

***Azadirachta indica* A. Juss (Meliaceae)** ağacından elde edilen doğal pestisitler üzerinde bir inceleme

Talat Issa AWAD*

Feyzi ÖNDER*

Şeniz KISMALI*

Summary

Focus on natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica* A. Juss (Meliaceae)

In light of the extensive literature on different aspects of neem products, this review is by no means meant to be exclusive. It merely reflects a general view of neem products. It gives few examples to highlight and illustrate the potentiality, feasibility and promising utility of neem derivatives and their possibilities of manipulating or killing pests.

The neem derivatives have been found to possess pest control properties that include antifeedant, antiovipositional, growth regulatory and lethal toxic activities against a wide variety of pests. These pests include agricultural, stored products and house-hold pests in addition to vectors of animal and human diseases.

The neem derivatives are primarily considered as feeding-toxicants for larvae or nymphs of phytophagous insects and hence show considerable selectivity toward natural enemies and biocontrol agents such as parasitoids and predators.

In relation to biological interaction, the detrimental effects of neem derivative are strongly enhanced by the presence of entomopathogens such as ***Bacillus thuringiensis***.

Owing to their effectiveness against pests, biodegradation, considerable selectivity, harmlessness to beneficial and non target organisms, neem derivatives could be a potential component in integrated pest management.

Key words: Neem, ***Azadirachta indica***, antifeedant, antiovipositional effect, growth regulator, feeding toxicant

Anahtar sözcükler: ***Azadirachta indica***, beslenme engelleyici, yumurta bırakma engelleyici, büyüme düzenleyici, beslenme zehiri

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

Alınış (Received) : 4. 12. 1997

Giriş

İnsanoğlu yüzyıllardan beri, zararlılarla savaşta doğal bileşiklerin kullanılmasını sürekli olarak hayal etmiştir. Bu doğal bileşikler mavi-yeşil yosunlardan funguslara ve hatta angiosperm'lere kadar yaşayan tüm organizmalarda bulunur. İnsanlara, evcil hayvanlara, hedef dışı organizmalara zararsız olmaları, çevre üzerinde olumsuz etkilerde bulunmamaları, seçici olmaları ve hedef organizmalar üzerinde spesifik etkide bulunmaları gibi istenen özelliklerden dolayı bu bileşiklerin kullanılmasına başlanılmıştır.

Azadirachta indica A. Juss (Meliaceae) isimli bir ağacın farklı kısımlarından ekstrakte edilen türevlerin geliştirilmesiyle zararlılara karşı savaşta doğal bileşiklerden yararlanma konusunda yeni bir devir açılmıştır.

İngilizce olarak Neem tree, Margosa, Indian lilac gibi isimlerle anılan **A. indica**, Meliaceae familyasına bağlıdır. Güney Asya kökenli olup aynı zamanda Afrika'nın tropikal ve subtropikal bölgelerinde de yetişir. Bu bitki, Güney Amerika, Yeni Gine, Filipinler, Avustralya ve tropikal bölgelerin kurak ve yarıkurak bölgelerine de getirilmiş ve yetiştirilmeye başlanmıştır. **A. indica** yaprağını dökmeyen ağaçlar (bazen dökülebilir) grubundan olup hızlı gelişen, kuraklığa, tuzluluğa dayanabilen, fakir ve fazla derin olmayan topraklarda gelişebilen bir bitki türüdür. Bu bitkinin meyveleri oval olup olgunlaştığında tohumları saran sarımsı renkli bir meyve etine sahiptir. Tohum içi kahverengi olup beyaz bir kabukla kaplıdır. Pestisit özelliğindeki maddeleri de içeren yapraklar yeşil renkte olup çift olmayan pinnate yaprakçıklar asimetrik ve serrattır. Bir yaprak 7-17 yaprakçık taşır ve 30 cm'lik bir uzunluğa sahiptir (Ketkar, 1976; Radwanski and Wickens, 1981).

Hindistan'da **A. indica**'ya "köy dispenseri" adı verilirken diğer gelişmekte olan ülkelerde bu bitkiye "Tanrının fakire hediyesi" denilmektedir. Hoddy (1984), **A. indica**'yı "daha sağlıklı bir çevre için çok amaçlı silah" olarak nitelendirilmektedir. Bu isimlerden, **A. indica**'nın özellikle gelişmekte olan ülkeler için yaratıldığı düşünülebilir. **A. indica**, çok sıcak yaz günlerinde insanların altına sığındığı çok uygun bir gölge ağacıdır. Meyveleri çocuklar tarafından şeker yerine yenir. Neem keki çok değerli doğal pestisitleri içerdiği gibi aynı zamanda gübrelerin etkinliğini artırır, büyükbaş ve küçükbaş hayvanlarla kümes hayvanları için bir besin kaynağıdır. Tohum, yaprak, kabuk ve köklerinden elde edilen neem ekstraktları Hindistan'da ve diğer ülkelerde kanın temizlenmesinde, romatizma, deri, böbrek, mesane ve göz hastalıklarının tedavisinde ilaç olarak da kullanılır. Neem yağı, makina yağı ve sabun yapımında da kullanılır. Kerestesinden ev, gemi, saban, mobilya yapımında kullanıldığı gibi odunundan da yakacak olarak yararlanılır.

A. indica sürgünleri diş fırçası, kabuklarından elde edilen ekstraktlar da Hindistan ve Almanya'da diş macunu yapımında kullanılır.

A. indica yaprakları gibi neem yağı da güvenilir ve etkili bir şekilde gebelikten korunmada kullanılır (Hoddy, 1984; Koul et al., 1990).

A. indica'nın aktif bileşenleri

Tohumlardan ekstrakte edilen Azadirachtin (AZ) **A. indica**'dan elde edilen en etkili bir bileşen ve primer bir toksik maddedir.

Çok sayıda araştırma Azadirachtin'in böceklerde uzaklaştırıcı, beslenmeyi engelleyici, doğurganlığı azaltıcı, kısırlaştırıcı, yumurta bırakmayı engelleyici ve gelişmeyi düzenleyici gibi etkilere sahip olduğunu belirgin bir şekilde göstermiştir. AZ, AZA'dan AZG'ye kadar uzanan bir grup izomer içerir. AZA, **A. indica**'nın tohumlarında bol olarak bulunur. AZE aynı zamanda çok etkili bir böcek gelişme düzenleyicisidir (Rembold et al., 1984).

A. indica tohumlarından Azadirachtin'in dışında salannol, salannol acetate ve azadirachtin gibi diğer etkili bileşikler de elde edilir. Bu bileşiklerin çoğunun **Epilachna varivestis** Muls. (Col.: Coccinellidae) biotestlerinde beslenmeyi engelleyici etki gösterdiği saptanmıştır (Schwinger et al., 1984).

Neem türevlerinin böcekler üzerindeki etkileri

Değişik böcek grupları üzerinde neem türevlerinin beslenmeyi engelleyici, yumurtlamayı engelleyici, doğurganlığı azaltıcı, kısırlaştırıcı, büyüme ve gelişmede karışıklıklar oluşturucu, öldürücü toksik etkisi gibi etkilerinin olduğu birçok çalışmada saptanmıştır.

Beslenmeyi engelleme etkileri

Neem'in beslenmeyi engelleyici etkileri farklı böcek gruplarında yapılan birçok çalışmada gösterilmiştir. Chopra (1928), neem yaprak ekstraktının **Schistocerca gregaria** (Forsk.) (Ort.: Catantopidae) üzerindeki beslenmeyi engelleyici etkisini ilk kez bulmuştur. Chopra'nın bu öncü çalışması, birçok araştırmacıyı bu konuda çalışmaya yöneltmiştir. Heyde et al. (1984), çeltiklere %1-50 oranında neem yağı emülsiyonu uygulandığında **Sogatella furcifera** (Horv.), **Nilaparvata lugens** (Stal) (Hom.: Delphacidae) ve **Nephotettix virescens** (Dist.) (Hom.: Cicadellidae)'in beslenmesinin önemli derecede azaldığını bildirir. AZ'nin beslenmeyi engelleyici etkisi **Spodoptera littoralis** (Boisd.), **S. frugiperda** (J. E. Smith), **S. exempta** (Wlk.), **Helicoverpa zea** (Boddie), **H. armigera** (Hübner), **Trichoplusia ni** (Hübner), **Mamestra brassicae** (L.) (Lep.: Noctuidae) gibi kelebek larvalarında gözlenmiştir (Simmonds and Blaney, 1984). Benzer sonuçlar Jabbar et al. (1992) tarafından da elde edilmiştir. Bu

araştırmacılar göre neem yaprak tozu uygulanan nohut bitkisi üzerinde bulunan **H. armigera**'da beslenme engellenmiştir. Jaglan et al. (1997), (9:1) oranında metanol ve kloroformla neem tohumları ve yeşil yapraklarından ekstrakte edilen ekstrakt, nohut ve **Cajanus cajan** bitkilerine uygulandığında bu bitkiler üzerinde beslenen **H. armigera**'nın değişik biyolojik dönemlerinde ölüme ve dönemlerin uzaması yanında beslenmeyi engelleme etkisini de saptamıştır.

Azadirachtin ve 56 azadirachtin analogu'nun **S. littoralis** üzerindeki beslenmeyi engelleme etkisi, davranış özelliklerinin incelenmesi ve elektrofizyolojik bioassay yöntemiyle izlenmiştir. Bu çalışma sonucunda birçok analogun belirgin şekilde beslenmeyi engelleme özelliği olduğu, fakat hiçbirinin azadirachtin kadar etkili olmadığı saptanmıştır (Simmonds et al., 1995).

Neem doku kültürü, hem callus ve hem de hücre süspansiyon kültürü olarak geliştirilmiştir. Her iki yolla elde edilmiş kültürlerin beslenmeyi engelleyici etkileri, **Oncopeltus fasciatus** (Dall.) (Het.: Lygaeidae)'un bir günlük V. dönem nimflerinde denenmiş ve olumlu sonuçlar alınmıştır (Mordue et al., 1995 a).

Kısmalı ve Madanlar (1988), neem ekstraktlarının birkaç zararlı tür üzerindeki etkilerini literatüre dayanarak özetlemişlerdir. Bu yazarlar, **N. virescens**, **Rhodnius prolixus** (Stal) (Het.: Reduviidae), **Diapheromera femorata** (Say) (Phasmida: Phasmatidae), **Dissosteira carolina** (L.) (Orth.: Acrididae), **Schistocerca gregaria** (Orth.: Catantopidae), **Gryllus pennsylvanicus** Burm. (Orth.: Gryllidae), **Acalymma vittata** (F.) (Col.: Chrysomelidae), **Phyllotreta striolata** (F.), **Popillio japonica** Newm. (Col.: Rutelidae) ve **S. frugiperda** gibi zararlılar üzerinde neem ekstraktlarının beslenmeyi engelleyici etkilerine değinmektedir. Diğer taraftan aynı yazarlar neem türevlerinin yararlı parazitoidlerden birisi olan **Telenomus remus** Nix. (Hym.: Scelionidae)'a olumsuz bir etkisi olmadığını da bildirmektedir.

Yumurtlamayı engelleyici, doğurganlığı azaltıcı ve yumurta açılımını engelleyici etkileri

Neem türevlerinin yumurtlamayı engelleyici etkileri farklı böcek türlerinde gözlenmiştir. Neem türevlerinin uygulandığı bitkiler veya diğer ortamlardan **Crocidolomia binotalis** (Zell.) (Lep.: Pyralidae), **S. frugiperda**, **H. armigera**, **Callosobruchus maculatus** (F.), **C. chinensis** (L.) ve **C. analis** (L.) (Col.: Bruchidae) dişilerinin uzaklaştığı saptanmıştır (Fagoonee, 1981; Saxena and Rembold, 1984; Yadav, 1985).

Laboratuvar koşullarında neem tohumu ekstraktları uygulanmış Guava (**Psidium guava**) meyvelerine, **Bactrocera dorsalis** (Hendel) (Dipt.: Tephri-

tidae)'in yumurta bırakma davranışında bir isteksizlik gözlenmiştir (Chen et al., 1996).

Değişik neem türevlerinin *N. lugens*, *S. furcifera* ve *N. virescens* dişilerinin doğurganlığı üzerinde etkili olduğu saptanmıştır. Çeltik bitkilerinin %6'lık neem yağıyla ilaçlanması durumunda söz konusu 3 türün doğurganlığı önemli derecede azalmaktadır (Heyde et al., 1984). Schmutterer (1987), 1 litre suya 30 gr. neem tohum ekstraktı ve 1 litre suya 2.5 ml olmak üzere AZT-VAR-K (zenginleştirilmiş neem tohum ekstraktı) uygulanmış patates yapraklarıyla beslenen *Leptinotarsa decemlineata* Say (Col.: Chrysomelidae) dişilerinde doğurganlığın önemli derecede azaldığını ve hatta bazı dişilerin tamamen kısırlandığını bildirmektedir. Benzer sonuçlar, yüksek konsantrasyonlarda azadirachtin uygulanmış *Oncopeltus fasciatus* dişilerinden de elde edilmiştir (Dorn et al., 1987).

Jaglan et al. (1997), nohut, *Cajanus cajan* ve pamuk bitkilerinin (9:1) oranında metanol ve kloroform karışımıyla ekstrakte edilmiş neem tohum ve yeşil yapraklarından elde edilen ekstraktlarla ilaçlanması durumunda *H. armigera* dişilerinde, ekstraktın artan dozlarına paralel olarak yumurta veriminin ve doğurganlığın azaldığını bildirir.

Yadav (1985)'a göre baklagil tohumlarının neem tohumlarıyla karıştırılması durumunda *C. maculatus* dişilerinin doğurganlığı birkaç aylık bir süre sonunda tamamen durmaktadır. İlk larva dönemlerinde metanolla hazırlanmış neem tohum ekstraktı uygulanmış *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Dipt.: Agromyzidae) dişilerinde doğurganlığın kontrole oranla belirgin bir şekilde azaldığı saptanmıştır (Stein, 1984).

Neem türevlerinin uygulandığı *Epilachna varivestis* dişilerinde ovariollerdeki beslenme yani trophic hücrelerde bir dejenerasyon ve bunun sonucunda da doğurganlıkta bir azalma saptanmıştır. Bırakılan yumurtaların chorion'larında değişik şekilde bozulmalar ve fungus infeksiyonları görülmüştür (Ascher, 1981).

Nasonovia ribisnigri (Mosley) ve *Myzus persicae* (Sulz.) (Hom.: Aphididae) dişilerine karşı 3 gün süreyle %1'lik neem tohum yağı uygulandığında meydana gelen nimf miktarı, kontrole oranla sırasıyla %66 ve %82 oranında azalmıştır. Bu azalmanın uygulanan konsantrasyona göre azalıp çoğaldığı da gözlenmiştir (Lowery and Isman, 1996).

Diğer taraftan yağsız neem tohum ekstraktı ile neem yağı kökenli Margosan-Or, aynı şekilde %1'lik rafine neem tohum yağının *T. ni*, *Peridroma*

saucia (Hübner.) (Lep.: Noctuidae) ve *Spodoptera litura* (F.) gibi zararlı türlerin dişilerinde ovipozisyonu engellemediği saptanmıştır (Naumann and Isman, 1995).

Büyüme ve gelişme üzerindeki etkileri

Birçok böcek türünde neem türevlerinin gömlek değiştirmede anormalliklere neden olma, pupa olmayı ve ergin çıkışı engelleme, deformasyon, anormal yapı, ara formların oluşması, kısırılık ve ölüm gibi büyüme ve gelişme üzerinde belirgin etkileri olduğu gözlenmiştir.

Neem türevlerinin değişik böceklerde büyümeyi düzenleme üzerindeki etkileri birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Quadri and Narsaiah (1978), *Periplaneta americana* (L.) (Dicty.: Blattidae)'nın son dönem nimflerine azadirachtin'in enjekte edilmesi sonucunda birkaç gün içinde gömlek değiştirme olayında bir gecikmenin ortaya çıktığını bildirir. Benzer sonuçlar, *Blatta orientalis* L. (Dicty.: Blattidae), *Blatella germanica* (L.) ve *Supella longipalpa* (F.) (Dicty.: Blattellidae)'nın I. nimf dönemlerine neem türevlerinin uygulanması sonucunda ölümler, V. nimf dönemlerine uygulanması halinde de gelişmede gecikme ve artan ölümler elde edilmiştir (Alder and Uebel, 1987).

Sieber and Rembold (1983), azadirachtin'in *Locusta migratoria migratoroides* (R.-F.) (Orth.: Acrididae) üzerindeki etkisini incelemiştir. Bu çalışmada IV. ve V. dönem nimflere AZ injekte edildiğinde ölümlerle birlikte gömlek değiştirmede durma saptanmıştır.

Heyde et al. (1984), neem yağı ve zenginleştirilmiş neem tohum kabuğu ekstraktı uygulanmış *S. furcifera*, *N. virescens* ve *N. lugens*'de çok değişik derecelerde ortaya çıkan gelişmeyi düzenleyici etkilerine dikkat çekmiştir. Bu etkiler; gömlek değiştirmede düzensizlikler, gelişmede yavaşlama, nimf dönemlerinin süresinin uzaması ve doza bağlı ölümler şeklinde olmuştur.

Leuschner (1972), *Antestiopsis orbitalis bechuana* Kirk. (Het.: Pentatomidae)'nın V. nimf dönemine metanolle hazırlanmış neem ekstraktı uygulamıştır. Bu nimflerden oluşmuş erginlerin pronotum ve kanatlarında anormallikler görülmüştür. Aynı şekilde *E. varivestis*'in V. larva dönemine neem türevleri uygulandığında, kanatları zarar görmüş erginler elde edilmiştir. Uygulama, aynı böceğin ilk larva dönemlerinde yapılırsa bu durumda prepupa-pupa ve pupa-ergin arası dönemler ortaya çıkmıştır (Steets, 1976; Schlüter, 1981, 1987).

Lymantria dispar L. (Lep.: Lymantriidae), *Heliothis virescens* (F.), *S. frugiperda*, *Pectinophora gossypiella* (Saund.) (Lep.: Gelechiidae) ve *Manduca sexta* (L.) (Lep.: Sphingidae) larvalarına neem türevleri

uygulandığında, gömlek değiştirmeyi engelleyici etkileri görülmüştür (Skatulla and Meisner, 1975; Haasler, 1984; Kubo et al., 1986). Benzer şekilde nohut bitkisine neem yaprağı tozu uygulandığında, söz konusu maddenin **H. armigera**'nın gelişmesinde çok önemli etkiler yaptığı ve antifeedant özelliği gösterdiği saptanmıştır. Bu maddenin ergin çıkışını da önlediği görülmüştür. Benzer şekilde, **H. armigera**'nın suni diyetine neem yaprak tozu eklendiğinde larva süresinin uzadığı, pupa oluşunun azaldığı, pupa boyutlarının küçüldüğü, ağırlığının azaldığı ve ergin meydana gelmediği de saptanmıştır (Jabbar et al., 1992). **S. litura**'ya karşı neem kökenli insektisitler uygulandığında düşük pupa olma oranı ve ergin çıkışında azalma gibi benzer sonuçlar elde edilmiştir (Cheng-Jen et al., 1995).

Chilo partellus (Swinh.) (Lep.: Pyralidae)'la bulaşık sorgum bitkisine neem kabuğu süspansiyonu uygulandığında değişik etkiler elde edilmiştir. Bu etkilerden en belirginini larva pupa arası dönemlerin ortaya çıkışıdır. Diğer taraftan bazı larvalar gelişme süresi esnasında ölürlen, bir kısmından da anormal erginler meydana gelmiş olup bunlar diğer bir dölü oluşturmadan önce ölmüştür. Benzer sonuçlar neem kabuğu süspansiyonu uygulanmış taze sorgum veya nohut taneleriyle beslenen **H. armigera** larvalarından da elde edilmiştir. Bu denemede gözlenen etkiler, larva-pupa ara dönemi ile anormal pupa oluşumu ve deforme olmuş erginler şeklinde ortaya çıkmıştır (Jotwani and Srivastava, 1983).

Neem türevlerinin pestisit etkileri

Pestisitler çoğunlukla, zararlı savaşında hızlı ve çok etkili kimyasal maddeler olarak görülür. Bazı pestisitlerin pahalı olması yanında yüksek dozlarda ve sürekli olarak kullanımı; hedef olmayan organizmalara toksik etki yapması, dayanıklılık, çevreye olumsuz etkileri ve biyosferin kirlenmesi gibi ciddi sorunlar yaratır. Bu sorunların üstesinden gelinmesi için daha az zararlı, güvenilir, kendi kendine dekompoze olabilen ve seçici özelliği olan pestisitlerin gündeme gelmesi söz konusudur.

Neem kökenli bileşikler, bu istekleri tam olarak yerine getirmekle birlikte aynı zamanda böcek savaşında dikkate değer bir potansiyele sahiptir.

Neem kökenli bileşiklerin değişik takımlara bağlı böcekler, akarlar ve nematodlar üzerinde öldürücü etkileri konusunda çok sayıda araştırma yapılmıştır. Çok sayıda tarla denemelerinden, Lepidoptera takımına bağlı larvaların neem kökenli bileşiklere çok duyarlı olduğu anlaşılmıştır. Özellikle fitofag coccinellid (**Epilachna**, **Henosepilachna**) ve chrysomelid larvaları neem kökenli bileşiklere oldukça duyarlıdır. Bunların antifeedant ve büyüme düzenleyicisi etkileri yanında **L. decemlineata** larvalarında toksik etkisi de saptanmıştır.

Neem kökenli bileşiklerin, böceklere toksisitesi ve ürün kayıplarını önlemedeki etkisini saptamak amacıyla küçük ölçekli tarla denemeleri yapılmıştır. Azadirachtin ve Neem zal-F, lahana ve karnabahar gibi sebzeleri **Mamestra brassicae**, **Pieris rapae** (L.) (Lep.: Pieridae) ve **Plutella xylostella** (L.) (Lep.: Plutellidae) gibi Lepidoptera takımına bağlı zararlı türlerin zararından korumuştur. Bununla birlikte bu larvaların aniden ölmediği, bitki üzerinde çok az beslendiği veya hiç beslenmediği saptanmıştır (Mordue et al., 1995b).

Metanol ve kloroformun (9:1)'luk karışımıyla yapılan neem tohumu ve yeşil yaprak ekstraksiyonu **H. armigera** üzerinde denenmiştir. Ekstraktın farklı dozları nohut, **C. cajan** ve pamuk bitkilerinin yapraklarına ve kozalarına uygulanmıştır. İlaçlanmış bitkiler, **H. armigera** larvalarına besin olarak verilmiştir. Elde edilen sonuçlar, tüm biyolojik parametrelere olumsuz yönde etki yaptığını göstermiştir. Larva dönemlerinin gelişme süreleri, larva ölümleri, prepupa süresi, prepupa ölümü ve pupa süresi ekstraktın artan konsantrasyonuna bağlı olarak artmıştır. Değişik biyolojik dönemlerin gelişme sürelerinin uzaması ve artan ölüm oranları neem ekstraktlarının insektisit ve antifeedant özelliklerini göstermektedir.

Bununla birlikte, **H. armigera** üzerinde neem tohum kabuğu ekstraktının neem yaprak ekstraktından daha yüksek bir insektisit etkisi olduğu saptanmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda neem ürünlerinin **H. armigera** üzerindeki etkilerinin, ekstraksiyon için kullanılan solventin tipine, kullanılan neem bitkisinin elde edildiği kısma (yaprak, tohum) ve böceğin dönemine bağlı olduğu anlaşılmıştır (Jaglan et al., 1997).

AZT-VR-K, Neem Guard ve Neem Ark isimli 3 neem ürünü, **Lipaphis erysimi** (Kalt.) (Hom.: Aphididae)'ye karşı yaprak yüzeyi ilaçlaması şeklinde denenmiştir. %1'lik konsantrasyonda AZT-VR-K ile ilaçlanmış yaprak diskleri üzerine salınmış III. dönem nimflerde %98.3 oranında ölüm meydana gelmiştir. I. ve II. dönem nimflerin kullanılması halinde yüksek bir toksisite gözlenmiştir. Neem Guard ve Neem Ark'in daha az etkili olduğu anlaşılmıştır (Bhathal and Singh, 1993).

Azadirachta indica dahil 8 bitki ekstraktının ovicid etkisi laboratuvar koşullarında **Corcyra cephalonica** Staint. (Lep.: Galleriidae) yumurtaları üzerinde incelenmiştir. **A. indica**'nın hem %1.5'lük petrol eteri ve hem de %2'lik metanol ekstraktı yumurta açılımını engellemiştir. Benzer sonuçlar aynı bitki ekstraktının **Spilosoma obliqua** (Wlk.) (Lep.: Arctiidae) yumurtalarına uygulanmasıyla da elde edilmiştir. Bu türün yumurtalarına, **A. indica**'nın %1.5'lük petrol eteri ve %1.5'lük metanol ekstraktı uygulandığında hiçbir yumurta açılmamıştır (Ghatak and Bhusan, 1995a,b).

Neem türevlerinin ümitvar kullanma alanlarından biri de depolanmış ürün zararlılarıyla savaş konusudur. Neem ürünlerinin depolanmış ürün zararlıları üzerindeki etkileri uzaklaştırıcı etki, beslenmeyi engelleyici etki ve toksik etki gibi birçok yollarla olabilmektedir.

Akou (1983), neem tohum tozu ve neem yağının etkilerini **Tribolium confusum** Duv. (Col.: Tenebrionidae) ve **Sitophilus zeamays** Motsch. (Col.: Curculionidae) üzerinde incelemiştir. Bu araştırmacıya göre neem tohum tozu ve neem yağı uzaklaştırıcı etkiye sahip olduğu gibi larva ölümlerinden dolayı **T. confusum**'da ergin oluşumunu önemli oranda azaltmıştır. Aynı şekilde neem yağı veya AZ ile ilaçlanmış jüt çuvallarının **Tribolium** spp. ve **Sitophilus** spp. gibi zararlıların depolanmış ürünlere saldırısını aylarca önlediği saptanmıştır (Saxena et al., 1989).

Neem'in öğütülmüş yaprak ve tohumlarının **S. granarius** (L.) ve **S. oryzae** (L.) (Col.: Curculionidae) üzerinde önemli derecede uzaklaştırıcı etkiye sahip olduğu da belirlenmiştir. Uzaklaştırıcı etkinin derecesi hububat danelerine ulaşmış neem ürününün konsantrasyonuna bağlı olarak artmıştır (Ignatowicz et al., 1995). Neem yağının baklagil tohum böceklerinde oldukça yüksek bir ovisit etkisi olduğu da görülmüştür (Zehrer, 1984).

Rukhsana (1995), neem yağı, deltamethrin ve dimethoate'in **Callosobruchus analis** (Col.: Bruchidae) üzerindeki etkilerini incelemiştir. Elde edilen sonuçlara göre neem yağı, deltamethrin ve dimethoate'a oranla daha etkili bulunmuştur. Bu çalışmada neem yağının protein, total esteraz, fosfomono esteraz ve transaminaz'ın aktivitesini deltamethrin ve dimethoate'dan daha fazla azalttığı saptanmıştır.

Xie et al. (1995), azadirachtin ve konsantre neem'in uzaklaştırıcı ve öldürücü etkisini **Cryptolestes ferrugineus** (Steph.) (Col.: Cucujidae), **S. oryzae** ve **T. castaneum** Hbst. üzerinde incelemiştir. Bu çalışmada azadirachtin ve konsantre neem'in her üç ambar zararlısı türünde uzaklaştırıcı etki yaptığı, ayrıca her üç türün F₁ dölüne ait erginlerin sayısında önemli düşüşler olduğu sonucuna varılmıştır. Bu çalışmayla neem'in ambar zararlıları üzerinde hem uzaklaştırıcı (davranışsal) ve hem de toksik (fizyolojik) etkiye sahip olduğu doğrulanmıştır.

Neem ürünlerinin kullanıldığı denemelerden elde edilen sonuçlar, depolanmış ürünlerin ambar zararlılarından korunması yönünde bu kimyasalın rahatlıkla kullanılabilmesine ait bir kuşkuya yer vermeyecek şekilde açıktır. Bununla birlikte Sarup and Srivastava (1971), depolanmış neem tohum kabuklarının **Oryzaephilus surinamensis** (L.) (Col.: Cucujidae) tarafından %100 oranında zarar gördüğünü bildirir. Zarar görmüş ve görmemiş neem tohum ekstraktlarının süspansiyonları çöl çekirgesine karşı uygulandığında yine beslenmeyi engelleyici etki elde edilmiştir.

Son zamanlarda neem ürünlerinin ev zararlılarıyla insan hastalıklarını taşıyan vektörlere karşı etkileri konusunda araştırmalara başlanılmıştır. Hamamböcekleri üzerinde neem türevleri, oldukça ümitvar sonuçlar vermiştir. Neem ürünlerinin uzaklaştırıcı, büyüme düzenleyiciliği ve doğurganlığı azaltıcı etkileri vardır. Azadirachtin'in etkisini saptamak amacıyla insektisitlere dayanıklı ve duyarlı **B. germanica** ırkları kullanılmıştır. Bu denemede azadirachtin, hem vücuduna enjeksiyon ve hem de besinine ilave edilerek uygulanmıştır. Araştırmadan azadirachtin'in etkisinin doza bağlı olduğu anlaşılmıştır. Yine aynı araştırmada azadirachtin'in etkisi konusunda dayanıklı ve duyarlı ırklar arasında herhangi bir önemli fark bulunmamıştır. Azadirachtin'in etkisi sonucunda Hamamböceklerinde sürekli bir ağırlık azalışı gözlenmiştir. Azadirachtin'in **B. germanica** üzerinde etkisinin, beslenme davranışını değiştirme ve endokrin sisteminde düzensizliğe neden olma gibi iki yolla gerçekleştiği anlaşılmıştır (Prabhakaran and Kamble, 1996).

Neem ürünlerinin sivrisinek savaşında kullanılmasının çok yararlı bir strateji olduğu görülmektedir. Oldukça ekonomik olması ve çevre üzerinde olumsuz etkilerinin bulunmaması gibi nedenlerden dolayı kolaylıkla IPM programlarına dahil edilebilir. Neem ürünleri ayrıca **Bacillus thuringiensis** serotype **israelensis** ile de kombine edilerek kullanılabilir. Bu yolla sinerjik etkide bulunduğu Hellpap and Zebitz (1986) tarafından bildirilmektedir. Neem türevlerinin **Aedes** ve **Anopheles** (Dipt.: Culicidae) cinslerine bağlı birçok sivrisinek türünün larvalarına etkili olduğu, beslenmeyi engelleme ve büyüme düzenleyicisi olarak etki yaptığı bildirilmektedir (Zebitz, 1987).

Neem kökenli formülasyonların üre üzerine kaplanarak sulama suyuna verilmesiyle çeltik verimini artırdığı ve aynı zamanda çeltik tarlalarındaki sivrisinek sorununu kontrol altına aldığı saptanmıştır. Bu strateji; hem ucuz, hem gübreleme ve hem de sivrisinek sorununu çözmek gibi ekonomik yaklaşımlar yanında çevre dostu olması bakımından da oldukça ümitvar görülmektedir (Rao et al., 1995).

Yararlı organizmalar üzerinde neem türevlerinin etkileri

Neem türevlerinin birçok durumda zararlı türlerin önemli doğal düşmanlarına zararsız oluşu oldukça önemlidir.

Neem yağı, sorgum yaprak biti, **Melanaphis sacchari** (Znt.) (Hom.: Aphididae)'yi başarılı bir şekilde kontrol altında tutarken, Coccinellidae familyasına bağlı doğal düşmanları yüksek neem yağı konsantrasyonunun uygulandığı alanlarda bile etkilemeyip yüksek popülasyonlar oluşturmasına olanak sağlamaktadır (Srivastava and Parmar, 1985). Neem tohum ekstraktları fitofag akar **Tetranychus cinnabarinus** (Boisd.) (Acarina: Tetranychidae) üzerinde, doğal düşmanı olan bir diğer akar türü **Phytoseiulus persimilis** A.-H. (Acari: Phytoseiidae)'den daha toksik olabilmektedir (Mansour et al., 1987).

Neem tohum kabuğu ekstraktı **S. litura** yumurta kümelerinin üzerine uygulandığında öldürücü etkiye sahip olduğu halde yumurta parazitoiti **Telenomus remus**'a etkisiz bulunmuştur (Joshi et al., 1982).

Ticari bir neem kökenli insektisit olan Margosan-O'nun **Steinernema feltiae** (Filipjev), **S. glaseri** Steiner ve **S. carpocapsae** (Weiser) (Rhabditida: Steinernematidae) isimli 3 entomopatojenik nematod üzerinde etkileri incelenmiştir. Margosan-O, üç türe de tarla koşullarında öğütlenen doza (20 mg azadirachtin/1 litre su) oranla ancak çok yüksek dozlarda toksik etki göstermiştir. Her üç tür için saptanan akut toksisite sırasıyla 380, 351 ve 425 mg azadirachtin/1 litre su olarak bulunmuş olup bu değerler öğütlenen doza oranla oldukça yüksektir. Bu durumda Margosan-O ve yararlı entomopatojen nematodlar birlikte kullanıldığında, neem kökenli insektisit bu nematodlara olumsuz etki yapmayacağı ve etkilerinin azalmayacağı sonucuna varılmıştır (Stark, 1996).

Sonuç

Sentetik organik pestisitlerin yaygın şekilde kullanılması insan ve hayvan sağlığını olumsuz yönde etkilerken diğer taraftan birtakım çevre sorunlarına neden olmaktadır. Bu yüzden, bu pestisitlerin yerine geçecek doğal bileşikler gibi alternatiflerin aranmasına başlanılmıştır. Doğal bileşiklerden olan neem ekstraktları, zararlılarla savaşta oldukça ümitvar sonuçlar vermiştir. Neem ekstraktları zararlılara beslenme engelleyici, doğurganlığı azaltıcı, anormal gelişmeye neden olucu ve toksik etki gibi yollarla olumsuz etkilerde bulunmaktadır.

Neem ekstraktları üzerindeki çalışmalar, zararlılara karşı etkili oluşları, doğal yollarla dekompoze olmaları, dikkati çekecek derecede seçici olmaları ve bu nedenle yararlı ve hedef olmayan organizmalara zararsız olmaları gibi konularda yoğunlaşmaktadır. Bu özelliklerinden dolayı, neem türevleri IPM programları için çok uygun potansiyel bir aday durumundadır. Bugün neem türevlerinin Türkiye'de özellikle seralarda IPM programlarında uygulanması konusunda iyimser bir yaklaşım söz konusudur.

Zararlılara karşı savaşta yeni ufuklar açan neem türevlerinin elde edildiği neem ağaçlarının Türkiye'nin sıcak yörelerinde yetiştirilmeye başlanması Türkiye için yaşamsal önemdedir.

Özet

A. indica'dan elde edilen ürünlerin farklı yönlerini ele alan çok sayıda literatürün ışığı altında hazırlanmış bu makale, bu bitkiden elde edilen değişik ürünlerin genel bir değerlendirmesini yansıtmaktadır. Çalışmada **A. indica** türevlerinin potansiyel durumu, uygulanabilirliği ve zararlıları öldürmede kullanma olanaklarına ait birçok örnek verilmiştir.

A. indica türlerinin çok sayıda zararlıya karşı beslenmeyi ve yumurtlamayı engelleme, büyüme düzenleyici ve toksik etki gibi etkilere sahip olduğu bulunmuştur. Etkilediği zararlılar arasında tarımsal zararlılar, depolanmış ürün ve ev zararlıları, hayvan ve insanlara hastalık taşıyan vektörler de yer almaktadır.

Aslında fitofag böceklerin larva veya nimfleri için mide zehiri olarak kabul edilen **A. indica** türleri, parazitoit ve predatör gibi doğal düşmanlar için yüksek derecede seçicilik özelliği göstermektedir.

Bacillus thuringiensis gibi entomopatojenlerin ortamda bulunması durumunda, **A. indica** türlerinin zehirli etkisi daha da artmaktadır.

Zararlılara karşı olan etkinliği, biodegradasyon özelliği, belirgin seçiciliği, yararlı ve hedef dışı organizmalara zararlı olmayışı gibi nedenlerle **A. indica** türleri, IPM programlarında başarıyla kullanılabilir.

Literatür

- Akou, E., 1983. Effects of neem seed powder and oil on **Tribolium confusum** and **Sitophilus zeamays**. In Proc. 2nd Int. Neem Conf., Rausch holzhausen: 445-452.
- Alder, V.E. and E.C. Uebel, 1987. "Effect of Margosan-O on six species of cockroaches (Dictyoptera: Blaberidae, Blattidae and Blatellidae: 387-392". Natural pesticides from the neem tree and other tropical plants. In Proc. 3rd Int. Neem Conf. Nairobi, 1986. Editors: Schmutterer, H. and K.R.S. Ascher. Eschborn: GTZ. 703 pp.
- Ascher, K.R.S., 1981. "Some physical (solubility) properties and biological (sterilant for **Epilachna varivestis** females) effects of a dried methanolic neem (**Azadirachta indica**) seed kernel extract: 63-74". Natural pesticides from the neem tree. In Proc. 1st Int. Neem Conf. Rottach-Egern, 1980. Editors: Schmutterer, H., K.R.S. Ascher and H. Rembold. Eschborn: GTZ. 297 pp.
- Bhathal, S.S. and D. Singh, 1993. Toxic and developmental effects of some neem products against mustard aphid **Lipaphis erysimi** (Kalt.) through leaf surface treatment. **J. Insect Sci.**, **6** (2): 226-228.
- Chen, C., C.D. Yaw-Jen, C. Ling-Lan and R.F. Hou, 1996. Deterrent effect of neem seed kernel extract on oviposition of the oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae) in guava. **J. Econ. Entomol.**, **89**(2): 462-466.
- Cheng-Jen, L. Shu-Tseng, W. Chac-Hsiana, K. Loonia and W. Shung-Shiang, 1995. The efficacy of neem-based insecticides against **Spodoptera litura** and other vegetable pests. **Mem. Coll. Agric., Natl. Taiwan Univ.**, **35**(2): 179-186.
- Chopra, R.L., 1928. Ann-Rep. of the entomologist to the Govt. of Punjab, Lyallpur, for the year 1925-1926. **Rep. Dept. Agric. Punjab**, **1**(2): 67-125.
- Dorn, A., J.M. Rademacher and E. Sehn, 1987. "Effects of azadirachtin on reproduction organs and fertility in the milk weed bug **Oncopeltus fasciatus**: 273-288". Natural pesticide from the neem tree and other tropical plants. In Proc. 3rd Int. Neem Conf. Nairobi, 1986. Editors: Schmutterer, H. and K.R.S. Ascher. Eschborn: GTZ. 703 pp.

- Fagoonee, I., 1981. "Behavioral response of *Crocidolomia binotalis* to neem: 109-120". Natural pesticides from the neem tree. In Proc. 1st Int. Neem Conf. Rottach-Egern, 1980. Editors: Schmutterer, H., K.R.S. Ascher and H. Rembold. Eschborn: GTZ. 297 pp.
- Ghatak, S.S. and T.K. Bhusan, 1995a. Evaluation on the ovicidal activity of some indigenous plant extracts on rice moth, *Corcyra cephalonica* Staint. (Galleriidae: Lepidoptera). *Environ. Ecol.*, **13**(2): 284-286.
- Ghatak, S.S. and T.K. Bhusan, 1995b. Evaluation on the ovicidal activity of some indigenous plant extracts on Bihar hairy caterpillar, *Spilosoma obliqua* (WK.) (Arctiidae: Lepidoptera). *Environ. Ecol.*, **13**(2): 294-296.
- Haasler, C., 1984. "Effect of neem seed extract on the post-embryonic development of the tobacco hornworm, *Manduca sexta*: 321-330". Natural pesticides from the neem tree and other tropical plants. In Proc. 2nd Int. Neem Conf. Rauschholzhausen, 1983. Editors: Schmutterer, H. and K.R.S. Ascher. Eschborn: GTZ. 587 pp.
- Hellpap, C. and C.P.W. Zebitz, 1986. Kombinierte Anwendung von Niem-Samen-extrakten mit *Bacillus thuringiensis*-produkten bei der Bekämpfung von *Spodoptera frugiperda* und *Aedes togoi*. *Z. Angew. Entomol.*, **101**: 515-524.
- Heyde, V.D.J, R.C. Saxena and H. Schmutterer, 1984. "Neem oil and neem extracts as potential insecticides for control of hemipterous rice pests: 377-390". Natural pesticides from the neem tree and other tropical plants. In Proc. 2nd Int. Neem Conf. Rauschholzhausen, 1983. Editors: Schmutterer, H. and K.R.S. Ascher. Eschborn: GTZ. 587 pp.
- Hoddy, E., 1984. *The neem tree multi-purpose weapon for a healthier environment*. Natural pesticides from the neem tree and other tropical plants. GTZ series, Germany, no. 161, 587 pp.
- Ignatowicz, S., B. Wesolowska and K. Banasik, 1995. Potential of common plants as grain protectants: Repellent effect of powdered leaves and seed of the neem tree on store products pests. Insects: Chemical, physiological and environmental aspects. Editors: Konopinska et al.: 317-322. University of Wroclaw, Wroclaw (Poland).
- Jabbar, A., T. Anwar and F. Khaliq, 1992. Suitability of neem (*Azadirachta indica*) for the control of agricultural insect pests. *Pak. J. Entomol.*, **7**(1-2): 25-32.
- Jaglan, M.S., K.S. Khokhar, M.S. Malik and R. Singh, 1997. Evaluation of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) extracts against American Bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hubner). *J. Agric. Food Chem.*, **45**: 3262-3268.
- Joshi, B.G., G. Ramaprasad and S. Sitaramaiah, 1982. Effect of neem seed kernel suspension on *Telenomus remus*, an egg parasite of *Spodoptera litura*. *Phytoparasitica*, **10**: 61-63.
- Jotwani, M. G. and K.P. Srivastava, 1983. "A review of neem research in India in relation to insects: 43-56". Natural pesticides from the neem tree and other tropical plants. In Proc. 2nd Int. Neem Conf. Rauschholzhausen, 1983. Editors: Schmutterer, H. and K.R.S. Ascher. Eschborn: GTZ. 587 pp.

- Ketkar, C.M., 1976. Utilization of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) and its by-products. Final Tech. Rep., Khadi and Village Industrie. Comm., Bombay, India.
- Kismali, Ş. ve N. Madanlar, 1988. *Azadirachta indica* A. Juss (Meliaceae)'nin böceklerle etkileri üzerinde bir inceleme. **Türk. entomol. derg.**, **12**(4): 239-249.
- Koul, O., M.B. Isman and C.M. Ketkar, 1990. Properties and uses of neem, *Azadirachta indica*. **Canadian J. Bot.**, **68**: 1-496.
- Kubo, I., A. Matsumoto and T. Matsumoto, 1986. New insect ecdysis inhibitory limonoid deacetylazadirachtinol- isolated from *Azadirachta indica* (Meliaceae) oil. **Tetrahedron lett.**, **42**: 489-496.
- Leuschner, K., 1972. Effect of an unknown substance on a shield bug. **Naturwissenschaften.**, **59**: 217.
- Lowery, D.T. and M.B. Isman, 1996. Inhibition of aphid (Homoptera: Aphididae) reproduction by neem seed oil and azadirachtin. **J. Econ. Entomol.**, **89**(3): 602-607.
- Mansour, F., K.R.S. Ascher and N. Omari, 1987. "Effect of neem seed kernel extracts from different solvents on the predacious mite, *Phytoseiulus persimilis* and the phytophagous mite *Tetranychus cinnabarinus* as well as on the predatory spider *Chiracanthium mildei*: 577-587". Natural pesticides from the neem tree and other tropical plants. In Proc. 3rd Int. Neem Conf. Nairobi, 1986. Editors: Schmutterer, H. and K.R.S. Ascher. Eschborn: GTZ. 703 pp.
- Mordue, A.J., A. Zounos, I.R. Wickramanda and E. J. Allan, 1995a. Neem tissue culture and the production of insect antifeedant and growth regulatory compounds. Presented at Symposium of the British Crop Protection Council and Sustainable Farming Systems, Edinburgh (U.K.), 11-14 Sept. 1995: 187-194.
- Mordue, A.J., G. Davidson, R.G. Mckinlay and J. Hughes, 1995b. Observation on azadirachtin for management of cabbage caterpillar infestations in the field. Presented at Symposium of the British Crop Protection Council and Sustainable Farming Systems, Edinburgh (U.K.), 11-14 Sept. 1995: 371-378.
- Naumann, K. and M. B. Isman, 1995. Evaluation of neem *Azadirachta indica* seed extracts and oils as oviposition deterrents to noctuid moths. **Entomol. Exp. Appl.**, **76**(2): 115-120.
- Prabhakaran, S. K. and S.T. Kamble, 1996. Effects of azadirachtin on different strains of German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). **Environ. Entomol.**, **25**(1): 130-134.
- Quadri, S. H. and J. Narsaiah, 1978. Effects of azadirachtin on the moulting process of last instar nymphs of *Periplaneta americana*. **Indian J. Exp. Biol.**, **16**: 141.
- Radwanski, S. A. and G. E. Wickens, 1981. Vegetative fallows and potential value of the neem tree (*Azadirachta indica*) in the tropics. **Econ. Bot.**, **35**: 398-414.
- Rao, D.R., R. Reunen and B. A. Nagasampagi, 1995. Development of combined use of neem (*Azadirachtin indica*) and water management for the control of culicine mosquitoes in rice fields. **Med. Vet. Entomol.**, **9**(1): 25-33.

- Rembold, H., H. Forster, Ch. Czoppelt and J.P. Sieber, 1984. "The azadirachtin, a group of insect growth regulator from the neem tree: 153-162". Natural pesticides from the neem tree and other tropical plants. In Proc. 2nd. Int. Neem Conf. Rauschholzhausen, 1983. Editors: Schmutterer, H. and K.R.S. Ascher. Eschborn: GTZ. 587 pp.
- Rukhsana, G.I., 1995. Study on the effects of nutrition on biological factors and tolerance to pesticides in *Callosbruchus analis*. PhD Thesis, Dept. of Zoology, Univ. Karachi. 321 pp.
- Sarup, P. and V.S. Srivastava, 1971. Observation on the damage of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) seed kernel in storage by various pests and efficacy of the damaged kernel as an antifeedant against the desert locust, *Schistocerca gregaria* Forsk. **Indian J. Ent.**, **33**: 228-230.
- Saxena, K. N. and H. Rembold, 1984. "Orientation and ovipositional response of *Heliothis armigera* to certain neem constituent: 199-210". Natural pesticides from the neem tree and other tropical plants. In Proc. 2nd. Int. Neem Conf. Rauschholzhausen, 1983. Editors: Schmutterer, H. and K.R.S. Ascher. Eschborn: GTZ. 587 pp.
- Saxena, R.C., G. Jilani and A. Abdulkarim, 1989. "Effect of neem on stored grain insects: 97-111". The neem tree. Ed.: Jacobson, M. Boca Raton: CR. Press. 178 pp.
- Schlüter, U., 1981. "Histological observations of the phenomenon of black legs and thoracic spots, effects of pure fractions of neem kernel extract on *Epilachna varivestis*: 97-104". Natural pesticides from the neem tree. In Proc. 1st Int. Neem Conf. Rottach-Egern, 1980. Editors: Schmutterer, H., K.R.S. Ascher and H. Rembold. Eschborn: GTZ. 297 pp.
- Schlüter, U., 1987. "Effects of azadirachtin on developing tissue of various insect larvae: 331-348". Natural pesticides from the neem tree and other tropical plants. In Proc. 3rd Int. Neem Conf. Nairobi, 1986. Editors: Schmutterer, H. and K.R.S. Ascher. Eschborn: GTZ. 703 pp.
- Schmutterer, H., 1987. "Fecundity-reducing and sterilizing effects of neem seed kernel extracts in the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*: 351-360". Natural pesticides from the neem tree and other tropical plants. In Proc. 3rd Int. Neem Conf. Nairobi, 1986. Editors: Schmutterer, H. and K.R.S. Ascher. Eschborn: GTZ. 703 pp.
- Schwinger, M., B. Ehhammer and W. Kraus, 1984. "Methodology of the *Epilachna varivestis* bioassay of antifeedants demonstrated with some compounds from *Azadirachta indica* and *Melia azedarach*: 181-198". Natural pesticides from the neem tree and other tropical plants. In Proc. 2nd. Int. Neem Conf. Rauschholzhausen, 1983. Editors: Schmutterer, H. and K.R.S. Ascher. Eschborn: GTZ. 587 pp.
- Sieber, K.P. and H. Rembold, 1983. The effects of azadirachtin on the endocrine control of moulting in *Locusta migratoria*. **Z. Insect Physiol.**, **29**: 523-527.

- Simmonds, M. S. J. and W. M. Blaney, 1984. "Some neurophysiological effects of azadirachtin on lepidopterous larvae and their feeding response: 163-180". Natural pesticides from the neem tree and other tropical plants. In Proc. 2nd. Int. Neem Conf. Rauschholzhausen, 1983. Editors: Schmutterer, H. and K.R.S. Ascher. Eschborn: GTZ. 587 pp.
- Simmonds, M.S.J., W.M. Blaney, S. V. Ley, J.C. Anderson, R. Banteli, A.A. Denholm, P. C. W. Green, R.B. Grossman, C. Gutteridge, L. Jennens, S.C. Smith, P. L. Toogood and A. Wood, 1995. Behavioural and neurophysiological responses of *Spodoptera littoralis* to azadirachtin and a range of synthetic analogues. **Entomol. Exp. Appl.**, **77**(1): 69-80.
- Skatulla, U. and J. Meisner, 1975. Laborversuch mit Niemsamenextrakt zur Bekämpfung des Schwammspinners *Lymantria dispar* L.. **Anz. Schädlingskd. Pflanz. Umweltschutz.**, **48**: 38-40.
- Srivastava, K.P. and B.S. Parmar, 1985. Evaluation of neem oil emulsifiable concentrates against sorghum aphids. **Neem Newsl.**, **2**:7.
- Stark, J.D., 1996. Entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae). Toxicity of neem. **J. Econ. Entomol.**, **89**(1): 68-73.
- Steets, R., 1976. Zur Wirkung eines gereinigten Extraktes aus Früchten von *Azadirachta indica* A. Juss auf *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera, Chrysomelidae). **Z. Angew. Entomol.**, **82**: 169-176.
- Stein, U., 1984. The potential of neem for inclusion in pest management program for the control of *Liriomyza trifolii* on *Chrysanthemum*. Ms. Thesis. Univ. Calif. Berkeley.
- Xie, Y.S., P.G. Fields and M. B. Isman, 1995. Repellency and toxicity of azadirachtin and neem concentrates to three stored-product beetles. **J. Econ. Entomol.**, **88**(4): 1024-1031.
- Yadav, T. D., 1985. Antiovipositional and ovicidal toxicity of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) oil against three species of *Callosbruchus*. **Neem Newsl.**, **2**: 5-6.
- Zebitz, C. P. W., 1987. "Effects of some crude and azadirachtin-enriched neem (*Azadirachta indica*) seed kernel extracts in mosquito control: 553-573". Natural pesticides from the neem tree and other tropical plants. In Proc. 3rd Int. Neem Conf. Nairobi, 1986. Editors: Schmutterer, H. and K.R.S. Ascher. Eschborn: GTZ. 703 pp.
- Zehrer, W., 1984. "The effect of the traditional preservatives used in northern Togo and of neem oil for control of storage pests: 453-460". Natural pesticides from the neem tree and other tropical plants. In Proc. 2nd. Int. Neem Conf. Rauschholzhausen, 1983. Editors: Schmutterer, H. and K.R.S. Ascher. Eschborn: GTZ. 587 pp.