



Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi

Turkish Journal of Scientific Reviews

E-ISSN: 2146-0132, 11 (2): 32-37, 2018

Önemli Bazı Bitkisel İnektisitler

Mehmet KARAKAŞ*

Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü 06100 Tandoğan-Ankara

*Sorumlu Yazar:

E-posta: mkarakas@science.ankara.edu.tr

Geliş Tarihi : 19 Haziran 2018

Kabul Tarihi: 12 Kasım 2018

Özet

Tarım alanlarında bilinçsizce ve aşırı kullanılan yüksek toksik özellikli kimyasal pestisitlerin kalıntıları farklı yollarla toprağa, havaya ve yeraltı sularına karışmakta ve bu alanlarda yaşayan her türlü canlıya zarar vermektedir. Kimyasal pestisitlerin söz konusu zararlarından dolayı son yıllarda tarımsal mücadelede kullanılabilen bitkisel inektisitlerin araştırılmasına dayalı çalışmalar yapılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Biyoinektisit, Bitkisel inektisit, Biyolojik kontrol

Some Important Herbal Insecticides

Abstract

Residues of highly toxic chemical pesticides unconsciously and widely used in agricultural fields penetrate into land, air and underground water through various means and give harms to all living organisms in the environment. Due to these harms of chemical pesticides, in recent years much research has been focusing on the use of botanical insecticides that can be used in agricultural control.

Keywords: Bio-insecticide, Botanical insecticide, Biocontrol

GİRİŞ

Dünyada temel besin kaynaklarının önemli bir yüzdesini bitkiler oluşturmaktadır. Bütün canlılarda olduğu gibi bitkiler de pek çok hastalık ve zararlı ile etkileşim halindedir. Bu zararlı organizmalar bitkilerde doğrudan beslenmek, besinlerine ortak olmak, yumurta bırakmak, konak olarak kullanmak, farklı hastalık etmenleri için vektör olmak gibi etkileşimler ile bitkilere zararlı olmaktadır.

Bitkilerin kendileri için zararlı olan canlıların saldırılarından korunmak için tıpkı insan ve hayvanlarda olduğu gibi çeşitli savunma mekanizmalarına sahip olduğu bilinmektedir. Bitkilerde biyokimyasal olaylardan sonra sentezlenen sekonder metabolitler bitki-zararlı ilişkilerinde önemli role sahiptirler. Zararlılar üzerinde davranışsal ve fizyolojik etkilere sahip olan bu metabolitler farklı şekillerde gruplandırılmaktadır. Bunların en bilinenleri terpenoidler, aminler, glikozidler, alkaloidler, fenoller ve saponinler'dir [19].

Kökene bitkiler ya da bitkisel kaynaklı maddelerin oluşturduğu bitkisel kökenli inektisitler (böcek öldürücü ilaçlar), doğal inektisitler adı altında biyoinektisitler, feromonlar gibi başlıklarla da anılmaktadır.

Organik klorlu ve organik fosforlu inektisitlerin keşfinden önce (1930-1940), tarımsal alanlarda ürün zararlı mücadelesinde bitkisel kökenli inektisitlerin kullanımı önemli bir yer tutmuştur. İlerleyen yıllarda sentetik inektisitlerin, bitkisel kökenlilere göre daha etkili ve etki sürelerinin daha uzun olması sebebiyle kullanılmaları daha yaygın hale gelmiştir. Ayrıca gelişmiş ülkelerde sentetik inektisitlerin gelişen teknoloji sayesinde daha ucuz elde edilebilir olmaları, bunlara olan ilgiyi daha da artırmıştır.

Fakat sentetik inektisitlerin zaman içinde bilinçsizce kullanımı sonucu zararlılarda ilaca karşı direnç oluşumu, insan ve hayvan sağlığına olan olumsuz etkisi, kalıntı sorunu ve çevre kirliliği gibi toksik etkiler bilimsel çalışmalarla ortaya çıkarılmıştır.

Diğer bir ifadeyle, günümüzde tarım alanlarında önemli ürün kayıplarına sebep olan bitkisel hastalıklar, zararlı böcek türleri ve yabancı otlar ile mücadele çoğunlukla kimyasal mücadele yöntemi kullanılmaktadır. Fakat tarımsal mücadele amacıyla, kimyasal mücadelenin tercih edilmesi çevre sorunlarını da beraberinde getirmiştir. Tarım alanlarında yaygın olarak kullanılan kimyasal ilaçların diğer bir adıyla pestisitlerin her türlü kalıntıları çeşitli yollarla toprağa, havaya ve yeraltı sularına karışmaktadır. Toksik özelliği yüksek olan bu pestisitler, çevrede yaşayan her türlü canlıda zamanla birikmekte ve sonuçta kanser ve genetik kusurlu hastalıklar gibi ciddi anormalliklerin ortaya çıkmasına da sebep olabilmektedir. Bunlara ilaveten, tarım alanlarında kullanılan bu pestisitlere karşı tarımsal zararlılarda direnç gelişebilmekte ve aynı zamanda bu kimyasal ilaçlar doğal düşmanları da öldürerek doğal dengeyi bozmaktadır. Ekolojik dengede önemli role sahip çeşitli bitki ve hayvan türlerinin zarar görmesi sonucu daha önce sorun yaratmayan ya da baskılanan zararlıların baskın hale gelerek ekonomik yönden zararlı haline gelmesi gibi sonuçlar da ortaya çıkabilmektedir. Tarım alanlarında kimyasal ilaçların bilinçsiz ve kontrolsüz uygulamalarının sonucu ihraç edilen tarım ürünlerindeki standardizasyona uygun olmayan pestisit kalıntıları da önemli bir sorun teşkil edebilmektedir.

Bu olumsuz sonuçlar araştırmacıları tarımsal zararlılarla savaşta başka alternatif maddelerin arayışına yöneltmiştir. Bu yüzden bitkisel kökenli inektisitlere olan ilgi yeniden önem kazanmaya başlamış ve son yıllarda organik tarımla birlikte bu konudaki çalışmalar daha da yoğunluk kazanmaya başlamıştır.

Bitkilerin inektisit etkisi olduğu önemli kaynaklar olduğu ve birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir. Prakash ve Rao [15] 866, Ahmet ve Greainge [1] ise 1535 bitkinin tarımda zararlı olan böceklerle farklı şekillerde etkili olduğunu belirtmişlerdir. Öncüler [14] ise günümüzde bu

sayının 2000 in üzerinde olduğunu bildirmiştir. Bu kadar çok bitkinin insektisit özelliğinin bilinmesine karşın pratikte yararlanılanları çok az sayıdadır. Bunun nedenlerini Isman [11], doğal kaynakların kısıtlı olması, standartizasyon ve ruhsatlandırılmadaki zorluklar olarak bildirmiştir.

Insektisit özelliği gösteren bitkisel kökenli bu maddeler, bitkilerden farklı yöntemlerle elde edilmektedirler. Bunlar işlenmemiş bitkisel materyaller, bitki ekstraktları ve bitkilerden izole edilen saf bileşikler gibi değişik formlarda olabilirler.

Biyolojik mücadele amacıyla kullanılan bitkisel kökenli bu insektisitlerin, sentetik insektisitlere göre bazı avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Bitkisel kökenli insektisitler, güneş ışığında, nemde ve rüzgârlı hava koşullarında çok hızlı bir şekilde parçalanır. Bu sebeple hasattan kısa bir süre önce kullanılabilir. Bu doğal insektisitlerin çoğu böcekleri hızlı bir şekilde öldürmese de, beslenmelerini hızlı bir şekilde durdururlar. Bu nedenle böceklerin ölümü için bazen günler geçmesi gerekse de zararı önleme bakımından hızlı etki gösterirler. Nikotin gibi sıcakkanlılarda zehirli bazı bitkisel kökenli insektisitlerin haricinde bu bileşiklerin çoğu memelilere ve çevreye çok toksik değildirler. Hızlı parçalanma ve mide zehiri şeklinde etki göstermeleri, bitkisel kökenli doğal insektisitlerin, bitki ile beslenen bazı zararlı böceklerle karşı daha seçici olmasını sağlar. Bitkisel kökenli insektisitler çoğunlukla fitotoksik olmadığı gibi çimlenme, büyüme ve ürünün kalitesine olumsuz etkileri de yoktur. Doğal formlarda kullanıldığında direnç oluşturma riskleri de pratikte oldukça düşüktür.

Bitkisel kökenli insektisitlerden birisi olan nikotinin bazı süs bitkilerine karşı olumsuz etkilerinin olabileceği ifade edilmiştir. Genellikle az gelişmiş ve işçilik maliyeti düşük olan bölgelerde yetiştirildikleri için o bölgede sentetik insektisitlere göre daha ucuz ve kolay elde edilebilirler. Bu bahsedilen avantajlarının yanında bazı dezavantajlarının da olabileceği ifade edilmiştir. Bitkisel kökenli insektisitler doğada hızlı parçalandıklarından, ilaçlama zamanının çok iyi ayarlanması ve daha sık uygulamayı gerektirirler. Buna ilaveten etkin maddenin bitkiden elde edilmesi sırasında her zaman aynı oranı yakalamak güçtür. Bu nedenle standart bir etki beklenemez. Bu yüzden ruhsatlandırma aşamasını geçmiş bitkisel kökenli preparatlar çok azdır. Ayrıca bitkisel kökenli insektisitlerin özellikle de bitki ekstraktlarının depolanması oldukça zordur. Bu yüzden hazırlandıktan sonra hemen kullanılmalrı gereklidir.

Bitkisel kökenli insektisitlerin her ne kadar daha az toksik oldukları düşünülse de, akut toksisitesi yüksek olan retenon ve nikotin gibi preparatların dikkatli uygulanmasına özen gösterilmelidir. Biyolojik mücadele amaçlı kullanılan bu doğal bitkisel kökenli insektisitlerin ruhsatlı preparatları olmadığından kronik toksisite ve gıdalardaki tolerans değerleri hakkında bilgiler henüz yeterli değildir.

Bitkisel kökenli insektisitlerin bir kısmı doğrudan öldürücü olarak kullanılırken, bir kısmı da öldürücü etkinin yanında veya ayrı olarak uzaklaştırıcı (repellent), beslenmeyi engelleyici (antifeedant), gelişme ve çoğalmayı engelleyici yönleri ile de kullanılabilirler. Bu doğal insektisitler içinde çevre ve halk sağlığında sorun olan zararlılara karşı kullanılabilir maddeler de mevcuttur. Bu amaçla bu derlemede dünyada üzerinde en çok durulan bazı bitkisel kökenli insektisitler ve bunların tarımsal alanlarda zararlı olan böcekler üzerindeki etkileri ele alınmıştır.

Bitkisel Kökenli İnsektisitler

Azadirachtin

Son yıllarda bitkisel kökenli insektisit olarak üzerinde en çok çalışılan bitki *Azadirachta indica* türüdür (Şekil 1) [17]. Bu bitki yaprak veya kabuklarının kurutulmasıyla toz halinde veya tohum kabuğundan elde edilen yağ gibi farklı şekillerde zararlılara karşı kullanılmaktadır [18].

Azadirachtin, böceklerde beslenmeyi engelleyici (antifeedant), uzaklaştırıcı (repellent), kısırlaştırıcı, doğurganlığı azaltıcı, öldürücü, yumurta bırakmayı önleyici, gelişme ve büyüme bozucu etkiler göstermektedir [3 ve 18].

Ayrıca *A. indica* tohumundan ekstrakte edilen dihidro-azadiraktin etken maddesinin de böceklerde beslenmeyi engelleyici ve öldürücü etkileri olduğu da kayıtlara geçmiştir.



Şekil 1. *Azadirachta indica* [21]

Nikotin

Tütün yapraklarının sulu ekstraktlarının emici tipte ağız yapısına sahip olan böceklerle karşı insektisit olarak kullanılması oldukça eskidir. Sulu ekstraktların bu özelliği, yaprakların içerdiği nikotin öncelikli nornikotin ve anabasin alkaloidlerinden kaynaklanmaktadır. Nikotin çeşitli ekstraksiyon metodlarıyla *Nicotiana tabacum* ve *N. rustica* (Şekil 2) dan ortalama %2-8 oranında, nornikotin özellikli olarak *N. sylvestris* ten ve anabasin ise genellikle *Anabasis aphylla* (Şekil 3) dan elde edilmektedir [16].

Böceğe genellikle gaz formunda trake sistemi yoluyla giren nikotin, merkezi sinir sistemindeki asıl uyarıcı sinir iletimini sağlayan asetilkolin gibi faaliyet göstermektedir. Sinaptik hücrelerden asetilkolin salınımından sonra, nikotinik asetilkolin alıcılarına bağlanarak, katyon kanallarının çalışmasını sağlar. Böylece alıcının normal işlevini bozarak böceğin önce felcine bunu takip eden süreçte de ölümüne sebep olmaktadır. Bundan başka kontakt ve mide zehiri şeklinde de etki göstermektedir [20].

Nikotin sıcakkanlılara son derece toksik bir maddedir. Bu nedenle kullanılırken dikkat edilmelidir.



Şekil 2. *Nicotiana tabacum* [22]



Şekil 3. *Anabasis aphylla* [23]

Pyrethrum

Pyrethrum, *Tanacetum cinerariaefolium* (Şekil 4) bitkisinin çiçeklerinden çeşitli metotlarla ekstrakte edilen bir üründür. Bilinen insektisitlerin içinde en eski ve en güveniliridir. Halen geniş alanlarda kullanılan tek bitkisel kökenli insektisittir. Bu bitkinin ekstraktları esas olarak krizantemik ve piretrik asitlerinin, pyrethrolone, cinerolone ve jasmolone isimli üç alkolle birleşmesinden meydana gelmiştir. Chrysanthemik asidin esterleri pyrethrin I, cinerin I ve jasmolin I dir. Phyrethrik asidin esterleri ise pyrethrin II, cenerin II ve jasmolin II den meydana gelmiştir. Bu altı ester pyrethrum ekstraktlarının insektisit etkilerini oluşturmaktadır.

Pyrethrum, etkin dozda böceklerde kontakt etki göstermekte ve sinir hücrelerinin hipereksitasyonu yani aşırı uyarılması ile kasların istemsiz olarak sürekli kasılmasına, bunun sonucunda sinir hücrelerinin elektrolit dengesinin bozulmasına ve bunun sonucu depolarizasyonun diğer bir ifadeyle gerekli uyarı eşiğinin oluşmaması sonucu kasların kasılmayarak felç oluşumuna neden olmaktadır. Bunun sonucunda ise böcekte hızlı bir ölüm gerçekleşmektedir [5 ve 6].



Şekil 4. *Tanacetum cinerariaefolium* [24]

Rotenon

Bitkisel kökenli insektisitlerden birisi olan rotenod yapıdaki rotenon, *Lonchocarpus* sp. (Şekil 5) *Derris* sp. (Şekil 6) ve *Terphrosia* sp. (Şekil 7) bitkilerinin köklerinden ekstrakte edilerek kullanılmaktadır. İnce ve uzun olan kökler önce kurutulur sonra ufalanarak toz haline getirilir. Kil, kükürt gibi bazik olmayan çözücüler ile çözümlerek,

%0.75-1,5 rotenon içeren toz şeklinde insektisit olarak kullanılır. Sıvı formülasyonları ise köklerin eter ve aseton ile ekstraksiyonu sonucu yapılmakta ve %30-40 rotenon içermektedir.

Rotenon böceklerde hem kontakt hem de mide zehiri olarak etki göstermektedir. Ani ölüme sebep olmamakla beraber böceğin ağız parçalarını felç ederek beslenmeyi engellemektedir. Ölüm daha yavaş bir süreçte ortaya çıkmakta ve çoğunlukla solunum metabolizmasında elektron taşıma zincirinin engellenmesi şeklinde olmaktadır [9 ve 10].



Şekil 5. *Lonchocarpus* sp. [25]



Şekil 6. *Derris* sp. [26]



Şekil 7. *Terphrosia* sp. [27]

Ryania

Ryania speciosa (Şekil 8) isimli bitkinin kök, yaprak ve gövdesinden ekstrakte edilen alkaloid yapıdaki ryania, uzun yıllardır bitkisel kökenli bir insektisit olarak kullanılmaktadır [20].

Ryania böceklerin kas sistemine etkili olmaktadır. Kaslardaki hücrelerin kasılmasını sağlayan bir organel olan sarkoplazmik retikulum da bulunan kalsiyum kanallarına bağlanarak bu kanalların açık kalmasına neden olmakta ve hücreye devamlı olarak kalsiyum iyonunun akışını sağlamaktadırlar. Bunun sonucu kas membranında gerekli uyarı eşliğinin oluşmadan kasılmasına devam etmesine neden olarak önce felcine daha sonra da hızlı ölümüne sebep olmaktadır [13].



Şekil 8. *Ryania speciosa* [28]

Sabadilla

Schoenocaulon officinale (Şekil 9) tohumunun su, alkol ve petrol ile ekstraksiyonu veya toz halinde öğütülmüş şekli direkt zararlılara karşı kullanılmaktadır. İnsektisit özelliği, tohumun yapısında bulunan %3-6 oranındaki cevadine ve veratridine alkaloidlerinden kaynaklanmaktadır [4].

Sabadilla'nın zehirli olan alkaloidleri, böcekte kalp, sinir ve çizgili kas hücrelerinin membranında bulunan sodyum kanallarının işleyişini bozarlar. Bunun sonucunda sinir hücreleri görev yapamamakta ve böceğin önce felcine ve daha sonra da ölümüne neden olmaktadır. Bazen felç dönemi bir ya da iki gün sürebilmektedir [7].



Şekil 9. *Schoenocaulon officinale* [29]

Quassia

Quassia armara (Şekil 10) ve *Picrasma excelsa* (Şekil 11) ağaçlarının gövdesinden ekstrakte edilen quassin, neoquassin ve picrasmin alkaloidlerinin insektisit özelliğe sahip olduğu bilinmektedir [8]. Quassia böceklerde kontakt ve mide zehiri olarak etki etmektedir. Nikotine benzer şekilde olan bu etki mekanizmasının yanında nikotin kadar zehirli değildir. Fakat quassin'in bazı bitkilerde fitotoksik etkiye sahip olduğu bilinmektedir. Bu yüzden dikkatli kullanılmalıdır.



Şekil 10. *Quassia armara* [30]



Şekil 11. *Picrasma excelsa* [31]

Sarımsak

Sarımsak (*Allium sativum*) (Şekil 12) ekstraktı böcekler için etkin bir uzaklaştırıcı etkiye sahiptir. Fakat kokusundan dolayı tarımsal alanlardaki kullanılabilirliği kısıtlı olmuştur. Uzaklaştırıcı etkisinin ekstraktındaki kükürt içeren sekonder metabolitlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Sarımsak zararlı böcek bitkiye gelmeden önce kullanılmalıdır. Aksi takdirde böcek bitkiyle beslenmeye başladıktan sonra uzaklaştırıcı etkisinin yeterli olmadığı bildirilmiştir [2].



Şekil 12. *Allium sativum* [32]

Yağ asitleri

Bitkilerde oluşan yağ asitleri, hedef organizmanın hücre membran içeriğini bozarak, hızlı bir şekilde çözünmesini sağlayarak sonuçta ölümüne neden olmaktadır. Bazı tip bitkisel yağ asitlerinin ise fungusit ve herbisit etkilerinin de olduğu kaydedilmiştir.

Capsaicin

Capsaicin, *Capsicum* cinsine (Şekil 13) bağlı bitkilerde acı tattan sorumlu olan bileşiktir. Biber meyvelerinin ekstraksiyonu ile elde edilir ve genellikle sarımsak, hardal veya çeşitli yabancı otların ekstraksiyonları ile birlikte kullanılır.

Capsaicin, zararlılar için daha çok uzaklaştırıcı olarak kullanılmasına rağmen öldürücü etkisinin de olduğu bilinmektedir. Bu etki daha çok hardal ekstratı ile birlikte kullanıldığında ortaya çıkmaktadır. Capsaicin hücre membranında delikler açarak bir sinir toksini olan hardal ekstratının bu delikler aracılığıyla hücreye girişi ve daha sonrada böceğin sinir hücrelerinde zehir etkisi yaparak ölümüne neden olmaktadır. Bu mekanizma ancak zararlının düşük popülasyon düzeylerini baskılamak için yeterli olmaktadır. Bazı preparatları ise nematisit ve fungusit etki de göstermektedir.



Şekil 13. *Capsicum* sp. [33]

Bitkisel yağlar

Belirli uçucu yağlar uzun yıllardır zararlılara karşı uzaklaştırıcı olarak kullanılmıştır. Son yıllarda yapılan çalışmalar, bitkisel yağların sadece uzaklaştırıcı değil aynı zamanda kontakt ve solunum yoluyla da etkili zehirler olduklarını göstermiştir. Bu etki onların yapısındaki fenol ve terpenoid yapıli maddelerden kaynaklanmaktadır [12].

Bitkisel yağlar bitkilerin çiçek, gövde ya da yaprak gibi yapılarından elde edilmektedir. Kullanımları genelde kısıtlıdır. Bunun nedeni zararlı böcek popülasyonlarının azaltılması için kullanılan bitkisel yağ miktarı, sentetik insektisitlerle kıyaslandığında oldukça fazla olup çevrede daha çok kalıntı sorunu yaratmaktadır. Bitkisel kökenli yağların çevreye, hedef dışı ve yararlı organizmalara ve bitkilere uzun vadeli etkileri henüz tam olarak çalışılmadığından bu boyutlardaki kalıntıların etkisinin ne olacağı halen tam olarak açıklığa kavuşturulmamıştır. Bu sebeple bitkisel yağların kullanımı çeşitli ülkelerde sınırlandırılmıştır [14].

SONUÇ

Bitkisel kökenli insektisitlerin kullanımı, sentetik insektisitlerin keşfinden önce oldukça yaygın olmuştur. Fakat sentetik insektisitlerin, bitkisel kökenli olanlara göre daha etkili, etki sürelerinin daha uzun ve kolay elde edilebilir olmaları kullanımlarını daha yaygın hale getirmiştir. Sentetik insektisitler bu avantajlarının yanında başta kalıntı, dayanıklılık ve çevre kirliliği gibi dezavantajlara da sahiptir. Zararlılar ile etkin mücadeleyi sağlayabilecek alternatif maddeler içinde bitkisel insektisitlerin sentetik insektisitlerin yerini alabilecek potansiyele sahip oldukları saptanmıştır. Fakat birçok bitkinin insektisit etkisi bilinmesine karşın ruhsatlı olanlarının sayısı oldukça azdır. Gelecek yıllarda bu bitkisel insektisitlerin üretiminin, sentetik insektisitlerin yerini alabileceği düşünülmekte ve bu tür insektisitlerin hem kalitesinin hem de sayısının artacağı kesindir. Özellikle organik tarımın popüler olduğu son yıllarda bitkisel insektisitlerin kullanımına gerek duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Ahmed, S. and M. Grainge. Handbook of Plants with Pest Control Properties. John Wiley & Sons Limited, 470 p. (1988).
- [2] Auger, J., Dugravot, S., Naudin, A., Abo-Ghalia, A., Pierre, D and E. Thibout. Potential of *Allium* allelochemicals for safe insect control. Bulletin OILB/SROP, 25(9): 295-306 (2002).
- [3] Awad, T. I., F.Önder ve Ş. Kısmalı. *Azadirachta indica* A. Juss (Meliaceae) ağacından elde edilen doğal pestisitler üzerinde bir inceleme. Türk. entomol. derg., 22(3): 225-240 (1998).
- [4] Bloomquist A., Jeffery R. Insecticides: Chemistries and Characteristics. In Radcliffe's IPM World Textbook. Eds. E.B. Radcliffe and W.D. Hutchinson. University of Minnesota, St. Paul. <http://ipmworld.umn.edu/chapters/bloomq.htm>. (1996).
- [5] Casida, J.E. Pyrethrum, The Natural Insecticide. Academic Press, New York, 329 p. (1973).
- [6] Casida, J.E. and G.B. Quistad. Pyrethrum Flowers: Production, Chemistry, Toxicology and Uses. Oxford University Press, New York, 356p. (1995).
- [7] Catteral, W. A. Neurotoxins that act on voltage sensitive sodium channels in excitable membranes. Annu. Rev. Pharmacol. Toxicol., 20: 15-43 (1980).
- [8] Clark, E.P. Quassin I. preparation and purification of Quassin and Neoquassin, with information concerning their molecular formulas. J. Americ. Chem. Soc., 59: 927-931 (1937).
- [9] Fukami, J. and M. Nakajima. Rotenone and the rotenoids. Pages 71-97 in Naturally Occurring Insecticides. Eds M. Jacobson and D.G. Crosby, Marcel Dekker, New

York, (1971).

[10] Fukami, J. Effects of rotenone on the respiration enzyme system of insect muscle. Bull. Nat. Inst. Agric. Sci. Ser. C. (Plant Pathol. Entomol.) 13: 33-45 (1961).

[11] Isman, M. B. Neem and other botanical insecticides: Barriers to commercialization. Phytoparasitica, 25(4): 339-344 (1997).

[12] Isman, M. B. Plant essential oils for pest and disease management. Crop protection, 19: 603-608 (2000).

[13] Lehmborg, E. and J. E. Casida. Similarity of insect and mammalian ryanodine binding sites. Pesticide Biochemistry and Physiology, 48(2): 145-152 (1994).

[14] Öncüer, C. Tarımsal zararlılarla savaş yöntem ve ilaçları. Adnan Menderes Üniversitesi Yayınları No:13, 4. Baskı, Aydın, 333 s. (2000).

[15] Prakash, A. and J. Rao. Botanical Pesticides in Agriculture. CRC Press. Lewis Publishers, 461 p. (1996).

[16] Schmeltz, I. Nicotine and other tobacco alkaloids. Pages 99-136 in Naturally Occurring Insecticides. Eds M. Jacobson and D.G. Crosby, Marcel Dekker, New York (1971).

[17] Schumutterer, H. Properties and potential of natural pesticides from neem tree *Azadirachta indica*. Annu. Rev. Entomol. 35: 271-297 (1990).

[18] Schumutterer, H. The Neem Tree; Source of Unique Natural Products for Integrated Pest Management, Medicine, Industry and Other Purposes. VCH, Weinheim, Germany, 696 p. (1995).

[19] Shanker, C. and K.R. Solanki. Botanical insecticides: A historical perspective. India, Asian agrihistory 4(2): 21-30 (2000).

[20] Ujvary, I. Nicotine and other insecticidal alkaloids. Pages 29-69 in Nicotinoid Insecticides and the Nicotinic Acetylcholine Receptor. Eds I. Yamamoto and E. J. Casida. Springer Verlag, Tokyo, Japan (1999).

[21] https://keyserver.lucidcentral.org/weeds/data/media/Html/azadirachta_indica.htm

[22] <http://desert.com/smoking/>

[23] <https://www.naturalmedicinefacts.info/plant/anabasis-aphylla.html>

[24] <https://www.gardenia.net/plant/tanacetum-parthenium-aureum-feverfew>

[25] http://zipcodezoo.com/index.php/Lonchocarpus_sericeus

[26] <https://www.flickr.com/photos/68834419@N03/8741541834>

[27] <http://www.ehorticulture.com/tree-plants-seeds/medicinal-plants/tephrosia-purpurea-detail.html>

[28] <https://www.flickr.com/photos/52033111@N08/13314958614>

[29] <https://www.flickr.com/photos/visrec01/28487699572>

[30] <http://plantinfo.co.za/plant/quassia-amara/>

[31] <http://healthnbeautyarticles.blogspot.com.tr/2015/06/quassia-picrasma-excelsa-overview.html>

[32] <https://modernbotanicals.org/category/garlic-allium-sativum/>

[33] <https://www.pepperscale.com/siling-labuyo>