

Bazı entomopatojen nematod türlerinin *Pieris brassicae* (Linnaeus) (Lepidoptera: Pieridae) üzerindeki etkinlikleri¹

Çiğdem YURT², Çiğdem GÖZEL², Uğur GÖZEL²

The efficacy of some entomopathogenic nematode species on *Pieris brassicae* (Linnaeus) (Lepidoptera: Pieridae)

Abstract: In this study, the efficacy of *Steinernema affine*, *S. carpocapsae*, *S. feltiae* and *Heterorhabditis bacteriophora* against larvae of *Pieris brassicae* (Linnaeus) (Cabbage Butterfly) was investigated. *Pieris brassicae* larvae were collected from fields of Brassicaceae plants in Canakkale, Turkey. Entomopathogenic nematode isolates from soils in Turkey were mass-produced *in vivo* in *Galleria mellonella* larvae. The efficacy of EPNs was determined at three different temperatures (15, 20 and 25 °C) on 12 well, tissue culture plates. For each temperature and EPN isolate, 12 *P. brassicae* larvae were used and experiments were repeated twice. Whatman paper was placed at the bottom of each well, a single *P. brassicae* larva was placed on it and 100 IJs of EPN in 1,000µl of distilled water were applied to each larva. The mortality of *P. brassicae* larvae was determined on the 7th day after EPN application. Depending on the application temperature and EPN isolate, different mortalities were recorded. Higher mortality was observed with increasing temperature. The highest mortality (84.33%) of *P. brassicae* was caused by *S. feltiae* (isolate 97-Bursa) at 25 °C.

Keywords: *Pieris brassicae*, *Steinernema affine*, *S. carpocapsae*, *S. feltiae*, *Heterorhabditis bacteriophora*

Öz: Bu çalışmada, *Steinernema affine*, *S. carpocapsae*, *S. feltiae* ve *Heterorhabditis bacteriophora* türlerinin *Pieris brassicae* (Linnaeus) (Lahana Kelebeği) larvaları üzerindeki etkinlikleri araştırılmıştır. *P. brassicae* larvaları Çanakkale İli'ndeki lahana yetiştirilen alanlardan toplanmıştır. Türkiye topraklarından elde edilmiş olan Entomopatojen nematod (EPN) izolatları, *Galleria mellonella* larvaları kullanılarak *in vivo*'da üretilmiştir. EPN'lerin etkinlikleri 12'li platelerde üç farklı sıcaklıkta (15, 20 ve 25 °C) belirlenmiştir. Her sıcaklık ve EPN izolatu için 12 *P. brassicae* larvası kullanılmış ve çalışma 2 tekrarlı olarak yürütülmüştür. Platelerde her bir kuyucuğa Whatman kağıdı yerleştirilmiş, her kuyucuğa 1 adet *P. brassicae* larvası koyulduktan sonra 100 EPN infektif larvası 1000µl saf su

¹ Bu çalışma, birinci yazarın lisans bitirme tezinin bir bölümüdür. 3-5 Şubat 2014 tarihinde Antalya'da düzenlenen V. Bitki Koruma Kongresi'nde poster olarak sunulmuştur ve TÜBİTAK 2209 kodlu projeler kapsamında desteklenmiştir.

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Çanakkale
Sorumlu yazar (Corresponding author) e-mail: ugozel@comu.edu.tr
Alınış (Received): 30.07.2015 Kabul ediliş (Accepted): 30.10.2015

içerisinde uygulanmıştır. EPN'lerin uygulanmasından sonraki 7. günde *P. brassicae* larvalarındaki ölüm oranları belirlenmiştir. Uygulama sıcaklığı ve EPN izolatlarına bağlı olarak, *P. brassicae* larvalarında farklı ölüm oranları kayıt edilmiştir. Sıcaklığın artması ile *P. brassicae* larvalarındaki ölüm oranlarında artış olduğu gözlenmiştir. Sonuç olarak çalışmada *P. brassicae* larvalarındaki en yüksek ölüm oranı (%84.33) 25 °C'de *S. feltiae* (izolat 97-Bursa) izolatu uygulamasında tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Pieris brassicae*, *Steinernema affine*, *S. carpocapsae*, *S. feltiae*, *Heterorhabditis bacteriophora*

Giriş

Brassicaceae (Lahanagiller) familyası içerisinde yer alan sebzeler hem sağlık hem de besin değerleri açısından insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Özellikle familya içerisinde yer alan sebzelerden lahanaya, karnabahar ve şalgam Dünyadaki tarım arazilerinde en çok yetiştiriciliği yapılan türlerdir. Dünyada Brassicaceae familyasında yer alan türlerin yetiştirildiği toplam arazi yaklaşık olarak 2,1 milyon hektardır ve bu yetiştiriciliklerden elde edilen toplam ürün miktarı 58 milyon ton civarındadır (Fao., 2010).

Familya içerisindeki sebzelerin uzun yıllar önce kültüre alınmış olması ve geniş tarım alanlarında yetiştiriciliğinin yapılması nedeni ile birçok zararlı ve hastalık etmeni ürünlerde kalite ve kantite düşüklüğüne neden olmaktadır. Üretim yapılan tarım arazilerinde yaygın olarak görülen ve bu familyanın en önemli zararlılarını Lepidoptera takımına ait olan türler oluşturur. Takım içerisinde yer alan Pieridae familyası türleri (*Pieris brassicae*, *P. napi* ve *P. rapae*) ise ürünler üzerinde en önemli ekonomik kayba neden olan zararlılardır.

Familyanın en önemli zararlısı olarak bilinen *P. brassicae*, Büyük Britanya, Kuzey Avrupa, Çin, Hindistan, Nepal ve Rusya gibi ülkelerde yaygın olarak görülmüştür (Feltwell, 1982). Ülkemizde ise lahanagiller familyası sebzelerinin yetiştirildiği her bölgede bu zararlıya rastlanmaktadır.

P. brassicae larvaları konukçularının üzerinde ilk iki dönem yaprak kenarlarında toplu olarak yaşama eğilimindedirler. Bu dönemlerde yaprak damar aralarını yüzeysel olarak kemirerek beslenirler daha sonraki dönemlerinde ise bitkinin her tarafına dağılarak sadece kalın damarlar kalacak şekilde beslenmelerine devam ederler ve bu sayede bitkinin pazar değeri tamamen ortadan kalkmış olur.

Lahanaya keleş ile genellikle kültürel ve kimyasal yöntemler kullanılarak mücadele edilmektedir. Kimyasal mücadele yönteminin kullanılmasına karar verilebilmesi için keleş uçuşlarının görülmeye başlamasından sonra yapılacak kontrollerde %10 bulaşma tespit edilmelidir. Ancak kimyasal preparatların kullanılması nedeni ile ortaya çıkan dayanıklılık gelişimi vb. birçok sorundan dolayı son yıllarda zararlıya karşı biyolojik mücadele yöntemleri önem kazanmıştır.

Çalışmanın amacı biyolojik mücadele kapsamında önemli birçok zararlıyı baskı altında başarılı olan, insan ve çevre sağlığına duyarlı, hedef olmayan organizmalar için herhangi bir tehdit oluşturmayan entomopatojen nematodların, *P. brassicae*'nin

larvalarına karşı laboratuvar koşullarında etkinliklerinin araştırılmasıdır. Çalışma kapsamında ülkemiz topraklarından elde edilen yerel entomopatojen nematod izolatları kullanılmış ve bunların lahanaya keleşinin biyolojik mücadelesindeki başarısı araştırılmıştır.

Materyal ve yöntem

Galleria mellonella (L.) Larvalarının Üretilmesi

Entomopatojen nematodların topraktan izole edilmesinde kullanılan en yaygın ve geçerli yöntem, EPN'lere duyarlı bir etmeni toprak içerisinde bekleterek etmenin nematod tarafından enfekte olmasını sağlamaktır. Özellikle büyük balmumu güvesi olarak bilinen *G. mellonella* larvalarının son dönemleri topraktan EPN türlerini izole etmek için kullanılan en uygun konukçular olarak bilinmektedir (Bedding ve Akhurst, 1975; Mracek, 1980). EPN ile ilgili çalışmalarda da araştırmacıların gerek başarısı, gerekse uygulama kolaylığı ve yaygınlığı açısından bu yöntemi tercih ettikleri gözlenmektedir (Griffin ve ark., 1991; Steiner, 1996; Yoshida ve ark., 1998; Mracek ve ark., 1999; Stock ve ark., 1999; Nguyen ve ark., 2004).

Çalışmanın başlangıcında *G. mellonella* larvaları inkübatörde, 25 °C'de kapağına tel geçirilmiş cam kavanozlar içinde, 2000 ml iri kepek, 200 ml ince öğütülmüş kabartma kepek, 250 ml gliserin, 200 ml süzme çiçek balı, 100 ml saf su karışımından oluşan yapay besin ortamlarında yetiştirilmiştir (Kaya ve Stock, 1997).

Üretimi yapılan larvaların bir kısmı pupa ve ergin gelişimi için inkübatörde bırakılarak *G. mellonella* kültürünün devamlılığı sağlanmıştır (Güneş, 2008). Bu sayede *P. brassicae* üzerinde EPN'lerin etkinlik denemelerinde kullanılmak üzere yeterli sayıda EPN infektif larvalarının kitle üretimleri yapılmıştır.

Entomopatojen Nematodların Kitle Üretimleri

Etkinlik denemelerinde kullanılacak olan Türkiye topraklarından daha önce elde edilmiş olan EPN izolatları laboratuvarında *G. mellonella*'nın son dönem larvaları üzerinden yenilenmiştir.

G. mellonella'nın son dönem larvaları yetiştirildikleri ortamdan yeterli sayıda alındıktan sonra whatman kağıdı yerleştirilmiş olan petri kaplarına koyulmuştur. 10 °C'de muhafaza edilen izolatlar kullanılarak her bir petri için 600 µl olacak şekilde saf su+nematod solüsyonu 100-1000 µl'lik pipet kullanılarak bulaştırmalar yapılmıştır. İkinci günün sonunda (48 saat) enfekteli *G. mellonella* larvaları pens ile toplanmıştır. Cam petriler içerisine ters çevrilerek yerleştirilmiş olan plastik petriler üzerine Whatman kağıdı konulmuş, Ringer solüsyonu ile nemlendirildikten sonra *G. mellonella* larvaları dizilmiş, cam petrinin yüzeyini kaplayacak kadar saf su eklenmiş ve nematod çıkışları için 27±1°C'de inkübasyona bırakılmıştır.

White trap'lardan elde edilen entomopatojen nematod larvalarının yüzey sterilizasyonlarının yapılabilmesi için bir cam beher içerisine alınarak üzerlerine saf

su ilave edilmiştir. Bir süre beherlerde bekletilen nematodlar tabana çökmüş ve yüzeydeki su boşaltılarak tekrar saf su eklenmiş ve bu işlemler 3-4 defa tekrarlanmıştır. Daha sonra nematodlar 250 ml hacimli flasklara alınarak denemede kullanılmak üzere 10-15 °C'deki inkübatörlerde muhafaza edilmiştir (Koppenhöfer ve Kaya, 1999).

Entomopatojen Nematodların *Pieris brassicae* Larvalarına Uygulanması

Laboratuvarda 3 cm çapında yuvaları bulunan 12'li platelerin içerisine nemlendirilmiş Whatman kağıtları yerleştirilmiş ve her bir yuvasına bir Lahana Kelebeği larvası konulmuş ve içerisinde 100 entomopatojen nematod bulunan izolat üzerine saf su eklenerek 1000 µl'ye tamamlanarak mikropipet ile bulaştırmalar yapılmıştır. Ayrıca her uygulamanın kontrolü için *P. brassicae* larvalarına 1000 µl saf su uygulaması yapılarak EPN verilmemiştir.

Bulaştırılmış olan platelerdeki lahana kelebeği larvaları EPN'lerin etkinlik denemeleri için 15, 20 ve 25 °C olmak üzere üç farklı sıcaklıkta ayrı ayrı olacak şekilde inkübatörlerde muhafazaya alınmıştır. Çalışma her bir EPN türü veya izolatu için her sıcaklıkta 24 tekerrürlü olacak şekilde her uygulama 2 kez tekrarlanmıştır. EPN'lerin etkinliklerinin belirlenebilmesi için uygulamalardan sonraki 7. günde *P. brassicae* larvaları kontrol edilerek ölüm oranları belirlenmiş ve ölü olan *P. brassicae* larvaları uygulamaların yapıldığı platelerden alınarak White traplara aktarılmıştır. White traplardaki ölü larvalar ise 25±1 °C sıcaklıktaki inkübatörlerde bekletilerek larvalardan EPN'lerin çıkışı kontrol edilmiştir bu şekilde entomopatojen nematod çıkışı gözlenen traplarda *P. brassicae* larvalarının ölüm nedenlerinin EPN'lerden kaynaklandığı kesinleşmiştir.

Çizelge 1. Entomopatojen nematodları *Pieris brassicae* larvaları üzerine uygulama planı

Table 1. The application plan of entomopathogenic nematodes on larvae of *Pieris brassicae*

	EPN Uygulanan <i>P. brassicae</i> 'nin Biyolojik Dönemi	EPN Yoğunluğu (IJs)	Sıcaklık (°C)	Tekrar
			15	
n=24	Larva	100	20	2
			25	

Bulgular ve tartışma

Entomopatojen nematodların laboratuvarda lahana kelebeği üzerindeki etkinlikleri Çizelge 2'de görülmektedir. Kontrol grubu lahana kelebeği larvalarında herhangi bir ölüm meydana gelmemiştir. Çalışmada kullanılan 4 tür içerisinde en etkili olan tür 15 °C'de *S. feltiae* türü olurken bunu *S. affine* türü izlemiştir. Bu sıcaklıkta iki

türün meydana getirdiği ölüm oranı %39 ile en yüksek ölüm oranları olarak gerçekleşmiştir.

Çizelge 2. Entomopatojen nematodların farklı sıcaklıklarda lahana kelebeği larvalarında meydana getirdikleri ölüm oranları

Table 2. The mortality that entomopathogenic nematodes caused on larvae of cabbage butterfly at different temperatures

EPN Türleri	İzolat	15 °C	20 °C	25 °C
<i>Steinernema affine</i>	47-İstanbul	39.00±4.58*	40.67±4.51*	45.33±1.52*
		fghij	fghi	Fgh
<i>Steinernema carpocapsae</i>	1133-Sakarya	33.67±3.51	39.33±3.51	46.67±2.08
		hij	fghij	Efgh
<i>Steinernema feltiae</i>	77-Kars	35.67±2.52	55.00±6.56	81.33±6.11
		fghij	cdefg	Ab
<i>Steinernema feltiae</i>	97-Bursa	37.67±3.51	55.33±5.03	84.33±8.33
		fghij	bcdefg	A
<i>Steinernema feltiae</i>	879-Çanakkale	39.00±3.61	53.33±5.03	79.67±9.45
		fghij	defgh	Abc
<i>Steinernema feltiae</i>	978-Çorum	35.33±3.06	57.00±3.00	76.00±8.89
		ghij	bcdef	Abcd
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	75-Antalya	23.00±4.00	37.33±9.02	73.67±11.15
		ij	fghij	Abcd
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	93-Van	22.67±3.06	39.33±9.02	74.33±14.57
		j	fghij	Abcd
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	174-Kayseri	24.00±3.61	41.00±7.94	71.67±14.74
		ij	fghi	Abcde
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	876-Çanakkale	22.67±3.51	39.00±9.54	77.33±14.57
		j	fghij	Abcd

* Farklı harfler Duncan (0.05)'e göre önemlidir.

Sıcaklığın yükselmesi ile birlikte entomopatojen nematodların lahana kelebeği larvalarında meydana getirdikleri ölüm oranlarında da yükselme gözlenmiştir. Sıcaklık 20 °C olduğunda da en etkili tür *S. feltiae* türü olmuştur. Entomopatojen nematodlardan 978 nolu Çorum izolatu %57 ile en yüksek ölüme neden olmuştur. Bu türü %41 ile *H. bacteriophora* takip etmiş ve türün neden olduğu ölüm oranlarında önemli artışlar olmuştur. *H. bacteriophora* türlerine bağlı izolatların meydana getirdikleri ölüm oranları %37.33-41 arasında değişmiştir.

Bununla birlikte 15 °C’de yüksek ölüm oranları meydana getirmesine rağmen *S. affine* ve *S. carpocapsae* türlerinde ise sıcaklık artışına bağlı olarak lahana kelebeği larvalarında meydana getirdikleri ölüm oranlarında önemli değişiklikler olmamıştır ve 15 °C’deki ölüm oranlarına yakın değerler gözlenmiştir. En yüksek sıcaklık olan 25 °C’de bütün türlerde diğer sıcaklıklara oranla lahana kelebeği larvalarında daha yüksek ölümler meydana gelmiştir.

Bununla birlikte *S. affine* ve *S. carpocapsae* türlerinin meydana getirdiği ölüm oranları 20 °C’ye yakın olmuş ve etkinlikleri fazla artmamıştır. *H. bacteriophora* ve *S. feltiae* izolatlarında ise en yüksek ölüm oranları bu sıcaklıkta meydana gelmiştir. Bu sıcaklıktaki ölüm oranları 20 °C’ye oranla büyük farklılık göstermiş ve bu sayede lahana kelebeği larvalarındaki en yüksek ölüm oranlarına ulaşılmıştır. Lahana kelebeği larvalarında en yüksek ölüm oranı 25 °C’de %84.33 ile *S. feltiae* türünün 97 nolu izolatında elde edilmiştir. *H. bacteriophora* türünün lahana kelebeğinde meydana getirdiği en yüksek ölüm oranı ise %77.33 ile Çanakkale izolatında gerçekleşmiştir.

Entomopatojen nematodlar lahana kelebeği larvalarında farklı sıcaklıklarda değişik oranlarda ölüm meydana getirmişlerdir. Mahar ve ark., 2005 yılında yaptıkları benzer bir çalışmada, dört entomopatojen nematod türü; *S. carpocapsae*, *S. feltiae*, *H. indica* ve *H. bacteriophora*’nın infektivitelerini lahana kelebeğinin larva ve pupaları üzerinde araştırmışlardır. Larva ve pupalardaki etkinlikleri, hem kum, hem de filtre kağıdı kullanarak belirlemişlerdir. *S. carpocapsae*’nin diğer nematod türleri ile karşılaştırıldığında 25 °C’de larva ve pupalarda en yüksek etkinlik gösterdiğini tespit etmişlerdir. Ancak *H. indica* 30 °C’de larva ve pupalarda daha yüksek oranda üreme göstermiş olup, bunu *H. bacteriophora*, *S. carpocapsae* ve *S. feltiae* türleri izlemiştir. Kum ortamında yapılan denemelerde *S. carpocapsae* ile inoküle edilen larva ve pupalardan elde edilen infektif juvenil sayısının 25 °C’de diğer türlerden fazla olduğunu, bu sayının 30 °C’de ise *H. indica*’da diğer nematod türlerinden daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Yaptıkları bu çalışmada nematodların uygulanması ile zararlı böceğin biyolojisinin bilinmesinin lahana kelebeği larva ve pupalarının kontrolünde yeni bir mücadele stratejisi olabileceğini bildirmişlerdir.

Lalramliana ve Yadav., 2009 yılında yürüttükleri bir diğer çalışmada, *P. brassicae* larvalarına karşı üç entomopatojen nematod *H. indica*, *S. thermophilum* ve *S. glaseri*’nin etkinliklerini laboratuvar koşullarında araştırmışlardır. Zararlı böceğe karşı, petri yöntemi kullanarak farklı nematod konsantrasyonlarını (0, 10, 25, 50, 75 ve 100 IJs/larva, 0.5 ml saf su içerisinde) uygulamışlardır. Denemedeki üç tür arasında *S. thermophilum*’un inokulasyondan 24 saat sonra 50 IJs/larva uygulamasında larva ölümüne neden olduğunu belirlemişlerdir. Bunun yanında *H. indica*’nın da inokulasyondan 48 saat sonra 100 IJs/larva uygulamasında meydana getirdiği ölüm oranının %100 olduğunu bildirmişlerdir. *S. glaseri*’de ise 24 saat içerisinde herhangi bir ölüm gözlemlenmemişlerdir. Çalışmada, hem ölüm oranları hem de LC50 değeri (48 saatte 30.2 IJs/larva) baz alındığında *S.*

thermophilum'un en etkili tür olduğu sonucuna varmışlardır. *P. brassicae*'nin sadece *H. indica*'nin olması durumunda en yüksek üremeyi gösterdiğini tespit etmişlerdir. Üremenin, hem *H. indica* hem de *S. thermophilum*'un en yüksek konsantrasyonlarına kadar artış gösterdiğini ancak *S. glaseri*'nin 50 IJs/larva yoğunluğunda azaldığını bildirmişlerdir.

Saurav ve ark., 2009 yılında yürüttükleri bir başka çalışmada ise, *S. carpocapsae* (PDBC), *H. indica* (PDBC) ve *S. carpocapsae* (JMU) izolatlarının endosulfan 35EC (%0.07) ve carbaryl 50WP (%0.1) ile birlikte *P. brassicae*'ya karşı olan etkinliğini, karnabahar üzerinde araştırmışlar. Entomopatojen nematodları 0.5, 1 ve 2 milyar/ha yoğunluğunda uygulamışlardır. *S. carpocapsae* (JMU)'nin en etkili uygulama olduğunu bildirmişlerdir. Uygulamadan sonra geçen zamana bağlı olarak lahana kelebeğinde artan ölüm oranlarının, diğer nematod uygulamalarında da benzer eğilim gösterdiğini ve 1. günden 14. güne kadar arttığını gözlemlemişlerdir. İnsektisit uygulamalarında ise en yüksek ölüm oranı uygulamadan 1 gün sonra görülmüş olup, daha sonra bu etkinliklerin uygulamadan sonraki 7. güne kadar düştüğünü, uygulamadan 10 gün sonra herhangi bir ölümün olmadığını tespit etmişlerdir. Yüksek ölüm oranlarının, uygulamadan üç gün sonra endosulfan 35EC ve carbaryl 50WP uygulamalarında olduğunu bildirmişlerdir.

Laboratuvarında kontrollü koşullarda lahana kelebeği larvaları üzerinde elde edilen yüksek ölüm oranları EPN'lerin lahana kelebeği larvalarının biyolojik mücadelesinde kullanılabilme olanaklarını ortaya koymuş olup, elde edilen bu sonuçların yapılacak başka çalışmalar ile desteklenmesi faydalı olacaktır. Ayrıca EPN'lerin doğa koşullarında da lahana kelebeği larvaları üzerinde etkinliklerinin belirlenerek *P. brassicae*'nin biyolojik mücadelesinde kullanılabilme olanakları araştırılmalıdır.

Kaynaklar

- Anonim 2005. <http://www.entnemdept.ufl.edu/nguyen/morph/rearwax.htm> (Erişim tarihi: 7 Kasım 2012).
- Anonim 2010. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Müdürlüğü <http://www.tarim.gov.tr/Files/uretim/bitkisel/zararlilar/Lahanahastalikmucadele.pdf> (Erişim tarihi: 12 Kasım 2012).
- Anonim 2012. <http://www.ukbutterflies.co.uk/species.php?species=brassicae> (Erişim tarihi: 12 Kasım 2012).
- Anonim 2012. Cornell University College of Agriculture and Life Sciences Department of Entomology <http://www.biocontrol.entomology.cornell.edu/pathogens/nematodes.html> (Erişim tarihi: 7 Kasım 2012).
- Bedding R.A. & R.J. Akhurst 1975. A simple technique for the detection of insect parasitic rhabditid nematodes in soil. *Nematologica*, 21: 109-110.
- Faostat 2010. Food and Agriculture Organization of The United Nations <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor> (Erişim tarihi: 18 Kasım 2012)

- Feltwell J. 1982. Large white butterfly, the biology, biochemistry and physiology of *Pieris brassicae* (Linnaeus). The Hague, The Netherlands. Dr. W. Junk Publishers. 535 pp.
- Griffin C.T., J.F. Moore & M.J Downes 1991. Occurance of insect parasitic nematodes (Steinernematidae, Heterorhabditidae) in the Republic of Ireland. *Nematologica*, 37: 92-100.
- Gupta S., V. Kaul, U. Shankar, D. Sharma & H. Ahmad 2009. Field efficacy of Steinernematid and Heterorhabditid nematodes against *Pieris brassicae* (L.) on cauliflower. *Annals of Plant Production Sciences*, 17(1): 181-184.
- Güneş Ç. 2008. Marmara Bölgesi'ndeki entomopatojen nematod faunasının belirlenmesi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Bitki Koruma Ana Bilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale, 71s.
- Kaya H.K. & S.P. Stock 1997. Techniques in insect nematology. In: Manual of techniques in insect pathology (ed. L. Lacey). Academic Press, San Diego, California, USA. 281-324.
- Kaya H.K. & A.M. Koppenhöfer 1999. Biology and ecology of insecticidal nematodes. In: Polavarapu S. (ed.): Workshop Proceedings: Optimal use of insecticidal nematodes in pest management. Rutgers University: 1-8.
- Lalramliana & A.K. Yadav 2009. Laboratory evaluation of the pathogenicity of three entomopathogenic nematodes against larvae of cabbage butterfly, *Pieris brassicae* Linnaeus (Lepidoptera: Pieridae). *Journal of Science Vision*, 9(4): 166-173.
- Mahar, A.N., N.D. Jan, Q.I. Chachar, G.S. Markhand, M. Munir, & A.Q. Mahar 2005. Production and infectivity of some entomopathogenic nematodes against larvae and pupae of cabbage butterfly, *Pieris brassicae* L. (Lepidoptera: Pieridae). *Journal of Entomology*, 2(1): 86-91.
- Mracek Z. 1980. The use of *Galleria* traps for obtaining nematode parasites of insects in Czechoslovakia (Lepidoptera: Nematoda, Steinernematidae). *Acta Entomology Bohemoslovaca*, 77: 378-382.
- Mracek Z., S. Becvar & P. Kindlmann 1999. Survey of entomopathogenic nematodes from the families Steinernematidae and Heterorhabditidae (Nematoda: Rhabditida) in the Czech Republic. *Folia Parasitologica*, 46: 145-148.
- Nguyen K.B., M. Tesfamariam, U. Gozel, R. Gaugler & B.J. Adams 2004a. *Steinernema yirgalemense* n. sp. (Rhabditida: Steinernematidae) from Ethiopia. *Nematology*, 6: 839-856.
- Nguyen K.B., D.I. Shapiro-Ilan, R.J. Stuart, C.W. McCoy, R.R. James, & B.J. Adams 2004b. *Heterorhabditis mexicana* n. sp. (Heterorhabditidae: Rhabditida) from Tamalipas, Mexico with morphological studies of Bursa of *Heterorhabditis* spp. *Nematology*, 6: 231-244.
- Steiner W. 1996. Distribution of entomopathogenic nematodes in the Swiss Alps. *Suisse Journal de Zoologie*, 103: 439-452.
- Stock S.P., B.M. Pryor, & H.K. Kaya 1999. Distribution of entomopathogenic nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) in natural habitats in California, USA. *Biodiversity and Conservation*, 8: 535-549.
- Yoshida M., A.P. Reid, B.R. Briscoe & W.M. Hominick 1998. Survey of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae) in Japan. *Fun. Appl. Nematol.* 21: 185-198.