

Azadirachta indica A. Juss (Meliaceae)'nın böceklerle etkileri üzerinde bir inceleme

Şeniz KISMALI*

Nilgün MADANLAR*

Summary

The effects of Azadirachta indica A. Juss (Meliaceae) on insects

A. indica seems to be rather hopeful as a botanical insecticide, recently. The treatments have been done by many researchers on many insects showed that A. indica inhibits feeding; disrupts growing and developing; effects reproducing and egg maturation and has toxic effect. These effects observed in many species mainly from Orthoptera, Homoptera, Heteroptera, Lepidoptera, Coleoptera, Diptera, Hymenoptera orders.

Giris

Günümüzde pestisidlerin ortaya çıkardığı bazı önemli sorunlar nedeniyle bu kimyasal bileşiklerin yerine kullanılabilir alternatifler artık doğanın kendi bünyesinde aranmaktadır. Bu makalenin konusunu oluşturan Azadirachta indica A. Juss adlı bitki de, içerdiği bazı maddeler nedeniyle zararlı böceklerle savaşta sözü edilen alternatifler arasında yer alabilir niteliktedir.

A. indica Hindistan, Pakistan, Endonezya'da ve Afrika'nın bazı kısımlarında yaygın olarak ve çabuk yetişen, yaprağını dökmeyen subtropikal bir ağaçtır. Bu bitki, içerdiği meliantriol, sallanin ve azadirachtin gibi maddeler nedeniyle böcekler tarafından sevilmez ve istenmez. Son yıllarda bu maddeler içinde en çok azadirachtin üzerinde çalışılmıştır. Yapılan bu çalışmalarda saf azadirachtin çözeltilerinin yanısıra ağacın tohumlarından elde edilen yağ, küspe veya toz ile yaprakları pek çok zararlı böcek türüne karşı uygulanarak oldukça etkili oldukları saptanmıştır.

Burada, bitkisel insektisid olarak son yıllarda üzerinde en çok çalışılan A. indica bitkisinin böcekler üzerindeki etkileri özet halinde verilmeye çalışılmıştır.

* E.Ü. Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma bölümü, 35100 Bornova, İzmir

Alınış (Received): 15.7.1988

A. Büyüme ve gelişmeyi engelleyici etkisi

A. indica ile yapılan denemelerde bu bitki içindeki maddelerin pekçok böcekte başkalaşımı engellemek suretiyle anormal bireylerin oluşumuna neden olduğu ve böylece juvenil hormon etkisi gösterdiği anlaşılmıştır. Bu etki, A. indica'nın böceklerde beslenmeyi engelleyen dozlarının 100-1000 kez daha küçük miktarlarıyla gerçekleştirilmektedir (Dorn et al., 1986).

Garcia and Rembold (1984), azadirachtin'in deri değiştirme üzerindeki etkilerini, kanla beslenen Rhodnius prolixus Stal (Het., Reduviidae)'un 4. dönemdeki nimflerinde araştırmışlardır. Besin olarak verilecek kanın her ml'sine 0.0004 µg azadirachtin ilave edilerek bu böceklerin % 50'sinin başkalaşımı (ED₅₀) engellenmiştir. % 100 etki ise 1 µg/ml kan'dan daha yüksek olan dozlarda sağlanmıştır. Azadirachtin, bu böceğe karşı aynı zamanda beslenme engelleyicisi (antifeedant) olarak da etki göstermektedir. Fakat bu etki 10 µg/ml kan'dan daha yüksek dozlarda söz konusu olup, bu dozun altında normal olarak beslenmesini sürdürmektedir. Burada dikkat edilecek önemli husus; beslenmenin engellenmesi, büyümenin engellenmesinin temel nedeni olmadığıdır. Çünkü azadirachtin, prothorasik bezlerin salgıladığı deri değiştirme hormonu ekdizon'un bloke edilmesiyle deri değiştirmeye engel olmaktadır. Yani, prothorasik bezler azadirachtin'in etkisiyle deri değiştirmeyi teşvik edecek yeterli miktarda ekdizon salgılayamamaktadır.

A. indica'nın böceklerin gelişme ve büyümeleri üzerindeki etkileri birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Bu çalışmalarda elde edilen sonuçlar Cetvel 1'de özet halinde verilmiştir.

Cetvel 1. Azadirachta indica'nın bazı böceklerin gelişme ve büyümeleri üzerindeki etkileri

Tür	Uygulama şekli ve sonuç
<u>Ceratitis capitata</u> Wied. (Dipt., Tephritidae) (Steffens and Schmutterer, 1982)	<u>A. indica</u> tohumlarının metanol ekstraktı, Akdeniz meyve sineği larvalarının suni diyeti içine karıştırıldığında larva dönemleri uzamış, bazı pupalar ölmüş, kalan pupaların boyutları da küçülmüştür.
<u>Locusta migratoria</u> L. (Orth., Acrididae) (Sieber and Rembold, 1983)	Azadirachtin, bu çekirgenin 4. ve 5. dönemdeki nimflerine abdomenden 0.6-6 µg/g canlı ağırlık dozlarında enjekte edilmiştir. 0.6 µg dozda nimflerin % 10'u deri değiştirememiş, en etkili doz 2 µg olarak bulunmuştur.
<u>Popillia japonica</u> New. (Col., Scarabaeidae) (Ladd Jr. et al., 1984)	Son dönemdeki larvalara uygulanan azadirachtin, normal gelişimi tamamen engellemiştir. 1.6 µg dozunda uygulanan bireylerin larva dönemlerinin süresi kontrole nazaran % 111 uzamıştır.
<u>Spodoptera litura</u> (F.) (Lep., Noctuidae) (Schmutterer and Ascher, 1985)	Larvaların besinine ilave edilen 10-50 µg azadirachtin, % 1.5-55.5 oranında larva-pupa arası bireylerin oluşumuna neden olmuştur.

Tür	Uygulama şekli ve sonuç
<u>Nephotettix virescens</u> Dist. (Hom., Cicadellidae) (Heyde et al., 1985)	Çeltik üzerine püskürtülen % 0.5-5 oranında tohum yağı ve 10-100 mg/kg tohum özü ekstraktı, nimflerin gelişmesini engellemiştir. Tohum özü ekstraktı sistemik olarak da etkili bulunmuştur.
<u>Oncopeltus fasciatus</u> Dall. (Het., Lygaeidae) (Dorn et al., 1986)	0.00098-16 µg/nimf dozundaki azadirachtin, abdomenden enjekte edilmiştir. Düşük dozlarda deri değiştirilmesi sadece geciktirilmiş, orta düzeydeki dozlarda ise deri değiştirme tamamen baskı altına alınmıştır.
<u>Epilachna varivestis</u> Muls. (Col., Coccinellidae) (Schlueter, 1985)	Larvalara 0.3 µg'dan düşük dozlarda enjekte edilen azadirachtin, deri değiştirmeyi engellemiş, 0.3-1.0 µg gibi yüksek dozlar ise ağırlık kaybına neden olmuştur.
<u>Ostrinia furnicalis</u> Gn. (Lep., Pyralidae) (Chiu et al., 1985)	3. ve 4. dönemdeki larvalara 2 gün süreyle 20 ppm azadirachtin içeren suni diyet verilmiş, sonra normal diyete dönülmüştür. Bu larvalarda küçülme ve ağırlık kaybı görülmüştür. Denemeden 15-20 gün sonra beyin, corpora cardiaca, corpora allata ve prothorax bezde histopatolojik değişimler meydana gelmiştir.
<u>Trichoplusia ni</u> Hb. <u>Spodoptera exigua</u> (Hb.) (Lep., Noctuidae) (Prabhaker et al., 1986)	% 0.02; 0.2; 2.0 dozlarında larvalara suni diyet içinde verilen tohum ekstraktı gelişmeyi engelleyerek tüm larva dönemlerinde ölüme neden olmuştur.

B. Üreme davranışları ve yumurta olgunlaşması üzerindeki etkileri

Bu konu üzerinde yapılan denemeler sonucunda A. indica'nin bazı böceklerde üreme gücünü azalttığı, diğer bazılarında ise JH etkisi göstererek nimf dönemlerinde vaktinden önce ergin eşey karakterlerinin ortaya çıktığı saptanmıştır.

Ivbijaro (1983 b), Sitophilus oryzae (L.) (Col., Curculionidae)'ye karşı yaptığı denemede, 20 g mısır tohumuna, kurutulmuş A. indica tohumlarının öğütülmüş tozunu 0.5; 1 ve 2.5 g dozlarında karıştırmıştır. Bu zararlının ovipozisyonunu 2.5 g dozu tamamen engellerken, 0.5 g dozu da önemli derecede azaltmıştır. Ayrıca bu dozların hepsi de postembriyonik gelişmeyi tamamen aksatmıştır. Bu işlemden 4 ay sonra bile mısır tohumlarına bulaştırılan bireylerde, 2.5 g dozunda ovipozisyon sekteye uğramış ve 10 gün içinde % 76 ölüm olmuş; 1 g dozunda ise yeni dölün meydana gelmesi 6 ay kadar gecikmiştir. Bu uygulamanın mısır tohumları üzerinde hiçbir yan etkisi görülmemiştir.

A. indica'nın, böceklerin üreme davranışı ve yumurta olgunlaşmasına etkileri üzerindeki diğer çalışmalar Cetvel 2'de özet halinde verilmiştir.

Cetvel 2. *Azadirachta indica*'nın böceklerin üreme davranışı ve yumurta olgunlaşması üzerindeki etkileri

Tür	Uygulama şekli ve sonuç
<i>Leptinotarsa decemlineata</i> (Say.) (Col., Chrysomelidae) <i>Epilachna varivestis</i> Muls. (Col., Coccinellidae) (Schmutterer, 1981)	Azadirachtin, bu zararlıların üreme gücünü azaltmıştır. Ayrıca Coleoptera takımına bağlı türlerin yumurtalarında fungal enfeksiyonlara karşı duyarlılığı da arttırmıştır.
<i>Callosobruchus maculatus</i> F. (Ivbijaro, 1983 a)	Depolanmış 20 g börülce tohumuna, 1-3 g kurutulup-öğütülmüş <i>A. indica</i> tohum tozu karıştırılmıştır. Ergin dişilerin üreme gücü önemli derecede azalmış ve böylece 4 aydan fazla süreyle korunma sağlanmıştır.
<i>Liriomyza sativae</i> Blach. <i>L. trifolii</i> (Brgs.) (Dipt., Agromyzidae) (Webb. et al., 1983)	Henderson çalı lima fasülyesine püskürtülen <i>A. indica</i> ekstraktları, <i>L. trifolii</i> 'nin dişilerinin daha az yumurta bırakmasına neden olmuş, diğer türde böyle bir etki görülmemiştir. Her iki türde de yumurtaların açılmasından sonra çok yüksek oranda larva ölümleri olmuştur.
<i>Musca autumnalis</i> (De G.) (Dipt., Muscidae) (Gaaboub and Hayes, 1984)	0.00001 µg/ml ve 0.000039 µg/ml oranında sulu asetonla hazırlanmış 2 azadirachtin dozu, 20 dakika süreyle 3. dönem larvalarına uygulanmış, sırasıyla % 2.75 ve % 11.5 oranında larva ölümü ile ergin oluşumunda % 21.4 ve % 52.6 oranında engelleme görülmüştür. Ayrıca erginlerin üreme potansiyeli de azalmıştır. Azadirachtin uygulanmış erkekler normal dişilerle çiftleştğinde ise yumurta verimi % 67.2 ve % 85.98 azalmıştır. Muamele edilmiş erkek ve dişilerin normal bireylerle çiftleşmesiyle yumurtaların açılma oranı % 30 ve % 60'dan fazla düşmüştür.
<i>Locusta migratoria</i> L. (Orth., Acrididae) (Reibold, 1984)	Dişilere ergin olduktan 2-10 gün sonra 10 µg azadirachtin enjekte edilmiş ve bunların yumurtalıklarının uç kısmındaki hücrelerde hiç olgunlaşma olmadığı görülmüş.
<i>L. migratoria</i> (Shalom and Pener, 1984)	Son dönemdeki nimflere enjekte edilen azadirachtin, bunların deri değişimlerini engellemiş, böylece ergin olmadan 40 günden fazla yaşamışlardır. Oysa normal nimflerde bu dönem 8-10 gündür. Bu nimflerin erkekleri, erginlere özgü bazı cinsel davranışlar göstermişler ve bu durum, JH enjeksiyonuyla daha da kuvvetlendirilmiştir.
<i>Dysdercus koenigi</i> (F.) (Het., Pyrrhocoridae) (Kouf, 1984)	Abdomene enjeksiyon ile 1 µg azadirachtin verilmiş bireylerin % 50'si 7 gün içinde ölmüş, geri kalanlarda ise özellikle dişilerde üreme yeteneği sekteye uğramıştır. Topikal uygulama ise embriyogenesi bozmuş, besin hücrelerinin zarar görmesine neden olmuştur.
<i>Nephotettix virescens</i> Dist. (Hom., Cicadellidae) (Heyde et al., 1985)	Çeltik üzerine püskürtülen % 6 oranındaki <i>A. indica</i> tohum yağı, dişilerin üreme potansiyelini yok etmiştir.

Tür	Uygulama şekli ve sonuç
<u>Epilachna varivestis</u> Muls. (Col., Coccinellidae) (Schulz, 1985)	<u>A. indica</u> 'nın tohum ekstraktları ergin dişilerde kısırlığa neden olmuştur. Elektron mikroskopuyla yapılan incelemeler, yumurtalıklarda geriye dönüşü olmayan histo ve sitopatolojik değişiklikler meydana geldiğini göstermiştir.
<u>Locusta migratoria</u> L. (Orth., Acrididae) <u>Spodoptera litura</u> F. (Lep., Noctuidae) <u>Nilaparvata lugens</u> Stal (Hom., Delphacidae) <u>Epilachna varivestis</u> Muls. (Col., Coccinellidae) (Schumutterer and Ascher, 1985)	Konukçu bitkilerin üzerine <u>A. indica</u> tohum yağı, tabaka oluşturacak şekilde püskürtüldüğünde dişi bireylerde ovipozisyon engellenmiştir.
<u>Callosobruchus maculatus</u> F. <u>C. chinensis</u> (L.) <u>C. analis</u> F. (Col., Bruchidae) (Yadav, 1985)	10 g börülce tohumuna 50 µg <u>A. indica</u> tohum yağı karıştırıldığında 1. türün, 40 µg karıştırıldığında ise diğer türlerin dişilerinde ovipozisyon engellenmiştir.
<u>Bemisia tabaci</u> Gn. (Hom., Aleyrodidae) (Coudriet et al., 1985)	Pamuk yaprakları üzerine % 0.2; 2 dozlarında püskürtülen <u>A. indica</u> tohum ekstraktı, yumurta ömründe ve ovipozisyonunda azalmaya neden olmuştur. Ayrıca larvanın gelişme süresi uzamış ve larva ölümleri görülmüştür.
<u>Corcyra cephalonica</u> (St.) (Lep., Galleridae) (Pathak and Krishna, 1985)	<u>A. indica</u> tohum yağının buharına maruz bırakılmış bireylerin üreme potansiyelinde önemli derecede azalma meydana gelmiştir.
<u>Oncopeltus fasciatus</u> Dall. (Het., Lygaeidae) (Dorn et al., 1986)	Son dönem nimflerine 0.5 µg/nimf dozunda uygulanan azadirachtin, yumurta olgunlaşmasını teşvik ederek bazı yumurtalarda chorion bile oluşmasına neden olmuştur. Ancak ovary normal ergin dişilerinkinden daha küçük olup çok daha az sayıda yumurta içermektedir. Follicle hücrelerinde dejenerasyonlar da görülmüştür. Dış genital organları normal bir nimfteki gibi olduğundan bu yumurtalar bırakılmamaktadır.

C. Beslenmeyi engelleyici (antifeedant) etkisi

A. indica'nın birçok böceğin gerek larva ve gerekse erginlerinde beslenmeyi engelleyici etki yaptığı pekçok araştırmacı tarafından laboratuvar ve doğada incelenerek saptanmıştır.

Jacobson et al. (1978), sassafras ağacı (Sassafras albidum) ve soya fasülyesi yapraklarına A. indica ekstraktlarını % 0.25-1 oranında püskürterek 3 yıl süreyle hem laboratuvar ve hem de doğada Popillia japonica New. (Col., Scarabaeidae)'ya karşı denemişlerdir. Kontrol bitkilerinde yapraklar böcek tarafından tamamen tahrip edilmiş, fakat ekstraktların püskürtüldüğü yapraklara ya hiç dokunulmamış ya da önemsiz miktarda yenikler bulunmuştur. Yine aynı araştırmacılar A.

indica'nın etanolü ve sulu ekstraktları ile azadirachtin'in, baklagillerin kökleri tarafından absorbe edilerek bitkinin bütün kısımlarına taşındığını bildirmektedirler. Yaptıkları bir denemede, baklagil tohumları bu ekstraktlar ile iyice ıslatılmış ve bunlardan çıkan fidelerde çekirgelerin beslenmediği görülmüştür. Ayrıca A. indica tohumları toz haline getirilerek buğday, çeltik, arpa, şeker kamışı, domates, pamuk, kasımpatı gibi bitkilerin toprağına % 1 oranında uygulandığı zaman bu bitkilerde yukarı doğru sistemik bir yayılma gözlenmiştir. Bu sayede bitkiler, yağın şiddetli yağmurlara rağmen 10 hafta kadar çekirgelerden korunmuşlardır. Ayrıca bitkilerde fitotoksiste de söz konusu olmamıştır.

Bu konuda yapılan diğer çalışmalar ve sonuçları Cetvel 3'de verilmiştir.

Cetvel 3. Azadirachta indica'nın bazı böceklerde beslenmeyi engelleyici etkileri

Tür	Uygulama şekli ve sonuç
<u>Schistocerca gregaria</u> Forsk. (Orthoptera:Catantopidae) (Butterworth and Morgan, 1971)	80-40 µg/l azadirachtin ile doyurulmuş filtre kağıtları üzerine 0.25 M sakkaroz solüsyonu püskürtülmüştür. Çekirgeler, bu filtre kağıtları ile hiç beslenmemişlerdir.
<u>Acalymma vittatum</u> (F.) (Col., Chrysomelidae) (Pierce, 1981)	Kavun fidelerine % 0.1 oranında uygulanan azadirachtin, beslenmeyi 3-10 gün engellemiştir.
<u>Telenomus remus</u> Nix. (Hym., Scelionidae) (Joshi et al., 1982)	Parazitlenmeden önce <u>Spodoptera litura</u> (F.) (Lep., Noctuidae) yumurtalarına % 2 oranında <u>A. indica</u> tohum özü süspansiyonu püskürtüldüğünde parazit erginin ömrü azalmıştır. Yumurtalar parazitlendikten sonra yapılan uygulamaların ise parazite zararlı etkisi olmamıştır.
<u>Phyllotreta striolata</u> (F.) (Col., Chrysomelidae) (Meisner and Mitchell, 1982)	Turp bitkisinin kotiledon yapraklarına % 0.4 oranında tohum özü ekstraktı uygulandığında zararlıının beslenmesi engellenmiştir.
<u>Rhodnius prolixus</u> Stal (Het., Reduviidae) (Garcia et al., 1984)	Bu böceğe besin olarak verilecek insan kanı içine azadirachtin A, azadirachtin B ve 7-acetyl azadirachtin A ilave edilmiş, bu maddelerin beslenmeyi engellemede son derece etkili olduğu görülmüştür.
<u>Spodoptera frugiperda</u> (Smith.) (Lep., Noctuidae) (Redfern et al., 1984)	Golden bantam tatlı mısır çeşidine % 0.2-0.4 oranında <u>A. indica</u> tohumlarının etanol ekstraktı püskürtüldüğünde en az 21 gün süreyle zararlıının beslenmesi engellenmiştir.
<u>Dissosteira carolina</u> (L.) (Orth., Acrididae) <u>Gryllus pennsylvanicus</u> Burm. (Orth., Gryllidae) <u>Diapheromera femorata</u> (Say.) (Phasm., Bacunculidae) (Adler and Uebel, 1984)	<u>A. indica</u> 'nın yağ formundaki ticari preparatı olan Margosine-0, % 5-10 dozlarında bu üç türün de beslenmelerini önemli derecede azaltmıştır.
<u>Nephotettix virescens</u> Dist. (Hom., Cicadellidae) (Saxena and Khan, 1985)	Çeltik üzerine % 1.25; 2.5; 10 dozlarında tohum yağı püskürtülerek zararlıının beslenmesi büyük ölçüde engellenmiştir.

D. Toksik etkisi

A. indica'nın birçok böceğin gerek yumurtaları larva ve pupalarına, gerekse ergin dönemlerine zehir etkisi yaptığı ve böylece bir insektisid gibi kullanılabilceği pekçok yazar tarafından bildirilmektedir.

Srivastava and Parmar (1985), yaptıkları bir denemede sorghum üzerine % 1 oranında A. indica tohum yağı emülsiyonu püskürtülmesiyle, bu bitki üzerinde bulunan Rhopalosiphum maidis Fisch. ve Melanaphis sacchari (Znt.) (Hom., Aphididae) bireylerinin tamamının 1-2 saat içinde öldüğünü saptamışlardır. Aynı sonuç % 0.1 ve % 0.2 dozunda yapılan uygulamalarda 24-48 saat sonra alınmıştır. % 0.2 dozundaki püskürtmeden sonra 3 hafta süreyle bitkiler üzerinde afit birikmesi olmamıştır. R. maidis'de LC₅₀ (Lethal concentration) % 0.02, diğer türde ise % 0.007 olarak saptanmıştır. Ayrıca bu uygulamanın Coccinellidae (Col.) familyasındaki predatör böceklere kötü etkisi olmadığı gibi, fitotoksik bir yan etki de görülmediği bildirilmektedir.

A. indica'nın böceklere toksik etkileri üzerindeki çalışmalar Cetvel 4'de özet halinde verilmiştir.

Cetvel 4. Azadirachta indica'nın bazı böceklere toksik etkileri

Tür	Uygulama şekli ve sonuç
<u>Callosobruchus chinensis</u> (L.) (Col., Bruchidae) <u>Musca domestica</u> L. (Dipt., Muscidae) <u>Rhizopertha dominica</u> F. (Col., Bostrychidae) (Qadri and Brahmanand, 1977)	Hint ayvası (<u>Annona squamosa</u> L.) ve <u>A. indica</u> tohum yağları kombine edilerek bu 3 türe karşı DDT'nin etkisi ile kıyaslanmıştır. İlk iki türde DDT'nin etkisinin yarısı kadar, son türde ise DDT'ye eşit etki sağlamışlardır.
<u>Tribolium castaneum</u> (Hrb.) (Col., Tenebrionidae) (Jacobson et al., 1978)	<u>A. indica</u> 'nın tohum ekstraktının, bu zararlıya karşı kullanılan pyrethrin formülasyonlarının etki süresini uzattığı saptanmıştır.
<u>Culex</u> spp. (Dipt., Culicidae) (Attri and Prasad, 1980)	<u>A. indica</u> tohum yağının saflaştırılması sırasında elde kalan artık madde sivrisinek larvalarını öldürmekte, ancak burada yaşayan insektivör balık <u>Gambusia</u> spp. de etkilenmektedir.
<u>Epilachna varivestis</u> Muls. (Col., Coccinellidae) (Ascher and Gsell, 1981)	Fasülye yaprakları üzerine 15 mg/l <u>A. indica</u> tohum ekstraktı uygulandığında anormal erginler meydana gelmiş, 20-30 mg/l tozunda ise larva ölümlerine neden olmuştur.
<u>Phyllocnistis citrella</u> St. (Lep., Gracillariidae) (Batra and Sandhu, 1981)	<u>A. indica</u> tohum küspesi 10 l suya 1 kg dozunda turuncgöl yapraklarına püskürtülmüş ve 14 gün içinde larva ve pupa sayısı azalmıştır.
<u>Leptinotarsa decemlineata</u> Say. (Col., Chrysomelidae) <u>Pieris brassicae</u> L. (Lep., Pieridae) (Feuerhake und Schmutterer, 1982)	<u>A. indica</u> tohum ekstraktları değişik dozlarda uygulanmış ve % 100'e varan oranlarda ölüme neden olmuştur.

Tür	Uygulama şekli ve sonuç
<u>Nephotettix virescens</u> (Dist.) (Hom., Cicadellidae) (Mariappan and Sakena, 1983)	Hint ayvası (<i>Annona squamoza</i>) ve <i>A. indica</i> tohumlarının ekstrakte edilmiş yağları 1:1; 1:2; 1:4 oranlarında karıştırılarak konukçu bitkilere % 5; 10; 20; 30; 50 dozlarında püskürtülmüştür. Zararlıların yaşama süresi ve virus (RTV) taşıma kapasitesi doza bağlı olarak azalmıştır.
<u>Callosobruchus chinensis</u> (L.) (Col., Bruchidae) (Ali et al., 1983)	1 ml <i>A. indica</i> tohum yağı 100 g bürülce tohumuna karıştırılmış, yumurtalara ve 3 gün sonra da erginlere etkili olduğu görülmüştür.
<u>Maliarpha separatella</u> Rag. (Lep., Pyralidae) <u>Sesamia calamistis</u> Hmps. (Lep., Noctuidae) <u>Diopsis macrophthalma</u> Dalm. (Dipt., Diopsidae) (Ho and Kibuka, 1983)	<i>A. indica</i> 'nin tohum küspesi ve üreli küspe, çeltik fideleri şaşırtılmadan önce toprağa karıştırılmış, tohum yağı ise çeltik üzerine, şaşırtılmadan 1; 30 ve 55 gün sonra püskürtülmüştür. Tohum yağı, ilk vejetatif büyüme döneminde bu zararlılara karşı daha iyi bir korunma sağlarken, hasat zamanında yalnızca 3. türe karşı küspe ve üreli küspe daha iyi bir insektisit etkisi göstermiştir.
<u>Podagrica</u> spp. (Col., Chrysomelidae) <u>Sylepta derograta</u> F. (Lep., Pyralidae) (Adhikary, 1984)	<i>A. indica</i> 'nin tohum özü ve yapraklarının metanol ekstraktları, bamyaya ve pamuk yapraklarına 1'er hafta arayla 6 kez püskürtülmüştür. Bu durumda kontrol parsellerinde hektardan 1.5-2.5 ton; ekstrakt uygulanmış parsellerden ise hektardan 4-5 ton ürün elde edilmiştir.
<u>Melanogromyza obtusa</u> (Mal.) (Dipt., Agromyzidae) <u>Heliothis armigera</u> Hb. (Lep., Noctuidae) (Srivastava et al., 1984)	% 5-8 oranında <i>A. indica</i> tohum ekstraktı <i>Cajanus cajan</i> (L.) adlı bir cins nohut üzerine 15 gün arayla 2 kez püskürtüldüğünde iyi bir insektisidal etkiye sahip olduğu görülmüştür.
<u>Rhizopertha dominica</u> F. (Col., Bostrychidae) (Jaipal et al., 1984)	<i>A. indica</i> tohumlarının alkol ekstraktı 25 g buğday ile karıştırılmış, bunun içine 10 çift <i>R. dominica</i> ergini konmuş ve bunların tamamı 4 gün içinde ölmüştür. 5. günde 10 çift ergin daha alınmış, bunlar da 10 gün içinde ölmüşlerdir.
<u>Liriomyza trifolii</u> (Brg.) (Dipt., Agromyzidae) (Larew et al., 1985)	<i>A. indica</i> ekstraktı, krizantem yetiştirilen seralarda % 0.4 oranında toprak sulaması şeklinde uygulanmıştır. Zararlıların son dönem larva ve pupalarında ölümler görülmüş, bu insektisidal etki 3 hafta sürmüştür. Bu uygulamanın bitki büyümesine olumsuz bir etkisi görülmemiştir.
<u>Ostrinia nubilalis</u> Hb. (Lep., Pyraustidae) (Arnason et al., 1985)	Zararlıların besinine 10 ppm azadirachtin karıştırıldığında larvaların % 100'ü, 1 ppm dozda ise % 90'ı ölmüştür.
<u>Plutella xylostella</u> (L.) (Lep., Plutellidae) (Adhikary, 1985)	<i>A. indica</i> tohumlarının metanol ekstraktı birer hafta arayla 6 kez lahanaya yaprakları üzerine püskürtülmüştür. Böylece, kontrol parsellerine nazaran hektar başına 6-8 ton daha fazla verim elde edilmiştir. Bu ekstrakt, mevinphos ve deltamethrin'e oranla % 2-4 daha etkili bulunmuştur.

Buraya kadar verilmiş olan örneklerden anlaşılacağı gibi A. indica ağacının çeşitli organlarından elde edilen değişik yapıdaki maddeler pekçok böcek türüne karşı etkili olmaktadır. Bu maddeler arasında üzerinde en çok çalışma yapılan azadirachtin olup, günümüzde bu maddenin ruhsatlandırılma çalışmaları devam etmektedir.

Birçok bilim adamı A. indica'yı zararlı böceklerle karşı kullanmak amacıyla yaptıkları denemelerde, bitkinin sıvı veya toz formülasyonlarının insan ve diğer sıcakkanlılara karşı toksik veya mutagenik etkilerinin olmadığını ileri sürerek, insektisid olarak pratikte kullanılmasıyla zehirsiz, rizikosuz bir savaşım sağlanabileceğini, ayrıca doğal düşmanlara da olumsuz etkilerinin olmadığını savunmaktadır. Bu araştırmacılar A. indica'nın geniş alanlarda olmasa bile en azından küçük alanlarda böceklerle karşı entegre bir savaş programı içerisinde kullanılabileceği kanısındadırlar.

Özet

Azadirachta indica A. Juss, son yıllarda bitkisel bir insektisid olarak oldukça ümitvar görülmektedir. Böcekler üzerinde çok sayıda araştırmacının yaptığı denemelerde beslenmeyi, büyüme ve gelişmeyi engellediği, üreme davranışları ve yumurta olgunlaşmasını olumsuz yönde etkilediği ve ayrıca toksik etkide bulunduğu saptanmıştır. Bu etkiler başlıca Orthoptera, Homoptera, Heteroptera, Lepidoptera, Coleoptera, Diptera, Hymenoptera takımlarına bağlı birçok türde gözlenmiştir.

Literatür

- Adhikary, S., 1984. Results of field trials to control common insect pests of okra, Hibiscus esculentus L., in Togo by application of crude methanolic extracts of leaves and seed kernels of the neem tree, Azadirachta indica A. Juss. Z. ang. Ent., 98 (4): 327-331. Abstracted in: Ent. Abst., (1985), 16 (5): 98, No: 4480.
- Adhikary, S., 1985. Results of field trials to control the diamondback moth, Plutella xylostella L., by application of crude methanolic extracts and aqueous suspensions of seed kernels and leaves of neem, Azadirachta indica A. Juss, in Togo. Z. ang. Ent., 100 (1): 27-33. Abstracted in: Ent. Abst., (1986), 17 (3): 94, No: 2446.
- Adler, V. E. and E. C. Uebel, 1984. Antifeedant bioassays of neem extract against Carolina grasshopper, walkingstick and field cricket. J. Environ. Sci. Health, Part A, 19 A (4): 393-403. Abstracted in: Ent. Abst., (1985), 16 (6): 64, No: 5193.
- Ali, S. I., O. P. Singh and U. S. Misra, 1983. Effectiveness of plant oils against pulse beetle Callosobruchus chinensis Linn. Indian J. Ent., 45 (1): 6-9. Abstracted in: Rev. appl. Ent., (1983), 71 (12): 944, No: 8120.
- Arnason, J. T., B. J.R. Philogene, N. Donskov, M. Hudon, C. Mc Dougall, G. Fortier, P. Morand, D. Gardner and J. Lambert, 1985. Antifeedant and insecticidal properties of azadirachtin to the European corn borer, Ostrinia nubilalis. Entomologia exp. appl., 38 (1): 29-34. Abstracted in: Ent. Abst. (1986), 17 (1): 38-39, No: 295.
- Ascher, K. R. S. and R. Gsell, 1981. The effect of neem seed kernel extract on Epilachna varivestis Muls. larvae. Z. Pflkrankh. PflPath. PflSchutz, 88 (12): 764-767.
- Attri, B. S. and R. Prasad, 1980. Neem oil extractive an effective mosquito larvicide. Indian J. Ent., 42 (3): 371-374. Abstracted in: Ent. Abst., (1982), 13 (10): 35, No: 7396.
- Batra, R. C. and G. S. Sandhu, 1981. Comparison of different insecticides for the control of citrus leaf-miner in the nursery. Pesticides, 15 (2): 5-6. Abstracted in: Rev. appl. Ent., (1982), 70 (2): 119, No: 950.
- Butterworth, J. H. and E. D. Morgan, 1971. Investigation of the locust feeding inhibition of the seeds of the neem tree, Azadirachta indica. J. Insect Physiol., 17: 969-977.
- Chiu, S. F., X. Zhang, S. K. Liu and D. P. Huang, 1985. Growth-disrupting effects of azadirachtin on the larvae of the Asiatic corn borer (Ostrinia furnicalis Guenee) (Lepidoptera, Pyralidae). Z. ang. Ent., 99 (3): 276-284. Abstracted in: Ent. Abst., (1985), 16 (8): 53, No: 7031.

- Coudriet, D. L., N. Prabhaker and D. E. Meyerdirk, 1985. Sweetpotato whitefly (Homoptera, Aleyrodidae): Effects of neem-seed extract on oviposition and immature stages. Environ. Entomol., 14 (6): 776-779. Abstracted in: Ent. Abst., (1986), 17 (3): 92, No: 2431.
- Dorn, A., J. M. Rademacher and E. Sehn, 1986. Effects of azadirachtin on the moulting cycle, endocrine system and ovaries in last-instar larvae of the milkweed bug, Oncopeltus fasciatus. J. Insect Physiol., 32 (3): 231-238.
- Feuerhake, K. und H. Schmutterer, 1982. Einfache verfahren zur gewinnung und formulierung von niemsamenextrakten und der en wirkung auf verschiedene schadinsekten. Z. Pflkrankh. PflPath. PflSchutz, 89 (12): 737-747. Abstracted in: Ent. Abst., (1983), 14 (4): 40, No: 2342.
- Gaaboub, I. A. and D. K. Hayes, 1984. Effect of larval treatment with azadirachtin, a moulting inhibitory component of the neem tree, on reproductive capacity of the face fly, Musca autumnalis De Geer (Diptera, Muscidae). Environ. Entomol., 13 (6): 1639-1643. Abstracted in: Ent. Abst., (1985), 16 (3): 54, No: 2268.
- Garcia, E. S. and H. Rembold, 1984. Effects of azadirachtin on ecdysis of Rhodnius prolixus. J. Insect Physiol., 30 (12): 939-941.
- Garcia, E. S., P. Azambuja, H. Forster and H. Rembold, 1984. Feeding and molt inhibition by azadirachtins A, B and 7-acetyl-azadirachtin A in Rhodnius prolixus nymphs. Z. Naturf., 39: 1155-1158.
- Heyde, J. V. D., R. C. Saxena und H. Schmutterer, 1985. Die wirkung von niemprodukten auf entwicklung und fekunditaet der gruenen reiszikade Nephotettix virescens (Homoptera, Cicadellidae). Z. Pflkrankh. PflPath. PflSchutz, 94 (4): 346-354. Abstracted in: Ent. Abst., (1986), 17 (5): 57, No: 3993.
- Ho, D. T. and J. G. Kibuka, 1983. Neem (Azadirachta indica A. Juss) products for control of rice stem borer. Inter. Rice Research Newsletter, 8 (5): 15-16. Abstracted in: Rev. appl. Ent., (1984), 72 (4): 227, No: 1949.
- Ivbijaro, M. F., 1983 a. Preservation of cowpea, Vigna unguiculata (L.) Walp. with the neem seed, Azadirachta indica A. Juss. Protection Ecology, 5 (2): 177-182. Abstracted in: Rev. appl. Ent., (1983), 71 (7): 610-611, No: 5223.
- Ivbijaro, M. F., 1983 b. Toxicity of neem seed, Azadirachta indica A. Juss, to Sitophilus oryzae (L.) in stored maize. Protection Ecology, 5 (4): 353-357. Abstracted in: Rev. appl. Ent., (1984), 72 (4): 286, No: 2458.
- Jacobson, M., D. K. Reed, M. M. Crystal, D. S. Moreno and E. L. Soderstrom, 1978. Chemistry and biological activity of insect feeding deterrents from certain weed and crop plants. Entomologia exp. appl., 24: 248-257.
- Jaipal, S., Z. Singh and O. P. Malik, 1984. Insecticidal activity of various neem leaf extracts against Rhyzopertha dominica, a stored grain pest. Neem Newsletter, 1 (4): 35-36. Abstracted in: Rev. appl. Ent., (1985), 73 (5): 417, No: 3741.
- Joshi, B. G., G. Ramaprasad and S. Sitaramaiah, 1982. Effect of a neem seed kernel suspension on Telenomus remus, an egg parasite of Spodoptera litura. Phytoparasitica, 10 (1): 61-63. Abstracted in: Ent. Abst., (1982), 13 (8): 99, No: 6214.
- Koul, O., 1984. Azadirachtin. II. Interaction with the reproductive behaviour of red cotton bugs. Z. ang. Ent., 98 (2): 221-223. Abstracted in: Rev. appl. Ent., (1984), 72 (12): 877, No: 7757.
- Ladd Jr., T. L., J. D. Warthen Jr. and M. G. Klein, 1984. Japanese beetle (Coleoptera, Scarabaeidae): The effects of azadirachtin on the growth and development of the immature forms. J. econ. Ent., 77 (4): 903-905. Abstracted in: Ent. Abst., (1985), 16 (1): 52-53, No: 367.
- Larew, H. G., J. J. Knodel-Montz, R. E. Webb and J. D. Warthen, 1985. Liriomyza trifolii (Burgess) (Diptera, Agromyzidae) control on chrysanthemum by neem seed extract applied to soil. J. econ. Ent., 78 (1): 80-84.
- Mariappan, V. and R. C. Saxena, 1983. Effect of custard-apple oil and neem oil on survival of Nephotettix virescens (Homoptera, Cicadellidae) and on rice tungro virus transmission. J. econ. Ent., 76 (3): 573-576.
- Meisner, J. and B. K. Mitchell, 1982. Phagodeterrent effect of neem extracts and azadirachtin on flea beetles, Phyllotreta striolata (F.). Z. Pflkrankh. PflPath. PflSchutz, 89 (8/9): 463-467. Abstracted in: Ent. Abst., (1983), 14 (1): 52, No: 389.
- Pathak, P. H. and S. S. Krishna, 1985. Neem seed oil, a capable ingredient to check rice moth reproduction (Lepidoptera, Galleriidae). Z. ang. Ent., 100 (1): 33-35. Abstracted in: Ent. Abst., (1986), 17 (9): 101, No: 7889.
- Pierce, R., 1981. Natural products repel cucumber beetle. Agricultural Research, 30 (2): 12. Abstracted in: Rev. appl. Ent., (1982), 70 (4): 297, No: 2452.

- Prabhaker, N., D. L. Coudriet, A. N. Kishaba and D. E. Meyerdirk, 1986. Laboratory evaluation of neem seed extract against larvae of the cabbage looper and beet armyworm (Lepidoptera, Noctuidae). J. econ. Ent., 79 (1): 39-41.
- Qadri, S. S. and R. Brahmanand, 1977. Effect of combining some indigenous plant seed extracts against house-hold insects. Pesticides, 11 (12): 21-23. Abstracted in: Ent. Abst., (1979), 10 (1): 41, No: 271.
- Redfern, R. E., J. D. Warthen, M. Jacobson and J. B. Stokes, 1984. Antifeeding potency of neem formulations. J. Environ. Sci. Health, Part A, 19 A (4): 477-481. Abstracted in: Ent. Abst., (1985), 16 (6): 65, No: 5200.
- Rembold, H., 1984. Secondary plant products in insect control, with special reference to the azadirachtins. 1984 Elsevier science publishers B. V., advances in invertebrate reproduction 3., W. Engels et al. editors, pp. 481-490.
- Saxena, R. C. and Z. R. Khan, 1985. Electronically recorded disturbances in feeding behavior of *Nephotettix virescens* (Homoptera, Cicadellidae) on neem oil treated rice plants. J. econ. Ent., 78 (1): 222-226.
- Schlueter, U., 1985. Occurrence of weight gain reduction and inhibition of metamorphosis and storage protein formation in last larval instars of the Mexican bean beetle, *Epilachna varivestis*, after injection of azadirachtin. Entomologia exp. appl., 39 (2): 191-195. Abstracted in: Ent. Abst., (1986), 17 (9): 35, No: 7455.
- Schmutterer, H., 1981. Some properties of components of the neem tree (*Azadirachta indica*) and their use in pest control in developing countries. Rijksuniversiteit Gent, 46 (1): 39-47. Abstracted in: Rev. appl. Ent., (1983), 71 (2): 121, No: 990.
- Schmutterer, H. and K. R. S. Ascher, 1985. Natural pesticides from the neem tree (*Azadirachta indica* A. Juss) and other tropical plants. Proceedings of the second international neem conference, Ranischholzhausen F.R.G. 25-28 May, 1983. GTZ, Eschborn, 587 pp.
- Schulz, W. D., 1985. Histologische untersuchungen zur wirkung von extrakten aus samen des neem-baumes *Azadirachta indica* auf weibliche imagines von *Epilachna varivestis* (Coleoptera, Coccinellidae). I. Schaedigungen von ovaentwicklung und oogenese. Zool. Jber. Neapel, 113 (1-2): 193-214. Abstracted in: Ent. Abst., (1986), 17 (9): 42, No: 7502.
- Shalom, U. and M. P. Pener, 1984. Sexual behavior without adult morphogenesis in *Locusta migratoria*. Experientia, 40 (12): 1418-1419. Abstracted in: Ent. Abst., (1985), 16 (2): 50, No: 1307.
- Sieber, K. P. and H. Rembold, 1983. The effects of azadirachtin on the endocrine control of moulting in *Locusta migratoria*. J. Insect Physiol., 29 (6): 523-527.
- Srivastava, K. P., N. P. Agnihotri, V. T. Gajbhiye and H. K. Jain, 1984. Relative efficacy of fenvalerate, quinalphos and neem kernel extracts for the control of pod fly, *Meilanagromyza obtusa* (Malloch) and pop borer, *Heliothis armigera* Hübner, infesting red gram, *Cajanus cajan* (L.) Millsp. Together with their residues. Jour. Ent. Research, 8 (1): 1-4. Abstracted in: Rev. appl. Ent., (1985), 73 (6): 488, No: 4382.
- Srivastava, K. P. and B. S. Parmar, 1985. Evaluation of neem oil emulsifiable concentrate against sorghum aphids. Neem newsletter, 2 (1): 7. Abstracted in: Rev. appl. Ent., (1985), 73 (10): 771, No: 6876.
- Steffens, R. J. and H. Schmutterer, 1982. The effect of a crude methanolic neem (*Azadirachta indica*) seed kernel extract on metamorphosis and quality of adults of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata* Wied. (Diptera, Tephritidae). Z. ang. Ent., 94 (1): 98-103. Abstracted in: Ent. Abst., (1982), 13 (12): 55, No: 9153.
- Webb, R. E., M. A. Hinebaugh, R. K. Lindquist and M. Jacobson, 1983. Evaluation of aqueous solution of neem seed extract against *Liriomyza sativae* and *L. trifolii* (Diptera, Agromyzidae). J. econ. Ent., 76 (2): 357-362. Abstracted in: Ent. Abst., (1983), 14 (7): 66, No: 4898.
- Yadav, T. D., 1985. Antiovipositional and ovicidal toxicity of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) oil against three species of *Callosobruchus*. Neem Newsletter, 2 (1): 5-6. Abstracted in: Rev. appl. Ent., (1985), 73 (10): 796, No: 7111.