



НЕОНИКОТИНОИДИТЕ –

ПОМОЩНИК ИЛИ ЗАПЛАХА ЗА ЕКОСИСТЕМИТЕ

Неоникотиноидите са сравнително нов клас инсектициди, синтезирани в последните десетилетия на ХХ век. Представяват изкуствени аналози на никотина, за който е известно, че е природен пестицид, но се различават от него с по-високата си устойчивост в околната среда и по-силно изразен токсичен ефект. Тези инсектициди по структура и механизъм на действие са сходни с никотиноидите (никотин, картап) и са ново поколение пестициди, поради което са получили наименованието "неоникотиноиди". Те притежават контактно и стомашно действие, действат на централната нервна система на насекомите, но към бозайниците проявяват по-слаба токсичност.

Неоникотиноидите са сред най-широко използваните в света инсектициди, но напоследък употребата на някои съединения от този клас е била ограничена в някои държави, дължащо се на възможната връзка на тяхното прилагане със Синдрома на празния кошер (Colony Collapse Disorder), въпреки, че не са налични безспорни научни доказателства, потвърждаващи тази причинно – следствена връзка. Понастоящем неоникотиноидите се рекламират и продават в над 100 държави по света, най-вече в САЩ, Великобритания и други европейски и азиатски държави.

Групата на неоникотиновите инсектициди включва: acetamiprid, clothianidin, dinotefuran, imidacloprid, nitenpyram, thiacloprid, thiamethoxam.

Начин на действие

Неоникотиноидите са инсектициди със сходен начин на действие, които засягат централната нервна система на насекомите, като причиняват парализа и смърт. Те разрушават също храносмилателната, имунната и най-вече нервната система на почти всички насекоми, червеи и паякообразни, на повечето риби и земноводни, на много птици и прилепи. В съгласие с класификацията на Американската агенция за защита на околната среда (U.S. Environmental Protection Agency), по токсичност са поставени в клас II или клас III (умерена и слаба токсичност). Тъй като неоникотиноидите блокират специфични нервни пътища, токсичното им действие е по-разпространено сред насекомите, към които те са селективно по-токсични, отколкото към топлокръвните животни. Като действие, те са ефективни срещу смучещи насекоми, като въшки, също и към дъвчещи като *Coleoptera* и някои представители на *Lepidoptera*. За неоникотиноидите са свойствени висока биологична активност срещу широк спектър вредители по селскостопанските култури, ниски норми на разход (60–100 г. активно вещество/ха), високо системно и трансламинарно действие в растенията и умерена устойчивост в обекти от околната среда.

Така, както и за фосфорорганичните съединения, за неоникотиноидите е характерно действие на нервната система на насекомите. За разлика от ФОС, те действат не на холинестеразата, а се свързват с постсинаптичните никотинови ацетилхолинови рецептори на централната нервна система. В резултат у насекомите се развиват конвулсии и паралич, които причиняват гибелта им.

Повечето от неоникотиноидите са били регистрирани след 1984 год. За някои от съединенията от този клас е доказано, че са устойчиви в продължение на години и са намерени остатъци от тях в растения няколко години след третирането. Изследвания, проведени в Европа

през 90-те години доказват, че неоникотиновите остатъци могат да се акумулират в полена и нектара на третираните растения и представляват потенциален риск за насекомите – опрашители, но ефекта, който тези остатъци могат да имат върху пчелите, остава не напълно доказан. Представени данни от съвременни изследвания, проведени в Европа, също поддържат тезата за персистентността на неоникотиноидите.

Неблагоприятен ефект върху опрашителите (инциденти на смърт на пчели) са били докладвани и в Европа, но не са налице напълно сигурни доказателства за връзката на неоникотиноидите с тези инциденти (El Hassani et al., 2008).

По степен на опасност imidacloprid, thiacloprid и acetamiprid са идентични, като притежават слаба дермална токсичност при плъхове, дразнят кожата, лигавиците на очите при зайци, сенсibiliзиращ ефект (повишена чувствителност на организма към дразнители, предизвикващи алергична реакция) върху организма на морски свинчета, който позволява да се отнесат към четвърти клас на опасност. По остра перорална и инхалационна токсичност за плъхове, тези активни вещества са умерено опасни с опасност клас III, с изключение на thiakloprid, който е с остра токсичност при вдишване и е с опасност II клас.

Употреба и токсичност

Imidacloprid е възможно най-широко използваният инсектицид, който понастоящем се прилага срещу вредители в почвата, зърното, дървен материал и нападатели по животните. Извършва се листно третиране на култури, включващи житни, памук, зърно, бобови, картофи, овощни, ориз и зеленчуци. Той е особено ефективен срещу смучещи насекоми и има дълга остатъчна активност. Количествата неоникотиноиди, използвани за третиране са много по-ниски от тези на старите, традиционно използвани инсектициди, поради тяхната по-висока ефективност.

Thiamethoxam (TMX) е второ поколение неоникотинови инсектициди, принадлежащи към подклас thianicotinyl. Химическата структура на thiamethoxam е малко по-различна от тази на другите неоникотинови инсектициди, което го прави високо водоразтворим, като по този начин спомага за лесното му навлизане в растителните тъкани. TMX е системен инсектицид и прониква в растителните клетки, където предизвиква различни физиологични реакции, които от своя страна предизвикват експресията на специфични функционални протеини, включени в различни стрес – защитни механизми на растенията, подпомагащи по-доброто им оцеляване при неблагоприятни условия на средата.

Acetamiprid е инсектицид с контактно и стомашно действие. Използва се за контролиране на смучещи насекоми, вкл. листни въшки и белокрылки при широк спектър от култури, най-вече памук, зеленчуци, плодове и чай. Acetamiprid е класифициран към клас II – умерено токсичен, липсват доказателства да е канцерогенен, невротоксичен или мутагенен. Токсичността му е селективно насочена към насекомите и се смята за умерено токсичен за пчелите.

Clothianidin е системен инсектицид, с регистрирана употреба за третиране на семена от царевица и рапица. Употребява се още при житни култури, слънчоглед и захарно цвекло, за третиране срещу ранни вредители, почвени, листни и листоминиращи насекоми. Данни от лабораторни изследвания показват, че clothianidin е токсичен за медоносните пчели. По токсичност е класифициран като вероятен карциноген за човека.

Thiacloprid – системен инсектицид с контактно и стомашно действие. Счита се, че е безопасен за бозайниците и е предназначен за контрол на смучещи и хапещи насекоми по памук, ориз, зеленчуци, овощни, захарно цвекло, картофи. Уврежда нервната система на насекомите, действа като инхибитор на никотиновите ацетилхолинови рецептори.

Влияние върху околната среда

Съществува противоречие относно ролята на неоникотиноидите във връзка с токсичността на пестицидите към пчелите и ефекта на imidacloprid върху пчелната популация. Употребата на неоникотиноиди е стриктно ограничена във Франция от 1990 год. насам, когато неоникотиноидите са били свързани с масовата смърт на пчелната популация. Неоникотиноидите са били забранени в Словения през 2003 год., поради появата на Синдрома

на празния кошер (CCD), при който пчелите изчезват от кошерите. Тяхната употреба по-късно е била разрешена, но експертите по микробиология смятат, че решението се е базирало на бързо и непълно проучване. Независими изследвания показват, че времето на полуживот при фотодеградация на повечето неоникотиноиди е около 34 дни, когато са изложени на слънчева светлина и може да отнеме период от около 1386 дни (прибл. 3 год. и 9 мес.) за разграждането на тези съединения в отсъствие на слънчева светлина и активност на микроорганизмите. Съществува и вероятност неоникотиноидите да се акумулират в културите при земеделско третиране.

През 2008 год. Германия е отменила регистрацията на clothianidin за употреба при зърнени култури след инцидент, който причинил смъртта на стотици семейства медоносни пчели. Употребата на clothianidin също е била ограничена за кратък период за употреба при рапица, но след намирането на доказателства, че проблемите, произхождащи от третирането на царевични семена не са преносими към семена от рапица, неговата употреба е била възстановена. През 2009 год. Федералната служба за защита на потребителите и безопасност на храните в Германия (German Federal Office of Consumer Protection and Food Safety) е продължила забраната за употреба на clothianidin в царевича, поради неяснота в какъв мащаб и по какъв начин пчелите са влезли в контакт с активните субстанции на пестициди от неоникотиновата група (clothianidin, thiamethoxam и imidacloprid), използвани за третирането на царевича.

Третирането на семена с неоникотиноиди е забранено в Италия, но листното прилагане е разрешено. Това действие е предприето на базата на предварителни мониторингови изследвания, показващи, че загиването на пчели е свързано с използването на семена, третирани с неоникотинови продукти. Италия също базира своето решение на известната остра токсичност на тези съединения към насекомите – опрашители.

Imidacloprid е най-продаваният инсектицид през 2009 год., продукт на научните разработки на Bayer. Това е системен неоникотиноидов пестицид, който е широко използван навсякъде по света при различни хранителни култури, но третирането на слънчоглед и царевича с тази активна субстанция е преустановено във Франция; разрешени са листни третираня на други култури с imidacloprid, като захарно цвекло и житни култури. Imidacloprid е бил замесен в загубата на медоносни пчели във Франция, където на всеки два кошера, един е съдържал остатъци от imidacloprid, 30 % от меда и 26 % пчелите също съдържали тази активна субстанция, макар и на сублетални нива (доза от потенциално летален пестицид, която не е достатъчно голяма за да причини смърт) от около 5 mg/kg.

Едновременно с това, изследвания върху *Nosema ceranae*, свързват паразита и неоникотиновите пестициди със загубата на пчели в USA и Испания (Oldroyd, 2007). Резултати от проучвания на френски изследователи от Националния институт за селскостопански науки в Авиньон показват, че imidacloprid значително увеличава уязвимостта на пчелите към инфекции и тяхната смъртност, дори при най-ниските приложени концентрации (дори когато нивата на приложения инсектицид са толкова малки, че не могат да бъдат открити в пчелите), но смъртността е винаги по-висока, когато пчелите са едновременно изложени и на *Nosema*. Когато гъбните патогени са подпомогнати от сублетални дози от пестициди, те си взаимодействат в синергизъм и, като следствие, много по-ефективно убиват насекомите. Резултатите от изследванията потвърждават наличието на синергичен ефект между *Nosema* и неоникотиновите пестициди (по-конкретно imidacloprid), т.н. хронична токсикоза, което се изразява в значително отслабване на пчелите и увеличена смъртност сред тях (Alaux et al., 2010). Активността на ензима глюкозо-оксидаза, който дава възможност на пчелите да стерилизират колонии и да хранят пилото, е била значително намалена само поради комбинацията от двата фактора, в сравнение с контролните варианти, третирани поотделно с *Nosema* или с неоникотинови пестициди. За синергичния ефект е допуснал най-напред проф. Джо Суминс (*Cummins, 2007). Този ефект е вече добре известен и успешно се експлоатира при контролирането на вредителите. Изследвания от Америка също потвърждават, че дори при съвсем малки концентрации, неоникотиновите химикали могат да направят медоносните пчели уязвими от смъртоносни болести, поради отслабването на техния имунитет и последващо отключване на микробиологични или паразитни заболявания (Hiltrud, 2007).

За да се намали вредата, причинена от химическите пестициди е необходимо прилагането на методи, които са по-щадящи околната среда, да се прилага биологичен контрол, с използването на микробиални патогени, включително вируси, бактерии и особено гъби.

В България, разрешените за употреба неоникотиноиди са: acetamiprid, clothianidin, imidacloprid, thiacloprid, thiamethoxam, разпространени под различни търговски наименования. Започналата кампания по света за забраняване употребата на неоникотиноидите трябва да засили вниманието към разпространението на пазара и правилната им употреба в нашата страна. Центърът за оценка на риска към БАБХ възнамерява да изготви по-подробна информация относно разпространението и употребата на неоникотиноидите.

Забрана на неоникотиновите пестициди за запазване на медоносните пчели

Неоникотиновите инсектициди, представени в началото на 90-те год. бележат нарастваща употреба в култури, най-вече в US, Великобритания и навсякъде по света. Наличната информация за тях е широко свързана със загубата на пчели. Компанията Bayer, химическият гигант на Германия, който е синтезирал тези инсектициди настоява, че те са безопасни за пчелите, ако се използват правилно. Неоникотиноидите са предизвикали нарастваща дискусия, след тяхното представяне на пазара от Bayer през 90-те год. и са били обвинявани от някои пчелари и природозащитници, като потенциални причинители на Синдрома на празния кошер (CCD), най-напред наблюдаван в US през 2006 год. (Ho and Cummins, 2007). Проф. Cummins от Институт за наука и международна безопасност (Institute for Science and International Security – ISIS) е бил сред първите, които са свързали употребата на неоникотиноидовите инсектициди със Синдрома на празния кошер (Cummins, 2007); това е довело до бързи действия сред част от правителството на Германия за забраната на тези пестициди (Ho, 2008). Между 20 и 40 процента от американските кошери са били засегнати и CCD е бил наблюдаван и в редица други страни, от Франция до Тайван. Все още не е установен във Великобритания, където размера на посевните площи, третирани с неоникотиноиди е значително нарастнал до 2008 год.

Неоникотиноидите са били забранени във Франция, Германия и Италия. Във Великобритания е предложена забрана за тяхната употреба във фермите, от където е продукцията на плодове и зеленчуци, но все още не са спрени. Ако тези пестициди са причинители на болести и смърт сред голям брой от медоносните и други видове пчели, които при други условия биха оцелели, тогава можем да приемем, че неоникотиноидите са главната причина за Синдрома на празния кошер и също, за загубата на някои диви пчелни популации.

Правителството на Великобритания обсъжда влиянието на новото поколение пестициди върху пчели и други насекоми, свързани с нарастващата смъртност сред пчелите. Правителството ще бъде приканено да забрани всички неоникотинови пестициди, одобрени във Великобритания, след подлагането им на по-изчерпателни тестове, касаещи техния дълготраен ефект върху пчели и други безгръбначни. Учени в областта на земеделието считат, че нарастват доказателствата за проблема, който представляват неоникотиноидите, но изпитвателната процедура за тези химически съединения във Великобритания и Европа все още не е достатъчно строга.

Употребата на неоникотинови инсектициди засяга пчелната популация, но причинява и намаляване на броя на птиците, пеперудите и други насекоми, предупреждават токсиколози

Холандският токсиколог Dr. Henk Tennekes (Tennekes, 2010; *Tennekes, 2010) твърди, че опасните инсектициди, известни като неоникотиноиди, имат сериозно увреждащо влияние върху живота на птиците и насекомите и тяхната продължителна употреба може да доведе до катастрофа в околната среда. Неоникотиноидите често се използват за обработване на семена от царевица, слънчоглед и рапица. Според Dr. Tennekes, при третиране на културите, неоникотиноидите преминават през цялото растение и достигат нектара и полена, но също се проследяват и достигат почвата и подпочвените води и действат токсично на живите организми,

които са в контакт с тях. Дори ниски концентрации от пестициди могат да бъдат по-смъртоносни, отколкото се е предполагало, поради тяхната висока персистентност в почвата и водите. Не съществуват безопасни нива на експозиция и са достатъчни много ниски дози от тези инсектициди, за да предизвикат токсичен ефект. Неоникотиноидите увреждат не само насекомите, хранещи се от растението, но и тези които го опрашват. Предполага се, че това може да бъде фактор за намаляване броя на пчелите в Европа и, че пчелите не са единствените жертви. Всяко насекомо, което се храни от растението умира, и всички пчели, които събират полен или нектар от третираните с неоникотинови пестициди култури се предполага, че са отровени.

Неоникотиноидите се отнасят като карциногени и лесно замърсяват земята и повърхностните води. Може да бъде причинена дълготрайна бедствена последица от натоварването на околната среда с тези инсектициди. Налице е необратим кумулативен ефект върху водните и сухоземни животински организми, в това число и насекоми, което неминуемо ще доведе до екологична катастрофа. Дори съвсем малки следи от тези пестициди могат да бъдат фатални за живота на насекомите, като дава резултат в загуба на насекоми, и продължителната им употреба засяга наличността им като храна за птиците. Може да бъде налице екологично разстройство, засягащо оцеляването на птиците, поради недостиг на храна, при унищожаването на насекомите чрез прилагането на пестициди. Насекомите са жизнено важни за екосистемите, като в крайна сметка са необходими за човешкото оцеляване. Почвената асоциация във Великобритания (UK Soil Association), която има предишни призови за забрана на неоникотиновите пестициди смята, че намаляването броя на пчелите може да послужи като едно ранно предупреждение за трайно нарушаване на екологичното равновесие в природата. Само в UK, пчеларите отчитат загуба на една от всеки три пчелни колонии. Този факт е сериозна заплаха за безопасността на храните по света, тъй като пчелите са най-важните опрашващи насекоми и играят жизнено важна роля в хранителната верига – ***установено е, че една трета от осигуряването на храна за хората зависи от пчелното опрашване и тяхната гибел е сериозно предупреждение за човечеството, че екологичното здраве на планетата е застрашено.***

Литература

- Alaux, C., J. Brunet, C. Dussaubat, F. Mondet, S. Tchamitchan, M. Cousin, J. Brillard, A. Baldy, L. Belzunces and Y. Le Conte, 2010. Interactions between *Nosema* microspores and a neonicotinoid weaken honeybees (*Apis mellifera*). *Environmental Microbiology*, 12, 774-782.
- Cummins, J., 2007. Requiem for the honeybee. *Science in Society*, 34, 36-37.
- *Cummins J., 2007. Parasitic fungi and pesticides act synergistically to kill honeybees? *Science in Society*, 35, 38.
- El Hassani, A., M. Dacher, V. Gary, M. Lambin, M. Gauthier and C. Armengaud, 2008. Effects of sublethal doses of acetamiprid and thiamethoxam on the behavior of the honeybee (*Apis mellifera*). *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 54(4), 653-661.
- Hiltrud B., 2007. Collapse of honeybee colonies worldwide. Written Question to the European Commission *Science in Society*, 35, 39.
- Ho, M. and J. Cummins, 2007. Mystery of disappearing honeybees. *Science in Society*, 34, 35-36.
- Ho, M., 2008. Emergency pesticide ban for saving the honeybee. *Science in Society*, 39, 40-41.
- Oldroyd, P., 2007. What's killing American honey bees? *PLoS Biol.*, 6, 1195-1199.
- Tennekes, H., 2010. The significance of the Druckrey–Küpfmüller equation for risk assessment-The toxicity of neonicotinoid insecticides to arthropods is reinforced by exposure time. *Toxicology*, 276 (1): 1–4.
- *Tennekes, H., 2010. *The Systemic Insecticide: A Disaster in the Making*. Copyright ETS Nederland.
- http://www.sierraclub.org/biotech/whatsnew/whatsnew_2008-07-30.asp
- http://www.jki.bund.de/cIn_044/nn_813794/DE/pressestelle/Presseinfos/2008/1605__BienensterbenClothianidin.html__nnn=true
- <http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/rapportfin.pdf>
- <http://www.cbgnetwork.org/3794.html>