

Orijinal araştırma (Original article)

***Heterodera avenae* Wollenweber (Tylenchida: Heteroderidae)
yumurtalarının inkübasyonu üzerine sıcaklığın etkisi ile en uygun
deneme yöntem ve materyallerinin araştırılması**

Effect of temperatures on incubation duration of *Heterodera avenae* Wollenweber (Tylenchida: Heteroderidae) cysts and optimization of some materials and methods

Mustafa İMREN^{1*}

Halil TOKTAY¹

Adem ÖZARSLANDAN¹

Amer DABABAT²

İ. Halil ELEKÇİOĞLU³

Summary

In this study, the effect of temperatures on the incubation duration of the cereal cyst nematode cysts, *Heterodera avenae* Wollenweber and determining of the optimum methods and materials was investigated under *in-vitro* conditions. The effect of tempratures on incubation duration of *Heterodera avenae* cysts was studied on two different incubation stages. First incubation exposed to all cysts was set up 66 days at 4°C after each samples transfered different temperatures (5, 10, 15, 20 and 25°C). The cumulative hatching percent was significantly effected by different temperatures at the end of 252 days. Hatching was greater at lower temperatures (5, 10 15 °C) compared to at higher temperatures of (20, 25°C) ranging between 46.7, 82.3 and 45.9 % vs and 30.7 and 19.0%, respectively. Although the highest cumulative hatching of 82.3% was obtained at a constant 10°C at 252 days, the lowest cumulative hatching of 19.0% was obtained to 25°C at 252 days. The most suitable soil type for the *in-vitro* conditions was found the sandy soil (70 % sand: 29% field soil: 1% organic matter), best inoculation rate was 2,5 second stage juveniles per gram soil and inoculation time at planting day.

Key words: Cereal cyst nematodes, hatching, life cycle, wheat

Özet

Bu çalışmada, Tahıl kist nematodu, *Heterodera avenae*'nin Wollenweber yumurtalarının inkübasyonu üzerine sıcaklığın etkisi ile *in-vitro* koşullarda en uygun deneme test materyallerinin (toprak tipi, inokülasyon oranı ve inokülasyon zamanı) belirlenmesi araştırılmıştır. Sıcaklığın *H. avenae* yumurtalarının inkübasyonu üzerine etkisinin araştırıldığı çalışma iki farklı inkübasyon süresinde gerçekleştirilmiş olup, birinci aşamada 4 °C'de 66 gün inkübe edilen kistler ikinci aşamada farklı sıcaklıklara (5, 10, 15, 20 and 25 °C) transfer edilmiştir. Çalışma sonucunda her bir sıcaklık için toplam yüzde larva çıkış oranı hesaplanmış ve 252 günlük inkübasyon süresinde sıcaklığın larva çıkış oranını önemli derece etkilediği görülmüştür. Düşük sıcaklıklardaki (5,15 ve 10 °C) larva çıkış oranı %46.7, %82.3. ve %45.9 ile yüksek sıcaklıklardaki (20 ve 25 °C) larva çıkış oranına %30.7 ve %19.0 göre daha yüksek bulunmuştur. En yüksek larva çıkış oranı %82.3 ile 10 °C'de, en düşük larva çıkış oranı %19.0 ile 25 °C'de gerçekleşmiştir. *In-vitro* koşullarda *H.avenae* ile yürütülecek denemelerde, yetiştirme ortamı olarak kumlu toprak tipinin (% 29 tarla toprağı, % 70 kum: % 1: organik madde) tercih edilmesi, nematodun bitkiye inokülasyonunun dikimin 1. gününde, inokülasyon yoğunluğunun ise 2,5 adet ikinci dönem larva/gram toprak olacak şekilde yapılması önerilmektedir.

Anahtar sözcükler: Tahıl kist nematodları, larva çıkışı, hayat döngüsü, buğday

¹ Biyolojik Mücadele Araştırma İstasyonu Müdürlüğü, 01321 P.K. 21 Yuregir-Adana-Türkiye

² CIMMYT (International Maize and Wheat Improvement Centre) P.K.39 06511, Emek, Ankara, Turkey

³ Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, 01330, Sarıçam, Adana, Türkiye

* Sorumlu yazar (Corresponding author) e-mail: m.imren37@gmail.com

Alınış (Received): 27.01.2012

Kabul ediliş (Accepted): 19.05.2012

Giriş

Tahıllarda ürün kayıplarına neden olan birçok hastalık, zararlı ve yabancı ot mevcut olup, bunlardan biride bitki paraziti nematodlardır (Rivoal & Cook,1993; Yıldırım et al., 1993; Evans & Rowe, 1998; Nicol, 2004; Nicol & Rivoal, 2008). Dünyada tahıllar üzerinde ekonomik kayıplara neden olduğu belirlenen nematod türlerinin; Kist nematodları, *Heterodera* spp., Kök lezyon nematodları, *Pratylenchus* spp., Kök ur nematodları, *Meloidogyne* spp., Buğday gal nematodu, *Anguina tritici* (Steinbuch) Filipjev ve Soğan sak nematodu, *Ditylencus dipsaci* (Kühn) Filipjev olduğu bilinmektedir (Nicol, 2002). Zararlı nematodlar içerisinde bitkilerin köklerinde kist oluşturmaları ile tanınan Tahıl kist nematodlarının üç önemli türü ülkemiz buğday alanlarında saptanmış olup, Orta Anadolu Bölgesi'nde *H. filipjevi* (Madzhidov, 1981) Stelter 1984, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde *H. latipons* Franklin, 1969 ve *H. avenae* Wollenweber, 1924 olduğu belirtilmektedir (Şahin et al., 2009; İmren et al., 2011).

Dünya genelinde buğdayda ekonomik olarak önemli kayıplara neden olan Tahıl kist nematodlarının mücadelesinde en etkili yöntem olarak dayanıklı çeşitlerin kullanımı öne çıkmaktadır (Andersen, 1982; Williams et al., 2002). Buğday ıslah programlarında Tahıl kist nematodlarına karşı dayanıklı çeşit geliştirmek amacıyla laboratuvar koşullarında yürütülecek nematod-bitki interaksyonu çalışmalarında öncelikli olarak nematod popülasyonuna ait bazı biyolojik parametrelerin *in-vitro* koşullarda belirlenmesi gerekmektedir. Zira *Heterodera avenae*'nin farklı popülasyonları arasında *in-vitro* koşullarda yumurta ve larva gelişiminde sıcaklık ve inkübasyon süreleri yönünden farklılıklar görülebilmektedir. Tahıl kist nematodu, *H. avenae*'nin Kanada popülasyonuna ait bireylerde yumurtadan larva gelişimi için en uygun sıcaklığın 7 °C ve kistten larva çıkışı için en uygun sıcaklığın ise 15-20 °C olduğu belirtilirken (Fusthey & Johnson, 1966), aynı türün Avustralya popülasyonuna ait larva gelişimi için en uygun sıcaklığın 10 °C ve kistten larva çıkışı için en uygun sıcaklığın ise 20 °C olduğu (Banyer & Fisher, 1971) bildirilmektedir. Ayrıca, kistlerin larva çıkışı öncesi 6–8 hafta süreyle soğuklama ihtiyaçlarının karşılanması durumunda larva çıkışının artış gösterdiği belirtilmektedir (Zancada & Sanchez, 1988). *H. latipons*'ün Suriye popülasyonuna ait en uygun larva çıkış sıcaklığının 10 °C olduğu ve çıkışın başlaması için kistlerin 5 °C'de 16 gün süreyle bekletilmesi gerektiği laboratuvar çalışmaları ile ortaya konulmuştur (Scholz & Sikora, 2004). Aynı şekilde, *H. filipjevi*'nin Orta Anadolu popülasyonu ile *in-vitro* koşullarda yapılan çalışmada kistlerden en iyi larva çıkışının 10 ve 15 °C'de gerçekleştiği bildirilmektedir (Şahin et al., 2010).

Buğday ıslah programlarında nematoda karşı dayanıklılıklarının araştırıldığı çalışmalarda patojen için en uygun deneme yöntemi ve materyallerinin belirlenmesi gerekmektedir. Nematod türleri arasında ve aynı türün farklı popülasyonları arasında laboratuvar koşullarında biyolojik davranışlarda farklılıklar gözlenmekte olup, bu durum çalışmaların sonuçlarını doğrudan etkilemektedir. Ülkemizde, Tahıl kist nematodu, *H. filipjevi* için en uygun deneme test materyallerinin belirlenmiş olmasına rağmen (Şahin, 2010) *H. avenae* ile *in-vitro* koşullarda yürütülen çalışmalarda kullanılacak en uygun deneme test materyalleri; toprak karışımı, inokülasyon oranı ve zamanının belirlendiği çalışmaya rastlanılmamıştır.

Bu çalışmada *in-vitro* koşullarda *Heterodera avenae* yumurtalarının inkübasyonu üzerine sıcaklığın etkisi ile en uygun deneme yöntem ve materyallerinin araştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Kistlerin toplanması

Çalışmada, Hatay ili Beşaslan Köyü (36°13'27K–36°80'18D) lokasyonundan elde edilen *H. avenae* popülasyonu kullanılmıştır. Bu amaçla 2010 yılı Haziran ayında buğday hasadı öncesinde Beşaslan Köyündeki buğday tarlasından yaklaşık 100 kg toprak ve kök örneği alınarak Kort cihazında yıkanmıştır

(Kort et al., 1960; Shepherd, 1986). Kort cihazından elde edilen süzölmüş toprak sayım kaplarına alınarak, içerisindeki kistler binoküler mikroskop altında toprak, kök ve gübre parçalarından ayrılmıştır. Çalışmada kullanılmak üzere toplanan kistler % 0.5'lik NaOCl ile 10 dakika muamele edilip 3 kez saf su ile yıkanarak yüzey sterilizasyonları gerçekleştirilmiştir.

***Heterodera avenae* yumurtalarının inkübasyonu üzerine sıcaklığın etkisinin araştırılması**

Ön inkübasyon

Tahıl kist nematodları kistlerinin larva çıkışı öncesi soğuklama ihtiyaçlarının (6-8 hafta) karşılanması halinde kistlerden larva çıkışının artış gösterdiği bildirilmektedir (Banyer & Fisher, 1971; Zancada & Sanchez, 1988; Şahin et al., 2010). Bu kapsamda 20 Ağustos 2010 tarihinde +4°C de bırakılan kistler 66 gün süreyle ön inkübasyonda bekletilmiştir.

Farklı sıcaklıklar

Heterodera avenae'nin yumurtalarından larva çıkışı üzerine sıcaklığın etkisinin araştırıldığı çalışmada dormant periyodu kırmak amacıyla ön inkübasyonda bekletilen kistler daha sonra farklı sıcaklıklara (5, 10, 15, 20 ve 25 °C) alınmıştır. Kistlerden larva çıkışının tamamlandığı tarihte (30 Nisan 2011) denemeler sonlandırılmış olup, toplamda 252 gün boyunca kistlerden larva çıkışına sıcaklığın etkisi (ön soğuklama süresi + farklı sıcaklık) araştırılmıştır.

Deneme 3 ml steril saf su bulunan eppendorf tüp içinde bir kist olacak şekilde her bir sıcaklık için 12 tekerrürlü olarak kurulmuştur. İkinci dönem larvaların yumurtadan çıkışı her 7 günde bir kontrol edilerek çıkan larvalar sayılmıştır. Çalışma sonunda her bir kiste ait larva sayıları, toplam kist içeriğine oranlanarak 30 günlük dönemler için yüzde larva çıkışı hesaplanmıştır.

***Heterodera avenae* ile ilgili araştırmalarda en uygun deneme yöntem ve materyallerinin *in-vitro* koşullarda belirlenmesi**

Laboratuar koşullarında buğday çeşit ve hatlarının *H. avenae*'ye karşı dayanıklılıklarının araştırılması için yürütülecek denemelerde en uygun yöntem ve materyallerinin belirlenmesi amacıyla, 2 toprak tipi ve 3 inokülasyon zamanı ve 3 inokülasyon oranının etkisi aynı hassas ve dayanıklı çeşitler (Dayanıklı çeşitler; *Silverstar* ve *Croc*, hassas çeşitler; *Seri* ve *Milan*) kullanılarak araştırılmıştır (Şahin et al., 2010). Uygulamalara ait verilerin değerlendirilmesinde hassas ve dayanıklı çeşitlerin ortalamaları esas alınmıştır. Bitki yetiştirmede 30 mm çapında, 115 mm yüksekliğinde, 80 gram toprak kapasiteli yuvarlak tüpler kullanılmıştır.

Toprak tipi

Laboratuar koşullarında buğday çeşit ve hatlarının *Heterodera avenae* karşı dayanıklılıklarının araştırılması amacıyla yürütülecek denemelerde kullanılacak en uygun yetiştirme ortamının belirlenmesi amacıyla 2 farklı toprak tipi denemeye alınmıştır. Bunlar, killi toprak (% 29 kum: %70 tarla toprağı: %1: organik madde) ve kumlu toprak (%29 tarla toprağı: %70 kum:%1: organik madde) olarak isimlendirilmiştir (Çizelge 1).

İnokülasyon zamanı

Heterodera avenae ile *in-vitro* koşullarda yürütülecek denemelerde nematodun bitkiye verileceği en uygun zamanı saptamak amacıyla, 3 farklı inokülasyon zamanı araştırılmıştır. Bu amaçla, nematod bitkiye dikimin 1., 3. ve 7. günlerinde inoküle edilmiştir (Çizelge 1).

İnokülasyon oranı

Heterodera avenae'nin laboratuvar denemelerinde bitkiye verilecek en uygun nematod yoğunluğunun bilinmesi gerekmektedir. Zira dayanıklılık çalışmalarında inokulum miktarının bilinmesi çok önemlidir. Çalışmada kullanılan inokülasyon yoğunluğu gram toprakta 1, 2.5 ve 5 adet ikinci dönem larva olacak şekilde uygulanmıştır (Çizelge 1). Bu noktada, tüplerin 80 gram toprak kapasiteye sahip oldukları dikkate alındığında, inokülasyon oranları 80, 200 ve 400 ikinci dönem larva/tüp olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 1. *Heterodera avenae* çalışmalarında denemeye alınan yöntem ve materyallere ait deneme planı

Killi Toprak		Kumlu Toprak	
İnokülasyon Zamanı	İnokülasyon Oranı	İnokülasyon Zamanı	İnokülasyon Oranı
1. gün	1 J ₂ /g toprak	1. gün	1 J ₂ /g toprak
3. gün	1 J ₂ /g toprak	3. gün	1 J ₂ /g toprak
7. gün	1 J ₂ /g toprak	7. gün	1 J ₂ /g toprak
1. gün	2.5 J ₂ /g toprak	1. gün	2.5 J ₂ /g toprak
3. gün	2.5 J ₂ /g toprak	3. gün	2.5 J ₂ /g toprak
7. gün	2.5 J ₂ /g toprak	7. gün	2.5 J ₂ /g toprak
1. gün	5 J ₂ /g toprak	1. gün	5 J ₂ /g toprak
3. gün	5 J ₂ /g toprak	3. gün	5 J ₂ /g toprak
7. gün	5 J ₂ /g toprak	7. gün	5 J ₂ /g toprak

* Denemede 80 g toprak kapasiteli tüpler kullanılmış olup, inokülasyon oranları 80, 200 ve 400 ikinci dönem larva/tüp olarak hesaplanmıştır.

Tahıl kist nematodu, *Heterodera avenae* yumurtalarının inkübasyonu üzerine sıcaklığın etkisi ile *in-vitro* koşullarda en uygun deneme test materyallerinin belirlenmesi amaçlı yürütülen çalışmalar Biyolojik Mücadele Araştırma İstasyon Müdürlüğü'nde 2010-2011 yıllarında yürütülmüştür.

Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Heterodera avenae yumurtalarının inkübasyonu üzerine sıcaklığın etkisinin araştırılması

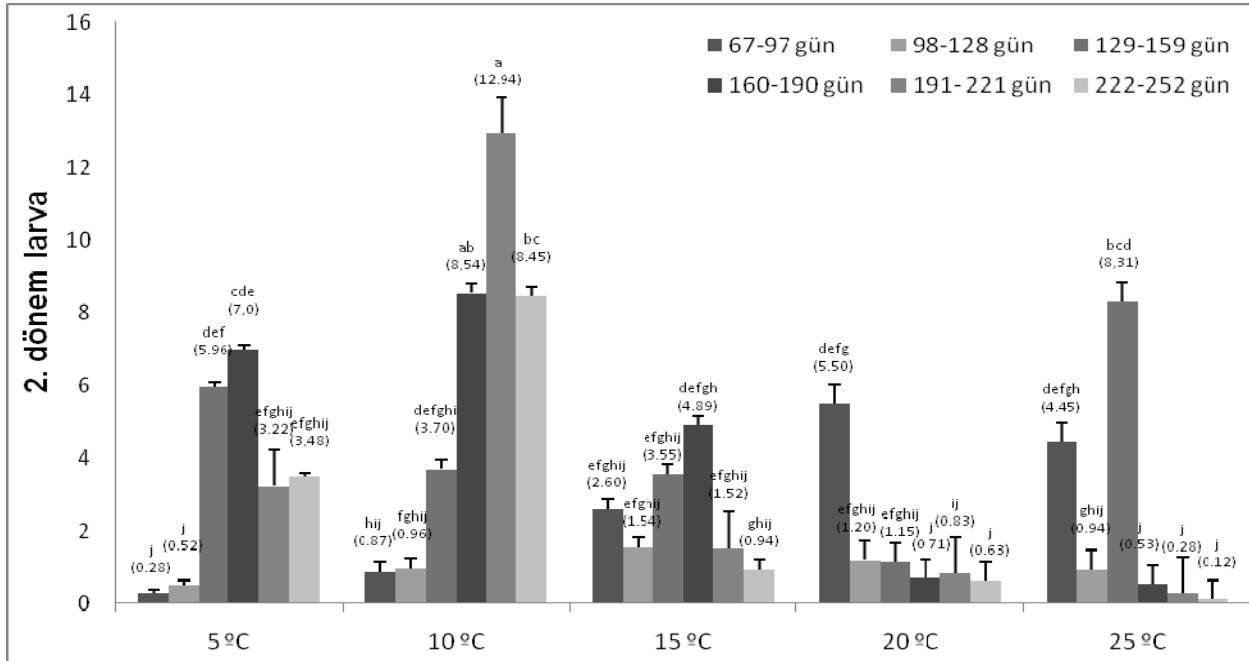
In-vitro koşullarda *H. avenae* yumurtalarının inkübasyonu üzerine sıcaklığın etkisinin araştırıldığı çalışmada en yüksek larva çıkış oranı 10 °C'de, en düşük larva çıkış oranı ise 25 °C'de gerçekleşmiştir. Denemenin yürütüldüğü çalışma koşullarında sıcaklıklar bazında (5, 10, 15, 20 ve 25 °C) larva çıkış oranları sırasıyla % 46.7, 82.3, 45.9, 30.7, 19.0 olarak saptanmıştır.

Çalışmada, dormant periyodu kırmak amacıyla 66 gün süreyle +4 °C'de ön soğuklamaya tabi tutulan kistlerden en fazla larva çıkışının 10 °C'de 191-221 günlük inkübasyon periyodunda olduğu, bunu aynı sıcaklıkta 160-190 gün aralığında inkübasyon süresinin takip ettiği saptanmıştır (Şekil 1). *H. avenae* yumurtalarından larva çıkışı için gerekli inkübasyon süreleri ve sıcaklığın etkisine ait veriler SAS programında Tukey testine tabi tutulmuştur.

Heterodera avenae'nin Hatay (Beşaslan) popülasyonuna ait yumurtalarının inkübasyonu üzerine sıcaklığın etkisinin araştırıldığı çalışmada en fazla larva çıkışının 10 °C'de 191-221 gün inkübasyon süresinde gerçekleştiği saptanmış olup, araştırma bulguları bu konuda yapılan çalışmaların bir kısmı ile örtüşmekle birlikte bir kısmı ile uyumsuzluk göstermemektedir.

Şekil 1'de yüksek sıcaklıkların (20 °C, 25 °C) yumurtadan larva çıkışını geciktirdiği görülmektedir. Mokabli (2001), 20 °C ve 25 °C gibi yüksek sıcaklıkların *H. avenae*'nin iki Cezayir popülasyonunun

diapozu girmesini teşvik ettiğini, yüksek sıcaklık uygulamasını takiben 3 °C ve 7 °C gibi düşük sıcaklık uygulamalarının ise diapozu kırdığını belirlemiştir. Banyer & Fisher (1971)'de *H. avenae*'nin Avustralya popülasyonu için 20 °C'nin üzerinde yaz aylarında kısa bir dormant periyodunun bulunduğu bildirilmiştir.



Şekil 1. *In-vitro* koşullarda *Heterodera avenae* yumurtalarının inkübasyonu üzerine sıcaklığın etkisi.

Rivoal (1986) *H. avenae*'nin Fransa'daki kuzey ve güney patotipleri için en uygun larva çıkış sıcaklığının 10 °C'nin altında olduğunu, benzer şekilde Banyer & Fisher (1971) ve Meagher (1977) Avustralya'da tarla koşullarında *H. avenae* yumurtalarından en fazla larva çıkışının 10 °C'nin altındaki sıcaklıklarda gerçekleştiğini bildirmektedirler. Söz konusu araştırmacıların Fransa ve Avustralya'da yaptıkları çalışma sonuçlarının araştırma bulgularımız ile tam olarak örtüşmediği anlaşılmaktadır. Bu durum, nematodun değişik ekolojilerdeki davranışlarının farklı özellikler göstermesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Mokabli (2001) *H. avenae*'nin Cezayir popülasyonuna ait en fazla larva çıkışının 3-25 °C arası sıcaklıklarda gerçekleştiğini, yüksek sıcaklıkların ise larva çıkışını geciktirdiğini bildirmiştir. Her ne kadar bu araştırma sonucu kendi bulgularımızı doğrulamış olsa da söz konusu sıcaklık bandı çok geniş bir aralıkta olup, bizi kesin bir yargıya götürmemektedir.

Scholz & Sikora (2004) *H. latipons*'un Suriye popülasyonuna ait en uygun larva çıkış sıcaklığının 10 °C'de gerçekleştiği ve çıkışın başlaması için kistlerin 5°C'de 16 gün süreyle bekletilmesi gerektiğini bildirmektedirler. Bu araştırma ile kendi çalışmamız gerek yöntem gerekse bulgular bakımından benzerlik göstermektedir. Zira larva çıkışı öncesi kistlerin soğuklama ihtiyaçlarının karşılanması ve larva çıkış sıcaklığı kendi çalışmamızla benzerlik göstermektedir.

Şahin et al. (2010) *H. filipjevi*'nin Orta Anadolu popülasyonu ile yaptığı çalışmada yumurtadan en uygun larva çıkışının 15 °C ve 10 °C'de gerçekleştiğini bildirmekte olup bizim çalışma sonuçlarımızla uygunluk göstermektedir.

***In-vitro* koşullarda *Heterodera avenae* ile ilgili araştırmalarda en uygun deneme yöntem ve materyallerinin belirlenmesi**

Heterodera avenae ile ilgili araştırmalarda en uygun toprak tipi, en uygun inokülasyon zamanı ve inokülasyon oranının araştırıldığı çalışma sonuçları SPSS 10.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) paket programı kullanılarak ANOVA testi ile değerlendirilmiştir. Sonuçların değerlendirilmesinde uygulamaların nematodun üremesine olan etkileri dikkate alınmıştır.

Toprak tipi

Laboratuar koşullarında buğday çeşit ve hatlarının Tahıl kist nematodu, *Heterodera avenae*'ye karşı dayanıklılıklarının araştırıldığı çalışmalarda kullanılacak için en uygun toprak karışımının belirlenmesi amacıyla yapılan denemede nematodun kumlu toprakta daha iyi üreme gösterdiği, uygulamalar bazında en yüksek değerlerin kumlu toprak tipinde olduğu saptanmıştır (Çizelge 3).

Çizelge 3'te *Heterodera avenae* ile *in-vitro* koşullarda yürütülen denemelerde bitki yetiştirme ortamı olarak kumlu tipinin kullanılmasının en iyi sonucu verdiği ortaya çıkmıştır. Bu sonuç, Kort (1972)'un *H. avenae*'nin kumlu topraklarda daha fazla yayılım gösterdiği ve zarar oranının daha fazla olduğu yönündeki bulguları ile örtüşmektedir. Şahin (2010) buğday çeşit ve hatlarının *Heterodera filipjevi*'ye karşı testlenmesinde kumlu toprak tipinin kullanılmasını önermekte olup, bizim çalışma sonucumuzla tam olarak uyumluluk göstermektedir. Aynı şekilde Toktay (2008)'in buğday, Keil et al. (2009)'in arpa çeşit ve hatlarının Kök yara nematodlarına karşı dayanıklılıklarını araştırdıkları çalışmalarda kumlu toprak tipinde nematod enfeksiyonun yüksek olduğunu belirtmeleri bizim çalışma bulgularımızla uyumlu olduğu saptanmıştır.

İnokülasyon zamanı

Heterodera avenae'nin bitkiye inokülasyonunda 1. gün uygulamalarının 3. ve 7. gün uygulamalarına göre daha yüksek etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Çizelge 3'te farklı toprak tiplerinde, farklı nematod yoğunluklarında ve farklı çeşitlerdeki sonuçlar incelendiğinde nematodun bitkiye inokülasyonunun dikimin 1. gününde en iyi sonucu verdiği saptanmıştır (Çizelge 3).

İnokülasyon oranı

Bitkilere bulaştırılan farklı larva yoğunlukları (inokulum) ile bitki köklerinde oluşan kist sayıları arasındaki ilişki istatistiksel olarak önemli bulunmuş olup, ortalama olarak en fazla kist 400 larva inokule edildiğinde elde edilmiştir. Çizelge 3'te toprak tipleri ve çeşitler bazında, farklı nematod inokülasyon zamanlarındaki inokülasyon oranlarına ait bulgular incelendiğinde gram toprakta 5 adet ikinci dönem larva yoğunluğunun (400 adet larva/tüp) en yüksek değere sahip olduğu saptanmıştır. Kumlu toprak tipinde inokülasyonun 1. gün uygulamalarında gram toprakta 2,5 adet ikinci dönem larva (200 adet larva/tüp) uygulamasının sonucu ile gram toprakta 5 adet ikinci dönem larva (400 adet larva/tüp) uygulama sonucunun istatistiksel olarak (14,50 a, 17,50 a) aynı önem derecesine sahip oldukları saptanmıştır. Bu noktada *H. avenae* üzerine *in-vitro* koşullarda yürütülen denemelerde larva çıkışı ve inokülasyonda kullanılan nematod sayısı dikkate alındığında, inokülasyon için gram toprakta 2,5 adet ikinci dönem larva uygulamasının tercih edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Denemelerde 80 gram toprak kapasiteli tüpler kullanıldığı düşünüldüğünde 200 larva/tüp inokülasyon oranı en uygun nematod yoğunluğu olarak saptanmıştır. Şahin (2010)'nin buğday çeşit ve hatlarının *Heterodera filipjevi*'ye karşı testlenmesinde 200 larva/bitki oranının inokülasyon yoğunluğu için uygun olabileceği sonucu bildirmiş olup, kendi çalışma sonuçlarımızla uyumluluk göstermektedir.

Çizelge 3. *In-vitro* koşullarda *Heterodera avenae*'nin gelişimi için uygun deneme test materyallerinin belirlenmesi amaçlı çalışma sonuçları

Inokülasyon zamanı	Kilili Toprak				Kumlu Toprak			
	Hassas Çeşitler Ortalaması (Seri ve Milan)		Dayanıklı Çeşitler Ortalaması (Silverstar ve Croc)		Hassas Çeşitler Ortalaması (Seri ve Milan)		Dayanıklı Çeşitler Ortalaması (Silverstar ve Croc)	
1. gün	1 J ₂ /g toprak	2.5 J ₂ /g toprak	5 J ₂ /g toprak	1 J ₂ /g toprak	2.5 J ₂ /g toprak	5 J ₂ /g toprak	1 J ₂ /g toprak	2.5 J ₂ /g toprak
3. gün	4,8 ± 0,46 a	4,9 ± 2,12 a	6,3 ± 1,8 a	3,8 ± 2,05 a	4,3 ± 1,45 a	4,8 ± 2,37 a	3,1 ± 2,72 a	3,9 ± 2,47 b
7. gün	2,6 ± 3,62 b	4,3 ± 1,12 a	5,3 ± 1,3 a	4,3 ± 0,91 a	2,9 ± 1,38 ab	2,8 ± 2,12 b	3,3 ± 2,06 a	7,0 ± 6,91 a
	1,3 ± 0,01 b	2,6 ± 1,18 b	1,9 ± 0,8 b	1,0 ± 0,46 b	2,4 ± 1,39 b	2,0 ± 0,64 b	1,0 ± 0,99 b	1,75 ± 1,06 c

* Her bir toprak tipinde, dayanıklı ve hassas çeşitler bazında inokülasyon oranlarına göre inokülasyon günleri kendi içerisinde değerlendirilmiştir. Aynı sütunda benzer harfler içeren ortalamalar Duncan (P<0,05) testine göre birbirinden farklıdır.

Bu çalışma sonucunda, 66 gün süreyle + 4 °C'de ön inkübasyona tabii tutulan *H. avenae* yumurtalarından en iyi larva çıkışının 10 °C'de 191-221 gün inkübasyon süresinde gerçekleştiği saptanmıştır. *In-vitro* koşullarda *H. avenae* üzerine yürütülecek denemelerde, kumlu toprak tipinin (%29 tarla toprağı, %70 kum: %1: organik madde) tercih edilmesi, nematodun bitkiye inokülasyonunun dikimle aynı günde ve 2,5 adet ikinci dönem larva (J₂) / gram toprak yoğunluğunda yapılmasının uygun olacağı ortaya çıkarılmıştır.

Yararlanılan Kaynaklar

- Andersen, K. & S. Andersen, 1982. Classification of plants resistant to *Heterodera avenae*. EPPO Bulletin, 12(4): 435-437.
- Banyer, R. & J. M. Fisher, 1971. Effect of temperature on hatching of eggs of *Heterodera avenae*. Nematologica, 17: 519-534.
- Evans, K. & J. A. Rowe, 1998. "Distribution and Economic Importance, 1-30". In: The Cyst Nematodes (Ed: S.B. Sharma). Chapman & Hall, London.
- Fenwick, D. W., 1940. Methods for the recovery and counting of cysts of *Heterodera schachtii* from soil. Journal of Helminthology, 18: 155-172.
- Fushtey, S. G. & P. W. Johnson, 1966. The biology of the oat cyst nematode, *Heterodera avenae* in Canada. I. The effect of temperature on the hatchability of cysts and emergence of larvae. Nematologica, 12: 313-320.
- İmren, M., H. Toktay, A. Özarslandan, A. Öcal & İ. H. Elekçioğlu, 2011. "Doğu Akdeniz Bölgesi buğday alanlarında Tahıl kist nematodu (*Heterodera avenae* group) türlerinin belirlenmesi, 10". Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi 28-30 Haziran 2011- Kahramanmaraş.
- Keil, T., E. Laubach, S. Sharma & C. Jung, 2009. Screening for resistance in the primary and secondary gene pool of barley against the root-lesion nematode *Pratylenchus neglectus*. Plant Breeding, 128: 436-442.
- Kort, J., 1960. A technique for the extraction of *Heterodera* cysts from wet soil and for the estimation of their egg and larval content. Verslagen en Medelingen Plantenziektenkundige Dienst. Wageningen. Netherlands, 233: 3-7.
- Kort, J., 1972. "Nematode Diseases of Cereals of Temperate Climates, 97-126". In: Economic Nematology (Ed: J.M. Webster). Academic Press, New York.
- Rivol, R., 1986. Biology of *Heterodera avenae* Wollenweber in France. IV. Comparative study of the hatching cycles of two ecotypes after their transfer to different climatic conditions. Revue de Nematologie, 9 : 405-410.
- Rivoal, R. & R. Cook, 1993. "Nematode Pests of Cereals, 259-303". In: Plant Parasitic Nematodes in Temperate Agriculture (Eds: K. Evans, D.L. Trudgill & J.M. Webster). CABI Publishing, Wallingford, UK.
- Meagher, J. W., 1977. World dissemination of the Cereal Cyst Nematode (*Heterodera avenae*) and its potential as a pathogen of wheat. Journal of Nematology, 9: 9-15.
- Mokabli, A., S. Valette, J.P. Gauthier & R. Rivoal, 2001. Influence of temperature on the hatch of *Heterodera avenae* Woll. populations from Algeria. Nematology, 3(2): 171-178.
- Nicol, J. M., 2002. "Important Nematode Pests, 345-366". In: Bread Wheat: Improvement and Production (Eds: B. C. Curtis, S. Rajaram & H. Gomez Macpherson). FAO Publisher, Rome.
- Nicol, J., R. Rivoal, S. Taylor & M. Zaharieva, 2004. 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: 233-251.
- Nicol, J. M. & R. Rivoal, 2008. "Global Knowledge and Its Application for The Integrated Control and Management of Nematodes on Wheat, 243-287". In: Integrated Management and Biocontrol of Vegetable and Grain Crops Nematodes (Eds: A.Ciancio & K.G. Mukerji). Springer Academic Publishing, Dordrecht, The Netherlands.
- Scholz, U. & R. Sikora, 2004. Hatching behaviour and life cycle of *Heterodera latipons* Franklin under Syrian agro – ecological conditions. Nematology, 6(2): 245-256.
- Shepherd, A. M., 1986. "Extraction and Estimation of Cyst Nematodes, 51-58". In: Laboratory Methods for Work with Plant and Soil Nematodes (Ed: J.F. Southey). Her Majesty's Stationary Office, London.

- Şahin, E., J. M. Nicol, İ. H. Elekçioğlu, Ö. Yorgancılar, A. F. Yıldırım, A. Tülek, H. Hekimhan, A. Yorgancılar, A. T. Kılınç, N. Bolat & G. Erginbaş-Orakçı, 2009. "Frequency and Diversity of Cereal Nematodes on the Central Anatolian Plateau of Turkey, 100-105". In: Cereal Cyst Nematodes: Status, Research And Outlook (Eds: I.T. Riley, J. M. Nicol & A.A. Dababat). Yorum Matbası, Yenimahalle, Ankara.
- Şahin, E., 2010. Orta Anadolu Buğday Alanlarında Önemli Bitki Paraziti Nematodların Belirlenmesi ve Tahil Kist Nematodu *Heterodera filipjevi*'nin Biyolojisi İle Mücadelesi Üzerine Çalışmalar. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Adana.
- Şahin, E., J. M. Nicol, I.H. Elekcioglu & R. Rivoal, 2010. Hatching of *Heterodera filipjevi* in controlled and natural temperature conditions in Turkey, Nematology, 12(2): 193-200.
- Toktay, H., 2008. Bazı Yazlık Buğday Çeşitlerinin *Pratylenchus thornei* Sher et Allen (Tylenchida: Pratylenchidae)'ye Karşı Dayanıklılığının Araştırılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Doktora Tezi, Adana.
- Williams, K. J., S. P. Taylor, P. Bogacki, M. Pallotta, H. S. Bariana & H. Wallwork, 2002: Mapping of the root lesion nematode (*Pratylenchus neglectus*) resistance gene Rlnn1 in wheat. Theoretical and Applied Genetics, 104: 874-879.
- Williamson, V. M. & C. A. Gleason, 2003. Plant-nematode interactions. Current Opinion. Plant Biology, 6: 327-333.
- Yıldırım, A. F. & A. Derin, 1993. "Konya ilinde tahıl üretiminin azalmasına neden olan önemli hastalık ve zararlılar, 214-232". 1. Konya'da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu, Konya.
- Zancada, C. & A. Sanchez, 1988. Effects of temperature on juveniles emergence of *Heterodera avenae* Spanish pathotypes Ha81 and Ha82. Nematologica, 34: 218-255.

