

***Bacillus thuringiensis*'in DEPOLANMIŞ TAHILLARDAKİ LEPIDOPTERA LARVALARININ MÜCADELESİNDE KULLANILMASI**

Özdemir ALAOĞLU (1)

ÖZET : *Depolanmış tahıllarda zararlı olan lepidopter larvaları ile mücadelede kimyasal insektisitlerin kullanımı; zararlılarda bu insektisitlere karşı direnç gelişimi, insektisit etkinliğini düşürdüğü, zararlıların üremesini hızlandıran olumsuz çevre koşulları ve ürün üzerinde kalıntı bırakmaları gibi sorunlar nedeniyle giderek az güvenilir durumdadır.*

*Uzun süreden beri kültür bitkilerinde zararlı lepidopterlerle mücadelede ticari preparatları kullanılan *B. thuringiensis*'in depolanmış tahıllardaki lepidopterlere karşı da kullanılabilmesi konusunda yapılan çalışmalardan umut verici sonuçlar alınmıştır.*

GİRİŞ

Depolanmış tahıllara zarar veren böceklerin başında Coleoptera türleri gelmekte, bunu Lepidoptera türleri izlemektedir (Champ ve Dyte, 1976; Anon., 1984).

Bu lepidopter türlerinin larvaları tanelerin embriyo, endosperm ve kabuk kısımlarında gelişmelerinde; bıraktıkları dışkı, gömlek ve ölü larvalar ile aynı zamanda ürünü zehirlemektedirler. Çoğu türlerin larvaları beslenirken ağ örerek tahıl tanelerini kümeleştirirler, bu kümeleşmelerde üründe kızışma sonucu sıcaklık yükselmekte ve kötü kokular yayılmaktadır (Subramanyam ve Cutkomp, 1985).

Depolanmış tahıllarda zararlı olduğu kaydedilen Lepidoptera türleri Cetvel 1'de toplu olarak gösterilmiştir. FAO tarafından yapılan bir sürveyde, Türkiye de dahil 61 ülkede, bu türlerden *S.cerealella*, *P. interpunctella*, *E. kuehniella*, *E. cautella* ve *C. cephalonica* 'nın diğer türlere oranla daha yaygın ve daha yoğun olarak bulunduğu tesbit edilmiştir (Champ ve Dyte, 1976).

(1) Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü.

Bu türlerle mücadelede, halihazırda koruyucu insektisit ve fumigasyon uygulanmaktadır. Ancak, bu kimyasal Savaş yöntemlerinin birçok olumsuz yönleri bulunmaktadır. Koruyucu insektisit olarak kullanılmakta olan malathion'a ve methyl bromide ve phosphin gibi fumigantlara karşı zararlılarda yer yer direnç durumu ortaya çıkmıştır (Attia, 1976; Champ ve Dyte, 1976; Bansode ve ark., 1981; Beeman ve ark., 1982).

Uygun olmayan sıcaklık ve nem koşullarında malathion'un hızlı parçalanması (Kadoum ve LaHue, 1969; Abdelkader ve ark., 1980), fumigant aktivitesinin sıcaklığa bağlı olarak değişmesi; ürün tarafından fumigantın absorbe edilmesi (Vincent ve ark., 1980); koruyucu insektisitlerin üründe kalındı bırakması (Kadoum ve LaHue, 1977; Mensah ve ark., 1979) diğer önemli sorunlardır.

Belirtilen bu sorunlar nedeniyle kimyasal insektisitlerin kullanımı yerine alternatif kontrol metodları geliştirilmeye çalışılmıştır. Böcek büyüme regülatörleri ve seksferomonları umut verici olmakla birlikte geniş çapta adaptasyonları mümkün olmamıştır (Subramanyam ve Cutkomp, 1985). Diğer bir alternatif metod olarak *Bacillus thuringiensis* 'in uygulanması umut verici bir potansiyele sahip bulunmaktadır. Özellikle malathiona direnç kazanmış güve larvalarına etkinliği, sıcakkanlılara emin olması ve selektifliği, bir mikrobiyal insektisit olarak ticari preparatlarının geliştirilmesini teşvik etmiştir (Subramanyam ve Cutkomp, 1985). Esasen, kültür bitkilerinde zararlı olan birçok Lepidopter türü ile mücadelede uzun süreden beri ticari preparatları kullanılmakta olan *B. thuringiensis* 'in depolanmış ürün zararlısı Lepidopterlere karşı da kullanılması amacıyla yapılan çalışmalardan çok olumlu sonuçlar alınmıştır.

Ülkemiz için oldukça yeni sayılabilecek bu konu üzerindeki çalışmaların derlenmesinde yarar görülmüştür.

Bacillus thuringiensis

Çubuk şeklinde ve gram pozitif bir bakteri olan *B. thuringiensis* spor verme sırasında protein yapısında toksik bir kırsal veya delta endotoksin üretmektedir. Patojen, duyarlı böcek türlerinin larva dönemlerini etkilemekte ve hastalığın ortaya çıkabilmesi için kristal veya sporların mideye alınması gerekmektedir. Etki yeri larvanın ortamidisidir. Çubuk veya gülle şeklindeki altınitelerden oluşan kristal, midenin protease enzimi yardımı ile

Tablo I. Depolanmış tahıllarda zararlı olduğu kaydedilen Lepidoptera türleri (Subramanyam and Cutkomp, 1985'den alınmıştır).

Table I. Lepidopterous Insects recorded attacking stored grain.

Bilimsel Adı	Familyası
<u>Corcyra cephalonica</u> (Stainton)	Pyralidae
<u>Endrosis sarcitrella</u> (L.) (=E. <u>lactella</u> Schiff)	Oecophoridae
<u>Ephestia</u> (= <u>Cadra</u> <u>cautella</u>) (Walker)	Pyralidae
<u>Ephestia elutella</u> (Hübner)	Pyralidae
<u>Ephestia</u> (<u>Cadra</u>) <u>figulilella</u> (Gregson)	Pyralidae
<u>Ephestia</u> (= <u>Anagasta</u>) <u>kuehniella</u> (Zeller)	Pyralidae
<u>Haplotinea ditella</u> (Pierce and Metcalf)	Tineidae
<u>Haplotinea insectella</u> (Fabricius)	Tineidae
<u>Hofmannophila</u> (= <u>Borkausenia</u>) <u>pseudospretella</u> (Stainton)	Oecophoridae
<u>Nomopogon cloacellus</u> (Haw)	Tineidae
<u>Nemopogon granella</u> (L.)	Tineidae
<u>Plodia interpunctella</u> (Hübner)	Pyralidae
<u>Pyralis farinalis</u> (L.)	Pyralidae
<u>Sathrobrotia</u> (<u>Pyraederces</u>) <u>rileyi</u> (Wals)	Cosmopterigidae
<u>Sitotraga cerealella</u> (Olivier)	Gelechiidae
<u>Tineola biselliella</u> (Hummel)	Tineidae

polipeptidlere ayrılmakta, bu toksik parçalar da ortamidenin epitel hücrelerini parçalamaktadır. Ancak, zehirlenmenin hassas moleküler yolu henüz tamamen aydınlatılmamıştır (Subramanyam ve Cutkomp, 1985). Özbek (1987), bakteri kristallerinin etki mekanizması ve daha etkin ve daha geniş spektrumlu kristal yapısı elde etmek amacıyla yapılan genetik mühendisliği çalışmalarına ilişkin bilgiler vermektedir. Sporların etkisine gelince; sporlar

midede çimlendikten sonra çoğalan vegetatif bakteri çubukları hemoseli kaplamakta, bunun sonucunda toxemi (toksin zehirlenmesi) ve septicemi (kan zehirlenmesi)'ye neden olmaktadır (Subramanyam ve Cutkomp, 1985).

"H" antijenik veya "kamçı" özelliklerine göre *B. thuringiensis* 14 serotipe, bu serotipler de 19 varyeteye ayrılmaktadır. Bütün varyeteler şekil ve insektisit potansiyeli bakımından farklı özelliklere sahip kristal üretmektedir (Subramanyam ve Cutkomp, 1985).

Enfekte olmuş larvalarda hareket yavaşlamakta, deri yumuşamakta ve deri üzerinde koyukahverengi lekeler ortaya çıkmaktadır. Daha sonra tamamen kahverengileşen larvalar ölmektedir. Bu larvaların içi tamamen bakteri sporları ile doludur (Subramanyam ve Cutkomp, 1985).

Toksisite Çalışmaları

Lepidopter larvalarına *B. thuringiensis* 'in toksisitesi ile ilgili laboratuvar çalışmaları *E. kuehniella*, *E. cautella*, *P. interpunctella* ve *S. cerealella* türleri üzerinde yapılmıştır. Bu güve türleri ile ilgili toksisite bilgileri Tablo 2'de özetlenmiştir. Tablodaki varyete ve izolatlara ait LC₅₀ değerleri incelendiğinde, spor ve kristal içerikleri ve bunların oransal değerlerinin güve larvalarına toksisitelerini etkilediği görülmektedir. Tablo 2'de görüldüğü gibi, *aizawai* varyetesinin kristalleri *E. cautella* 'ya spordan 1,5 kat; 1:1'lik spor-kristal karışımı ise spordan 3,6 kat, kristallerden ise 2 kat daha toksit olduğu gösterilmiştir. Öte yandan *kurstaki* varyetesinin kristalleri tek başına *P. interpunctella* ve *E. cautella* 'ya spordan sırasıyla 2,9 ve 30,2 kat daha toksit olmuştur. 1:1'lik spor-kristal karışımı ise *E. cautella* 'ya kristallerden daha az, buna karşılık *P. interpunctella* 'ya biraz daha toksik olduğu tespit edilmiştir (McGaughey, 1978 a). McGaughey ve Johnson (1987), *B. thuringiensis* 'in 51 izolatının HD-1 izolatına dayanaklı *P. interpunctella* populasyonuna etkinliğini denemiş, bunlardan 21'inin etkili olduğunu ortaya koymuşlardır. Aynı araştırmacılar bu izolatların etkinliklerinin, beta exotoxin içeriklerinden kaynaklandığını belirlemişlerdir.

E. cautella ve *P. interpunctella* 'nın farklı populasyonları arasında *B. thuringiensis* 'in aynı preparatına duyarlılık bakımından geniş bir varyasyon bulunmaktadır. *E. kuehniella* 'nın İngiltere ırkının Mısır ırkına göre patojenin belli bir preparatına daha dayanıklı olduğu gösterilmiştir (Subramanyam ve Cutkomp, 1985). Bu nedenle depolanmış ürün zararlısı ibre

güve türünün bir tek ırkından elde edilen belli bir ticari formülasyona ait toksisite değeri, aynı türün diğer popülasyonları için genelleştirilemez ve kontrol önerileri yapılmadan önce yöresel popülasyonların toksisite değerlendirilmeleri yapılmalıdır (Subramanyam ve Cutkomp, 1985).

Güve larvalarını öldürmek için gerekli patojen dozajı larvanın yaşı ile birlikte artmaktadır. İlk dönemler genellikle bakteriye oldukça duyarlı olmaktadır. *E. cautella* ve *P. interpunctella* 'nın birinci larva dönemi, *B. thuringiensis* 'in 25 mg/kg-buğdaylık dozu ile kontrol edilebilirken, bu türlerin beşinci dönem larvaları ancak 150 mg/kg-buğday dozu ile tam olarak kontrol edilebilmiştir (Nwanze ve ark., 1978). Tam kontrolün sağlanabilmesi için *E. kuehniella* 'nın beşinci dönemi birinci dönemden 21,67 kat, üçüncü dönemi ise birinci dönemden 6 kat daha fazla "gram başına yaşayabilir spor'a gerek duymuştur (Subramanyam ve Cutkomp, 1985).

Duyarlılık larva yaşı ile bağlantılı olmakla birlikte, aynı yaştaki değişik türler de *B. thuringiensis* 'e duyarlılık bakımından farklılık göstermektedirler. 100 mg/kg diyetlik doz ile *E. cautella* 'nın birinci dönemdeki larvaları tamamen öldükleri halde 200 mg/kg'lık dozla *P.interpunctella* 'nın aynı yaştaki larvalarının ancak %85'i ölmüştür (McGaughey, 1978 b).

Patojenin larvalara toksik etkisi dışında larval dönemlerin uzaması ve üreme güçlerinin azalmasına da neden olmaktadır. Gram başına 7×10^5 yaşayabilir spor içeren bir besinle beslenen *E. kuehniella* 'nın birinci larva dönemi normale göre 3 kat uzamıştır (Subramanyam ve Cutkomp, 1985).

Malathion'a dayamlı bireylerle yapılan denemelerde, bu bireylerde *B.thuringiensis* 'e karşı bir tolerans veya direnç kaydedilmemiştir (Kinsinger ve McGaughey, 1979 b).

Özet olarak; *B. thuringiensis* 'in *E. cautella*, *E.kuehniella* ve *P.interpunctella* 'ya toksisitesi güve türleri ve bunların popülasyonlarına göre değiştiği gibi, larva yaşına, patojenin varyete ve izolatının patojenite gücüne ve bir formülasyondaki spor ve kristallerin oransal miktarlarına göre de değişmektedir.

Tahıllarda *B. thuringiensis* ile Güve Kontrolü

Laboratuvar şartlarında lepidopter türleri üzerinde denenen varyete ve izolatların depo koşullarında ürün içindeki larvalara toksik etkileri ve bakteri preparatlarının uygulama metodları üzerindeki araştırmaların sayısı fazla olmayıp çoğunluğu ABD'de McGaughey ve arkadaşları tarafından yapılmıştır.

Tablo 2. *Bacillus thuringiensis*'in değişik varyete ve izolatlarının *Ephesia cautella*, *Sitotroga cerealella*, *Plodia interpunctella* ve *Ephesia kuehniella* 'ya karşı toksisite değerleri (Subramanyam ve Cutkomp, 1985'ten alınmıştır).

Table 2. Toxicity of different varieties and isolates of *B. thuringiensis* to *E. cautella*, *S. cerealella*, *P. interpunctella*, and *E. kuehniella*.

Varyete Variety	izolat/komponet isolate/component	Yaşayabilir spor sayısı/g viable spores/g	LC ₅₀ (mg/kg-diyet)	
<i>E. cautella</i>	kurstaki	HD-1	25x10 ⁹	5,60-55,88
	Aizawai	kristal	-	175
		spor	-	2,67
		spor:kristal(1:1)	-	74
	kurstaki	B-4454	13,3x10 ⁵	3,85
		B-4457	2,2x10 ⁵	3,85
		B-4458	2,6x10 ⁵	6,15
	<i>galleriae</i>	HD-232	-	1,31-19,59
	kurstaki	HD-87	-	6,63-33,09
	<i>tolworthi</i>	HD-301	-	8,13-35,05
	<i>thuringiensis</i>	HD-288	-	5,23-35,11
	aizawai	HD-283	-	27,91-97,74
HD-282		-	39,08-293,72	
HD-128		-	91,46-433,28	
kurstaki		kristal	-	4,80
(HD-1)		spor	-	145
	spor:kristal(1:1)	-	10,50	
<i>S. cerealella</i>				
kurstaki	HD-1	25x10 ⁹	17,43	
<i>P. interpunctella</i>	kurstaki	HD-1	25x10 ⁹	6,43-270,11
		kristal	-	50,5
		spor	-	147,2
		spor:kristal(1:1)	-	31,9
	kurstaki	HD-1	30,5x10 ⁷	6,70
		HD-87	-	7,45-20,76
		B-4454	13,3x10 ⁵	436,78
		B-4457	2,2x10 ⁵	239,69
		B-4458	2,6x10 ⁵	213,12
		kristal	-	0,299 ug/cm ² (1g diyet=58 cm ²)
	<i>galleriae</i>	HD-232	-	8,59-32,75
	<i>tolworthi</i>	HD-301	-	3,60-19,04
<i>thuringiensis</i>	HD-288	-	12,21-33,22	
aizawai	HD-128	-	10,22-36,48	
	HD-282	-	7,19	
	HD-283	-	9,69-21,10	
<i>E. kuehniella</i>	<i>thuringiensis</i>	BTB-183		
		1.dönem larva	3x10 ⁷	2,6
		2.dönem larva	2,2x10 ⁸	1,8
		3.dönem larva	7x10 ⁸	6,5

İlk defa Katak, 1959'da depolanmış mısır ve buğdayda *B. thuringiensis*' in $12,5 \times 10^6$ spor/g-tahıl dozunun 10-14 günlük *P. interpunctella* larvalarını öldürdüğünü göstermiştir (Subramanyam ve Cutkomp, 1985). Depolanmış mısırdaki *E. cautella*, soyada *P. interpunctella* larvaları 10 mg/kg-ürün dozundaki *B. thuringiensis* ile tam olarak kontrol edilebilmiştir (McGaughey, 1976). Buna karşılık 250 mg/kg'lık doz *S. cerealella* larvalarını tam olarak etkilemediğinden bunların % 37'si ergin olmuştur (McGaughey, 1976). Diğer bir araştırmada bu türe 600 mg/kg doz uygulandığı halde larvaların % 30'u ergin olmuş, ancak F_2 ergin çıkışı % 86 oranında azalmıştır. *S. cerealella* larvalarının mücadelesindeki bu zorluk, yumurtadan çıkan larvaların kısa zamanda tane içine girmesi ve bu arada patojenle beslenme süresinin kısa olması nedeniyle olabilir (McGaughey ve Kinsinger, 1978).

Bakteri preparatının uygulama derinliği de ürün içindeki larvalara etkisi açısından önemli olmaktadır. Depolanmış mısırın 10 cm kalınlığındaki bir tabakasının 125 mg/kg-tahıl dozundaki preparatla ilaçlanması ile *P. interpunctella* zararının % 87, *E. cautella*'nin ise % 90 oranında azaldığı gözlenmiştir (McGaughey, 1978 c). Aynı dozdaki uygulamalar buğdaydaki bu iki türe ait larvaları 2 yıl süreyle etkilemiş ve tanedeki zarar % 94 oranında azalmıştır (McGaughey, 1980). Rassman (1986) 500 ton çavdarı düz bir zemine yaydıktan sonra 5 cm kalınlığındaki bir tabakaya 100 mg/kg dozunda Thuricide vererek 19 hafta sonra *E. eiuvella* zararının kontrole göre % 50 oranında azaldığını belirlemiştir.

B. thuringiensis preparatlarının tahıllara uygulama metodları üzerinde de çalışılmıştır. McGaughey ve Dicke (1980), burğu ile siloya aktarılan tahıla, damlatma yolu ile veya depolandıktan sonra yüzey ilaçlaması şeklinde bakteri preparatını vermişler; taneler üzerinde spor dağılımının homojenitesi, spor sayısı ve *E. cautella*'ya etkileri bakımından önemli bir fark gözlememişlerdir. Damlatma metodunda, sulu süspansiyonun devamlı olarak çalkalanarak dengeli bir dağılımın sağlanması, aynı zamanda doğru bir kalibrasyonun yapılması gerekir. McGaughey (1985), ABD'nin 5 eyaletindeki ticari silolarda *B. thuringiensis*'in toz ve WP formülasyonlarını mısır ve buğdayda denemiştir. Elevatörle siloya aktarma sırasında verilen toz ve WP preparatları homojen bir dağılım göstermiş; *P. interpunctella*'ya etkinlikleri buğdayda % 50-60, mısırdaki % 80 oranında ve eşit düzeyde olmuştur. Dolu siloda toz ve WP formülasyonların tahıl yüzeyine verilerek karıştırılması ile toz preparat homojen, WP ise homojen olmayan bir dağılım göstermiştir (McGaughey, 1985). Dolu silonun üst boşluğuna

püskürtülmesiyle WP formülasyonunun etkinliğinde bir artış görülmemiştir. Kansas'ta çiftlik ve laboratuvar şartlarında toz Dipel, depolanmış mısırın yüzeyine uygulandıktan sonra kurutma fanları ile tahılın derinliğine doğru hava verilmiş; toz Dipel'in % 25'inin tahılın 2,5-12,5 cm derinliğine kadar işlediği ve *P. interpunctella* 'ya % 93 oranında etkili olduğu tesbit edilmiştir (McGaughey, 1986).

Ürünlere kimyasal insektisitler gibi uygulanan *B. thuringiensis*, *P. interpunctella*'ya etkisini 10 ay süreyle korumuştur (Kinsinger ve McGaughey, 1976). Malathion gibi kimyasal insektisitlerden farklı olarak, *B. thuringiensis* daha geniş sıcaklık koşullarında aktivitesini sürdürebilmektedir. Kinsinger ve McGaughey (1976), buğdaydaki *P. interpunctella* larvalarına uygulanan bakteri preparatının 16,5, 25 ve 35,5°C'lik sabit sıcaklıklarda spor canlılığının etkilenmediğini, 42°C de ise 15 hafta sonra yaşayabilir spor sayısında % 25'lik bir azalma olarak birlikte insektisit aktivitesinin çok az etkilendiğini kaydetmektedirler. Diğer bir araştırmada da 15,9-32,8°C sıcaklık ve % 45,9-68,5 orantılı nem koşullarında 4 yıl süreyle depolanmış bakteri preparatının spor içeriğinde bir azalma kaydedilmemiştir (Subramanyam ve Cutkomp, 1985).

Diğer İsektisitlerle Karışabilirliği

B. thuringiensis ile önceden enfekte edilmiş ürünün bazı fumiganlarla fümiga edilmesi, bakterinin insektisit etkisinde bir azalmaya neden olmamıştır (McGaughey, 1975).

Malathion ve pirimiphos methyl'in LD₂₅ seviyesinde bakteri preparatı ile hazırlanan kombinasyonlarından her birisi *P. interpunctella* 'nın beşinci dönem larvalarında % 50'den daha düşük oranda ölüme neden olmuştur. Bu durum, bu insektisitlerle bakteri preparatı arasında antagonizm bulunduğunu göstermektedir (Subramanyam ve Cutkomp, 1985).

***B. thuringiensis* 'in Kalıntı ve Güvenirlilik Durumu**

Bu bakteriyel insektisit anlara ve insan da dahil bütün omurgalılara zararsız olan emin bir insektisit olarak değerlendirilmektedir. Ancak, Burges (1982), *B. thuringiensis* 'in ürettiği beta exotoxin'in kuşlara hafif toksik olduğunu bildirmektedir. Mardan ve Harein de bakteri ile enfekte edilmiş mısırla beslenen koyunların iç organlarında birçok lezyonların ortaya çıktığını

kaydetmektedirler. Fakat, bazı araştıncılar bu durumun gerçekte formülasyondaki bir inert materyalden kaynaklanabileceğini belirtmektedirler (Subramanyam ve Cutkomp, 1985).

B. thuringiensis 'in 6 değişik preparatını tavşan, fare ve sıçanlarda deneyen Joel ve ark. (1987), bu hayvanlarda herhangi bir toksit etki görülmediğini, insanlar tarafından güvenle kullanılabileceğini bildirmektedirler.

Bakteriyle bulaşık buğdayların işlenmesi ile elde edilen ürünlerde sporların çoğunluğunun elemine olduğu bildirilmektedir. Bir araştırmada, 125 mg/kg-ürün dozunda preparat ile karıştırılan buğday taneleri üzerinde sporların % 75-85'i bulunmuş, öğütüldükten sonra elde edilen unda sporların % 1-5'i kalmış; bu unla yapılan ekmekte ise, başlangıçta tanelerde bulunan 102×10^5 adet spor/g sayısı 1830 spor/g'a düşmüştür (McGaughey, 1980). Elde edilen bu ekmelerde kalite düşüklüğü görülmemiştir.

Ticari preparatlar EPA tarafından en düşük toksise kategorisi altında gruplanmış ve sıçanlarda LD₅₀ değeri belirlenmemiştir. Aynı zamanda bütün tarımsal hammaddelerdeki kahntı ve toleranslardan da muafır (Subramanyam ve Cutkomp, 1985).

Sonuç olarak; *B. thuringiensis* 'in omurgalılara zararlı olmayışı ve çeşitli işlemler sonucu tanelerdeki spor sayısının azalması nedeniyle tahıl üzerindeki yüksek düzeyde kahntıların zararlı olmayacağı söylenebilir.

Direnç

P. interpunctella 'nın 12, *E. cautella*'nın 6 değişik popülasyonu üzerinde *B. thuringiensis* ' e karşı duyarlılık testleri yapan Kinsinger ve McGaughey (1979 b), popülasyonlar arasında log-doz ve probit hatlarının istatistiksel olarak birbirine paralel olduğunu belirlemiştirler. Bu iki güve türü, spor, kristal ve spor-kristal karışımlarına duyarlı olup, toksisite ile mide pH'sı arasında bir ilgi bulunamamıştır. Bu türlerde patojenin etki tarzi karmaşık olduğundan, direnci ortaya çıkaracak mekanizmaların da kompleks olması muhtemeldir (Kinsinger ve McGaughey, 1979 b).

SONUÇ

Kimyasal inseksitislere direnç kazanmış popülasyonlara etkinliği, sıcak kanlılara güvenli

ve selektif oluşu, geniş sıcaklık ve nem koşullarında insektisit özelliğini sürdürebilmesi, zararlılarda bu bakteriye karşı belirgin bir direncin gözlenmemiş olması gibi olumlu özellikleri ile *B. thuringiensis*, tahıllardaki Lepidopter larvalarıyla mücadelede bir koruyucu insektisit olarak başarıyla kullanılabilir. Ancak, coleopter türleri ile de mücadele edebilmek için bir entegre mücadele yaklaşımı içinde, *B. thuringiensis* uygulamasını takiben lürütin fümige edilmesi gereklidir (Subramanyam ve Cutkomp, 1985).

KAYNAKLAR

- Abdelkader, M.H.K., G.R.B. Webster, S.R.Loschiavo and F.L.Watters, 1980. Low temperature degradation of malathion in stored wheat. *J. Economic Entomology* 73 (5) : 654-656.
- Anonymous, 1984. Ambar zararlıları teknik talimatları T.O.B. Zir.Müc. Zir. Kar. Gen. Müd. Ankara 64 s.
- Attia, F.I., 1976. Insecticide resistance in *Cadra cautella* in New South Wales, Australia. *J.Econ. Entomol.* 69 (6) : 773-774.
- Bansode, P.C., W.V. Campllell and A.Nelson, 1981. Toxicity of four organophosphorus insecticides to a malathion-resistant strain of the indianmeal moth in North Caroline. *J. Econ. Entomol.* 74 (4) : 382-384.
- Becman, R.W., W.E. Speirs and B.A. Schmidt, 1982. Malathion resistant in indianmeal moths infesting stored corn and wheat in the North Central United States. *J.Econ. Entomol.* 75(6): 950-54.
- Burges, H.D., 1982. Control of insects by bacteria. *Parasitologi* 84: 79-117.
- Champ, B.R. and C.E.Dyte, 1976. Report of the FAO, Global survey of pesticide susceptibility of stored grain pests. FAO Plant Production and Protection Serie no: 5 rome. 292 pp.
- Joel, P.S., J.A. Shaddock and J.Szabo, 1987. Safety of the entomopathogen *Bacillus thuringiensis* var *israelensis* for mammals. *J.Econ. Entomol.* 80: 717-723.
- Kadoum, A.M. and D.W.LaHue, 1969. Effect of Hybrid, moisture content, foreign material and storage temperature on degradation of malathion residues in grain sorghum. *J.Econ. Entom.* 62: 1161-1163.

- Kadoun, A.M. and D.W.LaHue, 1977. Degradation of malathion in wheat and milling Fractions. *J.Econ. Entomol.* 70(1):109-110.
- Kinsinger, R.A. and W.H.McGaughey, 1976. Stability of *Bacillus thuringiensis* and granulosis Virus of *Plodia interpunctella* on stored wheat. *J.Econ. Entomol.* 69(2): 149-154.
- Kinsinger, R.A. and W.H.McGaughey, 1979 a. Histopathological effects of *Bacillus thuringiensis* on Larvae of the indian meal moth and the almond moth. *Annals Entomol. Soc. Amer.* 72: 787-790.
- Kinsinger, R.A. and W.H.McGaughey, 1979 b. Susceptibility of populations of indianmeal moth and almond moth to *Bacillus thuringiensis*. *J.Econ. Entomol.* 72(3): 346-349.
- McGaughey, W.H., 1975. Compatibility of *Bacillus thuringiensis* and granulosis virus treatments of stored grain with four grain fumigants. *J.Invertebrate Pathology* 26: 247-250.
- McGaughey, W.H., 1975. *Bacillus thuringiensis* for controlling three species of moths in stored grain. *Canadian Entom.* 108:105-112.
- McGaughey, W.H., and R.A.Kinsinger, 1978. Susceptibility of angoumois grain maths to *Bacillus thuringiensis*. *J.Econ. Entomol.* 71(3): 435-436.
- McGaughey, W.H., 1978 a. Response of *Plodia interpunctella* and *Ephestia cautella* larvae to spores and paraspores crystals of *Bacillus thuringiensis*, *J.Econ. Entomol.* 71(4): 687-688.
- McGaughey, W.H., 1978 b. Effects of larval age on the susceptibility of almond moths and indianmeal moths to *Bacillus thuringiensis* *J.Econ. Entomol.* 71(6): 923-925.
- McGaughey, W.H., 1978 c. Moth control in stored grain: Efficacy of *Bacillus thuringiensis* on corn and method of evaluation using small bins. *J.Econ. Entomol.* 71(5): 835-839.
- McGaughey, W.H., 1980. *Bacillus thuringiensis* for moth control in stored wheat. *Canadian Entomologist* 112(3): 327-331.
- McGaughey, W.H., and E.B.Dicke, 1980. Methods of applying *Bacillus thuringiensis* to stored corn for moth control. *J.Econ. Entom.* 73(2): 228-229.
- McGaughey, W.H., 1985. Evaluation of *Bacillus thuringiensis* for controlling indianmeal moths (Lep.Pyralidae) in form grain bins and silos. *J.Econ. Entomol.* 78(5): 1089-1094.

- McGaughey, W.H., 1986. *Bacillus thuringiensis* applied to stored corn using grain drying fans. Abst. Rev. Appl. Entomol. 75(10): 5672.
- McGaughey, W.H., and D.E.Johnson, 1987. Toxicity of different serotypes and toxins of *Bacillus thuringiensis* to resistant and susceptible indianmeal moths. (Lep.Pyalidae) J.Econ. Entom. 80(6): 1122-1126.
- Mensah, C.W.K., F.L.Watters and G.R.B. Webster, 1979. Insecticide residues in millet fractions of dry or tough wheat treated with malathion, bromophos, iodofonphos, and pirimiphos-methyl. J.Econ. Entomol. 72(5): 728-732.
- Nwanze, K.F., G.J.Partidaa and W.H.McGaughey, 1975. Susceptibility of *Cadra cautella* and *Plodia interpunctella* to *Bacillus thuringiensis* on wheat J.Econ. Entomol. 68(6): 751-752.
- Özbek, H., 1987. GenetiK Mühendisliği ve Biyolojik İnsektisitler. Türkiye Entomoloji Dergisi. 11(4): 247-257.
- Rassman, W., 1986. Untersushungen zur wirksamkeit eines *Bacillus thuringiensis* in der Getreidelagerung. Abst. Rev. Appl. Entom. 75(1): 424.
- Subramanyam, B.H. and L.K.Cutkomp, 1985. Moth control in stored grain and the role of *Bacillus thuringiensis*: An overview Residue Reviews. 94: 1-47.
- Vincent, L.E., M.K.Rust and D.L.Lindgren, 1980. Methyl bromide toxicity at various low temperatures and exposure periods to angoumois grain moth and indianmeal moth in popcorn. J. Econ. Entomol. 73(2): 313-317.

Teşekkür

Makalenin manuskriptini inceleyerek değerli katkılarda bulunan Sayın Hocam Prof.Dr.Hikmet Özbek'e teşekkür ederim.