

CSEPEGŐ MÉREG

TANULMÁNY A KUKORICA GUTTÁCIÓS
FOLYADÉKÁBAN MEGTALÁLHATÓ
NEONIKOTINOID ROVARIRTÓ SZEREKRŐL

2013.december

Greenpeace Kutatási Laboratórium,
Technikai Jelentés (Áttekintés) 05-2013

GREENPEACE

CSEPEGŐ MÉREG

Tanulmány a kukorica guttációs folyadékában megtalálható neonikotinoid rovarirtó szerekről

Greenpeace Kutatási Laboratórium, Technikai Jelentés (Áttekintés) 05-2013

További információ: pressdesk.int@greenpeace.org

Írták:

Simon Gergely, Christiane Huxdorff, David Santillo és Paul Johnston
A kutatás helyszíni koordinátora: Ruszti Zsombor

Szerkesztette: Steve Erwood

Grafika: Arc Communications

Fordítás: Fülöp Ádám

Nyelvi lektorálás: Mező-Babai Borbála, Tömöri Balázs

A magyar kiadás grafikai kivitelezése: Mogyoró Krisztina

Címlapon szereplő fotó:

Kukoricaföld Németországban

© Bernhard Nimtsch / Greenpeace

JN 457

Kiadta a Greenpeace International

(2013. december)

Ottho Heldringstraat 5

1066 AZ Amsterdam

Hollandia

Tel: +31 20 7182000

greenpeace.org

ÖSSZEFOGLALÓ



Kukoricatábla
Pest-megyében
© László Halász /
Greenpeace

Annak érdekében, hogy a szisztémikus (felszívódó) növényvédő szerek méheket érő lehetséges veszélyeit kiértékelje, az Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság (EFSA) elemzést készített három neonikotinoid rovarirtóról, a tiametoxámról, az imidaklopridról és a klotianidinről. Ezek az elemzések támasztották alá az Európai Bizottság azon későbbi döntését, amely két évre megtiltotta a három szer bizonyos esetekben és módon történő felhasználását. Tudományos kutatások alapján kockázatokat azonosítottak, valamint felhívták a figyelmet a nagymértékű adathiányra, amelynek következtében nem volt lehetséges kimerítő és átfogó kockázatelemzést készíteni. Egy kulcsfontosságú, feltehetően kockázatot jelentő, de adathiányos terület, melyet az EFSA minden hatóanyag esetében azonosított, a guttációs folyadék szerepe. Guttációs folyadékot minden termesztett növény kibocsát magából. Amikor a méhek és más beporzó rovarok a guttációs folyadékot maguk vagy az egész méhcsalád számára vízforrásként használják, a fenti rovarölő vegyszerekkel potenciálisan találkozhatnak.

A neonikotinoid rovarirtó szerek használata mind a vetőmagok kezelésénél (csávázás – a mag bevonása vegyszerekkel), mind talajban való alkalmazáskor azt eredményezi, hogy e kemikáliák megjelennek a növények guttációs folyadékában. Habár az ezt tárgyaló szakirodalom hiányos, az eddig elvégzett kutatások azt mutatják, hogy a guttációs folyadékban nagy koncentrációban, a permetezéskor használt koncentrációt megközelítő mértékben lehetnek jelen a neonikotinoidok. Annak érdekében, hogy ezt a jelenséget tovább vizsgáljuk, a Greenpeace olyan magyar kukoricák guttációs folyadékát vizsgálta, melyeknek vetőmagjai a gazda elmondása alapján két különböző csávázószerrel lettek kezelve. Az egyik táblába a Poncho®-val kezelt vetőmagok kerültek, melynek hatóanyaga a klotianidin, a másikba a Cruiser®-rel kezelt magok, tiametoxam hatóanyaggal. Mindkét táblán több napon keresztül történt a guttációs folyadék mintavétele. A mintákat UPLC-MS/MS módszerrel elemeztük.

A vizsgálatok kimutatták, hogy a neonikotinoid növényvédő szerek jelentős koncentrációban vannak jelen a guttációs folyadékban. A Ponchoval kezelt vetőmagok

guttációs folyadékában a klotianidin 11 709 µg/l-ig volt jelen, míg a Cruiserrel kezelt magok esetében 55260 µg/l-ig volt kimutatható. Ráadásul a Cruiserrel kezelt növények folyadéka klotianidint is tartalmazott 9651 µg/l értékben – ez nagy valószínűséggel az első hatóanyag lebomlási terméke.

A guttációs folyadék vizsgálata során mért magasabb neonikotinoid koncentrációk megközelítik a vegyszergyártók által a földeken permetezéskor javasolt koncentrációt, sőt, meg is haladják azt: azaz gyakorlatilag permetlé folyik ki a növényből. A növények még egy hónapnyi növekedés után is az LD50-nél (félhalálos dózis) jelentősen nagyobb koncentrációjú vegyszert bocsátottak ki; ez a méheket már egyszeri vízfelvétel esetén is akut módon károsítja¹. A számításokat az EFSA által is használt metodológia alapján végeztük. Módszertana azokat a korlátozottan rendelkezésre álló adatokat használja fel, amelyek a méhek vízfelvételi mennyiségeit becslik.

Ezen eredmények azt mutatják, hogy a csávázott magból nőtt növények guttációs folyadéka a méhekre nézve mind az egyed, mind a méhcsalád szintjén potenciális toxikológiai kockázatot jelent. A vizsgálat alapján megállapítható, hogy nem csak a három neonikotinoid rovarirtó szerre vonatkozó jelenlegi korlátozás igazolt messzemenően, hanem ezt a korlátozást legalább addig fenn kell tartani, amíg a guttációs folyadék jelentősége a méhek vízellátásában teljes mértékben ismert lesz, és amíg az EFSA által azonosított többi homályos terület és a hiányzó információk feltérképezésre kerülnek. Az itt bemutatott, szükségszerűen kisléptékű kutatásokat sokkal nagyobb léptékben kell folytatni, hogy lefedjük azoknak a növényeknek a teljes spektrumát, melyeket neonikotinoid szerekkel kezelnek. Egyúttal meg kell vizsgálni a méhek esetében a guttációnak mint toxikológiai kitétségnek és útvonalnak a jelentőségét, nem csak több terményre vonatkoztatva, de mindazokat a termesztési körülményeket is tekintetbe véve, melyekkel az Európai Unióban találkozni lehet. A kutatások célja, hogy növeljük az eddig csak igen korlátozottan rendelkezésre álló információink mennyiségét.

1 Az akut orális LD50 (félhalálos dózis) (ebben az esetben) a növényvédő szer hatóanyagából statisztikailag kiszámított dózis, amely egyetlen orális vízfelvételi alkalom után maximum 96 óra elteltével a méhek 50%-ánál halált okozhat.

BEVEZETŐ



Sarjad a kukorica egy pest-megyei szántóföldön

© László Halász / Greenpeace

A szisztémikus növényvédő szerek olyan vegyszerek, melyek növényen vagy állaton történt alkalmazásuk után felszívódnak, majd szétáramlanak a teljes élőlényben. Ezért lehetséges a szisztémikus szereket állatok felületi vagy szervi parazitái ellen használni. Növényvédő szereket különböző céllal alkalmaznak: léteznek bizonyos növényeket pusztító gyomirtó szerek (herbicidek), a fungicidek a növényt megtámadó gombákat, míg az inszekticidek a rovarokat pusztítják (Kanadai Mezőgazdasági Minisztérium, Brit Kolumbia, 2013). A szisztémikus rovarirtó szerek növényvédelemben alkalmazott egyik csoportja – a neonikotinoidok – a beporzókra és kifejezetten a mézelő méhekre gyakorolt potenciális káros hatásuk miatt kitüntetett figyelmet kapott az utóbbi időben. A kutatások nagy része a nyugati vagy európai házi méhre (*Apis mellifera*) fókuszál, mivel a kutatók úgy gondolják, ezáltal sikerül feltárni azokat az összetett kölcsönhatásokat és különböző befolyásoló tényezőket, amelyek a beporzó populációk csökkenő számához és a Colony Collapse Disorder (CCD: kaptárelhagyás) szindrómához vezetnek. A Greenpeace a közelmúltban készített egy tudományos összefoglalót azokról a lehetséges okokról, melyek a beporzó rovarok csökkenéséhez vezetnek, beleértve a szisztémikus növényvédő szereket és más rovarirtókat is (Tirado et al. 2013).

Ahogy az említett Greenpeace tanulmány – Méhpusztulás - Az európai beporzó rovarokat és a mezőgazdaságot fenyegető veszélyek – egyértelművé teszi, a globális méhpopuláció pusztulása és a méhek általános egészségromlása nem vezethető vissza egyetlen okra. Az azonosított okok között a legfontosabbak betegségekhez és parazitákhoz köthetőek, valamint a nagyüzemi mezőgazdaság gyakorlataihoz, amelyek a méhek életciklusát nagyon sok ponton érintik. Mindezek mellett a klímaváltozás is nagymértékben befolyásolhatja a beporzó rovarok egészségi állapotát. A pusztulás így kétségkívül egyszerre ismert és ismeretlen okok következménye, melyek egyedül vagy együttesen lépnek fel.

A betegségek terén az invazív parazita ázsiai méhatka (*Varroa destructor*) globális jelentőséggel bír, míg a *Nosema ceranae* egy regionális jelentőségű kórokozó, amely elsősorban Dél-Európában okoz károkat. Más új betegségeket – beleértve ma még ismeretlen vírusokat is – várhatóan a jövőben fognak azonosítani. A méhek ellenálló képességét a betegségekkel és a parazitákkal szemben sok tényező befolyásolhatja, így elsősorban táplálkozási szokásaik, valamint a kemikáliáknak való kitettségük. Néhány növényvédő szer például gyengítheti a méhek immunrendszerét, így téve őket kiszolgáltatottabbá akár fertőzéseknek, akár parazitáknak.

A jelenlegi nagyüzemi mezőgazdasági termelésben a növényvédő szerek formájában megjelenő vegyszerhasználat mindennapos gyakorlatot jelent. Ezek közül néhány közvetlenül veszélyezteti a beporzó rovarokat. Emellett az élőhely pusztulása, a természetes és félttermészetes élőhelyek széttöredezettsége, a monokultúrák terjeszkedése és az agrobiodiverzitás csökkenése mind szerepet játszik a beporzó rovarok egészségének romlásában. Végül pedig a változó klíma – amely hatással lehet az időjárásra, kiszámíthatatlanabbá vagy szélsőségesebbé téve azt – egy olyan tényező, amelynek hatása óriási lehet a méhekre és más beporzókra, habár ezt egyes esetekben rendkívül nehéz feltárni és előre látni.

Szembesülve mindezzel a sokféle összetevővel, a Méhpusztulás tanulmány arra a következtetésre jutott, hogy az egyik döntő lépés, melyet meg lehetne tenni, az a méhek számára magas toxicitással bíró növényvédő szerek mihamarabbi betiltása. A lista tartalmazza az imidaklopridot, a tiametoxamot, a klotianidint, a fipronilt, a klórpirifoszt, a cipermetrint és a deltametrint. Az EFSA által az imidaklopridról, a tiametoxamról és a klotianidintről elkészített értékelést követően (ICPBR 2011; EFSA 2012a; EFSA 2013a) 2013 áprilisában az EU tagállamok nagy része támogatta az Európai Bizottság azon javaslatát (EFSA 2013b), amely ideiglenesen korlátozza a három említett növényvédő szer használatát. A neonikotinoidokat érintő részleges tiltások már hatályban voltak korábban Olaszországban, Franciaországban, Németországban és Szlovéniában. Olaszországban részletes vizsgálatok nem azonosítottak visszaesést a mezőgazdasági termelésben, viszont pozitívan változott a méhek egészségügyi állapota (Európai Parlament, 2012).

Az Európai Bizottság végrehajtási rendeletének hatályba lépése a három említett neonikotinoid rovarirtó felfüggesztéséről azt az egyetértést tükrözte, hogy nagymértékű információhiány teszi lehetetlenné egy átfogó kockázatelemzés létrejöttét a méheket érintő veszélyeket illetően. Egy kulcsfontosságú, azonban homályos terület, amelyet az EFSA minden esetben azonosított, akár csávázás, akár granulátum formájában történt a kemikália kihelyezése: a méhek szisztémikus rovarirtóknak való potenciális kitettsége a guttációs folyadékban keresztül. Nagyon sok növény bocsát ki guttációs folyadékot, beleértve azokat is, melyeket magról ültetnek és neonikotinoid növényvédő szerrel kezelnek előtte. Léteznek olyan felmérések, amelyek kimutatják, hogy a kibocsátott folyadék tartalmazhat neonikotinoidokat, de a rendelkezésre álló adatmennyiség messze nem elégséges.

Jelen tanulmány arra hivatott, hogy feltérképezze és dokumentálja a neonikotinoidokkal csávázott vetőmagokból fejlődő növények guttációs folyadékában található növényvédőszer-maradványokat annak érdekében, hogy több adat álljon rendelkezésünkre a témában.

A GUTTÁCIÓ FONTOSSÁGA A MÉHEK SZÁMÁRA



Méhek a méhanya körül a lépen

© Fred Dott / Greenpeace

A guttáció latin eredetű kifejezés, mely a „csepp” jelentésű „gutta” szóból származik (Girolami et al. 2009.). A guttáció folyamata sok szövetes (edényes vagy magasabb rendű) növényre jellemző. A guttáció (cseppkiválasztás) során a növények levelein található nyílásokon keresztül folyadékcseppek választódnak ki. Ezt a folyamatot nem szabad összetéveszteni a harmatképződéssel, amely hasonló atmoszférikus körülmények hatására játszódik le. Guttáció jellemzően akkor történik, amikor a talaj nedves, a növény gyökérnyomása magas, az éjjeli órákban a növény légzőnyílásai zárva vannak, amely alacsony párolgási kapacitást eredményez (Hoffmann et al. 2012). A fenti körülmények hatására folyadék választódik ki a hidatódákban (víznyílásokon) keresztül, melyek csepp alakban jelennek meg a növény levelén. A guttáció gyakorisága különböző növények esetében változó, de nagyobb rendszerességgel történik a gabonáknál (egyszikűek), mint más lomblevelű növények (kétszikűek) esetében (Joachimsmeier et al. 2011).

Guttáció eltérő relatív páratartalmak esetén is jelentkezik a tanulmányban vizsgált növényeknél. Korábbi kutatások a guttációs folyadékban cukrokat és szerves anyagokat is kimutattak (Goatley & Lewis 1966). Újabb kutatások bizonyították, hogy aminosavak és fehérjék is jelen lehetnek a guttációs folyadékban, és bár a hidatódák szerepe még kevésbé feldolgozott, széles körben elfogadott nézet, hogy a guttációs folyadék az oldott anyagok visszapótlásában is szerepet játszhat (Pilot et al. 2004). A guttációs cseppek leginkább hajnalban látszódnak, a napsütés és a szél hatására gyorsan elpárolognak, néha fehéres foltot hagyva maguk után. A növény képes vissza is szívni a guttációs cseppeket.

A guttációs folyadékban a szerves és szerves anyagok mellett a szisztémikus növényvédő szerek is megjelenhetnek. Azoknak a növényeknek a guttációs folyadékában, melyeknek vetőmagjait neonikotinoid szerekkel kezelték, jelentős koncentrációban találták meg ezeket az anyagokat (Girolami et al. 2009; tapparo et al.

2011). Girolami és társai (2009) kutatásuk során tiametoxamot és klotianidint 100 mg/l koncentrációban, imidaklopridot 200 mg/l értékben találtak előzőleg neonikotinoid csávázószerezrel kezelt kukorica levelének guttációs folyadékában. Tapparo és társai tanulmányuk ismerteti, hogy fipronillal és neonikotinoid csávázószerekkel kezelt magok kukoricájának levelein találtak neonikotinoidokat a guttációs folyadékban. Imidakloprid esetében 346 mg/l, klotianidin esetében 102 mg/l, tiametoxam esetében 146 mg/l koncentrációig találtak rovarirtószert-maradványt. A guttációs folyadékban található neonikotinoid koncentráció a növény felszínre törését követő első tizenöt-húsz nap alatt fokozatosan csökkent. Fipronilt nem tudtak kimutatni a guttációs folyadékban. Sárgadinnye palánták guttációs folyadékában is találtak hasonló koncentrációban rovarirtót (Hoffman & Castle 2012). A palánták talaját előzetesen folyékony imidaklopriddal kezelték. A növényvédőszer alkalmazása után három nappal a kutatók 4,1 mg/l koncentrációban mutattak ki imidaklopridot, majd egy újabb növényvédőszeres talajkezelést követően – mely során a gyártó által javasolt maximális koncentrációban használták a vegyszert – egy nappal 37 mg/l koncentrációban volt imidakloprid a guttációs folyadékban.

A guttáció nagyon is releváns a méhek szempontjából, hiszen ezt a folyadékot használják vízforrásként. Két ok miatt gyűjtenek vizet a méhek, mindkettő összefügg az időjárással. Az összegyűjtött vizet egyrészt meleg napokon a fészek párologtatásos hűtésére használják, amikor pedig hideg vagy nedves idő miatt a nektárgyűjtés csak korlátozottan lehetséges, a vizet a felhalmozott méz hígítására is használják, mellyel aztán a következő generációt, a fiasítást látják el (Nicolson 2009). Az ICPBR (International Commission for Plant-Bee Relationships) méhvédelmi munkacsoportja számos, a guttációs folyadék elfogyasztásából adódó veszélyt számba vett, és több olyan elemet azonosított, melyeket befolyásolva mérsékelni lehet a szisztémikus növényvédő szerek méhekre gyakorolt kockázatait (ICPBR 2011). A munkacsoport viszonylag derűlátó volt a méhek kockázatának csökkentését illetően, és a kukoricát határozta meg a legmagasabb kockázattal rendelkező növényként, ám ez a nézőpont sok tekintetben ellentmond az EFSA (EFSA 2012a; EFSA 2012a; EFSA 2012b) által készített kockázatelemzéseknek, melyek a három szisztémikus növényvédő szerről, a klotianidinről, a tiametoxamról és az imidaklopridról készültek. Ezek a kockázatelemzések ugyanis arra a következtetésre jutottak, hogy a rendelkezésre álló adatmennyiség nem elégséges ahhoz, hogy teljes mértékben értékelni lehessen a guttációs folyadékban lévő növényvédő szerek hatását a méhekre. Ennek ellenére a megfigyelt adatok alapján a szakértők úgy gondolták, hogy bizonyos növények esetében a veszélyek alacsonyak, azonban képtelenek voltak egyértelmű megállapításokra jutni. A guttációs folyadékhoz kapcsolódó potenciális veszélyek bizonytalansága jelentős mértékben hozzájárult ahhoz, hogy az Európai Bizottság meghozza a 485/2013 (Európai Bizottság 2013) számú végrehajtási rendeletét, amely két évre megtiltja ennek a három növényvédő szernek a csávázószerekben való használatát.

Annak érdekében, hogy növeljük a témában rendelkezésre álló tapasztalatot és adatmennyiséget, a Greenpeace elvégzett egy kisebb szabadföldi vizsgálatot, mely során neonikotinoidokkal csávázott kukorica által kibocsátott guttációs folyadékot vizsgált.

A GREENPEACE MINTAVÉTELE: MÓDSZERTAN ÉS EREDMÉNYEK

Mintavétel

Mintavétel és időzítés

A guttációs folyadékban található neonikotinoid koncentráció vizsgálatára Közép-Magyarországon, Budapesttől északra jelöltünk ki területeket. Két konvencionális termesztés alatt álló szabadföldi kukoricaföldet mintáztunk, melyek közel vannak egymáshoz, és hasonlóan hordalékos, homokos-humuszos talajjal rendelkeznek. A gazda elmondása szerint mindkét területre előzetesen neonikotinoid szerekkel csávázott kukoricát vetett. Az egyik táblát – „A” tábla – 2013. április 24-én vetette be Ponchoval kezelt magokkal (hatóanyaga klotianidin). A másikat – „B” tábla – 2013. május 1-jén vetette be a Cruiserrel kezelt magokkal (hatóanyaga tiametoxam). A mintavétel három héttel a vetés után kezdődött, azt követően, hogy a sziklevelek után megjelentek az első levelek. A mintavétel kezdetén a táblák különböző vetési idejétől függően a növények 8-12 cm, a mintavétel befejezésekor pedig 25-35 cm magasak voltak.

Mintavételt minden második napra terveztünk, de a programot rugalmasan tartottuk amiatt, hogy a változó időjáráshoz alkalmazkodni tudjunk, beleértve az esőt és a szelet is, amely a mintavételt lehetetlenné teszi. Ezekben az esetekben a következő napon vettünk mintát. A mintavétel mindig a hajnali órákban történt. A guttációs folyadék általában napfelkelte után 1-2 órával elpárolgott. Az „A” tábláról összesen hét mintát vettünk (május 17. és június 2. között), míg a „B” tábláról 5 mintát gyűjtöttünk be (május 21. és június 2. között). A mintavételeket a 2013 nyári jelentős dunai árvíz miatt fejeztük be, amely megközelíthetlenné tette a kukoricatáblákat.

Az alkalmankénti mintavételek számát az alábbi ábra mutatja:

| | A levett minták száma | |
|----------------|-----------------------|-----------|
| | „A” tábla | „B” tábla |
| 2013 május 17. | 3 | - |
| 2013 május 19. | 3 | - |
| 2013 május 21. | 3 | 3 |
| 2013 május 23. | 1 | 2 |
| 2013 május 25. | 3 | 2 |
| 2013 május 29. | 3 | 3 |
| 2013 június 2. | 3 | 3 |

A mintavétel módszertana

A mintavétel mindkét tábla esetében három párhuzamos sorból történt. Egy sort a tábla közepén választottunk ki, valamint két mellette fekvő, az ötödik és a tizedik sorból történt további mintavétel. A központi sor az élhatás elkerülése miatt került kiválasztásra, valamint azért, hogy minimalizáljuk a keresztbefertőzés lehetőségét más csávázószerekkel, melyek előzőleg a vetőgépen voltak. A mintavétel Gilson mikro-pipettákkal történt, melyek 50 µl-es illetve 10 µl-es űrtartalmúak voltak a cseppek

méretének függvényében. A cseppeket a levelek hegyéről vettük le annak érdekében, hogy nehogy véletlenül hajnali harmatcseppeket gyűjtsünk guttációs cseppek helyett.

A pipettából a folyadékot 5 ml-es polipropilén mintavevő csőbe töltöttük át (Corning Life Sciences) addig, amíg körülbelül 1,5-2,5 ml kibocsátott guttációs folyadék gyűlt össze. A mintavevő csöveket légmentesen, fedelelkel zártuk. A légmentesen lezárt csövecskéket alumínium fóliába csomagoltuk, és elemzésükig egy hűtőtáskában vagy hűtőszekrényben tároltuk 3-4 °C-on. Napos vagy szeles időben történt mintavételeknél a minták mennyisége nem érte el a kívánt 1,5-2,5 ml-t. Minden esetben többszöri, párhuzamos mintavételre került sor ugyanabban a sorban lévő növényekről. Emellett körülbelül a kétféle, csávázott vetőmagból 1-1 kg-ot félretettünk arra az esetre, ha bármilyen megerősítő elemzésre lenne szükség.

A minták előkészítése és kielemezése

A begyűjtés után a 32 mintát egy 13 mm-es, 0,45 mikron pórusméretű teflon szűrőn (Whatman) szűrtük le, hogy a makro-részecskék és a baktériumok eltávolításra kerüljenek. A mintákat ezek után egy hűtőtáskában 3-4 °C-on szállítottuk át a laboratóriumba. A leszűrt, eredeti mennyiségnek megfelelő mintákat közvetlenül injektáltuk egy LC-MS/MS rendszerbe, majd utána kielemeztük azokat. A mérés során Waters Acquity UPLC eszközt használtunk, amelyhez Waters Xevo TQS Mass Spectrometer (tömegspektrométer) kapcsoltunk elektroporlasztásos ionizációs pozitív üzemmódban.

A mintákat a vizsgálathoz megfelelő 0,001 és 5,0 µg/l szintre hígítottuk, a belső standard deutériumozott klotianidin volt. Ugyanebből 20 µl-t injektáltunk az eszközbe az elemzés végett. Két mobil fázist használtunk még. Az „A” mobil fázis 95% víz (H₂O) és 5% metanolt (MeOH) tartalmazott 0,25 mM ammónium acetátban (NH₄Ac) és 0,01% ecetsavban (HAc). A „B” mobil fázis 100% metanolt (MeOH) tartalmazott 0,25 mM ammónium acetátban (NH₄Ac). A UPLC oszlop egy 50 mm hosszú Kinetex, 2,6 µm részecske nagyságú, C8-as fázisú, 100A pórusméretű, 2,1 mm belső átmérővel rendelkező fordított fázisú oszlop volt (Phenomenex).

A fázis gradiens programot az alábbi táblázat tartalmazza:

| Perc | Százalék (%) | |
|------|-----------------|-----------------|
| | „A” mobil fázis | „B” mobil fázis |
| 0 | 80 | 20 |
| 1 | 80 | 20 |
| 2 | 10 | 90 |
| 3.4 | 10 | 90 |
| 3.6 | 100 | 0 |

A teljes lefutási idő 5 perc volt, 0,4 ml/min átfolyási sebességgel.

A tömegspektrométer elektroporlasztásos ionizációban (ESI) pozitív módban futott.

Minden egyes növényvédőszernél két specifikus ionátadás került monitorozásra:

Klotianidin: 250 -> 169 Tiametoxam:: 292 -> 211
 250 -> 132 292 -> 181

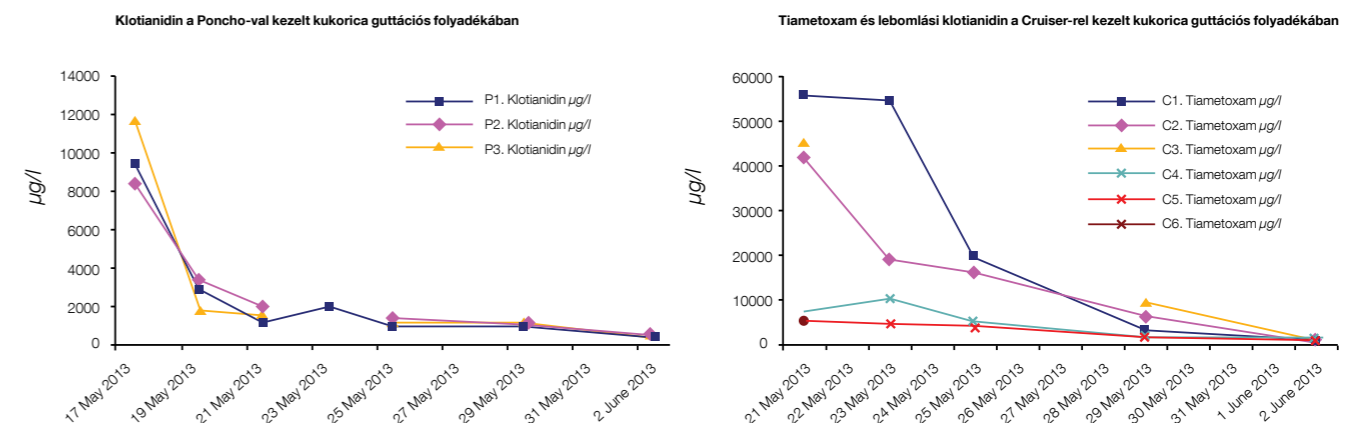
A kimutathatósági érték (LOD) 5 µg/l, az alsó méréshatár (LOQ – az a koncentráció, amely felett a labor meghatározza a koncentrációt) 10 µg/l voltak mind a klotianidin, mind pedig a tiametoxam esetében.

Eredmények

Az „A” tábláról vett guttációs folyadékminták mindegyikében kimutatható volt a klotianidin. Itt a vetőmagok egyenként 1,25 mg klotianidinnal voltak kezelve (APENET 2001). Hat alkalommal három párhuzamos mintát, valamint egy alkalommal csupán egy mintát vettünk. E minták elemzése alapján a koncentráció 391 és 11.709 µg/l közötti volt. A tiametoxam koncentrációja a „B” tábláról levett guttációs folyadék mintáiban (mely táblának a vetőmagjai egyenként 0,6 mg tiametoxammal lettek kezelve) (APENET 2011) sokkal magasabb, 678 és 55.260 µg/l közötti volt. Ezekben a mintákban jelentős koncentrációban volt kimutatható klotianidin is, 167 és 9.651 µg/l között volt a mért koncentráció. Ez azzal magyarázható, hogy a klotianidin nem csak önmagában egy hatóanyag, hanem a tiametoxam (Cruiser) bomlási terméke is (EFSA 2012b).

A két neonikotinoid növényvédő szer koncentrációja a guttációs folyadékban a mintavételi eljárás során fokozatosan csökkent, ahogy azt az 1-es és a 2-es táblázat mutatja. Az „A” táblában lévő növények klotianidin-koncentrációja rohamosan csökkent, a kezdeti magas 9,6 mg/l értékről mindegyik későbbi mintában egy alacsonyabb értékre, 0,5-1,0 mg/l körül stabilizálódott. A „B” tábla tiametoxam-koncentrációja hasonló mértékben csökkent, habár lassabban, mint a klotianidin esetén. A detektált tiametoxam szermaradványok eredetileg meghaladták az 50 mg/l (50 ppm) értéket, mely érték a mintavételi periódus végére 0,8 mg/l-re csökkent. Érdemes megjegyezni, hogy a kezdeti koncentrációk egyenlők voltak azokkal a hatóanyag-koncentrációkkal, amelyeket általában a permetszerekben használnak; sőt, adott esetben meg is haladták azokat. Például a paprika, a paradicsom és a saláta esetében a Syngenta által javasolt hígítás 10-40 g Actara® 100 liter vízhez, amely 25-100 mg/l víz tiametoxamnak felel meg.²

2 Lásd: <http://www3.syngenta.com/country/hu/hu/cp/Termekaink/Rovarolo-szerek/Pages/Actara-25-WG.aspx>



Az eredmények hatása a mézelő méhekre

Az EFSA (2013b) kidolgozott egy számítási metodológiát, amellyel ki lehet értékelni a guttációs folyadékban található növényvédő szerek potenciális kockázatát a méhekre. Ez az LD50-es (félhalálos dózis, amely mennyiségnél a méhek fele elpusztul) orálisan bevitt dózis valamint a szennyezett guttációs folyadék becsült beviteli mennyiségének összehasonlításán alapszik. Az EFSA (2013b) jelentése átlagosan napi 46-ra becsüli a méhek vízgyűjtési útjainak számát. A növényekről hordott alkalmankénti mennyiség 30-58 µl között van, ez napi szinten összesen 1,4-2,7 ml vizet jelent. Annak ellenére, hogy ennek a víznek a legnagyobb részét nem használja fel a méh, a víz hordása a szennyező anyagokat tekintve egész napos kitettséget jelent, így a guttációs folyadékban lévő növényvédőszer-koncentrációk, melyek ebben a tanulmányban bemutatásra kerültek, nagyon is komoly kockázatot jelentenek a méhek számára, még akkor is, ha a begyűjtött víznek kis részét képezi is csupán a guttációs folyadék.

A számolás alapja az EFSA-értékelés (2013b) hozzávetőleges számolási módszere, így a tiametoxam LD50-es értéke a méhekre nézve 0.005 µg hatóanyag méhenként, a klotianidin LD50-es dózisa 0.00379 µg méheként. A Cruiserrel kezelt vetőmagok későbbi mintavételeiből a „B” tábláról a legmagasabb tiametoxam érték 55.260 µg/l volt kiegészülve 6.794 µg/l klotianidinnel mint bomlási termékkel. Egyedül a tiametoxam esetében egyetlen méhnek egészen keveset, 0.09 µl guttációs folyadékot kellene elfogyasztania ahhoz, hogy bevigye a hatóanyag félhalálos dózisának megfelelő mennyiséget. Csak a lebomlási klotianidin 6.794 µg/l koncentrációját tekintve egy méhnek elegendő lenne 0.558 µl vizet, egyetlen hordási mennyiség töredékét elfogyasztania ahhoz, hogy felvegye az LD50-nyi mennyiséget. A tiametoxamot és a klotianidint együtt véve és feltételezve a toxicitás egyszerű összeadódásának modelljét az LD50-es értékkel arányban (a tiametoxam-koncentráció ebben az esetben 64.223 µg/l-nek felel meg), a bevitt folyadék mennyisége 0.078 µl kellene legyen. Amennyiben hasonló számolásokat végzünk az „A” táblából vett, előzetesen Ponchoval kezelt vetőmagok guttációs folyadék mintáira, a legmagasabb klotianidin koncentráció 11709 µg/l volt, és így egyetlen méhnek 0.324 µl folyadékot kellene elfogyasztania ahhoz, hogy az LD50-es értéket bevigye.

Az átlagos koncentrációs értékek a három párhuzamos mintában, melyeket az első mintavétel után 12 nappal mértünk, a Cruiserrel kezelt magok mintáinak esetében (32 nappal a vetés után, 2013. június 2-án) 828 µg/l volt a tiametoxam koncentrációja. A Ponchoval kezelt magok mintáinak esetében (34 nappal a vetés után, 2013. május 29-én) 1.050 µg/l volt a klotianidin koncentrációja. Ezek az adatok azt mutatják, hogy körülbelül egy hónappal a vetés után a kukorica által kibocsátott guttációs folyadék még mindig tartalmazhatja azt a mennyiségű növényvédő szert, ami egy vízgyűjtő méh számára eléri a félhalálos dózist (LD50-et): tiametoxam esetében ez 6.04 µl, klotianidin esetében pedig 3.61 µl. Tekintettel arra, hogy egy méhegyed becslések szerint maximum 30-58 µl folyadékot vesz magához egyetlen gyűjtés alkalmával, teljesen világos, hogy már egyetlen Ponchoval vagy Cruiserrel kezelt guttáló kukorica is jelentős kitettséget jelent a méhek számára, hiszen a vízforrásban a szer koncentrációja jelentősen meghaladja a félhalálos dózist.

A számolást és a számolás alapját képező feltételezéseket illető bizonytalansági faktorok ellenére az elfogyasztani szükséges guttációs folyadék néhány esetben több nagyságrenddel kevesebb, mint amekkora mennyiséget becslések szerint a méhek vízgyűjtés közben magukhoz vesznek. Még ha feltételezzük is, hogy a méhek az egész vízgyűjtési periódus alatt nincsenek ekkora koncentrációnak kitéve, hiszen például a guttációs folyadék kora reggel elpárolog, a fenti adatok mégis azt mutatják, hogy a guttációs folyadék jelentős mérgező veszélyforrás a méhek számára. Lehetetlen azonban megbecsülni azt a kockázatot, melyet a kaptárba hűtés céljából párologtatni bevitt víz jelent. Az így bevitt, növényvédő szert tartalmazó guttációs folyadék lehetséges, hogy végül a fiassejtekre kerül.

ÖSSZEGRZÉS



Sarjadó kukorica egy pest-megyei szántóföldön

© László Halász / Greenpeace

Jelen tanulmány eredményei bizonyították, hogy azok a neonikotinoid rovarölő szerek, melyekkel előzetesen a vetőmagokat kezelték (csávázták), megtalálhatóak a konvencionális termesztésben lévő kukorica guttációs folyadékában. A detektált koncentrációk azt mutatják, hogy ha a méhek vízforrásként használják, a guttációs folyadék komoly toxikus kockázatot jelent számukra. Néhány mintában a mért koncentrációk nagysága miatt ha egy méh egy napi lehetséges 1,4-2,7 ml összegyűjtött vízmennyiségének akár csak egy része is a guttációs folyadékból származik, akkor akár egyetlen vízfelvételi alkalom is elég lehet ahhoz, hogy a méh sokkal magasabb dózist fogyasszon el a növényről, mint az LD50, félhalálos dózis, mind a két mintázott kukorica esetében. Még ha csupán egyetlen vízfelvételkor abból a guttációs folyadékból fogyaszt egy méh, amelyet a növény 12 nappal a kísérlet kezdetét követően bocsátott ki magából, akkor is jóval több neonikotinoidot fogyaszt el, mint a félhalálos dózist (LD50).

Ezen mérési eredmények felvetik, hogy nagyon is sürgető megválaszolni azon kérdéseket, melyek tisztázzák azt, hogy a méhek, méhcsaládok milyen mértékben vannak kitéve a guttációs cseppeken keresztül e-rovarirtóknak. Az egyik megválaszolásra váró kulcskérdés az, hogy milyen mértékben és milyen körülmények esetén függnek a méhek a guttációs folyadéktól. Egy másik nyitott kérdés, hogy milyen arányban jut a méhbe a guttációs folyadékból növényvédőszer, mekkora hányad jut a kaptárba, és ott pontosan mi lesz a vegyszer sorsa. A párologtatásos hűtés esetében bármelyik rovarirtónál fennáll annak a veszélye, hogy az egész méhcsaládra kiterjed a hatóanyag. A méz hígításának esetében pedig, melyet a fiasítás táplálására használnak, fennáll annak a veszélye, hogy átadják utódjaiknak is a vegyszereket. Mindkét aspektus célzott kutatást igényel.

Ameddig nem kapunk minden kérdésre választ, az agrárpolitikai fejlesztések és a méheket védő jó gazdálkodási gyakorlat során teljes mértékben az elővigyázatosság elvét kellene alkalmazni – azaz nem használni ismeretlen kockázatú anyagot. Ezen kívül azokat az EU jogszabályokat, melyek méhkárosító anyagok használatára vonatkoznak, az elővigyázatosság elve alapján kellene módosítani. Ezeknek a rendeleteknek nemcsak a mézelő méhekre vonatkozó veszélyeket és e rovarok sérülékenységét illető legfrissebb tudományos bizonyítékokat kellene integrálniuk, hanem ki kellene tágítani az elővigyázatosság elvét más vadon élő beporzókra is, tekintettel arra a kulcsfontosságú tevékenységre, melyet a beporzással végeznek most és a bizonytalan jövőben. Sürgősen cselekedni kell, hogy megvédjük a beporzók ökoszisztéma szolgáltatását.

Javaslatok

A mézelő méhek és a vadon élő beporzók kulcsszerepet játszanak mind a mezőgazdaságban, mind az élelmiszertermelésben. Márpedig a jelenlegi ipari, intenzív mezőgazdaság mindannyiukat fenyegeti, így sodorva veszélybe az egész európai élelmiszerellátást. Ez a jelentés még több bizonyítékkal szolgál arra, hogy a neonikotinoidok milyen sokféle módon képesek komoly kockázatot jelenteni a mézelő méhek számára, így járulva hozzá az általános méhpusztuláshoz és a méhcsaládok egészségi állapotának romlásához. Ebből következik, hogy a döntéshozóknak a következőket kellene tennie:

- 1) Állandóvá és teljessé kell tenni a méhekre káros növényvédő szerek, az imidakloprid, a tiametoxam, a klotianidin és a fipronil használatára vonatkozó részleges tilalmat. A többi, az EU-ban engedélyezett, méhekre káros növényvédőszert, így a klórpirifosz, a cipermetrin és a deltametrin tartalmú termékek használatát is korlátozni kell.
- 2) Olyan méh-, beporzóvédelmi akcióterveken alapuló jogszabályokat kell elfogadni, melyek többek között tartalmazzák a méhek és egyéb beporzók egészségi állapotának monitorozását. Elő kell segíteni a természetes és féltermészetes élőhelyek megőrzését a mezőgazdasági területek közelében, valamint növelni kell a biológiai sokféleséget a mezőgazdasági területeken belül.
- 3) Növelni kell az ökológiai gazdálkodáshoz kapcsolódó kutatási-fejlesztési forrásokat, melyek elmozdítják a kémiai növényvédelmet a biológiai sokféleségen alapuló eszközök felé; ez az ökoszisztémák egészségét is javítja. Az EU döntéshozóinak több közvetlen támogatást kell biztosítaniuk az ökológiai gazdálkodás kutatására az uniós közös agrárpolitikáján belül (KAP közvetlen kifizetések), és a Horizon 2020 (az EU kutatási keretprogramja) keretén belül.

SZAKIRODALOM

- APENET (2011).** "Effects of coated maize seed on honey bees". Report based on results obtained from the third year (2011) activity of the APENET project, (2011) the APENET project.
- Európai Bizottság (2013).** 2013. május 24-ei 485/2013 az 540/2011/EU végrehajtási rendeletnek a klotianidin, a tiametoxam és az imidakloprid hatóanyag jóváhagyási feltételei, valamint az e hatóanyagokat tartalmazó növényvédő szerrel kezelt vetőmagok használatának és értékesítésének tilalma tekintetében történő módosításáról. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:139:0012:0026:EN:PDF>
- European Food Safety Authority (2012a).** Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment for bees for the active substance clothianidin EFSA Journal 2013;11(1):3066 [58 pp.]. <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/3066.htm>
- European Food Safety Authority (2012b).** Reasoned opinion on the modification of the existing MRLs for thiamethoxam and clothianidin in various crops. EFSA Journal 2012; 10(11):2990. [44 pp.]. doi:10.2903/j.efsa.2012.2990. <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/2990.pdf>
- European Food Safety Authority (2013a).** Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment for bees for the active substance thiamethoxam. EFSA Journal 2013;11(1):3067. [68 pp.]. <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/3067.pdf>
- European Food Safety Authority (2013b).** Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment for bees for the active substance imidacloprid EFSA Journal 11(1): 3068 [55 pp.]. <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/3068.pdf>
- European Parliament (2012).** Directorate General for Internal Policies, Policy Department Economic and Scientific Policy A: Environment, Public Health and Food Safety. Existing Scientific Evidence of the Effects of Neonicotinoid Pesticides on Bees. [27 pp.]. <http://www.europarl.europa.eu/committees/en/studiesdownload.html?file=79433&languageDocument=EN>
- Girolami V, Mazzon L, Squartini A, Mori N, Marzaro M, Bernardo AD, Greatti M, Giorio C & Tapparo A (2009).** Translocation of Neonicotinoid Insecticides from Coated Seeds to Seedling Guttation Drops: A Novel Way of Intoxication for Bees. *Journal of Economic Entomology*, 102: 1808-1815.
- Goatley J & Lewis R (1966).** Composition of Guttation Fluid from Rye, Wheat, and Barley Seedlings. *Plant Physiology* 41 (3): 373-375.
- Hoffmann E & Castle S (2012).** Imidacloprid in Melon Guttation Fluid: A Potential Mode of Exposure for Pest and Beneficial Organisms. *Journal of Economic Entomology*, 105(1): 67-71.
- ICPBR (2011).** International Commission for Plant-Bee Relationships (Bee Protection Group) 11th International Symposium on Hazards of Pesticides to Bees Working Group ICPBR: Assessment of risks posed by guttation. Wageningen, The Netherlands November 2-4th 2011: [24 pp.]. <https://secure.fera.defra.gov.uk/beebase/downloadDocument.cfm?id=693>
- Joachimsmeier I, Pistorius J, Heimbach U, Scheinke D, Kirchner W & Zwerger P (2011).** Frequency and intensity of guttation events in different crops in Germany. Proceedings of the 11th International Symposium of the ICPBR Bee Protection Group, Wageningen (The Netherlands), November 2-4, 2011: 87-90. http://www.researchgate.net/publication/239520834_Frequency_and_intensity_of_guttation_events_in_different_crops_in_Germany
- Ministry of Agriculture, British Columbia, Canada (2013).** About Pesticides: General Information. http://www.agf.gov.bc.ca/pesticides/a_3.htm
- Nicolson S (2009).** Water Homeostasis in bees, with emphasis on sociality. *The Journal of Experimental Biology* 212: 429-434. <http://jeb.biologists.org/content/212/3/429.full>
- Pilot G, Stransky H, Bushey D, Pratelli R, Ludewig U, Wingate V & Frommer W (2004).** Overexpression of GLUTAMINE DUMPER1 leads to hypersecretion of glutamine from hydathodes of *Arabidopsis* leaves. *The Plant Cell* 16: 1827-1840. <http://www.plantcell.org/content/16/7/1827.full.pdf+html>
- Stevens A, (1956).** The structure and development of the hydathodes of *Caltha palustris* L. *New Phytologist* 55 (3): 339-345. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-8137.1956.tb05293.x/pdf>
- Tapparo A, Giorio C, Marzaro M, Marton D, Solda L & Girolami V (2011).** Rapid analysis of neonicotinoid insecticides in guttation drops of corn seedlings obtained from coated seeds. *Journal of Environmental Monitoring* 13: 1564-1568.
- Tirado R, Simon G & Johnston P (2013).** Méhpusztulás Az európai beporzó rovarokat és a mezőgazdaságot fenyegető veszélyek. Greenpeace Research Laboratories Technical Report (Review) 01/2013: [46pp.]. <http://www.greenpeace.to/greenpeace/wp-content/uploads/2013/04/JN446-Bees-in-Divine.pdf>

GREENPEACE

A Greenpeace független, energikus és konfrontációra kész környezetvédő szervezet, mely a világ több mint 45 országában kész arra, hogy fellépjen a Föld értékeinek védelmében. Radikális, de teljes mértékben erőszakmentes. A legjobb tudományos kutatóintézetekkel működik együtt, tárgyal és lobbizik, ám ha kell autópályákat, kormányépületeket zár le. Egyik kezével tiltakozik, a másikkal az alternatív megoldásokat mutatja fel: minden "NEM!" mellé mond egy "IGEN!"-t is.

Függetlenségét és szabadságát az biztosítja, hogy kizárólag magánszemélyek támogatásából végzi munkáját.

A kiadvány letölthető

-> magyarul: www.greenpeace.hu/publikaciok

-> angolul: www.greenpeace.org/dripping-poison

Kiadva: 2013 december

Greenpeace Magyarország

Zászlós utca 54.

1143 Budapest

tel: +36 1 392 7663 fax: +36 1 200 8484

info@greenpeace.hu

greenpeace.hu/

Greenpeace International

Ottho Heldringstraat 5

1066 AZ Amsterdam

The Netherlands