

**Patates böceği (*Leptinotarsa decemlineata* Say)'nin
mücadelesinde yaygın olarak kullanılan insektisitler ile
Bacillus thuringiensis var. *tenebrionis*'in entegrasyon
olanakları üzerinde toksikolojik çalışmalar**

Gültekin ÜNAL¹ Kemal . Bekir KILIÇ¹

SUMMARY

Studies on the interaction of widely used insecticides with *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis* against Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say)

The present study was planned to explore the possibility of using *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis* in mixtures with sub-lethal levels of some insecticides to control 2.-4.larval stages of Colorado Potato Beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say).

In this study, the bacterial insecticide *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis* and three widely used insecticides (deltamethrin, azinphos-methyl and trichlorfon) were tested against larvae of the Colorado potato beetle.

It was concluded that insecticides and Bt were compatible. combinations of LC₁₀, LC₃₀ and LC₅₀ levels of the three insecticides with LC₁₅ of *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis* showed potentiation of toxicity to the larval stages, especially with deltamethrin and azinphos-methyl. The results emphasize that the larvae which survive the treatment are subject to retardation of adult emergence, and do not always develop into normal adults.

The long term effect of in mixtures with conventional insecticides pays the way for new advantageous uses in the context of IPM, rationalization the use of synthetic insecticides and less pollution of the environment.

Key words: Colorado potato beetle, *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis*, insecticide-biopreparate interaction, deltamethrin, azinphos-methyl, trichlorfon

¹ Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü/ANKARA

² Adnan Menderes Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Bölümü/AYDIN
Yazının Yayın Kuruluna geliş tarihi (Received) : 04.10.1996

ÖZET

Bio-preparat ile halen yaygın üç insektisit'in sub-lethal dozlarının kombinasyonlarının Patates böceği mücadelesinde kullanılma imkanlarını ortaya koymada ışık tutacak bazı temel verilerin hedeflendiği bu çalışmada, öncelikle deltamethrin, azinphos-methyl, trichlorfon ve *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis*'in LC₅₀ değerleri saptanmış, insektisitlerin *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis*'le güvenle karıştırılabileceği kanısına varılmıştır. Sonraki aşamada ise; Patates böceğinin 2-4dönem larvaları için deltamethrin, azinphos-methyl ve trichlorfonun LC₁₀, LC₃₀ ve LC₅₀ değerleri ile biopreparatın LC₁₅ değerinin birlikte etkilerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır.

Kombinasyonların Patates böceğinin larva dönemlerine sinergistik etki yaptığı bu durumun özellikle azinphos-methyl ve deltamethrin'de daha bariz olduğu saptanmıştır. Ayrıca kombinasyonlarda beklenenin yaklaşık %20 üzerinde gerçekleşen ölümlerin yanı sıra bu uygulamalara maruz kalan ikinci ve üçüncü dönem larvaların tamamı sonraki günlerde ölmüş, dördüncü dönem larvalar ise tüm kombinasyonlarda prepupa ve pupa dönemine geçebilmişler ancak pupa döneminde %16.7-54.2 civarında ölüm olmuş, ergin döneme geçişte gecikme ve ortalama %4.2 deformasyon olmuştur. Bu bulgular böyle kombinasyonların zararlı aleyhine gerçekleşen uzun süreli etkilerini açıkça ortaya koymaktadır. Kombinasyonlarla arazi çalışmalarından da olumlu sonuçlar alındığında, entegre zararlı yönetimi kavramı içerisinde daha yüksek performans sağlayacak, çevreyle uyumlu biopreparat kullanımını artıracak, ve sentetik ilaçların ise daha rasyonel kullanılmasına imkan vererek çevrenin daha az kirlenmesini sağlayabilecek bir mücadele yöntemi ortaya konulmuş olacaktır.

Anahtar kelimeler : Patates böceği, *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis*, insektisit-biyopreparat etkileşimi, deltamethrin, azinphos-methyl, trichlorfon

GİRİŞ

Patates, Ülkemizde 1.960.000 da ekiliş alanı ile önemli bir kültür bitkisidir (Anonymous,1990). Patatesin önemli zararlısı olan Patates böceği (*Leptinotarsa decemlineata* Say)'nin; dünyanın patates yetiştirilen pek çok yerinde bulunduğu, zararlının tüm dönemlerinin bitki yapraklarıyla beslenerek bitki gelişiminin yavaşlamasına, verimin azalmasına neden olduğu ve kimyasal mücadelenin zorunlu olduğu kaydedilmektedir (Hare,1980 ve 1990). Ülkemizde de uygulanan tek mücadele yöntemi kimyasal mücadeledir. 1980 Yılı itibarıyla patates tarımı yapılan alanın (1.255.519 da) %19'u patates böceğine karşı ilaçlanırken sonraki yıllarda ilaçlanan saha devamlı olarak artış göstermiş ve 1988 yılında ise 1.960.000 da ekiliş alanının %54.8'i ilaçlanmıştır. Ülkemizde Patates böceği mücadelesinde

şu anda 17 değişik etkili madde tavsiye edilmesine rağmen 1980-1988 yılları arasında en fazla pay azinphos-methyl (%55.1), deltamethrin (%31.0) ve trichlorfon (%9.7)'un olmuştur.

Sürekli ve yoğun ilaç kullanılması, çevre kirlenmesi, direnç ve agroekosistemdeki doğal dengenin bozulması gibi birçok problemi beraberinde getirmektedir. Özellikle böceklerin ilaçlara dayanıklı hale gelmesi, ilaçların etkisinin azalmasına neden olarak, tarımsal üretimi tehdit eden en önemli sorun olarak karşımıza çıkmaktadır (Knight and Norton, 1990). Patates böceği popülasyonlarının çoğunun önerilen çoğu ilaca dayanıklılık geliştirdiği kaydedilmektedir (Hare, 1980; Harris and Svec, 1981; Johnston and Sandavd, 1986).

Her ne kadar Ülkemizde yapılan bir çalışmada (Dindar ve Yılmaz, 1990) henüz ciddi sayılabilecek direnç sorunuyla karşılaşılmasına rağmen, bitki korumacıların en önemli görevlerinden birisinin direnç oluşumunu geciktirmek için yeni strateji ve teknikler ortaya koymak olduğu gerçeği unutulmamalıdır. Bu nedenle son yıllarda etki mekanizması farklı bio-preparatların Patates böceğine karşı tek başına yada insektisitlerin düşük dozları ile karıştırılarak veya insektisitlerle münavebeli bir şekilde kullanılması üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. Araştırmacılar böyle kullanımların zararlının dayanıklılığını kırabileceğini veya mevcut insektisitlerin etkili şekilde kullanılma sürelerini uzatabileceğini kaydetmektedirler (Ferro and Gelernter, 1989; Zehnder and Gelernter, 1989).

Ülkemizde de bio-preparatların Patates böceğine karşı tek başına kullanım imkanları üzerinde çalışmalar yapılmış olup ümitvar sonuçlar alınmıştır (Kedici ve ark., 1992) Ayrıca insektisit bio-preparat karışımlarında sinergist bir etkinin olduğu bildirilmektedir (Habip and Garcia, 1981; Baicu and Hussein, 1987; Sebac and Komeil, 1990).

Bu çalışmada, *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis* (Bt) ile halen yaygın olarak kullanılan üç insektisit sublethal dozlarının kombinasyonlarının Patates böceği mücadelesinde kullanılma imkanlarını ortaya koymada ışık tutacak bazı temel verileri elde etmek hedeflenmiştir.

MATERYAL ve METOT

Çalışmalarda, 1991 yılında Ankara(Kazan)'dan getirilmiş olan ve halen Enstitümüz bahçesinde kültürü bulunan Patates böceği larvaları kullanılmıştır. Denemede kullanılan ilaçlardan deltamethrin (%2.5 EC) Entitünün Zirai Mücadele İlaçları Şubesinden; azinphos-methyl (%20 EC), trichlorfon (%50 EC) ve Bt ilgili firmalarından temin edilmiştir. Denemeler 26±3°C sıcaklık, %45±5 oranlı nem ve 16 saat gün uzunluğuna sahip iklim odasında gerçekleştirilmiştir.

A. Patates böceği larvaları için üç insektisit ile bio-preparatın LC₅₀ değerlerinin bulunması:

Patates böceğinin 2., 3. ve 4. larva dönemlerine ait her ilaç ve Bt için ayrı ayrı değerlerin bulunmasında öncelikle ön denemelerde %20-90 ölüm veren doz aralığı bulunmuştur. Doz aralıkları dikkate alınarak hem ilaç ve Bt için geometrik olarak artan 5 konsantrasyon hazırlanmıştır. Patatesin 8-10 cm uzunluğundaki sürgün ve yapraklarının bu konsantrasyonlarla ilaçlanmasında spray tower kullanılmıştır. İlaçlama öncesi kalibrasyon yapılmış ve 8-10 cm.lik sürgün ve yaprakta (71-81.5 cm²) homojen püskürtme 2 atmosfer basınç altında ve 1 ml su kullanılarak sağlanmıştır. Şahit için kullanılan bitkilere su püskürtülmüştür. İlaçlı sürgün ve yapraklar üzerindeki ilaç tabakasının kurumamasından sonra bunların sap kısmına ıslak pamuk sarılarak 250 ml'lik plastik kaplara yerleştirilmiştir. Her kap bir tekerrür kabul edilmiş ve 2. dönem için 8, 3. dönem için 5, 4. dönem için 4 larva, kültür kutularından tesadüfen alınarak her kaba bırakılmış, deneme sırasıyla 4, 5 ve 6 tekerrürlü olarak Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre kurulmuştur.

Deneme öncesinde ilaçlı yaprakla beslenmesini sağlamak amacıyla larvalar 1 saat kadar aç bırakılmıştır. Plastik kapların ağzı tülbentle kapatılarak iklim odasına yerleştirilmiştir. Sürgünlerin kurumaması amacıyla pamuklar her gün ıslatılmıştır. Ölü larva sayımları ilaçlamadan 72 ve 96 saat sonra yapılmıştır. Yumuşak fırça ile yapılan uyarıya cevap vermeyen larva ölü kabul edilmiştir. Her insektisit ve Bt için denemeye alınan test böceklerinde %50 ölüme neden olan değerleri (Finney, 1964)'e göre hazırlanan Basic dilinde yazılmış Probit Analiz Programıyla elde edilmiştir. Bunun için programa, ilaçlamadan 96 saat sonraki sayım sonuçları (doz sayısı, kontrolde ölüm varsa yüzdesi, her doz için toplam böcek sayısı ve toplam ölü böcek sayısı) girilmiştir.

B. İsektisitlerin *Bacillus thuringiensis var. tenebrionis*'e antibakteriyel etkisinin saptanması

İsektisitlerin Bt üzerinde antibakteriyel etkisi olup olmadığı Cruickshank (1965)'in disk yöntemiyle saptanmıştır. Bunun için Bt'nin Nutrient Agar (NA, Difco) besiyerinde 24 saatlik kültürlerinden steril destile su ile yaklaşık 10 hücre/ml olacak şekilde 5 ml bakteri süspansiyonu hazırlanmıştır. Hazırlanan süspansiyondan mikropipetle 0.2 ml alınarak önceden hazırlanmış petrilerdeki NA besiyerine cam bağetle ekim yapılmıştır. İnokule edilen besiyerleri laminar air flow kabinde petri kapları 10-15 dakika yarı açık olarak tutularak yüzeylerin tamamen kuruması sağlanmıştır. Daha sonra deltamethrin için 0.8, 1.2, 1.6, 2, 2.4, 2.8 ve 3.2 mg/ml; azinphos-methyl için 16, 20, 24, 28, 32 ve 64 mg/ml; trichlorfon için 4, 8, 16, 32, 64 ve 128 mg/ml dozlarında sulandırma serileri hazırlanmıştır. Bu dozlar 9 mm çaplı (Whatman-1) kağıt disklere emdirilerek inokule edilen besiyerlerine her petriye 3 tane olmak üzere yerleştirilmiştir. Ayrıca inokule edilen bir petriye kontrol amacıyla steril su içeren 3 disk, bir diğer petriye ise pozitif kontrol olarak 15 µg/ml Erytromycin içeren diskler yerleştirilmiştir. Petriyerler 27°C'de inkube

edilmiş ve 24 saat sonra disk etrafında oluşan engelleme zonu çapları ölçülmüştür. Engellenenin en düşük olduğu doz MIC (Minimum Engelleme konsantrasyonu) olarak belirlenmiştir.

C. İnsektisit Bt kombinasyonlarının birlikte etkilerinin saptanması

Patates böceğinin 2., 3. ve 4. larva dönemlerine ait Bt'nin LC₁₅ değerleri, üç ilaç ve her larva dönemi için ayrı ayrı belirlenen LC₁₀, LC₃₀ ve LC₅₀ değerleri ile karıştırılmıştır. Patatesin 8-10 cm uzunluğundaki sürgün ve yapraklarının bu karışımlarla ilaçlanmasında spray tower kullanılmış, ve materyal ve metodun A maddesinde açıklandığı gibi yapılmıştır. Denemeler Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre 10 karakterli (9 Karakter +1 Kontrol) ve 2., 3. ve 4. dönem için sırasıyla 4, 5 ve 6 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Ölü larva sayımları ilaçlamadan 96 saat sonra yapılmıştır.

Elde edilen değerlere Abbott formülü uygulanarak "İlaç+Bt" kombinasyonlarının her larva dönemi için neden olduğu ölüm yüzdesi bulunmuştur. Bu yüzdelere açı transformasyonu uygulanarak Statgraphics programı yardımıyla varyans analizi yapılmıştır. 96 saat sonra yapılan sayımlarda canlı kalan 2.-4. dönem larvalar, içerisinde taze patates yaprağı bulunan 250ml'lik kaplara bırakılmış, larvaların gelişmeleri izlenmiş, pupa ve ergin olma yüzdeleri belirlenmiştir.

SONUÇLAR

A. Patates böceği larvaları için üç insektisit ile bio-preparatın LC₅₀ değerlerinin bulunması:

Deltamethrin, azinphos-methyl, trichlorfon ve Bt'nin beş farklı dozuyla ilaçlanmış patates yapraklarına 96 saat süreyle maruz kalan Patates böceğinin 2.-4. dönem larvalarına ait Probit Analiz Sonuçları Çizelge 1, LC₅₀ değerleri Şekil 1'de verilmiştir. Şekil 1'de görüldüğü gibi deltamethrin, azinphos-metyl, trichlorfon ve Bt'nin LC₅₀ değerleri 2. dönem için sırasıyla 0.10, 2.97, 5.77 ve 10.73; 3.dönem için 0.13, 7.04, 23.40 ve 85.01; 4.dönem için 0.44, 18.57, 39.93 ve 235.88 µg etkili madde/ml olarak bulunmuştur.

B. İnsektisitlerin *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis*'e antibakteriyel etkisinin saptanması

Bt'ye antibakteriyel etkisini saptamak için agar disk metoduyla elde edilen bulgular Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2 incelendiğinde, trichlorfonun 128 mg/ml dozu dahil hiçbir dozu Bt gelişimine etkisi olmamıştır. Azinphos-metyl'de sırasıyla 28, 32 ve 64 mg/ml dozlarda engelleme saptanmış, deltamethrin'de ise 0.8 mg/ml doz hariç diğer artan dozlarda engelleme görülmüştür. Pozitif kontrol olarak alınan erytromycin'de (15 µg/ml dozda) ortalama 16.66 mm bir engelleme görülmüştür. Denenen üç insektisitten trichlorfon'un daha yüksek dozlar da

herhangi bir engelleme yapıp yapmadığını saptamak için doğrudan preparat emdirilmiş disklerle de bir deneme yapılmış 800 mg/ml dozda dahi bir engelleme görülmemiştir. Azinphos-methyl için MIC değeri 28 mg/ml, deltamethrin için ise 1.2 mg/ml olarak saptanmıştır.

ÇİZELGE 1. Deltamethrin, azinphos-methyl, trichlorfon ve Bt'nin 5 farklı dozuyla ilaçlanmış patates yapraklarına 96 saat süreyle maruz kalan 2.-4. dönem Patates böceği larvalarına ait probit analiz sonuçları

Etkili madde	İntercept a	Eğim b	Hom. cont. X ²	LC ₅₀ µg em/ml	Güven sınırı %95	LC ₁₀ µg em/ml	LC ₃₀ µg em/ml	LC ₁₅ µg em/ml
2. Dönem								
Deltamethrin	7.80	2.87	3.72	0.10	0.09-0.12	0.04	0.07	-
Azinfos-Met.	3.92	2.27	4.69	2.97	2.38-3.70	0.81	1.76	-
Trichlorfon	3.99	1.31	5.53	5.77	4.02-8.23	0.62	2.37	-
Bt	2.17	2.70	1.52	10.73	8.67-13.24	-	-	4.60
3. Dönem								
Deltamethrin	7.09	2.39	2.28	0.13	0.10-0.16	0.04	0.08	-
Azinfos-Met.	2.84	2.53	2.37	7.04	5.58-8.84	2.22	4.48	-
Trichlorfon	2.10	2.11	4.56	23.40	17.33-31.55	5.90	13.42	-
Bt	3.31	0.87	0.70	85.01	37.5-184.11	-	-	5.58
4. Dönem								
Deltamethrin	6.17	3.34	2.61	0.44	0.37-0.53	0.18	0.32	-
Azinfos-Met.	0.68	3.40	1.17	18.57	15.47-22.20	7.83	13.11	-
Trichlorfon	2.10	1.81	1.36	39.93	28.46-55.93	7.85	20.65	-
Bt	2.75	0.94	1.57	235.88	123.8-443.8	-	-	19.37

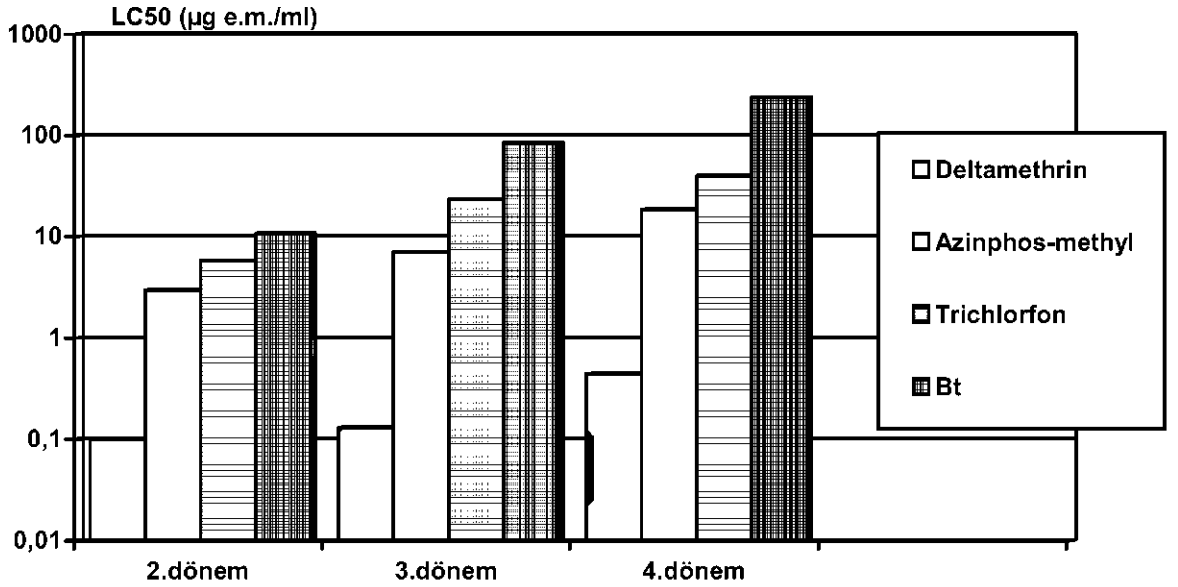
* Denemelerden elde edilen düşük x^2 değerleri (Çetvelde 3 s.d. göre %5 ihtimalle $x^2=7.81$) homogeniteyi göstermektedir.

C. İnsektisit Bt kombinasyonlarının birlikte etkilerinin saptanması

İnsektisit Bt kombinasyonlarıyla ilaçlanan patates yapraklarına 96 saat süreyle maruz kalan Patates böceğinin 2.-4. dönem larvalarına ait ölüm oranları ile deneme sonrası canlı kalan 4. dönem larvaların pupa ve ergin olma yüzdeleri Çizelge 3'te verilmiştir. Çizelge 3 incelendiğinde, 2., 3. ve 4. dönem larvalara karşı en yüksek ortalama etki sırasıyla %87.5, 76 ve 75 ile LC₁₅(B)+LC₅₀(A) kombinasyonlarından alınmıştır. Ancak, Çizelge 3'teki her larva dönemi için uygulanan analiz sonuçlarında görüleceği gibi 2. dönem için LC₁₅(B)+LC₅₀(A) kombinasyonu

ayrı bir grup oluşturmasına rağmen, $LC_{15}(B)+LC_{50}(D)$ ve $LC_{15}(B)+LC_{50}(T)$ kombinasyonları arasındaki fark önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). 3. ve 4. dönemde ise $LC_{15}(B)+LC_{50}(A)$ ve $LC_{15}(B)+LC_{50}(D)$ ayrı grup oluşturmuş ancak ortalama yüzde etkiler arasında $LC_{15}(B)+LC_{30}(A)$ ve $LC_{15}(B)+LC_{30}(D)$ $LC_{15}(B)+LC_{50}(T)$ arasındaki farklılık önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Deneme süresince tüm larva dönemlerinde kontrolde ölüm görülmemiştir. Denemeden sonra canlı kalan 2., 3. ve 4. dönem larvalar, içerisinde ilaçsız patates yaprağı bulunan 250 ml'lik kaplara bırakılmıştır. İkinci ve 3. dönem larvaların tamamı dönemlerini tamamlayamadan ölmüştür. Dördüncü dönem de ise Çizelge 3'te görüleceği gibi canlı kalan larvaların önemli bir kısmı pupa döneminde ölmüş (%16.7-%54.2), ergin olma yüzdeleri ise %4.1-20.8 arasında değişmiş ve hemen tüm kombinasyonlarda kanat deformasyonu olan ergin çıkışı gözlenmiştir. Kontrolde ise pupa ölümü %29.2 bulunmuş, ergin çıkışı normal olmuştur.

Ayrıca, kontrolde denemenin kurulmasından 12 gün sonra ergin çıkışı başlamış ve 15. günde tamamlanmıştır. Kombinasyonlarda ise 18. günde başlamış ve 20. günde tamamlanmıştır.



ŞEKİL 1. Deltamethrin, azinphos-methyl, trichlorfon ve Bt'nin beş farklı dozuyla ilaçlanmış patates yapraklarına 96 saat süreyle maruz kalan Patates böceğinin 2.-4.dönem larvalarına ait lethal konsantrasyon (LC_{50}) değerleri.

ÇİZELGE 2. Üç insektisit farklı konsantrasyonlarının ve pozitif kontrol Eritromycin (15µg/ml)'in *B.t.var tenebrionis*'in katı besiyerinde gelişimine olan etkileri

Etkili madde	Doz (mg cm/ml)	Engelleme zonu (mm)/ tekerrür			
		1	2	3	Ort
Azinphos-methyl	64	11.2	11.0	11.5	11.2
	32	10.0	9.5	9.5	9.7
	28	9.2	9.4	9.4	9.3
	24	0.0	0.0	0.0	0.0
	20	0.0	0.0	0.0	0.0
	16	0.0	0.0	0.0	0.0
Trichlorfon	128	0.0	0.0	0.0	0.0
	64	0.0	0.0	0.0	0.0
	32	0.0	0.0	0.0	0.0
	16	0.0	0.0	0.0	0.0
	8	0.0	0.0	0.0	0.0
	4	0.0	0.0	0.0	0.0
Deltamethrin	3.2	14.0	15.0	14.0	14.3
	2.8	13.0	13.0	12.0	12.7
	2.4	12.0	11.5	11.5	11.7
	2.0	11.0	11.0	12.0	11.3
	1.6	10.0	10.0	10.0	10.0
	1.2	9.2	9.5	9.4	9.4
	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Eritromycin	15.0	16.0	17.0	17.0	16.7
Kontrol St.su	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

TARTIŞMA VE KANI

Patates böceğinin mücadelesinde yaygın olarak kullanılan insektisitler ile bio-preparatın entegrasyonuna yönelik çalışmanın ilk yılında Patates böceğinin 2-4.dönem larvaları için üç insektisit ile Bt'nin LC₅₀ değerleri belirlenmiş, insektisitlerin Bt'nin gelişimine etkisi araştırılmıştır. Patates böceği larvalarına karşı denemeye alınan üç insektisit ve bio-preparattan deltamethrin'in toksisitesi en yüksek bulunmuştur. Bunu sırasıyla azinphos-methyl, trichlorfon ve Bt izlemiştir. Halen Patates böceği mücadelesinde tavsiye edilen üç insektisidin uygulama dozu

(100 lt suya) deltamethrin, azinphos-methyl ve trichlorfon için sırasıyla 7.5, 460 ve 1000 µg etkili madde/ml dir. Bu durumda insektisitler için bulunan LC₅₀ değerleri tarla uygulamalarıyla mukayese edildiğinde, uygulama dozlarının %0.5-5.8'i, denemeye alınan 2.-4. dönem larvaların %50'sini laboratuvar koşullarında öldürebilmek için yeterli olmaktadır. Halbuki bio-preparatta firmasınca önerilen uygulama dozu 100µg aktif protein/ml olduğu halde, laboratuvarda denemeye alınan böceklerin %50'sini öldürmeye yeterli konsantrasyon 2. dönem için bu dozun %10.7 si, 3.dönem larvada %85.01 ve 4.dönem larvada bu dozun 2.35 katı olmaktadır. Bu durum bize bio-preparatın etkinliğinde böceğin biyolojik döneminin önemli bir faktör olduğunu göstermektedir. Nitekim bio-preparatın Patates böceğinin 1.-2. dönem larvalarına daha etkili olduğu 3.-4. dönemlerde etkinin önemli düşüşler gösterdiği bildirilmektedir (Zehnder and Gelernter,1989; Gelernter, 1990).

ÇİZELGE 3. Deltamethrin (D), azinphos- methyl (A), ve trichlorfon (T) ile *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis* (Bt) kombinasyonlarıyla ilaçlanmış patates yapraklarına 96 saat süreyle maruz kalan 2.-4. dönem Patates böceği larvalarına kombinasyonların etkisi ve 4. dönem larvada pupa ve ergin olma oranı

Kombinasyon	2.dönem* etki (%)	3.dönem* etki (%)	4. d ö n e m *				
			Etki (%)	Ölü pupa (%)	Normal Ergin(%)	Deform. (%)	
LC ₁₅ (B)	LC ₁₀ (D)	37.5 d	44.0 de	45.8 ede	45.8	8.3	0.0
	LC ₃₀ (D)	62.5 bc	64.0 abc	62.5 abc	20.8	12.5	4.2
	LC ₅₀ (D)	78.1 ab	76.0 a	70.8 a	20.8	8.3	0.0
LC ₁₅ (B)	LC ₁₀ (A)	53.1 cd	48.0 cde	37.5 de	50.0	8.3	4.2
	LC ₃₀ (A)	65.6 bc	60.0 abcd	66.7 ab	20.8	8.3	4.2
	LC ₅₀ (A)	87.5 a	76.0 a	75.0 a	16.7	4.1	4.2
LC ₁₅ (B)	LC ₁₀ (T)	40.6 d	36.0 e	29.2 e	54.2	12.5	4.2
	LC ₃₀ (T)	53.1 cd	52.0 bede	50.0 bcd	25.0	20.8	4.2
	LC ₅₀ (T)	71.9 ab	68.0 ab	62.5 abc	20.8	12.5	4.2
K o n t r o l					29.2	70.8	0.0

* Ortalama etkiler 2., 3. ve 4. dönem için 4, 5 ve 6 tekerrür ortalamasıdır.

Tekerrürdeki larva sayısı 2., 3.ve 4. dönem için sırasıyla 8, 5 ve 4'tür.

Her sütunda aynı harflerle gösterilen ortalama etkiler arasında farklılık yoktur (p>0.05, DMRT).

Bu sonuç,uygulama açısından önem taşımakta olup bio-preparatlarla mücadelede ilk ilaçlama zamanının önemli olduğunu göstermektedir. Buna ek olarak zararlının farklı biyolojik dönemlerinin bir arada bulunduğu 1. döl

erginlerinin çıktığı dönemde bio-preparatlarla zararlının kontrolünün mümkün olmayacağı söylenebilir. Nitekim bio-preparatlarla yapılan çalışmalarda 1.döl erginlerinin çıkışından sonra genellikle bir insektisit uygulaması yapılmakta ve ancak bu şekilde ergin ve bunlardan gelişen larvaların zararlarının önlenebildiği bildirilmektedir (Ferro and Gelernter, 1989; Zehnder and Gelernter,1989).

Bacillus thuringiensis var. *tenebrionis*'e antibakteriyel etkisi araştırılan üç insektisitten trichlorfon'un 800 mg/ml dozu dahi bakteriye herhangi bir etkisi olmamış ve bakteri preparatıyla emniyetle karıştırılabileceği kanısına varılmıştır. Deltamethrin ve azinphos-methyl'in MIC değerleri sırasıyla 28 ve 1.2 mg e.m./ml olarak saptanmıştır. Bu değerler her iki ilacın uygulama dozlarının (0.46 mg/ml, 0.0075 mg/ml) sırasıyla 60 ve 160 misli yüksek olan dozlar olup, her iki ilacın da bio-preparatla birlikte emniyetle kullanılabilceğini göstermektedir. Patates böceği mücadelesinde yaygın olarak kullanılan deltamethrin, azinphos-methyl ve trichlorfon etkili maddeleri ile bio-preparatın entegrasyonuna yönelik çalışmanın ikinci yılında, Patates böceğinin 2.-4. dönem larvaları için üç insektisidin 1992 yılında bulunan ve LC₁₀, LC₃₀ ve LC₅₀ değerleri ile bio-preparatın LC₅₀ değerinin birlikte etkilerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Çizelge 3'teki ortalama etkiler ile ilgili veriler ve analiz tablosunun incelenmesinden de görüleceği gibi kombinasyonların Patates böceğinin larva dönemlerine sinergistik etki yaptığı, bu durumun özellikle azinphos- methyl ve deltamethrin'de daha bariz olduğu saptanmıştır.

Her ne kadar Patates böceğine insektisit+Bt karışımlarının etkisi ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamış ise de, böyle karışımların birçok zararlıda sinergistik etki yaptığı ortaya konmuştur (Habib and Garcia, 1981; Baicu and Hussein, 1987; Jaques, 1988; Novoty and Svestka, 1988; Hussein et all. 1992; Lama, 1992).

Ayrıca kombinasyonlarda beklenenin yaklaşık %20 üzerinde (%4.2-28.0) gerçekleşen ölümlerin yanı sıra bu uygulamalara maruz kalan 2. ve 3. dönem larvaların tamamı sonraki günlerde ölmüş, 4. dönem larvalar ise tüm kombinasyonlarda pre-pupa ve pupa dönemine geçebilmişler ancak pupa döneminde %16.7-54.2 civarında ölüm olmuş, ergin döneme geçişte gecikme ve ortalama %4.1 deformasyon olmuştur. Nitekim bu durum Sabac ve Komeil (1990) tarafından bio-preparat ile dimethoate, methomyl ve cypermethrin kombinasyonlarına maruz kalan Akdeniz meyve sineğinde tespit edilmiş, %20 civarında ergin deformasyonu saptanmış, çıkış kontrole göre 9-11 gün gecikmiştir. Bu bulgular böyle kombinasyonların zararlı aleyhine gerçekleşen uzun süreli etkilerini açıkça ortaya koymaktadır. Laboratuvar koşullarında elde edilen veriler ışığında, deltamethrin'in Patates böceğine tavsiye edilen dozu (0.75 g em/da) ile azinphos-methyl'in tavsiye edilen dozunun (46 g em/da) %30'unun; trichlorfon'un ise tavsiye edilen dozunun (100 g em/da) %50'sinin *B.t.var. tenebrionis*'in 10 g aktif protein/da dozunun %15'i ile oluşturulacak kombinasyonların Patates böceğine karşı arazi denemelerinin yapılmasının uygun olacağı kanısına varılmıştır.

Kombinasyonlarla arazi çalışmalarından da olumlu sonuçlar alındığında, entegre zararlı yönetimi kavramı içerisinde daha yüksek performans sağlayacak, çevreyle uyumlu bio-preparat kullanımını artıracak, ve sentetik ilaçların ise daha rasyonel kullanılmasına imkan vererek çevrenin daha az kirlenmesine olanak verebilecek bir mücadele yöntemi ortaya konulmuş olacaktır.

LİTERATÜR

- Anonymous, 1988. TKB. Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü Kayıtları.
- , 1990. Türkiye İstatistik Yıllığı, 1988. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Matbaası Yayın No:1405. 328.
- Baicu, T. and S.M.Hussein, 1987. Joint action of mixtures of insecticides with preparations of *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis* Ber. against different insect pests. Information Bul. (18):30-33. [Rev.Appl.Ent., 1987, (8):4300].
- Cruickshank, R., 1965. Medical Microbiology. E and S. Livingstone Limited, Edinburg and London, 1067.
- Dindar, Ö.N. ve D.Yılmaz, 1990. Orta Anadolu Bölgesinde patateslerde zarar yapan Patates Böceği (*Leptinotarsa decemlineata* Say) üzerinde toksikolojik çalışmalar. Proje "C" Nihai Raporu (KKGA-B-01-T-45).
- Ferro, D.N and W.D.Gelernter, 1989. Toxicity of a new strain of *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis* to Colorado Potato Beetle. J.Econ.Ent. 82(3):750-755.
- Finney, D. J., 1964. Probit Analysis. The Cambridge Univ. Press, London, 318.
- Gelernter, W.D., 1990. New Developments in Microbial-based products. In "Managing Resistance to Agrochemicals from fundamental research to practical strategies" (Eds. M.B. Green, W.K.Moberg and H.L. Baron) ACS Symp Series No: 421, 105-117.
- Habib, M.E.M. and M.A.Garcia, 1981. Compability and synergism between *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* and two chemical insecticides. Entomology, 91:7-14 [Rev.Appl.Ent, 1981, 69(9):5527].
- Hare, J. D., 1980. Impact of defoliation by the Colorado Potato Beetle. J.Econ.Ent., 73(2):369-373.
- , 1990. Ecology and Management of Colorado Potato Beetle. Annual Rev.Ent., 35:81-100.
- Harris, C. R. and H.J.Svec, 1981. Colorado Potato Beetle resistance to carbofuran and several other insecticides in Queb. J.Econ.Ent. 74(3):421-424.
- Hussein, N.M., A.M.EL Hamaky and A.F.Fefaci, 1992. Joint action of certain insecticides *Bacillus thuringiensis* and their mixtures on the Pink bollworm infestation in cotton plantation in Egypt. Rev.Agr.Ent, 80(2):1395.

- Jaques, P. P., 1988. Field test on control of the cabbageworm by mixtures of microbial and chemical insecticides Canadian Entomologist, 120(6):575-580 [Rev.Appl.Ent, 1988, 76(11):7883].
- Johnston, R. L. and L. E. Sandavd, 1986. Susceptibility of Ithao populations of Colorado Potato Beetle to four classes of insecticides. Am. Potato J., 63:81-85.
- Kedici, R. K. Melan, H. Bulut, G. Ünal, 1992. Patates böceği (*Leptinotarsa decemlineata* Say.)'nin biyolojik mücadele imkanlarının araştırılması. Proje "U/A" II.Yıl Raporu (KKGA-B-U9/01-E-078)
- Knight, A. L. and G. W. Norton, 1990. Economics of Agricultural pesticide resistance in Arthropods. Ann. Rev. Entomol, 34:293-313.
- Lama, F. M., 1992. Effectiveness of Thuricide and its mixture. Rev.Agr.Ent., 80(5):3542.
- Novonty, J. and M.Svestka, 1988. Synergism of biological and chemical insecticides against *L.dispar* [Rev. Appl.Ent, 1988, 76 (12) 9143].
- Sebae, A. II. and A. M. Komeil, 1990. Interaction of conventional insecticides with *Bacillus thuringiensis* against *Ceratitis capitata* BCPC, Pest and Diseases, (1):241-244.
- Zehnder, G. W.and W. D. Gelernter, 1989. Activity of M-ONE formulation a new strain of *Bacillus thuringiensis* against Colorado Potato Beetle. J.Econ.Ent., 82(3):756-761.