

## Bazı sentetik pyrethroidlerin *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera, Chrysomelidae)'daki toksisitesine sıcaklığın etkisi üzerinde araştırmalar\*

Gül TORUN\*\*

M. Oktay GÜRKAN\*\*

### Summary

#### **Investigations on the effect of temperature on toxicity of some synthetic pyrethroids on *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera, Chrysomelidae)**

In this study, the effects of temperature on toxicity of three synthetic pyrethroids to Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* was evaluated. Third-instar larvae and 2-4 days old adults were topically treated with, alphacypermethrin, cypermethrin and deltamethrin. The toxicity of these pyrethroids was determined at 18, 25 and 32°C after 24, 48 and 72 hours of host-treated time.

Results suggested that the activity of pyrethroids to Colorado potato beetle decreased at high temperatures. Between 18 and 32°C and between 25 and 32°C, large negative temperature coefficients were observed for three compounds on third-instar larvae and adults. Between 18 and 25°C, large negative temperature coefficients were again observed for deltamethrin on third-instar larvae and adults. Within this temperature range, negative temperature coefficients were determined for alphacypermethrin and cypermethrin on adults, whereas positive temperature coefficients were determined for these two pyrethroids on third-instar larvae.

---

\* Araştırma, 15.12.1994 tarihinde kabul edilen Yüksek Lisans tezinin bir bölümüdür.

\*\* A.Ü. Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü 06110 Dışkapı, Ankara

Alınış (Received): 08.11.1995

## Giriş

Doğal bitkisel insektisitlerden olan pyrethrin, 1949 yılından beri sentetik olarak elde edilmeye başlanmıştır. İlk sentetik pyrethroidler olan Allethrin ve Resmethrin ışıқта bozulduklarından, bunları tarımda kullanma imkanı olmamıştır, sadece ev zararlılarına karşı kullanılmışlardır. Nihayet 1973 yılında ışığa dayanıklı sentetik pyrethroidler sentezlenmiştir. Sentetik pyrethroidler, insektisit etkilerinin çok yüksek olması, spesifik oluşları, sıcak kanlılara karşı düşük toksisite göstermeleri, çevrede çabuk bozulmaları nedeniyle tarımsal zararlılarla savaşta yaygın olarak kullanılmaktadırlar.

Bir insektisitinin toksisitesini etkileyen en önemli faktörlerden birisi çevre sıcaklığıdır. Sıcaklığın etkisindeki farklılıkların, insektisitinin kimyasal yapısıyla ilişkili olduğu uzun zamandan beri bilinmektedir. Birçok organik fosforlu, karbamatlı ve klorlandırılmış hidrokaronlu bileşikte sıcaklık arttıkça toksisite artar, yani pozitif bir sıcaklık katsayısı gözlenir (Chalfant, 1973). Aksine DDT ve pyrethrinlerin toksisitesi azalan sıcaklıkta artar (Blum and Kearns, 1956). Çeşitli böcek türleri üzerinde yapılan çalışmalarla, birçok pyrethroidin toksisitesinde azalan sıcaklıklarla arttığı, yani negatif sıcaklık katsayısının görüldüğü kanıtlanmıştır (Hinks, 1985, Toth and Sparks, 1990).

Pyrethroidlerin sıcaklık-toksisite ilişkisi böcek türüne bağlı olarak değişebilmektedir. Bu nedenle bir böcek türüne karşı sentetik pyrethroidlerin toksisitesine sıcaklığın etkisi araştırılmamışsa mevcut bilgilerden bunu önceden tahmin etmek imkansızdır. Önemli zararlılara karşı bu bileşiklerin toksisitesine sıcaklığın etkisini saptamak amacıyla hem laboratuvar, hem de tarlada çok sayıda araştırma yapılması gerekmektedir.

***Leptinotarsa decemlineata*** (Say) (Coleoptera, Chrysomelidae) (Patates böceği)'nin savaşımında özellikle klorlandırılmış hidrokarbonlara, organik fosforullara ve karbamatlılara dayanıklılığın görüldüğü yerlerde pyrethroidler giderek artan yoğunlukta kullanılmaktadır. Ülkemizde de bu zararluya karşı sentetik pyrethroidler yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle bu türde sentetik pyrethroidlerin sıcaklık-toksisite ilişkisini bilmek, zararlıyı kontrol altına almada büyük önem taşımaktadır. Bu konuda dünyada sınırlı sayıda çalışma yapılmış (Malinowski 1982, Alexandrescu 1986, Grafius 1986), ülkemizde ise bu konuda bir çalışma yapılmamıştır.

## Materyal ve Metot

Araştırmanın ana materyalini *L. decemlineata* ile üç adet sentetik pyrethroid (alphacypermethrin, cypermethrin, deltamethrin) oluşturmuştur. Denemelerde kullanılan alphacypermethrin % 99.9, cypermethrin % 92.3, deltamethrin % 99.5 saflıktadır.

Patates böceğinin yetiştirilmesi Gürkan ve Kılınçer (1987)'in yetiştirme metodundan yararlanılarak yapılmıştır. Zararlı  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  sıcaklık, % 60-70 orantılı nem ve 18 saat ışık, 6 saat karanlık koşullara ayarlanmış klima odasında yetiştirilmiştir.

Larva dönemine karşı yapılan topikal aplikasyon uygulamalarında patates böceğinin ortalama  $28.64 \pm 0.43$  (20-40) mg ağırlığındaki 1-2 günlük 3. dönem larvaları kullanılmıştır. Aktif maddeler asetonda çözülmüş ve her üç aktif madde için uygulanan larva populasyonunda % 20-80 arasında ölüm meydana getiren beş farklı doz saptanmıştır. Dozlar sıcaklığa bağlı olarak genellikle değiştiğinden herbir ilaç-sıcaklık kombinasyonu için uygulanacak dozlar çok sayıdaki ön deneme ile belirlenmiştir.

Beş konsantrasyonda hazırlanan ilaç mikroaplikatör aracılığıyla 3. dönem larvaların thorax'ının dorsoline 1  $\mu\text{l}$  hacminde uygulanmıştır. Kontroldeki larvalara ise sadece aseton uygulanmıştır. Aktif Madde uygulanan larvalar 10'arlı gruplar halinde, içinde besin bulunan 4 cm çapında 8 cm yüksekliğindeki kavanozlara konulmuştur. Her doz için 50 larva kullanılmıştır. Deneme beş tekerrürlü olarak yapılmıştır. Her bir ilaç - sıcaklık kombinasyonu için 250 adet larva kullanılmıştır. Uygulamadan sonra larvalar  $18 \pm 1$ ,  $25 \pm 1$  veya  $32 \pm 1^\circ\text{C}$  sıcaklığa, % 60,70 orantılı neme ve 18 saat ışık, 6 saat karanlık koşullara sahip klima dolaplarına alınmış, günlük besin verilmiştir. Uygulamada 24, 48 ve 72 saat sonra sayım yapılarak canlı ve ölü larva sayısı belirlenmiştir.

Erginde yapılan çalışmalarda ortalama vücut ağırlığı  $103.8 \pm 1.47$  (75-150) mg olan 2-4 günlük bireyler kullanılmıştır. Her üç aktif maddenin % 20-80 arasında ölüm meydana getiren beş farklı konsantrasyonu ön denemelerle belirlenmiştir. Dozlar sıcaklığa bağlı olarak genellikle değiştiği için herbir ilaç-sıcaklık kombinasyonu için uygulanacak dozlar çok sayıdaki ön deneme ile saptanmıştır.

Belirlenen dozlarda hazırlanan ilaçlar, topikal aplikasyon yöntemiyle erginin abdomen ventraline 1  $\mu\text{l}$  olarak verilmiştir. Kontrol' daki erginlere ise sadece aseton uygulanmıştır. Uygulama yapılan

erginler 5'erli gruplar halinde içinde besin bulunan 4 cm çapında, 8 cm yüksekliğindeki kavanozlara konulmuştur. Her doz için 25 ergin kullanılmıştır. Deneme beş tekerrürlü olarak yapılmıştır. Herbir ilaç-sıcaklık kombinasyonu için 125 adet ergin kullanılmıştır. Aktif madde uygulanmış erginler  $18 \pm 1$ ,  $25 \pm 1$  ve  $32 \pm 1$ °C sıcaklığa, % 60-70 orantılı neme ve 18 saat ışık, 6 saat karanlık koşullara sahip klima dolaplarında 6 gün (Grafius, 1986) tutulmuş ve besin verilmiştir. Alphacypermethrin ve deltamethrin'de 2. güne kadar, cypermethrin'de 3. güne kadar paraliz devam etmiştir. Bu nedenle uygulamadan sonra gözlem süresinin uzun tutulması, ölümlerin doğru saptanması bakımından gereklidir. Uygulamadan sonra günlük sayım yapılarak canlı ve ölü birey sayısı belirlenmiştir.

Denemeler sonucunda elde edilen doz-ölüm verileri Finney (1971)'e göre, "Probit Analiz Yöntemi" ile değerlendirilerek, herbir ilaç-sıcaklık kombinasyonu için LD<sub>50</sub> ve LD<sub>90</sub> değerleri saptanmıştır. Bu değerlerin saptanmasında 3. dönem larvalarda 72 saatlik, erginlerde 6 günlük ölüm sayıları kullanılmıştır. Herbir ilaç için üç sıcaklık aralığındaki sıcaklık katsayıları hesaplanmıştır. Sıcaklık katsayıları, alınan sıcaklık aralığında büyük LD<sub>50</sub> değerinin küçük LD<sub>50</sub> değerine, büyük LD<sub>90</sub> değerinin küçük LD<sub>90</sub> değerine bölünmesiyle bulunmuştur. Negatif bir sıcaklık katsayısı yüksek sıcaklıkta daha düşük toksisiteyi, pozitif bir katsayı ise yüksek sıcaklıkta daha yüksek toksisiteyi göstermektedir. Örneğin, katsayının 2 olması yüksek sıcaklıkta toksisitenin 2 kat daha yüksek olduğunu ve -2'lik katsayısı ise düşük sıcaklıkta toksisitenin 2 kat daha büyük olduğunu göstermektedir (Grafius, 1986).

Alphacypermethrin, cypermethrin ve deltamethrin için üç sıcaklıkta elde edilen probit regresyon doğrularının birbirlerine paralel olup olmadıkları yapılan paralellik testi (Finney, 1971) ile belirlenmiştir.

## Sonuçlar ve Tartışma

1992-1994 yıllarında A.Ü.Z.F. Bitki Koruma Bölümü'nde yürütülen bu çalışmada, *L. decemlineata*'nın 3. dönem larva ve erginlerine karşı topikal olarak uygulanan alphacypermethrin, cypermethrin ve deltamethrin'in toksisitesi üzerine uygulama sonrası sıcaklığın etkileri araştırılmıştır.

Patates böceğinin 3. dönem larvalarına topikal olarak uygulanan alphacypermethrin, cypermethrin ve deltamethrin'in üç farklı sıcaklık'taki LD<sub>50</sub> ve LD<sub>90</sub> değerleri Cetvel 1 ve bu değerlerden yararlanılarak hesaplanan sıcaklık katsayıları Cetvel 2'de görülmektedir.

Cetvel 1. *Leptinotarsa decemlineata* 3. dönem larvalarına topikal olarak uygulanan pyrethroidlerin üç sıcaklık'taki toksisiteleri

Aktif Madde	Sıcaklık °C	Eğim ± SH*	LD <sub>50</sub> (% 95 GA)*	LD <sub>90</sub> (% 95 GA)*
			µg/g	µg/g
Alphacypermethrin	18	1.03 ± 0.18	0.021 (0.003-0.056)	0.378 (0.105-0.945)
	25	0.99 ± 0.15	0.013 (0.008-0.019)	0.249 (0.119-0.873)
	32	2.13 ± 0.36	0.149 (0.003-0.317)	0.593 (0.293-1.186)
Cypermethrin	18	1.70 ± 0.29	0.28 (0.021-0.035)	0.161 (0.104-0.370)
	25	1.83 ± 0.30	0.026 (0.020-0.032)	0.130 (0.090-0.258)
	32	2.58 ± 0.40	0.402 (0.333-0.467)	1.264 (0.973-2.008)
Deltamethrin	18	1.78 ± 0.30	0.029 (0.022-0.036)	0.153 (0.101-0.326)
	25	1.71 ± 0.26	0.124 (0.096-0.155)	0.696 (0.460-1.442)
	32	2.50 ± 0.39	0.203 (0.170-0.237)	0.662 (0.500-1.084)

\*GA Güven aralığı, SH Standart hata

Cetvel 2. *Leptinotarsa decemlineata*'nın 3. dönem larvalarında üç sentetik pyrethroid için elde edilen sıcaklık katsayıları

Aktif Madde	Sıcaklık Katsayısı*		
	18-25°C	25-32°C	18-32°C
Alphacypermethrin	+1.62	-11.46	-7.09
	+1.52	-2.38	-1.57
Cypermethrin	+1.08	-15.46	-14.36
	+1.52	-2.38	-1.57
Deltamethrin	-4.28	-1.64	-7
	-4.55	+1.05	-4.33

\* LD<sub>50</sub> ve LD<sub>90</sub>'a göre; (+) pozitif, (-) negatif

*L. decemlineata*'nın 3. dönem larvalarında, 18-32°C arasında ve 25-32°C arasında LD<sub>50</sub>'ye göre üç ilaç için negatif sıcaklık katsayısı saptanmıştır (Cetvel 2). 18-25°C arasında ise hem 3. dönem larva hem de erginlerde deltamethrin için yine negatif sıcaklık katsayıları gözlenmiştir. Ancak, 18-25°C arasında alphacypermethrin ve cypermethrin için sıcaklık katsayıları bakımından, 3. dönem larva ve erginler arasında farklılık görülmüştür. Bu sıcaklık aralığında, alphacypermethrin ve cypermethrin için 3. dönem larvalarda pozitif sıcaklık katsayıları saptanmıştır. Yani 3. dönem larvalara karşı bu iki ilacın 18°C'taki toksisiteleri, 25°C'taki toksisitelerinden daha düşük bulunmuştur.

*L. decemlineata*'nın 3. dönem larvalarına karşı LD<sub>50</sub> değerlerine göre, deltamethrin'in toksisitesi sıcaklık arttıkça azalmış ve 18°C'taki

toksisite 32°C'taki toksisiteden 7 kat fazla olmuştur (Cetvel 1, 2). Sparks et al. (1982), *Trichoplusia ni* (Hübner) (Lepidoptera, Noctuidae)'nin 3. dönem larvalarına karşı deltamethrin'in toksisitesinin sıcaklık arttıkça azaldığını ve 15.6 °C'taki toksisitesinin, 37.8 °C'taki toksisiteden 3.2 kat fazla olduğunu belirtmişlerdir. Aynı araştırmacılar, *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera, Noctuidae) ve *Heliothis virescens* (F.) (Lepidoptera, Noctuidae)'in 3. dönem larvalarına karşı ise deltamethrin'in toksisitesinin sıcaklık arttıkça arttığını ve 37.8°C'taki toksisitenin 15.6°C'taki toksisiteden sırasıyla 1.9 ve 5.5.kat daha fazla görüldüğünü bildirmişlerdir. *L. decemlineata* larvalarında deltamethrin için elde edilen sıcaklık toksisite ilişkisi *T. ni* için belirtilen ilişkiye benzemektedir. Bu konuda önceden yapılan çalışmaların çoğunda sadece LD<sub>50</sub> değerleri bulunduğundan, karşılaştırmalarda genellikle LD<sub>50</sub> değerleri kullanılmıştır.

*L. decemlineata*'nın 3. dönem larvalarında cypermethrin 18-25°C arasında küçük bir pozitif sıcaklık katsayısı (1.08), 25-32°C arasında ve 18-32°C arasında oldukça büyük negatif sıcaklık katsayıları (sırasıyla -15.46 ve -14.36) göstermiştir (Cetvel 2). Sparks et al. (1982), *H. virescens*'in 3. dönem larvalarında cypermethrin için 15.6-26.7°C arasında yine küçük pozitif bir sıcaklık katsayısı (1.17), 26.7-37.8°C arasında ve 15.6-37.8°C arasında ise negatif sıcaklık katsayılarını sırasıyla -2.12 ve -1.81 olarak saptamışlardır.

Cypermethrin, *Melanoplus sanguinipes* (Fab.) (Orthoptera, Acrididae)'in 2. dönem nimflerine karşı 35°C'de, 15°C ve 20°C'takinden yaklaşık 2.2 kez daha az toksik bulunmuştur (Ewen et al., 1984). *M. sanguinipes* nimflerinde 27°C'nin yukarıdaki sıcaklıklarda deltamethrin'in toksisitesindeki azalış Hinks (1985) tarafından ispatlanmıştır. *Camnula pellucida* (Scudder) (Orthoptera, Acrididae) ve *M. bivittatus* nimflerinde ise alphacypermethrin (alphamethrin) ve deltamethrin'in 27°C veya 31°C'taki etkinliğinin 15, 19, 23°C'taki etkinliğinden daha az olmadığı gözlenmiştir (Johnson, 1990). Aynı araştırmacı çekirge türlerinin insektisit ve sıcaklığa farklı şekilde tepki gösterebileceğini belirtmiştir. *L. decemlineata* larvalarında ise alphacypermethrin ve cypermethrin'in 32°C'taki toksisiteleri, 18°C ve 25°C'taki toksisitelerinden büyük oranda daha düşük olmuştur. Deltamethrin'in ise 32°C'taki toksisitesi 18°C'taki toksisitesinden ve 25°C'taki toksisitesi ise 18°C'taki toksisitesinden büyük miktarlarda daha düşük bulunmuştur (Cetvel 2). Cypermethrin ve deltamethrin için *L. decemlineata* larvalarında elde ettiğimiz sonuçlar, *M. sanguinipes* nimfleri için elde edilen sonuçlara benzemektedir.

Çalışmamızda *L. decemlineata* 'nın 3. dönem larvalarında deltamethrin 25-32°C arasında LD<sub>50</sub>'ye göre küçük bir negatif sıcaklık katsayısı (-1.64) gösterirken, LD<sub>90</sub>'a göre küçük bir pozitif sıcaklık katsayısı (1.05) göstermiştir (Cetvel 2). Hinks (1985) de, *M. sanguinipes*'in 2. dönem nimflerinde deltamethrin için 21.1 - 26.7°C arasında LD<sub>50</sub>'ye göre küçük bir negatif sıcaklık katsayısı (-1.10), LD<sub>90</sub>'a göre küçük bir pozitif sıcaklık katsayısı (1.38) bulmuştur.

Patates böceğinin 3. dönem larvalarında alphacypermethrin, cypermethrin ve deltamethrin için üç sıcaklıkta elde edilen probit regresyon doğrularında yapılan paralellik testi sonucunda cypermethrin için 18, 25, 32°C'taki probit regresyon doğruları birbirlerine paralel bulunmuştur (p > 0.05). Alphacypermethrin ve deltamethrin için üç sıcaklıktaki probit regresyon doğruları birbirlerine paralel bulunmuştur (p < 0.05).

Patates böceği erginlerine topikal olarak uygulanan alphacypermethrin, cypermethrin ve deltamethrin'in 18, 25, 32°C'daki LD<sub>50</sub> ve LD<sub>90</sub> değerleri Cetvel 3 ve bu değerlere göre hesaplanan üç sıcaklık aralığındaki sıcaklık katsayıları Cetvel 4'de görülmektedir.

Cetvel 3. *Leptinotarsa decemlineata* erginlerine topikal olarak uygulanan pyrethroidlerin üç sıcaklıktaki toksisiteleri

Aktif Madde	Sıcaklık °C	Eğim ± SH*	LD <sub>50</sub> (% 95 GA)* µg/g	LD <sub>90</sub> (% 95 GA)* µg/g
Alphacypermethrin	18	2.00 ± 0.50	2.399 (1.720-3.175)	10.478 (6.347-39.860)
	25	1.90 ± 0.49	12.638 (8.996-17.180)	59.883 (34.321-297.040)
	32	3.24 ± 0.73	35.468 (29.045-42.148)	88.069 (65.432-180.393)
Cypermethrin	18	2.68 ± 0.71	8.596 (6.597-10.569)	25.808 (17.589-79.967)
	25	2.49 ± 0.63	27.415 (21.294-34.677)	89.675 (58.905-286.484)
	32	4.38 ± 1.13	121.5610 (106.791-141.668)	238.645 (184.434-504.035)
Deltamethrin	18	2.97 ± 0.73	2.062 (1.711-2.598)	5.560 (3.813-15.513)
	25	2.76 ± 0.71	8.613 (6.688-10.524)	25.041 (17.340-71.093)
	32	3.49 ± 0.82	18.909 (14.739-25.352)	49.480 (32.204-115.640)

\*GA Güven aralığı, SH Standart hata

Yapılan çalışmada erginlere karşı cypermethrin'in 18°C'taki toksisitesi 25°C ve 32°C'daki toksisitesinden LD<sub>50</sub>'ye göre sırasıyla 3.19, 14.15 kat, 25°C'taki toksisitesi ise 32°C'taki toksisitesinden 4.44 kat daha yüksek bulunmuştur (Cetvel 4). Grafius (1986) ise cypermethrin'in 14°C'taki toksisitesini 23°C ve 30°C'taki toksisitesinden sırasıyla 3.19 ve 8.19 kat, 23°C'taki toksisitesini ise 30°C'taki toksisiteden 2.57 kat daha yüksek bulmuştur.

Cetvel 4. *Leptinotarsa decemlineata* erginlerinde üç sentetik pyrethroid için elde edilen sıcaklık katsayıları

Aktif Madde	Sıcaklık Katsayısı*		
	18-25°C	25-32°C	18-32°C
Alphacypermethrin	-5.27	-2.81	-14.78
	-5.72	-1.47	-8.41
Cypermethrin	-3.19	-4.44	-14.15
	-3.47	-2.66	-9.25
Deltamethrin	-4.18	-2.20	-9.17
	-4.50	-1.98	-8.90

\* LD<sub>50</sub> ve LD<sub>90</sub> 'a göre; (+) pozitif, (-) negatif

Malinowski (1982), deltamethrin, cypermethrin, permethrin, fenvalerate ve fenprothrin'in *L. decemlineata* erginlerine karşı düşük sıcaklıklarda önemli miktarda daha etkili olduğunu saptamıştır. Alexandrescu (1986), *L. decemlineata* erginlerine karşı cypermethrin, deltamethrin, fenvalerate ve permethrin'in etkinliğinin sıcaklık artışıyla orantılı olarak azaldığını göstermiştir. Bizim sonuçlarımız bu sonuçlara benzemektedir.

Sparks et al. (1983), *Anthonomus grandis* Boh. (Coleoptera, Curculionidae) erginlerinde deltamethrin'in 15.6°C'taki toksisitesinin 37.8°C'taki toksisitesinden 13 kat fazla olduğunu saptamışlardır. *L. decemlineata* erginlerinde ise deltamethrin'in 18°C'taki toksisitesi 32°C'taki toksisitesinden 9.17 kat daha fazla olmuştur (Cetvel 4).

Scott and Georghiou (1984), *Musca domestica* L. (Diptera, Muscidae)'nin hassas ve dayanıklı ırklarında, cypermethrin'in 18°C'da, 32°C'takinden daha çok ölüm meydana getirdiğini belirtmişlerdir. Ahn et al. (1987), *M. domestica*'nın hassas ve dayanıklı ırklarında sıcaklık 15°C'dan 35°C'a kadar artarken cypermethrin ve deltamethrin'in toksisitesinin azaldığını gözlemişlerdir. Watters et al. (1983), *Tribolium castaneum* Hbst. (Coleoptera, Tenebrionidae) erginlerine karşı cypermethrin'in 20°C'taki etkinliğinin, 30°C'taki etkinliğinden daha büyük olduğunu bildirmişlerdir. Yukarıda belirttiğimiz araştırmacıların elde ettikleri sonuçlar, bizim *L. decemlineata* erginleri için elde ettiğimiz sonuçlara uygundur. Subramanyam and Cutkomp (1987) ise *Tribolium confusum* Duv. erginlerinde cypermethrin'in 20°C'taki toksisitesi ile 30°C'taki toksisitesi arasında önemli bir fark olmadığını belirtmişlerdir. Bu sonuçlar, cypermethrin'in sıcaklık-toksisite ilişkisinin türden türe değişebileceğini göstermektedir.



Harris and Kinoshita (1977), *Gryllus pennsylvanicus* Burmeister (Orthoptera, Gryllidae)'un 1. dönem nimflerinde, *Phyllotreta cruciferae* Goeze (Coleoptera, Chrysomelidae), *Hylemya antiqua* Meig. (Diptera, Anthomyiidae) erginlerinde ve *Peridroma saucia* (Hübner) (Lepidoptera, Noctuidae)'nın 3. dönem larvalarında 15°C'den 32°C'ye kadar artan sıcaklıklarda pyrethroidlerin toksisitesinin azaldığını bildirmişlerdir. Harris et al. (1978), *T. ni*'nin 4. dönem larvalarında uygulama sonrası sıcaklıkların pyrethroidlerin kontakt toksisitesini negatif olarak etkilediğini saptamışlardır. Harris and Turnbull (1978), *G. pennsylvanicus*'un nimflerine uygulanan bazı pyrethroidlerin 16°C'da, 32°C'takinden 3 kat daha toksik olarak, negatif bir sıcaklık katsayısı gösterdiğini gözlemişlerdir. Bu sonuçlarda bizim *L. decemlineata* için elde ettiğimiz sonuçları desteklemektedir.

Grafius (1986), *L. decemlineata*'nın erginlerinde cypermethrin, fenvalerate, flucythrinate ve permethrin'in toksisitesinin 14°C'dan 30°C'a kadar artan sıcaklıklarda azaldığını ve üç sıcaklık aralığında (14-23°C, 23-30°C, 14-30°C) sıcaklık katsayılarının negatif olduğunu belirtmiştir. Yapılan çalışmada ise *L. decemlineata*'nın erginlere karşı alphacypermethrin, cypermethrin ve deltamethrin'in toksisitesi 18°C'dan 32°C'a kadar artan sıcaklıklarda azalmış ve üç sıcaklık aralığında (18-25°C, 25-32°C, 18-32°C) sıcaklık katsayıları negatif olmuştur. Aynı araştırmacı, 35°C'taki toksisitenin ise 30°C'taki toksisiteden daha yüksek olduğunu ve bunun nedeninin ise görünüşte 35°C'da böcekler üzerindeki baskının artışı sonucu olduğunu, baskının 35°C'da böceklerin anormal davranışları yoluyla görüldüğünü belirtmiştir.

Pyrethroidler tarafından meydana getirilen sinir uçlarının depolarizasyonu sıcaklıkla negatif ilişkilidir (Salgado et al., 1983). Oysa, pyrethroid metabolizması ve pyrethroidin vücuttan atılmasının sıcaklık ile pozitif ilişkili olduğu belirlenmiştir (Scott and Georghiou 1984). Bununla birlikte pyrethroidlerin sıcaklık-toksisite ilişkisi böcek türlerine, pyrethroide, seçilmiş sıcaklık dizisine ve uygulama metoduna bağlı olarak değişebilir (Sparks et al., 1982; Toth and Sparks, 1988).

*H. virescens* için bir pyrethroidin  $\alpha$ -cyano grubuna sahip olmasının, sıcaklık katsayısı üzerinde en büyük etkiye sahip olduğu belirtilmiştir (Sparks et al., 1983). Aynı araştırmacılar tarafından, phenothrin ve permethrin gibi  $\alpha$ -cyano grubu olmayan bileşiklerin oldukça büyük negatif sıcaklık katsayısı gösterdiğine dikkat çekilmiş, oysa fenvalerate, cypermethrin, deltamethrin gibi  $\alpha$ -cyano grubuna sahip bileşiklerin küçük negatif sıcaklık katsayısı veya pozitif sıcaklık

katsayısı gösterdiği saptanmıştır. Aynı şekilde  $\alpha$ -cyano grubunun bir pyrethroidin hidrolize edilmesinde rol oynayan anzimlerin yeteneğini de büyük bir şekilde etkileyeceği ifade edilmiştir.

DDT ve pyrethroidlerin negatif sıcaklık katsayısı göstermesinde, hedef bölgede DDT'nin biraz değişmesi dolaylı sorumlu olarak tutulmakla beraber, bu olaya neden olan kesin mekanizmalar bilinmemektedir. Chang and Plapp (1983), kritik hedef bölgede DDT, permethrin ve cypermethrin'i bağlayıcı bir membran receptörün olabileceğini belirterek, insektisitlerin negatif sıcaklık katsayısı göstermesinin nedeninin bu olabileceğini ifade etmişlerdir. Scott and Georghiou (1984), *M. domestica*'da bazı pyrethroidler için gözledikleri negatif sıcaklık katsayısının, ilacın metabolizma/atılma/vücutta dağılma hızı ve ilacın etki yerindeki aktivitesi şeklinde iki esas nedeni bulunduğunu belirtmişlerdir. Ahn et al. (1987) de permethrin ve cypermethrin *M. domestica*'nın hassas ve dayanıklı ırklarının thorax ganglionlarına uygulandığında, toksisitenin negatif sıcaklık katsayısını gösterdiğini belirtmiştir. Aynı araştırmacılar tarafından, *M. domestica*'da pyrethroidler için negatif sıcaklık katsayısı görülmesine, daha düşük sıcaklıklarda pyrethroidlere karşı sinir hassasiyetinin artmasının sebep olabileceği sonucuna varılmıştır. Toth and Sparks (1988)'a göre, düşük sıcaklıklarda detoksife edici enzimlerin aktivitesinin azalması, pyrethroidlerin toksisitesinin artmasından kısmen sorumlu olabilir.

Toksisitenin negatif sıcaklık katsayısı ilkbahar ve sonbahar boyunca karşılaştığımız soğuk hava şartlarında görülebilen, halen kullanılan insektisitlerle kontrolü zor olan *P. saucia* ve *T. ni* gibi zararlıların kontrolünde pratik imkanlar sağlayabilmiştir (Harris and Kinoshita 1977; Harris et al. 1978). Desmarchelier (1977)'e göre, daha düşük sıcaklıklarda negatif sıcaklık katsayısına sahip olan pyrethroidleri kullanmanın net etkisi, zararlı böceklerde sadece daha etkili kontrol sağlama sonucunu yaratmayacak, aynı zamanda uygulama yüzeyinde pyrethroidin kalıcılığını uzatacaktır. Toksisitenin negatif sıcaklık katsayısının, düşük sıcaklıklarda belirttiğimiz avantajlı yönleri olmakla beraber aslında sıcak hava şartlarında zararlıları kontrol altına almada daha büyük problemler meydana getirir (Hinks, 1985). Çünkü zararlı böcek türlerinin birçoğunun sıcak hava şartlarında gelişmesi, üremesi, beslenmesi ve dolayısıyla zararı artar ve bunlarla mutlaka mücadele etmek gerekir. Halbuki, negatif sıcaklık katsayısına sahip pyrethroidin bu şartlarda etkisi önemli miktarlarda azalır. Örneğin, çekirge türleri için sıcaklık önemli bir faktördür. Çünkü

otlaklarda veya tahıl ürünlerinde kontrolün çoğunlukla 25-35°C'da sıcaklık hava koşullarında yapılması gerekir (Johnson, 1990).

Laboratuvarda kontrollü şartlar altında yapılan bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, direkt olarak tarla sonuçlarını yansıtmayabilir. Çünkü tarlada meydana gelen kalıntı etkisi, mide toksisitesi ve formülasyon farklılıkları gibi çeşitli faktörler bu çalışmada ölçülmemiştir. Sıcaklık/toksisite ilişkileri sadece aktif maddeye değil aynı zamanda sıcaklığa belirli bir böceğin fizyolojik ve biyolojik tepkilerine de bağlıdır (Grafius, 1986). Pyrethroidlerin sıcaklık/toksisite ilişkileri böceklerin davranışı ve beslenme oranı gibi sıcaklığa bağlı faktörlerden de etkilenebilir (Grafius 1986; Toth and Sparks, 1988).

Sentetik pyrethroidler kontakt ve mide yoluyla etkilidirler. Biz çalışmamızda topikal olarak uyguladığımız üç sentetik pyretroidin sadece kontakt etkisine sıcaklığın etkilerini araştırdık. Mide toksisitesine sıcaklığın etkileri farklı olabilir. Grafius (1986), sıcaklıkla beslenme oranındaki değişmelerin şüphesiz mide toksisitesinin etkileyeceğini belirtmiştir.

Grafius (1986), dayanıklılık durumu, insektisit kalıntı etkisi, böcek davranışı ve düzensiz değişen sıcaklığın etkileri gibi faktörlere bağlı olarak, tarlada yüksek sıcaklıkların patates böceği ile savaşta problemlere neden olabileceğini belirtmiştir. Yani tarlada patates böceğine karşı pyrethroidlerin etkinliği yüksek sıcaklıklarda önemli miktarlarda azalabilir. Bu nedenle patates böceğini kontrol altına alabilmek için düşük sıcaklıklarda pyrethroidler kullanılırken, yüksek sıcaklıklarda pozitif sıcaklık katsayısına sahip başka gruptaki ilaçlardan biri kullanılmalıdır. Elde edilen sonuçlar, tarlada bu zararıya karşı pyrethroidlerin etkisinde görülen bir azalmanın nedenleri arasında; yüksek sıcaklıklarda pyrethroidlerin etkisindeki azalmanın da düşünülmesi gerektiğini gösterir.

Patates böceği erginlerinde alphacypermethrin, cypermethrin ve deltamethrin için üç sıcaklıkta elde edilen probit regresyon doğrularında yapılan paralellik testi sonucunda alphacypermethrin, cypermethrin ve deltamethrin için 18, 25, 32°C'daki probit regresyon doğruları birbirlerine paralel bulunmuştur ( $p > 0.05$ ).

## Özet

Bu çalışmada, üç sentetik pyrethroidin *Leptinotarsa decemlineata*'daki toksisitesine sıcaklığın etkileri incelenmiştir. 3. dönem larva ve 2-4 günlük erginlere alphacypermethrin, cypermethrin ve deltamethrin topical olarak uygulanmıştır. 18, 25 ve 32°C sıcaklıklarda bu pyrethroidlerin 24, 48 ve 72 saatlik toksisiteleri belirlenmiştir. Pyrethroidlerin toksisitesi yüksek sıcaklıklarda azalmaktadır. 18 ve 32°C ile 25 ve 32°C sıcaklıklar arasında üç bileşiğin toksisitesi negatif sıcaklık katsayısına sahipken; 18 ve 25°C sıcaklıklar arasında yalnızca deltamethrin negatif sıcaklık katsayısının sahip olarak belirlenmiştir.

## Literatür

- Ahn, Y.J., T. Shona and J.I. Fukami, 1987. Effect of temperature on pyrethroid action to kdr - type house fly adults. **Pestic. biochem. Physiol.**, **28**: 301-307.
- Alexandrescu, S., 1986. Influence of temperature on toxicity of synthetic pyrethroid insecticides. **Analele Intitutului - de Cercetari pentru Protectia Plantelor**, **19**: 213-219, Romania.
- Blum, M.S. and C.W. Kearns, 1956. Temperature and action of pyrethrum in the American cockroach. **J. econ. Entomol.**, **49**: 862-865.
- Chalfant, R.B., 1973. Cabbage looper: effect of temperature on the toxicity of insecticides in the laboratory. **J. econ. Entomol.**, **66**: 339-341.
- Chang, C.P. and F.W. Plapp, 1983. DDT and pyrethroids: Receptor binding and mode of action in the house fly. **Pestic. biochem. Physiol.**, **20**: 76.
- Desmarchelier, J.M., 1977. Selective treatment, including combinations of pyrethroid and organophosphorus insecticides, for the control of stored - product Coleoptera at two temperatures. **J. stored Prod. Res.**, **13**: 129-137.
- Ewen, A.B., M.K. Mukerji and C.F. Hinks, 1984. Effect of temperature on toxicity of cypermethrin to nymphs of the migratory grasshopper, *Melanoplus sanguinipes* (Orthoptera: Acrididae). **Can.Ent.**, **116** (9): 1153-1156.
- Finney, D.J., 1971. Probit Analysis 3rd. ed. Cambridge University Press, NewYork.
- Grafius, E., 1986. Effects of temperature on pyrethroid toxicity of Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). **J. econ. Entomol.**, **79**: 558-591.
- Gürkan, M.O. ve N. Kılınçer, 1987. Patates böceği (*Leptinotarsa decemlineata* Say) (Col., Chrysomelidae)'nin diyapoz döneminde önemli fizyolojik değişimler üzerinde araştırmalar. **Doğa Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi**, **11** (3): 517-536.
- Harris, C.R. and G.B. Kinoshita, 1977. Influence of posttreatment temperature on the toxicity of pyrethroid insecticides. **J. econ. Entomol.**, **70** (2): 215-218.

- Harris, C.R., and S.A. Turnbull, 1978. Laboratory studies on the contact toxicity and activity in soil four pyrethroids insecticides. **Can. Ent.**, **110**: 285-288.
- Harris, C.R., H.J. Svec and R.A. Chapman, 1978. Laboratory and field studies on the effectiveness and persistence of pyrethroid insecticides used for cabbage looper control. **J. econ. Entomol.**, **71**: 642-644.
- Hinks, C.F., 1985. The influence of temperature on the efficacy of three pyrethroid insecticides against the grasshopper, *Melanoplus sanguinipes* (Fab.) (Orthoptera: Acrididae) under laboratory Conditions. **Can. Ent.**, **117**: 1007-1012.
- Johnson, D.L., 1990. Influence of temperature on toxicity of two pyrethroid to grasshopper (Orthoptera: Acrididae). **J. econ. Entomol.**, **83** (2): 366-373.
- Malinowski, H., 1982. The effect of temperature on the insecticidal activity of photostable pyrethroids. **Roczniki Nauk Rolniczych, -E- Ochrona**, **12** (1-2): 245-255, Poland.
- Salgado, V.L., S.N. Irving and T.A. Miller, 1983. The importance of nerve terminal depolarization in pyrethroid poisoning of insects. **Pestic. biochem. Physiol.**, **20**: 169-182.
- Scott, J.G. and G.P. Georghiou, 1984. Influence of temperature on knockdown, toxicity, and resistance to pyrethroids in the house fly *Musca domestica*. **Pestic. biochem. Physiol.**, **21**: 53-62.
- Sparks, T.C., M.H. Shour and E.G., Wellemeier, 1982. Temperature toxicity relationships of pyrethroids on three Lepidoptera. **J. econ. Entomol.**, **75**: 643-646.
- Sparks, T.C., A.M. Pavloff, R.L. Rose and D.F. Clower, 1983. Temperature - toxicity relationships of pyrethroids on *Heliothis virescens* (F.) (Lepidoptera: Noctuidae) and *Anthonomus grandis grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae). **J. econ. Entomol.**, **76**: 243-246.
- Sunramanyam, B.H. and L.K. Cutkomp, 1987. Influence of posttreatment temperature on toxicity of pyrethroids to five species of stored - product insects. **J. econ. Entomol.**, **80** (1) 9-13.
- Toth, S.J., Jr. and T.C. Sparks, 1988. Influence of treatment technique on the temperature - toxicity relationships of cis- and trans permethrin in the cabbage looper (Lepidoptera: Noctuidae). **J. econ. Entomol.**, **81** (1): 115-118.
- Toth, S.J., Jr. and T.C. Sparks, 1990. Effect of temperature on toxicity and knockdown activity of cis-permethrin, esfenvalerate, and 1 cyhalothrin in the cabbage looper (Lepidoptera: Noctuidae). **J. econ. Entomol.**, **83** (2): 342-346.
- Watters, F.L., N.D.G. White and D. Cote, 1983. Effect of temperature on toxicity and persistence of three pyrethroid insecticides applied to fir plywood for the control of the red flour beetle (Coleoptera: Tenebrionidae). **J. econ. Entomol.**, **76** (1): 11-16.