

Používání pesticidů v ochraně olejnin s ohledem na ochranu opylovačů a jejich produktů

Jan Kazda, Martina Stejskalová, Dalibor Titěra, Aneta Bokšová



**Česká zemědělská univerzita v Praze
2018**

Používání pesticidů v ochraně olejnin s ohledem na ochranu opylovačů a jejich produktů

Certifikovaná metodika 2018

Autoři:

Doc. Ing. Jan Kazda, CSc.¹

Ing. Martina Stejskalová¹

Ing. Dalibor Titěra, CSc.²

Bc. Aneta Bokšová¹

Dedikace:

Výsledky řešení projektu NAZV QJ 1610217 Inovace systému integrované ochrany řepky pro omezení negativních dopadů současné technologie pěstování a QJ 1510186 Optimalizace technologie ochrany slunečnice.

Oponentní posudky vypracovali:

Ing. Božetěch Málek

Ing. Pavel Minář, Ph.D.

Publikaci bylo ÚKZÚZ uděleno Osvědčení č.j.163078/2018 o uznání uplatněné certifikované metodiky v souladu s podmínkami „Metodiky hodnocení výsledků výzkumu a vývoje“.

Vydala:

Česká zemědělská univerzita v Praze 2018

ISBN: 978-80-213-2913-3

Upozornění: Pro použití pesticidů jsou závazné aktualizované informace v Seznamu povolených přípravků a dalších prostředků na ochranu rostlin. Při realizaci doporučení uváděných v metodice musí být podmínky z těchto úředních dokumentů dodrženy.

¹ Katedra ochrany rostlin, ČZU v Praze

² Katedra zoologie a rybářství, ČZU v Praze

Obsah

1	Úvod	6
2	Cíl metodiky	7
3	Stav současné problematiky	8
3.1	Řepka olejka (<i>Brassica napus subsp. napus</i>)	8
3.2	Ošetření řepky přípravky na ochranu rostlin	8
3.2.1	Ovlivnění výnosu u řepky opylovači	9
3.3	Slunečnice roční (<i>Helianthus annuus</i>)	9
3.3.1	Ovlivnění výnosu u slunečnice	9
3.4	Vyhledávání potravy opylovači	10
3.5	Včelí potrava z řepkového či slunečnicového porostu	10
3.6	Působení přípravků na ochranu rostlin (aplikovaných do olejnin) na opylovače	11
3.7	Poškození či otravy včelstev	13
3.8	Látky s repelentními účinky na včely	13
4	Vlastní popis metodiky	15
4.1	Metoda přímého lákání	15
4.1.1	Metodika	15
4.1.2	Výsledky - porovnávání atraktivity komerčních přípravků	19
4.1.3	Výsledky - porovnání atraktivity čistých účinných látek s komerčními přípravky	21
4.1.4	Výsledky - porovnávání atraktivity tank-mixu (insekticid + fungicid) s komečnými pesticidy	24
4.1.5	Závěry vyplývající z Metody přímého lákání	24
4.2	Pesticidní ošetření rostlin řepky ozimé - maloparcelkové pokusy	26
4.2.1	Metodika - maloparcelkový pokus	26
4.2.2	Metodika - analýza květů řepky na rezidua pesticidů	26
4.2.3	Výsledky - celková návštěvnost včel v závislosti na aplikaci pesticidů	26
4.2.4	Výsledky - obsah pesticidů v květech	27
4.2.5	Výsledky - návštěvnost včel v porostech řepky v závislosti na obsahu účinných látek v květech	28
4.2.6	Závěr	30
4.3	Množství reziduí pesticidů v pylu a v medu	31
4.3.1	Metodika	31
4.3.2	Výsledky	31
4.3.3	Závěr	36
4.4	Pesticidní ošetření rostlin slunečnice roční – maloparcelkové pokusy	36
4.4.1	Metodika	36
4.4.2	Výsledky	36

4.4.3	Závěr	43
5	Srovnání novosti postupů	44
6	Popis uplatnění certifikované metodiky.....	44
7	Ekonomické aspekty spojené s uplatněním metodiky	45
8	Publikace, které předcházely metodice	46
9	Seznam literatury.....	47

Abstrakt

Metodika popisuje vliv pesticidů aplikovaných těsně před květem nebo v průběhu květu do řepky a slunečnice na včelu medonosnou a čmeláky. Prokázalo se, že fungicidy a insekticidy mají významnější vliv na návštěvnost opylovačů v porostech olejnin, než se dosud předpokládalo. Při aplikaci pesticidů v souladu s jejich registrací sice nedochází k akutním otravám opylovačů, ale přesto jsou patrné významné rozdíly mezi pesticidy v jejich vlivu na množství včel v porostech. Metodou přímého lákání, maloparcelkovými pokusy i rozborů květů řepky i slunečnice na obsah pesticidů byly prokázány rozdíly v atraktivitě (repelenci) pesticidů pro včely a čmeláky. Součástí metodiky jsou i výsledky rozborů na obsah reziduí pesticidů ve vzorcích pylu a medu získaných z úlů umístěných v blízkosti porostů kvetoucí řepky.

Summary

The methodology describes influence of pesticides applied just before blooming or during blooming period of oilseed rape and sunflower on honeybee and bumblebees. It was proven that fungicides and insecticides have more important influence on pollinators visitation in oilseed crops than previously assumed. When pesticides applied according to the registration conditions we don't register acute intoxication of pollinators yet there can be seen significant differences between pesticides in their influence on number of honeybees in the crops. Using the methods of direct enticement, small-plot trials and analysis of oilseed rape and sunflower blooms on pesticide residues were proven differences in attractiveness (repelency) of pesticides for honeybees and bumblebees. One part of the methodology shows results of testing of honey and pollen for residues of pesticides from hives located in close vicinity of blooming oilseed rape.

1 Úvod

U ozimé řepky se podobně jako u ostatních polních plodin provádí ochrana proti škodlivým organizmům podle zásad integrované ochrany rostlin. Vzhledem k velkému tlaku škodlivých organizmů a s ohledem na velkou plochu pěstované řepky v České republice, významně převažují v rámci integrované ochrany metody chemické. Fungicidy a insekticidy se běžně aplikují těsně před květem nebo i v průběhu květu. Situace je o to závažnější, že se ozimá řepka stala v období květu nejvíce navštěvovanou polní plodinou včelami a dalšími opylovači. Řepka olejná se tak stala v České republice pro opylovače hlavní nektarodárnou a pylodárnou plodinou zemědělské krajiny (Diekötter et al., 2010).

Řepka je velmi atraktivní pro opylovače, včetně včely medonosné (Cook et al., 2003). Avšak tato vysoká přitažlivost této plodiny v období květu pro opylovače u nich může zvýšit nebezpečí otravy pesticidy. Otravy včelstev byly často spojeny právě s vystavením včel pesticidům (Atkins, 1992). Včely mohou být vystaveny toxickým sloučeninám prostřednictvím kontaminovaných květů, přímému kontaktu s toxickou látkou nebo vystavením reziduí (Gels et al., 2002).

V České republice je poměrný dostatek včelstev. Udává se 7,9 včelstev na km², avšak musí být zaručeno rovnoměrné pokrytí. Včela létá pro snůšku jen v okruhu do pěti km od úlu. Při hojnosti pylodárných a nektarodárných rostlin si však vyberou ty lehčeji dostupné. Tohoto chování se využívá zvláště při přísunech včelstev ke kulturním plodinám, kde mají včely dolet většinou pouze stovky metrů. Musí se tedy zajistit správné množství včelstev a jejich vhodné rozmístění po pozemku (Nezbeda, 2013).

Včely medonosné jsou v naší krajině hlavní skupinou opylovačů, která zajišťuje opylení zemědělských plodin. Tyto a další užitečné organismy napomáhají opylením zemědělských plodin k vyššímu výnosu a tím pádem i k vyšší ekonomice podniku (Aizen and Harder, 2009).

Z hlediska zajištění bezpečnosti pro včely a dalších opylovače je sledována a legislativně kontrolována aplikace pesticidů těsně před květem a v průběhu květu. Jedná se především o fungicidy proti komplexu houbových chorob stonků a šesulí a o insekticidy proti blýskáčku řepkovému, krytonosci šesulovému a zejména bejlmorce kapustové. V nedávné minulosti byla již zakázána aplikace velkého množství pesticidních účinných látek nebezpečných pro včely a další opylovače. Přímé hromadné otravy včel jsou v současnosti v České republice ojedinělé a jsou způsobeny základním porušením předpisů a selháním lidského faktoru.

Pesticidy jsou látky vysoce biologicky aktivní. Problematiku jejich působení na opylovače nelze zúžit pouze na ověření jejich toxicity.

Na Katedře ochrany rostlin ve spolupráci s SPZO Praha několik let sledujeme atraktivitu či repelenci pesticidů pro včely. Repelentní přípravky mohou snížit návštěvnost včel v porostu a snížit tím negativní dopady pesticidní ochrany.

Větším a skrytým nebezpečím pro včely je velký výskyt reziduí pesticidů v úlech zejména v zásobách pylu, ale v menší míře i v medu.

2 Cíl metodiky

Cílem metodiky je poskytnout pěstitelům olejnin podrobnější pohled na působení aplikovaných pesticidů na včely a čmeláky. Aplikované pesticidy se významně liší v atraktivitě pro opylovače. V laboratorních pokusech je možno dokázat, že některé pesticidy jsou pro včely atraktivní téměř jako ředěný med, jiné mají tak vysoký repelentní účinek, že je včely téměř nenavštěvují. Atraktivita pesticidů není však vázána pouze na účinnou látku, ale na složení celého pesticidu. Přípravky se stejnou účinnou látkou od různých výrobců mají odlišnou atraktivitu. Rovněž u pěstitelů oblíbené tank-mixy pesticidů působí rozdílně než jejich samostatné složky.

V polních podmínkách je situace ještě složitější než v laboratorních pokusech. Na základě opakovaných laboratorních rozborů květů je zdokumentována dynamika pesticidů v květech a reakce opylovačů na množství pesticidů v rostlinách. Reakce se liší u různých druhů opylovačů. Rozdíly jsou i mezi návštěvností opylovačů v porostech řepky a slunečnice.

V metodice jsou zveřejněny i výsledky rozborů pylu a medu na obsah reziduí během několika ročníků.

V metodice jsou všechny tyto údaje zveřejněny v ucelené podobě pro zemědělskou veřejnost poprvé. Tyto informace by měly přispět k ochraně opylovačů a snížit nebezpečí jejich otravy.

V metodice jsou výhradně použity originální výsledky autorů získané při řešení grantového projektu MZe NAZV QJ 1610217 Inovace systému integrované ochrany řepky pro omezení negativních dopadů současné technologie pěstování a QJ 1510186 Optimalizace technologie ochrany slunečnice.

3 Stav současné problematiky

3.1 Řepka olejka (*Brassica napus subsp. napus*)

Řepka olejka je v dnešní době nejvýznamnější a nejpěstovanější olejninou v České republice. Po pšenici ozimé je zde právě řepka ozimá druhou nejpěstovanější plodinou. V roce 2018 byla sklizňová plocha řepky (ozimé i jarní) 411 802 ha. Celková produkce řepky dosáhla v roce 2018 1 383 tis. tun řepky s průměrným výnosem 3,36 t/ha (Volf a Zeman, 2018).

V této době je u nás řepka jedna z nejvíce pěstovaných kulturních plodin. Právě proto dnes také patří k nejvýznamnějším a nejjistějším zdrojům včelí snůšky (Veselý a kol., 2009).

Abrol (2007) zaznamenal, že řepka poskytuje asi 25 až 91 milionů květů na hektar za den.

3.2 Ošetření řepky přípravky na ochranu rostlin

Řepka olejná je důležitou olejninou se stále rostoucí produkcí (FAO, 2015). Nárůsty ploch jsou spojené i s rostoucím množstvím pesticidů. V České republice i celosvětově je tato plodina ošetřována šesti aplikacemi během vegetačního období (Kazda a kol., 2015; Schade, 2015; Zhang et al., 2017). Hlavním problémem při pěstování řepky olejné ve střední Evropě je během jarních měsíců její poškození způsobené klíčovými škůdci, a to stonkovými krytonosci (krytonoscem řepkovým (*Ceutorhynchus napi*) a krytonoscem čtyřzubým (*Ceutorhynchus pallidactylus*)), blýskáčkem řepkovým (*Meligethes aeneus*) a bejlomorkou kapustovou (*Dasineura brassicae*) (Karise et al., 2007; Pavela, 2011). Po zákazu neonicotinoidního moření (účinných látek: clothianidin, imidacloprid, thiamethoxam) v Evropské Unii (Eur-lex., 2013) vzrostla také poškození od dřepčíka olejkového (*Psylliodes chrysocephala*) (Nicholls, 2015; Zhang et al., 2017).

Výnosy řepky ozimé se blíží v posledních letech ke 4 t z hektaru (Baranyk, 2015). K dosažení takových vysokých výnosů je však nutné aplikovat v porostech řepky několikrát během vegetace pesticidy, hnojiva a další typy pomocných látek. Rozsah aplikací všech těchto látek je ze všech plodin pěstovaných na orné půdě v České republice největší. Se zvyšujícími se plochami ozimé řepky se stále zvyšuje intenzita chemické ochrany. V současnosti se jen na jaře aplikují do řepky 3 – 4 insekticidy, 1 – 2 fungicidy a vedle toho další aplikace stimulátorů, desikantů a dalších látek. Podle ÚKZÚZ bylo v roce 2017 aplikováno do olejnin (převážně řepky) 141 882 kg účinných látek insekticidů a 243 953 kg účinných látek fungicidů použitých v ČR. Ochrana řepky je v současné době ze všech plodin nejvíce v rozporu se systémem integrované ochrany rostlin podle platné legislativy. Je tedy nutné inovovat systém integrované ochrany řepky, a tím přispět k omezení negativních dopadů současné ochrany řepky, zejména omezení vlivu pesticidů na včely a jejich produkty (Volková a Kazda, 2016a).

Ochrana nejen včel, ale všech opylovačů je regulována vyhláškou č. 327/2012 Sb., která byla novelizována vyhláškou 428/2017 Sb. o ochraně včel, zvěře, vodních organismů a dalších necílových organismů při použití přípravků na ochranu rostlin. Otravy včel přípravky na ochranu rostlin jsou v posledních letech spíše výjimečné. Větším problémem se stávají rezidua pesticidů, která jsou zjišťována v zásobách pylu i medu v úlech, což bývá příčinou oslabení včelstev (Titěra a Kamler, 2013; Pohorecka et al., 2013; Schmuck et al., 2001).

3.2.1 Ovlivnění výnosu u řepky opylovači

Při posuzování přínosu opylení hmyzem experiment ukázal, že hmyz zvyšuje hmotnost semen řepky o 18 %. Opylení hmyzem způsobilo, že semena byla těžší a obsahovala více oleje (Bommarco et al., 2012).

Veselý a kol. (2009) dokonce udávají, že po přisunutí 3 až 4 včelstev k 1 ha pěstované řepky se výnos může zvýšit až o 35 %. Hlavním důvodem většího výnosu je vyšší počet nasazených šesulí po opylení.

3.3 Slunečnice roční (*Helianthus annuus*)

Slunečnice roční je jednou z nejdůležitějších olejnin na světě, jak ve vyspělých, tak v rozvojových zemích (Cantamutto and Poverene, 2007; Skoric et al., 2007). Pěstování slunečnice je ekonomicky významné a potřebné hlavně z důvodu, že slunečnice slouží v oblastech, kde se převážně pěstují obilniny jako přerušovač obilných sledů (Porto et al., 2007). Slunečnicí bylo oseto v roce 2018 celosvětově 27,3 milionu hektarů. Největší pěstitelé opět i v tomto roce jsou Rusko (7,35 mil. ha) a Ukrajina (6,30 mil. ha). Z mimoevropských zemí se nejvíce slunečnice pěstuje v Argentině (1,69 mil. ha) a v Číně (1,08 mil. ha). V roce 2018 byla světová produkce nažek slunečnice 49,7 mil. tun – nejvíce na Ukrajině (13,6 mil. tun) a Rusku 11,1 mil. t. Ve všech zemích EU se pěstovalo v roce 2018 slunečnice na 4,3 mil. ha., nejvíce v Rumunsku, Maďarsku a Bulharsku. V zemích EU se vyprodukovalo 9,87 mil. t., nejvíce v Rumunsku (více jak 2,3 mil. tun).

V České republice plocha osetá slunečnicí klesla proti období 2003 – 2006 v roce 2018 asi na polovinu a pěstovala se na ploše 20 202 ha. Na Moravě se pěstovalo slunečnice z celkové zaseté plochy v tomto roce 2018 opět asi 57 % a zbývající část v Čechách. V České republice se vyprodukovalo v roce 2018 podle předběžných odhadů okolo 52 tis. t nažek při průměrném odhadovaném výnosu v celé České republice 2,60 t/ha. Nejvyšší průměrný výnos lze odhadovat ve Zlínském a Jihomoravském kraji. Průměrná farmářská cena nažek se pohybovala v tomto roce okolo 7,3 tis. Kč/t nažek.

Slunečnice je převážně cizosprašná a vysoce hmyzosnubná rostlina. Opylení včelami je pro produkci nažek velice důležité (Shein et al., 1980). Vítr je obecně akceptován jako hlavní opylovač pro kvetoucí rostliny, ovšem není dostatečný pro opylení slunečnice, protože není schopen zajistit homogenní opylení ani nemá schopnost přenášet těžké pyly (Parker, 1981b). Proto je slunečnice silně závislá na opylovačích, které pouze doplňuje opylení větrem (Klein et al., 2007).

3.3.1 Ovlivnění výnosu u slunečnice

Dle Hoffman and Chambers (2006) je řádné opylení slunečnice hmyzími opylovači nezbytné pro dobré vytváření nažek, tedy pro vyšší výnos slunečnice.

Polní pokusy v Keni byly provedené za účelem zjištění vlivu různých skupin opylovačů na správné opylení slunečnice a následné výnosy nažek. Bylo zjištěno, že včela medonosná byla nejčastějším opylovačem a měla také nejvyšší index účinnosti na opylení slunečnice. V průměru na pozemcích, kam měl hmyz přístup, byl vyprodukován výnos, který byl o 53 % vyšší než výnos z ploch, kde byl celkově hmyz vyloučen (Nderitu et al., 2008).

3.4 Vyhledávání potravy opylovači

Na vyhledávání své obživy jsou včely dokonale přizpůsobené. Včely mají velice dobře vyvinuté určité smysly, kterými se orientují v přírodě při hledání potravy a těmi jsou zrak a čich (Jurík, 1979).

Chittka and Menzel (1992) ve své studii uvádějí, že trichromata blanokřídlých obsahují podobné sestavy receptorů ultrafialového, modrého a zeleného světla s nejintenzivnějšími projevy v oblastech 330 – 350 nm, 430 – 450 nm a 520 – 540 nm. Spektrum nad 600 nm včela medonosná již nezaznamená společně s většinou druhů z řádu blanokřídlých. Toto spektrum je zaznamenatelné pouze pro hmyz s receptory červeného světla neboli opylovače s tetrachromatickými systémy, jako jsou brouci, motýli a další.

Korunní lístky mnoha květů dokáží odrážet ultrafialové světlo a tím utváří pro včely vzory, které mohou létavkám sloužit jako přistávací značky nebo jim napomáhají při rozlišení druhů rostlin (Tautz, 2009).

Na včely silně působí i vůně květů. Včela má čichové receptory na tykadlech, což je velmi důležité a praktické. Při návštěvě květu stačí včele vsunout do květu svá tykadla a čichem velmi rychle zjistí přítomnost nektaru (Jurík, 1979). Vůně květů může včely lákat i z větších vzdáleností a slouží včele jako navigace k vonícímu cíli (Tautz, 2009).

3.5 Včelí potrava z řepkového či slunečnicového porostu

Přidal (2005) uvádí, že výživná hodnota a biologická účinnost pylu různých botanických druhů byla zjišťována podle vývoje hltanových žláz, tvorby tukového tělesa, rozvoje vaječníků a délky života u mladých včel, kterým byl pyl monodietně poskytován. Podle výživné hodnoty lze pyl rozdělit do čtyř kategorií: velmi výživný – pyl z ovocných stromů, jetelovin, máku, kaštanu jedlého, řepky, hořčice, ale i kukuřice; středně výživný – pyl smetánky, jilmů, javorů, buků, slunečnice; málo výživný – pyl lísky, olší, bříz, topolů a zcela nevyživný – pyl jehličnanů.

Včelstvo spotřebuje kolem 30 kg pylu ročně, ten obsahuje rezidua pesticidů používaných v zemědělské výrobě. Jako nežádoucí látky se mohou do pylu dostat pesticidy, antibiotika nebo těžké kovy (Kubišová a Titěra, 1988).

Čermák (2004) uvádí, že cukernatost nektaru se u řepky pohybuje okolo 42 – 45 %. Není však neobvyklé naměřit i hodnoty okolo 65 %. U slunečnice je cukerná hodnota nektaru obdobná. Pohybuje se okolo 47 – 53 %.

Podle Uváčik (2013) se můžeme v oblastech, kde se pěstuje slunečnice setkat i s medem, který nepochází ani z květů, ani z výměšků hmyzu z řádu mšicosaví. Jde o med ze sladkých šťáv tělní stavby vlastní rostliny slunečnice, kterou včely velmi ochotně sbírají většinou v „kloubech“ listů a stonků. Tento med je velmi husté viskozity a červenohnědé barvy. Laboratorně bylo v tomto medu zjištěno velmi málo pylových zrn.

Čermák (2004) ve svém pokusu získal důkaz, že včely mohou najít a využít i velmi vzdálený zdroj nektaru. V době po odkvětu ovocných stromů včely neměly dostatečné zdroje potravy. Bylo zjištěno, že včely v tuto dobu začaly přinášet řepkový nektar, přestože nejbližší pole s řepkou bylo 7,5 km. To dokazuje, že když včely nemají žádný vhodný zdroj potravy ve svém blízkém okolí, umí pátračky nalézt a létavky využít i poměrně vzdálený zdroj potravy, pokud se jim to vyplatí. Řepka je zdrojem nektaru velmi vydatného a létavky mohou nasbírat plný medný váček rychle na malém počtu květů, a přitom jde o nektar bohatý na obsah cukrů.

Requier et al. (2015) se soustředili na zjištění potravní nabídky rostlin, ze kterých včely získávají nektar, v intenzivně zemědělsky obhospodařované krajině (s převahou řepkových a slunečnicových polí). Včely shromažďují nektar převážně z pěstovaných zemědělských plodin, ale pyl přináší především z široké nabídky přítomných bylin, plevelných rostlin a dřevin, jež se vyskytují na přilehlých polo-přirozených habitatech. „Plevelné“ druhy představují asi 40 % podíl potravy včel před zahájením kvetení zemědělských plodin a sehrávají zásadní roli v jejich přežití.

Obrázek 1 – Včela medonosná na řepce



Jelikož kvete slunečnice až v průběhu července, stává se tak významnou nektarodárnou a pylodárnou rostlinou podletí. Její pyl je tedy významný pro vývoj dlouhověkých zimních včel (Haragsim, 2008). Pernal and Currie (2000) však poukazují na to, že krmení nově vylíhlých včel pouze slunečnicovým pylem může mít velice negativní vliv na vývoj jejich hltanových žláz a vaječníků.

3.6 Působení přípravků na ochranu rostlin (aplikovaných do olejnin) na opylovače

Návštěvnost opylovači je obecně výrazně ovlivněna ošetřením řepkových či slunečnicových porostů přípravky na ochranu rostlin (Laurent and Rathahao, 2003).

Dnes převládly v ochraně rostlin přípravky, které jsou pro včely podstatně méně toxické. Tyto přípravky se však používají stále častěji a v porostech následně nalézáme pestrou směs velmi malých koncentrací mnoha účinných látek (Kazda, 2014).

V několika evropských zemích zaznamenali včelaři oslabení včelstev, které se nacházely poblíž kvetoucích slunečnicových polí. Zde byla zjištěna aplikace insekticidů

(neonikotinoidy, fipronil) (Laurent and Rathahao, 2003). V celé Evropě byly hlášeny velké ztráty kolonií včel medonosných a čmeláků v důsledku aplikace určitých přípravků na ochranu rostlin (Henry et al., 2012; Whitehorn et al., 2012). Organofosfáty byly dříve často používanou skupinou účinných látek insekticidů, aplikovaných před či do květu řepky. Avšak pro jejich vysokou toxicitu nejen pro včely, ale i pro ostatní skupiny organismů, byly nahrazeny méně toxickou skupinou a to neonikotinoidy – zejména thiaklopridem (Kazda, 2014). Například ale ve Švýcarsku a Francii je aplikace neonikotinoidů do slunečnice zakázána používat a stále se oslabení včelstev vyskytuje v lokalitách blízko slunečnicových polí (Charrière et al., 2010).

Přestože Bonmatin et al. (2005) a Chauzat et al. (2006) zjistili nízké hodnoty ppb imidaklopridu ve vysokém procentu vzorků pylu odebraného z kukuřice, slunečnice a řepky, tak veškerá rezidua pesticidů ze všech sesbíraných matric, které byly spojeny dohromady, analýza neprokázala negativní ovlivnění plodu ani dospělých včel. Zjištěn tedy nebyl žádný statisticky významný vztah mezi mortalitou kolonií a rezidui pesticidů (Chauzat et al., 2009).

Podle Stadler et al. (2003) nebyly zjištěny žádné zbytky imidaklopridu v žádné složce včelstva, které bylo umístěny v centru slunečnicového pole, které bylo založeno mořeným osivem. Nebyly zde pozorovány žádné vedlejší účinky při krátkodobé ani dlouhodobé analýze parametrů růstu včelstva.

Thiakloprid je látka, která je v současné době intenzivně studována, ale výsledky jsou rozporuplné (Blacquièr et al., 2012). Podle Di Prisco et al. (2013) je thiakloprid dáván do souvislosti se syndromem CCD (syndrom zhroucení včelstva) a narušením imunitního systému včel proti virovým infekcím. Thiakloprid patří do skupiny kyano – substituovaných neonikotinoidů a je ve srovnání s nitro-substituovanými neonikotinoidy (imidakloprid nebo klothianidin) pro včely více než 1000x méně toxický.

Vliv neonikotinoidů může být podle Bláha a Smetanová (2014) mnohem vyšší pro ostatní opylovače z řádu blanokřídlých než na včelu medonosnou. Včela medonosná vytváří početné společenstvo, ale čmeláci či samotářské včely mohou být oslabeni i úhynem pouhých jedinců.

Thompson and Wilkins (2003b) zkoumali synergický účinek fungicidních a insekticidních formulací a potvrdili, že repelence se snižuje ve směsi pesticidů s účinnými látkami tebuknazolem a a-cypermethrinem.

Gill et al. (2012) upozorňují také na negativní synergické účinky neonikotinoidů s fungicidy. Fungicidy nevykazují žádné riziko pro včely, pokud jsou na porost aplikované samostatně. V kombinaci s insekticidy ať už v tank – mixu nebo v po sobě jdoucích aplikacích fungicidu a insekticidu však již zvyšují toxicitu insekticidů pro včely.

Daleko větším nebezpečím pro včely jsou rezidua pesticidů, které si zanáší s potravou do úlu. V podmínkách České republiky se jedná hlavně o neonikotinoidy a zejména o úč. l. thiakloprid, které si včely zanáší do úlu. V posledních letech byla rezidua zjišťována i v zásobách pylu v úlech, což bývá příčinou oslabení včelstev (Titěra a Kamler, 2013; Pohorecka et al., 2013; Schmuck et al., 2001). Titěra (2011) nadále popisuje, že účinky neonikotinoidů nejsou akutní, ale chronické a o to hůře se dokazují. Změny v chování včel, jako je ztráta orientace nebo paměti, jsou očividné, ale špatně se měří. Přípravky na bázi účinných látek (thiakloprid, acetamiprid), které se často nachází v pylu ve formě reziduí, patří v dnešní době k nejvíce používaným insekticidům do květu řepky (Pohorecka et al., 2013).

Titěra (2014) uvádí, že v podmínkách České republiky se rezidua pesticidů (neonikotinoidů) nachází především v pylu v dávkách desítek až stovek nanogramů na gram pylu v různých kombinacích. Neonikotinoidy v plástovém pylu mohou být jedním z mnoha

faktorů, které způsobí zánik včelstva. Další z faktorů mohou být parazitární a virová onemocnění, náhrada medu levnou potravou nebo stresy z dlouhé přepravy.

Potvrzený výskyt neonikotinoidů v pylu a v medu v úlu souvisí také s tím, že se včely a čmeláci nevyhýbají kontaminovanému nektaru neonikotinoidy – imidacloprid, thiamethoxam a clothianidin. U obou druhů bylo navíc dokázáno, že preferují konzumaci kontaminovaného sacharózového roztoku právě látkami imidacloprid, thiamethoxam a clothianidin než samotného roztoku sacharózy (Kessler et al., 2015).

3.7 Poškození či otravy včelstev

V roce 2015 bylo Státní veterinární správě (SVS) nahlášeno 29 případů podezření na otravu v souvislosti s použitím prostředků na ochranu rostlin. Pouze u 9 otrav však byl prokázán úhyn včelstev v souvislosti s nesprávným použitím přípravků na ochranu rostlin (účinná látka/látky přípravků na ochranu rostlin byla nalezena ve vzorcích včel i porostu). V roce 2016 bylo celkem nahlášeno 23 případů, z čehož prokázaných bylo 8. V roce 2017 bylo nahlášeno 15 případů otrav, zatím bez výsledků průkaznosti. Zdaleka ne všechny případy napříč zkoumanými roky souvisely s postřiky zemědělských plodin. Vyskytují se například individuální postřiky v blízkých zahrádkářských koloniích; zřejmě aplikace neznámé látky česnem přímo do úlu či likvidace včel v lidských obydlích. Naopak u prokázaných případů otrav SVS sdělila chovateli, že úhyn včel byl způsoben aplikací prostředků na ochranu rostlin – obvykle směsí insekticid + fungicid. Byly shledány i případy kdy otravu způsobila směs 12 pesticidů (Texl, 2015; Volková a Kazda, 2016b).

Repelentní složka insekticidů je tudíž jejich velice důležitou složkou celé formulace. Repelence působí na včely skrz jejich senzorické vnímání (senzorické receptory), což může mít za následek snížení stimulace létavek (Thompson, 2003a). Jedná se o klíčovou složku v prevenci otrav či nahromadění subletálních dávek insekticidů, protože včely se vyhnou kontaktu s chemicky ošetřeným porostem (Desneux et al., 2007). Je známo, že subletální dávky insekticidů narušují základní činnosti hmyzu (Haynes, 1988) dokonce i v koncentracích, které nebyly detekovatelné analytickými metodami (Leonardi et al., 1996). Subletální dávky mohou vést ke špatnému výkonu a dynamice populační kolonie včelstva (MacKenzie and Winston, 1989; Davis, 1989).

3.8 Látky s repelentními účinky na včely

Registrované přípravky na ochranu rostlin, které se aplikují do kvetoucích porostů, jsou v mnoha případech více či méně škodlivé pro včely. Proto by se do těchto přípravků měly přidávat látky repelentní pro opylovače. Nechoázelo by v prvních dnech po postřiku (v době nejvyšších koncentrací úč. l. v porostu) k častým návštěvám porostu z důvodu sběru nektaru či pylu (Rieth et al., 1986; Ridout et al, 2006).

Určitá úroveň repelence přípravků na ochranu rostlin je pro opylovače žádoucí, aby se zabránilo jakémukoli subletálnímu účinku pesticidů (Colin et al., 2004).

Látky s odpudivými vlastnostmi pro opylovače mohou být různého původu, přednost je však potřeba dávat látkám netoxickým pro hmyz. Vhodné jsou především látky přirozeně se vyskytující (Sackin and Fishman, 1998). Sackin and Fishman (1998) zkoušeli například tee-tree olej, který je esenciálním olejem rostliny *Melaleuca alternifolia*. Zjistili, že kombinace tee-tree oleje a benzaldehydu může být využívána k přípravě velice efektivního, netoxického repelentu. Repelentní vlastnosti mají i toxické látky pro včely, včetně agrochemikálií (Atkins et al., 1975).

Několik pozorování repelence pesticidů po postřiku naznačuje, že to nemusí být přičítáno samotné účinné látce, ale spíše přísadám v komerčních formulacích (Bos and Masson, 1983).

Obrázek 2 – Stanoviště včelích úlů



4 Vlastní popis metodiky

4.1 Metoda přímého lákání

4.1.1 Metodika

Pro přesné zjištění stupně repelence přípravků na ochranu rostlin byla použita metoda přímého lákání.

Do upraveného medu, který měl obdobnou konzistenci a složení, jako nektar řepkového květu, bylo vmícháno množství přípravku, které by reálně dopadlo na 1 květ čili na 1 cm^2 a přepočítáno na koncentraci podle obvyklého množství nektaru v květech. Tyto roztoky medu a přípravku byly přelity do epruvet (= plastových uzavíratelných zkumavek), kdy každá epruveta obsahovala 2 ml roztoku. Jako kontrola byl zvolen upravený med podle parametrů řepkového nektaru. Každá varianta se skládala ze 4 totožných destiček, kdy 1 destička obsahovala 6 epruvet s různými přípravkami a 4 epruvety kontrolních roztoků. Destičky držící epruvety byly ze žlutého plastu, aby byly pro včely nápadné. Měření bylo desetkrát zopakováno s tím, že epruvety s různými účinnými látkami byly vždy zařazeny do pokusu v jiném pořadí, aby si včely nenavykly na přesnou pozici určité látky.

Všechny epruvety z jedné varianty byly naráz otevřeny a včely začaly odsávat pro ně atraktivní roztoky. V době, kdy byl odsátý veškerý roztok z nejatraktivnější epruvety, se zaznamenalo zbývajících množství roztoku v ostatních epruvetách.

Obrázek 3- Odběr roztoku včelami v Metodě přímého lákání



4.1.1.1 Metodika porovnávání atraktivity komerčních pesticidů

Pokus s komerčními fungicidy a insekticidy probíhal na pokusném pozemku České zemědělské univerzity v Praze v letech 2015 až 2018. Celkem bylo vyzkoušeno 24 přípravků na ochranu rostlin, registrovaných do řepky, s aplikací v období BBCH 55 – BBCH 69. Byla zkoušena dávka odpovídající registrované dávce do řepky (tab 1). Pokus probíhal každoročně od července do začátku srpna, vždy za příhodných podmínek pro let včel. Pokus byl založen 30 m od včelnice ve výšce 1,5 m.

Abychom však s určitostí mohli říci, že se tak bude chovat každé včelstvo, i za proměnných venkovních podmínek, byl celý tento pokus zopakován na začátku tohoto roku 2016 ve Výzkumném včelařském ústavu v Dole. Pro simulaci venkovního pokusu byla využita tamní specializovaná proletová hala, která dokázala splnit požadované podmínky pro včely (denní osvětlení, vlhkost, teplota atd.).

Tabulka 1: Přípravky použité v metodě přímého lákání v letech 2015 až 2018

Přípravek	Dávka /ha	Účinná látka
Apel	1 l	prochloraz + propiconazole
Atonik	0,6 l	2-methoxy-5-nitrofenol Na + 2-nitrofenol Na + 4-nitrofenol Na
Avaunt 15 EC	0,17 l	indoxacarb
Horizon 250 EW	1 l	tebuconazole
Mospilan 20 SP	0,1 kg	acetamiprid
Nurelle D	0,6 l	chlorpyrifos + cypermethrin
Ortiva	1 l	azoxystrobin
Pictor	0,5 l	boscalid
Plenum	0,15 kg	pymetrozine
Proteus 110 OD	0,75 l	thiacloprid + deltamethrin
Trebon OSR	0,2 l	etofenprox
Vaztak 10 EC	0,1 l	alpha alpha - cypermethrin
Daskor	0,625 l	cypermethrin + chlorpyrifos-metyl
Reldan 22	2 l	chlorpyrifos methyl
Fyfanon 440 g/L EW	2 l	malathion
Biscaya 240 OD	0,3 l	tiakloprid
Karate se Zeon technologií 5 CS	0,1 l	lambda-cyhalothrin
Prosaro 250 EC	0,75 l	protiokonazol + tebukonazol
Actipir 480 EC	0,6 l	chlorpyrifos
Sumi Alpha 5 EW	0,15 l	esfenvalerate
Aceptir 200 SE	0,2 l	acetamiprid
Apis 200 SE	0,2	acetamiprid
Mavrik Smart	0,2 l	taufluvalinát
Propulse	1	fluopyram + prothiokonazol

U přípravků, kde byla zjištěna vysoká repelence pro včely (Trebon OSR, Vaztak 10 EC, Apel a Horizon) byla zkoušena i dávka poloviční a čtvrtinová vzhledem k registrované dávce pesticidu. Specifické pozorování bylo provedeno u přípravku Nurelle D. Tento přípravek se nesmí aplikovat do kvetoucích porostů řepky, ale je to nejčastěji používaný insekticid v ČR aplikovaný do porostů řepky od začátku jarní vegetace až do začátku květu. Z těchto důvodů

se v kvetoucích porostech řepky objevuje pravidelně větší či menší množství jeho reziduí. Tyto rezidua jsou detekována i v pylu a v medu v úlech.

U přípravku Nurelle D bylo zkoušeno ředění na polovinu, čtvrtinu, osminu, šestnáctinu a dvatřicetinu registrované dávky.

4.1.1.2 Metodika porovnání atraktivity čistých účinných látek s komerčními přípravky

V roce 2017 a 2018 byl porovnáván vliv na atraktivitu chemicky čistých účinných látek s komerčně dostupnými pesticidy obsahujícími stejnou účinnou látku. Použité pesticidy se však lišily formulací a výrobcí. Pokus probíhal podle popsanych obecných zásad Metody přímého lákání. Jediným rozdílem bylo, že účinné látky nejsou rozpustné v medu, proto bylo použito rozpouštědlo dimethyl – sulfoxid, aby se pokus mohl vůbec uskutečnit. Toto rozpouštědlo bylo přidáno do všech zkoušených vzorků pesticidů, včetně čistého medu, který byl kontrolou celého pokusu. Rozpouštědlo dimethyl - sulfoxid bylo testováno před zahájením pokusu a bylo vyhodnoceno jako indiferentní vzhledem k atraktivitě pro včely. Použité účinné látky a přípravky jsou uvedeny v tab.2.

Tabulka 2: Účinné látky a přípravky použité v metodě přímého lákání – účinné látky v roce 2017 a 2018

Přípravek	Dávka	Účinná látka
chemicky čistý etofenprox + rozpouštědlo	odpovídající obsahu a dávce zkoušených přípravků	
Trebon OSR	0,2 l/ha	etofenprox
chemicky čistý acetamiprid + rozpouštědlo	odpovídající obsahu a dávce zkoušených přípravků	
Mospilan SP	0,180 kg/ha	acetamiprid
Mospilan SL(experimentální formulace)	0,360 l/ha	acetamiprid
Aceptir 200 SE	0,2 l/ha	acetamiprid
Apis 200 SE	0,2 l/ha	acetamiprid
Dimethyl - sulfoxide	0,07 l/ha	Rozpouštědlo acetamipridu
chemicky čistý lambda - cyhalothrin + rozpouštědlo	odpovídající obsahu a dávce zkoušených přípravků	
Hunter OSR (SPU)	0,1 l/ha	lambda - cyhalothrin
Samuraj	0,1 l/ha	lambda - cyhalothrin
Markate	0,15 l/ha	lambda - cyhalothrin
Karate Zeon	0,1 l/ha	lambda - cyhalothrin
chemicky čistý thiakloprid	odpovídající obsahu a dávce zkoušených přípravků	
Bariard	0,3 l/ha	thiakloprid
Ecail Ultra	0,3 l/ha	thiakloprid
Calypso 480 SC	0,15 l/ha	thiakloprid

Proteus 110 OD	0,75 l/ha	thiakloprid
chemicky čistý tau - fluvalinat	odpovídající obsahu a dávce zkoušených přípravků	
Mavrik 2F	0,2 l/ha	tau - fluvalinat
Mavrik Smart	0,2 l/ha	tau - fluvalinat
Med + rozpouštědlo dimethyl - sulfoxid	1,2 µl/2ml medného roztoku	

4.1.1.3 Metodika porovnávání atraktivity tank – mixu (insekticid + fungicid)

V roce 2018 byl porovnáván vliv na atraktivitu v praxi často používaných tank – mixů insekticid + pesticid. Za modelový příklad byly vybrány již dříve zkoušené pesticidy – pro včely málo repelentní fungicid Pictor a silně repelentní fungicid Prosaro. Tyto fungicidy byly míchány s často používanými insekticidy s různým stupněm zjištěné repelence. Výsledky byly porovnány s aplikací samotných pesticidů. Pokus probíhal podle popsaných obecných zásad Metody přímého lákání. Uvedené kombinace jsou uvedeny v tabulce 3.

Tabulka 3: Účinné látky a přípravky použité v metodě přímého lákání – tank – mixy, 2018

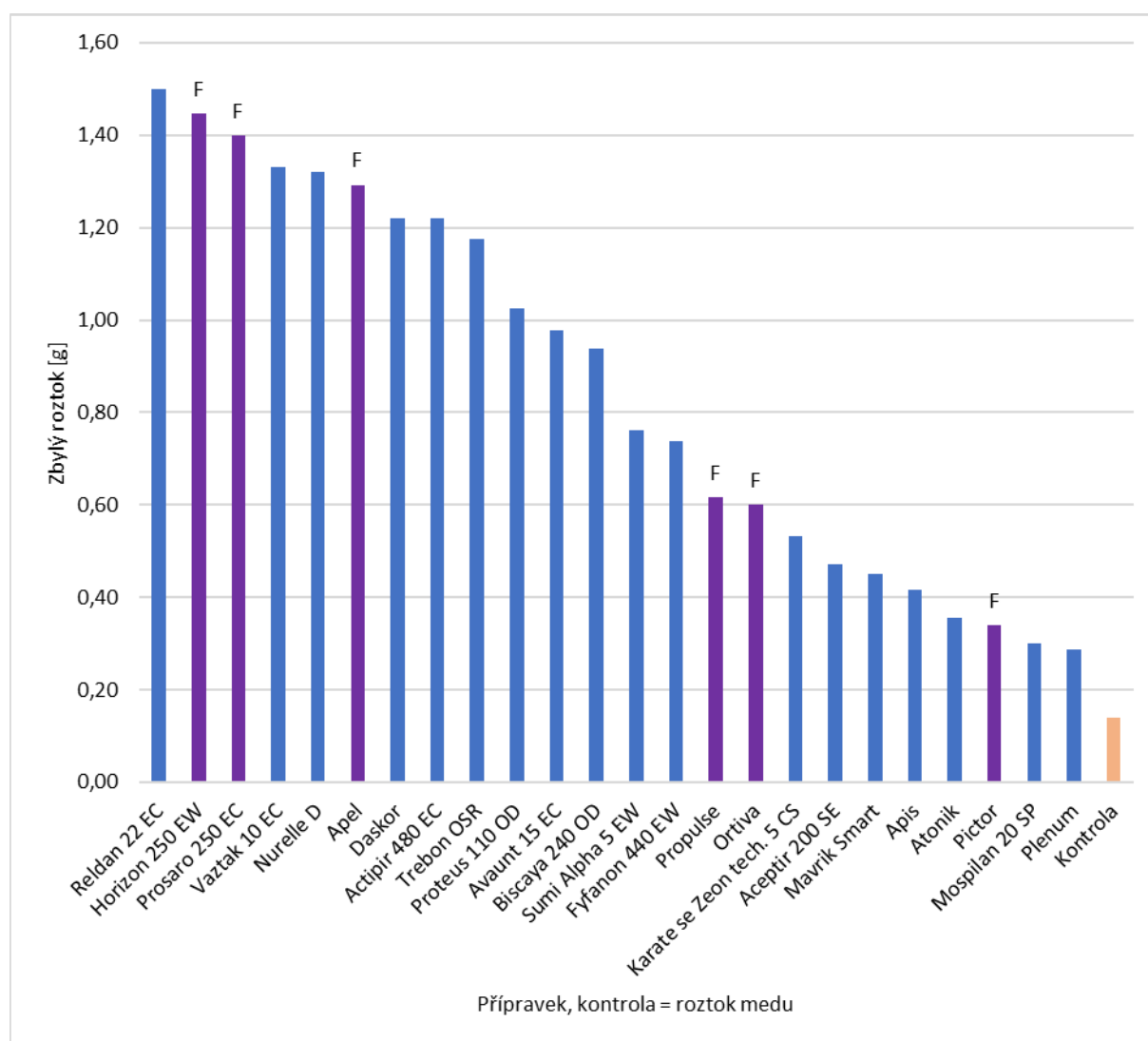
Přípravek	Dávka	Účinná látka
Bariard	0,3 l/ha	thiakloprid
Bariard + Pictor	0,3 l/ha + 0,5 l/ha	thiakloprid + dimoxystrobin, boscalid
Bariard + Prosaro	0,3 l/ha + 0,75 l/ha	thiakloprid + prothiokonazol, tebukonazol
Nurelle D	0,6 l/ha	chlorpyrifos, cypermethrin
Nurelle D + Pictor	0,6 l/ha + 0,5 l/ha	chlorpyrifos, cypermethrin + dimoxystrobin, boscalid
Nurelle D+ Prosaro	0,6 l/ha + 0,75 l/ha	chlorpyrifos, cypermethrin + prothiokonazol, tebukonazol
Mospilan SL	0,36 l/ha	acetamiprid
Mospilan SL + Pictor	0,6 l/ha + 0,5 l/ha	acetamiprid + dimoxystrobin, boscalid
Mospilan SL + Prosaro	0,6 l/ha + 0,75 l/ha	acetamiprid + prothiokonazol, tebukonazol
Trebon OSR	0,2 l/ha	etofenprox
Trebon OSR + Pictor	0,6 l/ha + 0,5 l/ha	etofenprox + dimoxystrobin, boscalid
Trebon OSR + Prosaro	0,6 l/ha + 0,75 l/ha	etofenprox + prothiokonazol, tebukonazol

Pictor	0,5 l/ha	dimoxystrobin, boscalid
Prosaro	0,75 l/ha	prothiokonazol, tebukonazol

4.1.2 Výsledky - porovnávání atraktivity komerčních přípravků

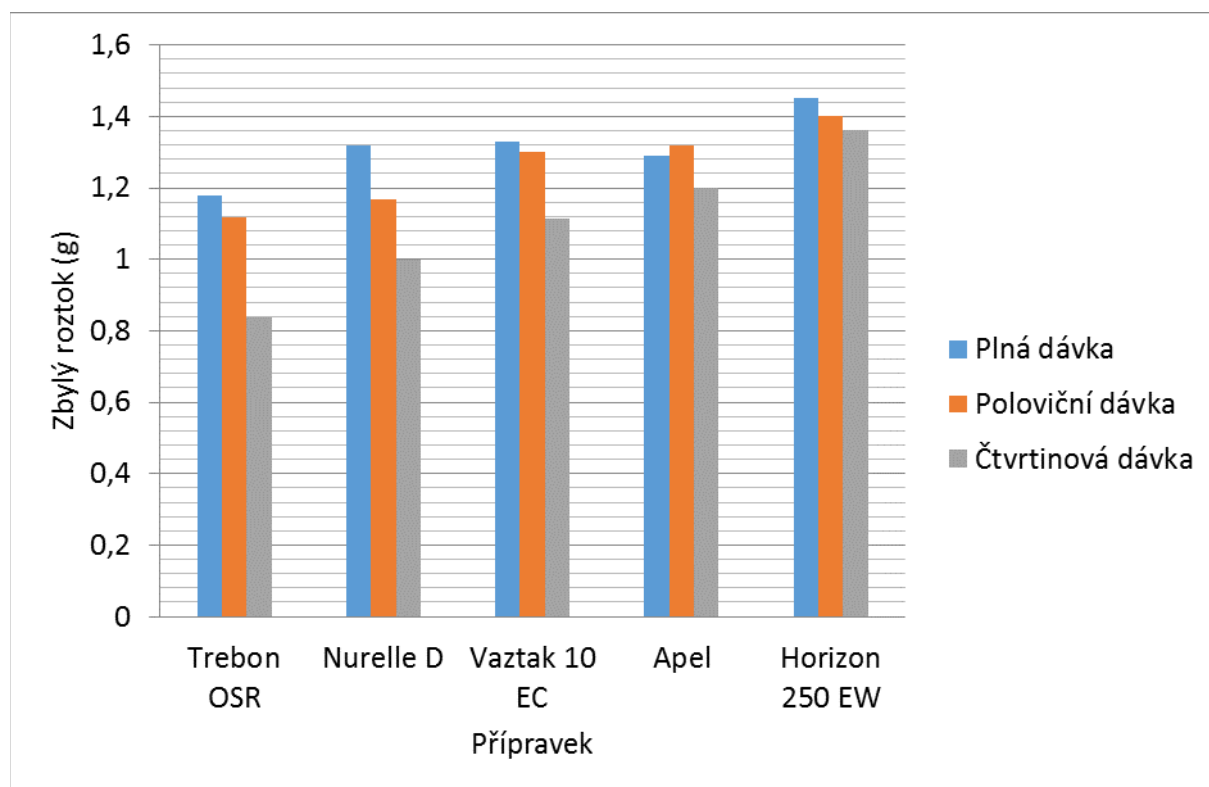
Mezi atraktivní přípravky pro včely jistě můžeme zařadit přípravek Ortiva, Pictor, Plenum, Mospilan 20 SP a Atonik. Přípravek Pictor byl dokonce jako jediným přípravkem, který včely leckdy vypily dříve než čistý upravený med. Tyto přípravky byly včelami odebrány přednostně, tudíž můžeme říci, že tyto účinné látky si včely zanáší do úlu. Téměř bez povšimnutí zůstaly roztoky s přípravky Vaztak 10 EC, Horizon 250 EW a Nurelle D. Atraktivita zkoušených přípravků je zobrazena grafem č. 1, kde vyšší sloupčky v grafu vyjadřují malý odběr zkoušeného roztoku = přípravek je pro včely repelentní.

Graf 1 Atraktivita komerčně vyráběných pesticidů pro včely, 2015 - 2018 (F= fungicid, bez označení insekticid)



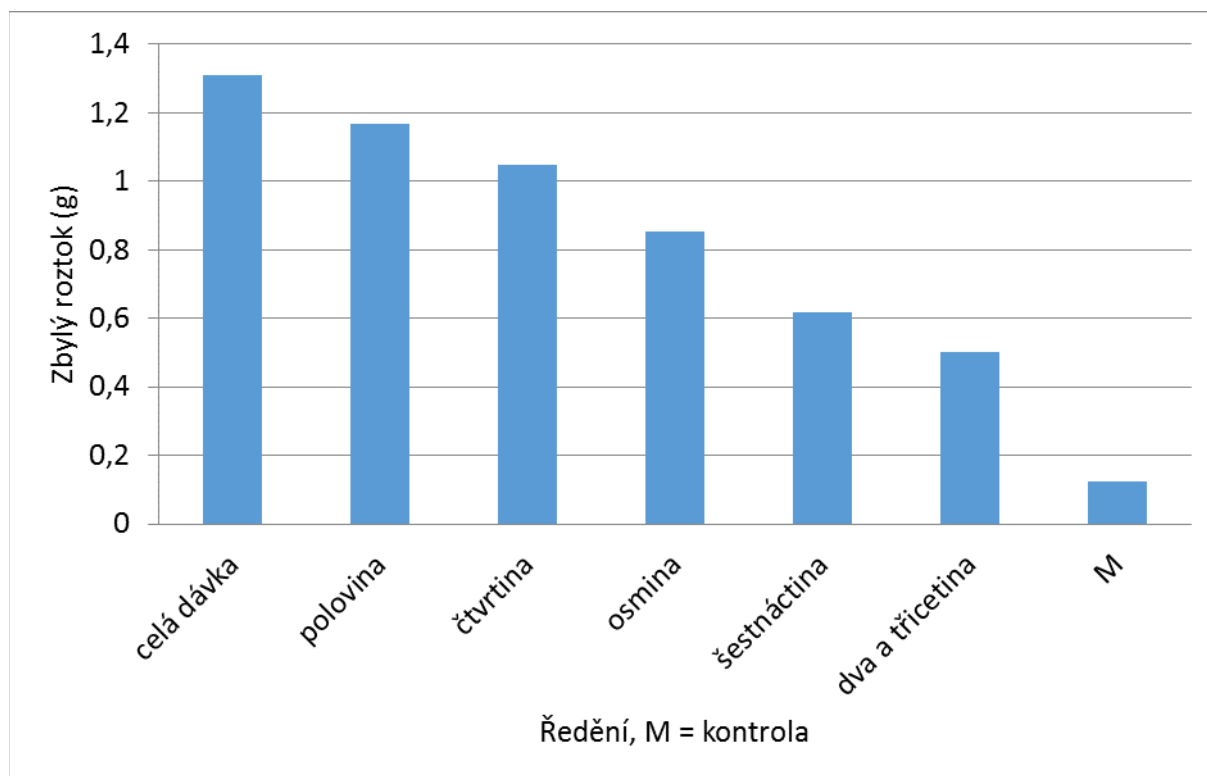
V grafu 2 jsou znázorněny výsledky dalšího ředění některých pesticidů. Poloviční koncentrace přípravku Nurelle D zvýšila odběr včelami o 0,1 g z celkového množství 1,6 g, což stále dokazuje vysokou repelenci přípravku pro včely. Přípravek Apel měl dokonce vyšší repelenci v poloviční dávce. Čtvrtinovým naředěním se zvýšila atraktivita přípravku Trebon OSR o 29 % oproti počátečnímu odběru včelami celé dávky přípravku. Obdobně se tak stalo i u přípravku Nurelle D – o 25 %. Avšak u přípravků Apel a Horizon 250 EW se zvýšila atraktivita pro včely v odebírání tohoto naředěného roztoku o pouhých 7 %. Výsledky v grafu ukazují, že některé přípravky jsou repelentní pro včely i v dávkách nižších, než jsou dávky registrované.

Graf 2 Atraktivita pro včely komerčně vyráběných pesticidů v závislosti na ředění



V grafu 3 je znázorněn pokles repelence u přípravku Nurelle D v ředící řadě. Atraktivita se zvyšuje relativně pravidelně v závislosti na snížení koncentrace přípravku. Při poklesu koncentrace na polovinu předešlé dávky klesne repelence zpočátku o cca 15 % a ke konci řadící řady přibližně o 35 %. Poslední ředící koncentrace – jednadvaatřicetina základního množství má stále ještě střední repelenci. Tato koncentrace přípravku Nurelle D v medu je již na hranici detekovatelnosti analytickými přístroji.

Graf 3 Atraktivita přípravku Nurelle D v závislosti na ředící řadě



4.1.3 Výsledky - porovnání atraktivity čistých účinných látek s komerčními přípravky

V grafech č. 4, 5, 6 jsou znázorněny rozdíly mezi účinnými látkami a komerčními přípravky se stejnou účinnou látkou v atraktivitě pro včely. Komerční přípravky se stejnou úč. l. byly vybrány od různých výrobců a v různých formulacích.

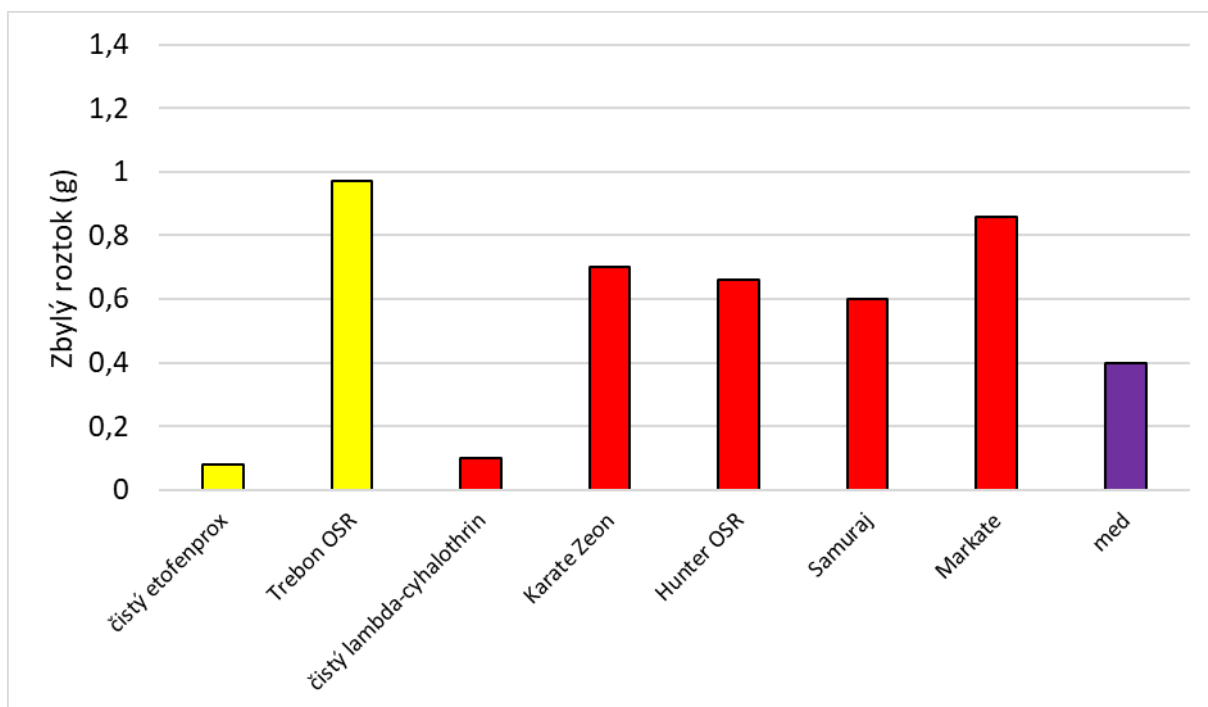
Všechny zkoušené chemicky čisté účinné látky prokázaly vysokou atraktivitu pro včely. Tyto látky byly vždy atraktivnější než kontrolní roztok medu + rozpouštědlo. Největší rozdíl ve srovnání s kontrolním vzorkem byl stanoven u chemicky čistého etofenproxu, kdy byl etofenprox až 5 x atraktivnější než kontrola.

Všechny komerčně formulované přípravky byly výrazně méně atraktivní než zkoušené čisté účinné látky. Největší rozdíl byl stanoven opět u čisté účinné látky etofenprox. Komerční insekticid Trebon OSR byl pro včely 12 x méně atraktivní než jeho čistá účinná látka. Velkého rozdílu dosáhla i čistá účinná látka thiaklopid, která byla 6 x atraktivnější než komerčně formulovaný insekticid Bariard.

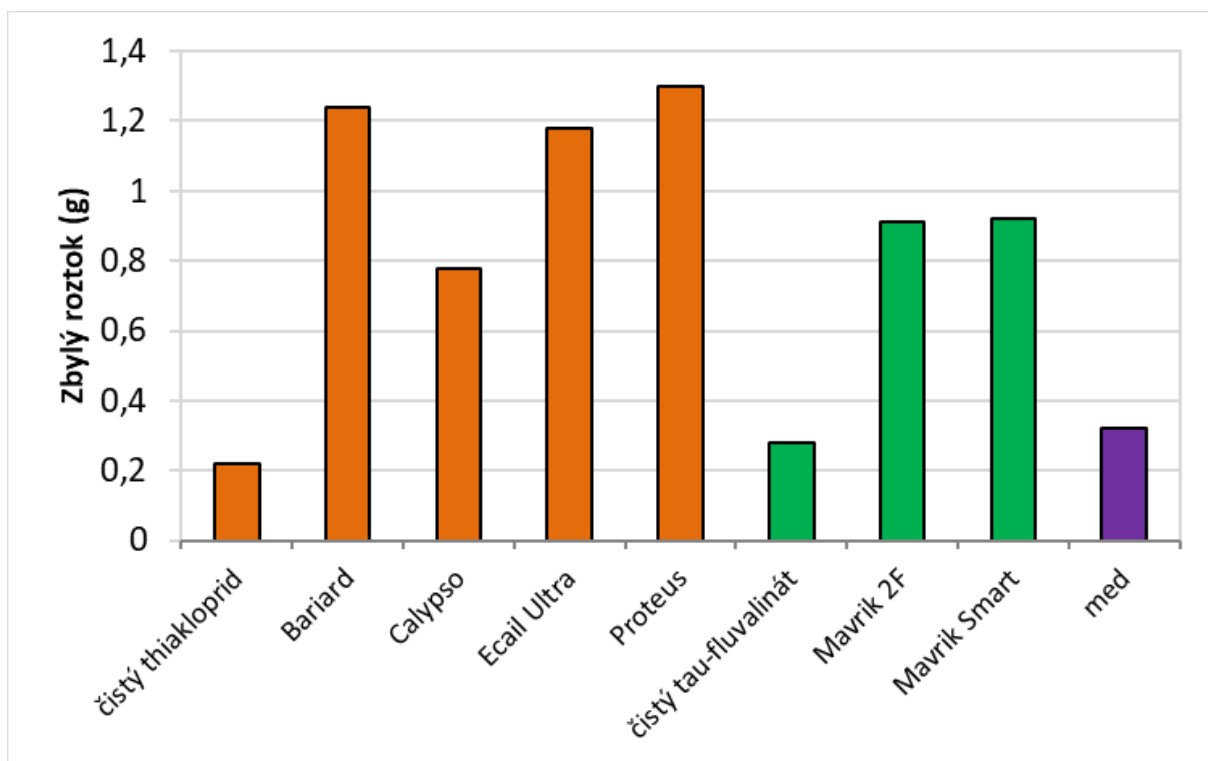
Nejmenší rozdíl ze zkoušených účinných látek byl stanoven u čisté účinné látky acetamiprid. Atraktivita nejčastější formulace Mospilan 20 SP byla pouze 1,4 x nižší ve srovnání s čistou účinnou látkou acetamiprid.

Tyto výsledky ukazují, jak nebezpečné mohou být pro včely různé varianty přípravků se stejnou účinnou látkou, ale s neznámým obsahem dalších chemických látek.

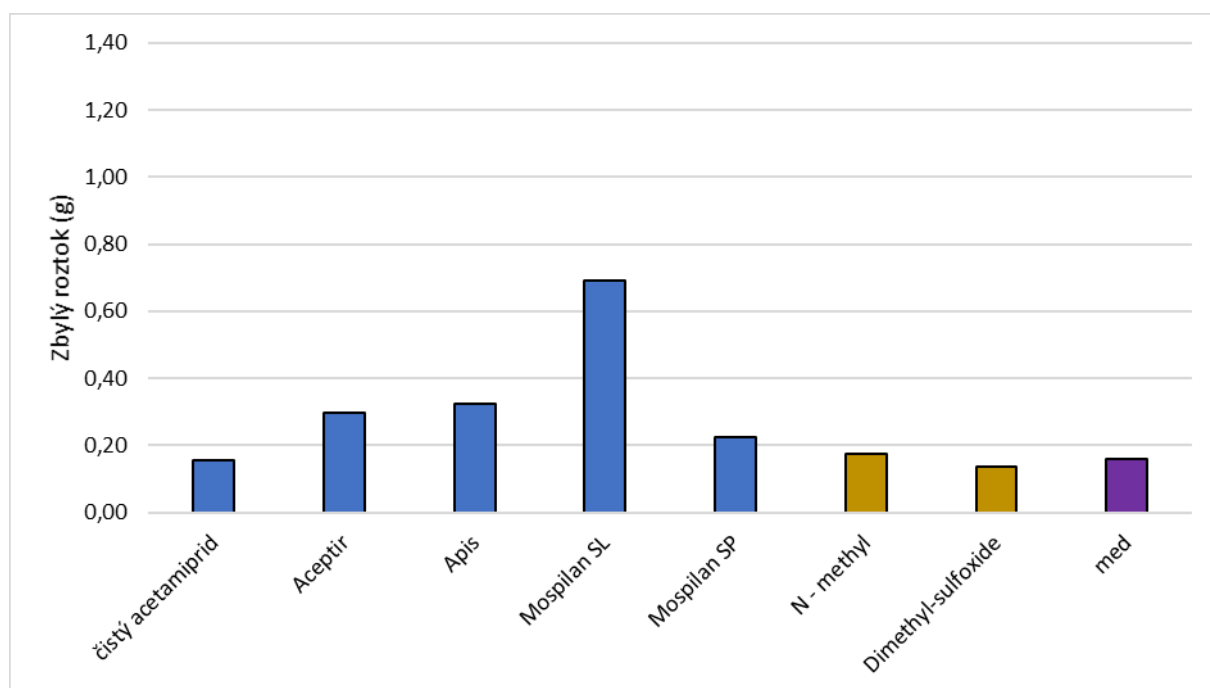
Graf 4 Porovnání atraktivity čistých účinných látek etofenprox a lambda – cyhalothir s komerčně dostupnými insekticidy.



Graf 5 Porovnání atraktivity čistých účinných látek thiakloprid a taufluvalinát, s komerčně dostupnými insekticidy.



Graf 6 Porovnání atraktivity čisté účinné látky acetamiprid s komerčně dostupnými insekticidy a rozpouštědly úč.l. acetamiprid.



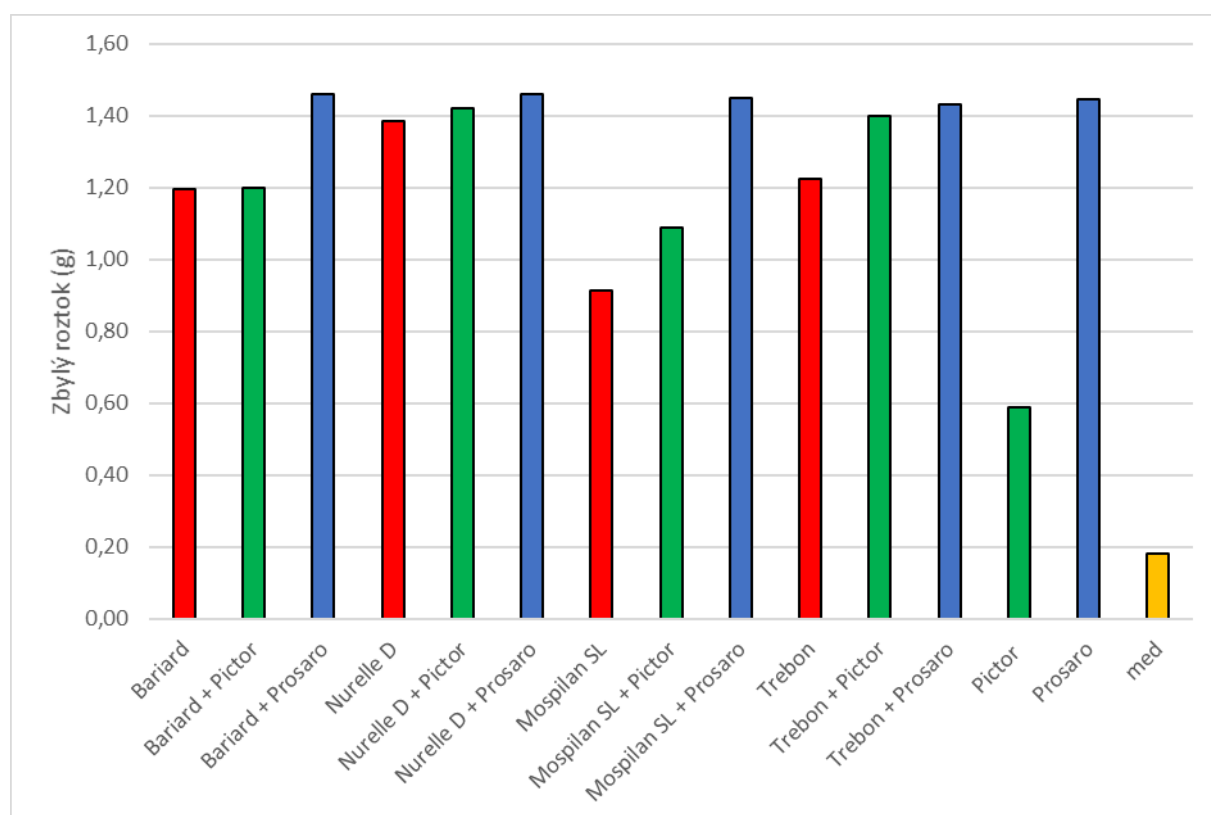
4.1.4 Výsledky - porovnávání atraktivity tank-mixu (insekticid + fungicid) s komečnými pesticidy

V grafu 7 jsou znázorněny změny v atraktivitě pro včely při aplikaci tank-mixu insekticid + fungicid.

Jestliže byl k insekticidům přidán pro včely atraktivní fungicid Pictor, většinou se snížila atraktivita pro včely. Vyjimkou byl insekticid Bariard (úč.l. thiakloprid), kdy přidavek fungicidu Pictor neovlivnil atraktivitu tank-mixu. Čím je vyšší atraktivita čistého insekticidu tím více se sníží atraktivita tank-mixu po přidání fungicidu Pictor.

Málo atraktivní fungicid Prosaro snížil atraktivitu u všech zkoušených insekticidů výrazněji. Platila však stejná pravidla jako u fungicidu Pictor, čím je vyšší atraktivita čistého insekticidu tím více se sníží atraktivita tank-mixu. Tank-mix fungicidu Prosaro byl ve všech případech pro včely neatraktivní.

Graf 7 Porovnání atraktivity tank – mixu (insekticid + fungicid)



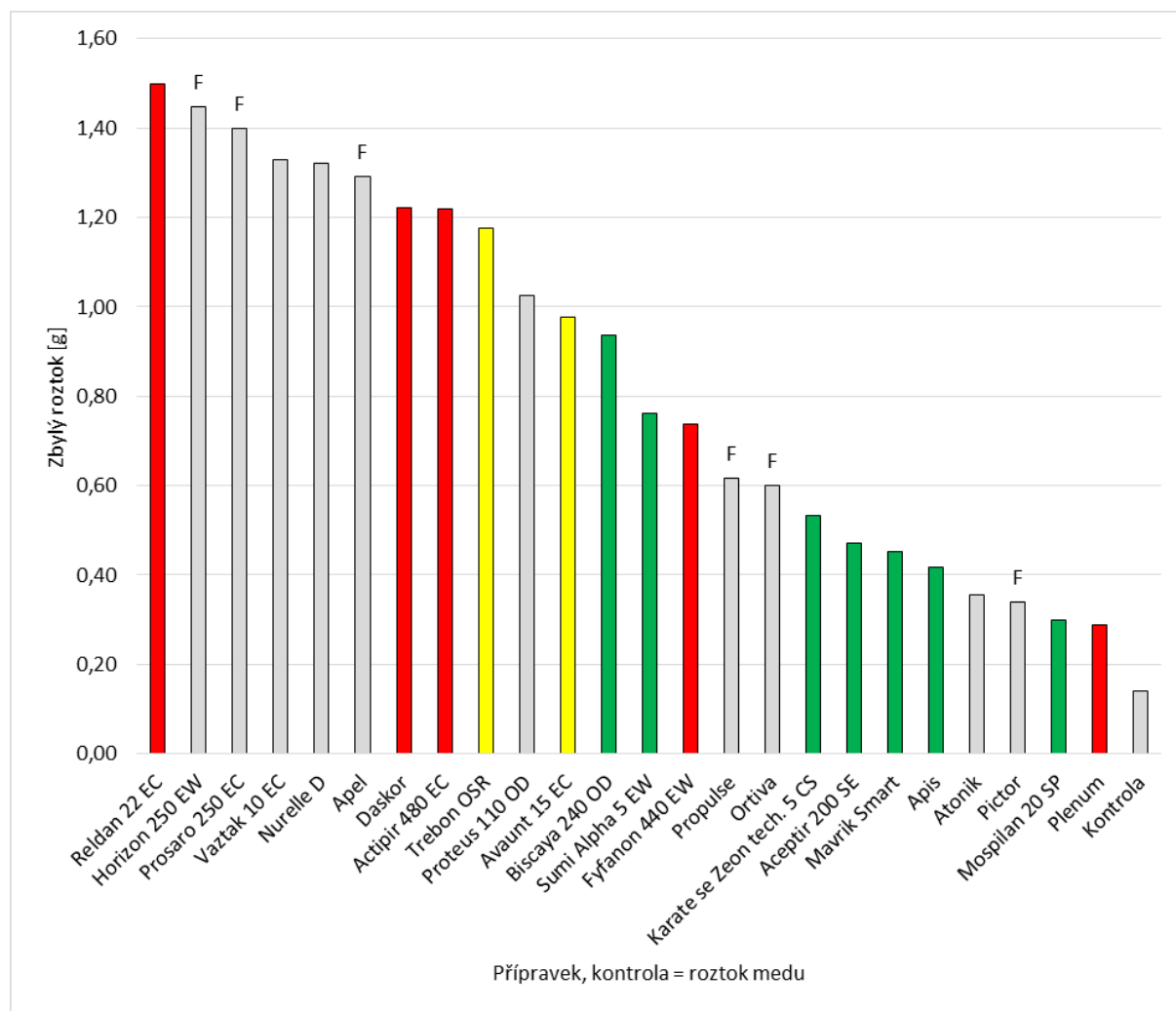
4.1.5 Závěry vyplývající z Metody přímého lákání

Výběr použitého přípravku může výrazně ovlivnit návštěvnost včel a patrně i dalších opylovačů v porostech řepky. Současně byl prokázán výrazný vliv přídavných látek na atraktivitu či repelenci pesticidů pro včely. Rovněž tank-mixy přípravků mění atraktivitu ve srovnání s jejich složkami. Údaje o atraktivitě či repelenci přípravků nejsou dosud uváděny v žádné charakteristice přípravků v České republice ani v jiných zemích. Z grafu 8 vyplývá, jak užitečná by to mohla být informace. V grafu atraktivity přípravků pro včely jsou zvýrazněny insekticidy registrované v ČR proti blýskáčku řepkovému v září 2018. Zvýraznění je provedeno v souladu se semaforem rizik pro včely (dle Rostlinolékařského portálu ÚKZÚZ). Z grafu vyplývá velký rozdíl v atraktivitě přípravků s vysokým rizikem pro včely

(červená barva) Plenum x Reldan (400 %). I mezi přípravky s přijatelným rizikem (zelená barva) je velký rozdíl – Mospilan 20 SP x Biscaya (248 %). Většinou by bylo lepší ošetřovat přípravkem pro včely méně atraktivním a tím omezovat kontakt včel s pesticidy.

Rovněž je možno doporučit, že cílená změna složení přídavných látek v pesticidu by mohla způsobit nižší atraktivitu ošetřených rostlin pro opylovače a tím zabránit nejen otravám, ale výskytu reziduí pesticidů v pylu a medu. Zároveň je však nutné důrazně varovat před nelegálním použitím levnějších alternativ pesticidů, které obvykle obsahují stejnou účinnou látku, ale jiné přídavné látky proti originálu. Použití těchto náhražek může výrazně ohrozit včely a pravděpodobně i další opylovače.

Graf 8 Porovnání atraktivity registrovaných isekticidů proti blýskáčku řepkovému pro včely (vybarvené sloupce)



4.2 Pesticidní ošetření rostlin řepky ozimé - maloparcelkové pokusy

4.2.1 Metodika - maloparcelkový pokus

Do maloparcelkových polních pokusů byly v roce 2016 a 2017 zařazeny některé pesticidní přípravky, které byly také zkoušeny v Metodě přímého lákání (Tab.3). V těchto pokusech byl zjišťován repelentní či atraktivní účinek pro včely, který vnímají čichem.

Tabulka 3: Seznam přípravků použitých v maloparcelových pokusech v letech 2016 a 2017

Přípravek	Dávka na ha	Účinná látka
Nurelle D	0,6 l	chlorpyrifos + cypermethrin
Biscaya 240 OD	0,3 l	thiacloprid
Trebon OSR	0,2 l	etofenprox
Mospilan 20 SP	0,1 kg	acetamiprid
Avaunt 15 EC	0,17 l	indoxacarb
Pictor	0,5 l	boscalid
Prosaro 250 EC	0,75 l	protiokonazol + tebukonazol

Pokus byl založen jako maloparcelkový (velikost parcely 10 m²) na pokusném pozemku ČZU v Praze – Suchdole. Tyto pesticidy byly aplikovány v registrované dávce jednotlivých přípravků na začátku květu odrůdy ozimé řepky Sherpa. Každá varianta byla 4x opakována. Po aplikaci pesticidů na porost, bylo na každé variantě zaznamenáváno množství včel. Hodnocení probíhalo u každé varianty na 2 m² porostu, kde bylo zaznamenáváno množství včel po dobu 15 sekund. Během jednoho letového dne včel byl tento postup opakován 5 – 10x.

Ode dne postřiku probíhala sledování včel po dobu 26 dní, kdy celkem proběhlo každoročně průměrně 73 sledování. Návštěvnost na jednotlivých variantách byla srovnána s návštěvností na neošetřené kontrole.

4.2.2 Metodika - analýza květů řepky na rezidua pesticidů

Ze všech variant pesticidního pokusu byly v letech 2017 a 2018 odebrány vzorky květů pro jejich chemické rozborů na množství účinné látky po aplikaci pesticidů. Z každé varianty byl odebrán vzorek nově vykvetlých květů a to 1., 3., 5., 7., 9., 14. a 19. den po aplikaci pesticidu (aplikace přípravků proběhla dne 10.5.2017). Pro analýzu reziduí pesticidů v květech řepky olejky byly použity metody rutinně používané a validované v Ústavu analýzy potravin a výživy na VŠCHT v Praze. Cílové látky byly extrahovány metodou QuEChERS a stanoveny byly pomocí kapalinové chromatografie ve spojení s hmotnostně spektrometrickou detekcí.

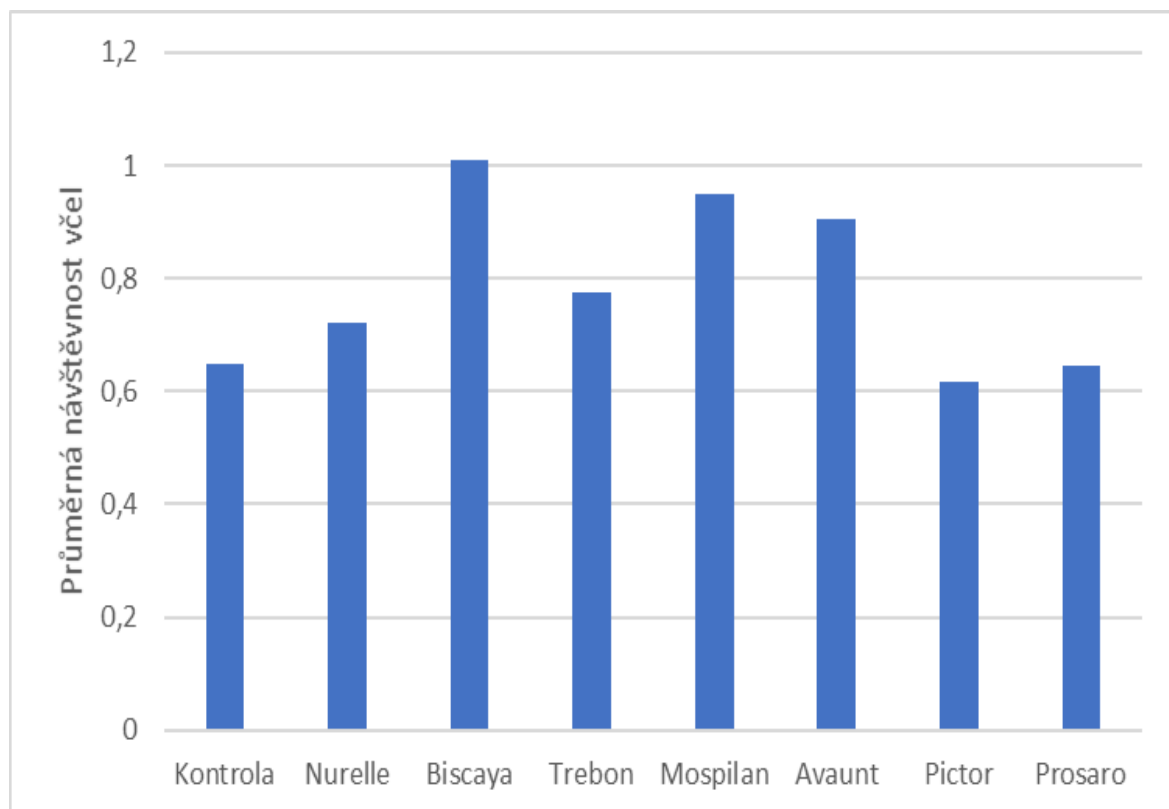
4.2.3 Výsledky - celková návštěvnost včel v závislosti na aplikaci pesticidů

V grafu č. 9 je znázorněna průměrná návštěvnost včel při jednom dílčím pozorování. Nejvíce byly navštěvovány parcelky ošetřené přípravky Biscaya 240 OD, Mospilan SP a Avaunt 15 EC. Všechny tyto přípravky byly i v Metodě přímého lákání vyhodnoceny jako atraktivní nebo středně atraktivní. Nejmenší návštěvnost z insekticidů byla zjištěna u přípravku Nurelle D a Trebon OSR. Oba přípravky byly vyhodnoceny Metodou přímého lákání jako velmi málo atraktivní. Podobně nízká atraktivita byla zjištěna v maloparcelkových

pokusech i Metodou přímého lákání u fungicidu Prosaro 250 EC. Pouze u přípravku Pictor byla zjištěna rozdílná atraktivita v maloparcelkových pokusech a Metodou přímého lákání.

Méně výrazné rozdíly mezi přípravky v atraktivitě pro včely či mírně odlišné výsledky ve srovnání s Metodou přímého lákání jsou způsobeny délkou pozorování, kdy se výrazně mění obsah pesticidů v květech.

Graf 9 Rozdíl v návštěvnost včel v závislosti na ošetření pesticidy (maloparcelkový pokus 2017)

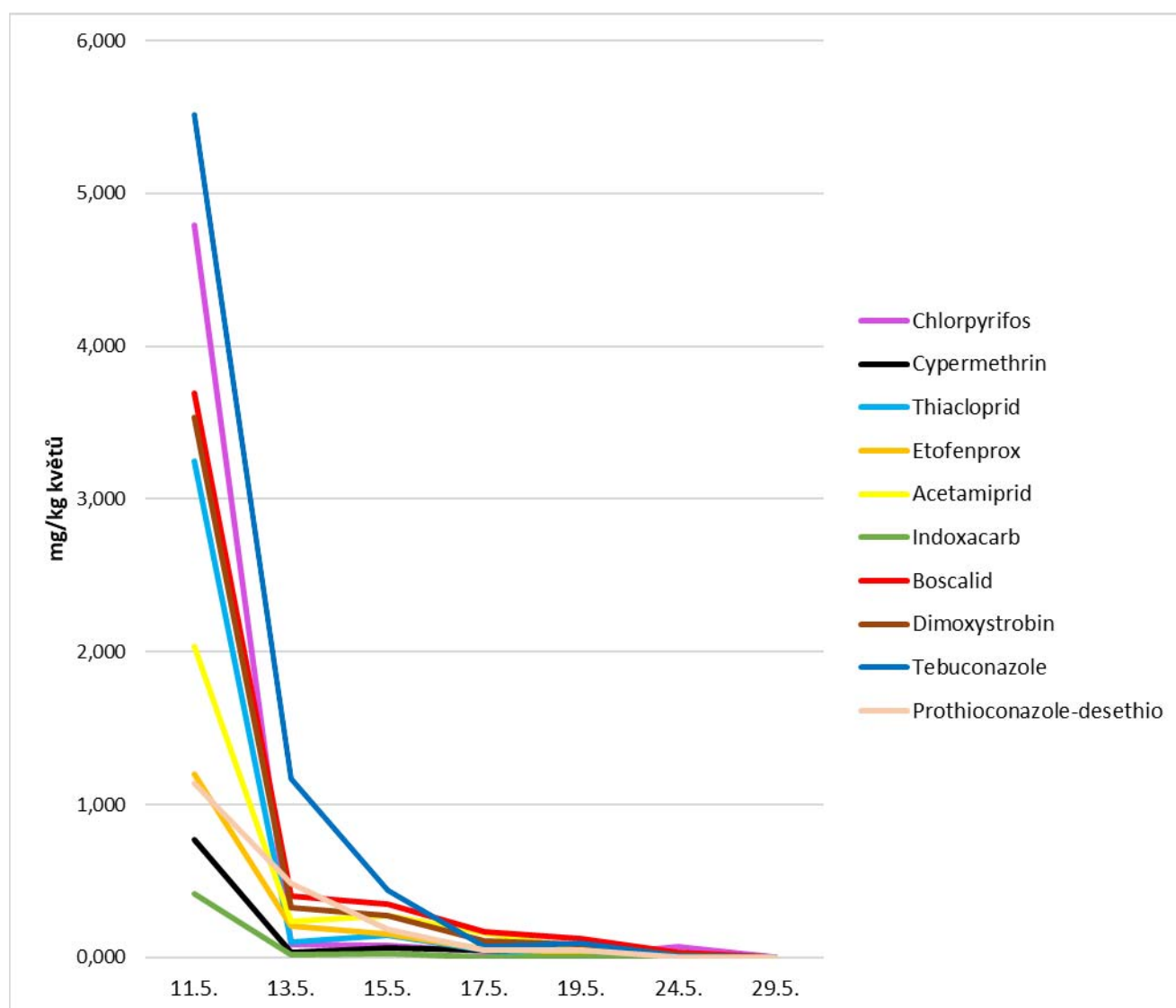


4.2.4 Výsledky - obsah pesticidů v květech

V grafu 10 jsou znázorněny změny v množství pesticidů v květech řepky v roce 2017. Bezprostředně po aplikaci se v květech objevuje vysoká hladina účinné látky. Její koncentrace závisí na aplikační dávce a obsahu účinné látky v přípravku. Množství účinné látky však velmi rychle klesá a 3 dny po aplikaci dosahuje několikanásobně nižších hodnot ve srovnání s koncentrací po aplikaci. Dalších 7 – 10 dní se udržují nízké, pomalu klesající hodnoty a 14 dní po aplikaci se většina látek dostane pod mez detekovatelnosti analytickými přístroji. Rozdíly nebyly zjištěny mezi účinnými látkami kontaktních a systémových přípravků.

Výsledky analýzy květů na obsah účinných látek v závislosti na čase byly v roce 2018 obdobné.

Graf 10 Rezidua pesticidů v květech v roce 2017



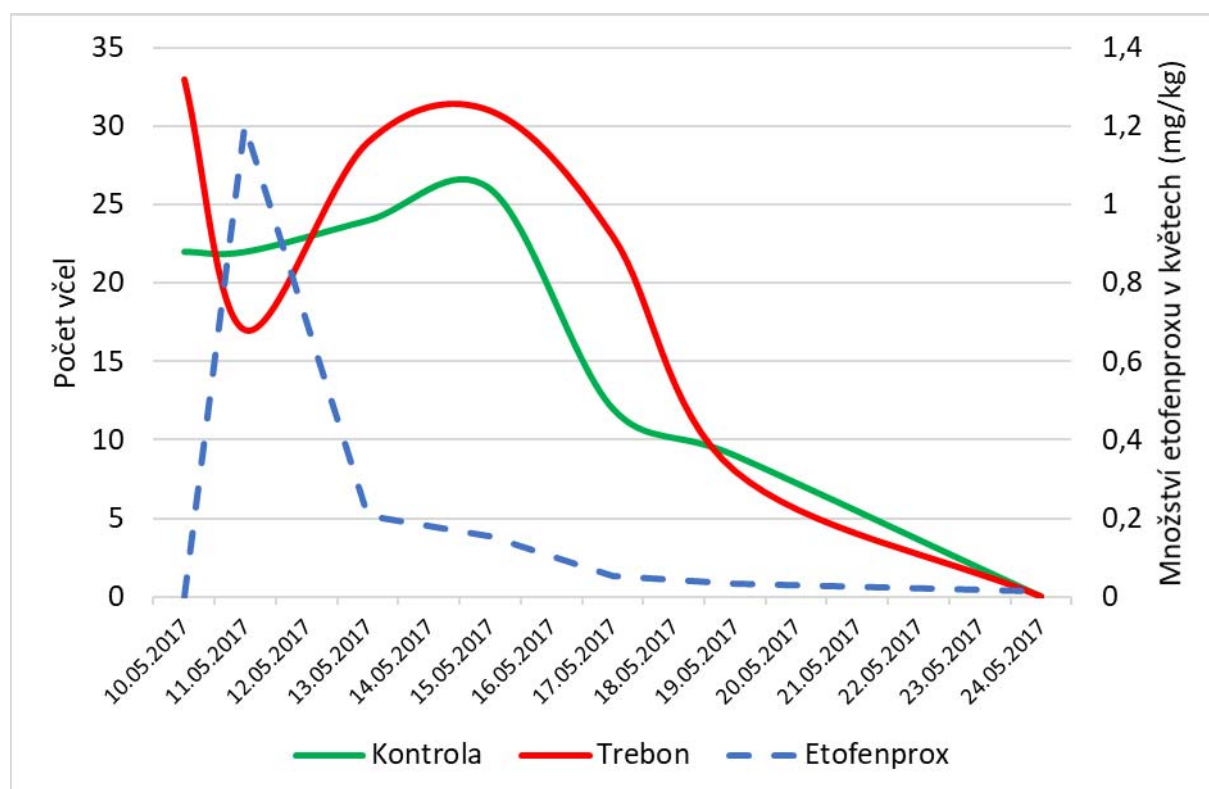
4.2.5 Výsledky - návštěvnost včel v porostech řepky v závislosti na obsahu účinných látek v květech

Korelace mezi množstvím účinných látek v květech řepky ozimé a množstvím včel v porostu je znázorněna v grafech 11 a 12. Každý graf znázorňuje snižující se množství účinných látek jednoho pesticidu v květech řepky (modrá přerušovaná linie). Následně je s tím porovnáváno množství včel na této pesticidní variantě (červená linie) a množství včel na neošetřené kontrole (zelená linie). Údaje o množství reziduí pesticidních látek (mg/kg květů) se vztahují k druhé vedlejší ose y na pravé straně grafu. Na hlavní ose y na levé straně grafu je znázorněno množství včel v jednom dni pozorování

Korelace byla vypracována u přípravků Nurelle D, Biscaya 240 OD, Trebon OSR, Mospilan 20 SP, Avaunt 15 EC, Pictor a Prosaro 250 EC. Rozdílný průběh návštěvnosti je podle zjištěné atraktivity přípravků pro včely zjištěné Metodou přímého lákání a potvrzené maloparcelkovými pokusy. Vzhledem k tomu, že výsledky přípravků atraktivních nebo přípravků málo atraktivních si jsou velmi podobné, uvádíme pro názornost pouze dva grafy – přípravek Trebon a přípravek Mospilan 20 SP.

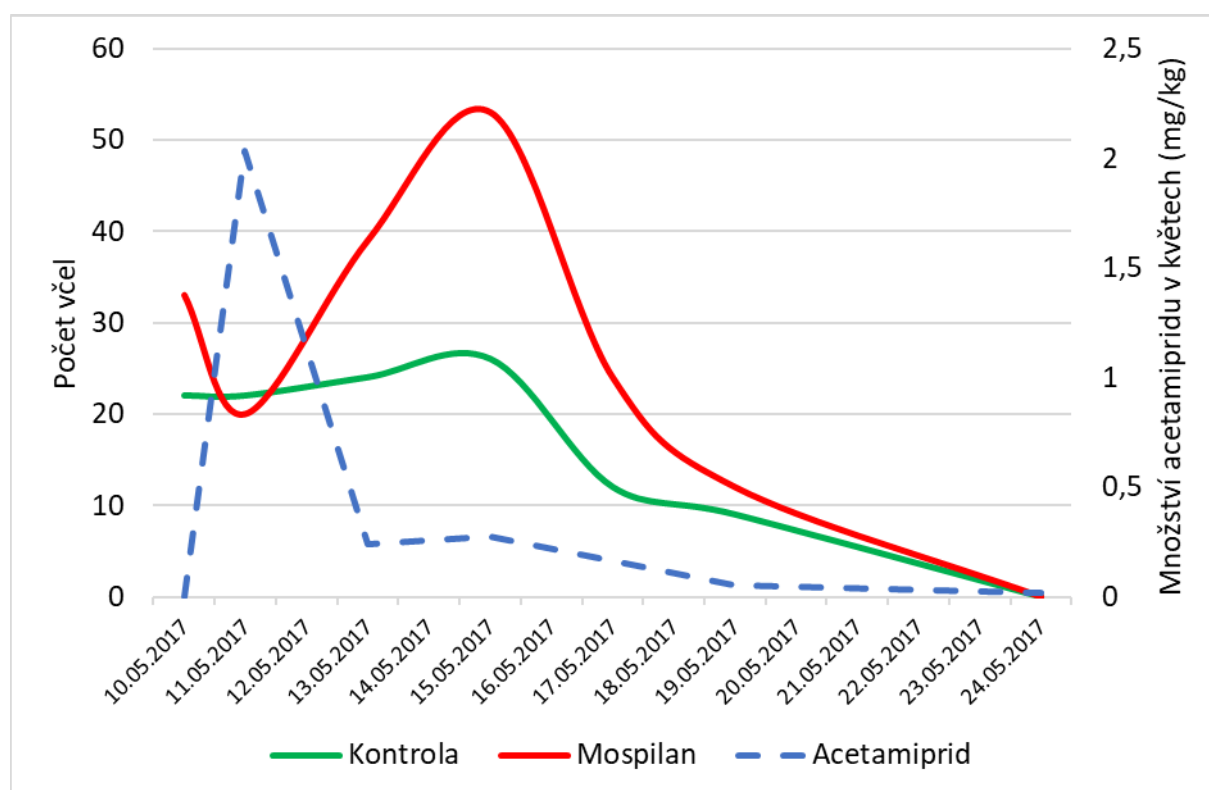
U málo atraktivního přípravku Trebon OSR (graf 11) je patrná snížená návštěvnost včel bezprostředně po postřiku v době, kdy obsah účinné látky etofenprox v květech je vysoký. Třetí den po aplikaci, kdy množství účinné látky v květech 6x kleslo, je ošetřená varianta maximálně o 23 % více včelami navštěvována než neošetřená kontrola. Větší návštěvnost ošetřené varinaty trvá 6 dní. Po této době je množství etofenproxu v květech pod hranicí detekovatelnosti a počet včel se na ošetřené i neošetřené variantě vyrovnává. Současně s dokvétáním rostlin se postupně snižuje návštěvnost včel na minimum. Podobný průběh návštěvnosti včel byl zjištěn u přípravků, Nurelle D a Pictor. Přípravek Prosaro byl pro včely méně atraktivní než neošetřená kontrola 6 dní po aplikaci a větší návštěvnost byla zaznamenána pouze další 3 dny tj. 7 – 9 den po aplikaci.

Graf 11 Vliv málo atraktivního přípravku (Trebon OSR) na návštěvnost včel v roce 2017



U atraktivního přípravku Mospilan 20 SP (graf 12) byla zjištěna vyrovnaná návštěvnost včel bezprostředně po postřiku v době, kdy obsah účinné látky acetamipridu je v květech vysoký. Třetí den po aplikaci, kdy množství účinné látky v květech cca 9x kleslo, je ošetřená varianta maximálně o 95 % více včelami navštěvována než neošetřená kontrola. Větší návštěvnost ošetřené varinaty trvá 8 dní. Po této době je množství acetamipridu v květech pod hranicí detekovatelnosti a počet včel se na ošetřené i neošetřené variantě vyrovnává. Současně s dokvétáním rostlin se postupně snižuje návštěvnost včel na minimum. Podobný průběh návštěvnosti včel byl zjištěn u přípravku Biscaya 240 OD.

Graf 12 Vliv atraktivního přípravku (Mospilan 20 SP) na návštěvnost včel v roce 2017



4.2.6 Závěr

Aplikace pesticidů do kvetoucích porostů řepky ovlivňuje celkovou návštěvnost včel v závislosti na míře atraktivity aplikovaných přípravků zjištěných Metodou přímého lákání. Rozdíly v návštěvnosti kvetoucích porostů však nejsou tak výrazné jako v Metodě přímého lákání, protože obsah účinných látek v květech se v závislosti na čase rychle a nerovnoměrně mění. Je zajímavé, že při výrazném snížení obsahu účinných látek (zpravidla od 4. dne po aplikaci) navštěvují včely ve všech případech ošetřené varianty oproti kontrole ve zvýšené míře. U přípravků pro včely atraktivních je zvýšení výrazné a trvá delší dobu (okolo 8 dní). U přípravků málo atraktivních je zvýšená návštěvnost nevýrazná a trvá kratší dobu (okolo 6 dní).

Uvedené studie však nelze zevšeobecňovat a je nutné průběh návštěvnosti stanovit u každého přípravku (případně kombinace přípravků) samostatně.

Výsledky polních maloparcelkových pokusů potvrzují, že při aplikaci málo atraktivních přípravků do kvetoucích porostů, budou ošetřené plochy navštěvovány menším množstvím včel zejména v období vysokých koncentrací přípravků v květech. Aplikace méně atraktivních přípravků o obdobné toxicitě snižuje nebezpečí otrav včel a snižuje množství reziduí pesticidů v medu a pylu.

4.3 Množství reziduí pesticidů v pylu a v medu

4.3.1 Metodika

V roce 2016 a 2017 byl odebrány vzorky pylu a medu z 20 úlů na různých místech České republiky, vždy z intenzivně obhospodářované krajiny, kde je řepka významně zastoupena v doletu včelstev. Veškeré vzorky byly odebrány v době po odkvětu řepky.

Z včelstev byly odebrány vzorky autentického medu a plástů s pylovými zásobami. Med byl bez úprav předán analytické laboratoři. Pyl byl napřed mechanicky vyseparován z voskových plástů pomocí čistých špičatých nástrojů. 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 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).

Obrázek 4 – Vzorky medu a plástového pylu



4.3.2 Výsledky

Ve vzorcích medu i pylu byly nalezeny účinné látky širokého spektra přípravků na ochranu rostlin. Ty mohou pocházet jednak z aktuální ochrany porostů v daném roce, ale i z aplikací přípravků malospotřebiteli či z běžné zátěže prostředí. Tabulka číslo 4 a 5 ukazuje účinné látky nalezené v jednotlivých letech jednak ve vzorcích pylu tak i v medu. Dále je v těchto tabulkách k nalezení procentické zastoupení nalezené účinné látky ve vzorcích. Ve vzorcích pylu bylo nalezeno vždy větší množství účinných látek než v medu (pyl 2016 – 41 úč. l., 2017 – 49 úč. l.; med 2016 – 15 úč. l., 2017 – 18 úč. l.). Neplatí však pravidlo, že pokud se prokáže jistá účinná látka v medu, objeví se i v pylu ze stejného úlu.

Látky, které byly každoročně nalezeny v 50 % vzorků pylu, byly jak na bázi fungicidní, tak i insekticidní. Jednalo se o účinné látky: thiacloprid, tau-fluvalinat, azoxystrobin a tebuconazole. U vzorků medu se jedná jen o účinnou látku thiacloprid (zato v roce 2017 ze 100 %, 2018 z 95 %). Též množství reziduí thiaclopridu bylo nejvyšší ze všech zjištěných účinných látek. Na dvou stanovištích dosahovalo množství reziduí v pylu 176 až 202 ng/g a v

medu 116 až 146 ng/g, což se blíží, ale nepřekračuje hodnotu MLR (= maximální limit reziduí) v medu. U pylu neexistují žádné maximální hranice výskytu. U medu je stanovena maximální hranice výskytu u thiaclopridu (0,2 mg/kg medu), která však nikdy nebyla překročena. Tato hodnota byla stanovena podle principu předběžné opatrnosti s velkou rezervou a nepředstavuje riziko pro včely ani pro konzumenty medu. Pokud by včely konzumovaly med s touto hladinou thiaclopridu, přijaly by denně dávku asi 7 ng, což je méně než tisícina LD50 pro včely, která je kolem 10 mikrogramů na včelu.

Obrázek 5 – Plástev se zásobami pylu a medu



Přípravky na bázi tau-fluvalinate se používají proti významnému škůdci blýskáčku řepkovému v době květu právě pro jeho deklarovanou neškodnost vůči včelám. Tau-fluvalinat je používán i jako důležité léčivo včelstev proti varroáze. Při dodržení aplikace podle příbalové informace v pylu či medu ke vzniku reziduí z léčení dojít nemůže. Výskyt tau-fluvalinátu jako rezidua insekticidu z ochrany rostlin však může znamenat i problém jiný. Může urychlit vznik rezistence parazitického roztoče *Varroa destructor*.

Ve vzorcích byl nacházen též i chlorpyrifos, ale žádný přípravek na jeho bázi není u nás povolen k použití do květu řepky z důvodu jeho silné toxicity pro včely. Pravděpodobně byl použit dříve a od ošetření do doby květu nedošlo v rostlinách řepky k degradaci chlorpyrifosu. V případě chlorpyrifosu mohlo také dojít k nesprávnému termínu aplikace a následnému zavlečení pesticidu do úlu s potravou. Je tedy nutné dbát na dodržování všech zásad aplikace přípravků na ochranu rostlin.

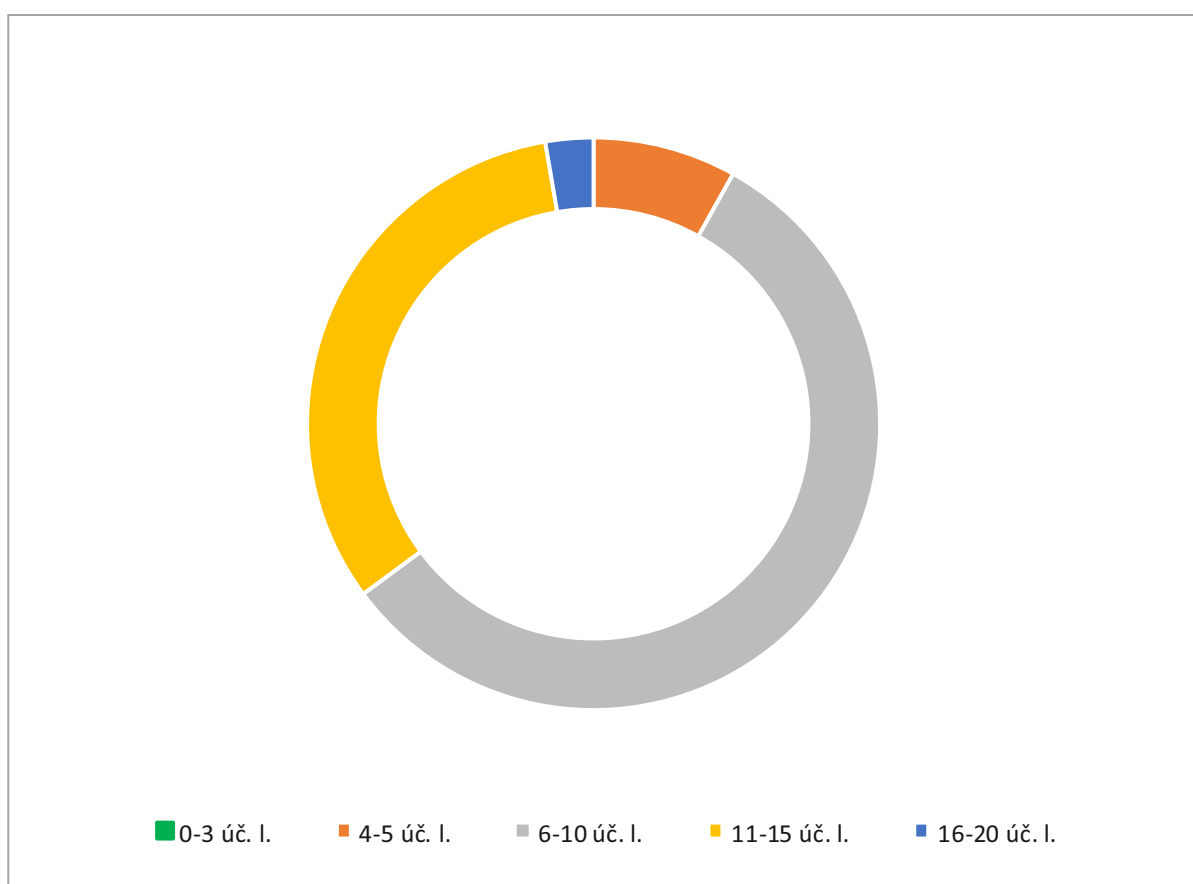
Relativně nízký záchyt pyretroidů v pylu i medu je jev příznivý. Může to souviset s rychlou degradací reziduí a také s nižší frekvencí jejich používání v současnosti v praxi v ochraně řepky na jaře z důvodu dodržování antirezistentní strategie vůči blýskáčku řepkovému.

Tabulka 4 Nalezené účinné látky ve vzorcích pylu z let 2016 a 2017

Vzorky pylu z roku 2016		Vzorky pylu z roku 2017	
účinná látka	v kolika % vzorků byla l. nalezena	účinná látka	v kolika % vzorků byla l. nalezena
Thiacloprid	82	Thiacloprid	95
Azoxystrobin	71	Azoxystrobin	80
Tebuconazole	59	Tebuconazole	70
Chlorpyrifos	53	Boscalid	60
Tau-fluvalinate	53	Haloxyfop	50
Cyproconazole	47	Tau-fluvalinate	50
Boscalid	41	Dimoxystrobin	45
Dimoxystrobin	29	Chlorpyrifos	40
Fluopyram	29	Acetamiprid	35
Prothioconazole-desthio	29	Cyproconazole	35
Carbendazim	24	Fluopyram	35
Prochloraz	24	Pendimethalin	35
Propiconazole	24	Prothioconazole-desthio	35
Quizalofop	24	Quizalofop	35
Acetamiprid	18	Spiroxamin	30
Fluazifop	18	Fluazifop	25
Pendimethalin	18	2-4-6-Trichlorophenol	25
Thiophanate-methyl	18	Prochloraz	20
Clopyralid	12	Propiconazole	15
Metamitron	12	BTS 44595	15
Metolachlor	12	2 - Phenylphenol	15
o-phenylphenol	12	Picoxystrobin	10
Permethrin	12	BTS 44596	10
Picloram	12	Demeton-S-methyl	10
Picoxystrobin	12	Metconazole	10
Terbutylazine	12	Propyzamide	10
Acrinathrin	6	Acrinathrin	5
Bixafen	6	Carbendazim	5
Deltamethrin	6	Ethofumesate	5
Dodine	6	Lenacil	5
Ethofumesate	6	Metamitron	5
Haloxyfop	6	Phenmedipham	5
Hexachlorobenzen	6	Terbutylazine	5
Hexythiazox	6	Thiophanate-methyl	5
Iprovalicarb	6	Benalaxyl	5
Lenacil	6	Paclobutrazol	5
Methoxyfenozide	6	Mandipropamide	5
Myclobutanil	6	Flusilazole	5
Phenmedipham	6	Cypermethrin	5

Spiroxamin	6	Chlorotoluron	5
Tetraconazole	6	Deet	5
		Piperonyl-butoxide	5
		Dichlormid	5
		Fenpropimorph	5
		Cresoxin-methyl	5
		Tiforine	5
		Desmedipham	5
		Dimethenamid	5
		Chloridazone	5

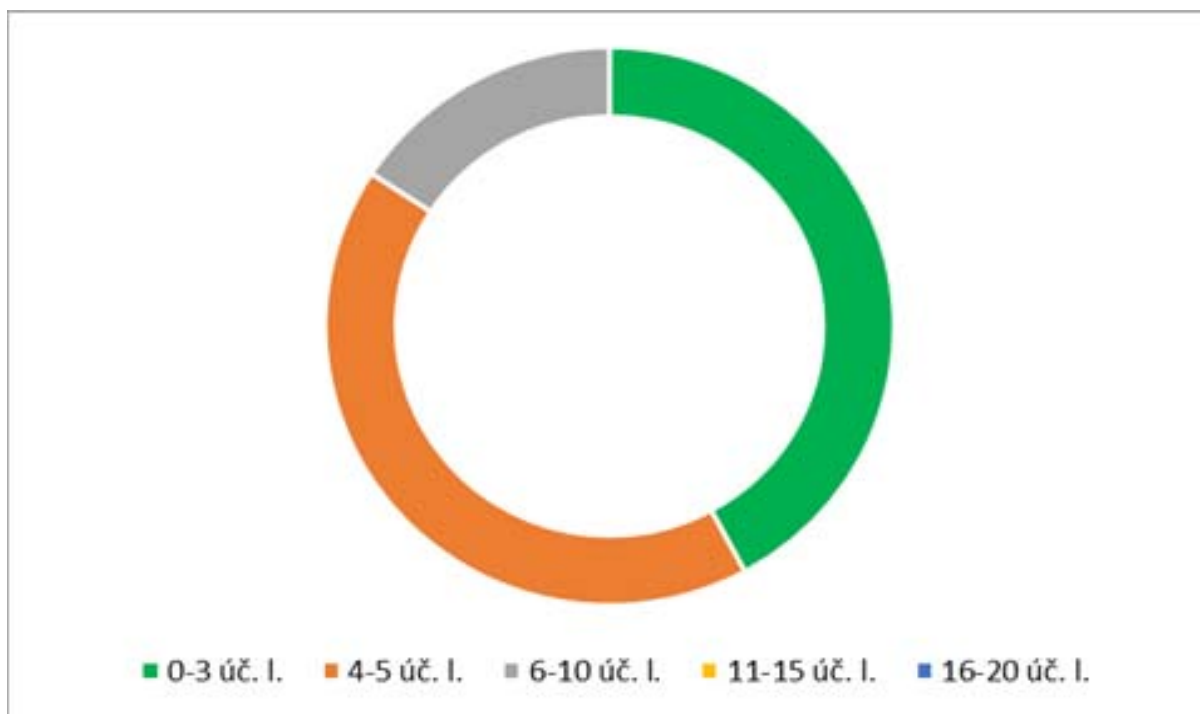
Graf 13 Podíl nalezených úč. l. ze všech odebraných vzorků pylu z let 2017 a 2018



Tabulka 5 Nalezené účinné látky ve vzorcích medu z let 2016 a 2017

Vzorky medu z roku 2016		Vzorky medu z roku 2017	
účinná látka	v kolika % vzorků byla l. nalezena	účinná látka	v kolika % vzorků byla l. nalezena
Thiacloprid	100	Thiacloprid	95
Carbendazim	41	Azoxystrobin	48
Azoxystrobin	35	Boscalid	43
Boscalid	35	Dimoxystrobin	43
Dimoxystrobin	35	Acetamiprid	33
Picloram	18	Carbendazim	29
Clopyralid	12	Clopyralid	29
Prochloraz	12	Picloram	24
Tebuconazole	12	Fluazifop	19
Acetamiprid	6	Fluopyram	10
Cyproconazole	6	Tebuconazole	10
Fenbutatin-oxide	6	Cyproconazole	10
Prothioconazole-desthio	6	Thiophanate-methyl	10
Tau-fluvalinate	6	Picoxystrobin	5
Thiophanate-methyl	6	Tau-fluvalinate	5
		2-4-6-Trichlorophenol	5
		Propham	5
		Procymidone	5

Graf 14 Podíl nalezených úč. l. ze všech odebraných vzorků medu z let 2017 a 2018



4.3.3 Závěr

Jedno včelstvo včely medonosné spotřebuje během roku několik desítek kilogramů medu a také pylu, který je výhradním zdrojem bílkovin pro včely. Potenciálně škodlivé následky pro včely mohou mít od určité koncentrace jednotlivé účinné látky či jejich metabolity, ale o synergismu různých takových látek, který je často označován jako pesticidní koktejl, je známo zatím velmi málo.

Cizorodých látek bylo ve vzorcích nalezeno nemalé množství. Tyto vzorky však byly odebrány v době po odkvětu řepky, což znamená, že by se mělo jednat o největší koncentraci těchto látek ve včelích produktech v průběhu celého roku. A i přesto část nalezených účinných látek byla nalezena spíše náhodně v jediném vzorku. Koncentrace nalezených látek byla až na výše zmiňované výjimky nejčastěji v tisícinách mg /kg medu či pylu. Koláčové grafy číslo 13 a 14 ukazují z dvouletého průměru, že vzorky medu obsahují oproti pylu i menší množství nalezených látek ve vzorku (v medu nejčastěji 0-5). Oproti tomu vzorky pylu nejčastěji obsahovaly 6-15 účinných látek (maximum 18 účinných látek na vzorek).

To, že se ve výsledcích objevuje rok od roku stále víc pesticidů, souvisí mj. se stále narůstající databází účinných látek hledaných analytickými přístroji.

4.4 Pesticidní ošetření rostlin slunečnice roční – maloparcelkové pokusy

4.4.1 Metodika

V letech 2016 – 2017 byl sledován vliv aplikace registrovaných pesticidů v období květu slunečnice do fáze 69 BBCH na atraktivitu květů pro hlavní opylovače – čmeláky a včely. Pokusy byly založeny stejně jako u totožných maloparcelových pokusů s řepkou ozimou (viz výše). Pokusy probýhaly na hybridní odrůdě P63LE10. Do pokusu byly zařazeny přípravky popsané v tabulce č. 6

Tabulka 6 Přehled pesticidů použitých ve slunečnici za účelem zjištění repelence pro opylovače

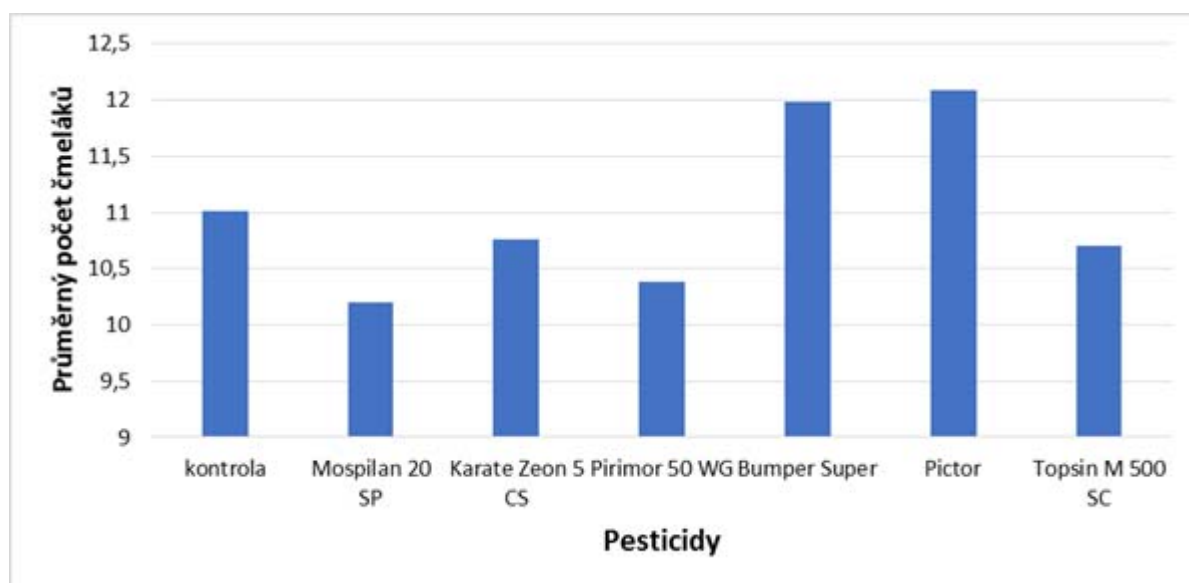
Název	Účinná látka	Biologická funkce	Dávka
Bumper Super	prochloraz, propiconazol	fungicid	1 l/ha
Pictor	boscalid, dimoxystrobin	fungicid	0,5 l/ha
Sfera 535 SC	cyprokonazol, trifloxystrobin	fungicid	0,4 l/ha
Topsin 500 SC	thiofanát-methyl	fungicid	1,5 l/ha
Mospilan 20 SP	acetamiprid	insekticid	0,15 kg/ha
Karate Zeon 5 CS	lambda- cyhalothrin	insekticid	0,15 l/ha
Pirimor 50 WG	pirimikarb	insekticid	0,5 kg/ha

4.4.2 Výsledky

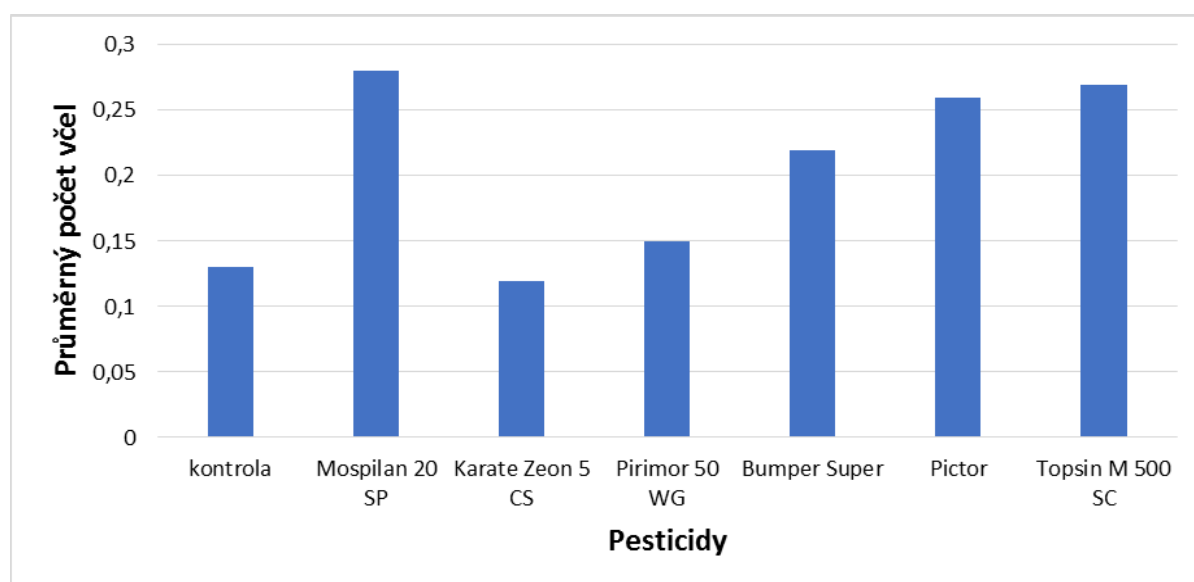
Ročník 2016

Dle grafu č. 15 byla čmeláky nejnavštěvovanější varianta ošetřená fungicidem Pictor. Kontrolní varianta měla návštěvnost o 10 % nižší. Nejméně navštěvovanou variantou byla slunečnice ošetřená insekticidem Mospilan 20 SP, kterou navštívilo o 10 % čmeláků méně než neošetřenou kontrolu. Rozdíl mezi nejméně a nejvíce navštěvovanou variantou Mospilan 20 SP a Bumper Super byl 19 %.

Graf 15 Průměrný počet čmeláků na pesticidních variantách



Graf 16 Průměrný počet včel na pesticidních variantách



V grafu č. 16 je znázorněna návštěvnost včel v závislosti na aplikaci pesticidů v roce 2016. Návštěvnost včel byla 50 x nižší než návštěvnost čmeláků ve stejném období. Průměrný počet včel byl nejvyšší u varianty ošetřené insekticidem Mospilan 20 SP a to o 215 % proti kontrole. Varianty ošetřené pesticidy Topsin M 500 SC, Pictor, Bumper Super a Pirimor 50 WG měly proti kontrole také vyšší návštěvnost. Nejméně navštěvovaná byla varianta s aplikovaným insekticidem Karate Zeon 5 CS, rozdíl byl 9 % proti kontrole. Návštěvnost včel byla výrazně diferencovaná proti návštěvnosti čmeláků. Rozdíl mezi variantou nejvíce a nejméně navštěvovanou byl 233 %.

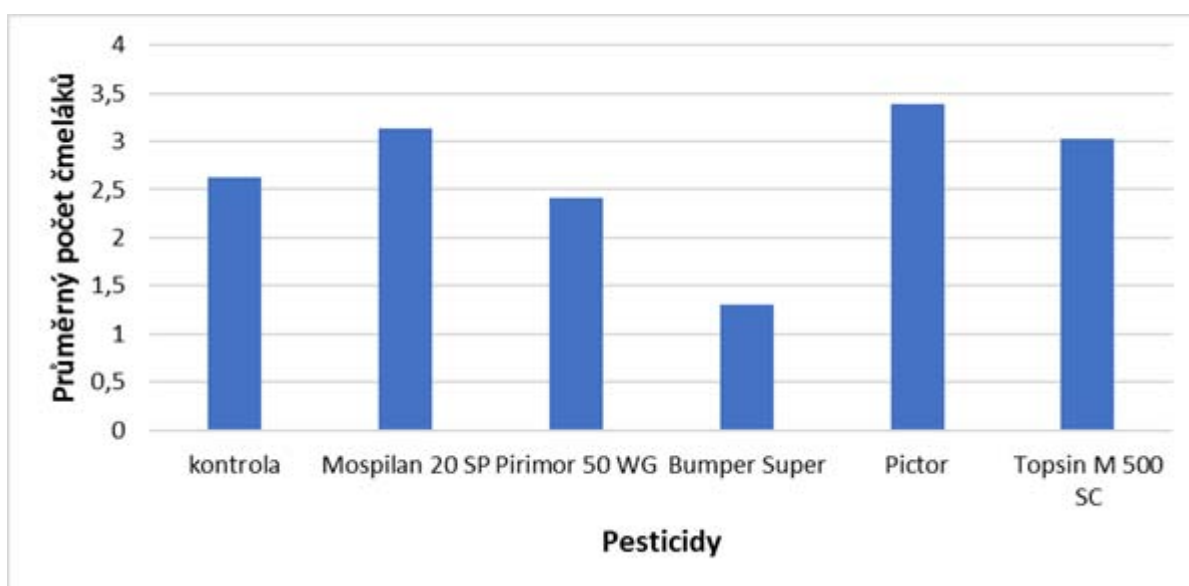
Obrázek 6 – Slunečnice jako významný zdroj potravy pro opylovače



Ročník 2017

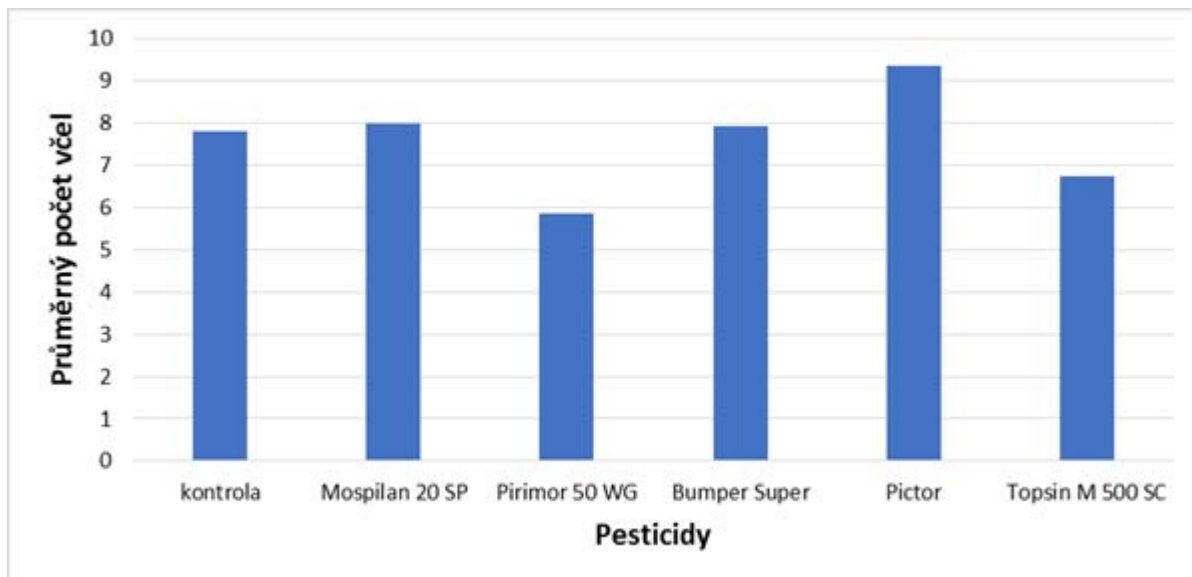
V roce 2017 opět klesl výskyt čmeláků v porostu slunečnice, proti předcházejícímu roku asi 3x. V grafu č. 17 je znázorněno, že nejnavštěvovanější varianta byla ošetřená fungicidem Pictor. Kontrolní varianta měla návštěvnost o 25 % nižší. Nejméně navštěvovanou variantou byla slunečnice ošetřená fungicidem Bumper Super, kterou navštívilo o 50 % čmeláků méně než neošetřenou kontrolu. Rozdíl mezi nejméně a nejvíce navštěvovanou variantou Bumper Super a Pictor byl 258 %.

Graf 17 Průměrný počet čmeláků na pesticidních variantách



Návštěvnost včel v porostech slunečnice byla v roce 2017 nejvyšší z obou sledovaných let (graf 18). Byla cca 3x vyšší než v roce 2016. Průměrný počet včel byl nejvyšší u varianty ošetřené fungicidem Pictor a to o 119 % vyšší než kontrola. Rovněž varianty ošetřené pesticidy Bumper Super a Mospilan 20 SP měly oproti kontrole vyšší návštěvnost, ale jen s malým rozdílem. Nejméně navštěvovaná byla varianta s aplikovaným insekticidem Pirimor 50 WG, rozdíl byl 26 % oproti kontrole. Rozdíl mezi variantou nejvíce a nejméně navštěvovanou byl 59 %.

Graf 18 Průměrný počet včel na pesticidních variantách

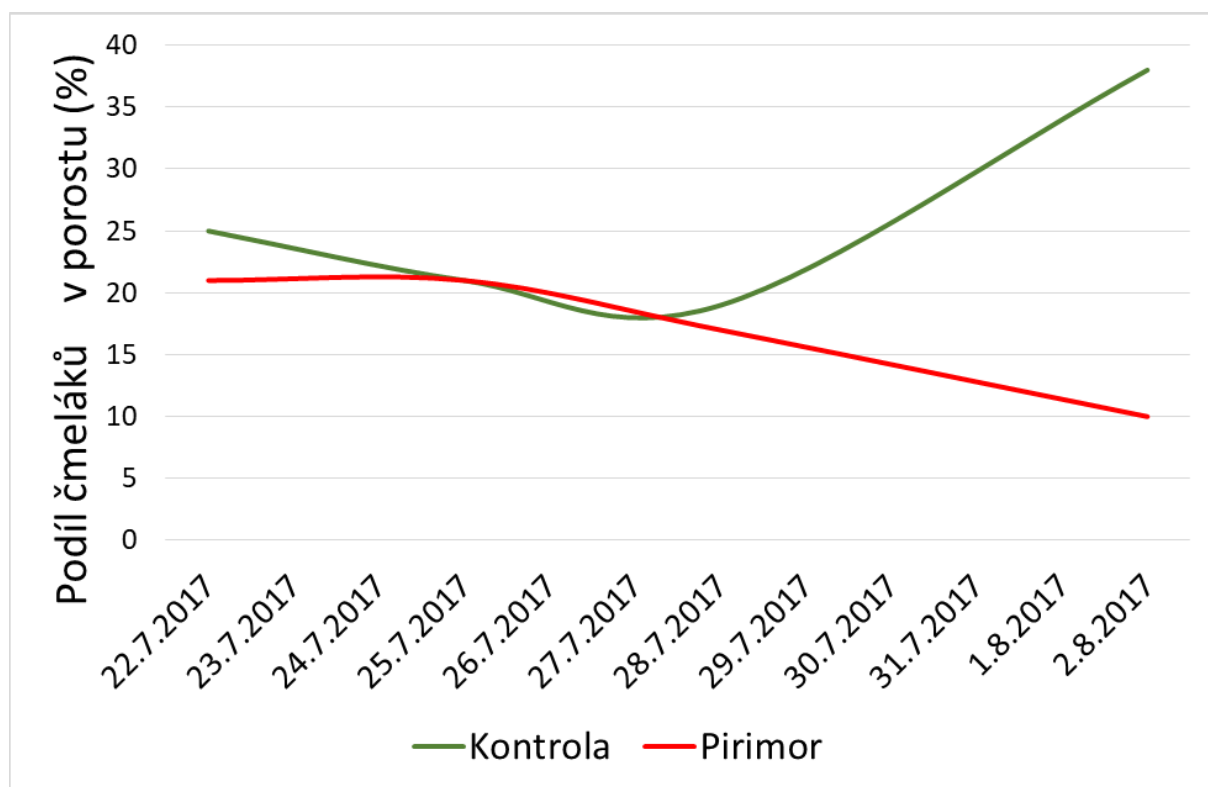


V grafech č. 19, 20, 21 a 22 jsou znázorněny počty čmeláků a včel v závislosti na aplikaci insekticidu Pirimor 50 WG a fungicidu Pictor po celou dobu květu slunečnice. U obou přípravků a obou druhů opylovačů je po většinu období větší návštěvnost na variantě ošetřené pesticidy proti kontrolní neošetřené variantě. Ošetření bylo provedeno 22.7.2017.

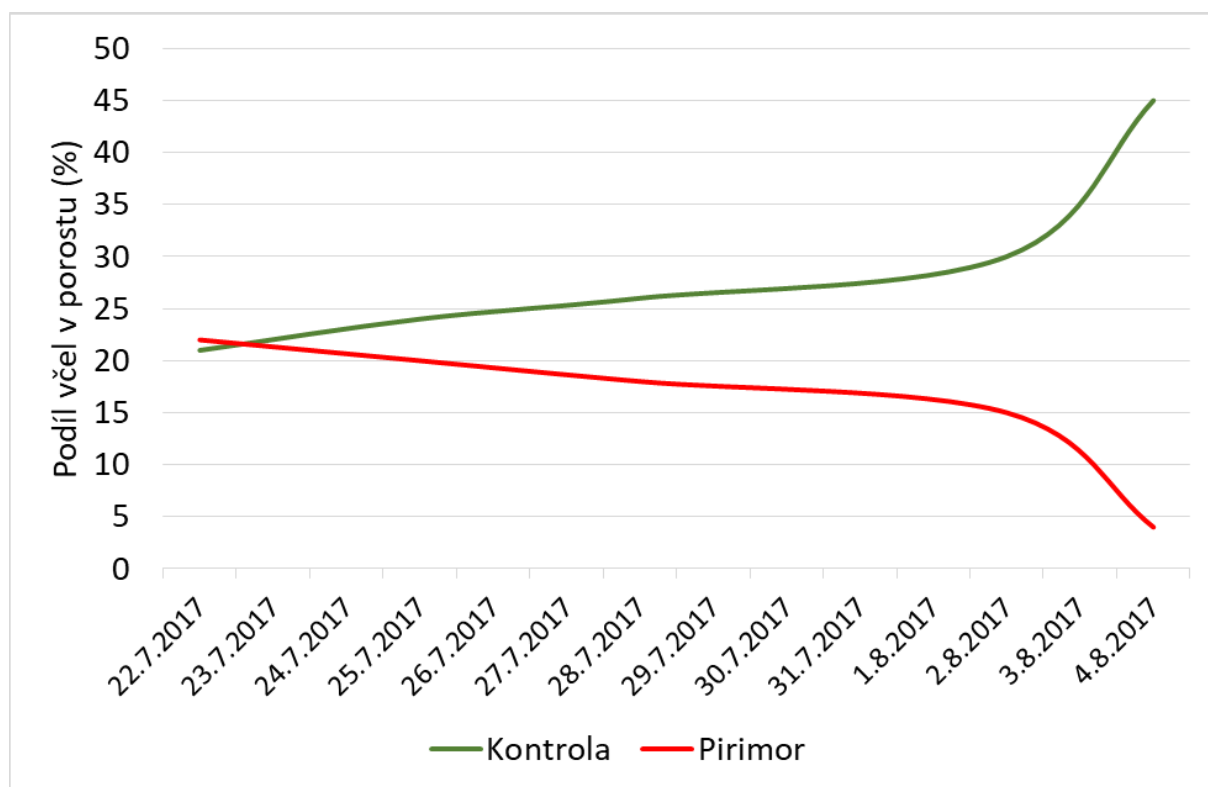
Obrázek 7 – Včela medonosná významný opylovač slunečnice



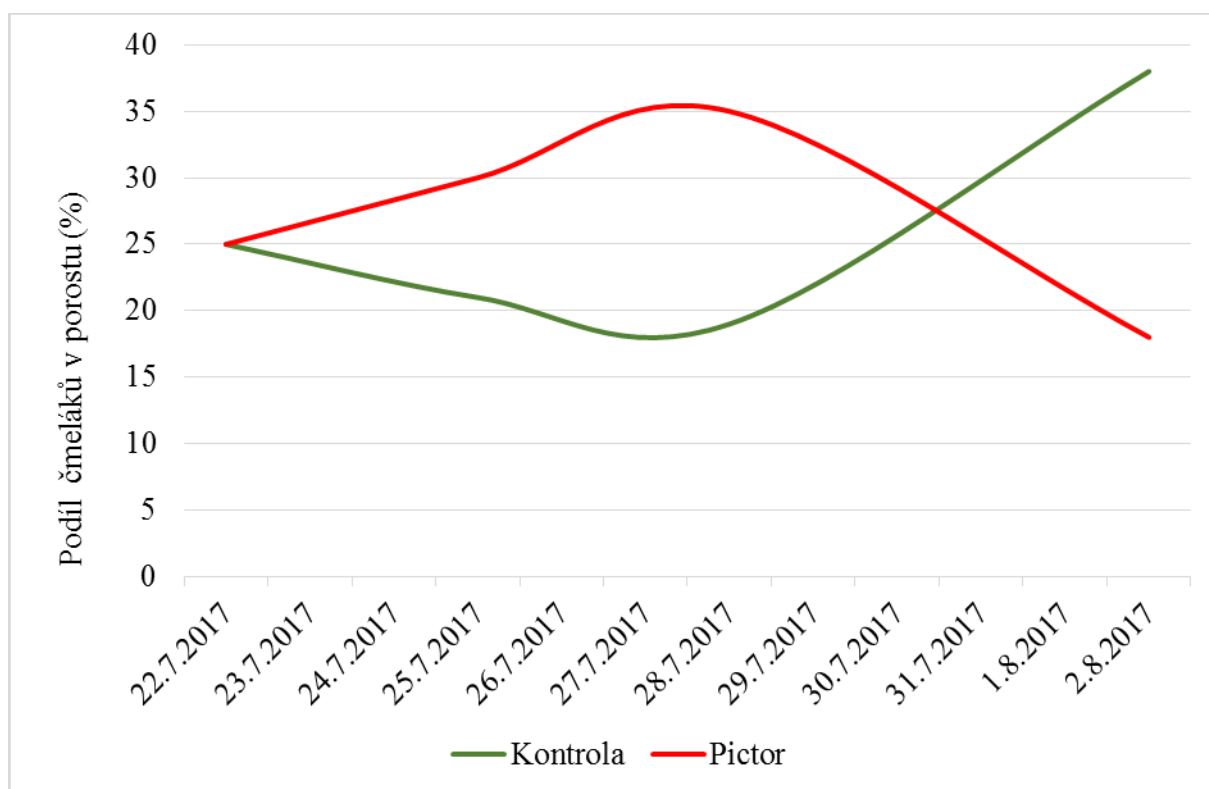
Graf č. 19 Podíl čmeláků v porostu po aplikaci insekticidu Pirimor 50 WG



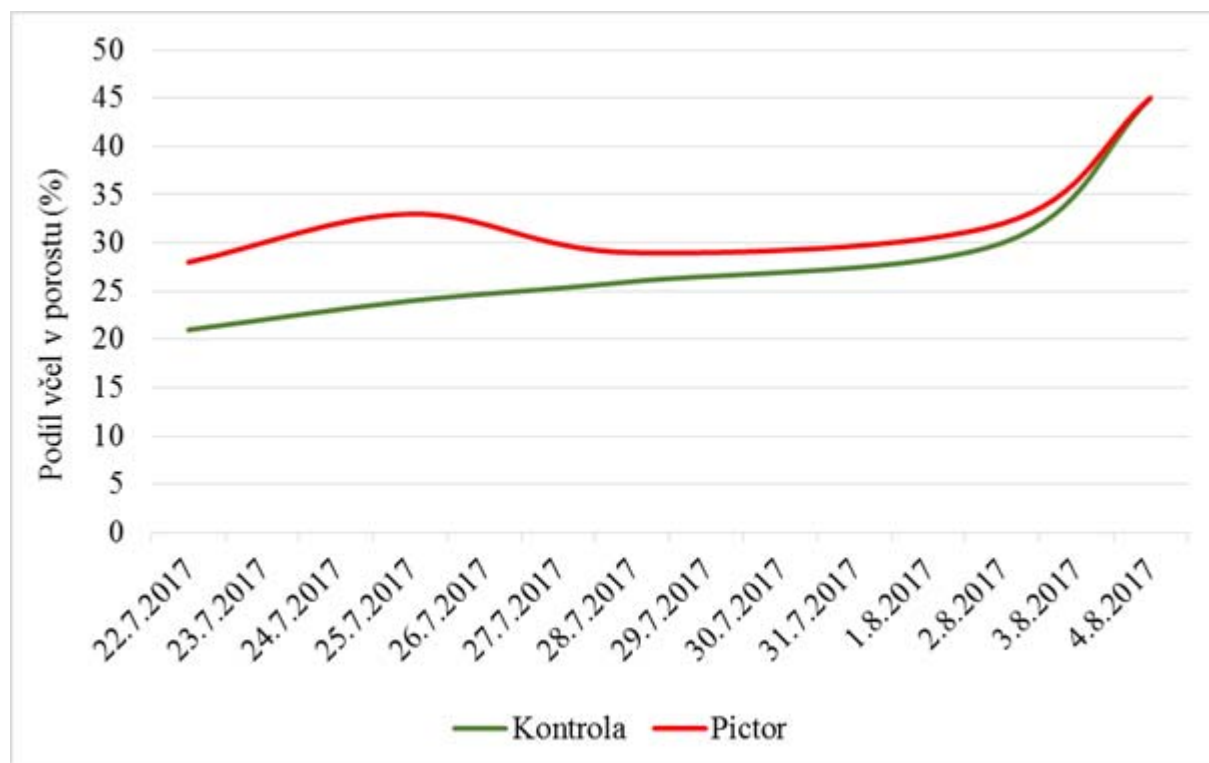
Graf č. 20 Podíl včel v porostu po aplikaci insekticidu Pirimor 50 WG



Graf č. 21 Podíl čmeláků v porostu po aplikaci fungicidu Pictor



Graf č. 22 Podíl včel v porostu po aplikaci fungicidu Pictor



4.4.3 Závěr

Včely a čmeláci reagují na aplikaci pesticidů do slunečnice rozdílně.

Podobně jako pro včely na řepce také na slunečnici jsou atraktivní přípravky Mospilan 20 SP a Pictor. Podobně atraktivní je i fungicid Bumper Super a Topsin M 500 SC, které na řepce nebyly zkoušeny. Nejmenší návštěvnost včel byla zjištěna po aplikaci přípravku Pirimor 50 WG a Karate Zeon. Zejména v roce 2016 byla zjištěna malá atraktivita neošetřené kontroly, kdy kromě insekticidu Karate Zeon, byly všechny pesticidní varianty více navštěvovány včelami než kontrola. V roce 2017 byla atraktivita neošetřené kontroly pro včely mírně vyšší, méně atraktivní byl pouze postřik přípravkem Pirimor 50 WG.

Čmeláci reagují na aplikace pesticidů odlišně než včely. Zatímco včely v obou ročnících reagují na postřiky obdobně, u čmeláků jsou rozdíly mezi ročníky větší. Atraktivnější než neošetřená kontrola je v obou letech aplikace fungicidu Pictor. V roce 2016 je většina aplikací méně atraktivní než kontrola – Mospilan 20 SP, Karate Zeon, Pirimor 50 WG a Topsin M 500. V roce 2017 jsou méně atraktivní než kontrola pouze Pirimor 20 SP a Bumper Super. Mospilan 20 SP a Topsin M 500 SC jsou mírně atraktivnější. Rozdíly mohou být způsobeny průběhem počasí v průběhu květu a tím rozdílnou letovou aktivitou čmeláků ve sledovaných letech.

Rozdíly ve vnímání pesticidů včelami a čmeláky dokumentuje průběh návštěvnosti slunečnice v průběhu roku 2017 u insekticidu Pirimor 20 SP a Pictor.

Zatímco přípravek Pirimor 50 WG je pro včely neatraktivní (repelentní) po celou dobu květu a při klesající koncentraci Pirimoru 50 WG se postupně rezistence zvyšuje, u čmeláků se malá atraktivita Pirimoru 50 WG výrazně projevila až po týdně, kdy je koncentrace již nízká.

Přípravek Pictor je po aplikaci na slunečnici výrazně atraktivní pro čmeláky. Včely také vyhledávají rostliny ošetřené fungicidem Pictor více, ale stupeň atraktivity je nižší u včel než u čmeláků. Potvrdila se tedy i u slunečnice vysoká atraktivita tohoto přípravku pro opylovače podobně jako u řepky.

5 Srovnání novosti postupů

Kolektiv autorů, kteří zpracovali předkládanou metodiku, publikovali průběžně dílčí výsledky ve vědeckých i odborných časopisech pro zemědělce i včelaře.

Ve srovnání s těmito publikacemi předkládaná metodika shrnuje, rozšiřuje a uceluje poznatky o vlivu pesticidů aplikovaných v období květu do porostů nejvýznamnějších olejnin v ČR – řepce a slunečnici na chování včel a čmeláků. V metodice se zdůrazňuje, že toxicita pesticidů pro včely a čmeláky není jediným důsledkem jejich používání. Mnohem častějším vlivem pesticidů na opylovače je ovlivnění jejich chování, projevující se atraktivitou (repelencí) ošetřených ploch pro včely a další opylovače.

S návštěvností včel v kvetoucích porostech ošetřených pesticidy úzce souvisí obsah pesticidů v pylu a v medu v úlech. Metodika shrnuje několikaleté výsledky důležité pro zdravotní stav včelstev, ale také pro bezpečnost potravin pro člověka, zejména medu. Všechny zveřejněné údaje jsou originální výsledky členů autorského kolektivu, kteří je získali vlastní experimentální činností v průběhu let 2015 – 2018. Autorům není známo, že by se podobným výzkumem zabývali v České republice jiní autoři. Výsledky uvedené v této metodice nebyly dosud v tomto rozsahu zemědělcům ani včelařům předloženy.

6 Popis uplatnění certifikované metodiky

Metodika je určena především pěstitelům řepky a slunečnice, kterým umožní minimalizovat vliv pesticidů na včely, čmeláky a další opylovače. Přednostním využitím málo atraktivních (repelentních) přípravků se sníží nejen nebezpečí otravy, ale především možnost zanášení pesticidů v pylu a nektaru do úlu. Tím je přirozenou cestou snížen obsah reziduí v pylu a medu v zásobách úlu. Je prokázáno, že zvýšené obsahy pesticidů v úlu se podílí na zhoršeném zdravotním stavu včelstev. Problematika bezprostředně souvisí i s bezpečností potravin pro člověka zejména medu. Dosud opomíjený je obsah pesticidů v pylu pro lidskou výživu, přestože se včelí pyl stává běžnou součástí řady doplňků stravy.

Metodika je určena též pro včelaře, kterým umožní získat informace o vlivu pesticidů na včely a zvýší tím jejich možnosti vyjednávání v rámci spolupráce s pěstiteli na omezení škod způsobených aplikací pesticidů.

Dále je určena zemědělským poradcům, studentům a pedagogům středních odborných zemědělských škol a zemědělských univerzit, pracovníkům státní správy v oboru a všem zájemcům z oboru rostlinolékařství. Smlouva o využití metodiky je uzavřena se Svazem pěstitelů a zpracovatelů olejnin. Tuto metodiku vydává příjemce, Česká zemědělská univerzita v Praze. Metodika může být také zdrojem informací pro orgány státní správy, na úseku dodržování směrnice pro integrované systémy pěstování řepky a při naplňování zákona 326/2004 Sb. o rostlinolékařské péči na úseku dodržování zásad pro integrovanou ochranu rostlin ze strany profesionálních uživatelů pesticidů.

7 Ekonomické aspekty spojené s uplatněním metodiky

Přínosy z uplatnění metodiky lze očekávat v oblasti ekonomické i environmentální. Pěstitelům i chovatelům včel metodika umožní zvýšit význam řepky jako nektarodárné a pylodárné plodiny a sníží nepříznivé důsledky používání pesticidů pro včely.

Při aplikaci uvedených nových poznatků v této metodice se především sníží nebezpečí zanášení pesticidů do úlu v pylu a nektaru repelencí ploch po ošetření vhodnými pesticidy. Tím se sníží nebezpečí chronických otrav vlivem pesticidů obsažených v pylu a medu. Zlepšení zdravotního stavu včelstev, ale i ostatních opylovačů by mělo přispět k lepšímu opylení zemědělských plodin. Zejména u slunečnice to má velký pozitivní vliv na výnos.

Při aplikaci uvedených nových poznatků v této metodice se však nesníží možnosti pěstitelů v ochraně kvetoucích porostů řepky a slunečnice proti houbovým chorobám a živočišným škůdcům, protože bylo prokázáno, že existuje možnost výběru dostatečně účinných pesticidů málo atraktivních (repelentních) pesticidů.

Při aplikaci uvedených nových poznatků v této metodice se sníží kontaminace včelích produktů používaných jako potravina pro člověka – zejména medu.

8 Publikace, které předcházely metodice

Kazda, J., Stejskalová, M. (2017) Atraktivita a repelence pesticidů pro včely. Sborník firmy Dow Agro Sciences, 2017 s. 34-38.

Kazda, J., Stejskalová, M. (2017) Vliv aplikace insekticidů na škůdce a včely v porostech řepky. Výsledky pokusů SPZO 22.-23.11. 2017 Hluk, roč. 34., s. 109-117.

Stejskalová, M. Kazda, J. (2017) Repelentní účinek insekticidů na včely v kvetoucí řepce. Úroda, roč. 65, č. 5, s. 67-72. ISSN: 0139-6013.

Stejskalová, M., Kazda, J. (2016) Repelence či atraktivita vybraných pesticidních přípravků, aplikovaných do řepky, pro opylovače. In Prosperující olejny 2016, Praha. Praha: ČZU v Praze, 2016. s. 95-99.

Stejskalová, M., Kazda, J. (2016) Vplyv pesticídov na činnosť opel'ovačov. 2016, Naše pole, roč. 20, č.8, s. 48-49.

Stejskalová, M., Kazda, J. (2018) Ovlivňují pěstované hybridy či pesticidní ošetření návštěvnost slunečnice opylovači? Agromanuál, 2018, roč. 13, č. 5, s. 127-129.

Stejskalová, M., Kazda, J., Řehořová, H. (2016) Faktory ovlivňující výskyt včel v kvetoucí ozimé řepce, Včelařství, roč. 69, č. 6, s. 202 - 204.

Stejskalová, M., Suchanová, M., Konradyová, V., Kazda, J. (2018) Is it pollinator visitation of *Helianthus annuus* (sunflower) influenced by cultivar or pesticide treatment? Crop protection, 114, p. 83-89.

Stejskalová, M., Suchanová, M., Konradyová, V., Kazda, J. (2018) Is it pollinator visitation of *Helianthus annuus* (sunflower) influenced by cultivar or pesticide treatment? Crop protection, 114, p. 83-89.

Volková, M., Kazda, J. (2015) Faktory ovlivňující návštěvnost včel v porostech slunečnice. Prosperující olejny 2015. ČZU v Praze, Praha, 146-149s.

Volková, M., Kazda, J. (2016) Jak pesticidy ovlivňují návštěvnost opylovačů v porostu. Úroda6(64), 72–75s.

9 Seznam literatury

- Abrol, D. P. (2011) *Pollination biology: biodiversity conservation and agricultural production*, Springer Science, Business Media.
- Aizen, M. A., & Harder, L. D. (2009) The Global Stock of Domesticated Honey Bees Is Growing Slower Than Agricultural Demand for Pollination, *Current Biology*, 19(11), 915–918.
- Atkins, E. L. (1992) Injury to honey bee by poisoning, In: Graham JE (Ed.), *The Hive and the Honey Bee*, Dadant and Sons, Hamilton, 1153–1208.
- Atkins, E. L., Macdonald, R. L., & Greywood-Hale, E. A. (1975) Repellent additives to reduce pesticide hazards to honey bees: field tests. *Envir. Ent.* 4, 207-210.
- Baranyk, P., (2015) Hybridní řepka – budoucnost již vstoupila, *Úroda*, 63(6), 82-84.
- Blacquièrè, T., Smagghe, G., van Gestel, C. A. M., & Mommaerts, V. (2012) Neonicotinoids in bees: a review on concentrations, side-effects and risk assessment, *Ecotoxicology*, 21, 973-992.
- Bláha, L., & Smetanová, S. (2014) Směsi pesticidů v prostředí a hodnocení jejich účinku, *Rostlinolékař*, 25(6), 28 - 29.
- Bommarco, R., Marini, L., & Vaissiere, B. E. (2012) Insect pollination enhances seed yield, quality, and market value in oilseed rape, *Oecologia*, 169(4), 1025-1032.
- Bonmatin, J. M., Marchand, P. A., Charvet, R., Moineau, I., Bengsch, E. R., & Colin, M. E. (2005) Quantification of imidacloprid uptake in maize crops, *J Agr Food Chem*, 53(13), 5336-5341.
- Bos, C., & Masson, C. (1983) Analyse des effets, en particulier de la répulsivité, d'un pyrèthri-noïde de synthèse, la deltaméthrine, sur les abeilles, *Agronomie*, 3(6), 545-553. 31
- Cantamutto, M., & Poverene, M. (2007) Genetically modified sunflower release: Opportunities and risks, *Field Crop Res*, 101, 133-144.
- Charrière, J. D., Imdorf, A., Koenig, C., Gallmann, S., & Kuhn, R. (2010) Do sunflowers influence the development of honey bee, *Apis mellifera*, colonies in areas with diversified crop farming? *J Apicult Res*, 49(3), 227-235.
- Chauzat, M. P., Carpentier, P., Martel, A. C., Bougeard, S., Cougoule, N., & Porta, P. (2009) Influence of pesticide residues on honey bee (Hymenoptera: Apidae) colony health in France, *Environ Entomol*, 38, p. 514–523.
- Chauzat, M. P., Faucon, J. P., Martel, A. C., Lachaize, J., Cougoule, N., & Aubert, M. (2006) A survey of pesticide residues in pollen loads collected by honey bees in France, *J Econ Entomol*, 99(2), 253-262.
- Chittka L, & Menzel R. (1992) The evolutionary adaptation of flower colours and the insect pollinators' colour vision, *Journal of Comparative Physiology A*, 171,171–181.
- Colin, M. E., Bonmatin, J. M., Moineau, I., Gaimon, C., Brun, S., & Vermandere, J., P. (2004) A method to quantify and analyze the foraging activity of honey bees: relevance to the sublethal effects induced by systemic insecticides, *Arch Environ Con Tox*, 47(3), 387-395.

- Cook, S. M., Awmack, C. S., Murray, D. A., & Williams, I. H. (2003) Are honey bees' foraging preferences affected by pollen amino acid composition?, *Ecol Entomol*, 28, 622–627. 32
- Čermák, K. (2004) Dôkaz o dolete včiel za znáškou, *Moderní včelař*, 2, 24.
- Davis, A. R. (1989) The study of insecticide poisoning of honeybeebrood, *Bee World* 70, 163–174.
- Desneux, N., Decourtye, A., & Delpuech, J. M. (2007) The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. *Annu Rev Entomol*, 52, 81–106.
- Di Prisco, G., Cavaliere, V., Annoscia, D., Varricchio, P., Caprio, E., Nazzi, F., Gargiulo, G., & Pennacchio, F. (2013) Neonicotinoid clothianidin adversely affects insect immunity and promotes replication of a viral pathogen in honey bees, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(46), 18466–18471.
- Diekötter, T., Kadoya, T., Peter, F., Wolters, V., & Jauker, F. (2010) Oilseed rape crops distort plant-pollinator interactions, *Journal of Applied Ecology*, 47, 209–214.
- EUR-lex Official Journal of the European Union (2013). <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:139:0012:0026:EN:PDF>. Accessed 7 June 2017
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2015) *FAO Statistical Pocketbook 2015*, Rome, p 340, <http://www.fao.org/documents/card/en/c/383d384a-28e6-47b3-a1a2-2496a9e017b2/>. Accessed 25 September 2017
- Gels, J. E., Held, D. W., & Potter, D. A. (2002) Hazards of insecticides to the bumblebees *Bombus impatiens* (Hymenoptera: Apidae) foraging on flowering white clover in turf, *Econ Entomol* 95, 722–728.
- Gill, R. J., Ramos-Rodriguez, O., & Raine, N. E. (2012) Combined pesticide exposure severely affects individual- and colony-level traits in bees, *Nature* 491, 105–108. 33
- Haragsim, O. (2008) *Včelařské byliny*, Grada Publishing, a. s., Praha.
- Haynes, K. F. (1988) Sublethal effects of neurotoxic insecticides on insect behaviour, *Annu Rev Entomol*, 33, 149–168.
- Henry, M., Béguin, M., Requier, F., Rollin, O., Odoux, J. F., Aupinel, P., Aptel, J., Tchamitchian, S., & Decourtye, A. (2012) A Common Pesticide Decreases Foraging Success and Survival in Honey Bees. *Science*, 336, 348–350.
- Hoffman, G., & Chambers, M. (2006) Effects of honey bee (Hymenoptera: Apidae) foraging on seed set in self-fertile sunflowers (*Helianthus annuus* L), *Environ Entomol*, 35(4), 1103–1108.
- Jurík, A. (1979) *Medonosné rastliny*, *Príroda*, Bratislava, 267 s. ISBN: neuveden.
- Karise, R., Viik, E., & Mänd, M. (2007) Impact of alpha-cypermethrin on honey bees foraging on spring oilseed rape (*Brassica napus*) flowers in field conditions, *Pest Manag Sci* 63(11), 1085–1089.
- Kazda, J. (2014) Změny v technologii pěstování ozimé řepky a jejich vliv na včely, *Včelařství*, 66(5), 116–118.
- Kazda, J., Herda, G., Spitzer, T., Řičařová, V., Przybysz, A., & Gawrońska, H. (2015) Effect of nitrophenolates on pod damage caused by the brassica pod midge on the photosynthetic apparatus and yield of winter oilseed rape, *J Pest Sci*, 88(2), 235–247. 34

- Kessler, S. C., Tiedecken, E. J., Simcock, K. L., Derveau, S., Mitchell, J., Softley, S., Radcliffe, A., Stout, J. C., & Wright, G. A. (2015) Bees prefer foods containing neonicotinoid pesticides, *Nature*, 521(7550), 74-76.
- Klein, A. M., Vaissiere, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., & Tscharntke, T. (2007) Importance of pollinators in changing landscapes for world crops, *Proc R Soc B*, 274, 303-313.
- Kubišová, S., & Titěra, D. (1988) *Pyl ve výživě včel*, SZN, Praha.
- Laurent, F. M., & Rathahao, E. (2003). Distribution of [¹⁴C] imidacloprid in sunflowers (*Helianthus annuus* L.) following seed treatment, *J Agric Food Chem*, 51(27), 8005-8010.
- Leonardi, M. G., Cappellozza, S., Ianne, P., Cappellozza, P., Parenti, P., & Giordana, B. (1996) Effects of topical application of an insect growth regulator (fenoxycarb) on some physiological parameters in the fifth instar larvae of the silkworm *Bombyx mori*, *Comp Biochem Physiol*, 113B, 361-365.
- MacKenzie, K. E., & Winston, M. L. (1989) Effects of sublethal exposure to diazinon on longevity and temporal division of labor in the honey bee (Hymenoptera: Apidae), *Econ Entomol*, 82, 75-82.
- Nderitu, J., Nyamasyo, G., Kasina, M., & Oronje, M. L. (2008) Diversity of sunflower pollinators and their effect on seed yield in Makueni District, Eastern Kenya, *Span J Agric Res*, 6(2), 271-278.
- Nezbeda, M. (2013) *Včelařství – opylovatelé v kontextu životního prostředí*, Česká zahradnická akademie Mělník, Mělník, 50 s. ISBN: 978-80-87610-15-2.
- Nicholls, C. (2015) Growing Winter Oilseed Rape without Neonicotinoid Seed Treatments—The UK Perspective, *Proceedings of the IRC 2015*, Saskatoon, SK, Canada, 5-9 July 2015.
- Parker, F. D. (1981b) How Efficient Are Bees in Pollinating Sunflowers?, *J Kansas Entomol Soc*, 54(1), 61-67.
- Pavela, R. (2011) Insecticidal and repellent activity of selected essential oils against of the pollen beetle, *Meligethes aeneus* (Fabricius) adults, *Ind Crops Prod*, 34, 888-892.
- Pernal, S., & Currie, R. (2000) Pollen quality of fresh and 1-year-old single pollen diets for worker honey bees (*Apis mellifera* L.), *Apidologie*, 31(3), 387-409.
- Pohorecka, K., Skubida, P., Miszczak, A., Semkiw, P., Sikorski, P., Zagibajło, K., Teper, D., Kołtowski, Z., Skubida, M., Zdańska, D., & Bober, A. (2013) Residues of Neonicotinoid Insecticides in Bee Collected Plant Materials from Oilseed Rape Crops and their Effect on Bee Colonies, *Journal of Apicultural Science*, 56(2), 115-134.
- Porto, W. S., Carvalho, C. G. P., & Pinto, R. J. B. (2007) Adaptability and stability as selection criteria for sunflower genotypes, *Pesqui Agropecu Bras*, 42, 491-499.
- Přidal, A. (2004) *Ekologie opylovatelů*, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 53 s. ISBN: 80-7157-752-9.
- Přidal, A. (2005) *Ekologie opylovatelů*, Lynx, Brno.
- Řehořová, H. (2016) *Vliv odrůdy a aplikace pesticidů na distribuci včel a čmeláků v ozimé a jarní řepce a slunečnici*, Diplomová práce, Praha.
- Requier, F., Odoux, J.-F., Tamic, T., Moreau, N., Henry, M., Decourtye, A., & Bretagnolle, V. (2015) Honey bee diet in intensive farmland habitats reveals an unexpectedly high flower richness and a major role of weeds, *Ecological Applications*, 25(4), 881-890.

- Ridout, M. S., Faddy, M. J., & Solomon, M. G. (2006) Modelling the effects of repellent chemicals on foraging bees., *Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics)*, 55, 63-75.
- Rieth, J. P., Wilson, W. T., & Levin, M. D. (1986) Repelling honeybees from insecticide-treated flowers with 2-heptanone, *Journal of Apicultural Research*. 25(2), 78-84.
- Sackin, B. M., & Fishman, Y. (1998) Honey bee repellent composition comprising tea tree oil, April 14 1998, US Patent 5,738,863.
- Schade, M. (2015) Impact of Neonicotinoid Suspension in EU28, *Proceedings of the IRC 2015*, Saskatoon, SK, Canada, 5-9 July 2015.
- Schmuck, R., Schoning, R., Stork, A., & Schramel, O. (2001) Risk posed to honeybees (*Apis mellifera* L. Hymenoptera) by an imidacloprid seed dressing of sunflowers, *Pest management science*, 57(3), 225-238.
- Skoric, D., Jocic, S., Lecic, N., & Sakac, Z. (2007) Development of sunflower hybrids with different oil quality, *Helia*, 30(47), 205-212.
- Stadler, T., Gines, D. M., & Buteler, M. (2003) Long-term toxicity assessment of imidacloprid to evaluate side effects on honey bees exposed to treated sunflower in Argentina, *B Insectol*, 56(1), 77-81.
- Tautz, J. (2009) *Fenomenální včely*, Brázda s.r.o., Praha, 288 s. ISBN: 978-80-209-0376-1.
- Texl, P. (2015) Otravy včelstev v souvislosti s aplikací pesticidů v roce 2015, *Moderní včelařství* 6, 30.
- Thompson, H. (2003a) Behavioural effects of pesticides in bees-their potential for use in risk assessment, *Ecotoxicology*, 12(1), 317-330.
- Thompson, H., & Wilkins, S. (2003b) Assessment of the synergy and repellency of pyrethroid/ fungicide mixtures, *Bull Insectology*, 56(1), 131-134.
- Titěra, D. (2011) Včelařství nebo včely v krizi, *Rostlinolékař*, 22(6), 34-35.
- Titěra, D., & Kamler, F. (2013) Provedení analýzy rozsahu a vlivu používání vysoce rizikových insekticidů ze skupiny neonicotinoidů pro včely, *Závěrečná zpráva o plnění úkolů* 38
- Uváčik, A. (2013) Barevná variabilita medu, *Včelařství*, 2.
- Veselý, V., Bacílek, J., Čermák, K., Drobníková, V., Haragsim, O., Kamler, F., Krieg, P., Kubišová, S., Peroutka, M., Ptáček, V., Škrobal, D., & Titěra, D. (2009) *Včelařství*, Brázda s.r.o., Praha, 272 s. ISBN: 80-209-0320-8.
- Volf, M., Zeman, J. (2018) Výsledky pěstování řepky v České republice v roce 2017/2018. *Sborník Hluk, SPZO*, Praha, s. 3-40.
- Volková, M., & Kazda, J. (2016b) Jak pesticidy ovlivňují návštěvnost opylovačů v porostu, *Úroda*, 64 (6), 72-75.
- Volková, M., & Kazda, J. (2016a) Repelence či atraktivita vybraných pesticidních přípravků, aplikovaných do řepky, pro opylovače, In *Prosperující olejny 2016* 06.12.2016, Praha, Praha: ČZU v Praze, 95-99.
- Whitehorn, P. R., O'Connor, S., Wackers, F. L., & Goulson, D. (2012) Neonicotinoid Pesticide Reduces Bumble Bee Colony Growth and Queen Production, *Science*, 336, 351-352.

Zhang, H., Breeze, T., Bailey, A., Garthwaite, D., Harrington, R., & Potts, S. G. (2017) Arthropod Pest Control for UK Oilseed Rape—Comparing Insecticide Efficacies, Side Effects and Alternatives, PloS One, 12(1), e0169475.

Název publikace:

Používání pesticidů v ochraně olejnin s ohledem na ochranu opylovačů a jejich produktů

Autoři: Jan Kazda

Martina Stejskalová

Dalibor Titěra

Aneta Bokšová

Grafická úprava obálky: Martina Stejskalová

Vydal: Česká zemědělská univerzita v Praze

Počet stran: 52

Vydání: první

Rok vydání: 2018

ISBN: 978-80-213-2913-3

© Česká zemědělská univerzita v Praze

Autoři:

Doc. Ing. Jan Kazda, CSc.

Ing. Martina Stejskalová

Ing. Dalibor Titěra, CSc.

Bc. Aneta Bokšová



ISBN: 978-80-213-2913-3