

# BİTKİSEL KÖKENLİ ETERİK YAĞLAR VE ZARARLILARA KARŞI KULLANIM OLANAKLARI

Emine TOPUZ<sup>1</sup> Nilgün MADANLAR<sup>2</sup>

1.Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, 07100-ANTALYA  
2.Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, İzmir

## ÖZET

Tarım ürünlerinde kalite ve verim kaybına neden olan zararlıları kontrol altına almak için kimyasal pestisit uygulamaları hala yoğun bir şekilde devam etmektedir. Sentetik pestisitlerin yoğun kullanımı ile çevre kirliliği, zararlılarda dayanıklılık, besinlerde kalıntı ve memelilerde toksisite gibi pek çok problemler ortaya çıkmaktadır. Bunun için bitkilerde doğal olarak bulunan bazı bileşiklerin sentetik pestisitlere alternatif olarak kullanılabilme olanaklarıyla ilgili çalışmalar önem kazanmıştır. Bu çalışmaların önemli bir kısmı bitkilerden elde edilen eterik yağların üzerinde yoğunlaşmaktadır.

Bu çalışmada eterik yağların kimyasal özellikleri, elde edilme yöntemleri ve tarım ürünlerindeki zararlılara karşı etkileri hakkında bilgiler derlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Eterik Yağlar, Zararlı, Etki Mekanizması

## Plant Essential Oils and Their Pest Control Potential

### ABSTRACT

In order to control pest in fields, extensive chemical pesticide application is still being continued that causes low yield and quality in agricultural product. With extensive uses of synthetic pesticides, many problems have been encountered such as environmental pollution, pest resistance, residue in foods and toxicity at mammals. Hence, researches on possible use of several constituents naturally occurring in plants have been important as synthetic pesticide alternatives. Most of which have been focused on plant-derived essential oils.

In this study, chemical properties of essential oils, their obtaining methods and their effects against agricultural pests have been reviewed.

**Keywords:** Essential Oil, Pest, Mode of Action

## 1.GİRİŞ

Zararlılarla mücadelenin tarihsel süreci göz önüne alındığında, bitkilerden elde edilen bileşiklerin bu amaçla kullanımı oldukça eski bir uygulama olmasına rağmen, zamanla yerini DDT'nin keşfini takiben gelişen diğer kimyasallara bırakmıştır. Uzun yıllardan beri devam eden ve özellikle de son yıllarda yoğunlaşan sentetik pestisitlerin kullanımı ekolojik dengeyi bozarak doğal hayatı ve insan sağlığını tehdit eder duruma gelmiştir. Sentetik

pestisitlerin yol açtığı olumsuz etkiler üzerine yapılan çalışmalar bu mücadele etmenlerinin hedef olmayan canlıları etkilediğini, çevrede ve ürünlerde kalıntı bıraktığını göstermektedir. Bu durum tarımsal alanda alternatif mücadele arayışını hızlandırmış ve bitkisel kökenli bileşiklerin mücadelede kullanımı son yıllarda tekrar önemli hale gelmiştir.

Uçucu yağ içeren bitkiler, içeriğinde bulunan terpenoid, alkaloid ve flavonoid gibi zararlılara karşı

kullanılabilecek biyoaktif bileşenler bakımından zengin olup halihazırda kullanılmakta olan insektisitlere alternatif olabilecek durumdadır. Özellikle pek çok bitkinin uçucu yağ bileşeni olan monoterpenoidler, faydalı böcekleri çekerek tozlaşmaya yardımcı olmakta ve bitki savunma sistemini zararlılara karşı güçlendirmektedir (Grodnitzky ve Coats, 2002; Kim ve ark., 2003). Tüm dünyada tarımsal ürünlerdeki pestisit kalıntıları nedeniyle gıda güvenliği için doğal kaynaklı insektisitler oldukça önem kazanmıştır (Ueno ve ark., 2003).

Eterik yağlar pek çok bitkide az yada çok bulunmakla birlikte özellikle doğal olarak yetişen hemen her tıbbi veya aromatik bitkide bulunmaktadır. Bugün doğada bulunan 300 e yakın bitki familyasının 1/3'ü uçucu yağ içermektedir. Uçucu yağ içeren bitkiler genellikle sıcak iklimlerde yetişmektedir. Ülkemizi de içine alan Akdeniz Bölgesi bu bakımdan en zengin floraya sahip bölgelerdendir (Ceylan, 1997).

Ancak, eterik yağların mücadele uygulamalarında kullanımının önemi, pestisitlerin yan etkilerinin ortaya çıkmasıyla, önem kazanmıştır. Bu doğrultuda bitkisel kökenli bileşiklerin hastalık ve zararlılara etkisi ile ilgili yoğun çalışmalar son yılların en önemli araştırma konuları haline gelmiştir.

Bitkilerden elde edilen bileşiklerin üzerinde durulmasının nedeni, bunların zaten doğada bulunmaları sebebiyle doğaya ek toksik madde yayılmasının söz konusu olmaması, kısa zamanda parçalanarak toprak ve su kirliliklerine yol açmamaları, ürünler üzerinde insan sağlığını tehdit edecek uzun süreli kalıntılar oluşturmamaları, seçici olmaları vb. dir. Sayılan tüm bu olumlu özelliklerinden dolayı, gittikçe artan bir ilgiyle yapılan araştırmalar sonucu, yüzyıllardır zararlılarla mücadelede

geleneksel olarak kullanılan bazı bitkisel insektisitlere son yıllarda yenileri katılmıştır. Hatta bunlardan bir kaç tane ticari boyut kazanmış bulunmaktadır (Benner, 1993).

Günümüze kadar yürütülen çalışmalarda eterik yağ bileşenlerinin zararlılara karşı böcek öldürücü (insektisit), yumurta öldürücü (ovisit), çekici (atraktant), uzaklaştırıcı (repellent), beslenmeyi engelleyici (antifeedant), gelişme ve çoğalmayı engelleyici gibi etkileri olduğu ortaya koyulmuştur (Singh ve Upadhyay, 1993; Saxena ve Koul, 1978; Mansour ve ark., 1986; Singh ve ark., 1989; Shukla ve ark., 1989; Shaaya ve ark., 1993; Mwangi ve ark., 1992; Schmitt, 1994; Ndungu ve ark., 1995; Shaaya ve ark., 1997).

Son yıllarda bitkisel kökenli pestisitlerin zararlılarla mücadelede kullanılabilecek önemli bileşikler olabileceği ortaya çıkmıştır.

## **2.ETERİK YAĞLARIN GENEL ÖZELLİKLERİ**

Bitkilerdeki eterik yağlar bütün hayati kimyasalların hücrelere taşınmasını sağlayan, savunma mekanizmalarını güçlendirerek onları hastalık ve zararlılara karşı dirençli kılan, kısacası bitkiler için hayati önem taşıyan bileşiklerdir.

Bitkiler için bu denli önemli olan eterik yağlar, bitkilerdeki eterik yağ üreten salgı hücrelerinin güneşten gelen foto elektromanyetik enerjileri tutarak glikoz yardımıyla aromatik moleküller şeklinde biyokimyasal enerjiye dönüştürmesiyle oluşur. Araştırmalar sonucu şimdiye kadar tespit edilen 30.000 civarında uçucu yağ bileşeni olduğu bildirilmiştir (Anonim, 2003).

Eterik yağlar, aromatik bitkilerden çeşitli yöntemlerle elde edilen, oda sıcaklığında sıvı halde olan, kolaylıkla kristalleşebilen, uçucu, keskin kokulu, su buharı ile sürüklenebilen, birçok bitkiye karakteristik kokusunu veren yağimsı maddelerdir (Ceylan, 1997).

### 2.1. Kimyasal Yapıları

Bitkisel uçucu yağlar oldukça farklı yapıda olup, önemli antioksidan bileşikler içerirler. Bu yağların kimyasal yapıları iki kısımdan meydana gelmektedir. Bunlar hidrokarbonlar (C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>)n ve oksijen içeren hidrokarbon türevleridir. Hidrokarbonlar ise kendi içinde hemiterpenler, terpenler ve seskiterpenler olarak üç gruba ayrılmaktadır. Oksijen içeren hidrokarbonlar ise alkoller, aldehytler, esterler, eterler, ketonlar ve fenoller olarak sınıflandırılmaktadır (Altuğ ve Elmacı, 1998).

### 2.2. Eterik Yağların Bitkilerde Buldukları ve Salgılandıkları Yerler

Uçucu yağlar, bitkinin özelliklerine göre yapraklarında, köklerinde, kabuklarında, meyvelerinde, çiçeklerinde ve bazılarında tüm bitki kısımlarında olmak üzere çok değişik organlarda yayılmış durumdadır (Ceylan, 1997; Anonim, 2003). Eterik yağların yaprakların konumuna göre de farklılık gösterdiği yapılan bir çalışmada ortaya konulmuştur. Buna göre monoterpenoidlerin ve fenolik bileşiklerin daha çok bitkinin yan kısmında bulunan yapraklarda yoğun konsantrasyonlarda bulunduğunu alt ve en üst olgunlaşmış yapraklarda daha az bulunduğunu; mentone ve pulegone gibi monoterpenoidlerin ise tipik olarak genç ve yan yapraklarda yoğun olduğunu; mentolün ise olgun nane yapraklarında

bulduğunu bildirmişlerdir (Larson ve Berry,1984).

Eterik yağların salgılandıkları yerlerde yine familyalara göre değişiklik arz ederek, salgı tüylerinde, salgı ceplerinde, salgı kanallarında ya da salgı hücrelerinde bulunurlar. (Ceylan, 1997; Anonim, 2003).

## 3. ETERİK YAĞLARIN ELDE EDİLMESİ

### 3.1. Eterik Yağ İçeren Bitkilerin Toplanması ve Kurutulması

Aromatik özellik taşıyan her türün en yüksek etken madde içerdiği devrede toplanması gerekmektedir. Gün ışığı ve sıcaklığın değişimi de etken madde miktarı için önem taşıdığından, uçucu yağ içeren bitkilerin toplanmasında güneş ışınlarının çok yoğun olmadığı saatler seçilmelidir. Ayrıca, uçucu yağlar aylara göre de değişiklik gösterdiğinden istenilen bileşenlerin fazla olduğu aylarda bitkilerin toplanmasına önem verilmelidir (Muller ve ark.,1997). Genel olarak bitkilerin toprak üstü aksamı (sap, yaprak, çiçek) çiçeklenmeden hemen önce veya çiçeklenmeden hemen sonra toplanması önerilmektedir. Örneğin zengin uçucu yağ bulduran bitkileri kapsayan Labiateae familyası için bu dönem en uygun hasat zamanıdır. Çünkü bu devrede etken madde miktarı en yüksek seviyede bulunmaktadır (Ceylan, 1997; Muller ve ark.,1997). Bitkiler hasat edildikten sonra da canlılığını devam ettirdiği için bitki bünyesindeki bileşenler de biyokimyasal faaliyetler sonucu değişime uğramaktadır. Buna ilaveten hasat sonrası yeterince kurutulmadan

uygunsuz koşullarda depolanan bitkiler mikrobiyal faaliyete maruz kalarak fermentasyona başlar ve birçok etken madde bu esnada değişime uğrar. Bunu önlemek için bitkiler toplanır toplanmaz kurutulacakları yere getirilerek alttan ve üstten hava alacak şekilde ranzalara serilerek kurutmaya alınır. Bu işlem ile, bitkideki su alınarak materyalin denge nemine ulaşması sağlanır. Kurutma aşaması, bitkiye ve kullanım zamanına uygun olarak doğal kurutma, suni kurutma, kuru ve sıcak hava ile kurutma, infraruj lambaları ile kurutma gibi farklı yöntemlerden oluşmaktadır (Ceylan, 1997).

### 3.2. Yağ Ekstraksiyon Yöntemleri ve Yağların Muhafazası

Belli bir kurutma yöntemine tabi tutularak denge nemine ulaşmış olan bitkilerin farklı ekstraksiyon metodlarına tabi tutularak yağları çıkarılır. Bunun içinde bitkinin uçucu yağ miktarı ve yapısına göre farklı yöntemler uygulanmaktadır (Ceylan, 1997; Lahlou, 2004; Buchbauer, 2000).

*Distilasyon yöntemi:* En çok uygulanan yöntemdir. Çeşitli bitki kısımları, sıcak su ya da su buharı ile muamele edilerek uçucu yağları buharlaştırılır. Bu uçucu yağlar soğutucu kısımda yoğunlaştırılır ve toplama kabında biriken eterik yağ uygun bir şekilde alınır. Distilasyonla yağ eldesi, su distilasyonu, su buharı distilasyonu ve buhar distilasyonu şeklinde 3 farklı yöntemle yapılmaktadır.

*Su diffüzyonu:* Düşük basınçlı buharın osmatik basınçtan dolayı uçucu materyalle yer değiştirmesi sistemine dayanmaktadır.

*Mekanik yöntem (Presleme yoluyla):* Turunçgil gibi kabuğundan eterik yağ elde edilen meyvelerden uçucu

yağ elde etmede bu metod daha uygundur. Bu meyvelerin kabukları presleme makinelerine verilerek eterik yağı elde edilir.

*Ekstraksiyon yolu ile eterik yağ eldesi:* Genellikle uçucu yağı az miktarda bulunan bitkilerde kullanılmaktadır. Bu yöntemde bitkilerdeki eterik yağlar bazı çözücüler yardımıyla bitkilerden alınır ve çözücüye geçen esans distilasyon yoluyla buradan ayrılır.

*CO<sub>2</sub> Ekstraksiyonu:* Super kritik akışkan ekstraksiyonudur.

Farklı metodlar sonucu elde edilmiş olan eterik yağlar, ışıktan ve sıcaklıktan olumsuz yönde etkilenecekleri için, ışık sızdırmaz kahverengi ağzı sıkı kapalı cam şişelere veya üzeri alüminyum folyo ile sarılmış sıkı kapalı tüplerde + 4°C de buzdolabı koşullarında kullanılıncaya kadar muhafaza edilmelidir.

### 3.3 Eterik Yağların Çözülmesi

Genellikle uçucu yağlar suda çok az çözünmektedirler. Bu nedenle biyolojik çalışmalarda birtakım çözücülerde çözüldükten sonra çalışma yapılabilir. Bazı çözücülerin çalışmalar yapıldıkça organizmalara toksik etkilerinin ortaya çıkmasından dolayı alternatif çözücüler gündeme gelmiştir. Şimdiye kadar üzerinde en çok çalışma yapılanlar, aseton, etilen, metanol, etanol, glikol vb. dir. Ancak son yıllarda uygun konsantrasyonlarda kullanılan deterjan bazlı çözücülerin organizmalara daha az toksik (Tween 80, Tween 20) olduğu belirtilmektedir (Lahlou, 2004).

#### 4. ETERİK YAĞLARIN ZARARLILARA KARŞI ETKİ MEKANİZMALARI

Bu bileşiklerin zararlıların kontakt etki yoluyla, fumigant etki yoluyla ve beslenme yoluyla etkileri bulunmaktadır (Prates ve ark., 1998). Bunların yanında beslenmeyi engelleyici ve uzaklaştırıcı etki de önemli yer tutmaktadır.

Eterik yağlar, uçucu bileşiklerden oluştuğu için zararlılara solunum yoluyla daha çok etkili olduklarından dolayı çalışmalar fumigant etki mekanizmasına doğru yönelmiş ve daha çok depo zararlıları üzerine yoğunlaşmıştır (Kumar ve ark., 2001; Channoo ve ark., 2002; Lee ve ark., 2003). Bu uygulamalar kapalı bir ortamda belli bir süre ile eterik yağın fumigasyonu ile gerçekleştirilmektedir. Bazı araştırmacılar, seraların da depo gibi kısmen kapalı mekanlar olmasından hareketle bu mücadele etmenlerinin sera zararlıları üzerine de fumigant etkisini araştırmaya yönelmişlerdir (Erlar ve Tunç, 2005; Choi ve ark., 2003; Aslan ve ark., 2003). Bunun yanı sıra bazı araştırmacılar, sera zararlılarının depo zararlılarına kıyasla uçucu yağ fumigasyonuna çok daha hassas olduğunu vurgulamışlardır (Tunç ve Şahinkaya, 1998).

Kontakt etki uygulamalarında ise eterik yağlar zararlının üzerine püskürtülerek kütikülası yoluyla, eterik yağ konsantrasyonunun içeriye alınması sonucu etkili olmaktadır. Uzaklaştırıcı etki ise, böceğin uçucu yağı ortamdaki solunum yolu ile alarak uzaklaşmasına sebep olması yoluyla ortaya çıkmaktadır. Bu etki, uçucu yağ bileşenlerinin özelliğine göre yağın ortamdaki tamamen uzaklaşmasına kadar da devam edebilir.

Genel olarak zararlılara karşı farklı şekillerde etkili olan uçucu yağ ve bileşenlerinin etki mekanizmaları ile ilgili

hala çok fazla çalışma bulunmamakla birlikte, beslenmeyi engelleyici ve insektisidal etki mekanizması ile ilgili bazı çalışmalar bulunmaktadır.

##### 4.1. Beslenmeyi Engelleyici Etki Mekanizması

Beslenmeyi engelleyici maddeler böcekler tarafından tadıldığında potansiyeline bağlı olarak geçici veya sürekli beslenmeyi durduran bileşiklerdir (Klocke ve ark., 1989). Bir maddenin beslenmeyi engelleyici olarak sınıflandırılabilmesi için gerekli 3 tane öge vardır. Bunlar:

1. Böceğin uygulama yapılmayan bitkiyi tercih ediyor olması,
2. Böcek aç iken muamele edilmiş veya edilmemiş olanlardan birini seçiyor olması,
3. Beslenmeyi engelleyici maddenin böceğe alınmasından sonra toksik etki meydana getirmesi.

Beslenmeyi engelleyicilerde, 3 ana etki mekanizması vardır. Bunlardan 2 tanesi bitkilerin ikincil metabolitlerinin caydırıcı ve toksik etkisidir. Böcekte caydırıcı etki periferik sinir sistemini etkileyerek beslenmesinin devamını engeller. Toksik etki ise maddenin böcekte sindirilmesinden sonra hücrelerdeki biyokimyasal ve fizyolojik faaliyetleri bozmaktadır (Mendel ve ark., 1991b).

##### 4.2. İsektisidal Etki Mekanizması

Bu konuda fazla çalışma bulunmamakla birlikte şimdiye kadar edinilen bilgilere göre eterik yağ ve bileşenlerinin insektisidal etki mekanizmaları, böceklerde asetilkolin-esteraz aktivite (Grundy ve Stil, 1985; Ryan ve Byrne, 1988) ve octopaminergic system üzerine etki

yaparak ortaya çıkmaktadır. Octopamine reseptörler, böcek sinir sisteminde neurotransmitter (sinir ileticileri), neurohormone (sinir hormonları) ve neuromodulator (sinir düzenleyicileri) gibi çok fonksiyonel bir rol oynamaktadırlar (Kostyukovsky ve ark., 2002). Hamam böcekleri ve eterik yağlarla yapılan bir çalışmada, uygulamadan sonra böceklerde hiperaktivite başlamış, kalp atışı hızlanmış ardından da bacaklarda ve abdomende aşırı gerilmeler ortaya çıkmıştır. Bunları takiben de böcek hızlı bir şekilde yere düşerek hareketsizleşmiş ve ölüm ile sonuçlanmıştır. Bu belirtilerin octopomin reseptörler vasıtasıyla oluşturulduğu bildirilmektedir (Enan, 2001).

Yapılan birçok çalışmada da octopomin reseptörler tarafından toksik sinyaller alınarak, abdomen ve bacaklarda gerilmeler başlatıldığı bildirilmiştir (Livingstone ve ark., 1980; Harri-Warrick ve Kravitz, 1984).

Ayrıca pek çok araştırmacı böceklerin sinir sisteminde çok miktarlarda octopamine reseptörlerinin bulunduğunu bildirmişlerdir Octopamin reseptörü bulunmayan memelilerde ise eterik yağların seçici etkisi gözlenmiştir. Sonuç olarak, böceklerin octopaminerjik sistemi zararlı kontrolünde hedef bölge olarak görülmüştür (Kravitz ve ark., 1976; Robertson ve Juoris, 1976; Evans, 1980; Orchard, 1982).

## **5. ETERİK YAĞLARIN VE BİLEŞENLERİNİN ZARARLILARA KARŞI BİYOLOJİK ETKİNLİĞİ**

Bitkisel kökenli pestisit kaynaklarını araştırmak üzere son 30 yıldır geniş araştırmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalarda zararlılara karşı etkinliği

üzerinde en çok durulan familyalar, Meliaceae, Rutaceae, Asteraceae, Labiateae, Piperaceae, ve Annonaceae olmuştur (Schoonhoven, 1982; Jacobson, 1989; Isman, 1995). Günümüzde ticari preparatları bulunan Azadirachtin, Neem ağacı (*Azadirachta indica*, Meliaceae) tohumlarından elde edilen bir limonoid olup, pek çok böceğe karşı etkili bir beslenmeyi engelleyici ve büyüme engelleyici olarak kullanılmaktadır (Isman, 1997; Kısmalı ve Madanlar, 1988). *Melia vollkensis*'de içeriğinde limonoid bulunduran, Diptera, Lepidoptera ve Coleoptera gibi geniş bir zararlı yelpazesine toksik etkili bir bitkidir (Mwangi ve Rembold, 1988). Apiaceae familyası bitkilerinde karakteristik olarak bulunan Furanocoumarinler, herbivor böceklerle karşı geniş toksik etkiye (Berenbaum ve ark., 1991) sahip olup, çok sayıda böceğe karşı da potansiyel bir beslenmeyi engelleyici olarak görülmektedir (Yajima, ve Munakata, 1979; Berdegue ve ark., 1997). *Pimpinella anisum*'dan elde edilen bir fenilpropanoid olan trans- anetholün ise Coleoptera, Hymenoptera ve Lepidoptera takımlarından birçok zararlı türe toksisite gösterdiği bildirilmiştir (Saraç ve Tunç, 1995a,b; Ho ve ark., 1997; Kelm ve ark., 1997).

Kontak ve fumigant aktivitesi bakımından bitki eterik yağlarının depo böceklerine karşı oldukça etkili olduğu pek çok çalışma ile ortaya çıkarılmıştır. 22 eterik yağın *Acanthocelides obtectus* üzerine fumigant aktivitesine bakılmış bunların içerisinde *Thymus serpyllum* ile *Origanum majorama* bitkilerinin eterik yağlarının oldukça toksik olduğu Regnault-Roger ve ark.,

(1993) tarafından bildirilmiştir. Daha detaylı bir diğer çalışmada ise 28 eterik yağın ve bu yağların 10 ana bileşeninin Coleoptera takımından 4 depo zararlısına fumigant etkisi denenmiş, sonuç olarak beklenenden daha fazla eterik yağ ve bileşeninin etkili olduğu ve bu etkilerin türler arasında farklılıklar gösterdiği ortaya koyulmuştur (Shaaya ve ark., 1991). Ambar zararlılarından *Sitophilus zeamais* ve *Tribolium castaneum* ile yapılan çalışmalarda, *Illium verum*, *Pimpinella anisum* ve *Syzygium aromaticum* bitkilerinin eterik yağ bileşenlerinden cinnamaldehyde, alfa pinene ve anethole bileşenlerinin kontak, fumigant ve beslenmeyi engelleyici etkileri olduğu tespit edilmiştir (Ho ve ark., 1994; Ho ve ark., 1995; Ho ve ark., 1997; Huang ve Ho, 1998; Huang ve ark., 1998).

Son yıllarda yapılan çalışmalar eterik yağların depo zararlıları dışında ki zararlılara karşı da etkili olduğunu ortaya koymuştur. *Cuminum cyminum*, *Pimpinella anisum*, *Origanum syriacum* ve *Eucalyptus camaldulensis*' in iki önemli sera zararlısı *Aphis gossypi* ve *Tetranychus cinnabarinus*'a karşı fumigant etkiye sahip oldukları bildirilmektedir (Tunç ve Şahinkaya, 1998). Lee ve ark., (1997)'nin bildirdiğine göre çok sayıda eterik yağın, *T. urticae*, *Diabrotica virgifera* ve *Musca domestica*'ya toksik etkileri bulunmaktadır.

Önemli sera zararlılarından *T. urticae* ile yürütülen diğer bir çalışmada, *Mentha* türlerinde bulunan başlıca eterik yağ bileşenlerinden mentone, pulegone ve mentholün önemli düzeyde fumigant etki gösterdiği ve bu bileşenlerin yumurta koymayı engellediğini bildirilmiştir (Larson ve Berry, 1984). Bazı eterik yağ bileşenlerinin *T. urticae*'ye karşı akaroidal etkisi üzerine yürütülen başka

bir çalışmada ise 1.8-cineole,  $\alpha$ -terpineol, verbenol ve geraniolün 10.000 ppm çözeltilisinin 24 saat sonra ancak %100 ölüm sağlayabilirken; cavracrol ve citronellolun aynı etkiyi daha düşük konsantrasyonlarda gösterdiği tespit edilmiştir. Araştırmada ayrıca carvomenthol ve terpinen-4-ol başta olmak üzere cavracrol, carvone, chlorothymol, citronellol, eugenol, geraniol, perillyl alcohol, ve thymol gibi eterik yağ bileşenlerinin akaroidal aktiviteye sahip bileşenler olduğu bildirilmiştir (Lee, ve ark., 1997, El Gengaihi ve ark., 1996).

*Eucalyptus* ve *Caryophyllum* türlerinin sivrisineklere karşı başarılı bir repellent etkiye sahip olduğu (Mayer, 1952), monoterpenoidlerden,  $\alpha$ -pinene, limonene, terpinolene, citronellol, citronellal ve camphorun çok fazla böceğe karşı yüksek repellent aktivite gösterdiği saptanmıştır (Perttunen, 1957). Eisner (1964), *Nepeta catana* uçucu yağından izole edilen nepetalacton'un 17 böcek türüne karşı uzaklaştırıcı etki gösterdiğini bildirmiştir. *Cymbopogon nardus* bitkisinden elde edilen eterik yağın sivrisineklere karşı etkili bir uzaklaştırıcı olduğu ortaya konmuştur (Varma ve Dubey, 2005). *Eucalyptus* spp., *Mentha arvensis*, *Anethum graveolens*, *Pinus* spp. ve *Cymbopogon* spp. yağlarının ambar zararlılarından *Sitophilus oryzae* L., *Callosobruchus chinensis* (L.), *Stegobium paniceum* (L.) ve ev sineği *M. domestica*'ya karşı uzaklaştırıcı etki gösterdiğini bildirmişlerdir (Singh ve Upadhyay, 1993).

Çok sayıda bitkisel kökenli ürünler beslenmeyi engelleyici olarak araştırılmaktadır. Eterik yağ bileşenlerinden olan sequiterpenoidler

üzerine son yıllarda yapılan çalışmalarda, *Aneura pinquis*'den izole edilen pinquison bileşenin güçlü bir beslenmeyi önleyici aktivite gösterdiğini, *Artemisia absinthium*'dan elde edilen bir dimeric sequiterpenoid olan absinthinin böceklerde beslenmeyi engelleyici etki gösterdiğini ve yapılan diğer bir çalışmada da eterik yağ bileşenlerinden, diterpenoid ve triterpenoidlerden olan columbin, solidagenone, marusin, limonene, nomilin, ve helvolic acidin beslenmeyi engelleyici aktiviteye sahip olduğu tesbit edilmiştir (Wada ve Munakata, 1971).

Şimdiye kadar elde edilen bilgilere göre eterik yağların içeriğinde bulunan terpenoid yapılarındaki alkali zincirleri, fenolic hidroxy veya methylenedioxy gruplarının ovicidal aktivitede etkili oldukları bununla beraber terpenoidlerin, özellikle güzel kokulu olanlarının bir yandan yumurta koyma bakımından çekici, diğer yandan ise yumurta öldürücü etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Singh ve Upadhyay, 1993).

## **6. ETERİK YAĞLARIN BİYOLOJİK ETKİNLİĞİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER**

Aynı uçucu yağ bileşeni ile yapılan çalışmalarda farklı sonuçlar ortaya çıktığı görülmüştür. Bunun sebebi ise eterik yağın kimyasal kompozisyonu, biyolojik etkinliği ve toksisitesinin bazı faktörlerden etkilendiği ve bunların da :bitkinin nemi, fenolojik dönemi, iklim, coğrafi bölge, hasad periyodu ve distilasyon tekniğindeki farklılıklar olduğu tespit edilmiştir (Panizzi ve ark., 1993). Bu faktörler daha ayrıntılı bir şekilde aşağıda verilmektedir.

- *Eterik yağın ekstrakte edildiği bitki kısmı:* Aynı bitkinin farklı kısımlarından

elde edilen eterik yağ ile yapılan biyolojik bir testte farklı sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Örneğin Molluscidal etkiye bakılan bir çalışmada *Citrus aurantium*'un yapraklarından elde edilen eterik yağ ile meyvelerinden elde edilen eterik yağın biyolojik etkinliğinin farklı olduğu gözlenmiştir (Lahlou ve Berrada, 2001b).

- *Çözücülerin etkileri:* Eterik yağları çözümede kullanılan farklı çözücülerinde biyolojik etkinliğe az veya çok etkileri bulunmaktadır. Yapılan bir çalışmada çıkan sonuçlar, eterik yağın su fazı içerisinde yeterince çözülmesi halinde etkinliğinin artacağını göstermiştir (Lahlou, 2004).

- *Eterik yağ bileşenlerinin etkileri:* Aynı bitki ile yapılan çalışmalarda farklı sonuçlar çıkmasının bir nedeni de, aynı bitkilerden elde edilmiş olan eterik yağların bileşenlerindeki nitel değişimlerdir (Altuğ ve Elmacı, 1998).

- *Kullanılan metod:* Kimyasal yapıları dolayısıyla da uçucu olarak tabir ettiğimiz bu yağlar, farklı uygulama metotlarına göre de değişik sonuçlar göstermektedir.

- *Kullanılan test organizması ve biyolojik dönemi:* Zararlının farklı dönemlerinde uygulanan eterik yağın etkileri de değişiklik arz eder.

- *Denemenin yürütüldüğü laboratuvar koşulları:* Denemenin yapıldığı ortamın nem, sıcaklık ve fotoperiyodu da çalışmanın sonucunu farklı etkiler.



## 7. ETERİK YAĞLARIN KÜLTÜR BİTKİLERİNE FİTOTOKSİK ETKİLERİ

Kimyasalların kullanılması ile bitkilerde ortaya çıkan zararlar fitotoksisite olarak tanımlanır ve belli bazı belirtiler gösterir (yapraklarda yanıklık, bitkide solgunluk, büyümede durma vb.). Fitotoksisite belirtileri çoğunlukla hastalık, zararlı ve bitki besin elementleri eksikliği belirtilerine de benzetilebilmektedir (Fink, 1999).

Serada mısır bitkisinde *Diabrotica virgifera* zararlısı üzerine bazı eterik yağ bileşenlerinin etkisini belirlemek üzere yapılan bir çalışmada bu bileşenlerin mısır bitkisine fitotoksik etkileri de test edilmiştir. Bunlardan L-Carvone çok fitotoksik iken, pulegonda herhangi bir etki gözlenmediği belirtilmiştir Aynı çalışmada thymolden elde edilen sentetik bir bileşik olan thymyl ethyl etherin thymole göre daha az fitotoksik olduğu gözlenmiştir (Lee ve ark., 1997). Şeker pancarı fidelerinde ise (+) Limonene yüksek toksisite göstermiştir (Viglierchio ve Wu, 1989). Başka bir çalışmada ise Carvone (+) ve (-) limonene buğday ve arpada salyangozlar için yapılan uygulamada bitkilere fititoksisite göstermiştir (Nijenstein ve Ester, 1998).

Diğer yandan eterik yağ bileşenlerinin istenilmeyen bu etkileri bazı uygulamalarda faydalı amaçlarla kullanılmaktadır. Örneğin, L-Carvone'un depolanan patates yumrularında filizlenmeyi önlediği ve Hollanda' da bu amaçla ticari olarak kullanıldığı bildirilmektedir (Reust 2000; Bouwmeester ve ark. 1995). Yine fitotoksik etkilerinden dolayı bazı eterik yağ bileşenlerinin yabancı ot kontrolünde kullanıma olanakları araştırılmaktadır.

## 8. ENDÜSTRİYEL ETERİK YAĞ KÖKENLİ BAZI PESTİSİTLER VE ENDÜSTRİYEL OLMA YOLUNDAKİ AKSAKLIKLAR

Üzerinde bu kadar yoğun çalışmalar yapılan ve yapılmakta olan botanik orjinli pestisitlerde bu kadar az endüstrileşme yoluna gidilmesinin sebeplerinin başında, bu pestisitleri elde ettiğimiz doğal kaynakların kıtlığı ve günden güne azalması, bitkilerin içeriğindeki bileşenlerin çeşitli faktörlere göre değişmesinden dolayı kimyasal standardizasyon ve kalite kontrolde sıkıntılar, ruhsatlandırılmasında ki sıkıntılar öne çıkmaktadır. Son yıllarda Amerika'da bitkisel kökenli pestisitlerin ruhsatlandırma çalışmalarına bazı kolaylıklar getirilmiştir. Bazı amerikan firmaları bu durumu avantaj sayarak eterik yağ kökenli pestisitleri piyasaya çıkarmışlardır. Bunlardan Mycotech firması, içeriğinde cinnamaldehyde (%30 EC) (tarçın eterik yağ bileşeni) bulunan Cinnamite<sup>™</sup> isimli bitkisel kökenli preparatı seralarda ve peyzaj alanlarında bulunan afitlere ve akarlara karşı kullanılmak üzere piyasaya sürmüştür. Bununla birlikte narenciye ve bağ alanlarında bulunan afitlere ve funguslara karşı aynı etkili maddelere sahip Valero<sup>™</sup> isimli ticari preparatı geliştirmişlerdir (Isman, 2000). 1999'un sonlarına doğru birçok ürün ruhsat almıştır. EcoSMART teknolojileri (Botanical products for the Commercial Market) eterik yağ kaynaklı pestisitlerde dünyada bir numara olma yolundadır. Eugenol ve 2-phenethyl propionate eterik yağ bileşenlerinin bulunduğu, zararlı kontrolünde profesyonel EcoPCO<sup>R</sup> ticari isimli preparatı geliştirerek

piyasaya sürmüşlerdir. Bu preparat ev zararlılarına karşı tavsiye edilmektedir. Bu preparatın daha az konsantre formülasyonu Bioganic™ ise seralarda ve peyzaj alanlarında insektisit ve akarisit olarak kullanılmaktadır (Isman, 2000).

## 9. SONUÇ

Yukarıda verilen tüm bilgiler birlikte değerlendirildiğinde, genel olarak bitkisel kökenli pestisitlerin zararlılar üzerine etkili oldukları, çevre ve insan sağlığı açısından avantajları bulunduğu bir gerçektir. Bu eterik yağ bileşenlerin uçucu özellikte olması nedeniyle özellikle kapalı alanlarda mücadele potansiyeline sahiptirler. Ancak halen içeriği ve etkinliği bilinmeyen doğada pek çok bitki mevcut olduğu düşünülerek çeşitli kaynaklardaki uçucu yağ bileşenlerinin zararlılar üzerine etkilerinin araştırılmasına ve başarılı sonuç veren bitkilerin kültüre alma ve bunların bileşenlerinin miktarlarını arttırmaya yönelik laboratuvar ve saha çalışmalarına ihtiyaç vardır. Ayrıca bu bileşenlerin yapıları aydınlatılarak sentetik olarak üretilebilme ve hatta yapısal olarak modifiye edilerek zararlılara karşı etkinliğini arttırmaya yönelik çalışmalar gerçekleştirilmelidir. Bitkisel kökenli pestisitlerin de mutlaka çevre ve insan sağlığı açısından yan etkilerinin araştırılması ve güvenilirliğinin bilimsel çalışmalarla ortaya konulması gerekmektedir.

### Kaynaklar

- Altuğ, T. ve Y. Elmacı, 1998. Gıdalarda Doğal Olarak Bulunan Lezzet Bileşenleri. Gıda Kimyası, Hacettepe Üniv. Yayınları, Ankara, 453-486.
- Anonim, 2003. Nature's Amazing Healing Oils!. Biotech News, 12pp.

- Aslan, İ., H. Özbek, Ö. Çalmaşur and F. Şahin, 2004. Toxicity of Essential Oil Vapours to Two Greenhouse Pests, *Tetranychus urticae* Koch and *Bemisia tabaci* Genn. Industrial Crops and Products, 19(2):167-173.
- Benner, J.P., 1993. Pesticidal Compound from Higher Plants. *Pestic.Sci.*, 39: 95-102.
- Berdegue, M., K.K. White, J.T. Trumble, 1997. Feeding Deterrence of *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) Larvae by Low Concentrations of Linear Furanocoumarins. *Environ. Entomol.*, 26, 912-919.
- Berenbaum, M.R., J.K. Niato A.R. Zangerl, 1991. Adaptive Variation in the Furanocoumarin Composition of *Pastinaca sativa* (Apiaceae). *J. Chem. Ecol.*, 17, 207-215.
- Bouwmeester, H.J., J.A.R. Davies and H. Toxopeus, 1995. Enantiomeric Composition of Carvone, Limonene, and Carveols in Seeds of Dill and Annual and Biennial Caraway Varieties. *J. Agric. Food Chem.*, 43: 3057-3064.
- Buchbauer, G., 2000. The Detailed Analysis of Essential Oils Leads to the Understanding of their Properties. *Perfumer & Flavorist*, 25: 64-67.
- Ceylan, A., 1997. Tıbbi bitkiler - II (Uçucu yağ bitkileri). Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayını, No: 481, 1-27.
- Channoo, C., S. Tantakom, S. Jiwajinda, and S. Isichakul, 2002. Fumigation Toxicity of Eucalyptus Oil against three-Product Beetles. *Thai J. Agric. Sci.* 35, 265-272.
- Choi, W.I., E.H. Lee, B.R. Choi, H.M. Park and Y.J. Ahn, 2003. Toxicity of Plant Essential Oils to *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). *J. Econ. Entomol.*, 96(5):1479-1484.
- Eisner, T., 1964. Catnip: its Raison D'etre. *Science*, 146: 1318-1320.
- El-Gengaihi, S.E., S.A.A. Amer and S.M. Mohamed, 1996. Biological Activity of Thymol against *Tetranychus urticae* Koch. *Anz. Schadlingskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz.*, 69:157-159.
- Enan E., 2001. Insecticidal Activity of Essential Oils: Octopaminergic Sites of

- Action. Comp Biochem Physiol. Toxicol Pharmacol., 130(3):325-37.
- Erlar, F. and İ.Tunç, 2005. Monoterpenoids as Fumigants against Greenhouse Pests: Toxic, Development and Reproduction-Inhibiting Effects. *Z. Pflanzenkrankh. Pflanzensch.- J. Plant Diseases. Protection*, 112(2): 181-192.
- Evans, P.D., 1980. Biogenic Amines in the Insect Nervous System. *Adv Insect Physiol.*, 15: 317-473.
- Fink, S., 1999. Pathological and Regenerative Plant Anatomy. *Encyclopedia of Plant Anatomy XIV*. Berlin, Stuttgart: Gebrüder Borntraeger. 1095 pp.
- Grotnitzky, J.A., J.R.Coats, 2002. QSAR Evaluation of Monoterpenoids insecticidal Activity. *J. Agric. Food. Chem.*, 50:4576-4580.
- Grundy, D.L and C.C.Still, 1985. Inhibition of Acetylcholinesterases by Pulegone-1,2-Epoxyde. *Pestic. Biochem. Physiol.* 23:383-388
- Harria-Warrick, R., and E.A. Kravitz, 1984. Cellular Mechanisms for Modulation of Posture by Octopamine and Serotonin in the Lobster. *J Neurosci*, 4(8):1976-93.
- Ho, S.H., L.P.L.Cheng, K.Y.Sim and H.T.W., 1994. Potential of Gloves (*Szygium aromaticum* (L.) Merr. And Perry) as a Grain Protectant against *Tribolium castaneum* (Herbst.) and *Sitophilus zeamais* Motsch. *Postharvest Biol. Technol.*, 4: 179-183.
- Ho, S.H., Y.Ma, P.M.Goh and K.Y. Sim, 1995. Star Anise, *Illicium evrum* Hook F. as a Potential Grain Protectant Against *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Motsch. *Postharvest Biol. Technol.*, 6, 341-347.
- Ho, S.H., Y.Ma, Y.Huang, 1997. Anethole, a Potential Insecticide from *Illicium Verum*, Against Two Stored Product Insects. *Int. Pest Control.*, 39, 50-51
- Ho, S.H., L.Koh, Y.Ma, and K.Y.Sim, 1997. The Oils of Garlic, *Allium Sativum* L. (Amaryllidaceae), as a Potential Grain Protectant against *Tribolium Castaneum* (Herbst) and *Sitophilus Zeamais* Motcsh. *Postharv. Biol. Technol.*, 9: 41-48.
- Huang, Y. and S.H.Ho, 1998. Toxicity and Antifeedant Activities of Cinnamaldehyde against the Grain Storage Insects, *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Motsch. *J. Stored. Prod. Res.*, 34, 11-17.
- Huang, Y., S.K.Hee and S.H.Ho, 1998. Antifeedant and Growth Inhibitory Effects of  $\alpha$ -pinene on the Stored-Product Insects, *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Motsch. *Int. Pest Control*, 40(1), 18-20.
- Isman, M.B., 1995. Leads and Prospects for the Development of new Botanical Insecticides. *Rev. Pestic. Toxicol.*, 3, 1-20.
- Isman, M.B., 1997. Neem and Other Botanical Insecticides: Barriers to Commercialization. *Phytoparasitica*, 25: 339-344.
- Isman, M.B., 2000. Plant Essential Oils for Pest and Disease Management. *Crop Protection*, 19: 603-608.
- Jacobson, M., 1989. Botanical Insecticides. Past, Present and Future. In: *Insecticides of Plant Origin*. Ed. By Arnason, J.T., Philogene, B.J.R., Morand, P. *Am. Chem. Soc. Symp. Ser.* 387, 1-10.
- Kelm, M.A., M.G.Nair, R.A., Schutzki, 1997. Mosquitocidal Compounds from *Magnolia salicifolia*. *Int. J. Pharmacog.*, 35, 84-90.
- Kısmalı, Ş. ve N.Madanlar, 1988. *Azadirachta indica* A. Juss (Meliaceae)'nın Böceklere Etkileri Üzerinde bir İnceleme. *Türk. Entomol. Derg.*, 12(4):239-249.
- Kim, S.I., J.Y.Roh, D.H.Kim, H.S.Lee and Ahn, Y.J., 2003. Insecticidal Activities of Aromatic Plant Extracts and Essential Oils against *Sitophilus oryzae* and *Callosobruchus chinensis*. *J. Stored. Prod. Res.*, 39, 293-303.
- Klocke, J.A., M.F.Balandrin, M.A.Barnby and R.B. Yanasaki, 1989. Limonoids, Phenolics and Furanocoumarins as Insect Antifeedants, Repellents, and Growth Inhibitory Compounds. In *Insecticides of Plant Origin ACS Symposium Series*, 387: 136-149.
- Kostyukovsky, M., A.Rafaeli, C.Gileadi, N. Demchenko, and E.Shaaya, 2002. Activation of Octopaminergic Receptors by Essential Oil Constituents Isolated from Aromatic Plants: Possible Mode of Action against Insect Pests. *Pest Manag Sci.*, 58:1101-1106 .

- Kravitz, E.A., B.A. Battelle, P.D. Evans, B.R. Talamo and B.G. Wallace, 1976. Octopamine Neurons in Lobsters. *Neurosci. Symp.*, 1, 67-81.
- Kumar, S., S.A. Hasan, S. Dwivedi, A.K. Kukreja, A. Sharma, A.K. Sing, S. Sharma, and R. Tewari, 2001. Toxicity of Essential Oil from *Lippia alba* towards Stored Grain Insects. *J. Medic. Aromatic. Plant. Sci.*, 22/23 (4A/1A), 117-119.
- Lahlou, M. and R. Berrada, 2001b. Potential of Essential Oils in Schistosomiasis Control in Morocco. In *J. Aromather.*, 11:89-96.
- Lahlou, M., 2004. Methods to Study the Phytochemistry and Bioactivity of Essential Oils. *Phytother. Res.*, 18: 435-448.
- Larson, K.C. and R.E. Berry, 1984. Influence of Peppermint Phenolics and Monoterpenes on Two spotted Spider Mite (Acari: Tetranychidae). *Environ. Entomol.*, 13:282-285.
- Lee, S., R. Tsao, C. Peterson, J.R. Coates and S.K. Lee, 1997. Insecticidal Activity of Monoterpenoids to Western Corn Rootworm (Col.: Chrysomelidae), Twospotted Spidermite (Acari: Tetranychidae), and Housefly (Dip.: Muscidae). *Journal of Economic Entomology*, (90): 883-892.
- Lee, S., C.J. Peterson and J.R. Coats, 2003. Fumigation of Monoterpenoids to Several Stored Products. *J. Stored Prod. Res.*, 39, 77-85.
- Livingstone, M., R. Harria- Warrick and E.A. Kravitz, 1980. Serotonin and Octopamine Produce Opposite Postures in Lobsters. *Science*, 208, 76-79.
- Mansour, F., U. Ravid and E. Putievsky, 1986. Studies on the Effects of Essential Oils isolated from 14 Species of Labiatae on the Carmine Spider Mite *Tetranychus cinnabarinus*. *Phytoparasitica*, 14:137-142.
- Mayer, K., 1952. Prophylaxe und Therapie bei Mückenstichen. *Pharmazie*, 7: 150-157.
- Mendel, M.J., A.R. Alford, M.S. Rajab, M.D. Bentley, 1991b. Antifeedant Effects of Citrus Limonoids Differing in A-ring Structure on Colorado Potato Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) Larvae. *J. Econ Entomol.*, 84(4): 1158-1162.
- Muller-R., F.J., B.M. Berger, O. Yeğen, and C. Cakır, 1997. Seasonal Variations in the Chemical Compositions of Essential Oils of Selected Aromatic Plants Growing Wild in Turkey. *J. Agric. Food. Chem.*, 45:4821-4825.
- Mwangi, R.W. and H. Rembold, 1988. Growth Inhibiting And Larvicidal Effects of *Melia Volkensii* Extracts on *Aedes Aegypti* Larvae. *Entomol. Exp. Appl.*, 46, 103-108.
- Mwangi, J.W., I. Addae-Mensah, G. Muriuki, R. Munavu, W. Lwande and A. Hassanali, 1992. Essential Oils of Lippia Species in Kenya. IV: Maize Weevil (*Sitophilus zeamais*) Repellency and Larvicidal Activity. *International Pharmacognosy*, 30(1):9-16.
- Ndungu, M., W. Lwande, A. Hassanali, L. Moreka and S.C. Chhabra, 1995. Cleome monophylla Essential Oil and its Constituents as Tick (*Rhipicephalus appendiculatus*) and Maize Weevil (*Sitophilus zeamais*) repellents. *Entomology Experimentalis et Applicata.*, 76:271-222.
- Nijenstein, J.H. and A. Ester, 1998. Phytotoxicity and Control of the Field Slug *Deroceras reticulatum* Seed Applied Pesticides in Wheat, Barley and Perennial Ryegrass. *Seed Science and Technology*, 26:501-513.
- Orchard, I., 1982. Octopamine in Insects: Neurotransmitter, Neurohormone and Neuromodulator. *Can. J. Zool.*, 60: 659-669.
- Panizzi, L., G. Flamini, P.L. Cioni, and I. Morelli, 1993. Composition and Antimicrobial activity of Essential Oils of Four Mediterranean Lamiaceae. *Journal of Ethnopharmacology*, 39, 167-170.
- Perttunen, V., 1957. Reactions Of Two Bark Species, *Hylurgops Palliatus* Gyll. And *Hylastes Ater* Payk. To The Terpene  $\alpha$ -Pinene. *Suomen Hyonteistieteellinen Aikakauskirja* 23; 10 1 - I 10.
- Prates, H.T., J.P. Santos, J.M. Waquil, J.D. Fabris, A.B. Oliveira and J.E. Foster, 1988. Insecticidal Activity of Monoterpenes against *Rhyssopertha dominica* (F.) and *Tribolium castaneum* (Herbst.) . *Journal of Stored Products Research*, 34:243-249.
- Regnault- Roger, C. Hamraoui, A. Holeman, M.E. Theron, and R. Pinel, 1993. Insecticidal Effect of Essential Oils from Mediterranean Plants Upon

- Acantocelides obtectus* Say (Col.: Bruchidae), Apest of Kidney Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) . J. Chem. Ecol., 19, 1233-1244.
- Reust,W., 2000. Carvone, a New Natural Sprouting Inhibitor for Potato Storage. Revue Suisse d'Agriculture, 32:150-152.
- Robertson,H.A. and A.V.Juoris, 1976. Octopamine and Some Related Noncatecholic Amines in Invertebrate Nervous System. Int. Rev. Neurobiol., 19, 173-224.
- Ryan,MF. and O.Byrne, 1988. Plant Insect coevolution and inhibition of Acetylcholinesterase. J. Chem. Ecol.14:1965–1975.
- Sarac,A. and I.Tunc, 1995a. Toxicity of Essential Oil Vapours to Store-Product Insects. J. Plant Dis. Prot. ,102, 69–74.
- Sarac,A.and I.Tunc, 1995b. Residual Toxicity and Repellency of Essential Oils to Store Product Insects. J. Plant Dis. Prot., 102, 429–434.
- Saxena,B.P. and O.Koul, 1978. Utilisation of Essential Oils for Insect Control. Indian Perfum, 22:139.
- Schmitt, A., 1994. Plant Extracts as Pest and Disease Control Agents. Proceedings of the International Meeting. 2-3 June, 264-272.
- Schoonhoven,L.M., 1982. Biological Aspects of Antifeedants. Entomol. Exp. Appl., 31, 57-69.
- Shaaya,E., U.Ravid, N.Paster, B.Juven, U.Zisman, and V.Pisarev, 1991. Fumigant Toxicity of Essential Oils against Four Major Stored Products Insects. J. Chem. Ecol., 17: 499-501.
- Shaaya,E., U.Ravid, N.Paster, M.Kostjukovsky, M.Menasherov and S.Plotkin, 1993. Essential Oils and their Components as Active Fumigants against Several Species of Stored Product Insects and Fungi. Acta Horticulturae, International Symposium on Medicinal and Aromatic Plants, 344:131-137.
- Shaaya, E., M.Kostjukovski, J.Eilberg and C.Sukprakarn, 1997. Plant Oils as Fumigants and Contact Insecticides for the Control of Stored Product Insects. J. Stored. Prod. Res., (33):7-15
- Shukla,H.S., P.D.Upadhyay, and S.C.Tripathi, 1989. Insect Repellent Property of Essential Oils of *Foeniculum vulgare*, *Pimpinella anisum* and Anethole. Pesticides., 23: 33-35.
- Singh, D., M.S.Siddiqui and S.Sharma, 1989. Reproduction retardant and Fumigant Properties in Essential Oils against Rice Weevil (Co.: Curculionidae) in Stored Wheat. Journal of Economic Entomology, 82:727-733.
- Singh,G. and R.K.Upadhyay, 1993. Essential Oils: A Potent Source of Natural Pesticides. Journal of Scientific and Industrial Research, 52:676-683.
- Tunç,İ. and Ş.Şahinkaya, 1998. Sensivity of Two Greenhouse Pests to Vapours of Essential Oils. Ent.Exp. et .Appl., 86:183-187.
- Ueno,E., H.Oshima, I.Saito, H.Matsumoto and H. Nakazawa, 2003. Determination of Organophosphorus Pesticide Residues in Onion and Welsh Onion by Gas Chromatography with Pulsed Flame Photometric Detector. J. Pestic. Sci., 28, 422-428.
- Varma,J., N.K.Dubey, 2005. Prospectives of Botanical and Microbial Products as Pesticides of Tomorrow. <http://www.ias.ac.in/currsci/jan25/articles22.htm>
- Viglierchio, D.R, F.F.Wu 1989. Selected Biological Inhibitors for *Heterodera schachtii* Control. Nematropica 19:75–79
- Yajima,T. K.Munakata, 1979. Phloroglucinol Type Furanocoumarins, a Group of Potent Naturally Occurring Insect Antifeedants. Agric. Biol. Chem., 43, 1701–1706.
- Wada, K. & K. Munakata. 1971. Insect Feeding Inhibitors in Plants. III. Feeding Inhibitory Activity of Terpenoids in Plants. Agr. Biol. Chem. 35:115-118.