

Nejčastější rezidua pesticidů v medu a pylu z lokalit s intenzivním hospodařením

24. 09. 2019 Ing. Martina Stejskalová, Doc. Ing. Jan Kazda, CSc.; Česká zemědělská univerzita v Praze

Aplikace přípravků na ochranu rostlin je často nezbytnou součástí zemědělské výroby. Při jejich používání musíme mít na zřeteli ochranu životního prostředí, proto hledáme postupy, které umožní chránit před a účinky pesticidů necílové organizmy. Typickým zástupcem necílových organismů, jsou opylovači. Zejména u včely medonosné, která jediná z více než čtyř set druhů včel u nás poskytuje i včelí produkty pro lidskou výživu, je nutné kontrolovat, v jaké míře se dostávají do kontaktu s pesticidy. Kontrola reziduí pesticidů ve včelích produktech - pylu a medu, chrání nejen včely, ale i nás jako konzumenty.

Jedno včelstvo včely medonosné spotřebuje během roku několik desítek kilogramů medu, a také pylu, který je výhradním zdrojem bílkovin pro včely. Pyl ve velkém množství konzumují hlavně mladé včely krmící larvy (Lipinski, 2018). Potenciálně škodlivé následky mohou mít od určité koncentrace jednotlivé pesticidní molekuly, ale málo je známo o synergismu různých takových látek označovaných zjednodušeně jako pesticidní koktejl (Goulson, 2015). V medu i pylu byly tedy hledány účinné látky širokého spektra pesticidů. Ty mohou pocházet jednak z aktuální ochrany porostů v daném roce, ale i z běžné zátěže prostředí, tedy z kontaminace minulých let (Karis, 2017). To, že se ve výsledcích objevuje v průběhu let stále víc pesticidů, souvisí mj. s narůstající citlivostí analytických metod.

Analýzy medu a plástového pylu

V projektu jsme se zaměřili na podrobnou analýzu medu a plástového pylu z řady včelstev na 20 lokalitách v České republice s intenzivním hospodařením, kde je řepka významně zastoupena v doletu včelstev. Ze včelstev byly v letech 2016 a 2017 odebrány po odkvětu řepky (začátek června) vzorky autentického medu a plástů s pylovými zásobami. Vzorky byly analyzovány v Ústavu analýzy potravin a výživy na VŠCHT v Praze. Cílové látky byly extrahovány metodou QuEChERS (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged, Safe) a stanoveny byly pomocí kapalinové chromatografie spolu s hmotnostně spektrometrickou detekcí, pro což byl využit kapalinový chromatograf Waters Acquity UPLC s hmotnostním detektorem Waters Xevo TQ-S; (US).

Výsledky

V jednotlivých vzorcích pylu a medu bylo zjištěno rozdílné množství reziduí různých přípravků na ochranu rostlin. Vzorky pylu a medu z jednoho úlu se často výrazně lišily v počtu zjištěných účinných látek. Rozdíly byly i mezi ročníky (tab. 1).

V roce 2016 bylo nalezeno v pylu 41 účinných látek a v medu 17 účinných látek, v roce 2017 v pylu 27 a v medu 15 účinných látek. Počet účinných látek v jednotlivých vzorcích výrazně kolísá.

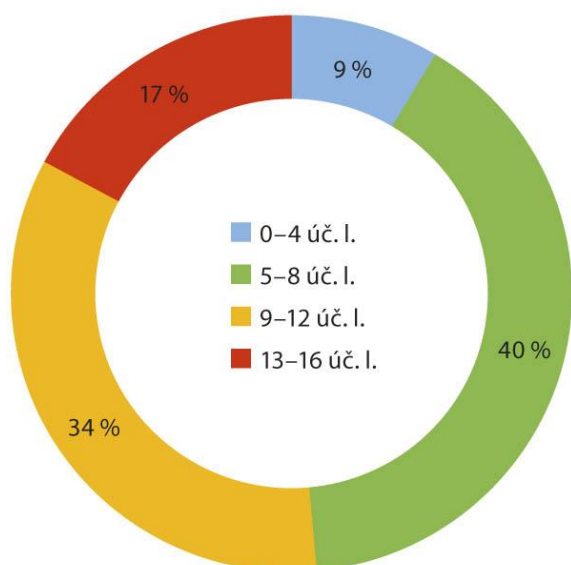
V souhrnu obou let byly zjištěny 3 účinné látky v jednom vzorku pylu jako nejmenší množství, největší množství bylo v pylu 16 účinných látek. Nejčastěji bylo zjištěno v obou letech 5–8 účinných látek (graf 1, 3).

V medu bylo reziduí přípravků na ochranu rostlin méně. V některých vzorcích medu se vyskytla pouze jedna účinná látka, nejvíce bylo zjištěno 8 účinných látek. Nejčastěji bylo zjištěno v obou letech 0–4 účinných látek (graf 2, 4).

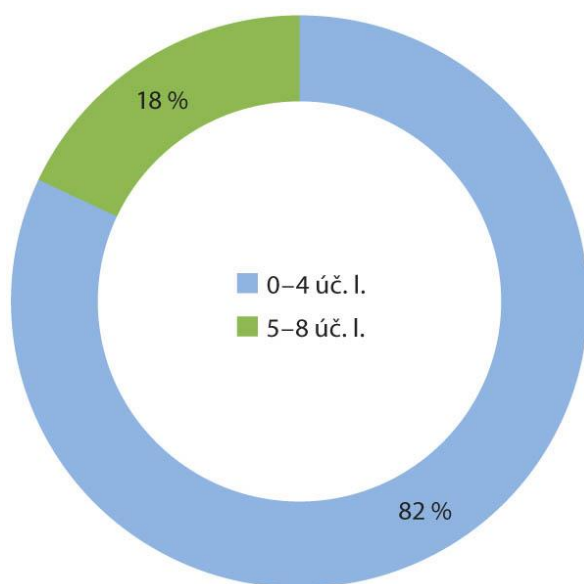
Hodnoty uvedené v grafech 1–4 a v tabulce 1 však nevypovídají o množství reziduí jednotlivých účinných látek.

Při hodnocení vlivu pesticidů na včely se za nejnebezpečnější skupinu považují insekticidy, protože jsou určeny k hubení hmyzu, a proto ohrožují včely nejvíce. Analýzy pylu a medu však dokazují, že včely se při hledání potravy setkávají s mnoha dalšími druhy chemických látek.

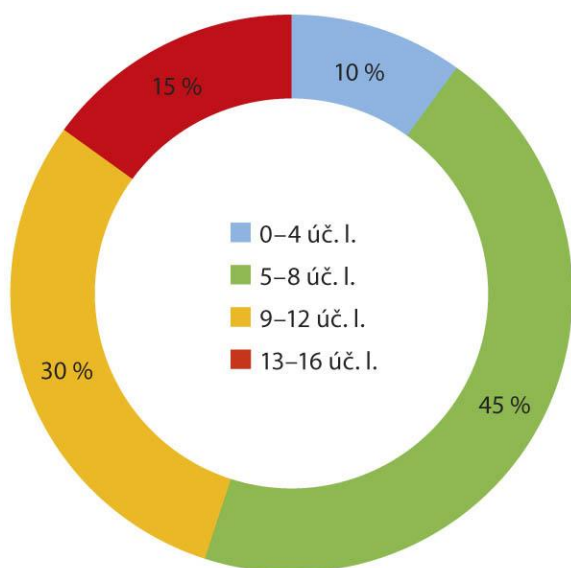
Graf 1 Podíl vzorků s různým počtem účinných látek v pylu 2016



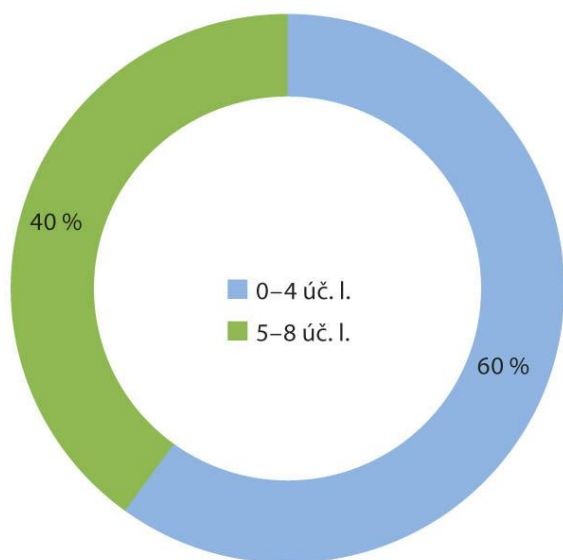
Graf 2 Podíl vzorků s různým počtem účinných látek v medu 2016



Graf 3 Podíl vzorků s různým počtem účinných látek v pylu 2017



Graf 4 Podíl vzorků s různým počtem účinných látek v medu 2017



Zjištěné účinné látky

Ze 43 zjištěných účinných látek během let 2016 a 2017 bylo 13 látek (30 %) herbicidní povahy, 20 látek (47 %) fungicidní povahy, 6 látek (13 %) insekticidní povahy a v malém množství se vyskytly i akaricidy, léčiva, repelenty, a dokonce i nebezpečný konzervant potravin (celkem 10 %).

Většina zjištěných reziduí pesticidů byla zjištěna ve velmi malých hodnotách - setinách a někdy i v tisícinách mg/kg pylu nebo medu. Ve větším množství (desetiny mg/kg) se našly v pylu látky:

klopyralid, thiaklopid, boskalid, dodine, tebukonazol, quiazalofop, chlorpyrifos. V medu bylo zjištěno větší množství pouze u acetamipridu v jednom vzorku v roce 2017.

Fungicidy

Ze všech skupin přípravků na ochranu rostlin se objevují v pylu i medu nejvíce fungicidy. V pylu jsou maximální výskyty až v 80 % vzorků pylu a až v 50 % vzorcích medu. V praxi se nejvíce používají fungicidní účinné látky ze skupin azolů a strobilurinů, které se v jarním období aplikují do obilnin a řepky. To jsou plodiny, které rostou na cca 65 % orné půdy v ČR. Ošetřeno je obvykle více než 95 % ploch těchto plodin. Všechny tyto látky nejsou z hlediska včel klasifikovány a mohou být aplikovány do porostů všech plodin bez omezení.

Varující je vysoký obsah účinné látky karbendazim (v medu až 42 % vzorků), která je metabolitem fungicidu benomylu. Koncentrace této látky však byla malá - max. 0,037 mg/kg. Tato látka byla v minulosti hojně používaným širokospektrálním fungicidem. V Evropské unii je tato látka několik let zakázána.

Stejně tak i v Německu, kde prováděli výzkum založený na rozboru rouskového pylu na rezidua pesticidů, našli ve všech letech a na všech stanovištích nejčastěji látky fungicidní povahy, a to více než z 50 %. Nejvíce alarmující byly nalezené hodnoty úč. l. boskalid 1 496 µg/kg vzorku (MLR = 50 µg/kg) a dimoxystrobin 576 µg/kg vzorku (MLR = 50 µg/kg) (Böhme et al., 2018).

Herbicidy

Herbicidy účinné proti **dvouděložným plevelům** se vyskytovaly většinou v pylu. Nejčastěji nalezenou účinnou látkou byl v roce 2016 pendimetalin, a to v 18 % vzorků a v roce 2017 stejná látka nalezená ve 35 % vzorků. V úlech byly nalezeny zejména herbicidy aplikované v jarním období především do řepy cukrové, kde se ošetřují vzházející dvouděložné rostliny od děložních listů do 3–4 pravých listů. Tyto herbicidy mají dlouhé reziduální účinky a včely se mohou kontaminovat z kvetoucích plevelů na ošetřovaných plochách, protože tyto herbicidy na některé druhy plevelů nejsou účinné. Další možností je úlet těchto herbicidů na kvetoucí vytrvalé byliny, keře nebo stromy. Na těchto vzrostlých rostlinách se nemusí projevit viditelný herbicidní efekt, ale včely mohou být snadno kontaminované.

Velmi často se ve vzorcích vyskytovaly účinné látky herbicidů aplikovaných proti **jednoděložným plevelům** - graminicidy. Tyto látky se vyskytovaly jak ve vzorcích pylu, i ve vzorcích medu. V roce 2016 byl nejčastěji nalezenou účinnou látkou quizalofop, a to ve 24 % vzorků a v roce 2017 haloxyfop v 50 % vzorků. Ve vzorcích medu se našla každoročně pouze jedna účinná látka těchto herbicidů. V roce 2016 jí byl quizalofop, a to v 6 % vzorků a v roce 2017 fluazifop ve 20 % vzorků. Graminicidy jsou aplikovány na vzrostlé porosty rostlin, protože mají být přijímány velkou listovou plochou cílových trav. Traviny postupně odumřou, ale dvouděložné rostliny jsou prakticky nepoškozené. V tomto období v porostu může kvést již řada planých nebo plevelných dvouděložných rostlin, které jsou zdrojem kontaminace včel.

Ve vzorcích medu se z herbicidních látek vyskytla nejvíce účinná látka klopýralid (12 % vzorků v roce 2016 a 30 % vzorků v roce 2017). V některých vzorcích byla tato látka zjištěna v relativně velkých koncentracích. Tato látka se obvykle aplikuje společně s látkou pikloram (12 % vzorků v roce 2016 a 25 % vzorků medu v roce 2017). Tato kombinace se používá při jarním opravném zásahu proti plevelům v ozimé řepce. V této době se již mohou v porostu objevit již kvetoucí plevele nebo může dojít ke kontaminaci kvetoucích keřů nebo stromů v okolí polí.

Všechny uvedené herbicidy nejsou klasifikovány z hlediska nebezpečnosti pro včely, a proto je pěstitelé mohou aplikovat bez omezení.

Insekticidy

Ze skupiny insekticidů se v pylu a medu objevily zástupci pouze 4 insekticidů, a to je nejméně ze všech významných skupin přípravků na ochranu rostlin. V současnosti je většina insekticidů klasifikována jako nebezpečná nebo zvláště nebezpečná pro včely a jejich aplikace je tím výrazně omezena na kvetoucí porosty navštěvované opylovači.

Rezidua pyretroidů jsou zastoupena ve vzorcích minimálně, protože jsou v přírodě relativně rychle rozložitelné. V současné době jsou většinou klasifikovány jako pro včely nebezpečné nebo zvláště nebezpečné, a proto jsou omezeně pěstiteli aplikovány. Nebezpečí kontaminace může hrozit také od neprofesionálních uživatelů, protože jsou prodávány často v maloobchodním balení v běžné prodejní síti.

Účinná látka chlorpyrifos se vyskytuje ve velkém množství vzorků pylu (až 53 %), ale ve vzorcích medu nebyla nalezena. Množství chlorpyrifosu v pylu bylo velmi rozdílné v jednotlivých

vzorcích, většinou nízké, pouze ve 3 vzorcích během dvou let bylo vyšší než 0,1 mg/kg pylu. Tato látka je klasifikována jako pro včely zvláště nebezpečná, nesmí se tedy aplikovat do kvetoucích porostů a podléhá hlášení včelařům. Nejčastěji je aplikována na jaře do porostů řepky proti jarním škůdcům až na 80 % zaseté plochy. Přípravek není systémový, ale má dlouhé reziduální účinky. Stanley et al. (2015) uvádí, že pro včely je úč. l. chlorpyrifos silně toxická a její rychlé účinkování může až zamezit doletu včel zpět do úlu. Nález reziduí je možno vysvětlit jeho dlouhou reziduální účinností, velmi častým používáním na velkých plochách nebo i porušením závazných podmínek pro aplikaci.

Velmi problematická jsou rezidua neonikotinoidů: thiaklopridu a acetamipridu. Zejména thiakloprid se vyskytoval až v 95 % vzorků pylu a ve 100 % vzorků medu. Rovněž množství bylo poměrně velké, v mnoha vzorcích se pohybovalo mezi 0,1–0,2 mg/kg pylu nebo medu. Acetamipridu bylo zjištěno výrazně méně a pouze ve 3 vzorcích v obou letech překročili hodnoty 0,1 mg/kg. Tyto látky jsou záměrně aplikovány pěstiteli do kvetoucích porostů všech plodin, zejména řepky, protože uvedené neonikotiny nejsou klasifikovány z hlediska toxicity pro včely a není za ně prakticky náhrada. Velmi často se používají i při neprofesionální aplikaci, protože jsou prodávány v maloobchodním balení. Skutečně tyto látky nevykazují přímou toxicitu pro včely, ale přibývají studie o nepříznivém vlivu jejich reziduí na všechna vývojová stadia včel v úlu. Subletální nežádoucí účinky neonikotinoidů na včely byly popsány v laboratorních studiích (Aliouane et al., 2009, Laurino et al., 2011, Schneider et al. 2012). Celosvětové monitorování reziduí neonikotinoidů ukázalo také acetamiprid (účinnou látku Mospilanu 20 SP) ve velkém množství vzorků medu z Evropy, Asie a Jižní Ameriky (Mitchell et al., 2017).

Vysokého podílu dosáhla účinná látka tau-fluvalinát zejména v pylu (až 53 % vzorků), obvykle však v malém množství. Tomuto podílu neodpovídá jejich použití jako insekticidu v polních podmínkách, ale tento akaricid je používán i jako léčivo pro včely proti roztoči *Varroa destructor*. V malém množství se v pylu a medu v roce 2016 objevily i další akaricidy používané jako léčiva včel.

Při odbourávání reziduí hraje hlavní roli přítomnost kyslíku, vody a zásadní je nestabilita na světle (na světle je poločas rozkladu v řádu hodin, ve tmě až v řádu let). Díky tomu mohou rezidua neonikotinoidů přetrvávat v přirozených zásobách potravy včelstva. Zásoby medu i plástového pylu jsou díky vysokému obsahu monosacharidů redukčním prostředím. Jelikož med obsahuje

velmi nízký celkový obsah vody (15–20 %) a plástový pyl navíc enzymaticky spotřebovává kyslík ze svého okolí, tak dochází k jeho stabilizaci, ale také ke stabilizaci reziduí cizorodých látek včetně neonikotinoidů (Titěra a Kamler, 2013).

Zdroje reziduí pesticidů

Při porovnání spotřeby účinných látek a velikosti ošetřené plochy (tab. 2) a obsahu reziduí v pylu a medu (tab. 1) bylo zjištěno, že některé účinné látky se dostávají do pylu a medu častěji, než odpovídá jejich použití. Thiakloprid se vyskytoval výrazně nejčastěji ve vzorcích pylu i medu, přestože byla ošetřená plocha výrazně nižší než např. u tebukonazolu. Rovněž účinné látky boscalid a azoxystrobin se vyskytovaly v pylu a medu častěji, než by se dalo předpokládat z hlediska použití. Tebukonazol se pravděpodobně přenáší do úlů méně snadno, přestože je aplikován na velkou plochu. Lze předpokládat, že tau-fluvalinát se v úlech vyskytoval spíše z léčiva, protože jeho použití v polních podmínkách je ve srovnání s dalšími účinnými látkami minimální. Titěra (2017) však tvrdí, že při dodržení aplikace léčiva s touto účinnou látkou podle příbalové informace, v pylu či medu ke vzniku reziduí z léčení dojít nemůže.

Rezidua pesticidů se však do úlu mohou dostat i z jiných než zemědělsky obhospodářovaných ploch. Podle Českého hydrometeorologického ústavu se vyskytují rezidua pesticidů v České republice jak v podzemních, tak i v povrchových vodách. Včely si tedy mohou přinést do úlu i kontaminovanou vodu těmito látkami. V roce 2017 bylo ve vzorcích povrchových vod nalezeno až 22 látek v jednom vzorku, kde v jednom vzorku až 8 z nich překročilo limit. Azoxystrobin a tebukonazol (nadlimitní nález) a chlorpyrifos (podlimitní nález). Tyto účinné látky fungicidní a insekticidní povahy byly v povrchových vodách nalezeny obdobně jako ve včelích produktech (Český hydrometeorologický ústav, 2018).

Tab. 1: Účinné látky nalezené ve vzorcích medu a pylu v letech 2016 a 2017

Účinná látka	Biologická funkce	V kolika % vzorků byla úč. l. nalezena			
		pyl 2016	med 2016	pyl 2017	med 2017

Acetamiprid	Insekticid	18	6	35	35
Akrinatin	léčivo pro včely	6	/	5	/
Azoxystrobin	Fungicid	71	36	80	50
Bixafen	Fungicid	6	/	/	/
Boskalid	Fungicid	41	36	60	45
Cyprokonazol	Fungicid	47	6	35	10
Deltametrin	Insekticid	6	/	/	/
Dimoxystrobin	Fungicid	29	42	45	45
Dodin	Fungicid	6	/	/	/
Ethofumesat	Herbicid	6	/	5	/
Fenmedifam	Herbicid	6	/	5	/
Fluazifop	herbicid (graminacid)	18	/	25	20
Fluopyram	Fungicid	29	/	35	10
Haloxyfop	herbicid (graminacid)	6	/	50	/
Hexachlorobenzen	Fungicid	6	/	/	/

Hexythiazox	Akaricid	6	/	/	/
Chlorpyrifos	Insekticid	53	/	40	/
Iprovalikarb	Fungicid	6	/	/	/
Karbendazim	fungicid (neregistrovaný)	24	42	5	30
Klopyralid	Herbicid	12	12	/	30
Lenacil	Herbicid	6	/	5	/
Metamitron	Herbicid	12	/	5	/
Metoxyfenozide	insekticid (neregistrovaný)	6	/	/	/
Metolachlor	herbicid (graminacid)	12	/	/	/
Myklobutanil	Fungicid	6	/	/	/
o-fenylfenol	konzervant potravin	12	/	/	/
Pendimetalin	Herbicid	18	/	35	/
Permetrin	repelent, humánní léčivo	12	/	/	/
Pikloram	Herbicid	12	12	/	25

Pikoxystrobin	Fungicid	12	/	10	5
Prochloraz	Fungicid	24	18	20	/
Propikonazol	Fungicid	24	6	15	/
Prothiokonazol	Fungicid	29	6	35	/
Quizalofop	herbicid (graminacid)	24	6	35	/
Spiroxamin	Fungicid	6	/	30	/
Tau-fluvalinát	insekticid, léčivo pro včely	53	6	50	5
Tebukonazol	Fungicid	59	12	70	15
Terbutylazin	Herbicid	12	/	5	/
Tetrakonazol	Fungicid	6	/	/	/
Thiaklopid	Insekticid	88	100	95	90
Thiofanát-metyl	Fungicid	18	6	5	10
Fenpropimorf	Fungicid	/	/	5	/
Fenbutatin-oxide	Akaricid	/	6	/	/

Pozn.: / = nenalezeno

Tab. 2: Spotřeba účinných látek a jimi ošetřená plocha v České republice

Účinná látka	*Spotřeba v roce 2016 (kg, l)	*Ošetřená plocha (tis. ha)	** Spotřeba v roce 2017 (kg, l)	** Ošetřená plocha (tis. ha)	Plodiny s největší spotřebou
Acetamiprid	3 453	19	3 715	21	Olejniny
Azoxystrobin	49 291	49	48 897	49	obilniny, olejniny
Boskalid	19 033	31	23 611	39	Olejniny
Chlorpyrifos	155 888	259	129 579	216	Olejniny
Prothiokonazol	40 183	40	43 536	43	Obilniny
Tau-fluvalinát	832	4	832	4	Olejniny
Tebukonazol	165 093	165	171 219	171	obilniny, olejniny
Thiakloprid	25 972	87	29 277	98	Olejniny
Pozn.:					
* = eagri.cz/public/web/file/537721/celek_2016_CZ.pdf					

** = eagri.cz/public/web/file/587990/celek_2017_CZ.pdf

Závěr

Intenzivní pěstování řepky je spojeno s použitím přípravků na ochranu rostlin. V krajině musíme též počítat se zátěží z minulosti. Dostupné laboratorní metody umožňují nacházet a kvantifikovat rezidua pesticidů v zemědělské produkci.

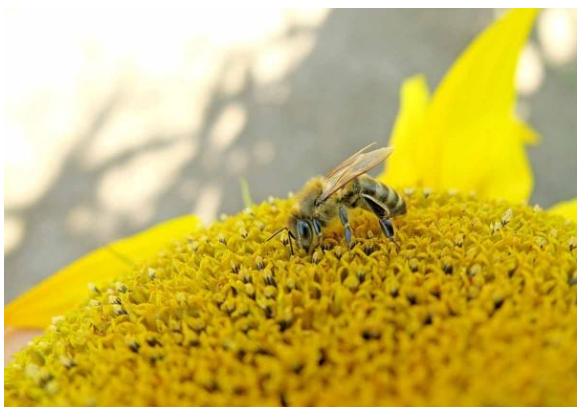
V medu a pylu bylo nalezeno 43 různých účinných látek, přičemž v jednom vzorku pylu jich bylo detekováno až 16.

Nejčastěji nalezeným pesticidem v pylu i v medu byl thiaklopid. Aktuálně nalezená množství nepředstavují hygienické riziko, ale je třeba se tomuto problému dále věnovat.

Výzkum chceme zaměřit též na objasnění, jak správnou agrotechnikou přispět k odbourávání reziduí látek používaných v ochraně rostlin.



Plástev se zásobami pylu



Včela medonosná opylující porost slunečnice



Včela medonosná opylující porost řepky



Včely medonosné na plástu v úlu

Práce vznikla s finanční podporou projektu IGA PEF 2019-2020 Monitoring a modelování trofické aktivity včel.

Literatura je k dispozici u autorů.

Zdroj: www.agromanual.cz