

PESTİSİTLERİN ARILARA OLUMSUZ ETKİLERİ

Hikmet ÖZBEK (1)

ÖZET

Pestisitler içerisinde arılara en fazla zarar veren ilâçlar insektisitlerdir. Arazide ilâçla temas haline gelen arılarda önemli derecede ölüm olduğu gibi, ilâçlarla bulaşık nektar ve pollenlerin kovanlara getirilmesiyle de buradaki ergin ve larvalar da değişik düzeylerde bu ilâçlardan etkilenmektedirler. Arıların pestisitlerden zarar görmesini önlemede; olanaklar ölçüsünde bitkilere çiçeklenme devrelerinde ilâç atılmaması, meyve bahçelerindeki çiçekli yabancı otların imhası, daha çok selektif ilâçların kullanılması, arılıkların fazla ilâçlama yapılan alanlardan uzaklarda kurulması, kısa süreli ilâçlamalarda ilâçlamanın gece yapılması veya arıların kovanlarda kapalı tutulması ve yetiştiricilerin bu konuda eğitilmeleri gerekmektedir.

Giriş

Bal arılarının pestisitlerden etkilenmeleri, oldukça eskilere kadar uzanmaktadır. Todd and McGregor (1952), ABD'de elma içkurdu mücadelesinde kullanılan Paris yeşilinin 1870 yılında önemli miktarda arı ölümüne neden olduğunu belirtmektedirler. Pestisitlerin arılara olan zararlarının giderek artması karşısında ABD'deki Ekonomik Entomoloji Cemiyeti 1891 yılında bir komite oluşturarak bu soruna çözüm yolu araştırılmasını kararlaştırmıştır. O günlerden günümüze dek pestisitlerin sayılarındaki artış ve kullanım alanlarının genişlemesi, baları ve yabanarılarının daha fazla etkilenmelerine neden olmuştur. Nitekim, Levin (1970), Pestisitler nedeniyle 1967 yılında ABD'de 50.000 koloninin öldüğü veya zarar gördüğünü belirtmektedir. Wearne et al. (1970) ve Barnes (1972), arıcılıkta en büyük sorunun pestisitler nedeniyle meydana gelen arı kaybı olduğunu ve bunun arı endüstrisinde % 10 civarında bir zarar oluşturduğunu kaydetmektedirler.

Bir tarım ülkesi olan yurdumuzda; arıcılık, oldukça önemli bir geçim kaynağı olduğu gibi arı tozlaşmasına gereksinme duyan bitkilerin sayısı da fazladır. Bal arıları ve çok zengin olan yabanarı faunasının pestisitlerden zarar gördüğü ve

(1) Atatürk Üni. Ziraat Fak. Bitki Koruma Bölümü Erzurum.

arıcılarla zirai mücadele ilâçlarını tatbik edenler arasında sürekli bir sürtüşmenin varlığı bir gerçektir. Ancak, arıların ne oranda zarar gördüklerini belirtir bir çalışma mevcut değildir.

Arıların Pestisitlerden Etkilenme Belirtileri

Arı zehirlenmesinin en genel belirtisi arı kovanları önünde bol miktarda ölü arıların görülmesidir. Johansen (1977), Todd'a atfen bir kovan önünde günde 100 ölü arıya rastlanmasını normal ölüm, 200-400'ü düşük seviyede ölüm, 500-900 orta derecede ve 1000 ve fazlasını da yüksek düzeyde ölüm olarak kabul etmektedir.

Pestisitler, arılara kontakt, fümigasyon ve mide zehiri olmak üzere üç yolla etki ederler. Her pestisitde bunlardan bir, iki veya üçü bir arada görülür. Arılar, değişik insektisit zehirlenmelerine karşı farklı belirtiler gösterirler. Arsenik zehirlenmesinde; başlangıçta kovan içerisindeki arıların hareketleri azalır ve görevlerini ihmal ederler. Bunun sonucu olarak larvalar açlıktan ve susuzluktan ölürler. Arıların abdomenlerinin içeriği sarımsı bir sıvı ile dolar ve abdomen şişer, kanatlar ve bacaklar felç olur ve nihayet ölürler (McGregor 1976). DDT'de ise belirtiler daha farklı olmakta; arıların davranışı düşük sıcaklıkta hareket eden arılarınkine benzemektedir. Arılar; dal, yaprak veya toprak üzerindeki sıcak noktalara konar ve taciz etmedikçe hareketsiz kalırlar. Bazen tünkedikleri yerden düşer ve yavaş yavaş hareket ederler veya birkaç metre ileriye kadar uçarlar. Tamamen takatsız hale gelince yan veya sırt üstü yatar, bacak ve antenlerini zayıfça hareket ettirirler (McGregor 1976). BHC li ilâçlara maruz kalan arılarda iğnelerini batırma eğilimi çok fazla olur. Organik fosforlu ilâçlar ise arılarda saldırganlığı artırır, ölen arılarda; dil uzar, kursaklarından çıkan nektar sonucu vücut ıslak ve yapışkan bir hal alır. Diğer taraftan şaşkınlık, felç, anormal silkinme veya ani hareketler ve sırt üstü yatarak dönme bazı organik klorlu; organik fosforlu ve karbamatlı ilâçların arılarda yaptıkları zehirlenme belirtileridir (Johansen 1977). Carbaryl ve dieldrinle zehirlenmiş olan arılarda; hareket çok yavaşlar, adeta soğuktan üşür bir görünüm arz ederler. Bu durumdaki arılar, 2-3 gün içerisinde ölürler. Carbaryl ile zehirlenmenin tipik bir belirtisi de arıların kovanın uçuş tahtasında sağa sola yürümelerine karşın bir türlü uçmayışlarıdır (Johansen 1979). Bazı ilâçların etkisiyle arıların iletişimlerinde de sapmalar olmaktadır. Nitekim, Schricker and Stephen (1970), parathionu arılara öldürücü doz altında tatbik ettiklerinde bu arıların besin maddelerinin bulunduğu yerin istikametini ve uzaklığını tayinde hata yaptıklarını saptamışlardır.

Arıların pestisitlerin etkisiyle zehirlenmelerinin bir diğer belirtisi de, kovan içerisindeki temizliğin çok azalması şeklinde kendini gösterir. Kovandaki işçi arılar arı ölümlerini dışarı atamazlar. Bu yüzden kovanın giriş deliği civarında bol miktarda ölü arı birikir. Bu durumu kış ölümleri ile karıştırmamak gerekir; pestisitlerin etkisi ile ölen arılara kovanın üst kısımlarında rastlanmaz, bunların tamamı ko-

vanın tabanındadır. Halbuki, kış ölümlerinde ölü arıları kovanın her tarafında görmek mümkündür. Hatta, bazıları hücreler içerisine başları sokulu vaziyette kalmış olabilirler (Johansen 1979).

Kovanın içerisinin pestisitlerle bulaşması genel olarak araziden işçi arıların getirdiği ilâçlı polenlerle olmaktadır. Bu yüzden toz formülasyonlar sıvı olanlara oranla daha tehlikeli olmaktadır. Kovanda yeni çıkmış olan işçi arılarda (Bunlar diğerlerine oranla daha açık renktedir) ölüm görülmesi polenlerin ilâçlı oluşunun en güzel kanıtıdır. Yeni çıkan işçi arılar, kovan içerisinde polenle beslenir ve bir kaç gün sonra ana arının en önemli gıdası olan ana sütü (rolay jelly) meydana getirirler. İşte, ana arıya ana sütü hazırlayan bu işçi arılardaki ölüm; ana arının yeterince arı sütü almasını engeller ve ana arının yetersiz beslenmesi yumurta veriminin düşmesine, düzensiz yumurta koymasına, ana arı pheromonlarının azalmalarına neden olmaktadır. Ana arı direkt olarak da ilâçlardan etkilenebilir. Bu, yumurta koymadaki düzensizlikler şeklinde kendisini gösterdiği gibi, daha da ileri giderek ölümle sonuçlanabilmektedir. Kovanın ilâçla bulaşık olması, larva ölümlerine de neden olmaktadır. Ayrıca, dışardan nektar ve polen getirmekle görevli arıların ölümü kovana getirilen gıda maddelerinin miktarında da düşüş olmasına sebep olmaktadır. Bunun sonucu olarak larvalarda ölüm görülmektedir (Johansen 1977, 1979). Johansen, bazı arıların larvalarda görülen bu ölüm olayının soğuktan ileri geldiğini zannettiklerini belirtmekte, arıların insektisitlerden etkilendiği dönemde çevredeki sıcaklığın larvaları öldürecek kadar düşük olmadığını kaydetmektedir.

Bitkilerin tozlaşmasında büyük önem taşıyan ve bu amaçla bazıları yapay yuva ve kovanlarda yetiştirilen ve yeryüzünde 20.000 kadar türü bulunan yaban arıları da pestisitlerden bal arıları kadar, belki de daha fazla zarar görmektedirler. Yaban arılarının etkilenmesi; direkt temas ve arıların gıda kaynağı olan nektar ve polenlerin pestisitlerle bulaşması yanında, yuva yapımında kullandıkları; yaprak, diğer bitki parçaları, toprak ve benzer materyelin kirlenmesi yollarıyla da olmaktadır (Johansen 1977). Diğer taraftan, yaban arılarının, bal arılarına oranla bazı pestisitlere daha hassas oldukları tesbit edilmiştir. Nitekim, Palmer-Jones and Forster (1958), DDT nin balaralarına uzaklaştırıcı (repellent) etki yapmasına karşın, bambul arılarına yapmadığını ve bu yüzden ölümün bunlarda daha fazla olduğunu belirtmektedirler. Johansen (1966), *Megachile rotundata* ve *Nomia melanderi*'nin teste alınan 29 pestisite bal arılarından daha hassas olduğunu saptamıştır. Ancak, Johansen, besleme testlerinde *M. rotundata*'nın balaralarına oranla malathion, toxaphen, DDT ve demeton gibi ilâçlara Dylox, Sevin ve Keltan'dan daha az hassas olduğunu da saptamıştır.

Arıların Pestisitlerden Etkilenmesine Yardımcı Olan Faktörler

Johansen (1979), bitkilerin çiçeklenme devresinde ilâçlanmasının çok yüksek düzeyde arı ölümlerine neden olduğunu kaydetmekte, özellikle meyve ağaçları

gibi çiçeklenme devresi kısa süren bitkilerde bu durumun göz önünde tutulmasının, arıların ilâçlardan etkilenmesini önemli derecede azalttığını belirtmektedir. İlâçların bakiye tesiri de büyük önem taşımakta, kalıcı olan ilâçlar arılar için sakıncalı olmaktadır. İlâçların kalıcılığına sıcaklık önemli derecede etki etmektedir. Benedek (1975), gece sıcaklığının düşmesinin mevinphos'da residual toksisiteyi artırdığını saptamıştır. Johansen (1979)'a göre; yazın, gece serin gündüz sıcak olduğu günlerde, sabahleyin bitkiler üzerine düşen çiğ miktarı fazla olmakta, bu da bitkiler üzerindeki ilâçlarda rezidual toksisiteyi artırmaktadır. Johansen yaptığı araştırmada; acephate'in yapraklar üzerindeki bakiyesi, 10°C de toksisitesini 3 gün sürdürmesine karşın, 30°C de ancak 4 saat devam etmektedir. Pestisitlerin arılara toksisitelerinin bölgeler arasında farklı olmasının iklim değişiklikleri ile izah edilebileceği belirtmekte, malathion sıcak yörelerde fumigant etkiye sahipken, serin yörelerde bu etkisinin bulunmadığı kaydedilmektedir (Johansen 1979). Benzer şekilde; mevinphos, sıcak bölgelerde çok kısa kalıcı etkiye sahip olmasına ve arılar uçuşta olmadığı zaman tatbik edilebilmesine rağmen, serin olan bölgelerde bu ilâcın kalıcı etkisi bir gün devam etmekte ve çiçeklenme zamanı kullanılamamaktadır (Johansen 1978). Diğer taraftan, Georgiou and Atkins (1964) ve Johansen (1979), DDT ve carbaryl'in arılara düşük sıcaklıkta, yüksekteki oranla daha fazla toksik olduğunu belirtmektedirler.

İlâçlama zamanı da arıların ilâçlardan etkilenmesinde büyük önem taşımaktadır. Akşamın geç saatlerinde, gece veya sabahleyin erkenden kısa kalıcı etkiye sahip ilâçlarla yapılan aplikasyonlardan arılar zarar görmemektedirler (Anderson and Atkins 1968). Bu durumu; özellikle arı tozlaşmasına gereksinime duyan bitkilerin ilâçlamasında daha önemli olmaktadır. İlâç atımında zamanlamanın önemini vurgulayan Johansen (1979), sabahleyin erken saatlerde yapılan ilâçlamada, akşamın geç saatlerinde yapılan oranla arı zayıyatının 2-4 katı daha fazla olduğunu belirtmektedir. Mısır tarlasında arı faaliyeti saat 8.00 ve 12.00 arasında olmaktadır. Zira mısır bitkisinde antherler erkek çiçeklerden düşük sıcaklık ve yüksek rutubeti takiben saat 4.00-12.00 arası yayılırlar. Sıcaklık yükseldikçe çift anter tüplerinin tabanındaki delikler açılır ve polen tanecikleri dışarı çıkarlar. Arılar, mısır tarlasına polen toplamak için polen tanecikleri dışarı çıkınca girerler. Bu yüzden mısır tarlasında ilâçlama saat 13.00-24.00 arasında yapılırsa arı zayıyatı çok düşük düzeyde kalmaktadır (Johansen 1979).

Arıların ilâçlardan etkilenmelerinde ilâç formülas yonlarının da önemli derecede etkili olduğu birçok araştırmacılar ortaya konmuştur. Johansen and Kleinschmidt (1972), toz ilâçların sıvı halde atılanlardan daha fazla arı tahribatına sebep olduğunu belirtmektedirler. Aynı araştırmacılar, ıslanabilir toz ilâçlarda kalıcı etkinin emülsiyon konsantre olanlara oranla daha uzun olduğunu da saptamışlardır. Johansen (1979) de araştırmalarında sıvı formülasyonlarla yaptığı aplikasyonlarda etkili madde toz formülasyonlara oranla daha fazla olmasına rağmen toz ilâçlarda ölümün, sıvı ilâçlamalarının 6 katı daha fazla olduğunu tesbit

etmiştir. Bazı sıvı ilaçlara çözücü ve yağlı maddelerin katılması arılara olan toksisiteyi azaltmaktadır. Örneğin, deneton içerisinde xilen miktarı arttıkça, arılara daha az zehirli olmaktadır (Johansen 1977). Diğer taraftan, trichlorfona asit ilavesi; yoncada bulunan zararlı böceklere olan öldürücü etkiyi artırmasına karşın, yaban arıları ve bal arılarına fazla olumsuz etki yapmadığını Johansen and Eves (1972) saptamışlardır. Johansen (1979), methyl parathion'un mikro-kapsüllerinin emülsiyon konsantre formülasyonundan arılara daha az toksik olduğunu, fakat arıların polymeric mikro-kapsülleri özel toplama eğilimi gösterdiklerini belirtmektedir. Johansen and Eves (1972), granüler formülasyonun arılara toksisitesinin diğerlerinden daha düşük olduğunu kaydetmektedir.

Arıların ilaçlama alanına olan uzaklığı arttıkça, arı ölümü de ters orantılı olarak azalmaktadır. Moffett and Stith (1972), pamuk zararlılarına karşı parathion kullanmış ve ilaçlama sahasının arıların bulunduğu yere uzaklığı arttıkça, arı ölümlerinin azaldığını saptamışlardır. Johansen (1979) birçok araştırmacıların bu mesafeyi 5-6km olarak saptadıklarını belirtmektedir. Aynı araştırmacı çalışmalarında ilaçlama alanından 1 km uzaklaşıldığında ilaçlama sahasındaki ölüme oranla 9 kat bir düşüşün görüldüğünü de tesbit etmiştir.

Arıların yaşı ve vücut büyüklüğü de pestisitlerden etkilenmede rol oynamaktadır. Yeni çıkan arıların DDT, dieldrin ve carbaryle, yaşlı arıların ise malathion ve methyl panathion'a daha hassas oldukları saptanmıştır. *Megachile rotundata*'nın yeni çıkan erginleri, 3-4 haftalık olanlara oranla insektisitlere daha fazla tolerans göstermektedirler. *M. rotundata* (ort.ağ. 24 m) *Nomia melanderi* (ort.ağ. 80 mg)'ye oranla daha hassasken, *N. melanderi* de bal arılarına (ort.ağ. 128 mg) ve *Bombus* spp. (Ort. ağ. 180 mg)'ye göre daha hassas olmaktadır (Mayland and Burkhardt 1970, Johansen, 1972, 1979).

İlaçlarda arılara toksisite yönünden bir selektivitenin varlığı da birçok araştırmacılar tarafından ortaya konmuştur. El-Aziz et al. (1969), altı karbamat grubu insektisit bal arılarına çok toksit olduğunu, bunun da bal arılarının vücudunda bulunan ve karbamatların parçalanmasında etkili olan phenolase enziminin diğer böceklere oranla çok düşük seviyede oluşundan ileri geldiğini belirtmektedirler. Ahmad and Johansen (1973), mevzii damla yöntemini tatbik ederek trichlorfon'un LD50 değerini bal arılarında 28.5, erkek *Megachile rotundata*'da 250.0 ve dişi *M. rotundata*'da 515.0 mikrogram/arı; carbophenothion'un ise sırası ile 12,6, 4,3 ve 6,2 mikrogram/arı olduğunu saptamışlardır. Bu durumda trichlorfon'un toksisitesi dişi *M. rotundata*'ya olan toksisitesinin 18-34 katı daha fazla olmaktadır. Carbophenothion'un *M. rotundata*'ya toksisitesi ise bal arısınınkinin 2-3 katı kadardır. Araştırmacılar, trichlorfon'daki bu farklılığın, vücut sıvısındaki pH derecesinin değişik olmasından kaynaklandığını, pH'nın balarılarında 6,0, *M. rotundata*'da ise 6,8 olduğunu kaydetmekte, ayrıca trichlorfon'un carbophenothion'a oranla her iki türde de daha kuvvetli bir acetylcholinesterase inhibitörü olduğunu vurgulamaktadırlar.

Arıların pestisitlerden Etkilenmesini Azaltmak için Alınacak önlemler

Bitkilerin çiçeklenme devrelerinde olanaklar ölçüsünde ilaçlama yapılmaması arıların ilaçlardan zarar görmesinin önlenmesinde büyük önem taşımaktadır. Eğer bu devrede ilaç atmak zorunluğu varsa, birkaç saat içerisinde parçalanabilen ilaçlar akşam, gece veya sabahın erken saatlerinde tatbik edilebilir. Bu durumda da akşam veya gece ilaçlamaları sabahleyin yapılanlardan daha emniyetli olmaktadır. Kimi bitki çiçekleri de günün belirli zamanlarında arılar için daha çekici olmaktadır. Örneğin, mısır erkek çiçekleri sabahleyin öğleye kadar polen yaydıkları için saat 8.00-12.00 arası arılar tarafından ziyaret edilmektedir. İlaçlama bu saatler dışında, tercihen öğleden sonra veya akşam üzeri kalıcı etkisi az olan ilaçlar kullanılarak yapılabilir.

Meyve bahçelerinde ağaçlar altında ve civarda bulunan çiçekli yabancı otların ilaçlamadan önce imha edilmesi arı zayıyatını önlemede büyük önem taşımaktadır.

Bütün ilaçlar, arılara aynı oranda toksik olmadığı ve bir selektivite bulunduğuna göre; arılara daha az zarar veren pestisitlerin kullanılmasına özen göstermek gerekir. Diğer taraftan sistemik ilaçların toprağa tatbiki arılara hiçbir olumsuz etki yapmamaktadır. Keza yer aletleri ile yapılan ilaçlama, uçakla yapılanlara oranla arılar için daha az zararlı olmaktadır.

İlaçların zararlı etkilerinden arıların korunmasında formülasyon seçimi de büyük önem taşımaktadır. Emülsiyon konsantre ve solusyonlar toz ve ıslanabilir toz formülasyonlara oranla arılara çok daha az zararlı olmaktadır. Granüler formülasyon ise hepsinden daha az zararlı olmaktadır. Arılık yerinin seçimi de önemlidir. Olanaklar ölçüsünde arılıkların kesif ilaçlamanın yapıldığı alanlardan uzak yerlerde olmasına özen göstermek gerekir. Johansen (1979), bu uzaklığın en az 6 km olması gerektiğini belirtmekte, arılığa yakın alanda arılara toksik ilaçların yoğun bir şekilde kullanılma zorunluğu varsa kovanların bir başka yere nakledilmesini ve ilaç etkisini kaybettikten sonra tekrar getirilmesini önermektedir.

Arıların pestisitlerden etkilenmesini önlemede uygulanan bir diğer yöntem de ilaç atımı esnasında arıların kovanda kapalı tutulmalarıdır. Anderson and Atkins (1968), Ben-Niryah ve arkadaşlarının İsrail'de meyve ağaçlarının ilaçlanması esnasında su vermek kaydıyla, arıları kovanlarda 4 gün süreyle kapalı tuttuklarını belirtmektedirler. Aynı yazarlar, Bognoczky'nin Romanya'da Bogoyavlenskii ve Mertts'in Rusya'da, Inoue'nin Japonya'da bunu başarılı bir şekilde yürüttüklerini kaydetmektedirler. Jaycox (1963), 12 satten fazla süren kapatmalarda koloniye mutlaka su verilmesi gerektiğini belirtmekte, en iyi sonucun nemli hint keneviri çuvallar kullanıldığında alındığını yazmaktadır. Owens and Benson (1962), ıslak hintkeneviri çuvallar kullanarak 40°C sıcaklıkta arıları kovan içerisinde 2 gün kapalı tuttuklarını belirtmektedirler.

Sağlıklı ve kuvvetli arı ovanları zayıf kovanlara oranla ilaç zararından daha az etkilenmektedir. Zira kuvvetli bir kovandaki arıların bir kısmı telef olsa dahi geriye yeterli miktarda arı kalmakta ve kovan kısa zamanda tekrar güçlenebilmektedir.

Bu konuda önemli hususlardan birisi de; arıcı, yetiştirici ve ilaç tatbik eden elemanların arıların ilaçlardan etkilenmesi ve doğacak zarar hususunda eyitilmele-ridir. Yetiştirici bilmelidir ki arı ile çiçek arasında bir nevi ortak yaşam mevcuttur. Yetiştiricinin birçok bitkilerden ürün alabilmeleri tamamen balarıları ve yabanarı-larının varlığına bağlıdır. Yabani ve bal arılarına asgari düzeyde zarar verecek bir zirai mücadele uygulamak gerekir.

Kaynaklar

- Ahmad, Z., C.J. Johansen 1973. Selective toxicity of carbophenothion and trichlorfon to the honey bee and alfalfa leafcutter bee. *Env. Ent.* 2: 27-30.
- Anderson, L.D., E.L. Atkins 1958. Toxicity of pesticides to honey bees in laboratory and field tests in southern California. *J. Econ. Ent.* 51: 103-108.
- Anderson, L.D., E.L. Atkins 1968. Pesticide usage in relation to beekeeping. *A. Rew. Ent.* 13: 213-218.
- Barnes, G. 1972. Beekeeper continue to suffer pesticide losses. *A. Dept. Com. Apiary Bd. Bul.* 9 (1): 1-2.
- Benedek, P. 1975. Effect of night temperatures on the toxicity of field weathered mevinphos residues to honey bees. *Z. Angew. Ent.* 79:328-331.
- El-Aziz, S.A., R.L. Metcalf, T.R. Fukuto, 1969. Physiological factors influencing the toxicity of carbamate insecticides to insects. *J. Econ. Ent.* 62: 318-324.
- Georghiou, G. P., E.L. Atkins, 1964. Temperature coefficient of toxicity of certain N-methylecarbarnates against honey bees, and the effect of the synergist piperonyl butoxide, *J. Apic. Res.* 3: 31-35.
- Jaycox, E.R. 1963. Confinement of honeybee colonies to avoid pesticide losses. *J. Apic. Res.* 2: 43-49.
- Johansen, C. 1965. Bee poisoning versus clover seed weevil control in white Dutch clover grown for seed. *J. Econ. Ent.* 48: 857-863.
- Johansen, C. 1972. Toxicity of field-weathered insecticide residues to four kinds of bees. *Envir. Ent.* 1: 393-394.
- Johansen, C. 1977. Pesticides an pollinators. *A. Rev. Ent.* 22: 177-192.

- Johansen, C. 1978. How to reduce poisoning of bees from pesticides. Publ. co-op. Ext. Serv. Wash. St. Univ. EM. 3473.
- Johansen, C. 1979. Honeybee poisoning by chemicals: signs, contributing factors, current problems and prevention. *Bee World* 60 (3): 109-127.
- Johansen, C., M. D. Levin, J. D. Eves, W. R. Forsyth 1965. Bee poisoning hazard of undiluted malathion applied to alfalfa in bloom.
- Johansen, C. A., F. C. Brown 1972. Toxicity of carbarayl-contaminated pollen collected by honey bees. *Env. Ent.* 1: 43.
- Johansen, C., J. D. Eves 1972. Acidified sprays, pollinator safety and integrated pest control on alfalfa grown for seed. *J. Econ. Ent.* 65: 546-551.
- Johansen, C., M. G. Kleinschmidt 1972. Insecticide formulations an their toxicity to honeybees. *J. Apic. Res.* 11: 59-62.
- King, C. C. 1959. The effects of fungicides. *Gleanings Bee Culture*, 87: 678-681.
- Levin, M. D. 1970. Effects of pesticides on beekeeping in the USA. *Am. Bee J.* 110: 8-9.
- McGregor, S. E. 1976. Insect pollination of cultivated crop plants. *Agrl. Handbo-
ok No. 496. US Dept. Agr.*
- Mayland, P. G., C.C. Burkbaht 1970. Honey bee mortality as related to insecticide-treated surfaces and bee age. *J. Econ. Ent.* 63: 1437-1439.
- Moffett, J. O., L.S. Stith. 1972. Bee losses from parathion decreased as distance from sprayed field increased. *Am. Bee J.* 112: 174-175.
- Owens, C. D., C. E. Benson 1962. Confining honey bee colonies with burlap. *Am. Bee J.* 102: 260-262.
- Palmer-Jones, T., I. W., Forster 1958. Effect on honey bees of DDT applied from the air as a spray to lucerne; notes on lucerne pollination. *N. Z. J. Agr. Res.* 1: 627-632.
- Schricker, B., W. P. Stephen 1970. The effect of sublethal doses of parathion on honey bee behavior, I. Oral administration and the communication dance. *J. Apic. Res.* 9: 141-153.
- Wearne, R. A., P. Bergman, L. C. Gibbs 1970. Bee losses the impact on pollination-Honey production. *U.S. Dept. Agr. Ext. Serv.*
- Todd, F.E. and S. E. McGregor 1952. *Insecticides and Bees. U.S. Dept. Agr. Yearbook* 247-250.