

Antalya ve ilçelerinden toplanan *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) populasyonlarının Acetamiprid, Chlorpyrifos-ethyl ve Cypermethrin'e karşı duyarlılık düzeyleri

Susceptibility level of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) populations collected from Antalya to Acetamiprid, Chlorpyrifos-ethyl and Cypermethrin

Şerife ÜNAL BAHŞI¹, Fatih DAĞLI², Cengiz İKTEN², Hüseyin GÖÇMEN²

¹Akdeniz Üniversitesi, Korkuteli Meslek Yüksek Okulu, Bahçe Tarımı Bölümü

²Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Antalya

Sorumlu yazar (Corresponding author): Ş. Ünal Bahşı, e-posta (e-mail): serifeunal@akdeniz.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 19 Mart 2012
Düzeltilme tarihi 25 Mayıs 2012
Kabul tarihi 31 Mayıs 2012

Anahtar Kelimeler:

Bemisia tabaci
İnsektisid direnci
Acetamiprid
Chlorpyrifos-ethyl
Cypermethrin

ÖZ

Pamuk beyazsineği, *Bemisia tabaci* (Gennadius) dünyada yaygın olan, önemli tarım zararlılarından biridir. Mücadelesinde insektisidler hala önemli bir yer tutmaktadır. Bu çalışmada 2007-2009 yıllarında Antalya ve ilçelerinden toplanan *B. tabaci* populasyonlarının neonikotinoid sınıftan acetamiprid; organik fosforlu sınıftan chlorpyrifos-ethyl ve piretroid sınıftan cypermethrin etkili maddelerine karşı direnç düzeyi ve direnç geliştirme potansiyeli araştırılmıştır. Populasyonların LC₅₀ değerleri yaprak daldırma biyoessayı kullanılarak belirlenmiştir. Populasyonların LC₅₀ değerleri nispeten duyarlı bir populasyon olan Koçarlı (Aydın) populasyonunun LC₅₀ değerine bölünerek direnç katları bulunmuştur. Populasyonlarda acetamiprid, chlorpyrifos ve cypermethrin için ortaya çıkan direnç düzeyleri sırasıyla 6-299; 2-16 ve 1-22 kat arasındadır. Ayrıca acetamiprid ve chlorpyrifos-ethyl ile seleksiyona tabi tutulan populasyonların direnç düzeylerinde sırasıyla 18 ve 4 katlık artışlar kaydedilmiştir. Bu sonuçlara göre, *B. tabaci* Antalya populasyonlarının acetamiprid, chlorpyrifos ve cypermethrin'e karşı önemli düzeylerde direnç geliştirdiği belirlenmiştir. Bu yüzden, bu ilaçların kullanımının sınırlandırılması gereklidir.

ARTICLE INFO

Received 19 March 2012
Received in revised form 25 May 2012
Accepted 31 May 2012

Keywords:

Bemisia tabaci
Insecticide resistance
Acetamiprid
Chlorpyrifos-ethyl
Cypermethrin

ABSTRACT

The cotton whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius) is one of the major pests in the world. Insecticides are still important option to control this pest. In this study, resistance level and resistance potential of *B. tabaci* populations from Antalya to (neonicotinoid) acetamiprid, (organophosphates) chlorpyrifos-ethyl and (pyrethroids) cypermethrin were investigated in 2007-2009. The LC₅₀ values of populations were determined by leaf-dip bioassay. Resistance ratios were calculated as LC₅₀ value of populations by dividing the LC₅₀ Koçarlı (Aydın) population known to be relatively susceptible. Resistance ratios of populations for acetamiprid, chlorpyrifos and cypermethrin were 6-299; 2-16 and 1-22 fold, respectively. Furthermore, resistance level increased to 18 and 4 fold in selected populations with acetamiprid and chlorpyrifos-ethyl, respectively. These results suggested that *B. tabaci* Antalya populations had developed high level of resistance to acetamiprid, chlorpyrifos and cypermethrin. Therefore, the use of these insecticides should be restricted.

1. Giriş

Pamuk beyazsineği, *Bemisia tabaci* (Gennadius) ülkemizde ve dünyada yaygın en önemli tarım zararlılarından biridir. Zararlıının ergin ve larvaları bitki özsuğunu emerek bitkinin zayıf düşmesine neden olmaktadır. Aynı zamanda beslenirken salgıladığı balımsı madde fumajine neden olarak ürünün kalitesini ve pazar değerini düşürmektedir. Bitkide oluşturduğu

doğrudan zararın yanı sıra, ekonomik öneme sahip bitki virüs hastalıklarının önemli bir vektörüdür. Bunların arasında bölgemizde domates üretimi için ciddi bir tehdit olan "tomato yellow leaf curl virus" (TYLCV) gibi önemli virüsler yer almaktadır. Domates, patlıcan, biber, hıyar vb sebze ve başta pamuk olmak üzere çok sayıda endüstri bitkisinde

beslenerek ciddi düzeyde ekonomik kayıplara yol açmaktadır (Göçmen ve Özgür 1990; Hoddle 1999; Oliviera ve ark. 2001).

Gerek ülkemizde, gerekse diğer pek çok ülkede zararlının mücadelesinde sentetik kimyasallar tercih edilmektedir. Fakat geçmiş çalışmalarda söz konusu türün hemen tüm kimyasal sınıflardan çok sayıda insektiside önemli düzeylerde direnç geliştirdiği bildirilmiştir (Dittrich ve ark.1990; Wool ve Greenberg 1990; Ahmad ve ark. 2002; Kranthi ve ark. 2002; Javed ve ark. 2003; Horowitz ve ark. 2004; Horowitz ve ark. 2005; Ishaaya ve ark. 2005; Nauen ve Denholm 2005; Roditakis ve ark. 2005; Göçmen ve ark. 2007; Erdoğan ve ark. 2008).

İnsektisid direnç sorununun çözümü için direnç yönetim programlarının geliştirilmesi ve pestisitlerin bu programlar kapsamında kullanılması gerektiği vurgulanmaktadır (Soderlund ve Bloomquist 1990). Bölgesel veya lokal düzeylerde direnç taraması yapılarak zararlıların direnç durumunun ortaya çıkarılması söz konusu programların ilk basamağını oluşturmaktadır (Croft 1990). Ayrıca etkili bir direnç yönetim programı için populasyonların direnç geliştirme potansiyeli, çapraz direnç spektrumu ve direnç mekanizmalarına ilişkin ayrıntılı bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada, pamuk beyazsineği, *B. tabaci*'nin Antalya populasyonlarının acetamiprid, chlorpyrifos-ethyl ve cypermethrin insektisidlerine karşı direnç durumu ve direnç geliştirme potansiyeli araştırılmıştır. Üç farklı kimyasal sınıf (neonikotinoid, organik fosforlu ve piretroid)'ta yer alan söz konusu ilaçlar uzun zaman boyunca söz konusu zararlının mücadelesi için ülkemizde kullanılmıştır. Acetamiprid 1996 yılında; chlorpyrifos-ethyl 1985 yılında ve cypermethrin 1988 yılında ruhsat almıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Böcek populasyonları

Aydın ili Koçarlı ilçesinde ilaç uygulanmayan pamuk tarlasından alınan bir *B. tabaci* populasyonu duyarlı populasyon olarak kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan *B. tabaci* populasyonlarının toplandıkları yer ve konukçularına ilişkin bilgiler Çizelge 1'de verilmiştir. Araziden toplanan *B. tabaci* populasyonları, iklim odalarında, hava alabilecek şekilde dizayn edilen plastik kafesler içerisinde, saksıda yetiştirilen patlıcan bitkileri üzerinde, $26\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklık, 16:8h (aydınlık:karanlık) gün uzunluğu ve % 40-70 oranlı nem koşullarında çoğaltılmıştır. Toplanan populasyonlar 2-3 generasyon laboratuvar şartlarında çoğaltıldıktan sonra biyoessey çalışmalarında kullanılmıştır.

Çizelge 1. Antalya ve ilçelerinden 2007-2009 yıllarında toplanan *Bemisia tabaci* populasyonları.

| Populasyon adı | Konukçu | Yer |
|------------------------|---------|---------------------------|
| Aydın (Koçarlı) | Pamuk | Aydın (Koçarlı) |
| Antalya (Altınova)2007 | Domates | Antalya merkez (Altınova) |
| Demre2007 | Domates | Demre |
| Kumluca2007 | Domates | Kumluca |
| Demre2009 | Domates | Demre |
| Kumluca2009 | Domates | Kumluca |
| Serik2009 | Domates | Serik |
| Alanya2009 | Domates | Alanya |
| Gazipaşa2009 | Domates | Gazipaşa |

2.2. İnsektisitler

Çalışmada kullanılan insektisidlerin etkili madde, ticari isimleri ve formülasyonları; Acetamiprid (Sumitoma, Mospilan-

20 SP); Chlorpyrifos-ethyl (DowAgro, Dursban-4 EC) ve Cypermethrin (Syngenta, Imperator 25 EC)'dir.

2.3. Bitki materyali

İklim odasında pamuk ve patlıcan tohumları ekilerek yetiştirilmiştir. İnsektisid testlerinde kullanılan yaprak diskleri pamuk bitkilerinin yapraklarından elde edilmiştir. Beyazsinek populasyonlarının üretiminde ise saksılarda yetiştirilen patlıcan bitkileri kullanılmıştır.

2.4. Biyoessey çalışmaları

Populasyonların lethal konsantrasyon (LC) değerlerinin tespitinde, Roditakis ve ark. (2005)'in benzer bir çalışma için kullandıkları yaprak daldırma metodu kullanılmıştır. Bu yöntemde, populasyonlarda % 0-100 arasında ölüm dağılımı elde etmek için insektisidlerin 4-6 farklı dozu $0,2 \text{ g L}^{-1}$ Triton X-100 içeren distile su içerisinde hazırlanmıştır. Kontrollü iklim odası şartlarında saksı içerisinde yetiştirilen pamuk yapraklarından elde edilen 48 mm çapındaki yaprak diskleri ilaç konsantrasyonlarına ve kontrol olarak sadece $0,2 \text{ g L}^{-1}$ Triton X-100 içeren distile suya 5 sn süreyle daldırılmış ve takiben yaklaşık 2 saat kadar kurumaya bırakılmıştır. Kurutulan diskler, zeminine % 1,5'lik agar dökülen 48 mm çapındaki petrilere yerleştirilmiştir. Bu şekilde biyoesseyler için hazır hale gelen petrilere içerisine populasyonlardan karışık yaşta 30-40 adet ergin bırakıldıktan sonra pamuklu ince bir örtüyle birlikte üst kapağı kapatılmıştır. Biyoesseyler 3 tekerürlü olarak düzenlenmiştir. Ölüm kontrolleri chlorpyrifos-ethyl ve cypermethrin için 2, acetamiprid için 3 gün sonra yapılmıştır.

2.5. Direnç potansiyelini belirlemek için seleksiyon

2007 yılında Demre ilçesindeki seralardan toplanan bir *B. tabaci* populasyonundan 3 ayrı ön kültür oluşturulmuştur ve 3 farklı sınıftan insektisid, acetamiprid (neonikotinoid), chlorpyrifos-ethyl (organik fosforlu) ve cypermethrin (piretroid) ile söz konusu kültürlerde seleksiyon işlemi başlatılmıştır. Seleksiyon çalışmasında söz konusu insektisidler farklı sublethal dozlarda seleksiyona tabi tutulan kültürlere püskürtülmüştür: Acetamiprid için tavsiye dozunun 1/20 katı (3 mg etkili madde/litre (em L^{-1}), chlorpyrifos-ethyl için tavsiye dozunun 1/20 katı (48 mg em L^{-1}) ve cypermethrin için tavsiye dozu olan 75 mg em L^{-1} uygulamaları yapılmıştır. Uygulamadan sonra canlı kalan bireylerden populasyonların belirli düzeyde çoğalmasına izin verilmiştir ve daha sonra tekrar ilaç uygulaması yapılmıştır. Söz konusu seleksiyon işlemi 15 kez tekrar edilmiştir. Seleksiyon yapılan populasyonlarda direnç düzeyleri, seleksiyona tabi tutulan populasyonun LC_{50} değerlerinin seleksiyon yapılmayan (orijinal) populasyonunun LC_{50} değerlerine bölünmesiyle elde edilmiştir.

2.6. Veri analizi

İnsektisid testlerinde her bir ilaç konsantrasyonuna karşılık gelen canlı-ölü böcek sayıları probit analizine tabi tutularak lethal konsantrasyon değerleri (LC), eğim ve güven sınırları elde edilmiştir. Probit analizi için LeOra Software, POLO-PC 1987 ve PoloPlus 2002-2009 programları kullanılmıştır. Direnç düzeyleri, arazi populasyonunun LC_{50} değerlerinin duyarlı populasyonunun LC_{50} değerlerine bölünmesiyle elde edilmiştir.

3. Bulgular

3.1. Arazi popülasyonlarında direnç durumu

Arazi popülasyonları içerisinde acetamiprid için en düşük LC₅₀ değeri 4,5 mg em L⁻¹ (mg etkili madde/litre) olarak Demre2007 popülasyonu için elde edilirken, en yüksek değer 209,6 mg em L⁻¹ olarak Kumluca2009 popülasyonu için bulunmuştur (Çizelge 2). Duyarlı popülasyon Koçarlı'nın LC₅₀ değeri ise 0,7 mg em L⁻¹'dir. Bu sonuç Antalya ilinden toplanan popülasyonların duyarlı popülasyona oranla 6-299 kat arasında acetamiprid direnç düzeyine sahip olduğunu göstermektedir (Çizelge 2).

Chlorpyrifos-ethyl ile yapılan biyoesseylerde en düşük LC₅₀ değeri 37,2 mg e.m./l ile duyarlı popülasyonda bulunmuştur. Arazi popülasyonları içerisinde en yüksek LC₅₀ değeri ise Demre2009 popülasyonunda 579,2 mg em L⁻¹ olarak bulunmuş

ve bu popülasyon duyarlı popülasyonla kıyaslandığında 16 katlık dirence sahip olduğu kaydedilmiştir (Çizelge 3)

Cypermethrin için yapılan biyoesseylerde popülasyonların LC₅₀ değerleri 16-444 mg em L⁻¹'dir (Çizelge 4). En düşük LC₅₀ değeri Alanya2009 popülasyonunda 16 mg em L⁻¹, en yüksek LC₅₀ değeri ise Kumluca2007 popülasyonunda 444 mg em L⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Popülasyonların direnç düzeyleri ise 1-22 kat arasındadır (Çizelge 4).

3.2. Seleksiyona tabi tutulan popülasyonlarda direnç durumu

Acetamiprid ve chlorpyrifos-ethyl ile seleksiyona tabi tutulan ve seleksiyona tabi tutulmayan (orijinal) popülasyonlarda LC₅₀ değerleri ve direnç düzeyleri Çizelge 5'de verilmiştir. Seleksiyon baskısı altında tutulan popülasyonlar ile tutulmayan popülasyonlar kıyaslandığında

Çizelge 2. *B. tabaci* Antalya popülasyonlarında acetamiprid için belirlenen LC değerleri ve direnç düzeyleri.

| Popülasyonlar | n | Eğim±sem | LC ₅₀ (mg em ² L ⁻¹) Güven aralığı (% 95) | LC ₉₉ (mg em L ⁻¹) Güven aralığı (% 95) | Tavsiye dozu (mg em L ⁻¹) | Direnç düzeyi |
|-------------------|-----|----------|---|--|--|------------------|
| Duyarlı (Koçarlı) | 380 | 1,1±0,1 | 0,7 0,1-2,2 | 80,8 14,8-14037,0 | 60 | - |
| Altınova2007 | 277 | 1,4±0,2 | 15,3 5,6-37,8 | 727,2 165,6-80809,5 | 60 | 22 |
| Demre2007 | 428 | 1,7±0,3 | 4,5 2,1-6,9 | 113,1 42,0-2210,5 | 60 | 6 |
| Kumluca2007 | 414 | 2,0±0,3 | 9,5 4,6-16,9 | 134,0 54,4-1342,5 | 60 | 14 |
| Demre2009 | 207 | 1,2±0,3 | 15,8 1,5-40,5 | 1157,4 263,4-485259,9 | 60 | 23 |
| Kumluca2009 | 146 | 2,3±0,6 | 209,6 47,3-391,5 | 2117,1 908,6-61761,1 | 60 | 299 |
| Serik2009 | 471 | 1,4±0,1 | 23,5 9,8-47,0 | 1086,0 343,3-13904,3 | 60 | 34 |
| Alanya2009 | 368 | 8,8± 0,4 | 46,9 | 86,2 | 60 | 67 |
| Gazipaşa2009 | 156 | 2,0±0,9 | 34,6 | 481,1 | 60 | 49 |

²: Etkili madde (em).

n: Denemede kullanılan böcek sayısı toplamı.

Direnç düzeyi: Arazi popülasyonu LC₅₀ değeri/duyarlı popülasyonun LC₅₀ değeri.

Çizelge 3. *B. tabaci* Antalya popülasyonlarında chlorpyrifos-ethyl için belirlenen LC değerleri ve direnç düzeyleri.

| Popülasyonlar | n | Eğim±sem | LC ₅₀ (mg em ² L ⁻¹) Güven aralığı (% 95) | LC ₉₉ (mg em L ⁻¹) Güven aralığı (% 95) | Tavsiye dozu (mg em L ⁻¹) | Direnç düzeyi |
|-------------------|------|----------|---|--|--|------------------|
| Duyarlı (Koçarlı) | 402 | 2,1±0,3 | 37,2 26,5-48,9 | 492,0 299,2-1095,8 | 960 | - |
| Altınova2007 | 393 | 3,7±0,6 | 287,2 189,5-421,1 | 1203,5 758,5-2591,8 | 960 | 8 |
| Demre2007 | 250 | 1,4±0,2 | 120,1 | 6420,0 | 960 | 3 |
| Kumluca2007 | 461 | 1,9±0,2 | 78,5 53,9-109,1 | 1401,4 771,6-3627,5 | 960 | 2 |
| Demre2009 | 220 | 2,6±1,3 | 579,4 | 4498,0 | 960 | 16 |
| Kumluca2009 | 1043 | 2,1±0,2 | 150,3 95,8-223,7 | 1832,8 909,8-7327,9 | 960 | 4 |
| Serik2009 | 860 | 1,1±0,1 | 355,6 148,5-889,8 | 54967,4 8539,8-16998950,3 | 960 | 10 |
| Alanya2009 | 507 | 1,5±0,2 | 164,7 31,2-325,7 | 5693,6 1926,0-223333,8 | 960 | 4 |
| Gazipaşa2009 | 831 | 1,4±0,1 | 90,6 41,1-166,8 | 3868,0 1427,1-27482,5 | 960 | 2 |

²: Etkili madde (em).

n: Denemede kullanılan böcek sayısı toplamı.

Direnç düzeyi: Arazi popülasyonu LC₅₀ değeri/duyarlı popülasyonun LC₅₀ değeri.

Çizelge 4. *B. tabaci* Antalya populasyonlarında cypermethrin için belirlenen LC değerleri ve direnç düzeyleri.

| Populasyonlar | n | Eğim±sem | LC ₅₀ | LC ₉₉ | Tavsiye dozu (mg em L ⁻¹) | Direnç düzeyi |
|------------------|-----|----------|---|--|--|------------------|
| | | | (mg em ² L ⁻¹) Güven aralığı (% 95) | (mg em L ⁻¹) Güven aralığı (% 95) | | |
| Duyarlı(Koçarlı) | 336 | 1,6±0,2 | 20,3 12,8-30,2 | 549,5 255,8-2083,9 | 75 | - |
| Altınova2007 | 419 | 1,8±0,3 | 277,7 131,2-587,7 | 5048,9 1580,6-246123,8 | 75 | 14 |
| Demre2007 | 448 | 1,4±0,2 | 106,0 56,8-205,9 | 5472,8 1474,1-130761,8 | 75 | 5 |
| Kumluca2007 | 472 | 0,9±0,1 | 443,8 145,4-4801,6 | 234689,4 13260,1-2118034467,0 | 75 | 22 |
| Demre2009 | 225 | 0,9±0,1 | 23,0 3,8-66,9 | 10707,5 2192,8-347721,7 | 75 | 1 |
| Kumluca2009 | 196 | 0,9±0,2 | 38,9 | 14013,0 | 75 | 2 |
| Serik2009 | 166 | 0,7±0,1 | 34,6 0,9-208,0 | 72689,3 4264,5-8113813714,1 | 75 | 2 |
| Alanya2009 | 293 | 2,1±0,5 | 15,9 4,8-27,1 | 198,7 110,9-792,6 | 75 | 1 |
| Gazipaşa2009 | 519 | 1,5±0,2 | 32,6 12,4-55,9 | 1208,8 435,2-17451,2 | 75 | 2 |

²: Etkili madde (em).

n: Denemede kullanılan böcek sayısı toplamı.

Direnç düzeyi: Arazi populasyonu LC₅₀ değeri/duyarlı populasyonun LC₅₀ değeri.

Çizelge 5. Acetamidrid ve chlorpyrifos-ethyl ile Seleksiyona tabi tutulan *B. tabaci* populasyonlarında LC50 değerleri ve direnç düzeyleri.

| Etkili madde | Populasyon | n | Eğim±sem | LC ₅₀ | Direnç düzeyi |
|--------------------|----------------------|-----|----------|---|------------------|
| | | | | (mg em ² L ⁻¹) Güven aralığı (% 95) | |
| Acetamidrid | Demre2007 (Original) | 428 | 1,7±0,3 | 4,5 2,1-6,9 | - |
| | Selekte | 661 | 1,8±0,3 | 80,2 52,6-119,0 | 18 |
| Chlorpyrifos-ethyl | Demre2007 (Original) | 250 | 1,4±0,2 | 120,1 | - |
| | Selekte | 368 | 2,2±0,5 | 523,5 236,0-794,5 | 4 |

²: Etkili madde (em).

n: Denemede kullanılan böcek sayısı toplamı.

Direnç düzeyi: Selekte populasyonu LC₅₀ değeri/orijinal populasyonun LC₅₀ değeri.

acetamidrid ile selekte edilen populasyonda 18 kat, chlorpyrifos-ethyl ile selekte edilen populasyonda 4 kat direnç artışı meydana gelmiştir. Selekte populasyonlardan elde edilen veriler duyarlı populasyon ile karşılaştırıldığında direnç düzeylerinin acetamidrid için 115 kat, chlorpyrifos-ethyl için ise 14 kat düzeylerine ulaştığı görülmektedir. Cypermethrin ile seleksiyon çalışması yapılmış olmasına rağmen orijinal Demre2007 populasyonunun seleksiyon baskısı öncesinde bu ilaca karşı yüksek düzeyde dirençli olmasından dolayı anlamlı bir direnç artışı elde edilememiştir.

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada populasyonların direnç durumunu değerlendirmek için 2 parametre birlikte göz önünde tutulmuştur. Birincisi, populasyonların LC₅₀ değerleri nispeten duyarlı bulunan Koçarlı populasyonunun LC₅₀ değerlerine bölünerek direnç katları tespit edilmiştir. Ancak, Koçarlı populasyonu, acetamidrid ve cypermethrin için yeterince duyarlı görünmemektedir. Bu nedenle yalnızca direnç katları dikkate alınarak direnç durumu hakkında kesin yorum yapmak yanıltıcı olabilir. Bununla birlikte, ikinci parametre olarak populasyonların LC₉₉ doz değerleri ile söz konusu ilaçların arazideki tavsiye dozları kıyaslanması gereklidir. Söz konusu 2

parametre birlikte dikkate alındığında hem populasyonların direnç durumu hakkında, hem de ilaçların arazideki başarı düzeylerinin tahmin edilmesinde daha güvenilir bilgi sunmaktadır.

Yapılan çalışmada toplanan arazi populasyonlarında neonikotinoid sınıftan acetamidrid'e direnç 6-299 kat arasında bulunmuştur. Kumluca2009 populasyonunda acetamidrid direnci 299 kata varmaktadır. Ayrıca populasyonlarda acetamidrid için elde edilen LC₉₉ doz değerleri söz konusu ilacın arazide kullanılan tavsiye dozundan daha yüksek çıkmıştır (Çizelge 2). Duyarlı populasyon olarak dikkate alınan Koçarlı populasyonunun acetamidrid için LC₉₉ değeri de tavsiye dozu değerine yakın bulunmuştur. Bu durum hassas populasyonun arazi şartlarında halen kontrolünün sağlanabileceğini, ancak Kumluca2009 gibi LC₉₉ doz değerleri yüksek populasyonlarda kontrolün zor olacağına işaret etmektedir.

Populasyonlarda organik fosforlu sınıftan chlorpyrifos-ethyl'e direnç 2-16 kat arasındadır. Bu ilaca karşı en yüksek direnç Demre2009 populasyonunda kaydedilmiştir. Söz konusu ilaç için elde edilen LC₉₉ doz değerleri duyarlı populasyon dışındaki bütün populasyonlarda arazide kullanılan tavsiye dozunun üzerindedir (Çizelge 3). Bu sonuçlar, arazi şartlarında

chlorpyrifos-ethyl etkinliğinin zor olabileceğini göstermektedir.

Piretroid sınıftan cypermethrin'e 1-22 kat gibi orta düzeylerde bir direnç ortaya çıkmıştır. Fakat burada duyarlı populasyon olarak kullanılan Koçarlı populasyonunun söz konusu ilaca karşı yeterince duyarlı olmadığı ve bu yüzden elde edilen direnç düzeylerinin olması gerektiğinden daha düşük düzeylerde çıktığı düşünülmelidir. Nitekim, Koçarlı populasyonu için cypermethrin LC₉₉ değeri arazi tavsiye dozunun bir hayli üzerinde bulunmuştur (Çizelge 4). Buna rağmen söz konusu ilaca 1-22 kat düzeylerinde direnç tespit edilmesi ve LC₉₉ doz değerlerinin bütün arazi populasyonlarında kullanılan tavsiye dozundan oldukça yüksek bulunması arazide direnç problemiyle karşılaşılacağına işaret etmektedir (Çizelge 4).

Seleksiyon çalışmalarında acetamiprid ve chlorpyrifos-ethyl ile insektisid baskısı uygulanan populasyonlarda direnç düzeylerinin 18 ve 4 kat kadar artış göstermesi zararlının bu ilaçlara karşı mevcut direnç düzeylerinin de üstünde direnç geliştirme potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir.

Özetle söylemek gerekirse, bu çalışmada elde edilen sonuçlar *B. tabaci* Antalya populasyonlarının üç farklı kimyasal sınıfta yer alan acetamiprid, chlorpyrifos-ethyl ve cypermethrin'e karşı önemli düzeylerde direnç geliştirdiğini ve geliştirmeye devam edebileceğini göstermektedir. Göçmen ve ark. (2007) tarafından yapılan direnç taramasında Akdeniz ve Ege bölgesinden 2005-2006 yıllarında alınan *B. tabaci* populasyonlarının da ciddi düzeylere varan oranlarda direnç geliştirdiği bildirilmiştir. Akdeniz ve Ege bölgesinden alınan populasyonların direnç oranları endosulfan, imidacloprid ve lambda-cyhalothrin için sırasıyla, 5-102, 0.7-95 ve 1-439 kat arasında bulunmuştur. Genel olarak populasyonlarda piretroid sınıfından, lambda-cyhalothrin'e karşı direncin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ek olarak Kumluca ve Demre gibi seracılığın yoğun olarak yapıldığı bölgelerden alınan *B. tabaci* populasyonlarında direnç daha yüksek düzeylerde bulunmuştur. Erdoğan ve ark. (2008), Adana, Antalya, İzmir ve Tarsus'dan 2000-2001 yıllarında pamuk alanlarından aldıkları *B. tabaci* populasyonlarında pyrethroid grubundan insektisidlere 57-360 kat ve organik fosforlu insektisidlere 20-310 kat gibi önemli düzeyde direnç olduğunu bildirmiştir.

Gerek söz konusu çalışmanın gerekse Göçmen ve ark. (2007) ile Erdoğan ve ark. (2008)'nin çalışma sonuçları, *B. tabaci* Antalya populasyonlarının farklı kimyasal sınıflarda yer alan birçok insektiside karşı önemli düzeylerde direnç geliştirdiğini göstermiştir. Bu durum söz konusu türe karşı kimyasal mücadelenin başarısız kalabileceğini düşündürmektedir.

Amerika, Pakistan, Hindistan, İsrail, İspanya, Fas, Mısır ve diğer bazı ülkelerdeki beyazsinek populasyonlarının siklodien, karbamatlı, organik fosforlu, piretroid, neonicotinoid ve IGR (büyüme düzenleyici) sınıftan çeşitli insektisidlere karşı direnç geliştirdiği yönündeki literatür bilgisi söz konusu türde insektisidlere direncin sadece ülkemiz için değil, dünya çapında da bir sorun olduğunu düşündürmektedir (Dittrich ve ark. 1990; Wool ve Greenberg 1990; Ahmad ve ark. 2002; Kranthi ve ark. 2002; Javed ve ark. 2003; Horowitz ve ark. 2004; Horowitz ve ark. 2005; Ishaaya ve ark. 2005; Nauen ve Denholm 2005; Roditakis ve ark. 2005).

Direnç yüzünden meydana gelecek ekonomik ve ekolojik kayıpların önüne geçilmesi için sık ilaç kullanılan bölgelerde populasyonların direnç düzeyleri periyodik olarak izlenmelidir ve kimyasal mücadelenin "direnç yönetim programları"

kapsamında direnç gelişimini önleyici taktiklerle yapılması gerektiği dikkate alınmalıdır. Bu çalışmada ele alınan 3 farklı sınıftan insektiside karşı örnek alınan hemen tüm sahalarda önemli düzeyde direnç geliştiği tespit edilmiştir. Bu nedenle söz konusu insektisidlerin söz konusu bölgelerdeki uygulama sayısı sınırlandırılmalıdır veya gerekirse kullanılmaması tavsiye edilmelidir. İlaç uygulama sıklığını azaltmak için biyolojik mücadele, kültürel önlemler gibi entegre mücadele seçeneklerine daha fazla yer verilmelidir. Kimyasal mücadeleye gerek duyulduğunda peşi sıra kullanılacak insektisidlerin mutlaka farklı etki mekanizmine sahip kimyasal sınıflardan olması dikkate alınmalıdır. Bir üretim sezonu boyunca kullanılacak insektisidlere neonicotinoid, juvenile hormon benzerleri (IGR), organik fosforlu veya karbamatlı, piretroid ve diğer farklı etki biçimine sahip insektisidlerin tamamı dahil edilmelidir ve bunlar dönüşümlü olarak kullanılmalıdır. Bu sayede direnç gelişimi belirli ölçüde de olsa engellenebilir.

Teşekkür

Bu çalışma Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenen 2006.01.0104.005 nolu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir.

Kaynaklar

- Ahmad M, Arif MI, Ahmad Z, Denholm I (2002) Cotton whitefly (*Bemisia tabaci*) resistance to organophosphate and pyrethroid insecticides in Pakistan. *Pest management Science* 58: 203.
- Croft AB (1990) Developing a Philosophy and program of pesticide resistance management. In: Roush RT, Tabashnik BE (Ed), *Pesticide Resistance in Arthropods*. Chapman and Hall, Newyork, pp. 277-296.
- Dittrich V, Ernst GH, Ruesch O, Uk S (1990) Resistance mechanisms in sweet potato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) populations from Sudan, Turkey, Guatemala and Nicaragua. *Journal of Economic Entomology* 83: 1665-1670.
- Erdogan C, Moores GD, Gurkan MO, Gorman KJ, Denholm I (2008) Insecticide resistance and biotype status of populations of the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) from Turkey. *Crop Protection* 27: 600-605.
- Göçmen H, İkten C, Dağlı F, Topakçı N (2007) Pamuk beyazsineği (*Bemisia tabaci* Genn.) populasyonlarının moleküler genetik ve biyokimyasal özellikleri ile pestisitlere direnci arasındaki ilişkilerinin araştırılması. (Tübitak-TOVAG, Proje No:104O312).
- Göçmen H, Özgür AF (1990) Pamuk beyazsineği *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera:Aleyrodidae)'nin konukçu değişimi ve populasyon gelişiminin tespiti. *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi* 4: 115-129.
- Hodde MS (1999) The biology and management of silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii* bellows and perring (Homoptera: Aleyrodidae) on greenhouse grown ornamentals. (www.biocontrol.ucr.edu/bemisia.html) Accessed 18 April 2011.
- Horowitz AR, Kontsedalov S, Khasdan V, Ishaaya I (2005) Biotypes B and Q of *Bemisia tabaci* and their relevance to neonicotinoid and pyriproxifen resistance. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology* 58: 216-225.
- Horowitz AR, Kontsedalov S, Ishaaya I (2004) Dynamics of resistance to the neonicotinoids acetamiprid and thiamethoxam in *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Journal of Economic Entomology* 97: 2051-2056.
- Ishaaya I, Kontsedalov S, Horowitz AR (2005) Biorational insecticides: mechanism and cross-resistance. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology* 58: 192-199

- Javed N, Viner R, Williamson MS, Field LM, Devonshire AL, Moores GD (2003) Characterization of acetylcholinesterases and their genes, from the hemipteran species *Myzus persicae* (Sulzer), *Aphis gossypii* (Glover), *Bemisia tabaci* (Gennadius) and *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood). *Insect Molecular Biology* 12: 613-620.
- Kranthi KR, Jadhav DR, Kranthi S, Wanjari RR, Ali SS, Russel DA (2002) Insecticide resistance in five major insect pests of cotton in India. *Crop protection* 21: 449-460.
- Nauen R, Denholm I (2005) Resistance of insect pests to neonicotinoid insecticides: Current status and future prospects. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology* 58: 200-215
- Oliviera MRV, Henneberry TJ, Anderson P (2001) History, current status, and collaborative research projects for *Bemisia tabaci*. *Crop Protection* 20: 709-723.
- Roditakis E, Roditakis NE, Tsagkarakou A (2005) Insecticide resistance in *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) populations from Crete. *Pest Management Science* 61: 577-582.
- Soderlund DM, Bloomquist JR (1990) Molecular mechanisms of insecticide resistance. In: Roush RT, Tabashnik BE, (Ed), *Pesticide Resistance in Arthropods*. Chapman and Hall, Newyork, pp. 58-96.
- Wool D, Greenberg S (1990) Esterase activity in whiteflies (*Bemisia tabaci*) in Israel in relation to insecticide resistance. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 57: 251-258.