedir (Van Gundy ve ark., 1967). Bu çalışmanın ikinci bölümünde, Kök-ur nematodları; *M. hapla* ve *M. incognita*'nın ikinci dönem larvalarının laboratuvar koşullarında beslenme olmaksızın yaşam sürelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Çalışmanın ana materyalini *M. incognita* ve *M. hapla* larvaları oluştururken, hidrojen Peroksit (H₂O₂) ve diğer laboratuvar malzemeleri *in-vitro* çalışmalarda kullanılmıştır.

Metot

M. incognita yumurtalarından ikinci dönem larva (J₂) çıkışına farklı uygulamaların etkinliklerinin belirlenmesi

M. incognita yumurtalarından larva çıkışına farklı uygulamaların etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada, *M. incognita*'nın saf kültürünün elde edilmesi ve çoğaltılması amacıyla daha önceden saksılara (10 cm) şaşırtılarak yetiştirilen domates bitkisi yaklaşık 15 cm boyuna ulaştığında *M. incognita*'nın bir adet yumurta paketi infeksiyon için bitkinin kök bölgesine

bulaştırılmıştır. Kök-ur nematodlarının bir gelişme dönemini sıcaklığa ve kültür bitkisine bağlı olarak 4-8 hafta arasında tamamlamaları (Netscher ve Sikora, 1990) nedeni ile nematod ile bulaşık bitkiler en az 8 hafta, 20 °C günlük 16 saat aydınlatmalı odada bekletildikten sonra sökülmüş ve bitki köklerinden yumurta paketleri stereoskopik binoküler altında çıkarılmıştır.

Farklı uygulamaların nematodun yumurtadan çıkışına etkisini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada, sökülen bitki köklerinden elde edilen yumurta paketleri 20'şerli gruplar halinde Petri kaplarına (12 cm) yerleştirilmiştir. Petri kapları içindeki suya larva çıkışı için gerekli oksijeni sağlamak amacıyla %1, %2, %3 oranlarında H₂O₂ ilave edilmiş ve farklı sıcaklık ortamlarındaki sıcaklıklarda (oda sıcaklığı 16-22, 20, 25, 30, 35°C) tutulmuştur (Çizelge 1). H₂O₂'nin %1-3'lük dozu Baerman huni yöntemiyle topraktan nematodların elde edilmesi yönteminde önerildiğinden (Southey,

1985) bu oranlar denemeye alınmıştır. Uygulama yapılmayan çeşme suyu da kontrol konusu olmuştur. Petri kapları yumurtalardan larva çıkışı için 1 hafta süre ile oda sıcaklığı (16-22°C), 20, 25, 30, 35°C sıcaklıklarda bekletilmiştir (Çizelge 1). Bu süre sonunda Petrilerdeki larvaların içinde bulunduğu su önce 100 ml'lik tüplerde 16 saat bekletildikten sonra üstteki su kısmı atılarak kalan kısım 15 ml'lik tüplere (falcon) alınmıştır. 15 ml'lik tüplerden 1 ml alınarak, ikinci dönem larvalar ışık mikroskopunda sayılmıştır. Mikroskoptaki sayımlar 3 kere tekrar edilerek, ortalaması alınmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuş ve elde edilen sonuçlara SPSS 17 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) paket programı kullanılarak varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. İstatistiki olarak farklı bulunan gruplar Duncan testine tabi tutulmuştur.



Şekil 1. Nematod kültürü elde etmek amacıyla kurulan mistleme ünitesi (sol) ve mikroskop altında bir su damlası içerisindeki *M. hapla* ikinci dönem larvalarının görünüşü (sağ)

***M. incognita* ve *M. hapla*'nın ikinci dönem larvalarının beslenme olmaksızın in-vitro koşullarda yaşam sürelerinin belirlenmesi**

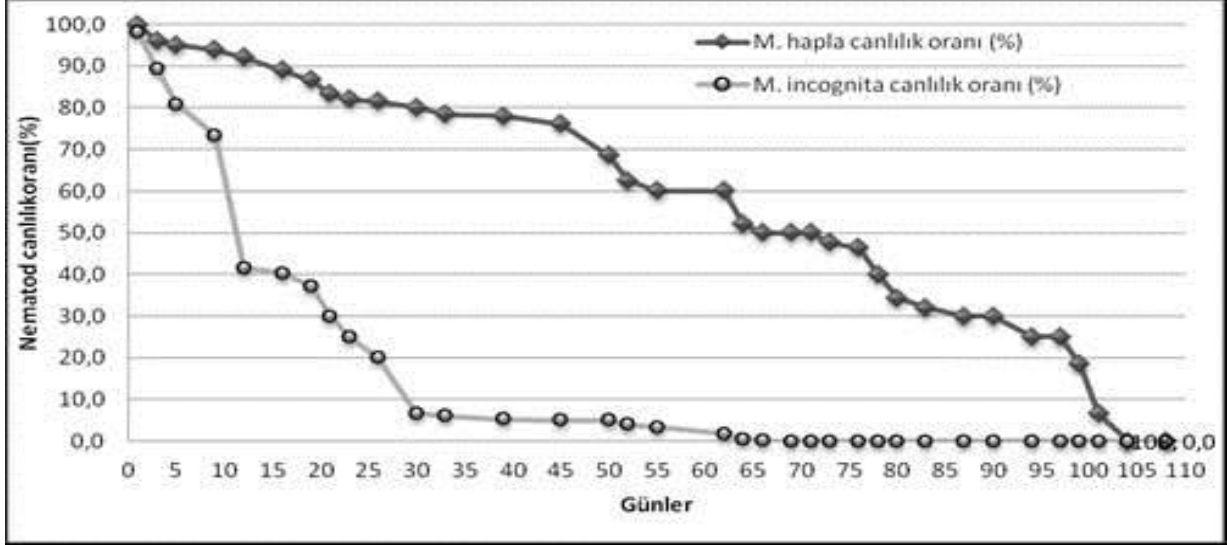
M. incognita ile inokule edilen Falcon çeşidi duyarlı domates ve *M. hapla* ile inokule edilen tayvan marulu (*Lactuca sativa* L.) serada (25°C sıcaklık) 45 gün süreyle %80 kum %19 toprak, %1 organik madde karışımı içeren ortamda yetiştirilmiştir. Bu süre sonunda sökülen kökler zarar görmeyecek şekilde yıkanmış, 1 cm uzunluğunda kesilmiş ve mistleme (mistifier) ünitesine yerleştirilmiştir. Bu amaçla, Baermann hunilerinin (10 cm genişlik) ağız açıklıkları klipsle kapatılarak musluk suyuyla doldurulmuş, 0.385 mm'lik eleklerle (8 cm genişlik) filtre kâğıtları

konularak huni üzerine yerleştirilmiştir (Şekil 1). Bitki kökleri filtre kâğıdı üzerine konularak mistleme ünitesi çalıştırılarak, ilk nematod süspansiyonu ile birlikte huninin alt tarafında kauçuk tüpe çökelen nematodlar cam beherlere toplanmıştır.

Mistleme ünitesinden (25°C sıcaklık) haftada 3 defa olmak üzere toplam 35 defa ekstrakte edilen larvalar, laboratuara getirilmiş, +4°C'de karanlık odada 100 ml'lik cam beherlerde ağızları parafilmle kapatılarak depolanmış ve larva sayımları mikroskop altında yapılmıştır. İkinci dönem larvaların canlılığını belirlemek için larvaların stereo mikroskop altındaki hareketliliği incelenmiştir. Bu amaçla, soğuk depodan (+4°C) alınarak oda

sıcaklığında 2 saat bekletilen bireyler oda sıcaklığına adapte olunca kontroller yapılmıştır. Her nematod grubu farklı zamanlarda sayılmış ve tamamen ölen guruplar kaydedilerek denemeden çıkarılmıştır. Canlılık oranı, canlı nematod

larvalarının toplam nematod larva sayısına oranlanmasıyla bulunmuştur. Depodaki nematodlara oksijen sağlamak amacıyla musluk suyu ilave edilmiştir.



Şekil 2. *M. incognita* ve *M. hapla* ikinci dönem larvalarının beslenmeden canlı kalma oranları

Bulgular ve Tartışma

M. incognita yumurtalarından larva çıkışına farklı uygulamaların etkilerinin belirlenmesi

Çalışmanın bu bölümünde; hidrojen peroksitin (H_2O_2) 3 farklı dozunun 5 farklı sıcaklık ortamında *M. incognita* yumurtalarından larva çıkışına etkileri Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelge 1 incelendiğinde, H_2O_2 'nin 3 farklı doz uygulamaları arasında fark olmadığı saptanmıştır. Çeşme suyu uygulamaları arasında ise en az nematod çıkışının oda sıcaklığında olduğu belirlenmiştir. Çeşme suyu uygulamalarında ortam sıcaklığının artmasına (25-30°C) paralel olarak, yumurtadan çıkan larva sayılarının da arttığı saptanmıştır. Ancak 35 °C ortam sıcaklığında ise çeşme suyundan elde edilen larva sayısının belli bir miktar düştüğü belirlenmiştir. Elde edilen veriler ışığında; ortam sıcaklığındaki artışın çeşme suyundan elde edilen nematod sayısının artmasına olumlu katkı yaparken, hidrojen peroksit uygulamasında sıcaklık artışının toksik etkiyi artırdığı, yani yumurtadan çıkan ikinci dönem larva sayısında düşmeler olduğu belirlenmiştir. Bütün sıcaklıklarda hidrojen peroksitin dozları arasında istatistiksel bir fark saptanmazken, düşük sıcaklıklarda hidrojen peroksitin toksik etkisinin azalması sonucu nematod sayısında artış saptanmıştır. Yüksek sıcaklıklarda hidrojen peroksitli uygulamalarda hiç nematod bulunmamıştır.

M. incognita yumurtalarından larva çıkışına farklı uygulamaların etkilerinin belirlenmesine yönelik bu çalışmada elde edilen bulgulara benzer olarak Spaul ve Braithwaite (1979), yaptıkları çalışmada *Meloidogyne* bireylerinin elde edilmesinde, hidrojen peroksit ile su arasında istatistiksel bir farklılığın olmadığını belirtmişlerdir. Dört saat süresince hidrojen peroksit buharıyla *C. elegans* yumurta, larva ve erginlerin maruz kalması durumunda tüm dönemlerdeki nematodların tamamen öldüğü saptanmıştır (Gustin ve ark., 2002). Khan ve Reddy (1999), çeşme suyu kullanarak 25°C'de elde ettikleri nematodların oldukça yüksek bir aktiviteye sahip olduğunu hidrojen peroksit kullandıklarında nematodların ölü veya hareketsiz olduklarını bildirmişlerdir.

Buna karşın hidrojen peroksit uygulamasının turuncgil köklerinden Turuncgil nematodu, *Tylenchulus semipentans* Cobb 1933 larvalarının çıkışını teşvik ettiği bildirilmektedir (Tarjan, 1972). Khan ve Reddy (1999), ise Baerman huni yöntemiyle muz köklerinden *Rodophulus similis* (Cobb) Thorne'in larvalarının elde edilmesinde ortam sıcaklığı 20°C ve 25°C olduğunda hidrojen peroksitin teşvik edici etkisi olduğunu, 30°C'de larva çıkışlarını olumsuz etkilediğini saptamıştır.

Bu çalışmada hidrojen peroksit uygulamalarının yumurtadan larva çıkışına olumsuz etki yaptığı belirlenmiştir. Bu sonuçlar ışığında *M. incognita*'nın yumurta paketlerinden larva elde

edilmesi ve larva çıkışının iklim dolaplarında kontrollü bir ortamda sağlanabilmesi için çeşme suyu ile 30°C'deki uygulamanın en yüksek larva çıkış sağlaması nedeniyle ileride yapılacak çalışmalar için uygun bir referans olabileceği kanısına varılmıştır. Hidrojen peroksit uygulamalarının özellikle yüksek sıcaklıklarda belirgin bir şekilde toksik etkisinin olduğu ve özellikle oksijen sağlama açısından kullanılması gerektiğinde ise bu işlemlerin %1'lik dozu aşmaması ve 20°C'nin üzerinde yapılmaması gerektiği söylenebilir.

Çizelge 1. Farklı hidrojen peroksit ve çeşme suyu uygulamalarının 5 farklı sıcaklıkta *M. incognita* yumurtalarından larva çıkışına etkisi

Sıcaklık uygulamaları	Uygulama dozları	Ortalama ve standart hata
oda sıcaklığı (16-22°C)	% 1 H ₂ O ₂	56.0 ± 24.9 e
	% 2 H ₂ O ₂	315 ± 14.4 e
	% 3 H ₂ O ₂	0.0 ± 0.0 e
	çeşme suyu	658 ± 143 de
20°C	% 1 H ₂ O ₂	40.5 ± 7.8 e
	% 2 H ₂ O ₂	17.5 ± 3.5 e
	% 3 H ₂ O ₂	35 ± 3.5 e
	çeşme suyu	2131.5 ± 554 c
25°C	% 1 H ₂ O ₂	243 ± 67.5 e
	% 2 H ₂ O ₂	38.5 ± 25.1 e
	% 3 H ₂ O ₂	0.0(+/-0.0) e
	çeşme suyu	3084 ± 625.5 b
30°C	% 1 H ₂ O ₂	179.5 ± 13.9 e
	% 2 H ₂ O ₂	0.0 ± 0.0 e
	% 3 H ₂ O ₂	0.0 ± 0.0 e
	çeşme suyu	3968 ± 397.1 a
35°C	% 1 H ₂ O ₂	31.5 ± 27.0 e
	% 2 H ₂ O ₂	0.0 v 0.0 e
	% 3 H ₂ O ₂	0.0 ± 0.0 e
	çeşme suyu	1057 ± 498 d

*Aynı harfleri içeren uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur (%95 güvenle önemli).

***M. incognita* ve *M. hapla*'nın ikinci dönem larvalarının beslenme olmaksızın *in-vitro* koşullarda yaşam sürelerinin belirlenmesi**

In-vitro koşullarda *M. incognita* ve *M. hapla*'nın yumurtadan çıkan ikinci dönem larvalarının beslenme olmaksızın hayatta kalma sürelerine ait sonuçlar Şekil 2'de verilmiştir. Şekil 2. incelendiğinde, *M. incognita* larvalarının canlılık oranlarında birinci günden itibaren hızlı bir düşüş gözlenirken, *M. hapla* larvalarının yaşama

oranlarındaki düşüşün oldukça yavaş olduğu ve 60. günde dahi %60'lık bir yaşama oranına sahip olduğu, 108. gün sonunda canlılık oranını tamamen kaybettiği saptanmıştır. Her iki nematod türüne ait canlılık sayımları çalışma süresince 35 defa yapılmıştır. *M. hapla*'nın canlılık oranının ilk 30 günde daha az, *M. incognita*'nın ise ilk 30 günde canlılık oranının azalmasının yüksek oranlarda olduğu, daha sonraki günlerde ise *M. hapla*'nın canlılık oranının yüksek seyrettiği, *M. incognita*'nın ise canlılık oranının düşük oranda dalgalı bir seyir gösterdiği belirlenmiştir. *M. hapla*'nın canlılık oranının en yüksek ilk gün sayımlarında, en düşük canlılık oranı ise 101. gün sayım sonucunda elde edilmiştir. *M. incognita*'nın ise canlılık oranının en yüksek ilk gün sayımlarında, en düşük canlılık oranı ise 66. gün sayım sonucunda elde edilmiş ve daha sonraki kontrollerde canlılıklarını tamamen kaybettikleri görülmüştür. Şekil 2'de her iki nematod türünün canlılık oranları kıyaslandığında *M. incognita*'nın canlılık oranının düşük, *M. hapla*'nın canlılık oranının ise yüksek oranda olduğu tespit edilmiştir. Her iki nematod türünde depolanma süresi arttıkça canlılık oranlarında azalma meydana geldiği belirlenmiştir.

M. hapla ve *M. incognita*'nın ikinci dönem larvalarının beslenme olmaksızın *in-vitro* koşullarda yaşam süreleri araştırılmış ve +4°C'de *M. hapla*'nın *M. incognita*'ya göre daha yüksek canlılık oranına sahip olduğu gözlemlenmiştir. Nitekim Tsai (2008), *M. incognita* larvalarının +5°C'de 20 gün sonunda %99 oranında ölüm meydana geldiğini bildirmiştir. Dolayısıyla çalışmadan elde ettiğimiz sonuçlara benzer sonuçlar elde edilmiştir. Star ve Jeger (1985), açık alanda yapmış oldukları çalışmada *M. incognita* ikinci dönem larva oranının Ekim ayında artmaya başladığını, Aralık ayından itibaren Ocak, Şubat, Mart aylarında canlı larva oranlarının düştüğünü bildirmişlerdir. *M. hapla*'nın +4°C'de hayatta kalabilmesine ait bu çalışmada elde ettiğimiz bulgular diğer çalışmalar ile benzerlik göstermektedir. Karssen ve Moens (2006), *M. hapla*'nın toprak sıcaklığının 10°C'den daha düşük olduğu ortamda yaşayabildiğini, Bergeson (1959); Vrain ve ark. (1978), çok düşük sıcaklıklarda canlı kalabildiğini ve düşük sıcaklıkları tolere edebileceklerini bildirmişlerdir. Forge ve MacGuidwin (1992), *M. hapla* ikinci dönem larvalarının soğuga maruz kaldığında bazı fizyolojik değişiklikler geçirerek düşük sıcaklıklara dayandıklarını belirtmişlerdir. Bu çalışmada tropik-subtropik ortama uyum sağladığı bilinen *M. incognita*'nın canlılık oranının düşük çıkmasının ana nedeninin nematod elde edildikten sonra soğuk odaya yerleştirildiğinde hızlı soğumayla birlikte bu düşük sıcaklıklara nematodun uyum

gösterememesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

M. incognita ikinci dönem larvaları toprakta konukçu olmadığı durumlarda %90 oranında hareketsiz kalabilmektedirler (Goodell ve Ferris, 1989). Nematod larvalarındaki yağlar temel enerji kaynağı olmasından dolayı larvaların yaşam süreleri ve canlılıklarının sürdürülmesi ile çok yakın ilişki içerisinde olduklarıdır. Yağların kayıpları çevre faktörlerine, toprak nemi ve oksijen konsantrasyonuna bağlıdır (Van Gundy ve ark., 1967). Kök-ur nematodları larvalarındaki yağ oranı +4°C' de 10°C'dekilerden daha az kaybolmuştur (Das, 2010). Bu çalışmada *M. hapla*'nın uzun yaşamasının temel nedeninin yağ kaybının az olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yüksek sıcaklıklarda ise larvaların bünyelerindeki yağ içeriği azalarak enerji kaynakları hızla tükenmektedir (Van Gundy ve ark., 1967; Reversat, 1981). Das (2010), 4 Kök-ur nematod türünde (*M. minor*, *M. hapla*, *M. fallax* ve *M. chitwoodi*) 6 hafta sonunda 4°C, 10°C, 20°C sıcaklıklarda aynı derecede yağ kayıplarına neden olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada ilk haftalarda her iki nematod türünde de yaşam kayıpları (ölüm oranı) benzer oranlarda gözlemlenmiştir.

Elde edilen sonuçların nematodlarla mücadelede bazı konuların açığa çıkmasına yardımcı olabileceği söylenebilir. Bu durumda *M. hapla*'nın beslenme olmaksızın genel olarak *M. incognita*'ya göre daha uzun süre canlı kalabilmesi bu iki zararlıya karşı geç ekim, münavebe ve nadas gibi önlemlerle, farklı etkilerinin olabileceği yorumuna gidilebilir. Özellikle yüksek sıcaklıklarda nematodla bulaşık alanların optimal olarak 3-4 ay süreyle nadasa bırakılmasının mücadele açısından önemli olabileceği sonucuna varılmıştır. Ayrıca laboratuvar koşullarında yapılan dayanıklılık denemeleri sonucunda inokulum kaynağı olarak kullanılan *M. incognita* larvaları 66 gün, *M. hapla* larvaları ise 101 gün depolanarak istenilen zamanlarda bitki köklerine bulaştırma yapılabilecektir. Bu sayede denemelerin canlı ikinci dönem larvalar ile sağlıklı olarak yürütülmesi sağlanacaktır.

Kaynaklar

Abad, P., Opearman, C.H., 2009. Root-knot nematodes. (Ed: RN Perry; M Moens; JL Star), CABI, s. 363-379.

Ağdaci, M., 1978. Güney anadolu bölgesi'nde yetiştirilen kabakgillerde (*Cucurbitaceae*) zarar yapan kök-ur nematodu türleri (*Meloidogyne* spp.)'nin tespiti ile zarar oranları ve yayılışları üzerine araştırmalar. Adana Bölge Zirai Mücadele Araştırma

Enstitüsü Müdürlüğü Teknik Bülteni, no 47, Adana.

- Bergeson, G.B., 1959. The influence of temperature on the survival of some species of the genus *Meloidogyne*, in the absence of a host. *Nematologica*, 4: 344-354.
- Das, S., 2010. Survival of juveniles of *Meloidogyne* spp. in the absence of a host plant. Master of nematology, Master thesis, Ghent University, Belgium.
- Devran, Z., Gözel, U., Söğüt, M.A., Yıldız, Ş., Elekçioğlu, İ.H., 2002. Identification of root-knot nematodes in the mediterranean region of Turkey by using rDNA and mtDNA markers. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 26: 337-341.
- Elekçioğlu, İ.H., Ohnesorge, B., Lung, G., Uygun, N., 1994. Plant parasitic nematodes in the mediterranean region of Turkey. *Nematologia Mediterranea*, 22: 59-63
- Enneli, S., 1980. İç Anadolu bölgesinde yetiştirilen domateslerde zararlı kök-ur nematodu (*Meloidogyne incognita* chitwood)'un tanımı, biyolojisi, histopatolojisi ve patojenitesi üzerinde araştırmalar. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Basılmamış), Ankara.
- Forge, T.A., Macguidwin, A.E., 1992. Impact of thermal history on *Meloidogyne hapla* second stage juveniles to external freezing. *Journal of Nematology*, 24 (2): 262-268.
- Goodell, P.B., Ferris, H., 1989. Influence of environmental factors on the hatch and survival of *Meloidogyne incognita*. *Journal of Nematology*, 21(3):328-334.
- Gustin, E.J., McDonnell, G.E., Mullen, G., Gordon, B.E., 2002. The efficacy of vapour phase hydrogen peroxide against nematode infestation: the *Caenorhabditis elegans* model. American Association for Laboratory Animal Science (AALAS), Annual meeting, San Antonio, TX.
- Hooper, D.J., 1986. Extraction of free-living stages from soil. Laboratory methods for work with plant and soil nematodes, London.
- Hunt, D.J., Handoo, Z.A., 2009. Root-knot nematodes (Ed RN Perry, M Moens and JL Star), CABI.
- Karssen, G., Moens, M., 2006. Root-knot Nematodes. Eds Perry RN & Moens M, Plant nematology, Wallingford, CABI.
- Khan, R.M., Reddy, P.P., 1999. Concomitant influence of hydrogen peroxide, water temperature gradient and root processing method on Burrowing nematode egress from banana roots. *Nematologica Mediterranea* 27: 27-29.

- Moens, M., Perry, R.N., Star, J.L., 2009. Chapter 1: Root-knot nematodes (Eds Perry, R.N. Moens, M. Star, J.L.), CABI, pp 1-17.
- Netscher, C., Sikora, R.A., 1990. Nematode parasites on vegetables. Ed. Luc M, Sikora RA & Bridge J, Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture, CAB International, pp. 231-260.
- Özarslandan, A., 2009. Türkiyenin farklı bölgelerinden alınan kök ur nematode türlerinin (*Meloidogyne spp*) tanısı ve bazı kök ur nematode populasyonlarının virülenliğinin belirlenmesi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Adana.
- Reversat, G., 1981. Consumption of food reserves by starved second-stage juveniles of *Meloidogyne javanica* under conditions inducing osmobiosis. *Nematologica*, 27: 207-214.
- Sasser, J.N., Eisenback, J.D., Carter, C.C., Triantaphyllou, A.C., 1983. The international *Meloidogyne* project - its goals and accomplishments. *Annual Review of Phytopathology*, 21: 271-288.
- Southey, J.F., 1985. Laboratory methods for work with plant and soil nematodes, E7, London.
- Spaul, V.W., Braithwaite, J.M.C., 1979. A comparison of methods for extracting nematodes from soil and roots of sugarcane, proceedings of the south African sugar technologists' association. pp. 103-107.
- Starr, J.L., Jeger, M.J., 1985. Dynamics of winter survival of eggs and juveniles of *Meloidogyne incognita* and *M. arenaria*. *Journal of Nematology*, 17(3):252-256.
- Tarjan, A.C., 1972. Observations on extracting citrus nematodes, *Tylenchulus semipenetrans* from citrus roots, Plant Disease Reporter 56: 186-188.
- Tsai, B.Y., 2008. Effect of temperature on the survival of *Meloidogyne incognita*. *Plant Pathology Bulletin*, 17: 203-208.
- Van Gundy, S.D., Bird, A.F., Wallace, H.R., 1967. Aging and starvation of *Meloidogyne javanica* and *Tylenchulus semipenetrans*. *Phytopathology*, 57: 559-571.
- Vrain, T.C., Barker, K.R., Holtzman, G.I., 1978. Influence of low temperature on rate of development of *Meloidogyne incognita* and *M. hapla* larvae, *Journal of Nematology* 10: 166-171.
- Wasemael, W.M.L., Perry, R.N., Moens, M., 2006. The influence of root diffusate and host age on hatching of the root-knot nematodes, *Meloidogyne chitwoodi* and *M. fallax*, *Nematology* 8: 895-902.
- Wharton, D.A., 2004. Survival Strategies, Ed Gaugler R & Bilgrami AL, Nematode behaviour, Oxfordshire & Cambridge, CABI, pp. 371-392.
- Wright, D.J., Perry, R.N., 2006. Reproduction, physiology and biochemistry. Ed Perry RN & Moens M, Plant nematology, Wallingford, CABI, pp. 185-202.
- Yüksel, H., 1974. Kök ur nematodlarının (*Meloidogyne spp.*) Türkiye'deki durumu ve bunların populasyon problemleri üzerine düşünceler. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5 (1): 83-105.