

PESTİSİT KULLANIMININ BALARILARI (*APIS MELLİFERA* L.) ÜZERİNE ETKİSİ

Veli ACAR¹

ÖZET

Pestisit, insektisitler, herbisitler, fungusitler ve bitki büyüme düzenleyicileri gibi çok çeşitli kimyasal bileşikler ifade eden, dünya genelinde yaygın bir şekilde kullanılan, miktar bakımından gübrelerden sonra ikinci grupta yer alan kimyasallardır. Pestisitler sadece polinatörlere değil tüm çevreye ve doğal yaşama zarar vermektedir. Bal arıları, tüm dünyada ekonomik açıdan en önemli tozlayıcı böceklerdir. Detoksifikasyon enzimlerini kodlayan genlerin sayısındaki eksiklik nedeniyle, bal arıları toksinlere karşı diğer böceklere göre çok daha hassastır. Bu nedenle, çiftçilerin, bitkilerin çiçeklenme döneminde pestisit uygulamaları arılar üzerinde oldukça büyük yıkıcı etkileri olmaktadır. Arıcılık sektörünü sürdürülebilir kılmak için, bitkisel üretim yapan çiftçiler ile arıcılar kendi aralarında iletişim içerisinde olmalıdır. Pestisit uygulama zamanında kovanların taşınması veya uçuş deliklerinin kapatılması oldukça önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Bal arısı, Pestisit, Bal, Polen, Toksin

EFFECT OF PESTICIDE USE ON HONEYBEES (*APIS MELLİFERA* L.)

ABSTRACT

Pesticides are chemicals that represent a wide variety of chemical compounds such as insecticides, herbicides, fungicides and plant growth regulators, are widely used throughout the world, and are in the second group after fertilizers in terms of quantity. Pesticides harm not only pollinators but also the entire environment and natural life. Honey bees are the most economically important pollinator insects around the world. Due to a deficiency in the number of genes encoding detoxification enzymes, honeybees are much more sensitive to toxins than other insects. For this reason, farmers' application of pesticides during the flowering period of plants has great destructive effects on bees. In order to make the beekeeping sector sustainable, farmers engaged in crop production and beekeepers should communicate among themselves. It is very important to move the hives or close the flight holes at the time of pesticide application.

Keywords: Honeybee, Pesticide, Honey, Pollen, Toxin

¹ Bayburt Üniversitesi, Demiröz Meslek Yüksekokulu, Bayburt, Türkiye. vacar@bayburt.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-7289-423X

*Sorumlu yazar: vacar@bayburt.edu.tr

GİRİŞ

Pestisit, insektisitler, herbisitler, fungusitler ve bitki büyüme düzenleyicileri gibi çok çeşitli kimyasal bileşikler ifade eder. Tarım ve hayvancılıkta pestisit kullanımı kontrolsüz bir şekilde yıldan yıla artış göstermektedir. Bu durum hem arıcılığı ve hem de çevreyi olumsuz yönde etkilemektedir. Tarım ilaçlarından kaynaklı zehirlenmeler, ekipman eksikliği, hastalık ve zararlılar arıcıların karşılaştığı en önemli sorunlardandır. Arıcıların 3/4'ü kolonilerini zirai ilaçlar nedeniyle kaybetmektedir (M. Z. Mengistu & T. J. B. W. Beyene, 2014). Bitkisel üretimde pestisitlerin gelişmiş, bilinçsiz bir şekilde kullanımı çiftçiler arasında sosyo-ekonomik çatışmaların kaynağıdır. İnsektisitlerin ve herbisitlerin, balarısı kolonilerin ölümünün veya kovanlarını terk etmelerinin en önemli nedenleri olarak bildirilmiştir (Girma, Ballo, Tegege, Alemayehu, & Belayhun, 2008; Godifey, Bezabeh, Mazengia, & Tesfay, 2018; D. Melisie, T. Damte, & A. G. Thakur, 2016b; Pohorecka, Szczesna, Witek, Miszczak, & Sikorski, 2017). Yine insektisitlerin uygunsuz kullanımı hem bal arılarının ölümüne ve hem de arılardan elde edilen ürünlerinin azalmasına neden olmaktadır (Chauzat et al., 2006). Ayrıca tarımsal ürünlerin üretim aşamasında yoğun pestisit kullanımı, bal arılarının tozlama hizmetinde aksamalara neden olmaktadır (Chauzat et al., 2006)

Çiftçiler, ev ihtiyaçlarını karşılamak veya ticari manada üretim yapmak için kontrolsüz ve yüksek oranlarda pestisit kullanmaktadırlar. Kullanılan pestisit balarılarının polinasyonuna engel olmakta, buda üretilen ürünlerin miktar ve kalitelerinin düşmesine neden olmaktadır (Klein et al., 2007; Rader et al., 2009).

Kullanıcılar tarafından pestisitlerin kimyasal içeriğinin tam olarak bilinmemesi, üzerindeki prospektüslerinin anlaşılabilir olmaması, balarıları üzerine olan etkilerini daha da ağırlaştırmaktadır.

Bu makalenin amacı, balarılarının bitkisel üretimdeki rolü ile bitkisel üretimde kullanılan pestisitlerin balarıları üzerine olan olumsuz etkileri konusunda çiftçileri bilinçlendirmek ve dikkatlerini konuya çekmektir.

Pestisitlerin balarısı kolonileri üzerindeki etkisi

Pestisitler, Tüm dünyada kullanılan, miktar bakımından gübrelerden sonra ikinci grupta yer alan insan yapımı kimyasallardır (E Stokstad & Grullon, 2013).

Bu durum, dünya çapında arı kolonileri başta olmak üzere tüm polinatörlerin sayılarında azalmalara neden olmaktadır (Chakrabarti, Rana, Sarkar, Smith, & Basu, 2015; Krupke, Hunt, Eitzer, Andino, & Given, 2012; Simon-Delso et al., 2014).

Pestisitler sadece polinatörlere değil tüm çevreye ve doğal ortama da zarar vermektedir (Ajayi, Akinnifesi, & Essays, 2007). Pestisit zehirlenmesi, arıcılara her yıl büyük zararlar vermekte, tarlacı arın popülasyonlarında azalmalara veya tamamen kolonilerin sönmesine neden olmaktadır. Bu durum arıcıların maddi kayıplarına da neden olmaktadır.

Detoksifikasyon enzimlerini kodlayan genlerin sayısındaki eksiklik nedeniyle, bal arıları pestisitlere karşı diğer böceklere göre çok daha hassastır (Claudianos et al., 2006).

Modern tarıma geçilmesiyle birlikte artan pestisit kullanımını nedeniyle, arı ve arıcalar büyük zararlar görmektedir (Maini, Medrzycki, & Porrini, 2010)

Tarım zararlıları, yabancı otlar, sivrisinekler ve evde yaşayan haşerelerin kontrolünde kullanılan pestisitler, arı kolonilerindeki hassas olan dengeyi bozmakta, arıları ve onların besin kaynaklarını öldürmektedir (Begna, 2015; Kerealem, Tilahun, & Preston, 2009; D. Melisie, T. Damte, & A. Thakur, 2016a; Erik Stokstad, 2013).

Pestisit bulaşmış olan polenle beslenen balarılarında bilişsel ve davranışsal fonksiyonlarının bozulmasına neden olmaktadır (Desneux, Decourtye, & Delpuech, 2007; Pistorius et al., 2015)

Kovan girişinde ve uçuş tahtasının altında birikmiş halde görülen yoğun arı ölümü ile kuluçka içerisinde görülen ölü yavrular, bölgede yapılan zirai ilaçlamanın en önemli belirtileridir (M. Z. Mengistu & T. J. Beyene, 2014).

Diğer bir belirti ise, zehirlenme durumunda arılarda oryantasyon bozukluğu, saldırganlık ve kovana girememe (Bortolotti et al., 2009)

Yapılan çalışmalar, kullanılan pestisitlerin bal arılarında polen ve nektar uçuşlarında azalmaya neden olduğunu, yavru üretiminin düştüğünü ve arı danslarında bozulmalar olduğunu göstermiştir (Fischer et al., 2014; Gill, Ramos-Rodriguez, & Raine, 2012; Schneider, Tautz, Grünwald, & Fuchs, 2012)

Ayrıca pestisitlerden birisi olan, neonikotinoidler, bal arılarının hastalıklara karşı direnç gösterme kapasitesinde sahiptir (Brandt, Gorenflo, Siede, Meixner, & Büchler, 2016; Di Prisco et al., 2013).

Buna göre pestisit kullanımının, arı popülasyonunu azalttığı, nektar ve polen toplama davranışını ve uçuş yoğunluğunu etkilediğini ve arılardan elde edilen ürünlerde miktar ve kalitede düşüşe neden olduğunu söylemek mümkündür.

Pestisit tehlikesi ve bal arısı tozlayıcıları

İnsanların ihtiyaç duyduğu gıdaların 1/3 ü balarısı ve diğer tozlayıcılara bağlıdır (Roubik, 2018).

Bal arıları, tüm dünyada ekonomik açıdan en önemli tozlayıcı böceklerdir (Le Conte & Navajas, 2008; Muli et al., 2014). Yapılan bir çalışmada, balarısı polinasyonunun, tarımsal ürünlerde %50 lik bir artışa neden olduğu belirtilmiştir (Klein et al., 2007).

Bitkisel üretimin artırılması için, onlara zarar veren zararlılarla mücadele etmek amacıyla uygulanan pestisitler, onların tozlayıcısı durumundaki bal arılarını ve diğer tozlayıcıları da öldürüp polinasyonun sekteye uğramasına yol açmaktadır. Buda bitkisel üretimde miktar ve kalitenin azalması manasına gelmektedir.

Bal arısı ürünlerinde pestisit kalıntıları

Bal ve diğer arıcılık ürünleri pestisitler tarafından kirlenmiş olabilir. Balarıları polen ve nektar toplarken zirai mücadele yapılmış olan bitkileri de ziyaret ederler ve bunlardan topladığı ürünlerde kalıntı oluşur (Bogdanov, Haldimann, Luginbühl, & Gallmann, 2007).

Çalışmalarda, bal, polen, balmumu ve arı yavrularında pestisit kalıntılarında rastlanmıştır (Amulen et al., 2017; Chauzat et al., 2006; Frazier, Mullin, Frazier, & Ashcraft, 2008; Martel et al., 2007; Mullin et al., 2010; Ostiguy & Eitzer, 2014; Porrini et al., 2016; Valdovinos-Flores, Alcantar-Rosales, Gaspar-Ramírez, Saldaña-Loza, & Dorantes-Ugalde, 2017; Wiest et al., 2011)

Tarımsal üretimde pestisit kullanımı

Az gelişmiş ülkelerde, bitkisel üretimi artırmak için pestisit kullanımı gittikçe artmaktadır (Atreya, 2007). Pestisitler üreticiler tarafından farklı amaçlarla kullanılmaktadır (yabani ot kontrolü, böcek haşere kontrolü, mantar/küf/pas kontrolü, kemirgen kontrolü ve veterinerlik) (Kalayou & Amare, 2015).

Tarım sektöründe kullanılan pestisitler, mahsul üretiminin artırılmasında hayati bir rol oynamıştır. Pestisit uygulanmadığında, böceklerin verdiği zarar, yabani ot istilası ve bitki hastalıkları nedeniyle mahsuller oldukça düşük seviyede alınmaktadır (Ortelli, Edder, & Corvi, 2004).

Fakat bu durum başta balarılarını olmak üzere birçok pollinator böceğe zarar vermektedir. Pestisit kullanımı oldukça büyük bir dikkat ister. Kontrolsüz ve bilinçsiz bir şekilde yapılacak olan ilaçlama hem çevreye ve hem de insanlara büyük zarar vermektedir.

Tablo 1: Tarımda en çok kullanılan insektisit etken maddeleri

ETKEN MADDE	DAZOMET	ISAZOFOS GR 10	SARIMSAK EKSTRATI
ABAMECTİN	DELTHAMETHRİN	LAMBDA CYHALOTHRİN	SPINOSAD
ABAMEC+CHLORAN	CLOFENTEZİNE	KARATE+BUPROFEZİN	SPINETORAM
ACETAMİPRİD	CLOTHIANİDİN	KARATE+THİAMETHOXAM	SPIROTETRAMAT
ALPHACYPERMETHRİN	DECİS+THİACLOPRİD	LUFENURON	SPIRODICLOFEN
ALUMİNİUM PHOSPHİDE	DİFENACOUM	MAGNEΣİUM PHOSPHİDE	SPIROMESİFEN
AZADİRACHTİN	DİFLUBENZURON	MALATHİON	SULFURYL FLUORİDE
BACİLLUS TRUGİENSİS	DİMETHOATE	MALATHİON	TAU FLUVALİNATE
BENFURACARB	DNOC AMMONIUM	METAFLUMİZONE	TEBUFENOZİDE
BETA CYFLUTHRİN	EMAMECTİN BENZOATE	METALDEHYDE	TEBUFENPYRAD
ETKEN MADDE	ESFENVALARATE	METAM SODIUM	TEFLUBENZURON
ABAMECTİN	ETHOPROPHOS	METAM POTASİUM	NOMOLT+FASTAC
BİFENAZATE	ETOFENPROX	METHIOCARB	THİACLOPRİD
BİFENTHRİN	ETOXAZOLE	METHOMYL	THİAMETHOXAM
BUPROFEZİN	DECİS+THİACLOPRİD	METHOMYL	ACTARA-TEFLUTHRİN
CADUSAFOS	DİFENACOUM	METHOXYFENOZİDE	THIODICARB
CHLORPYRİFOS-ETHYL	FENAMİPHOS	MİLBEMECTİN	TRİFLUMURON
CHLORPYRİFOS-ETHYL	FENAZAQUİN	MINERAL OİL	ZETACYPERMETHRİN
CHLORPYRİFOS-ETHYL	FENBUTATİN OXİDE	NOVALURON	
CHLORPYRİFOS+İMPRATOR	FENPYROXIMATE	OXAMYL	

CHLORPYRIFOS-METHYL	FIPRONİL	PAECILOMYCES LILACI.	
ÇİNKO FOSFÜR	FORMETANATE	PİRİMİCARB WG 50	
BİFENAZATE	FOSTHİAZATE	PİRİMİPHOS METHYL	
BİFENTHRİN	GAMMA-CYHALOTHRİN	PROFENOFOS	
CLOFENTEZİNE	HİDROJEN PEROKSİT	PROFENOFOS+İMPRET O	
CLOTHIANİDİN	HEXYTHIAZOX	PROFENOFOS+KARATE	
CHLORANTRANİLİPROL E	IODOMETHANE	PROPARGİTE	
CHLORANTRANİLİPROL E	IMIDACLOPRİD	PYMETROZİNE	
CYDİA POMONELLA VİRUSU	IMIDACLOPRİD+MINE RAL	PYRİDABEN	
CYFLUTHRİN	IMIDACLOPRİD+BETA CYF	PYRIDALYL	
CYPERMETHRİN	INDOXACARB	PYRİMİDİFEN	
CYROMAZİNE	IPRODİONE	PYRİPROXYFEN	

Pestisitlerin bal arısı üzerindeki etkisini azaltmaya yönelik planlar

Arıcıların çoğunluğu bal arılarında kimyasal zehirlenmelere karşı herhangi bir kontrol önlemi almıyor (M. Z. Mengistu & T. J. B. W. Beyene, 2014). Zirai ilaçların kullanımını sonucunda kolonilerdeki tarlacı işçi arıların sayılarında büyük düşümlere neden olur, buda arılardan elde edilen ürünlerin miktarını azaltır. Bitkisel üretim yapan çiftçiler ile arıcılar arasında bir çatışma sebebi olur. Bu zararları minimize etmek için bitki koruma ilaçları prospektüste yazan uyarılar dikkate alınarak kullanılmalıdır.

Arıcılar, arı kovanlarını insektisit sıkılan alandan uzak tutarak ya da kovan giriş deliğini kapatarak kolonilerini böcek ilacı zehirlenmesinden koruyabilir (Melisie et al., 2016a)

Pestisitlerin balarılarını üzerine olan etkilerini tamamen ortadan kaldırmak belki mümkün olmayabilir fakat bitkiler çiçek açtıklarında, toksisitesi nispeten düşük olan ilaçların kullanımı ile bu etki minimum çekilebilir (Askale, Malede, Yitayew, & Ayalew, 2017).

Başka bir bilimsel çalışma raporuna göre, arıcıların ve bitkisel ürün yetiştiriciliği yapan çiftçilerin, pestisit uygulaması yapmadan önce birbirleriyle iletişime geçmeleri gerektiği ve buna göre arıcıların tedbir almaları gerektiğini belirtmişlerdir (Cardoza, Harris, & Grozinger, 2012; Tomé, Martins, Lima, Campos, & Guedes, 2012; Williamson & Wright, 2013).

Balarılarının toksik kimyasallardan minimum etkilenmelerini sağlamak için, arıların ilaçlamanın yapılacağı bölgeden uzaklaştırılması, ek beslemenin yapılması gibi bazı yöntemler geliştirilmeli ve uygulanmalıdır (Kerealem et al., 2009).

Bal arılarının döllemesi, bitkisel ürünlerden elde edilen ürünün verimini ve kalitesini artırmaktadır (Berenbaum, 2009; Devkota, Dhakal, & Thapa, 2016).

SONUÇ

Bal arıları (*Apis mellifera* L.), tarımsal ürünlerin tozlaşmasında önemli bir ekolojik ve ekonomik rol oynamaktadır. Ancak, pestisitlerin uygun olmayan bir şekilde kullanımı sonucunda, bal arılarında içerisinde yer aldığı pollinatör böceklerin birçoğu son zamanlarda hızlı bir şekilde azalma görülmektedir.

Bitkisel üretim yapan çiftçiler balarılarını üzerinde etkisinin ne olacağına bakmadan pestisitleri satın almakta depolamakta ve kullanmaktadır.

Kullanılan pestisitler, balarılarını zehirleyip öldürerek, uçuşunu, davranışlarını ve iletişimlerini etkileyerek doğrudan; yemlerini yok ederek ve arıcılıktan elde edilen ürünlerin miktar ve kalitesini düşürerek dolaylı etki etmektedir. Pestisitle kirlenmiş olan bal ve polenleri tüketen insanlarda da bunlardan doğrudan etkilenmektedir.

Çiftçilerin, bitkilerin çiçeklenme döneminde pestisit uygulamaları arılar üzerinde oldukça büyük yıkıcı etkileri olmaktadır. Pestisit kullanım seanslarının artışı, balarılarını üzerindeki etkinin şiddetini de kat ve kat artırmaktadır. Etkilerinin artırılması amacıyla birkaç kimyasalın karıştırılıp uygulanması, arılara çok daha fazla zarar vermektedir.

Yapılacak olan çalışmalar, pestisit kullanımının bal arıları üzerindeki etkilerini ve bunların sonuçlarını en aza indirme araçlarına odaklanmalı ve ayrıca kimyasal olmayan böcek kontrolü yöntemlerinin geliştirilmesi de hayati önem taşımaktadır.

Arıcılık sektörünü sürdürülebilir kılmak için, bitkisel üretim yapan çiftçiler ile arıcılar kendi aralarında iletişim içerisinde olmalıdır. Pestisit uygulama zamanında kovanların taşınması veya uçuş deliklerinin kapatılması oldukça önemlidir.

KAYNAKLAR

- Ajayi, O. C., Akinnifesi, F. K., & Essays. (2007). Farmers' understanding of pesticide safety labels and field spraying practices: a case study of cotton farmers in northern Côte d'Ivoire. *Scientific Research*, 2(6), 204-210.
- Amulen, D. R., Spanoghe, P., Houbraken, M., Tamale, A., de Graaf, D. C., Cross, P., & Smagghe, G. (2017). Environmental contaminants of honeybee products in Uganda detected using LC-MS/MS and GC-ECD. *PloS one*, 12(6), e0178546.
- Askale, A., Malede, B., Yitayew, D., & Ayalew, N. (2017). Major constraints and mitigation schemes for declining honey bee population in Ethiopia. *Nat Sci*, 15, 27-33.
- Atreya, K. (2007). Pesticide use knowledge and practices: A gender differences in Nepal. *Environmental Research*, 104(2), 305-311.
- Begna, D. (2015). Assessment of pesticides use and its economic impact on the apiculture subsector in selected districts of Amhara region, Ethiopia. *Journal of Environmental Analytical Toxicology*5(3), 1.
- Berenbaum, M. R. (2009). " The birds and the bees"-how pollinators help maintain healthy ecosystems. In *Honey Bees: Colony Collapse Disorder and Pollinator Role in Ecosystems* (pp. 189-195): Nova Science Publishers, Inc.
- Bogdanov, S., Haldimann, M., Luginbühl, W., & Gallmann, P. (2007). Minerals in honey: environmental, geographical and botanical aspects. *Journal of Apicultural Research*, 46(4), 269-275.
- Bortolotti, L., Sabatini, A. G., Mutinelli, F., Astuti, M., Lavazza, A., Piro, R., . . . Porrini, C. (2009). Spring honey bee losses in Italy. *Julius-Kühn-Archiv*(423), 148-152.
- Brandt, A., Gorenflo, A., Siede, R., Meixner, M., & Büchler, R. (2016). The neonicotinoids thiacloprid, imidacloprid, and clothianidin affect the immunocompetence of honey bees (*Apis mellifera* L.). *Journal of insect physiology*, 86, 40-47.
- Cardoza, Y. J., Harris, G. K., & Grozinger, C. M. (2012). Effects of soil quality enhancement on pollinator-plant interactions. *Psyche: a journal of entomology*, 2012, 1-8.
- Chakrabarti, P., Rana, S., Sarkar, S., Smith, B., & Basu, P. (2015). Pesticide-induced oxidative stress in laboratory and field populations of native honey bees along intensive agricultural landscapes in two Eastern Indian states. *Apidologie*, 46, 107-129.
- Chauzat, M.-P., Faucon, J.-P., Martel, A.-C., Lachaize, J., Cougoule, N., & Aubert, M. (2006). A survey of pesticide residues in pollen loads collected by honey bees in France. *Journal of economic entomology*, 99(2), 253-262.
- Claudianos, C., Ranson, H., Johnson, R., Biswas, S., Schuler, M., Berenbaum, M., . . . Oakeshott, J. G. (2006). A deficit of detoxification enzymes: pesticide sensitivity and environmental response in the honeybee. *Insect molecular biology*, 15(5), 615-636.
- Desneux, N., Decourtye, A., & Delpuech, J.-M. (2007). The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. *Annu. Rev. Entomol.*, 52, 81-106.
- Devkota, K., Dhakal, S. C., & Thapa, R. B. (2016). Economics of beekeeping as pollination management practices adopted by farmers in Chitwan district of Nepal. *Agriculture Food Security* 5, 1-6.
- Di Prisco, G., Cavaliere, V., Annoscia, D., Varricchio, P., Caprio, E., Nazzi, F., . . . Pennacchio, F. (2013). Neonicotinoid clothianidin adversely affects insect immunity and promotes replication of a viral pathogen in honey bees. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(46), 18466-18471.

- Fischer, J., Müller, T., Spatz, A.-K., Greggers, U., Grünewald, B., & Menzel, R. (2014). Neonicotinoids interfere with specific components of navigation in honeybees. *PLoS one*, 9(3), e91364.
- Frazier, M., Mullin, C., Frazier, J., & Ashcraft, S. (2008). What have pesticides got to do with it? *American Bee Journal*, 148(6), 521-524.
- Gill, R. J., Ramos-Rodriguez, O., & Raine, N. E. (2012). Combined pesticide exposure severely affects individual-and colony-level traits in bees. *Nature*, 491(7422), 105-108.
- Girma, M., Ballo, S., Tegegne, A., Alemayehu, N., & Belayhun, L. (2008). *Approaches, Methods and Processes for innovative apiculture development: Experience from Ada'a-Liben wereda, Oromiya, Ethiopia*. Retrieved from
- Godifey, G., Bezabeh, A., Mazengia, H., & Tesfay, Y. (2018). Beekeeping management practices and gap analysis of beekeepers at different agro-ecological zones of Tigray region, Northern Ethiopia. *Journal of Agricultural Extension Rural Development*, 10(12), 260-271.
- Kalayou, H., & Amare, A. (2015). Assessment of pesticide use, practice and environmental effects on the small holder farmers in the North Shoa Zone of Amhara National Regional State of Ethiopia. *Res. J. Agric. Environ. Sci*, 2, 16-24.
- Kerealem, E., Tilahun, G., & Preston, T. (2009). Constraints and prospects for apiculture research and development in Amhara region, Ethiopia. *Livestock Research for Rural Development*, 21(10).
- Klein, A.-M., Vaissière, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., & Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the royal society B: biological sciences*, 274(1608), 303-313.
- Krupke, C. H., Hunt, G. J., Eitzer, B. D., Andino, G., & Given, K. (2012). Multiple routes of pesticide exposure for honey bees living near agricultural fields. *PLoS one*, 7(1), e29268.
- Le Conte, Y., & Navajas, M. (2008). Climate change: impact on honey bee populations and diseases. *Revue Scientifique et Technique-Office International des Epizooties*, 27(2), 499-510.
- Maini, S., Medrzycki, P., & Porrini, C. (2010). The puzzle of honey bee losses: a brief review. *Bulletin of Insectology*, 63(1), 153-160.
- Martel, A.-C., Zeggane, S., Aurières, C., Drajnudel, P., Faucon, J.-P., & Aubert, M. (2007). Acaricide residues in honey and wax after treatment of honey bee colonies with Apivar or Asuntol 50. *Apidologie*, 38(6), 534-544.
- Melisie, D., Damte, T., & Thakur, A. (2016a). Farmers' insecticide use practice and its effect on honeybees (*Apis mellifera*) foraging on onion flower in Adami Tullu district of Ethiopia. *Glob. J Pests Dis Crop Prot*, 4(1), 139-145.
- Mengistu, M. Z., & Beyene, T. J. (2014). Beekeeping in Ethiopia a case of agrochemical use in West Gojjam Zone. *Bee World*, 91(1), 8-11.
- Mengistu, M. Z., & Beyene, T. J. B. W. (2014). Beekeeping in Ethiopia a case of agrochemical use in West Gojjam Zone. 91(1), 8-11.
- Muli, E., Patch, H., Frazier, M., Frazier, J., Torto, B., Baumgarten, T., . . . Masiga, D. (2014). Evaluation of the distribution and impacts of parasites, pathogens, and pesticides on honey bee (*Apis mellifera*) populations in East Africa. *PLoS one*, 9(4), e94459.
- Mullin, C. A., Frazier, M., Frazier, J. L., Ashcraft, S., Simonds, R., VanEngelsdorp, D., & Pettis, J. S. (2010). High levels of miticides and agrochemicals in North American apiaries: implications for honey bee health. *PLoS one*, 5(3), e9754.

- Ortelli, D., Edder, P., & Corvi, C. (2004). Multiresidue analysis of 74 pesticides in fruits and vegetables by liquid chromatography–electrospray–tandem mass spectrometry. *Analytica Chimica Acta* 520(1-2), 33-45.
- Ostiguy, N., & Eitzer, B. (2014). Overwintered brood comb honey: colony exposure to pesticide residues. *Journal of Apicultural Research*, 53(3), 413-421.
- Pistorius, J., Wehner, A., Kriszan, M., Barga, H., Knaebe, S., Klein, O., . . . Heimbach, U. (2015). Application of predefined doses of neonicotinoid containing dusts in field trials and acute effects on honey bees. *Bulletin of Insectology*, 68(2), 161-172.
- Pohorecka, K., Szczęśna, T., Witek, M., Miszczak, A., & Sikorski, P. (2017). The exposure of honey bees to pesticide residues in the hive environment with regard to winter colony losses. *Journal of Apicultural Science*, 61(1), 105-125.
- Porrini, C., Mutinelli, F., Bortolotti, L., Granato, A., Laurenson, L., Roberts, K., . . . Renzi, T. (2016). The status of honey bee health in Italy: Results from the nationwide bee monitoring network. *PLoS one*, 11(5), e0155411.
- Rader, R., Howlett, B. G., Cunningham, S. A., Westcott, D. A., Newstrom-Lloyd, L. E., Walker, M. K., . . . Edwards, W. (2009). Alternative pollinator taxa are equally efficient but not as effective as the honeybee in a mass flowering crop. *Journal of Applied Ecology*, 46(5), 1080-1087.
- Roubik, D. W. (2018). pollination of cultivated plants: a compendium for practitioners. V. 2.
- Schneider, C. W., Tautz, J., Grünwald, B., & Fuchs, S. (2012). RFID tracking of sublethal effects of two neonicotinoid insecticides on the foraging behavior of *Apis mellifera*. *PLoS one*, 7(1), e30023.
- Simon-Delso, N., San Martin, G., Bruneau, E., Minsart, L.-A., Mouret, C., & Hautier, L. J. P. o. (2014). Honeybee colony disorder in crop areas: the role of pesticides and viruses. *PloS one* 9(7), e103073.
- Stokstad, E. (2013). Pesticides under fire for risks to pollinators. In: American Association for the Advancement of Science.
- Stokstad, E., & Grullon, G. (2013). Infographic: pesticide planet. *Science*, 341(6147), 730-731.
- Tomé, H. V. V., Martins, G. F., Lima, M. A. P., Campos, L. A. O., & Guedes, R. N. C. (2012). Imidacloprid-induced impairment of mushroom bodies and behavior of the native stingless bee *Melipona quadrifasciata anthidioides*. *PLoS one*, 7(6), e38406.
- Valdovinos-Flores, C., Alcantar-Rosales, V. M., Gaspar-Ramírez, O., Saldaña-Loza, L. M., & Dorantes-Ugalde, J. A. (2017). Agricultural pesticide residues in honey and wax combs from Southeastern, Central and Northeastern Mexico. *Journal of Apicultural Research*, 56(5), 667-679.
- Wiest, L., Buleté, A., Giroud, B., Fratta, C., Amic, S., Lambert, O., . . . Arnaudguilhem, C. (2011). Multi-residue analysis of 80 environmental contaminants in honeys, honeybees and pollens by one extraction procedure followed by liquid and gas chromatography coupled with mass spectrometric detection. *Journal of Chromatography A*, 1218(34), 5743-5756.
- Williamson, S. M., & Wright, G. A. (2013). Exposure to multiple cholinergic pesticides impairs olfactory learning and memory in honeybees. *Journal of Experimental Biology*, 216(10), 1799-1807.