

ЗАПЛАХАТА ОТ НЕОНИКОТИНОВИТЕ ПЕСТИЦИДИ – РЕАЛНОСТ ИЛИ ПРЕУВЕЛИЧЕНИЕ

Ирена Богоева

Българска агенция по безопасност на храните

Център за оценка на риска

Бул. „Цар Борис III“ 136, София 1618

E-mail: iren.bog@abv.bg

THE THREAT OF NEONIKOTINOID PESTICIDES - REALITY OR EXAGGERATION

Irena Bogoeva

Risk assessment center

Bulgarian Food Safety Agency

Blvd. Tzar Boris III, 136, Sofia, Bulgaria, 1618

ABSTRACT

Neonicotinoids are systemic insecticides that enter the plant tissues, attacking and inhibiting nerve impulses in insects that come into contact with the plant. This causes their death or leads to the expression of a number of sublethal effects. Neonicotinoids are synthetic analogues of nicotine, designed in the late 20th century and are the most widely used class of pesticides in the world. There are seven known types of neonicotinoid insecticides: acetamiprid, clothianidin, dinotefuran, imidacloprid, nitenpyram, thiacloprid, thiamethoxam.

Because of the use of neonicotinoid pesticides, much of them remain and accumulate in the environment, causing damage to the ecosystems' useful inhabitants. They are hazardous and because of their persistence.

Neonicotinoid systemic insecticides used for seed treatment of agricultural crops are suspected as possible causes of the phenomenon of the Colony Collapse Disorder (CCD), causing the death of honeybees, *Apis mellifera* L. and, as a consequence - large losses in pollination of plants and agriculture worldwide. Extensive use of neonicotinoids contributes not only to the destruction of pollinating insects, mainly bees, but also insects and other organisms that are beneficial to ecosystems, which would cause their destruction.

Key words: *neonicotinoid pesticides, insects, honeybees, Colony Collapse Disorder*

Неоникотиновите инсектициди са аналози на никотина, създадени по синтетичен път през последното десетилетие на XX век. Тогава започва и тяхната широка употреба за обработване на семена и почва, а също и за пръскане на културите. През последните години неоникотиноидите са били най-бързо нарастващият клас инсектициди в модерната земеделска практика за защита на културите от вредители, със силно разпространена употреба срещу широк спектър насекоми. Като ефективно средство, те действат селективно върху никотин-ацетилхолиновите рецептори на насекомите. Познати са седем типа неоникотинови инсектициди: acetamiprid, clothianidin, dinotefuran, imidacloprid, nitenpyram, thiacloprid, thiamethoxam.

Най-характерни особености на неоникотиноидите

Тези системни инсектициди, лесно проникват в растенията поради високата им разтворимост във вода; персистентни (устойчиви) са в околната среда, в зависимост от условията могат да останат в почвата за дълъг период (около 1 година); притежават невротоксичен ефект, действат на централната нервна система на насекомите. Неоникотиноидите се абсорбират от корените и листата на растенията и активните им субстанции навлизат в тъканите на третираните растения през васкуларната им система. Те

остават в растенията за дълъг период от време и отравят насекомите, които се хранят или влизат в контакт с тях, което довежда до тяхната смърт, а при по-ниски концентрации, се проявяват редица сублетални ефекти, изразяващи се в нарушена сигнализация и/или гладуване.

През 1991 год. е синтезиран първият неоникотиноид, imidacloprid. За тези нови пестициди става известно, че са токсични в много по-малки количества от останалите и персистират в околната среда в продължение на месеци, което е много по-дълъг период, в сравнение с останалите пестициди (Jacobsen, 2008). Те са предпочитани от растениевъдите, защото тяхната употреба намалява честотата на третиранията. Imidacloprid е един от най-продаваните пестициди в света, използван за контрол на хапещи и смучещи вредители. Системните неоникотиноиди са приети като безопасни от пчеларите, до момента на поява на синдрома на празния кошер – Colony Collapse Disorder през 2006 год.

Активните субстанции на пестицидите, в това число и неоникотиновите инсектициди, се разпространяват в надземните части по време на растежа, осигурявайки по този начин дълготрайна защита срещу въздушни и почвени вредители по културите. В редица от случаите на третиране, разрешените дози от системни инсектициди могат да засегнат също и полезните насекоми, като медоносните и земните пчели, насекоми-биологични агенти (Desneux et al., 2007; Katsarou et al., 2009; Mommaerts et al., 2009), птици (Berny et al., 1999) и земни червеи (Kreutzweiser et al., 2008; Sapowicz et al., 2009). Тяхната широка употреба представлява риск за всички насекоми – опрашители (EPA, 2003; Greatti et al., 2006; Desneux et al., 2007). Поради докладваната висока токсичност на неоникотиновите пестициди към медоносните пчели е необходимо да се насочи вниманието на екоотоксиколозите към потенциалната опасност, която те представляват за организмите и екосистемите. Дори слабата експозиция на пчели към неоникотиноиди нарушава правилното функциониране на централната нервна система, което дава резултат в загуба на ориентация и невъзможност да се завърнат в кошера. Имайки предвид този факт е необходимо да се оцени до каква степен тези пестициди са опасни за екосистемите и всички техни обитатели.

Основни роли на пчелите в стопанството и в природата

Опрашването на плодовете и зеленчуците е от огромно значение за получаването на продукцията и семена за следващата година. Унищожаването на пчелните семейства би било опустошително за екосистемите и стопанствата. Медът и прополисът също ще изчезнат от храната на хората. Пчелите опрашват също и дърветата и полските растения. Това е изключително важно за биоразнообразието на екосистемите, което би намаляло драстично, без участието на пчелите. Друга функция на пчелите е, че те са индикаторен вид (index species) – съобщават за промените в екосистемата. Индикаторните видове, към които спадат и пчелите, реагират, когато околната среда се влошава. Загубата на медоносни пчели, която се наблюдава в днешно време е предупреждение за необичайни промени в екосистемите, които те обитават.

Пчелите могат да събират нектар, замърсен с неоникотиноиди до един месец след прилагането им при цъфтящи култури (царевица, слънчоглед). Ефектът от честата консумация на замърсени Polen и нектар върху тях, може да се прояви почти веднага или няколко дни, до седмици след това, защото Polen и нектара са съхранявани в кошера.

Токсичността на системните неоникотинови инсектициди thiametoxam, clothianidin и imidacloprid към насекомите е много по-висока, в сравнение с класическите инсектициди, което може да бъде илюстрирана с използването на пчелите като индикаторен вид. Стойността на LD₅₀ за пчели е 3.7 ng imidacloprid за пчела, за clothianidine LD₅₀ е 4.0 ng за пчела, за thiamethoxam LD₅₀ е 5.0 ng за пчела (за сравнение, LD₅₀ на DDT е 27000 ng за пчела), (Bonmatin, 2009).

През последните две десетилетия световното производство и употребата на пестициди сериозно са се увеличили. Тревожен е фактът, че съвсем малка част от пестицидите се използват по предназначение и голямо количество от тях остават и 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, причинявайки по този начин високото им присъствие (Overmyer et al., 2005). Почвата е контейнер за по-голямата част от приложените в земеделието пестициди и отмиването им от там води до замърсяване и на подпочвените и повърхностни води. Това е глобален проблем, тъй като водата служи за пиене и поливане на земеделската продукция, особено когато пестицидите са високо разтворими във вода (Gupta et al., 2002).

Употребата на проблемните неоникотиноиди се счита, че допринася не само за унищожаването на опрашващите насекоми, включващи предимно пчелите, но също и за други насекоми, и други организми, които са полезни за екосистемите, което би причинило тяхното разрушаване. Земните пчели *Bombus terrestris* L. са важни опрашители за дивите видове растения, използвани и в модерното земеделие за да осигурят опрашването на плодовете и зеленчуците.

Проблеми вследствие третирането с неоникотинови пестициди

1. Прилагане на няколко пестицида. Смесването на неоникотиноиди с пестициди от друг клас при едно пръскане се прилага често, с оглед да се увеличи ефикасността и да се намалят разходите, но крие сериозен риск за обитателите на екосистемите. Все повече се разраства мнението, че пестицидите и техните метаболити понякога са в синергичен ефект помежду си, при едновременното им прилагане, което ги прави многократно по-токсични за пчелите, отколкото самостоятелното им действие.

2. Комбиниран ефект между пестицидите и патогените. Медоносните пчели, *Apis mellifera*, регистрират намаляване в световен мащаб, чийто причинител все още не е изяснен. Направените в продължение на 20 години изследвания предполагат, че това намаляване се дължи на две основни причини: инфекциозни болести и експозиция на пестициди. Редица изследвания (Cox-Foster et al., 2007, Vidau et al., 2011) са установили увеличена възприемчивост към пестициди, която може да се предизвика от присъствието на паразити и патогени, които са основно два вида по медоносните пчели: *Nosema* (*Nosema apis* и *Nosema ceranae*) и *Varroa*.

3. Гутацията е природен процес, при който растенията отделят вода през листата си, в условията на висока въздушна влажност и медоносните пчели пият от този сок. Проблемът при това приемане на вода от пчелите е, че това се случва често пъти в земеделски райони, където културите са третирани със системни инсектициди. Пчелите, събиращи капки от гутацията на такива растения, могат да бъдат отровени от системните пестициди, намиращи се в проводящата тъкан на растенията и да загинат в продължение на няколко минути (Girolami et al., 2009).

Разпространение на неоникотиноидите по света и мерки за забраната им

Забелязаната през 1995 год., от пчеларите във Франция увеличена смъртност на пчели, събиращи мед от полета с царица, рапица и слънчоглед (Comite Scientifique Technique, 2003) е феноменът, който подтиква задълбочени изследвания на ефекта от неоникотиноидите върху медоносните пчели. От тогава е нарастнал броят на държавите, наложили рестрикция върху използването му или изцяло са го забранили за употреба при определени култури (Suchail et al., 2003). Няколко са Европейските държави, прекратили употребата на неоникотинови пестициди, в отговор на инциденти, включващи остро отравяне на медоносни

пчели, въпреки, че няма безспорни доказателства за връзката им със Синдрома на празния кошер. Забелязаното през периода 1994 – 1996 във Франция силно увеличаване на смъртността сред медоносните пчели, които опрашват слънчогледа се обяснява с това че през 1994 год. е използван нов пестицид за третиране на слънчогледовото семе, чиято активна субстанция imidacloprid, е доказано токсична за медоносните пчели (Bonmatin et al., 2005; Maxim & Van der Sluijs, 2007, 2010). Понастоящем, imidacloprid е забранен във Франция, но все още се използва за третиране на захарно цвекло, пшеница и ечемик (Ministère de l'Agriculture, 2011). Италианското Министерство на труда, здравеопазването и социалната политика е издало забрана за третирането на семена с пестицидите clothianidin, thiamethoxam и imidacloprid, прилагани при маслодайна рапица, слънчоглед и сладка царевича (Ministero della Salute, 2009). Ограничаване или забрана за прилагане на неоникотиновите инсектициди е последвала и в други страни, като Германия и Словения.

В изследване (Miranda et al., 2011) върху разпространението в околната среда на неоникотинови пестициди, регистрирани за употреба в Бразилия е проучен ефекта от употребата на acetamiprid, clothianidin, imidacloprid, thiacloprid и thiamethoxam и потенциалния риск от тяхното наличие чрез прилагане на максималните нива, разрешени в Бразилия. Поради разрешените високи максимални нива на приложение в Бразилия, в сравнение с други страни по света, рискът за околната среда и потенциалът за поява на резистентност е особено висок в Бразилия.

Япония е най-големият потребител в света на пестициди в земеделието, отнесено към единица площ, според OECD Pesticide Reviews, 2002 (Организацията за икономическо сътрудничество и развитие). Употребата на неоникотинови пестициди се е увеличила многократно през последните години. В Япония е широко разпространено мнението, че солидното прилагане на неоникотиноиди е причината за намаляването броя на насекомите и птиците, но няма сигурни данни, които могат да докажат това. Тревожен факт, свързан с употребата на пестициди в Япония е, че настоящите допустими нива на остатъците (MRLs) за страната са много по-високи, от аналогичните в USA и Европа. При така определените високи нива на остатъци, неоникотиноидите застрашават също и здравето на хората.

В България – изключително богат е спектърът на разрешените за употреба неоникотинови пестициди. Списъкът им включва субстанциите: acetamiprid, clothianidin, imidacloprid, thiacloprid, thiamethoxam. Богат е и списъкът на вредителите и културите, за които е предназначена употребата на тези активни вещества.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изясняването на връзката между употребата на неоникотиноидите и повишената смъртност сред насекомите е проблем в глобален аспект и изисква предприемането на спешни мерки. Широката употреба на пестициди е довела до намаляване изобилието и разнообразието на глобалните опрашители – пчелите, което може да има бедствен ефект върху природните екосистеми, както и върху земеделието. Вследствие засиления контрол са били забранени редица активни вещества, още повече, че някои вредители са развили резистентност към по-рано използваните пестициди. На Европейските производители на пестициди се налага да вложат повече средства за провеждането на задълбочени проучвания и разработки на нови активни субстанции. Необходимо е да се оценява риска за околната среда, когато неоникотиноидите са прилагани в относително високи нива.

Проучването на проблема относно неоникотиновите пестициди поставя въпросите какъв е ефектът от тези пестициди върху обитателите на екосистемите и по-специално върху опрашващите насекоми, кои видове са най-уязвими от прилагането на неоникотиноидите, дали се е изменил броят и разпространението на различни видове организми след като е започнало прилагането на неоникотиновите пестициди.

Acknowledgement: The authors wish to express their gratitude to Dr. Jeroen van der Sluijs, Utrecht University - Copernicus Institute, Heidelberglaan, Utrecht, The Netherlands, for the scientific support with disposed literature on neonicotinoids.

ЛИТЕРАТУРА

1. Berny, P., 1999. Evaluation of the toxicity of imidacloprid in wild birds. A new high performance thin layer chromatography (HPTLC) method for the analysis of liver and crop samples in suspected poisoning cases. *J. Liq. Chrom. & Rel. Technol.*, 22(10): 1547–1559.
2. Bonmatin, J., 2009. Conclusions Round Table on intoxication of bees due to pesticides: results from scientists. Presentation at 41th Apimondia Congress, 15-20 September 2009, Montpellier.
3. Bonmatin, J., I. Moineau, R. Charvet, M. Colin, C. Fleche, E. Bengsch, 2005. Behaviour of imidacloprid in fields. Toxicity for Honey Bees. In: *Environmental chemistry, green chemistry and pollutants in ecosystems*, E. Lichtfouse, J. Schwarzbauer and D. Robert (eds.), Springer.
4. Capowiez, Y., N. Dittbrenner, M. Rault, R. Triebkorn, M. Hedde, C. Mazzia, 2009. Earthworm cast production as a new behavioural biomarker for toxicity testing. *Environmental Pollution*, doi: 10.1016/j.envpol.2009.09.003.
5. Cox-Foster, D., S. Conlan, E. Holmes, G. Palacios, J. Evans, N. Moran, 2007. A metagenomic survey of microbes in honey bee Colony Collapse Disorder. *Science*, 318: 283-287.
6. CST (Comite scientifique et technique de l'etude multifactorielle des troubles des abeilles), 2003. Imidaclopride utilisee en robage des semences (Gaucho®) et troubles des abeilles, rapport final, <http://www.agriculture.gouv.fr/spip/IMG/pdf/rapportfin.pdf>, pp. 106.
7. Desneux, N., A. Decourtye, J. Delpuech, 2007. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. *Annu. Rev. Entomol.*, 52: 81–106.
8. EPA. 2003. Pesticide Fact Sheet: Clothianidin (<http://www.epa.gov/opprd001/factsheets/clothianidin.pdf>) accessed 10 January 2011.
9. Girolami, V., L. Mazzon, A. Squartini, N. Mori, M. Marzaro, A. Di Bernardo, M. Greatti, C. Giorio, A. Tapparo, 2009. Translocation of neonicotinoid insecticides from coated seeds to seedling guttation drops: A novel way of intoxication for bees. *J. of Economic Entomology*, 102(5): 1808-1815.
10. Greatti, M., R. Barbattini, A. Stravisi, A. Sabatini, S. Rossi, 2006. Presence of the a.i. imidacloprid on vegetation near corn fields sown with Gaucho® dressed seeds. *Bulletin of Insectology*, 59(2): 99–103.
11. Gupta, S., V. Gajbhiye, T. Kalpana, N. Agnihotri, 2002. Leaching behavior of imidacloprid formulations in soil. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 68: 502-508.
12. Jacobsen, R., 2008. *Fruitless fall: The collapse of the honey bee and the coming agricultural crisis*. New York: Bloomsbury Press.
13. Katsarou, I., A. Martinou, D. Papachristos, D. Zoaki, 2009. Toxic effects of insecticide residues on three aphidophagous coccinellid species. *Hellenic Plant Protection Journal*, 2: 101-106.
14. Kreutzweiser, D., K. Good, D. Chartrand, T. Scarr, S. Holmes, D. Thompson, 2008. Effects on litter-dwelling earthworms and microbial decomposition of soil-applied imidacloprid for control of wood-boring insects. *Pest Management Science*, 64: 112-118.
15. Maxim, L., J. Van der Sluijs, 2007. Uncertainty: cause or effect of stakeholders' debates? Analysis of a case study: the risk for honey bees of the insecticide Gaucho®. *Science of the Total Environment*, 376: 1-17.
16. Maxim, L., J. Van der Sluijs, 2010. Expert explanations of honeybee losses in areas of extensive agriculture in France: Gaucho® compared with other supposed causal factors. *Environmental Research Letters*, 5: pp. 12.
17. Ministero della Salute, Portale della Normativa Sanitaria. 2009. <http://www.normativasanitaia.it/jsp/dettaglio.jsp?id=30174>.

18. Ministère de l'Agriculture, 2011. 'e-phy – Le catalogue des produits phytopharmaceutiques et de leurs usages des matières fertilisantes et des supports de culture homologués en France' (<http://e-phy.agriculture.gouv.fr/>) accessed 3 January 2011.
19. Miranda, G., C.Raetano, E.Silva, M.Daam, M.Cerejeira,2011. Environmental fate article: Environmental fate of neonicotinoids and classification of their potential risks to hypogean, epygean, and surface water ecosystems in Brazil. *Human and Ecological Risk Assessment*, 17 (4), pp. 981-995.
20. Mommaerts,V., S.Reynders, J.Boulet, L.Besard, G.Sterk, G.Smagghe,2010.Risk assessment for side-effects of neonicotinoids against bumblebees with and without impairing foraging behavior. *Ecotoxicology*,19:207-215.
21. Overmyer,J., B.Mason, K.Armbrust,2005.Acute toxicity of imidacloprid and fipronil to a nontarget aquatic insect, *Simulium vittatum* Zetterstedt cytospecies IS-7, *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*,74:872-879.
22. Suchail,S., L.Debrauwer, L. Belzunces,2003. Metabolism of imidacloprid in *Apis mellifera*. *Pest Management Science*,60: 291-296.
23. Tisler,T., A.Jemec, B.Mozetic, P.Trebse,2009.Hazard identification of imidacloprid to aquatic environment, *Chemosphere*,76:907-914.
24. Vidau, C., M.Diogon, J.Aufauvre, R.Fontbonne, B.Viguus, J.-L.Brunet, C.Textier, D.Biron, N.Blot, H.Alaoui, L. Belzunces, F.Delbac,2011. Exposure to sublethal doses of fipronil and thiacloprid highly increases mortality of honeybees previously infected by *Nosema ceranae*. *PLoS ONE*, 6 (6), art. no. e21550.