

Mustafa N. MUZ
Mustafa Kemal Üniversitesi
Veteriner Fakültesi Parazitoloji
Anabilim Dalı, Hatay.

Koloni Kayıplarına Bilimsel Bakış

Giriş

Verimli ve daha iyi olması gereken her şeyin zamanla değişmesi gerekir. Bu noktada sürekli gelişen ve yeni bilgilere ulaşılan dünyamızda tüketicilerin kalite talepleri de hızla artmaktadır. Ürün standartları yükseltilmekte, denetlemeler sıklaşmaktadır. Bu durum üreticilerin güncel bilgileri takip etmesini gerektirmektedir. Türkiye’de arıcılık sektörü Üniversiteler, Bakanlıklar ve Türkiye Arı Yetiştiricileri Merkez Birliğimizin işbirliği sayesinde global rekabet koşullarına güncel şekilde adapte olmaktadır. Ancak sektörel değişim süreklilik gerektirir ve değişime en kolay, ona önder olanlar uyum sağlar. Bu nedenle arıcılarımızın “sektörel değişimi” yaşayabilecek olumsuzluklara karşı tüm yeniliklere açık olmak şeklinde benimsemesi gerekir. Arıcıların ihtiyacı olan değişim bireysel değil toplu halde ve kademeli bir değişimdir. Eğer işiniz toplu halde yaşayabilen milyonlarca hayvan yani arılar ise sizin de benzer olarak birlikte hareket etmeniz gerekir. Tek tek arılar nasıl fayda vermiyor ancak bir ana etrafında toplandıkları zaman iş görüyorlar ise tek tek arıcıların, tek bir kurumun, tek bir birlik başkanı ya da akademisyenin de “arıcılık konusunda” çare üretmesi mümkün olamamaktadır. Bu nedenle sektör paydaşlarının mutlaka bir olması, iri olması, diri olması gerekmektedir.

Koloni Kayıpları; Nosema - Pestisitler - Virüsler - Varroa

Neredeyse elli yıldır birlikte yaşadığımız Nosema isimli hastalık etkenine bağlı sorunlar azalacağına gittikçe artarak bugün koloni kayıplarının en önemli nedenlerinden birisi haline gelmiştir. Nosemosis isimli hastalık artık çok daha zararlı etkileri ile tanınmaktadır. Örneğin bu hastalık arıların normalden daha uzun süre ve tekrarlar da temizlenme uçuşuna çıkmalarına neden olur. Arılar ne kadar fazla gün uçarsa o kadar kısa zamanda ölürlür. Bu durumda nosema hastalığına bağlı dışkılama

içgüdüğü ile olumsuz dış hava şartlarına rağmen anormal sıklıkta sürekli dışarı çıkan arılar, yaşama sürelerini hızla doldurur ve kovana geri dönemez. Kolonilerde Nosema ceranae kökenli bu yeni nesil nosemosis hastalığı yaklaşık on gün içerisinde ciddi kayıplara neden olabilir. Arıcıların on beş gün ara ile yaptıkları kovan kontrollerinde sürekli gerileyen koloni nüfusu ile karşılaşmalarının en önemli nedenlerinden birisi bu yeni nesil nosemosistir.

Bu hastalığa karşı ruhsatlı olarak kullanabileceğimiz yeni tedavi metotları her zaman her yerde bulunamayan, pahalı ithal ilaç seçenekleridir. Klasik yani “eski nosema” ya bağlı hastalıkta arıcılar gördükleri ishal belirtilerine göre ilaçlama ve tedavi yapabiliyorlardı. Ancak “yeni nesil nosemosis” tablosunda daha ishal belirtileri ortaya çıkmadan hastalık çok ileri evrelere ulaşabilmektedir. Etkene ait sporların dayanıklı yapısı hastalık mücadelesinde istenmeyen sorunlar doğurmaktadır. Pestisit ve diğer kalıntılara bağlı olarak nosemosise karşı duyarlılık artmaktadır. Bu durum arıcıların tedavi başarısını düşürmektedir. Tedavi amacıyla en yaygın kullanılan etken madde fumagilline olarak bilinmektedir. Fakat bu ilaç ışığa ve dış etkenlere karşı çok hassastır. Örneğin şerbet ile verilmek üzere hazırlanarak arıların bitirmesine kadar geçen sürede ilaç tedavi edici özelliğini hızla kaybetmektedir. Ayrıca bu madde çoğu Avrupa ülkesinde insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri sebebiyle yasaklanmıştır. Türkiye’de yapılan bir araştırmada kış salkımının anormal olarak erken bozulduğu arılıklarda N. ceranae varlığının yoğun olarak tespit edildiği bildirilmiştir. Son yıllarda artan koloni kayıplarındaki rolü belirginleşen nosemosisin koruma ve tedavisi amacıyla dünya literatüründe yer alan “ruhsatlı tıbbi metotlar” yeterli değildir. Türkiye’de bu hastalığa karşı ruhsatlı olarak satılan birkaç ürün bulunmaktadır. Hastalığın giderek



yaygınlaşması kullanılan ilacın etkinliğinde azalma ya da direnç gelişimi hakkında olasılıklar doğurmaktadır. Bu nedenle noseosis mücadelesi için mutlaka alternatif mücadele metodu oluşturulmalıdır. Ülke arıcılığımızın karşı karşıya bulunduğu benzer tıbbi risklere karşı zamanında yapılacak bilimsel planlamalar gerekmektedir.

Benzer olarak Türkiye’de koloni kaybı yaşanan arılıklarda 2011 yılında ilk tespiti yapılan Crithidia adında yeni bir hastalık etkeninin de önemli zararları bulunmaktadır. Bal arıları kondukları çiçekler ile diğer arıların vakit kaybetmemesi için koku işareti bırakırlar. Böylece arılar kısıtlı olan yaşam sürelerini iktisatlı kullanırlar. Milyonlarca arı, milyonlarca çiçeği en verimli şekilde ziyaret eder. Türkiye’nin özellikle kuzeydoğu yörelerinde, farklı kaynaklardan ana arı temini ile yayılan bu yeni hastalığa yakalanan arılar çiçeklere bu koku işaretlerini bırakamamakta ya da daha önce bırakılan işaretleri tanıyamamaktadır. Bu durumda nektarı ve poleni alınmış olan çiçekleri ayırt edemez ve zaman kaybederler. Arıların çok sayıda arısı varken bu soruna bağlı zaman kaybından dolayı arılar sınırlı yaşamlarını verimli şekilde kullanamaz, yeterince üretim yapmadan kolonilerinde gerileme görülür. Üreticilerin buna benzer sağlık sorununa sahip arılardan kar ve yüksek verim elde etmeyi beklemesi örneğin verem hastalığına yakalanan bir işçinin, sadece yemeklerine dikkat gösterilerek verem olmayan işçiler kadar çok çalışmasını, üretmesini beklemek gibidir.

Virüsler, bal arılarının ergin ve yavru dönemlerinde oluşturdukları hastalıklar ile arıların verimli yaşam süresini kısaltarak koloni popülasyonunda gerilemeye neden olur. Bulaşmada varroa, ana arı ve erkek arı dölü çok önemlidir. Türkiye’de bal arısı virüsleri (DWV, ABPV, SBV, VDV-1) ilk defa 2008 yılında koloni kaybı görülen arılıklarda tespit edilmiştir. Kayıpların arttığı 2010 yılında Sacbrood virüsü ve kireç hastalığı birlikteliği tespit edilmiştir. Türkiye’de koloni kaybı yaşanan arılıklarda yapılan bir araştırmada DWV ile N. ceranae birlikteliği dikkat çekmiştir. Viral etkenler özellikle Varroa ve N. ceranae ile bir arada bulunduğu risk faktörü haline gelmektedir. Virüslerin saha koşullarında pratik olarak uygulanabilecek tedavi metodu bulunmamaktadır. Genellikle gizli seyreden viral enfeksiyonlar bağışıklık sistemi zayıfladığı dönemlerde (kış salkımı, yavru üretimi dönemleri) aniden baskın hale geçerek kısa sürede büyük kayıplara neden olmaktadır. Viral hastalıklara bağlı kayıplarda rolü olan Varroa ve Nosema ceranae ya karşı da mutlaka yeni nesil mücadeleler geliştirilmelidir. Virüslerin yayılmasında önemi olan ana arı üretim yerleri denetlenerek kullanılan damızlıkların hangi yollardan temin edildikleri analiz edilmelidir. Üreticiler ana arı kökeni konusunda

bilinçlendirilerek kolonilerini daima güçlü tutmaları için güncel eğitimler verilmelidir.

Varroa destructor arı kolonilerinde kuluçka alanı olarak kullanılan yavru gözlerine kendi yumurtalarını bırakır. Ergin dişi varroa, doğacak akar yavrularının beslenmesi için, aynı gözdeki arı pupalarının vücutlarına beslenme delikleri açar. Yumurtadan çıkan yavru varroalar sırlanmış gözlerdeki arı yavrularının vücut sıvılarını emmeye başlar. Bu esnada virüs ve benzer hastalıklar henüz yavru olan arılara bulaşır. Varroa arıların kanadını kemirip yemez, arılarda gördüğümüz kanat problemlerine, akarın bulaştırdığı DWV isimli virüs sebep olur. Böyle bir eziyet insanların bu kadar faydalandığı başka hiçbir canlı da söz konusu değildir.

Göçer arıcılığın yoğun olarak yapıldığı Türkiye’de koloniler arasında rahatça hareket edebilen erkek arılar, üzerlerindeki varroayı bulaştırabilir. Polen ve nektar yükü ile kovana geri dönen tarlacı arılar da farklı kolonilere kabul edilebilir. Arıcının bizzat kendisi, sönmek üzere olan birkaç çerçevesi arıları birleştirerek ya da çerçeve değişimi ile yavru aktarımı yaparak kapalı gözlerdeki varroayı ve virüslü arıyı buluşturabilir. Bu durumda varroa ile birlikte varroa ilaçlarına karşı gelişen kimyasal ilaç direnci de koloniler arasında hızla aktarılabilir. Akara karşı ilaç direnci geliştikçe mücadele de zorlaşmakta, ilaç dozları arttırılmakta ya da ilaç kombinasyonları denenmektedir. Bu durumda arıların bağışıklık sistemi ve detoksifikasyon metabolizması sürekli meşgul olmakta hastalık etkenlerine karşı zayıf yanıtlar verilmekte veya cevapsız kalınmaktadır. İlaçlar özellikle yavrulu dönemde ciddi kayıplara, nektar akımında kalıntılara neden olabilmektedir. Dirençli varroa popülasyonu arttıkça bulaştırdıkları ya da aktif hale geçtikleri virüs yükü de artarak kolonilerin verim ve davranış fizyolojisini olumsuz yönde etkilemektedir. Özellikle nektar akımı döneminde güvenli olarak kullanılacak organik varroa ilaçlarına ihtiyaç bulunmaktadır.

Neonikotinoid grubu sistemik etkili zirai pestisitlerin tarımsal ürün tohumlarının (mısır, ayçiçeği, pamuk patates) kaplanması ve korunması amacıyla kullanılması arı sağlığı üzerinde istenmeyen etkiler doğurmaktadır. Örneğin Thiamethoxam, clothianidin, imidacloprid ve fibronil gibi kimyasal ilaçlar ile kaplanan tohumlara bağlı olarak normal bitkisel fizyoloji sonucunda (guttation = damlama ve terleme) yapraklarda (ör: mısır) su damlacıkları oluşur. Bu damlacıklar ise arılar tarafından su temini amacıyla kullanılabilir. Söz konusu ilaçlara en fazla oranda bu su damlacıklarında rastlanmıştır. Tespit edilen miktarlar arıların tolerans düzeylerinin çok üzerinde olup akut intoksikasyona



bağlı ölümlere ve bağışıklık yanıtının susmasında neden olmaktadır. Türkiye’de pestisit ve akarisit ilaçlar ile ağır metallere bağlı kalıntı kombinasyonlarının özellikle arı sağlığı üzerindeki doğrudan ve dolaylı etkilerini ele alan tıbbi bir araştırma yapılmamıştır. Var olan mevcut çalışmalar genellikle kalıntı türü ve düzeyinin tespit edilmesine yöneliktir. Bunların sonuçlarına göre bal, polen ve nadiren de propolisin farklı türden kimyasallar ile kirlenme düzeyleri belirlenmiştir. Hastalık etkenlerinin Türkiye de var olan saha suşları ile değişik türden kalıntı kombinasyonlarına karşı nasıl bir çözüm izleneceği bilinmemektedir.

Sonuç

Dünyanın farklı ülkelerinde yaklaşık elli yılı aşkın süredir hastalıklara karşı dirençli ana arı hatları üretilmesine yönelik farklı ıslah projeleri yapılmıştır. Bu araştırmalarda çok sayıda ünlü araştırmacı çok büyük bütçeler ile desteklenmiştir. Ancak bu araştırmaların sadece fenotipik özelliklere bakılarak sürdürülmesi, dirence konu genlerin araştırılmaması bu projeleri hastalıkların ortadan kaldırılması noktasında sonuçsuz bırakmıştır. Ayrıca hastalık direnci ile verim özelliklerini belirleyen karakter ve genlerin yeni nesillere aktarılma oranları moleküler genetik olarak kontrol edilmediği için henüz hiçbir başarıya ulaşamamıştır.

Kaynaklar

- Gill RJ, Ramos-Rodriguez O, Raine NE. Combined pesticide exposure severely affects individual- and colony-level traits in bees. *Nature*. 2012 Nov 1;491(7422):105-8. doi: 10.1038/nature11585. Epub 2012 Oct 21. PubMed PMID: 23086150; PubMed Central PMCID: PMC3495159.
- Henry M, Béguin M, Requier F, Rollin O, Odoux JF, Aupinel P, Aptel J, Tchamitchian S, Decourtye A. A common pesticide decreases foraging success and survival in honey bees. *Science*. 2012 Apr 20;336(6079):348-50. doi: 10.1126/science.1215039. Epub 2012 Mar 29. PubMed PMID: 22461498.
- Decourtye A, Henry M, Desneux N. Environment: Overhaul pesticide testing on bees. *Nature*. 2013 May 9;497(7448):188. doi: 10.1038/497188a. PubMed PMID: 23657341.
- Cresswell JE, Thompson HM. Comment on “A common pesticide decreases foraging success and survival in honey bees”. *Science*. 2012a Sep 21;337(6101):1453; 1453. PubMed PMID: 22997307.
- Rortais A., Arnold G., Halm M. P., Touffet-Briens F. (2005). Modes of honeybees exposure to systemic insecticides: estimated amounts of contaminated pollen and nectar consumed by different categories of bees. *Apidologie* 36, 71–83.
- Pettis JS, Lichtenberg EM, Andree M, Stitzinger J, Rose R, VanEngelsdorp D. Crop pollination exposes honey bees to pesticides which alters their susceptibility to the gut pathogen *Nosema ceranae*. *PLoS One*. 2013 24;8(7):e70182. doi: 10.1371/journal.pone.0070182.
- Pettis JS, vanEngelsdorp D, Johnson J, Dively G. Pesticide exposure in honey bees results in increased levels of the gut pathogen *Nosema*. *Naturwissenschaften*. 2012 Feb;99(2):153-8. doi: 10.1007/s00114-011-0881-1. PMID: 22246149; PubMed Central PMCID: PMC3264871.
- Osborne J. L. (2012). Bumblebees and pesticides. *Nature* 491, 43–45. doi:10.1038/nature11637
- Mullin CA, Frazier M, Frazier JL, Ashcraft S, Simonds R, VanEngelsdorp D, Pettis JS. High levels of miticides and agrochemicals in North American apiaries: implications for honey bee health. *PLoS One*. 2010 19;5(3):e9754. doi:10.1371/journal.pone.0009754. PubMed PMID: 20333298;
- Muz MN (2013) Bal arılarının Nosemosis ve Amip enfeksiyonları. Veteriner Hekimliğinde Parazit Hastalıkları. Kitapta Bölüm. Y. Editör: Prof. Dr. Aydın L. Çift: 2. Bölüm 8: Bal Arılarının Parazit Hastalık ve Zararları. Sf: 1323-1330. Türkiye Parazitoloji Derneği Yayınları. İzmir.
- Muz MN, Solmaz H, Yaman M, Karakavuk M, (2012) Parasitic and Bacterial Pathogens in Colonies of Early Broken Up Winter Clusters. *J. YU. Vet. Fac.* 23 (3), 147 – 150.
- Muz MN, Doğanoglu M. (2011) *Nosema ceranae* ve Arı kolonisinde neden olduğu çöküşler. *Maybir Dergisi*. 3 (21-24).
- Muz MN, Girişgin AO, Muz D, Aydın L. (2010) Molecular detection of *N. ceranae* and *N. apis* in CCD apiaries of Turkey. *Journal of Apicultural Research*, 49 (4) 342-344.
- Muz MN, Muz D (2010) *N. ceranae* and *N. apis* in CCD colonies of Hatay. 4th EurBee Proceeding Book. pp:65. METU, Ankara, Turkey.
- Muz D, Muz MN. (2009) Survey on the occurrence of Deformed Wing Virus with multiple parasites of queens (*Apis mellifera* L.) in colony collapsed apiaries of Hatay, Turkey. *Journal of Apicultural Research*. 48 (3) 204 – 208.
- Muz MN, Muz D (2009) *N. ceranae* ve *N. apis*’in PCR-RFLP ile ilk tespiti. 16. Ulusal Parazitoloji Kongresi. 1-7 Kasım. Adana. s: 311.
- Muz MN (2008) Bal arılarında ani koloni sönməsi (AKS). *Türkiye Parazitoloji Dergisi*. 32(3): 271-275.
- Dussaubat C, Maisonnasse A, Crauser D, Beslay D, Costagliola G, Soubeyrand S, Kretzchmar A, Le Conte Y. Flight behavior and pheromone changes associated to *Nosema ceranae* infection of honey bee workers (*Apis mellifera*) in field conditions. *J Invertebr Pathol*. 2013 113(1):42-51. doi: 10.1016/j.jip.2013.01.002.
- Dussaubat C, Maisonnasse A, Aiaux C, Tchamitchian S, Brunet JL, Plettner E, Belzunces LP, Le Conte Y. *Nosema* spp. infection alters pheromone production in honey bees (*Apis mellifera*). *J Chem Ecol*. 2010 May;36(5):522-5.

Farklı hayvan türleri (sığır, koyun, tavuk vd) üzerinde yapılan araştırmalarda hastalık sorunundan sadece dirençli hat oluşturarak kurtulmanın mümkün olamayacağı anlaşılmıştır. Bu nedenle özellikle göçer arıcılık yapılan, milyonlarca koloninin aynı yerde tutulduğu (ör: Muğla, Trakya gibi) ülkelerde hastalıklar ile mücadele amacıyla ıslah projeleri yanında üreticiyi garantiye alacak tıbbi yaklaşımların da ihmal edilmemesi gerekmektedir. Arı sağlığını konu alan tıbbi araştırmaların en az ıslah projeleri kadar desteklenmesi gerekmektedir. Unutmayalım ki, “sadece sağlıklı arılar ile verimli arıcılık” yapılabilir. Zahmet çekmeden başarıya giden kestirme yollar ya mayınlarla döşenmiştir, ya da keskin nişancılar tarafından gözetleniyordur. Benzer olarak arıcılar da genellikle duydukları, gördükleri her yolu denedikten ve tüm seçenekleri tükendikten sonra mantıklı davranmaya başlar ve bilim adamlarından yardım isterler. Bu durum, sorunlu bir cihazın defalarca farklı tamircilere götürüldükten sonra yetkili teknik servise başvurmaya benzetilebilir. Bu nedenle kendi hastalıklarımız için insan hekimlerine, arı ürünlerini bilinçli tüketme konusunda mutlaka diyetisyenlere, arı bakım ve besleme konusunda Ziraat Mühendisi, Zootekni çalışanlarına, arı sağlığı konusunda Veteriner Hekimlere, gıda değeri olan arı ürünleri (bal, arı sütü, propolis) konusunda Gıda Mühendisleri, Veteriner Hekim ve Tıp doktorlarına danışmayı asla ihmal etmeyelim.

- doi: 10.1007/s10886-010-9786-2. Epub 2010 Apr 17. PubMed PMID: 20401523.
- Dussaubat C, Brunet JL, Higes M, Colbourne JK, Lopez J, Choi JH, Martin-Hernández R, Botías C, Cousin M, McDonnell C, Bonnet M, Belzunces LP, Moritz RF, Le Conte Y, Aiaux C. Gut pathology and responses to the microsporidium *Nosema ceranae* in the honey bee *Apis mellifera*. *PLoS One*. 2012;7(5):e37017. doi: 10.1371/journal.pone.0037017.
- Boncrastiani H, Underwood R, Schwarz R, Evans JD, Pettis J, vanEngelsdorp D. Direct effect of acaricides on pathogen loads and gene expression levels in honey bees *Apis mellifera*. *J Insect Physiol*. 2012 58(5):613-20. doi: 10.1016/j.jinsphys.2011.12.011.
- Desneux N, Decourtye A, Delpuech JM. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. *Annu Rev Entomol*. 2007;52:81-106. Review. PubMed PMID: 16842032.
- Tapparo A, Marton D, Giorio C, Zanella A, Soldà L, Marzaro M, Vivan L, Girolami V. Assessment of the environmental exposure of honeybees to particulate matter containing neonicotinoid insecticides coming from corn coated seeds. *Environ Sci Technol*. 2012 46(6):2592-9. doi: 10.1021/es2035152
- Tapparo A, Giorio C, Marzaro M, Marton D, Soldà L, Girolami V. Rapid analysis of neonicotinoid insecticides in guttation drops of corn seedlings obtained from coated seeds. *J Environ Monit*. 2011 13(6):1564-8. doi: 10.1039/c1em10085h.
- Girolami V, Mazzon L, Squartini A, Mori N, Marzaro M, Di Bernardo A, Greatti M, Giorio C, Tapparo A. Translocation of neonicotinoid insecticides from coated seeds to seedling guttation drops: a novel way of intoxication for bees. *J Econ Entomol*. 2009 Oct;102(5):1808-15. PubMed PMID: 19886445.
- Tapparo A, Giorio C, Soldà L, Bogialli S, Marton D, Marzaro M, Girolami V. UHPLC-DAD method for the determination of neonicotinoid insecticides in single bees and its relevance in honeybee colony loss investigations. *Anal Bioanal Chem*. 2013 Jan;405(2-3):1007-14. doi: 10.1007/s00216-012-6338-3.
- James, R. R. & J. Xu 2012. Mechanisms by which pesticides affect insect immunity. *J. Invert Path* 109: 175- 182.
- Laurino D, Manino A, Patetta A, Romano A, Porporato M. Quantitation of neonicotinoid insecticide residues in experimentally poisoned honey bees. 11 th International Symposium of the ICP-BR Bee Protection Group, Wageningen (The Netherlands), November 2-4, 2011. *Julius-Kühn-Archiv*, 437, 2012 125.
- Laurino D, Manino A, Patetta A, Romano A, Porporato M, Simon-Delso N, Goulson D, Maxim L, Bonmatin JM, Belzunces LP. Neonicotinoids, bee disorders and the sustainability of pollinator services. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 2013a, 5:xx-yy. In press. <http://dx.doi.org/10.1016/j.coust.2013.05.007>.
- Laurino D, Manino A, Patetta A, Porporato M. Toxicity of neonicotinoid insecticides on different honey bee genotypes. *Bulletin of Insectology* 66 (1): 119-126, 2013b.
- Aiaux C, Brunet JL, Dussaubat C, Mondet F, Tchamitchian S, Cousin M, Brillard J, Baldy A, Belzunces LP, Le Conte Y. Interactions between *Nosema* microspores and a neonicotinoid weaken honeybees (*Apis mellifera*). *Environ Microbiol*. 2010 Mar;12(3):774-82. doi: 10.1111/j.1462-2920.2009.02123.x.
- Aiaux C, Folschweiller M, McDonnell C, Beslay D, Cousin M, Dussaubat C, Brunet JL, Le Conte Y. Pathological effects of the microsporidium *Nosema ceranae* on honey bee queen physiology (*Apis mellifera*). *J Invertebr Pathol*. 2011 Mar;106(3):380-5. doi: 10.1016/j.jip.2010.12.005. 21156180.
- Krupke CH, Hunt GJ, Eitzer BD, Andino G, Given K. Multiple routes of pesticide exposure for honey bees living near agricultural fields. *PLoS One*. 2012;7(11):e29268. doi: 10.1371/journal.pone.0029268.
- Cresswell JE, Desneux N, vanEngelsdorp D. Dietary traces of neonicotinoid pesticides as a cause of population declines in honey bees: an evaluation by Hill’s epidemiological criteria. *Pest Manag Sci*. 2012b Jun;68(6):819-27. doi:10.1002/ps.3290.
- Henry M, Decourtye A. Ecological relevance in honeybee pesticide risk assessment: developing context-dependent scenarios to manage uncertainty. *Front Physiol*. 2013 Apr 4;4:62. doi: 10.3389/fphys.2013.00062. eCollection 2013. PubMed PMID: 23576988;