

„Colony Collapse Disorder“ (CCD). Причини за възникване. Обзор

Цветелина Николова*

Лесотехнически университет, София, бул. Климент Охридски 10

*Кореспондиращ автор: c.alipieva@abv.bg

Резюме

От 2003 година до днес учени от много страни по света се опитват да обяснят причините за масовото изчезване на пчелите в Северна Америка и Западна Европа. Няма точен отговор на въпроса „Защо изчезват пчелите“. Предполага се, че това се дължи на комбинация от стресови фактори за медоносните пчели. Наблюдава се внезапно и неочаквано изчезване на летящите пчели от кошерите при налични хранителни запаси и пило. В настоящият обзор ще разгледаме причините, които са установени до момента. Ще проследим водещите фактори за това явление и ще разгледаме развитието на проблема у нас и в различни страни по света.

Ключови думи: Colony Collapse Disorder (CCD); *Apis mellifera*

„Colony Collapse Disorder“ (CCD). Reasons for occurrence. Review.

Tsvetelina Nikolova

University of Forestry, Sofia, Bulgaria, 10, Kl. Ohridski Blvd.

*Corresponding author: c.alipieva@abv.bg

Citation: Nikolova, Tsvetelina. (2023). „Colony Collapse Disorder“ (CCD). Reasons for occurrence. Review. *Bulgarian Journal of Animal Husbandry*, 60(2), 16-22 (Bg).

Abstract

From 2003 to today, scientists from many countries around the world are trying to explain the reasons, for the mass extinction of bees, observed in North America and Western Europe. There is no exact answer to the question „Why are bees disappearing“. This is thought, to be due to a combination of stressors for honeybees. The sudden and unexpected disappearance, of the flying bees from the hives, when food supplies, and brood are available is observed. In this review, we will look at the identified reasons. We will trace the leading factors for this phenomenon, and examine the development of the problem in different countries around the world, and in our country.

Key words: Colony Collapse Disorder (CCD); *Apis mellifera*

Въведение

През последните години пчелите по света драстично намаляват. През 2003 г. много от пчеларите в САЩ започват да намират пчел-

ните си кошери празни. В тях няма загинали пчели нито вътре в кошера, нито около тях, за разлика от нормалния подмор. Тяхното изчезване става в кратки срокове, почти внезапно. При подготовка на семействата за зи-

мата пчеларите не забелязват нищо особено. Силата на пчелните семейства съответства на дадения сезон, в който се намират. Кога и по какъв начин пчелите напускат кошери-те, пчеларите не забелязват. Има достатъчно храна и тя остава дълго време в празните кошери, не се разграбва от други семейства. По данни от проучване на пчелари в САЩ през зимният период 2006–2007 г. загубите на пчелни колонии възлизат на 45%. (Spleen et al., 2013; Steinhauer et al., 2014; Lee et al., 2015; Seitz et al., 2016; Van Engelsdorp et al., 2008, 2010, 2011, 2012). През 2006 г. в САЩ на това явление е дадено наименованието “Коллапс на пчелните семейства” (Colony Collapse Disorder – CCD). През 2009 г. на симпозиум в Загреб са изнесени данни за необичайното изчезване на пчели, като са определени различни водещи причини в отделните страни и райони на света.

В Европа се определя като синдром (съвкупност от симптоми), който се изразява в масовото изчезване на индивиди и драстичното намаляване на популации. По данни на Световния фонд за защита на пчелите (World Save Bee Fund – WSBF) през последните 20 години броят на пчелите в Европа постепенно намалява. Смъртността достига средно до 20%, а за някои страни до 53%. Многобройни взаимодействия си фактори са свързани с намаляването на пчелните семейства. В Европа международната мрежа COLOSS (Prevention of honey beecolonylosses) в своя годишен доклад за периода 2012–2013 г. определя загуби от 17% в Полша и Финландия, в Холандия над 20% и в страните от Югоизточна Европа – Словакия, Хърватия и Македония - по-малко от 10%. В Централна Европа в страни като Германия, Швейцария и Австрия, загубите се повишават над 20% през 2012 г. В страни като Швеция, Дания, Норвегия и Ирландия загубите са около 15%.

До момента мистериозното изчезване на пчелите не намира конкретно обяснение. Това явление придобива глобален мащаб. Според учени като Rogers (2007) и Neumann (2010) вероятните причини за масовото изчезване на пчелните семейства не е причи-

нено от един фактор, а е следствие от много стресови фактори. До сега са регистрирани около 60 причини като водещите в различните страни по света са различни.

На първо място са пестицидите, които имат отрицателни ефекти върху медоносните пчели и другите видове опрашители. Вероятен фактор е и нов паразит или патоген, който може да атакува медоносните пчели като паразита *Nosema ceranae* или вируси; комбинация от съществуващи стресове, които могат да компрометират имунната система на пчелите и нарушават социалната им система, правейки пчелите по-податливи на болести. Към стресовите фактори се включват високи нива на инфекция от акара *Varroa*; лошо хранене поради пренаселеност на пчелина, опрашване на култури с ниска хранителна стойност или недостиг на цветен прашец, или нектар, вследствие на монокултурите; излагане на ограничени или замърсени водни запаси; миграционен стрес (Johnson, 2010).

В САЩ като основна причина за смъртността се посочва прекомерната експлоатация на пчелите, изтощаваша имунната система на организма и болести, с които слабите пчели не могат да се справят сами. Там кошери-те се транспортират от Флорида до Калифорния, за да опрашват селскостопанските култури (бадеми и боровинки). Тези дълги пътувания подлагат пчелите на огромен стрес и болести.

В Европа една от основните причини за намаляване на пчелните семейства са монокултурите, а това на практика води до еднообразие в храната. В Испания водещ фактор е Нозематозата, а във Франция – пестицидите, с които се третира слънчогледът.

Според Parvulov (2022) най-честите причини у нас са отравяне с пестициди (неоникотиноиди); болести по пчелите (Вароатоза, Нозематоза и вируси); климатични промени (повлияващи цъфтежа на медоносната растителност и нарушен биоритъм на пчелните семейства); неправилни пчеларски практики (глад и ненавременно третиране с лекарства).

Отравяне с пестициди

Пестицидите са широко използвани в цял свят за унищожаване, отблъскване или контрол на определени форми на растения или животни, считани за вредители. В зависимост от техния вид, доза и устойчивост в околната среда, те могат да окажат въздействие дори върху полезни видове като медоносни пчели, земни пчели и други опрашители. Редица учени като Holland (2013); Plumer (2013); Walsh (2013); Berry et al. (2013) са категорични, че произведените от човека химикали са вредни за здравето на медоносните пчели и останалите опрашители.

Последните проучвания на Европейския орган за безопасност на храните (EFSA) показват, че неоникотиноидите са се разпространили повсеместно в околната среда като са замърсили водата, почвата и естествената растителност поради способността им да се разтварят лесно във вода. Неоникотиноидите са системни инсектициди. Съдържат екстракт от никотин известен като природен инсектицид, но според редица научни изследвания именно те са причината за измирането на пчелите. Неоникотиноидите имат невротоксичен ефект и засягат насекомите като причиняват парализа или смърт. Те разрушават храносмилателната, имунната и най-вече нервната система на почти всички насекоми, полезни или вредни (Bogoeva, 2012). Веднъж проникнали в растението неоникотиноидните пестициди стават част от системата на растението и могат да бъдат намерени във всички части (тъкани, листа и цветове), предпазвайки растението от насекоми неприятели. Те се акумулират в околната среда като нанасят поражения на полезните обитатели на екосистемите (Tisler et al., 2009), най-вече поради тяхната персистентност. Дълго време се е считало, че употребата на неоникотиноидите не крие риск за околната среда, което е довело до широката им употреба не само в земеделието, но и в домовете (Overmyer et al., 2005).

Учени от Университета на Мериленд и американското Министерство на земеделие-

то установяват високи количества на пестициди в проби от полен. За своите проучвания те вземат проби от растения по източното крайбрежие на САЩ. В тях е установено високо количество на девет различни пестицида. Една от пробите от прашеца съдържа 21 различни химикала. Учените смятат, че именно наличието на пестициди в храната на пчелите изтощава имунната им система и води до синдрома.

Болести по пчелите

Трите най-изследвани групи микроби засягащи пчелите са вируси, бактерии и гъби.

Вароатоза

Вароатоза е паразитно заболяване на пчелните семейства, предизвикано от външен акар *Varroa destructor*. Счита се за един от основните причинители на синдрома поради неправилно третиране на кошерите с акарицидни препарати, защото съдържащите се в тях кумофос и флувалинат действат потискащо на пчелите (Cox-Foster et al., 2007; Van Engelsdorp et al., 2009). Акарът уврежда възрастните пчели, а също и пилото (Shimanuki et al., 1994).

Varroa destructor е един от основните вредители на европейската медоносна пчела, който причинява огромни щети на пчеларството (Oldroyd, 1999). След преминаване към новия гостоприемник *Apis mellifera* през първата половина на миналия век, паразитът се разпространява по целия свят и в момента се счита за основна заплаха за пчеларството.

Проблемът с вароатозата и методите за борба са проучвани от много наши автори като Gurgulova (1995); Gurgulova (2005); Kirilov (2008); Salkova (2017) и др. Основните средства за борба с вароатозата включват химични препарати, биотехнологични методи и алтернативни средства. Прилагането на химичните средства е най-разпространения начин за контрол на вароатозата. (Miozes-Koch et al., 2000; Oudemans, 1904; Rosenkranz et al., 2010).

В нашата страна са проведени редица експерименти с растителни екстракти и етерични масла. Те могат да се използват с успех в конвенционалното и биологичното пчеларство (Hristakov, 2012; Zhelyazkova, 2010).

Нозематоза

Нозематоза е паразитно заболяване по пчелите, което е широко разпространено и нанася сериозни икономически щети на пчеларите в много страни. У нас е широко разпространена през цялата година и се появява в по-тежка форма след зимата. Причинява се от спорообразуващи гъби (Pugvanov, 2016). Установени са два вида микоспории: *Nosema apis* и *Nosema ceranae*. (Cox-Foster et al., 2007; Higes et al., 2007, 2008 a, b, Higes, 2009). Клиничната картина е различна. Заразените с *Nosema ceranae* пчели не показват клинични признаци. Няма характерните диарични петна. Инфекцията прониква в храносмилателната система на пчелите в средното черво. При развитието на болестта се наблюдават метаболитни промени в засегнатия организъм (Sanford, 1987; Higes, 2008; Heintz, 2011). *Nosema ceranae* е открита сравнително отскоро върху медоносните пчели, но се разпространява значително бързо (Higes, 2006; Paxton, 2007; Vidau, 2011; Dussaubat, 2012).

Вируси

До момента от медоносните пчели са изолирани около 18 различни вируса (Chen, 2007) и много от тях могат да бъдат пренесени чрез акари *Varroa*. Акарът се явява вектор за предаване на вируси като: вирус, деформиращ крилата (DWV); вирус на острия паралич (ABPV); израелски остър вирусен паралич (IAPV); кашмирски вирус (KBV) (Allen, 1986; Bailey, 1991; Bowen-Walker, 1999; Yue, 2005). Най-разпространен е DWV (вирус, деформиращ крилата). Инфекцията причинява типични симптоми като деформиране на крилата при силно заразени медоносни пчелни семейства (Voecking, 2008; De Miranda, 2010).

Вирусът, деформиращ крилата (DWV), е открит във всички етапи от живота на пчелата. Доказано е, че при пчели, заразени с този

вирус, има нарушения, свързани със сензорния отговор, а също така засяга и паметта при възрастни индивиди. Много изследователи посочват важната му роля за появата на синдрома на празния кошер.

Вирусът на острия паралич (ABPV) се разпространява чрез секретцията от слюнчените жлези на заразени възрастни пчели. Вирусът на острия паралич и Кашмирският вирус са два генетично свързани вируса. Те често се наблюдават при видимо здрави на външен вид възрастни пчели. Не се наблюдават специфични симптоми. Трябва да се вземе предвид, че Вирусът на острия паралич (ABPV) е заболяване на възрастни пчели, а Кашмирският вирус причинява смъртност както в пилото, така и при възрастните медоносни пчели. Той заразява пчелите във всички етапи от жизнения им цикъл и често продължава да съществува във възрастните пчели като незабележима инфекция (Allen, M., 1995). Израелският вирус на остра парализа се счита за един от най-вирулентните. Той се размножава бързо след като няколко вирусни частици попаднат в пчелната хемолимфа и може да доведе до смъртност на пчелите в рамките на три дни (Valtchovski, 2017).

Израелската разновидност на вируса на острия паралич по пчелите (IABPV) е открита през 2004 г. в Израел. Учените го считат за основен фактор при изчезването на пчелите в САЩ. През 2007 г. са публикувани резултатите от мащабни генетични проучвания в засегнати от феномена пчелни колонии. Този вирус е установен в 25 от 30 изследвани проби. Той отслабва имунитета на заразените пчели и те загиват от инфекции. Той може да променя медоносните пчели на клетъчно ниво като променя ДНК и РНК веригите. Учените са документирали около двадесет положителни РНК вируса. Те влияят на морфологията, физиологията и поведението на пчелите и са широко свързани със слаби семейства.

Фактори на околната страна

Друга причина за стопяване на пчелните популации са генетично модифицираните

(GM) култури, които произвеждат т. нар. Vt toxin – естествен природен инсектицид, за който се изказва хипотеза, че е свързан със синдрома (Huang et al., 2004; O’Callaghan et al., 2005; Duan et al., 2008; Eischen, 2008). Концентрацията на ГМ в прашеца води до понижена устойчивост към болести.

Непълноценното хранене вследствие на монокултурното земеделие и унищожаването на естествената диворастваща растителност също се отразяват негативно на насекомите. Установено е, че пчели, които са приемали цветен прашец от различни растителни видове имат по-силна имунната система, отколкото тези, които са консумирали прашец от един растителен вид.

Други причини

Известно е, че много други стресови фактори влияят върху здравето на пчелите. Взаимодействието на факторите на околната среда, които включват загуба на местообитания и изменение на климата, монокултурното отглеждане. (Decourtye et al., 2010; Neumann and Carreck, 2010; Kluser et al., 2011).

Електромагнитни излъчвания (GSM технологии)

Електромагнитното излъчване от мобилните телефони може да е отговорно за поведението на пчелите при търсене на храна (Hsu et al., 2007). Учените смятат, че електромагнитните вълни дезориентират пчелите и те не намират посоката на кошерите си, губят се и загиват.

Климатични промени

Климатичните промени оказват негативно влияние върху периода на цъфтежа на медоносната растителност и водят до нарушен биоритъм на пчелните семейства. Изместването на сезоните оказва пагубно влияние върху тях.

Монокултури

Основната идея на монокултурата е да се постигне по-голяма ефективност в селско-

стопанската дейност. Това се прави, за да се произвеждат по-големи количества.

Нисък генен потенциал

Ниският генен потенциал води до изчерпване на генетичното биоразнообразие на пчелните майки при отглеждането им в изкуствени условия.

Литература

Allen, M. F., Ball, B. V., White, R. F., & Antoniw, J. F. (1986). The detection of acute paralysis virus in *Varroa jacobsoni* by the use of a simple indirect ELISA. *Journal of Apicultural Research*, 25(2), pp. 100-105.

Allen, M. F., & Ball, B. V. (1995). Characterisation and serological relationships of strains of Kashmir bee virus. *Annals of applied biology*, 126(3), pp. 471-484.

Associated Press (2017). Declining Honey bees, a ‘threat’ to Food Supply. MSNBC.

COLOSS, a report, 2012/2013 Institute of Bee Health, veterinary Faculty, University of Bern, https://www.actu.alno.com/interest/ucheni-otkriha-zashto-umirat-pchelite-news_433170.html

Bailey, L., & Ball, B. V. (1991). Honey bee pathology, Academic Press. London, United Kingdom.

Berry, J. A., Hood, W. M., Pietravalle, S., & Delaplane, K. S. (2013). Field-level sublethal effects of approved bee hive chemicals on honey bees (*Apis mellifera* L.). *PLoS one*, 8(10), pp. 1-7, e76536.

Boecking, O., & Genersch, E. (2008). Varroosis—the ongoing crisis in bee keeping. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 3, pp. 221-228.

Bogoeva, I. (2012). The treat of neonicotinoid pesticides - reality or exaggeration. *Science & Technologies*, pp.87-83 (Bg).

Bowen-Walker, P. L., Martin, S. J., & Gunn, A. (1999). The Transmission of Deformed Wing Virus between Honeybees (*Apis mellifera* L.) by the Ectoparasitic Mite *Varroa jacobsoni* Oud. *Journal of invertebrate pathology*, 73(1), pp. 101-106.

Chen, Y. P., & Siede, R. (2007). Honey bee virus-es. *Advances in virus research*, 70, pp. 33-80.

Cox-Foster, D. L., Conlan, S., Holmes, E. C., Palacios, G., Evans, J. D., Moran, N. A., & Lipkin, W. I. (2007). A metagenomic survey of microbes in honey bee colony collapse disorder. *Science*, 318(5848), pp. 283-287.

Dainat, B., Vanengelsdorp, D., & Neumann, P. (2012). Colony collapse disorder in Europe. *Environmental microbiology reports*, 4(1), pp. 123-125.

- Decourtye, A., & Devillers, J.** (2010). Ecotoxicity of neonicotinoid insecticides to bees. *Insect nicotinic acetylcholine receptors*, pp. 85-95.
- De Miranda, J. R., Cordoni, G., & Budge, G.** (2010). The acute bee paralysis virus–Kashmir bee virus–Israeli acute paralysis virus complex. *Journal of invertebrate pathology*, 103, S30-S47.
- De Miranda, J. R., & Genersch, E.** (2010). Deformed wing virus. *Journal of invertebrate pathology*, 103, S48-S61.
- Duan, J. J., Marvier, M., Huesing, J., Dively, G., & Huang, Z. Y.** (2008). A meta-analysis of effects of Bt crops on honey bees (Hymenoptera: Apidae). *PLoS one*, 3(1), e1415.
- Dussaubat, C., Brunet, J. L., Higes, M., Colbourne, J. K., Lopez, J., Choi, J. H., & Alaux, C.** (2012). Gut pathology and responses to the microsporidium *Nosema ceranae* in the honey bee *Apis mellifera*. *PLoS one*, 7(5), e37017.
- Eischen, F. A., & Graham, R. H.** (2008, January). Feeding overwintering honey bee colonies infected with *Nosema ceranae*. In *Proceedings of the American Bee Research Conference, Am. Bee J* (Vol. 148, p. 555).
- García-Palencia, P., Meana, A., & Bernal, J. L.** (2009). Honeybee colony collapse due to *Nosema ceranae* in professional apiaries. *Environmental Microbiology Reports*, 1(2), pp.110-113.
- Gurgulova, K., Vasileva, I., Danchev, I., & Vladimirov, Y.** (1995). Ecological improvement of the fight against honey bee varicose veins. *Sb. Dokladi ot I mezhd. Simp. Ecological problems and forecasts, Vratsa*, 23-24 November, pp.165-171 (Bg).
- Gurgulova, K., Ivanova, T., Ivanov, Ts., & Hristov, Y.** (2005). Efficacy of formic acid against *Varroa destructor* in used on special type of evaporator. *Zhivotnovadna Nauka, XLII, №5*: pp. 280-284.
- Higes, M., García-Palencia, P., Martín-Hernández, R., & Meana, A.** (2007). Experimental infection of *Apis mellifera* honeybees with *Nosema ceranae* (Microsporidia). *Journal of invertebrate pathology*, 94(3), pp. 211-217.
- Higes, M., Martín-Hernández, R., Botías, C., Bailón, E. G., González-Porto, A. V., Barrios, L. & Meana, A.** (2008). How natural infection by *Nosema ceranae* causes honeybee colony collapse. *Environmental microbiology*, 10(10), pp. 2659-2669.
- Higes, M., Martín-Hernández, R., Garrido-Bailón, E., García-Palencia, P., & Meana, A.** (2008). Detection of infective *Nosema ceranae* (Microsporidia) spores in corbicular pollen of forager honeybees. *Journal of Invertebrate Pathology*, 97(1), pp. 76-78.
- Higes, M., Martín-Hernández, R., Garrido-Bailón, E., González-Porto, A. V., Huang, Z. Y., Hanley, A. V., Pett, W. L., Langenberger, M., & Duan, J. J.** (2004). Field and semifield evaluation of impacts of transgenic canola pollen on survival and development of worker honey bees. *Journal of economic entomology*, 97(5), pp.1517-1523.
- Holland, J. S.** (2013). The plight of the honeybee. *National Geographic*, 10.
- Hristakov, (2012).** Study of the stimulating effect of *Tribulus terrestris* on the ovulatory activity of honey bees. *Agricultural science and technology*, pp.1313-8820 (Bg).
- Johnson, R.** (2010). *Honey bee colony collapse disorder* (pp. 7-5700). Washington: Congressional Research Service.
- Kirilov, N.** (2008). Organic and dynamic protection of bees. *Izd. Enyovche*, p. 291 (Bg).
- Kluser, S., Neumann, P., Chauzat, M. P., Pettis, J. S., Peduzzi, P., Witt, R., & Theuri, M.** (2010). Global honey bee colony disorders and other threats to insect pollinators. <http://www.unep.org>.
- Lee, K. V., Steinhauer, N., Rennich, K., Wilson, M. E., Tarpy, D. R., & Dennis van Engelsdorp** (2015) A national survey of managed honey bee 2013–2014 annual colony losses in the USA. *Apidologie* 46, pp. 292–305.
- Mozes-Koch, R., Slabezki, Y., Efrat, H., Kalev, H., Kamer, Y., Yakobson, B. A., & Dag, A.** (2000). First detection in Israel of fluvalinate resistance in the varroa mite using bioassay and biochemical methods. *Experimental & applied acarology*, 24(1), pp. 35-43.
- Neumann, P., & Carreck, N. L.** (2010). Honey bee colony losses. *Journal of apicultural research*, 49(1), pp. 1-6.
- O'Callaghan, M., Glare, T. R., Burgess, E. P., & Malone, L. A.** (2005). Effects of plants genetically modified for insect resistance on nontarget organisms. *Annu. Rev. Entomol.*, 50, pp. 271-292.
- Oldroyd, B. P.** (1999). Coevolution while you wait: *Varroa jacobsoni*, a new parasite of western honeybees. *Trends in Ecology & Evolution*, 14(8), pp. 312-315.
- Oudemans, A. C.** (1904). Acarological notes XIII. *Entomologische Berichten Uitgegeven Door de Nederlandsche Entomologische Vereeniging*. 1, pp. 169–174.
- Overmyer, J. P., Mason, B. N., & Armbrust, K. L.** (2005). Acute toxicity of imidacloprid and fipronil to a nontarget aquatic insect, *Simulium vittatum* Zetterstedt cytospecies IS-7. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, 74, pp. 872-879.
- Parvulov, B.** (2022). The problem CCD – Colony Collapse Disorder, parvulov.com.
- Parvanov, P.** (2016). Biology and diseases of bees. *Izd. Alfa Vision Stara Zagora* p. 207. ISBN 978-954-9483-37-6 (Bg).
- Paxton, R. J., Klee, J., Korpela, S., & Fries, I.** (2007). *Nosema ceranae* kommt bei *Apis mellifera* in Europa bereits seit dem Jahr 1998 vor und ist möglicherweise virulenter als *Nosema apis*. *Apidologie*, 38, pp. 558-565. doi: 10.1051/apido:2007037.

- Plumer, B.** (2013). Why are bees dying? The U.S. and Europe have different theories. *The Washington Post*.
- Rogers, R. E. L., & Williams, G. R.** (2007). Honey bee health in crisis: what is causing bee mortality. *Am Bee J*, 147, p. 441.
- Rosenkranz, P., Aumeier, P., & Ziegelmann, B.** (2010). Biology and control of *Varroa destructor*. *Journal of invertebrate pathology*, 103, S96-S119.
- Salkova, D., Hristov, P., Gurgulova, K., Tsvetanov, Ts., & Shumkova, R.** (2017). Overview of control methods and means of the *Varroa*, on the honey bees *Apis mellifera*. A collection of scientific conference with international participation „Animal Husbandry – challenges and innovations”, 1 – 3 November, 2017 (Bg).
- Seitz, N., Traynor, K. S., Steinhauer, N., Rennich, K., Wilson, M. E., Ellis, J. D., & vanEngelsdorp, D.** (2022). A national survey of managed honey bee 2014–2015 annual colony losses in the USA. *Journal of Apicultural Research*, 54(4), pp. 292-304.
- Spleen, A. M., Lengerich, E. J., Rennich, K., Caron, D., Rose, R., Pettis, J. S., & Bee Informed Partnership.** (2013). A national survey of managed honey bee 2011–12 winter colony losses in the United States: results from the Bee Informed Partnership. *Journal of Apicultural Research*, p. 52(2), pp. 44-53.
- Steinhauer, N. A., Rennich, K., Wilson, M. E., Caron, D. M., Lengerich, E. J., Pettis, J. S., & Bee Informed Partnership.** (2014). A national survey of managed honey bee 2012–2013 annual colony losses in the USA: results from the Bee Informed Partnership. *Journal of Apicultural Research*, 53(1), pp. 1-18.
- Tišler, T., Jemec, A., Mozetič, B., & Trebše, P.** (2009). Hazard identification of imidacloprid to aquatic environment. *Chemosphere*, 76(7), pp. 907-914.
- VanEngelsdorp, D., Hayes Jr, J., Underwood, R. M., & Pettis, J.** (2008). A survey of honey bee colony losses in the US, fall 2007 to spring 2008. *PloS one*, 3(12), e4071.
- VanEngelsdorp, D., Hayes Jr, J., Underwood, R. M., & Pettis, J. S.** (2010). A survey of honey bee colony losses in the United States, fall 2008 to spring 2009. *Journal of apicultural research*, 49(1), pp. 7-14.
- VanEngelsdorp, D., J. H. J., Underwood, R. M., Caron, D & Pettis, J** (2011). A survey of managed honey bee colony losses in the USA, fall 2009 to winter 2010'. *Journal of Apicultural Research*, 50, pp. 1-10.
- VanEngelsdorp, D., Evans, J. D., Saegerman, C., Mullin, C., Haubruge, E., Nguyen, B. K. & Pettis, J. S.** (2009). Colony collapse disorder: a descriptive study. *PloS one*, 4(8), e6481.
- VanEngelsdorp, D., Caron, D., Hayes, J., Underwood, R., Henson, M., Rennich, K. & Bee Informed Partnership.** (2012). A national survey of managed honey bee 2010–11 winter colony losses in the USA: results from the Bee Informed Partnership. *Journal of Apicultural Research*, 51(1), 115-124.
- VanEngelsdorp, D., Evans, J. D., Saegerman, C., Mullin, C., Haubruge, E., Nguyen, B. K. & Pettis, J. S.** (2009). Colony collapse disorder: a descriptive study. *PloS one*, 4(8), e6481.
- Valtchovski, R., Hristovski, M., Hristovska, G., Trajcovski, A., & Valchovski, P.** (2017). Honey bee health status in Bulgaria and Macedonia, evaluation of risk. *knowledge-International Journal*, 16(2), pp. 885-891.
- Vidau, C., Diogon, M., Aufauvre, J., Fontbonne, R., Viguès, B., Brunet, J. L. & Delbac, F.** (2011). Exposure to sublethal doses of fipronil and thiacloprid highly increases mortality of honeybees previously infected by *Nosema ceranae*. *PloS one*, 6(6), e21550. doi: 10.1371/journal.pone.0021550.
- Walsh, B.** (2013). Beepocalypse Redux: Honeybees Are Still Dying — and We Still Don't Know Why. Time.
- Williams, G., & Neumann, P.** (2012). COLOSS (Prevention of honey beecolonylosses) (Swiss Bee Research Centre, Research Station Agroscope Liebefeld-Posieux ALP-HARAS, Bern, Switzerland), in consultation with the COLOSS Executive Committee, <https://coloss.org/>
- Yue, C., & Genersch, E.** (2005). RT-PCR analysis of Deformed wing virus in honeybees (*Apis mellifera*) and mites (*Varroa destructor*). *Journal of General Virology*, 86(12), 3419-3424.
- Zhelyazkova, I., Gurgulova, K., Panchev, I., & Popova, V.** (2010). Effect of the biological stimulating product Apisaniran on the productive parameters of bee colonies, Apimondia. In *First World Conference on Organic Beekeeping, 27–29 August 2010* (p. 82).