

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**  
**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních**  
**zdrojů**

**Katedra ochrany rostlin**



**Faktory ovlivňující návštěvnost porostů olejnin**  
**opylovači**

.....  
doktorská disertační práce

Autor: Ing. Martina Stejskalová  
Školitel: prof. RNDr. Ing. František Kocourek, CSc.  
Konzultant: doc. Ing. Jan Kazda, CSc.

**Praha 2 0 1 9**

### Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou disertační práci "Faktory ovlivňující návštěvnost porostů olejnin opylovači" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího disertační práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené disertační práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 13. 05. 2019

---

## Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala mému školiteli prof. RNDr. Ing. Františkovi Kocourkovi, CSc. za jeho odborné a cenné rady po celou dobu mého doktorského studia. Dále mému konzultantovi, panu doc. Ing. Janu Kazdovi, CSc., za vynikající vedení a podporu při studiu, jeho pomoc při činnostech potřebných pro výzkum a za jeho neustálou snahu posouvat mě dál. V neposlední řadě bych chtěla také poděkovat studentům a kolegům za spolupráci na pokusech a nakonec mé rodině za podporu během mého studia.

## Obsah

Obsah .....	4
1 Úvod .....	7
2 Literární přehled .....	9
2.1 Řepka olejka ( <i>Brassica napus</i> subsp. <i>Napus</i> ) .....	9
2.1.1 Odrůdy pěstované v současnosti .....	9
2.1.2 Ovlivnění opylovačů hybridními odrůdami řepky .....	10
2.1.3 Ošetření řepky přípravky na ochranu rostlin .....	12
2.1.4 Ovlivnění výnosu u řepky .....	13
2.2 Slunečnice roční ( <i>Helianthus annuus</i> ) .....	15
2.2.1 Ovlivnění výnosu u slunečnice .....	15
2.2.2 Ovlivnění opylovačů hybridními odrůdami .....	17
2.3 Včela medonosná ( <i>Apis mellifera</i> ) .....	18
2.3.1 Význam včely medonosné .....	18
2.3.2 Vyhledávání potravy opylovači .....	19
2.3.3 Včelí potrava z řepkového či slunečnicového porostu .....	20
2.4 Působení přípravků na ochranu rostlin (aplikovaných do olejnin) na opylovače .....	22
2.5 Poškození či otravy opylovačů .....	29
2.6 Látky s repelentními účinky na včely .....	32
3 Cíl práce .....	34
4 Metodika .....	35
4.1 Množství reziduí pesticidů v pylu a v medu .....	35
4.2 Metoda přímého lákání .....	36
4.2.1 Metodika porovnávání repelence komerčních přípravků na ochranu rostlin .....	36
4.2.2 Metodika porovnání repelence čistých účinných látek s komerčními přípravky na ochranu rostlin .....	37

4.2.3	Metodika porovnávání repelence přípravků na ochranu rostlin s jejich tank – mixy (insekticid + fungicid) .....	39
4.3	Maloparcelové pokusy s přípravky na ochranu rostlin na řepce ozimé .....	40
4.3.1	Analýza květů řepky na rezidua pesticidů.....	41
4.4	Maloparcelové odrůdové pokusy na řepce ozimé.....	41
4.5	Maloparcelové odrůdové pokusy na slunečnici .....	43
4.6	Maloparcelové pokusy s přípravky na ochranu rostlin na slunečnici .....	43
5	Výsledky a diskuse .....	45
5.1	Množství reziduí pesticidů v pylu a medu .....	45
5.2	Metoda přímého lákání .....	59
5.2.1	Repelence komerčních přípravků na ochranu rostlin .....	59
5.2.2	Repelence přípravků na ochranu rostlin s jejich tank – mixy (insekticid + fungicid) .....	65
5.2.3	Porovnání repelence čistých účinných látek s komerčními přípravky na ochranu rostlin .....	67
5.3	Maloparcelové pokusy s přípravky na ochranu rostlin na řepce ozimé .....	71
5.3.1	Analýza květů řepky na rezidua pesticidů.....	73
5.3.2	Vliv změny obsahu reziduí pesticidů v květech na návštěvnost včel.....	74
5.4	Maloparcelové odrůdové pokusy na řepce ozimé.....	80
5.5	Vliv odrůd (hybridů) slunečnice na návštěvnost opylovačů.....	84
5.6	Maloparcelové pokusy s přípravky na ochranu rostlin na slunečnici .....	88
6	Závěr.....	94
6.1	Existují významné rozdíly v repelenci přípravků pro včelu medonosnou .....	94
6.2	Opylovači navštěvují odrůdy ozimé řepky nebo slunečnice s různou intenzitou .....	95
6.3	Ve včelích produktech (pylu a medu) v úlu je možno zjistit odlišné množství reziduí mnoha pesticidů.....	96
7	Seznam literatury.....	97

8	Seznam publikovaných prací za Ph.D. studium .....	114
9	Přílohy .....	118
9.1	Statistické vyhodnocení .....	118
9.1.1	Metoda přímého lákání.....	118
4.2.2.	Maloparcelové pokusy s přípravky na ochranu rostlin na řepce ozimé .	133
9.1.2	Maloparcelové odrůdové pokusy na řepce ozimé .....	138
9.2	Obrázky .....	146

## 1 Úvod

Od začátku 21. století se celosvětově významně zvyšují negativní dopady rostoucí lidské populace na přírodu. Tyto dopady můžeme vidět i v České republice, kde významně ubývá rostlinných i živočišných druhů. Tyto nepříznivé změny poškodily i volně žijící opylovače, kteří jsou nezbytně důležití nejen pro opylení mnohých kulturních plodin, ale rostlin obecně.

U našeho nejvýznamnějšího opylovače včely medonosné sice zavčelenost našeho území stoupá, ale projevuje se řada problémů především s úživností krajiny, se zdravotním stavem včelstev či jejich vitalitou. Za příčinu mnoha problémů se často označuje intenzivní zemědělská výroba na velkých půdních celcích, která ovlivňuje opylovače hojně se vyskytující v kvetoucích plodinách jako je řepka a slunečnice.

Žlutá pole kvetoucí řepky na 16 % orné půdy jsou v jarním období hlavní nektarodárnou a pylodárnou plodinou zemědělské krajiny po odkvětu stromů. Téměř desetkrát menší plocha slunečnice má však pro opylovače také velký význam svým květem v letním období, kdy v krajině rychle ubývá dalších zdrojů potravy pro opylovače.

U řepky i slunečnice se podobně jako u ostatních polních plodin sice provádí podle zákona ochrana proti škodlivým organizmům dle zásad integrované ochrany rostlin, ale vzhledem k velkému tlaku škodlivých organizmů v obou plodinách dochází k častým aplikacím herbicidů, fungicidů a insekticidů.

Toxicita přípravků na ochranu rostlin pro včely je dobře známá a v současné době se při splnění všech legislativních podmínek hromadné otravy včel vyskytují pouze sporadicky. Objevují se však poznatky, že i aplikace mírně toxických přípravků, může být pro opylovače velmi nebezpečná. Zejména rezidua pesticidů donesená do úlu s potravou, mohou nepříznivě ovlivňovat vývoj a životní cyklus včel.

Cílem této práce bylo zjistit, jak pěstování nových typů hybridních odrůd ovlivňuje návštěvnost porostů řepky i slunečnice opylovači, protože se ve sdělovacích prostředcích i mezi včelaři rychle šíří nepodložené zprávy, že dnes pěstované odrůdy řepky i slunečnice neposkytují opylovačům dostatek potravy. Dalším cílem bylo zjistit, jak ovlivňuje návštěvnost porostů olejin aplikace přípravků na ochranu rostlin, protože v jejich charakteristice zcela chybí informace o míře repelence těchto látek pro opylovače. Přitom je prokázáno, že včely výrazně odpuzuje mnoho přírodních i člověkem vyrobených

látek. Repelentní přípravky na ochranu rostlin by mohly snížit návštěvnost opylovačů v porostech olejnin a tím omezit množství reziduí v pylu a v medu. K dispozici dosud nejsou ani údaje o rychlosti odbourávání přípravků v kvetoucích porostech ani o vlivu snižujícího se množství přípravků v květech na návštěvnost porostů včelami a dalšími opylovači.

Vliv antropogenních faktorů na návštěvnost porostů olejnin opylovači byl zkoumán i v rámci 2 grantových projektů. MZe NAZV QJ 1610217 Inovace systému integrované ochrany řepky pro omezení negativních dopadů současné technologie pěstování a QJ 1510186 Optimalizace technologie ochrany slunečnice.

## 2 Literární přehled

### 2.1 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) 428100 ha., s průměrným výnosem 3,45 t/ha. Celková produkce řepky dosáhla v roce 2018 1 422,8 tis. tun (Mze, 2008).

Díky tomu, že je řepka významným zdrojem pro výrobu jedlého oleje a bionafty (Xia et al., 2016) je 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).

Květy řepky jsou efektivně vytvořeny pro snadné opylení květu pro hmyz. Jsou snadno přístupné, otevřené a jasně žluté barvy. Obsahují také lepkavý pyl, který se dobře zachytává na hmyzu (Blochtein et al., 2014). Podle Cresswell et al. (2004) nejsou květy vhodně uzpůsobeny pro opylení větrem.

Řepka ozimá se pro svou potřebu opylení, včelám velmi dobře přizpůsobila. Láká je velmi sytou žlutou barvou svých květů, speciálními vůněmi a obsahem cukrů v nektaru. Nektar je uložen v nektariích, která jsou v květech řepky situována tak, aby se včely při sběru nektaru dostaly k pohlavním orgánům květu a opylení tak bylo provedeno (Haragsim, 2008).

Abrol (2011) zaznamenal, že řepka poskytuje asi 25 až 91 milionů květů na hektar za den. Kołtowski (2007) dále uvádí, že průměrný výnos řepkového medu z jednoho včelstva je 27 kg.

#### 2.1.1 Odrůdy pěstované v současnosti

Podobně jako u řady hospodářsky důležitých plodin se i při pěstování ozimé a jarní řepky prosazují v celosvětovém měřítku tzv. hybridní odrůdy. Nejlepší z těchto odrůd dosahují přírůstku výnosu až 15 – 20 % v porovnání s nejlepšími současnými liniiovými odrůdami. Tyto hybridní odrůdy zpravidla vytváří mohutnější kořenový systém, rychleji rostou a lépe odolávají stresům při pěstování. Tyto vlastnosti, získávají moderní odrůdy využitím heterózního efektu. Zkřížením přesně určených linií se dosáhne v první generaci potomků specifické kombinace genů, které se navenek projeví uvedeným zlepšením hospodářských vlastností (Baranyk a kol., 2015).

V České republice se první hybridní odrůdy na malé výměře začaly pěstovat v sezóně 1998/1999. Během dvaceti let pěstování stoupalo zastoupení hybridů prakticky lineárním tempem a v sezóně 2016/2017 dosáhlo 90 % (Zehnálek, 2016).

Kromě tradičních hybridů se stále častěji objevují hybridy se speciálními vlastnostmi, mezi které například patří:

- polotrpasličí hybridy
- CL hybridy – Clearfield technologie (tolerance vůči účinné látce imazamox)
- CL polotrpasličí hybridy – Clearfield technologie (tolerance vůči úč. l. imazamox)
- rezistentní odrůdy proti patogenu *Plasmodiophora brassicae* (Baranyk, 2015)
- odrůdy s genem rezistence proti viru žloutenky vodnice TuYV (*Turnip Yellow-Virus*) (Konradyová a kol., 2017)

Dnešní odrůdy řepky, pěstované v České republice, nejlépe medují na územích, jejichž půdy jsou dobře zásobené vláhou a při teplotách okolo 22 °C (Veselý a kol., 2009).

### **2.1.2 Ovlivnění opylovačů hybridními odrůdami řepky**

Ouvrard and Jacquemar (2019) uvádějí, že je jen málo odrůd řepky v dnešní době hodnoceno ve vztahu k opylovačům ve vědeckých studiích, kvůli rychlé obměně sortimentu odrůd. Dále také podotýkají, že vždy záleží na době setí (ozimá či jarní forma), typu odrůdy (hybridní či liniová) a na dalších parametrech jako je například velikost plochy sledovaného porostu či nektarodárnost rostlin. To vše ovlivňuje opylovače při jejich výběru.

V květnu 2005 byla v Maďarsku studována produkce nektaru a složení cukru čtyř odrůd řepky olejné (Baldur, Bekalb Catonic a Colombo). Starší květy uvolňující pyl produkovaly, ve srovnání s mladými květy, více než dvakrát tolik nektaru za slunečného a větrného počasí, a dokonce čtyřikrát více nektaru o den déle když bylo zataženo. Podobné trendy byly pozorovány u ostatních dvou kultivarů, což naznačuje, že povětrnostní podmínky měly výrazný vliv na produkci nektaru. Rostliny včely navštěvovaly pouze za slunečného a suchého počasí, buď proto, že pro ně byla koncentrace cukru v nektaru přitažlivější, nebo proto, že teplotní podmínky byly příznivější pro činnost včel. V nektaru kultivarů mohly být detekovány pouze hexózy a množství glukózy zhruba odpovídalo množství fruktózy, s výjimkou „Baldur“, který měl relativně vysoký obsah glukózy (Farkas, 2008).

Volková a kol. (2016) dodávají, že na množství nektaru nemá významný vliv odrůdové spektrum, ale hlavně fyziologický stav rostliny (zásobení vláhou, živinami atd.). Bez těchto látek rostlina strádá, což se projeví i na menší produkci nektaru rostlinou.

### **2.1.2.1 Ovlivnění opylovačů odrůdou se změněnou barvou květu**

Blýskáček řepkový (*Meligethes aeneus*) je hlavním škůdcem řepky olejné v období poupat a začátku květu a je dobře známo, že preferuje žlutou barvu květu. Zatímco komerční kultivary řepky mají žluté květy, je možné dosáhnout snížení výskytu tohoto škůdce prostřednictvím změny barvy květu (Cook et al., 2013). Autoři ve svém výzkumu zkoumali reakce blýskáčka řepkového na květy odrůdy řepky olejky, která byla obarvena různými barvami v polních experimentech. Květy obarvené modře nebo červeně byly méně napadené než ty zbarvené žlutě nebo bíle, to naznačuje, že modré a červené květy byly méně atraktivní než žluté a bílé. Tato odezva byla s největší pravděpodobností způsobena rozdíly ve zbarvení okvětních lístků, protože studie vonných silic ukázaly, že reakce brouků na pachy barevných ošetření se nelišily.

Obdobnou reakci popisuje i Wenqin et al. (2017), kteří popisují, že změna barvy okvětních lístků má významný dopad na rozšiřování blýskáčka řepkového na rostlinách a jimi zkoumané červené květy řepky jsou méně napadány než květy žluté. Nové červeně či modře kvetoucí odrůdy řepky by mohly zajistit zvýšenou a dlouho trvající odolnost proti blýskáčku řepkovému, a tím snížit závislosti na insekticidech, což by přispělo ke strategii ochrany necílových organismů.

Řepka je známá tím, že je převážně samosprašná, ale jak popisuje Mänd et al. (2010) hmyz může šířit její pyl a zvýšit tak její výnos. Z tohoto důvodu zkoušeli Chittka and Waser, (1997) pěstovat červeně kvetoucí řepku a následně vyhodnotili její vliv na návštěvnost opylovačů. Atraktivita pro včely nebyla v porovnání se žlutěkvetoucí odrůdou srovnatelná, zřejmě z důvodu špatné viditelnosti červené barvy včelami. Domnívají se však, že signály od pylu a nektaru a vůně zůstávají zachovány, což by mělo být pro včely atraktivní natolik, že by bylo zajištěno dostatečné opylení.

To, že pěstování různěbarevných odrůd by mohlo mít vliv na návštěvnost porostů opylovači, dokládají i pokusy založené Šilha a kol. (2014), kteří uvádí, že při použití technologie Flower Power System je bíle kvetoucí odrůda řepky Witt neatraktivní pro hmyzí škůdce. Řehořová (2016) však dokazuje, že odrůda Witt není repelentní jen pro škůdce řepky, ale také pro včely medonosné.

### 2.1.3 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 neonikotinoidevního 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 stimulatorů, desikantů a dalších látek. Podle ÚKZÚZ (2017) bylo v roce 2017 aplikováno do olejnin (převážně řepky) 141 832 kg účinných látek insekticidů, tj. cca 67,5 % všech insekticidů a 243 953 kg účinných látek fungicidů, tj. cca 18 % všech fungicidních látek použitých v ČR.

Bez ohledu na stupeň heterogenity stanoviště v zemědělské krajině je velmi důležité zkoumat interakce mezi použitím pesticidů a chováním bezobratlých, pokud chceme posoudit účinnost pesticidů (Gould, 1991). Aplikace pesticidů ovlivňují chování škůdců, přirozených nepřátel (Wiles and Japson, 1994), ale i necílových organismů (Stanley et al., 2010).

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, 2016b).

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. I přes dodržení zásad správné aplikace přípravků na ochranu rostlin jsou včelaři každoročně hlášeny desítky otrav včelstev pesticidy. Mimo to, jsou rezidua pesticidů v posledních letech zjišťována i v zásobách pylu v úlech, což bývá příčinou oslabení včelstev (Titěra a Kamler, 2013; Pohorecka et al., 2012; Schmuck et al., 2001).

Přípravky na bázi účinných látek (thiaklopid, acetamiprid), které se právě často nacházejí v pylu ve formě reziduí, patří v současnosti k nejčastěji používaným insekticidům do řepky (Pohorecka et al., 2012).

#### **2.1.4 Ovlivnění výnosu u řepky**

V České republice je poměrný dostatek včelstev. Data z konce roku 2017 udávají průměrně přes 9 včelstev na km<sup>2</sup> (Coloss, 2017). 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 ve správném termínu a jejich vhodné rozmístění po pozemku (Nezbeda, 2013).

Stejskalová a kol. (2017) poukazují na výsledky odrůdového pokusu, kde prokázali, že nejvíce včel navštěvuje porosty řepky ve druhém týdnu kvetení řepky. Přestože byly zkoušeny odrůdy s různou raností květu, v každém roce byl jiný průběh počasí a druhý týden květu řepky byl kalendářně vždy v jiném týdnu, byly výsledky každoročně stejné. Pernal and Currie, (1998) dodávají, že celkový obsah cukrů v řepkovém nektaru se mění v průběhu dne i v průběhu doby kvetení. Větší hodnoty autoři naměřili v odpoledních hodinách ve srovnání s dopolednem a také v prvních dvou týdnech kvetení plodin ve srovnání s posledními dvěma týdny.

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). Bartomeus et al. (2015) dále uvádějí, že i škůdci řepky jako je blýskáček řepkový jsou považováni za účinné opylovače řepky, a to zejména v oblastech se silným výskytem těchto škůdců.

Veselý a kol. (2009) dokonce udávají, že po přísunutí 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. Dřívější odrůdy s vysokým obsahem kyseliny erukové a glukosinolátů měly podobnou biologii kvetení, což znamená, že poskytovaly obdobné

množství nektaru včelám a na opylení reagovaly taktéž zvýšením výnosu. Existují zde meziodrůdové rozdíly stejně jako byly i u dřívějších odrůd s vysokým obsahem kyseliny erukové.

Autoři z Irska zkoumali hmyz navštěvující komerční plochy řepky olejné a hodnotili význam různých skupin opylovačů, zkoumali vliv opylovačů na výnos a následně odhadli ekonomickou hodnotu opylovačů řepky. Jejich data ukázala, že ozimou řepku olejkou navštěvuje široká škála druhů hmyzu, včetně včel, čmeláků, ostatních včel a pestřenek. Včela medonosná (*Apis Mellifera*), pestřenka (*Eristalis hoverflies*) a čmeláci (zejména *Bombus sensu stricto* a *Bombus lapidarius*) byli nejlepšími opylovači ozimé řepky olejné na základě počtu pylových zrn, které na sebe upoutaly, návštěvnosti na květinu a jejich relativního množství na pole. Vyloučení opylovačů vyústilo v 27% snížení počtu vyprodukovaných semen a 30% snížení hmotnosti, se srovnatelnými kontrolními hodnotami z pole řepky olejné. Ekonomická hodnota opylování hmyzem ozimé řepky olejné byla odhadnuta na 2,6 milionu EUR ročně, zatímco příspěvek na řepku olejnou činil 1,3 milionu EUR, což vedlo k celkové hodnotě 3,9 milionu EUR ročně (Stanley et al., 2013).

Pierre and Renard (2010) uvádí, že zejména u nových odrůd není přesně známa míra přínosnosti získaná z opylení hmyzem oproti opylení větrem.

Ouvrard and Jacquemar (2019) porovnávali studie, které odhadovaly různé závislosti řepky na hmyzích opylovačích. Většina zkoumaných studií byla provedena v Evropě (75 %) na ozimých kultivarech (77 %). Jejich zjištění jsou následovná.

- Závislost řepky na hmyzím opylení se liší výběrem kultivarů a regionem jejich pěstování
- Závislost řepky na hmyzím opylení souvisí se strukturou pozemku, dostupností živin v půdě a použité ochraně proti škodlivým organismům
- Opylení porostu je závislé na lokální hustotě hmyzích opylovačů a diverzitě hmyzích druhů
- Výskyt opylovačů se v porostu liší velikostí osetého honu

Odpověď řepky na opylení hmyzem se pravděpodobně řídí i vzorem popsaným Leonhardt et al. (2013), že od studeného severu Evropy k teplým jižním středomořským zemím roste jak rostlinná závislost na opylení hmyzem, rozmanitost včel tak i stabilita opylovacích služeb.

## 2.2 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). Výměra slunečnice v České republice činila v roce 2017 21,6 tisíc hektarů produkujících 46 tisíc tun (2,13 t/ha) (ČSÚ, 2017). V roce 2018 činila sklizňová plocha 20 tisíc hektarů produkujících 47 tisíc tun (2,35t/ha) (ČSÚ, 2018).

Slunečnice je převážně cizosprašná a vysoce hmyzosubná 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). Výzkum Sheina et al. (1980) naznačuje, že návštěvnost slunečnice včelami byla ovlivněna genotypem slunečnice, zatímco její pyl nebyl vyhodnocen jako důležitý atraktant.

### 2.2.1 Ovlivnění výnosu u slunečnice

Pisanty et al. (2014) provedli experiment v Izraeli k porovnání opylení slunečnice u včel medonosných ve srovnání s dvěma druhy divokých včel (rod *Lasioglossum*). Zjistili, že včely medonosné svojí vyšší návštěvností a kvalitou opylení výrazně překonaly divoké včely. Vyvodili tedy závěry, že opylení slunečnice v Izraeli je výhradně závislé na včele medonosné.

Ačkoli Maurizio and Schaper (1994) uvádějí, že produkce nektaru a pylu je obecně velmi vysoká, nutriční hodnota slunečnicového pylu je pro včely považována za nižší (Odoux et al., 2004). Chamer et al. (2015) uvádí, že výnos slunečnice může být snížen špatnou kvalitou opylení.

Polní pokusy v Keni, byly provedené za účelem zjištění vlivu různých skupin opylovačů na správné opylení slunečnice a následný 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). Charrière et al. (2010) zjistili, že při pěstování slunečnice v oblastech s dalšími zdroji potravy

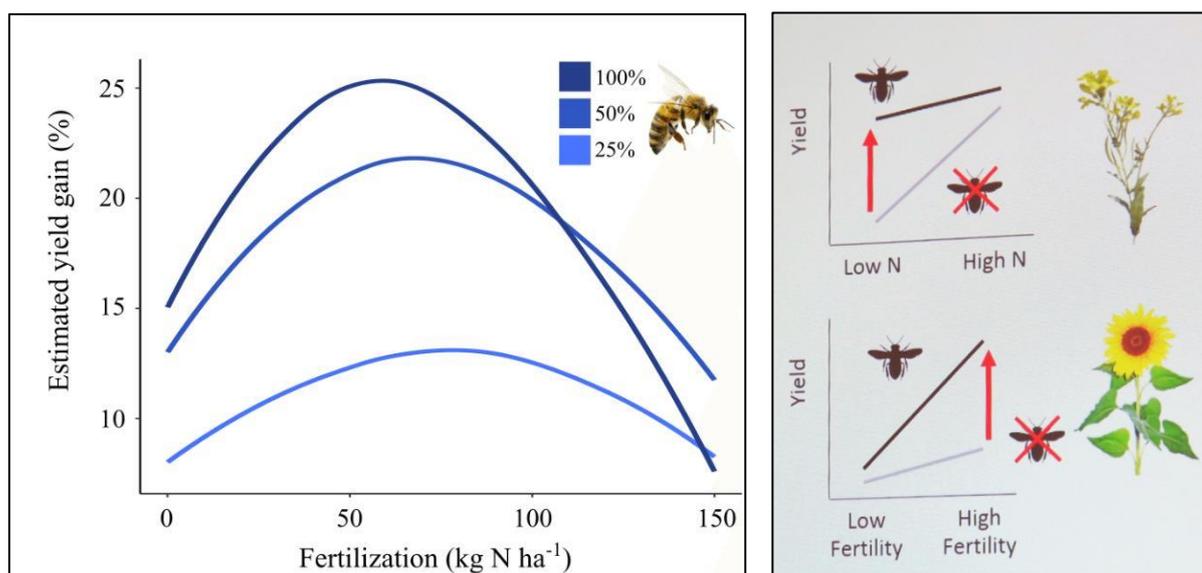
pro včely, návštěvnost slunečnice opylovači nebyla přerušena ani ponížena. Byl zde však shledán nižší zájem včely medonosné o slunečnicový nektar.

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

Tamburini et al. (2017) ve své studii dokazují, že výše výnosu v olejninách závisí na dostupnosti živin (dusíku) a množství opylovačů v porostu. Zjistili také optimální úroveň opylování u slunečnice, aby mohli potenciálně kompenzovat nižší aplikace N. Jak popisuje obrázek 1 nejvyšší výnos byl dosažen při 100% využití opylovačů a dodání dávky dusíku 60 kg/ ha. Dávka 75 kg N/ha by kompenzovala využití pouze 50 % opylovačů k zaručení nejvyššího výnosu. Autoři našli silný vztah mezi úrovní opylování a produkcí semen, což potvrzuje, že opylování hmyzem je základní služba pro slunečnici. Při pozorování tohoto vztahu byl mezi slunečnicí a řepkou nalezen rozdíl obrázek 2. U slunečnice, při nahnojení dusíkem (100 kg/ ha), výskyt opylovačů značně zvýší výnos. Oproti tomu u řepky se při obdobném nahnojení dusíkem již neprojevil takový rozdíl v nárůstu výnosu při přísunu opylovačů.

Obrázek 1 (vlevo) – Závislost výnosu slunečnice na dostupnosti živin a množství opylovačů

Obrázek 2 (vpravo) – Porovnání závislostí výnosu na dostupnosti živin a množství opylovačů u řepky a slunečnice



### 2.2.2 Ovlivnění opylovačů hybridními odrůdami

Ostatní faktory kromě postřiků přípravků na ochranu rostlin jistě také ovlivňují návštěvnost porostů slunečnice opylovači. Hybridní odrůdy se jeví jako jeden z těch důležitých. Lužaić et al. (2008) provedli pokus v Polsku pomocí šesti různých hybridů slunečnice (H1, H2, H3, H4, H5, H6). Pozorovali, že H2 měl nejnižší návštěvu opylovačů, zatímco H4 měl nejvyšší. Rozdíly mezi ostatními hybridy nebyly statisticky významné. Během kvetení byl v tomto pokusu zaznamenán hlavní opylovač včela medonosná (99,53 %), dále zde byli zastoupeni čmeláci (0,32 %) a mouchy (0,15 %).

Hoffman and Chambers (2006) zařadili do svých pokusů deset autogamních kultivarů slunečnice, kde hodnotili tvorbu semen při vystavení rostlin včelám medonosným a bez vystavení. V první variantě byl počet včel menší než v druhé variantě. Tvorba semen se u většiny kultivarů výrazně nelišila ani mezi těmi co byly obalené sítí a těmi, které byly volně přístupné včelám. V druhé variantě měly kultivary mnohem více semen, když byl květ volně přístupný a váha jednotlivých semen byla také značně vyšší. Zároveň dodávají, že na semena mělo také vliv prostředí, což dokazují na porovnání zasíťovaných slunečnic. Počet semen se zde lišil v závislosti na teplotě. V první variantě se výrazněji lišil rozdíl minimální a maximální teploty v porovnání s variantou druhou a při první byl počet semen výrazně nižší. Ovšem při vysokých teplotách některé volně přístupné kultivary vyprodukovaly až 4x více semen než ty, které nebyly včelám přístupné.

V roce 2011 Cerrutti and Pontet (2016) zahájili tříletou studii o rozdílné přitažlivosti odrůd slunečnice pro včely medonosné. Použili 13 současných hybridů slunečnice na dvou lokalitách. Genetika slunečnice, byla hlavním faktorem ovlivňujícím výskyt včel na parcelách. Zatímco žádný z testovaných hybridů nebyl zcela zanedbán, největší průměrnou návštěvnost opylovači měly hybridy č. 12, 10, přičemž hybrid č. 11 měl nejvyšší návštěvnost opylovači na lokalitě B v roce 2012 a 2013. Výsledky konzistence mezi roky a lokalitami naznačují, že včely medonosné vykazují stabilní přednost vůči hybridům, a to i v případě, že lze očekávat interakci genotypu x s okolím.

Pokus, který provedl Parker (1981a) sestával ze šesti kultivarů samčího sterilního typu (SW 504, 506, 509, 514, 517, 526) a jediného samčího kultivaru (RW 637) za účelem porovnání přitažlivosti kultivarů. Zjistil, že kultivary 504 a 509 byly včelami velice preferovány ve srovnání s ostatními kultivary.

## 2.3 Včela medonosná (*Apis mellifera*)

Včela medonosná (*Apis mellifera*) patří mezi ty druhy hmyzu, které se rozšířily prakticky po celé planetě, kde obsadily větší část pevniny. Včelstva byla často přivezena kolonizátory na nová území, kde prokázala svou mimořádnou přizpůsobivost (Nezbeda, 2013).

Včela medonosná je lesostepní živočich, původně žijící zejména v dutinách stromů. Člověk se však naučil včelu chovat a sestrojil si k jejímu chovu umělou dutinu čili úl. Včela medonosná žije vysoce eusociálním způsobem života v trvalém společenství – včelstvu. Včelstvo je mnohdy chápáno jako jeden organismus, protože bez něj jedinec není schopen dlouhodobě přežít. Trvalé společenstvo včel je charakterizované dělbou práce, společnou péčí o plod, snášením potravy a schopností přečkat období zimy (Nezbeda, 2013; Přidal, 2004).

Ve vrcholném období rozvoje tvoří včelstvo jedna matka, 300 – 600 trubců, 50 000 – 60 000 dělnic, vajíčka a plod. Včelstvo vytváří zásoby medu a pylu a tvoří pomocí plodových a medných plástů včelí dílo z vosku (Veselý a kol., 2009).

Včela medonosná je živočich, který je celou svou existencí závislý na kvetoucích rostlinách. Její potravou je pyl a med. Pyl získávají z pylodárných rostlin a med tvoří hlavně z nektaru a medovice (Veselý a kol., 2009).

### 2.3.1 Význam včely medonosné

Včely medonosné jsou v naší krajině hlavní skupinou opylovačů, která zajišťuje opylení zemědělských plodin. Tito a další užiteční organismy napomáhají opylením zemědělských plodin k vyššímu výnosu, vyšší HTS a tím pádem i k vyšší ekonomice podniku (Aizen and Harder, 2009; Rollin and Garibaldi, 2019).

Oproti ostatním opylovačům řepky má včela medonosná mnohé výhody. Včelstva čítají v době květu rostlin okolo 60 000 jedinců, z čehož je více než polovina létavek. Létavkami nazýváme včely dělnice, které vylétávají z úlu a při sběru nektaru a pylu zajišťují opylení rostlin. Další výhodou včely medonosné je to, že včely létavky se vrací ke stejnému zdroji snůšky po dlouhou dobu. Navštěvování stejných druhů rostlin je totiž velice důležité pro správné opylení rostlin (Haragsim, 2008).

Česká republika se od 80. let potýká s poklesem diverzity rostlin. Jeteloviny, které slouží jako hlavní potravní zdroj pro dnes významné opylovače, v zemědělství ztratily využití,

a dnes jsou pěstovány pouze asi na 5 % orné půdy (ČSÚ, 2014; Goulson, 2010). Naopak masivně se v celé Evropské unii od r. 1990 začala pěstovat řepka olejná, která se dnes stala pro opylovače hlavní nektarodárnou a pylodárnou plodinou zemědělské krajiny (Diekötter et al., 2010).

### 2.3.2 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).

Vnímání barev u blanokřídlých a pravděpodobně u většiny dalších hmyzích opylovačů nelze definovat z hlediska tradičních lidských dimenzí barev, jejich sytosti a intenzity (Chittka et al., 1992; Giurfa et al., 1995).

Vztah mezi barvou rostliny a schopností opylovače vnímat určité spektrum rostliny je podle Menzel and Backhaus (1991) evolučně adaptovaným systémem, který umožňuje přesné rozpoznání rostliny. 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.

Myšlenka, že včely upřednostňují modrou barvu, je již zastaralá, neboť bylo dokázáno, že navštěvují rostliny všech barev a v případě, že se pohromadě nachází několik rostlin s různými barvami květů, tak včely neprojevují výraznou preferenci. Je sice pravda, že modré, fialové a nafialovělé květy jsou častěji opylovány, ale to se dává jako příčina struktury květu, který je častěji uzpůsoben právě včelám např. *Pedicularis*, nebo *Trifolium* (Kevan and Baker, 1983).

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).

Autoři Cook et al. (2002) popisují ve svém výzkumu jak samci i samice blýskáčka řepkového (*Meligethes aeneus*) byli přitahováni vůní řepkových květů, což naznačuje, že tento hmyz může vyhledávat své hostitelské rostliny pomocí květinových pachů jako podnětů. Bylo zjištěno, že ze všech testovaných květinových částí vyzařují atraktivní vůni květiny hlavně okvětní lístky, prašníky a samotný pyl. Alespoň část atraktivní vůně květů řepky olejné tedy vyzařuje z pylu. Brouci byli statisticky průkazně více přitahováni květy obsahující prašníky než těmi bez prašníků. Prašníky a pyl proto mohou uvolňovat výrazné pachy, které jsou kvantitativně a /nebo kvalitativně odlišné od pachu zbytku květu. Tyto experimenty podporují hypotézu, že hmyz, který vyhledává pyl, využívá pachové podněty k vyhledání tohoto zdroje potravy.

### **2.3.3 Včelí potrava z řepkového či slunečnicového porostu**

Z hlediska zajištění dobrého zásobování včelstev a produkce medu je v našich podmínkách nejdůležitějších jen několik druhů rostlin jako zdrojů pylu (P) a nektaru (N), případně medovice (M). Švamberk (2003) uvádí, že hlavními snůškovými rostlinami jsou od předjaří do podzimu: líska (P), olše (P), vrby (P, N, M), osiky aj. topoly (P, M), pampeliška (P, N), ovocné stromy a trnka (P, N), javory (P, N, M), řepka (P, N), hloh (P, N), heřmánek a rmen (P, N), jetel (P, N), akát (N), smrk (M), lípa (M, N), dub a modřín (M, P), kukuřice (P), hořčice (P, N).

Přidal (2005) uvádí, že výživná hodnota a biologická účinnost pylu různých botanických druhů byla zjišťována podle vývoje hltanových žláz, tvorby tukového tělesa, rozvoje vaječnicků 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 nevýživný – 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 %.

Uváčik (2013) na stanovišti včelstev ve Středočeském kraji zaznamenal, při získávání medu z různých úlů ukaz variability snůškových možností jednotlivých včelstev. Z jednoho úlu, který stál v první řadě úlů, vytočil med žluté barvy, kterou včely získaly z květů komonice. Z úlu následného však vytočil med tmavě červený. Tento med podle mikroskopického přezkoumání pocházel z květů vikve ozimé. Závěrem tedy usuzuje, že každé včelstvo může létat za jinou snůškou a vytvořit tak zcela odlišný med.

Podle autora 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. Tento jev u slunečnice však není pravidlem, na to, aby slunečnice ronila tyto mimotělní šťávy, musí mít příhodné klimatické podmínky, tj. tropické teploty hlavně v nočních hodinách a poměrně velké sucho.

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 neměli dostatečné zdroje potravy. Bylo zjištěno, že včely v tuto dobu začali 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. Sezónní proměna původu pylu vykazovala bimodální charakter se dvěma vrcholy (I.: 10.5.-6.6.; II.: 17.7.-16.8.). Poměrně

nečekaně nastal první vrchol až měsíc po vykvetení řepky, zatímco druhý připadal na začátek květu slunečnice a kukuřice. Ke společné kulminaci sběru nektaru/pylu docházelo pouze během období květu slunečnice. Složení druhového bohatství potravy a diverzity bylo nejvýraznější v květnu. 90,2 % druhů rostlin bylo současně navštěvováno jak kvůli pylu, tak nektaru. Autoři upozorňují na zajímavou „výjimku z pravidla“ – ačkoliv je pyl řepky bohatý na proteiny, minerály a energii, sbírán byl na začátku sezóny minimálně (Requier et al., 2015).

Zejména na začátku sezóny byly pěstované plodiny (představované řepkou) využívány méně pro pyl (podíl 11 %), než jiná kvetoucí vegetace. V souhrnu byly zemědělsky pěstované plodiny druhým nejčastějším zdrojem pylu (30,2 % z celkového množství pylu). V kontrastu s tím byly dřeviny a bylinné rostlinné druhy (včetně plevelů rostoucích na polo-přirozených habitatech) využívány více než z 60 %. Mák vlčí (*Papaver rhoeas*) byl nejnavštěvovanější rostlinný druh a druhý nejvíce sbíraný, hned za zemědělsky pěstovanými plodinami kukuřicí a slunečnicí (Requier et al., 2015).

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 vaječnicků.

Pernal and Currie (2002) tvrdí, že opylovači nejsou ovlivněni kvalitou proteinů v pylu. Singh et al. (1999) dále dodávají, že jsou to právě lipidy obsažené v pylu, které ovlivňují preferenci opylovačů.

#### **2.4 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). Zvýšené používání pesticidů v posledních letech výrazně zvýšilo úmrtnost hmyzích opylovačů (Gill et al., 2012).

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).

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 (Kazda, 2014).

Po více než 10 letech používání rozhodla Evropská komise, že od 1.12. 2013 bude zakázáno po dobu 2 let používání neonikotinoidních mořidel s účinnou látkou klothianidin, imidakloprid a thiamethoxam. Zákaz se týkal použití přípravků s uvedenými úč. l. v kukuřici, řepce, jarních obilninách, slunečnici, máku a mnoha dalších polních plodinách, ovocných dřevinách a zelenině, protože je považuje za nebezpečné pro včely. U řepky ozimé, která se stala jedinou ozimou plodinou postiženou tímto opatřením, se očekávalo, že toto opatření může způsobit problémy při ochraně vzcházejících rostlin některým škůdcům v podzimním období (Kazda, 2016). Definitivní zákaz používání tří diskutovaných neonikotinoidů na volné zemědělské ploše byl odhlasován v dubnu 2018. Jejich použití je tedy od prosince roku 2018 možné pouze ve sklenících (Euractiv, 2018).

Podle Henry (2012) kontakt i s nevýznamným množstvím tiametoxamu způsobuje dezorientaci a neschopnost včel najít úly. Tosi et al. (2017) testovali účinky akutní a chronické expozice tiametoxamu na létavky v proletové hale. Během 1 hodiny po konzumaci jedné subletální dávky (1,34 ng/ včelu), létavky vykazovaly signifikantně zvýšenou dobu trvání letu (+ 78 %) a vzdálenost (+ 72 %). Po dvou dnech nepřetržité expozice, která vyústila v dávky příjmu odpovídající obdobné dávce v přirozeném prostředí (1,96 – 2,90 ng/ včelu/ den) se významně snížila doba trvání letu (– 54 %), vzdálenost (– 56 %) a průměrná rychlost (– 7 %). Tyto výsledky demonstrují, že akutní nebo chronická expozice samotného neonikotinoиду může významně změnit let včel a narušit navádění, které je nezbytné pro normální funkci kolonií.

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). Ale například ve Švýcarsku a Francii je aplikace neonikotinoidů do slunečnice zakázána a stále se oslabení včelstev vyskytuje v lokalitách blízko slunečnicových polí (Charrière et al., 2010).

Ve svých studiích Gill et al. (2012) zjistili, že použití neonikotinoidů a pyretroidů má negativní vliv na čmeláky zemní, zvyšuje úmrtnost včelích dělnic a významně snižuje počet larev, což vede k úhynu kolonie. Vliv přípravku s účinnou látkou lambda – cyhalothrin na opylovače byl zkoumán v polních a polo-provozních pokusech na porostu měsíčku lékařského. Byla použita doporučená dávka lambda – cyhalothrinu (0,093 mg/ml). Po aplikaci účinné látky byl celkově pozorován značný úbytek opylovačů na porostu. V polo – provozním pokusu způsobyl lambda – cyhalothrin značnou úmrtnost včel (75 %). Z výsledků vyplývá, značná toxicita lambda – cyhalothrinu pro opylovače, takže jeho užití by mělo být minimalizováno kvůli ochraně opylovačů.

Neonikotinoidy také ovlivňují chování včel (Fischer et al., 2013).

Mnoho letálních a sublethálních účinků neonikotinoidních insekticidů na včely bylo popsáno v laboratorních studiích. V terénních studiích s terapeutickými dávkami nebyly pozorovány žádné účinky na včely (Blacquièrè et al., 2012).

Přestože Bonmatin et al. (2005a) 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.

Thiaklopid je látka, která je v současné době intenzivně studována, ale výsledky jsou rozporuplné (Blacquièrè et al., 2012). Podle Di Prisco et al. (2013) je thiaklopid dáván do souvislosti se syndromem CCD (syndrom prázdného úlu) a narušením imunitního systému včel proti virovým infekcím. Thiaklopid patří do skupiny kyano – substituovaných neonikotinoidů a je ve srovnání s nitro-substituovanými neonikotinoidy (imidaklopid 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. Jsou prokázány případy, kdy aplikace neonikotinoidů v kombinaci s pyreteroidem neovlivnila včelstva, ale způsobila komplexní kolaps 20 % kolonií čmeláků, které se dostaly do kontaktu s těmito látkami.

Badawy et al. (2015) měřili akutní toxicitu acetamipridu a pymetrozinu v polních pokusech a úmrtnost včel nepřesáhla 25 % ve srovnání s dinotefuranem, který způsobil 100% mortalitu nebo pyridinylem s 40% mortalitou.

Thompson and Wilkins (2003) zkoumali synergický účinek fungicidních a insekticidních formulací a potvrdili, že repelence se snižuje ve směsi pesticidů s účinnými látkami tebukonazolem a  $\alpha$  – cypermethrinem. Nicméně, neprokázali, že kombinace významně zvyšují riziko samotných pyrethroidů. Nebyla prokázána žádná toxicita kontaktu samotného tebukonazolu, avšak kombinace s thiaklopridem způsobila 70 % mortalitu v testech kontaktní toxicity (Schmuck et al., 2003). Ve stejné studii v tunelových testech nebyla pozorována zvýšená úmrtnost, když se na včely přímo rozstříkoval samotný thiaklopridem nebo v kombinaci s tebukonazolem. Oba experimenty používaly pesticidní přípravky, ne pouze jejich účinné látky. Proto je možné, že pomocné látky (smáčedla) v pesticidech mohou hrát roli v polních podmínkách.

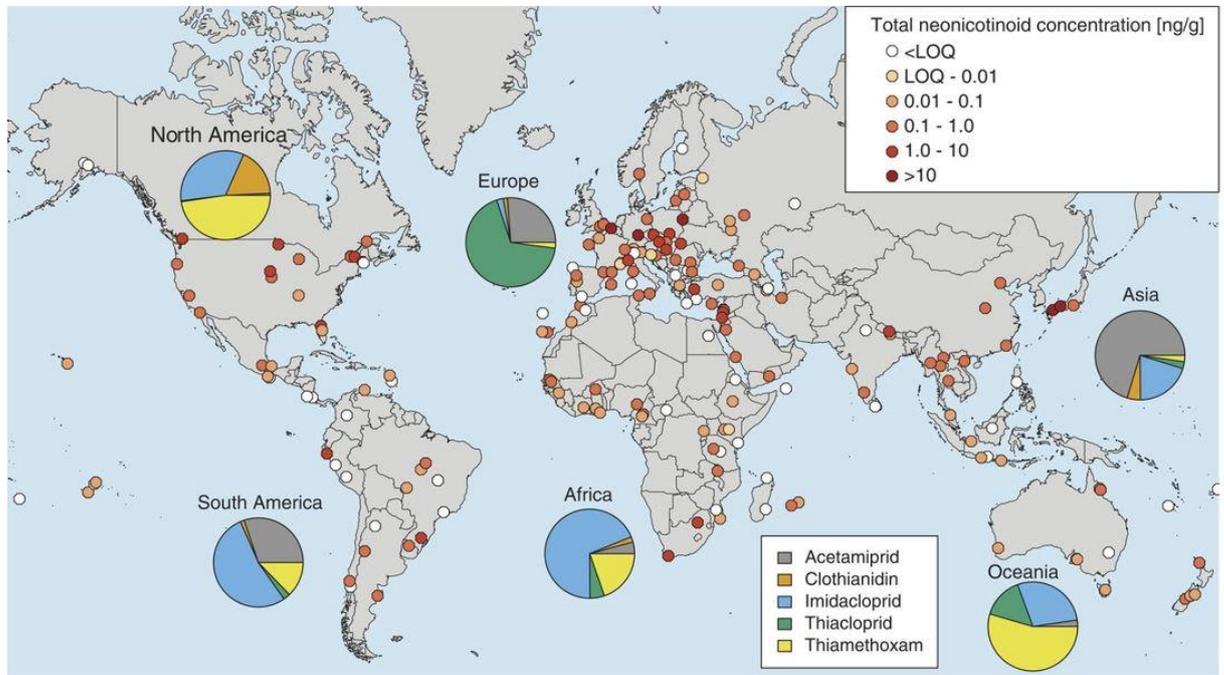
Gill et al. (2012) upozorňují také na negativní synergické účinky neonikotinoidů s fungicidy. Fungicidy nevykazují žádné riziko pro včely, pokud jsou na porost aplikované samostatně. V kombinaci s insekticidy ať už v tank – mixu nebo v po sobě jdoucích aplikacích fungicidu a insekticidu, však již zvyšují 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., 2012; Schmuck et al., 2001).

Mitchell et al. (2017) hodnotili globální vystavení opylovačů neonikotinoidům analýzou 198 vzorků medu z celého světa. Zjistili alespoň jednu z pěti testovaných látek (acetamiprid, klotianidin, imidacloprid, thiakloprid a thiametoxam) v 75 % všech vzorků, 45 % vzorků obsahovalo dvě nebo více těchto látek a 10 % jich obsahovalo čtyři nebo pět. Výsledky potvrzují expozici včel neonikotinoidy v medu po celém světě. Jak popisuje schéma autorů (obrázek 3) frekvence výskytu jednotlivých neonikotinoidů ve vzorcích medu a jejich relativní podíl na celkové koncentraci neonikotinoidů se v jednotlivých regionech lišil.

Imidacloprid dominoval celkovým koncentracím v Africe a Jižní Americe, thiacloprid v Evropě, acetamiprid v Asii a thiametoxam v Oceánii a Severní Americe, což odráží regionální rozdíly v používání specifických typů pesticidů.

Obrázek 3 Kontaminace medu neonicotinoidy ve světě



Titěra (2011) popisuje, že účinky neonicotinoidů 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 (thiacloprid, acetamiprid), které se často nachází v pylu ve formě reziduí, patří v dnešní době k nejvíce používaným insekticidům do květu řepky (Pohorecka et al., 2012).

Pro včely silně toxický imidacloprid byl zjištěn také v nektaru slunečnice. Při odběru nektaru bylo zjištěno 1,9  $\mu\text{g}$  účinné látky imidacloprid na kg nektaru (Schmuck et al., 2001). Akutní toxicita je jen jeden z parametrů. Subletální dávky působí skokovou změnu v citlivosti včel vůči virovým infekcím. Problémy s narušením orientace jsou podobné, jako u dalších neonicotinoidů (Iwasa et al., 2004).

Titěra (2014) uvádí, že v podmínkách České republiky se rezidua pesticidů (neonicotinoidů) nachází především v pylu v dávkách desítek až stovek nanogramů na gram pylu v různých kombinacích. Neonicotinoidy 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.

Autoři Pohorecka et al. (2012) zkoumali vliv neonikotinoidů na včely. Zkoušeny byly látky k moření osiva řepky (thiamethoxam, klotianidin nebo imidakloprid) i k foliální aplikaci (acetamiprid a thiakloprid). Všechny tyto neonikotinoidní insekticidy použité v ochraně proti škůdcům byly přítomny ve vzorcích nektaru a pylu. Hladiny reziduí byly však nižší než hodnoty akutní orální a kontaktní toxicity LD<sub>50</sub>. Mezi pěti vyšetřenými neonikotinoidy byl nejčastěji zjištěn: thiamethoxam, thiakloprid a acetamiprid. Tyto látky byly přítomny v 65, 64 a 51 % vzorků nektaru a ve 37, 62 a 45 % vzorků pylu. Nejvyšší úroveň reziduí byla zaznamenána po ošetření semenem thiamethoxamu; v průměru 4,2 a 3,8 ng/ g ve vzorcích nektaru a pylu. Ve vzorcích nektaru a pylu z polí řepky ozimé byly nalezeny nižší hladiny reziduí ve srovnání se vzorky jarní řepky. I přes tyto nálezy reziduí v medu a pylu autoři nezaznamenali po celou dobu studie negativní účinky neonikotinoidů na úmrtnost včel, vývoj plodu či například výtěžek medu. Autoři dodávají, že pravděpodobně vyšší rizikové vystavení včel nepříznivému dopadu reziduí neonikotinoidů bude vysoké v oblastech intenzivně pěstované řepky.

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 sacharóзовého roztoku právě látkami imidacloprid, thiamethoxam a klothianidin než samotného roztoku sacharózy (Kessler et al., 2015).

Autory Darko et al (2017) byly stanoveny koncentrace reziduí pesticidů v medu odebraného z úlu umístěných v lesních pásech obklopujících zemědělské plochy v Ghaně. Ve vzorcích medu bylo zjištěno celkem 11 pesticidů (diazinon, chlorpyrifos, dimethoát, methoxychlor, malathion, aldrin, cyfluthrin, permethrin, fenvalerát, endosulfan a DDT). Nalezené koncentrace byly většinou blízko limitů detekce. Chlorpyrifos, dimethoát, methoxychlor a malathion byly jediným zjištěným organofosfátem, ale žádný z nich neměl koncentraci vyšší než maximální limit reziduí, stanovený Evropskou unií. Nejvíce detekovanými pyretroidy byly cyflutrin a permethrin.

Böhme et al. (2018) prováděli výzkum v Německu založený na rozboru rouskového pylu na rezidua pesticidů. Vzorky sbírali ze 3 míst (louka ze 60 %; obilnářská oblast + řepka; sady + vinice). Během pěti let zanalyzovali 281 vzorků, kde bylo odhaleno 73 různých pesticidů. A pouze pětina vzorků byla bez nálezu. Z výsledků vyplývá, že nejvíce kontaminované z hlediska různorodosti látek bylo stanovitě sadů a vinic, kde bylo odhaleno

58 účinných látek. Druhá nejvíce zamořená lokalita byla obilnářská oblast, kde bylo zjištěno 37 cizorodých látek a nejméně látek (24) bylo nalezeno na luční lokalitě. Dále uvádí, že ve všech letech a na všech stanovištích se objevovaly nejčastěji látky fungicidní povahy, a to více než z 50 %.

McArt et al. (2017) publikovali obdobný výzkum. Zatímco se v současné době hodně diskutuje vliv pesticidů na úhyn včelích kolonií, jen velmi málo se ví o mechanismech přenosu a kontaminace včel během opylování. Z jejich výzkumu vyplývá, že kontaminace pesticidy v nashromážděných vzorcích medu a pylu byla nad úroveň povolených limitů, které znamenají akutní nebo chronickou toxicitu. Ta byla nalezena v medu a v pylu v úlech, na 22 z 30 lokalit. Vzorky byly odebrány z 30 lokalit jabloňových sadů, kde bylo rozmístěno 120 experimentálních úlů. Při dané skladbě krajiny se dá usuzovat, že hlavním ohniskem kontaminace pesticidy budou sady. Nicméně se ukázalo, že zvýšené riziko kontaminace bylo spojeno s různými v okolí volně rostoucími rostlinami jako zdroji pylu a nektaru pro včely. Navíc více než 60 % zjištěných účinných látek nebylo ošetřováno během květu jableň. Výzkum naznačuje, že hlavním rizikovým zdrojem residuí pesticidů pro opylovače jsou volně rostoucí rostliny a jiné zdroje v okolí zemědělských plodin.

Traynor et al. (2016) našli jasné vazby mezi nárůstem celkového počtu residuí přípravků ve vosku a úmrtností včelích kolonií. Zejména zjistili, že fungicidy nalezené ve vosku značně zvýšily úmrtnost včelích kolonií. Ta nastala většinou kvůli úhynu matky, což je významný rizikový faktor pro zdraví a produktivitu kolonií.

Semafor přípravků je elektronický nástroj, který umožňuje zobrazovat POR podle jejich ekotoxikologických vlastností, respektive míry rizik, který přípravek představuje pro jednotlivé složky životního prostředí – vodní organizmy a vodní prostředí, půdní organizmy, včely, necíloví členovci, ptáci a savci, necílové rostliny, případně nebezpečnosti pro zdraví lidí (ÚKZÚZ, 2019).

Míra vlivu přípravků na jednotlivé složky životního prostředí je vyjádřena trojbarevnou stupnicí (zelená, žlutá, červená). Riziko a nebezpečnost jsou v povolovacím procesu vyhodnoceny na základě vědeckých studií předložených žadatelem. Je-li riziko vyšší, než stanovují harmonizovaná kritéria, stanoví se omezující opatření, která riziko sníží na přijatelnou úroveň. Právě tato opatření (v případě nebezpečnosti varování), ve formě standardizovaných vět, jsou použita k zařazení jednotlivých přípravků do tří barevných skupin.

- Červená skupina představuje přípravky s výraznými opatřeními pro snížení rizika, jejichž nedodržení může vést k významnému ohrožení příslušné složky životního prostředí nebo zdraví lidí
- Žlutá skupina je zastoupena přípravky, jejichž povolení a používání je rovněž podmíněno snížením rizika prostřednictvím omezujícího opatření nebo varovné věty, avšak toto omezení je spojeno se střední mírou rizika
- U přípravků ze zelené skupiny není nutné riziko při použití významně snižovat prostřednictvím ochranných opatření
- Pokud je u některé vlastnosti bílá barva, znamená to, že u přípravku dosud nebylo provedeno přehodnocení v souladu s kritérii a postupy, platnými v současné době. U této bílé skupiny mohou být z minulosti uvedeny některé dříve používané varovné věty, jež ale nejsou podle současných právních předpisů spojeny s dalšími povinnostmi při použití (ÚKZÚZ, 2019).

## 2.5 Poškození či otravy opylovačů

Dostupnost zemědělských pesticidů (insekticidy, herbicidy a fungicidy) od 40. let minulého století je jedním z faktorů, které zemědělcům umožnily vyrábět více a kvalitnější potraviny (Pimentel et al., 1992). To však mělo za následek již pravidelné aplikace přípravků na ochranu rostlin, aby se zabránilo ztrátám způsobeným škůdci a chorobami. Široce rozšířené používání přípravků na ochranu rostlin však bohužel poškozuje životní prostředí. Insekticidy a fungicidy používané v zemědělství mají konzistentní negativní vliv na biologickou rozmanitost a potenciál biologické kontroly (Stanley et al., 2010).

Například Biesmeijer et al. (2006) popisují ve své práci úbytek opylovačů před a po roce 1980 ve Velké Británii o 52 % a na území Nizozemska o 67 %.

Kromě pesticidů, měla na úbytek opylovačů vliv i industrializace zemědělství s nástupem mechanizace. V této době se začala krajina přetvářet a vznikaly velké hony. Byly tudíž odstraněny remízky, aleje a další krajinnotvorné prvky, které pro mnohé opylovače znamenají jediné prostředí pro hnízdění či pro nalezené potraviny (Macdonald and Johnson, 2000; Goulson et al., 2008). Po těchto změnách následovaly i změny v pěstovaných plodinách. Byl zaznamenán značný úbytek v pěstování luskovin a trvalých travních porostů. Tyto plodiny byly nahrazeny ekonomicky výhodnými monokulturami, které však nezajistí dostatečné množství potravy, natož potravní pestrost pro opylovače (Howard et al., 2003).

K úbytku včelí potravy přispěly i rostoucí plochy geneticky modifikovaných plodin tolerantních vůči herbicidům, jejichž plochy jsou ošetřovány neselektivními herbicidy (O'Brien and Arathi, 2018).

V roce 2006 – 2007 došlo v USA k rapidnímu úhynu včelstev včely, kdy během zimy a jara uhynula jedna třetina všech včelích kolonií s tím, že velké množství létavek uhynulo mimo úl (Stokstad, 2007). Tento jev byl nazván jako CCD (Collapse Colony Disorder) čili syndrom „prázdného úlu“. Přesná příčina vzniku syndromu CCD není známa, ale předpoklady zahrnují individuální dopad více faktorů nebo pravděpodobněji jejich synergický efekt. Hypotéza týkající se příčin zmíněného syndromu zahrnuje vliv tradičních onemocnění včelstev způsobených roztoči *Varroa destructor* a jinými parazity, nadměrnou spotřebu pesticidů v zemědělské produkci, geneticky modifikované organismy, elektromagnetické záření, špatnou výživu včel, pěstování plodin v monokulturách a ztrátu biodiverzity. V současné době se řada výzkumníků domnívá, že se jedná o synergii mnoha faktorů, takže včely jako bioindikátor odrážejí současný stav životního prostředí ve světě (Kluser and Peduzzi, 2007; Bekić et al., 2014).

Bonmatin et al. (2005b) tvrdí, že existují souvislosti mezi výskytem příznaků CCD a blízkostí úlů k zemědělským plodinám, které byly ošetřeny neonikotinoidy. Tyto látky, mezi které patří i imidacloprid a klotianidin, přetrvávají po delší dobu v ošetřených rostlinách a akumulují se v pylu a nektaru. V terénní studii se uvádí, že CCD je primárně způsobeno interaktivními účinky popisovaných účinných látek, které včely přijmou kontaminovanou potravou.

Významným důvodem pro úbytek opylovačů v Evropě je intenzivní používání pesticidů v zemědělství (Goulson et al., 2008).

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).

Böhme et al. (2018) popisují možné cesty kontaminace včel:

- Přímá kontaminace během postřiku kvetoucích porostů

- Přenos prachem, který se uvolnil z mořeného osiva
- Přenos z kontaminovaných vodních zdrojů
- Sběrem nektaru, pylu, gutační vody a dalších produktů kontaminovaných systémovými pesticidy včetně přenosu z nekulturních rostlin (plevelů)

Kontaminací včel gutační vodou a rosou vyskytující se v porostech řepky se zabývali autoři Abd – Allah Shawki et al. (2006). Popisují, že jelikož včely medonosné (*Apis mellifera* L.) hrají důležitou roli při opylování řepky ozimé, včelaři obvykle přisunují včelstva k porostu řepky v době ještě před květem. Včely však nekvetoucí porost časně z jara nepotřebují z důvodu sběru nektaru nebo pylu, ale k získání vody (gutační voda, rosa). Autoři zjistili, při výzkumu ovlivnění včel postřikem porostu přípravkem Nurelle D (úč. l. chlorpyrifos a cypermethrin), že gutační voda ani rosa získaná z porostu včelám působila pouze mírně škodlivě.

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; zřejmé 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, 2003). 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). Aktivita létavek je prvotním bodem intoxikace včel, protože létavky jsou prvními jedinci z včelstva, které jsou v kontaktu s toxickými látkami na květech, v nektaru v pylu (Colin et al., 2004).

## 2.6 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 měli přidávat látky repelentní pro opylovače. Nedochozí 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).

Dlouhotrvající repelentní účinek přípravků může připravit plodiny o přínos z opylování hmyzem, zatímco krátkodobá repelence odradí hmyz a zabrání tak jakémukoli subletálnímu účinku pesticidů (Colin et al., 2004). Po odeznění repelence přípravku však mohou opylovači zahájit znovu opylování porostu, a zaručí tak udržení výnosové hladiny plodiny (Halm et al., 2006).

Vliv repelence používaných insekticidů na včely již zdokumentovali někteří autoři ve svých pracích (Pike et al., 1982; Shires et al., 1984; Vaidya et al., 1996; Thompson and Wilkins, 2003; Abrol and Kumar, 2009). Je však stále nedostatek údajů o měnící se návštěvnosti včel na porostu po aplikaci insekticidů (Pashte and Patil, 2017).

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., 1978). Solomon and Hooker (1989) zkoušeli stovky látek s různým stupněm repelence pro včely. Z testovaných insekticidů vykazoval silný repelentní účinek přípravek Ambush C (úč. l. cypermethrin) a Gusathion (úč. l. azinphos – methyl). Většina testovaných fungicidů byla silně repelentní. Vysokou repelenci vykazoval přípravek Captan (úč. l. captan), Pallitop (úč. l. nitrothal – isopropyl), Topas (úč. l. penconazole), Systhane (úč. l. myclobutanil), Bayleton (úč. l. triadimefon) a Bavistin (úč. l. carbendazim). Veškeré tyto jmenované přípravky měly index repelence větší než 80 %.

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

Dutta et al. (2016) sledovali účinek různých insekticidních látek na populaci včel vyskytujících se v porostu řepky. Výsledky ukazují, že v závislosti na použitém postřiku se výrazně lišilo množství včel navštěvující ošetřený porost, a to v obou sledovaných časových úsecích 3 a 7 dní po aplikaci přípravku. Ze zkoušených přípravků měl u pozorování 3 dny po postřiku nejvíce včel azadirachtin (9,24 včel/ parcela/ 5 min) což bylo statisticky podobné výsledku zaznamenanému na parcele ošetřené buprofezinem (8,33 včel/ parcela/ 5 min) a lefunerone (8,13 včel/ parcela/5 min). Nejnižší množství včel medonosných (3,43 včel/ parcela/ 5 min) bylo zaznamenáno na parcele ošetřené indoxakarbem. Výše uvedený trend lze pozorovat i v případě pozorování 7 dní po aplikaci přípravků. Je tedy zřejmé že přípravek s úč. l. indoxakarb způsobil repelenci pro včely.

Pashte and Patil (2017) sledovali účinky přípravků na populaci včel vyskytujících se v porostu slunečnice. Data ukazují, že v den aplikace přípravků do porostu došlo ke snížení aktivity opylovačů v porostu u všech testovaných látek kromě kontroly, a to i u azadirachtinu o 0,15 %, u dimethoátu o 30 %, u cypermethrinu o 10 % a u imidaklopridu o 17,8 %. U těchto uvedených účinných látek bylo možné pozorovat repelentní účinky až dva dny po aplikaci. U účinné látky fipronil, kde došlo ke snížení aktivity opylovačů o 5 %, se ukázala repelence přípravku pouze v den postřiku. Zatímco u poslední zkoušené látky indoxacarb, u kterého nastal pokles opylovačů o 14,5 %, vykazoval sníženou aktivitu včel ještě 4 dny po aplikaci přípravku. Na plochách ošetřených insekticidy bylo pozorováno s postupem času náhlé obnovení aktivity včel.

Polní pokusy proběhly i v Indii na porostech kvetoucí hořčice za účelem zjištění repelentních vlastností osmi insekticidů na opylující včely medonosné. Malathion byl repelentní po dobu pěti dnů od postřiku a Fenvalerate po dobu tří dnů. Zatímco endosulfan, quinalphos, dimethoate, methyl – demeton, monocrotophos a phosphamidon odpuzovaly včely až čtyři dny. Z výsledků vyplývá, že nejvíce odpudivým přípravkem byl fenvalerate (Vaidya et al., 1996).

### 3 Cíl práce

Hypotézy:

- Existují významné rozdíly v repelenci pesticidů pro včelu medonosnou
- Opylovači navštěvují různé odrůdy ozimé řepky nebo slunečnice s různou intenzitou
- Ve včelích produktech (pylu a medu) v úlu je možno zjistit odlišné množství reziduí mnoha pesticidů

Cílem práce je:

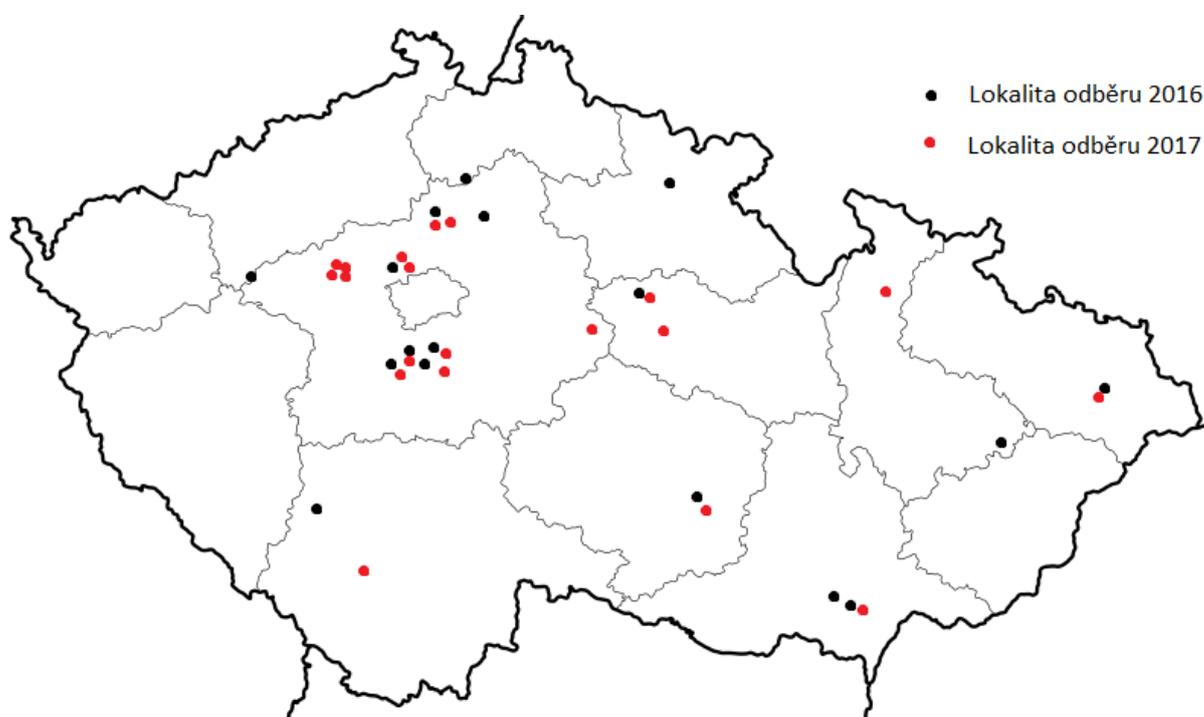
- Objasnit antropogenní faktory ovlivňující návštěvnost porostů olejnin opylovači a zjistit množství reziduí pesticidů ve včelích produktech z oblastí intenzivně pěstovaných ploch olejnin

## 4 Metodika

### 4.1 Množství reziduí pesticidů v pylu a v medu

V roce 2016 a 2017 byly odebrány vzorky plástového pylu a medu z 20 lokalit na různých místech České republiky (obrázek 4). Přesný původ vzorků je známý, avšak na přání včelařů zde nejsou přesné údaje zveřejněny. V roce 2016 byly 2 lokality vyřazeny z důvodu malého množství odebraného vzorku a v jednom případě z důvodu brzkého data odběru. Vždy byly vybrány úly vyskytující se v intenzivně obhospodařované zemědělské lokalitě, kde je řepka významně zastoupena. Vzorky byly z úlů odebrány v době po odkvětu řepky. Tyto vzorky byly analyzovány na množství reziduí v medu a plástovém pylu.

Obrázek 4: Znárodnění lokalit odběru vzorků pylu a medu za roky 2016 a 2017



Vzorky byly poslány na analýzu reziduí do 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) (Suchanová a kol., 2018).

## 4.2 Metoda přímého lákání

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<sup>2</sup> 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 zkoušenými látkami byly vždy zařazeny do pokusu v jiném pořadí, aby si včely nenavykly na přesnou pozici určité látky. Každá zkoušená látka byla tedy v pokusu ověřena nejméně ve 40 opakování.

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 zbývající množství roztoku v ostatních epruvetách. Následně bylo zbylé množství v epruvetách zváženo a zaznamenáno.

Výsledky byly vyhodnoceny v programu Statistica 12 a to buď parametrickými či neparametrickými testy (upřesněno ve výsledcích u statistického vyhodnocení).

### 4.2.1 Metodika porovnávání repelence komerčních přípravků na ochranu rostlin

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 (v roce zkoušení), s aplikací v období BBCH 55 – BBCH 69. Zkoušena byla dávka odpovídající registrované dávce do řepky (tabulka 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 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

<b>Přípravek</b>	<b>Dávka /ha</b>	<b>Účinná látka</b>
Apel	1,00 l	prochloraz + propikonazol
Atonik	0,60 l	2-metoxy-5-nitrofenol Na + 2-nitrofenol Na + 4-nitrofenol Na
Avaunt 15 EC	0,17 l	indoxakarb
Horizon 250 EW	1,00 l	tebukonazole
Mospilan 20 SP	0,10 kg	acetamiprid
Nurelle D	0,60 l	chlorpyrifos + cypermethrin
Ortiva	1,00 l	azoxystrobin
Pictor	0,50 l	boskalid
Plenum	0,15 kg	pymetrozin
Proteus 110 OD	0,75 l	thiaklopid + deltametrin
Trebon OSR	0,20 l	etofenprox
Vaztak 10 EC	0,10 l	alfa alfa – cypermethrin
Daskor	0,63 l	cypermethrin + chlorpyrifos-metyl
Reldan 22	2,00 l	chlorpyrifos metyl
Fyfanon 440 g/L EW	2,00 l	malation
Biscaya 240 OD	0,30 l	thiaklopid
Karate se Zeon technologií 5 CS	0,10 l	lambda – cyhalothrin
Prosaro 250 EC	0,75 l	prothiokonazol + tebukonazol
Actipir 480 EC	0,60 l	chlorpyrifos
Sumi Alpha 5 EW	0,15 l	esfenvalerate
Aceptir 200 SE	0,20 l	acetamiprid
Apis 200 SE	0,20 l	acetamiprid
Mavrik Smart	0,20 l	tafluvalinát
Propulse	1,00 l	fluopyram + prothiokonazol

U vybraných 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 přípravku na ochranu rostlin. Specifické pozorování bylo provedeno u přípravku Nurelle D, kde bylo zkoušeno ředění na polovinu, čtvrtinu, osminu, šestnáctinu a dvacíctinu registrované dávky.

#### **4.2.2 Metodika porovnání repelence čistých účinných látek s komerčními přípravky na ochranu rostlin**

V roce 2017 a 2018 byl porovnáván vliv na repelenci chemicky čistých účinných látek s komerčně dostupnými přípravky na ochranu rostlin obsahujícími stejnou účinnou látku. Použité přípravky se však lišily formulací a výrobcem. Pokus probíhal podle popsaných obecných zásad metody přímého lákání. Jediným rozdílem bylo, že účinné látky nejsou rozpustné ve vodě, proto bylo použito rozpouštědlo dimethyl – sulfoxid, aby se pokus mohl

vůbec uskutečnit. Toto rozpouštědlo bylo přidáno do všech zkoušených vzorků přípravků, 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 tabulce 2.

Tabulka 2: Účinné látky a přípravky použité v metodě přímého lákání, 2017 a 2018

<b>Přípravek</b>	<b>Dávka/ ha</b>	<b>Účinná látka</b>
chemicky čistý etofenprox + rozpouštědlo	0,057 kg etofenproxu	
Trebon OSR	0,200 l	etofenprox
chemicky čistý acetamiprid + rozpouštědlo	0,036 kg acetamipridu	
Mospilan SP	0,180 kg	acetamiprid
Mospilan SL (neregistrovaná formulace)	0,360 l	acetamiprid
Aceptir 200 SE	0,200 l	acetamiprid
Apis 200 SE	0,200 l	acetamiprid
Dimetyl – sulfoxid	0,070 l	Rozpouštědlo acetamipridu
chemicky čistý lambda – cyhalothrin + rozpouštědlo	0,005 kg lambda – cyhalothrinu	
Hunter OSR (SPU)	0,100 l	lambda – cyhalothrin
Samuraj	0,100 l	lambda – cyhalothrin
Markate	0,150 l	lambda – cyhalothrin
Karate Zeon	0,100 l	lambda – cyhalothrin
chemicky čistý thiaklopid + rozpouštědlo	0,072 kg thiaklopidu	
Bariard	0,300 l	thiaklopid
Ecail Ultra	0,300 l	thiaklopid
Calypso 480 SC	0,150 l	thiaklopid
Proteus 110 OD	0,750 l	thiaklopid

chemicky čistý tau – fluvalinát + rozpouštědlo	0,048 kg tau – fluvalinátu	
Mavrik 2F	0,200 l	tau – fluvalinát
Mavrik Smart	0,200 l	tau – fluvalinát
Med + rozpouštědlo	1,2 µl/2ml medného roztoku	

#### 4.2.3 Metodika porovnávání repelence přípravků na ochranu rostlin s jejich tank – mixy (insekticid + fungicid)

V roce 2018 byl porovnáván vliv na repelenci v praxi často používaných tank – mixů insekticid + fungicid. Za modelový příklad byly vybrány již dříve zkoušené přípravky na ochranu rostlin – 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: Přípravky a účinné látky použité v metodě přímého lákání – tank - mix

Přípravek	Dávka/ ha	Účinná látka
Bariard	0,3 l	thiaklopid
Bariard + Pictor	0,3 l + 0,5 l	thiaklopid + dimoxystrobin, boskalid
Bariard + Prosaro	0,3 l + 0,75 l	thiaklopid + prothiokonazol, tebukonazol
Nurelle D	0,6 l	chlorpyrifos, cypermethrin
Nurelle D + Pictor	0,6 l + 0,5 l	chlorpyrifos, cypermethrin + dimoxystrobin, boskalid
Nurelle D+ Prosaro	0,6 l + 0,75 l	chlorpyrifos, cypermethrin + prothiokonazol, tebukonazol
Mospilan SL	0,36 l	acetamiprid
Mospilan SL + Pictor	0,6 l + 0,5 l	acetamiprid + dimoxystrobin, boskalid

Mospilan SL + Prosaro	0,6 l + 0,75 l	acetamiprid + prothiokonazol, tebukonazol
Trebon OSR	0,2 l	etofenprox
Trebon OSR + Pictor	0,6 l + 0,5 l	etofenprox + dimoxystrobin, boskalid
Trebon OSR + Prosaro	0,6 l + 0,75 l	etofenprox + prothiokonazol, tebukonazol
Pictor	0,5 l	dimoxystrobin, boskalid
Prosaro	0,75 l	prothiokonazol, tebukonazol

### 4.3 Maloparcelové pokusy s přípravky na ochranu rostlin na řepce ozimé

Maloparcelové pokusy byly založeny v letech 2015 – 2018 na pokusném pozemku ČZU. Do maloparcelových polních pokusů byly zařazeny některé přípravky na ochranu rostlin, které byly vybrány do metody přímého lákání (tabulka 2). Tyto pesticidy byly aplikovány ručním zádovým postřikovačem v dávce uvedené v tabulce 4. Vzhledem k průběhu počasí byla aplikace pesticidů provedena v každém roce v různém termínu vždy na počátku kvetení (BBCH 61).

Každá varianta byla 4 x opakována. Po aplikaci přípravků na porost, bylo na každé variantě zaznamenáváno množství opylovačů. Zaznamenávány byly 3 skupiny opylovačů: včela medonosná, čmeláci (*Bombus terrestris* a *Bombus lapidarius*) a ostatní včely. Hodnocení probíhalo u každé varianty na 2 m<sup>2</sup> porostu, kde bylo zaznamenáváno množství opylovačů po dobu 20 sekund. Hodnocení bylo prováděno vždy pouze za vhodného počasí pro let opylovačů (teplota vyšší než 20 °C, žádný až mírný vítr a beze srážek). Návštěvnost opylovačů na jednotlivých variantách byla porovnána s návštěvností na neošetřené kontrole.

Zavčelenost lokality je na dobré úrovni. Na pozemku ČZU je trvale umístěno cca 9 včelstev. Dle údajů z roku 2017 však připadá na celé katastrální území Suchdol 18,1 včelstev na 1 km<sup>2</sup>.

Tabulka 4: Přípravky použité v pesticidních maloparcelových pokusech v letech 2015 až 2018

<b>Přípravek</b>	<b>Dávka /ha</b>	<b>Účinná látka</b>	<b>Pokusné roky</b>
Nurelle D	0,60 l	chlorpyrifos + cypermethrin	2015, 2016, 2017, 2018
Biscaya 240 OD	0,30 l	thiakloprid	2015, 2016, 2017, 2018
Trebon OSR	0,20 l	etofenprox	2015, 2016, 2017, 2018
Mospilan 20 SP	0,10 kg	acetamiprid	2015, - , 2017, 2018
Avaunt15 EC	0,17 l	indoxakarb	2015, 2016, 2017, 2018
Pictor	0,50 l	boskalid	- , 2016, 2017, 2018
Prosaro 250 EC	0,75 l	prothiokonazol + tebukonazol	- , 2016, 2017, 2018

Vzhledem k extrémnímu průběhu počasí na přelomu dubna a května 2018 a souběžnému květu ovocných stromů byla návštěvnost včel a dalších opylovačů na pokusných parcelách velmi nízká ve všech termínech pozorování. Z tohoto důvodu nemohl být pokus vyhodnocen.

Výsledky byly vyhodnoceny v programu Statistica 12 a to buď parametrickými či neparametrickými testy (upřesněno ve výsledcích u statistického vyhodnocení).

#### **4.3.1 Analýza květů řepky na rezidua pesticidů**

Ze všech variant maloparcelového pokusu s přípravky na ochranu rostlin na řepce ozimé byly v letech 2016, 2017 a 2018 odebrány vzorky květů pro jejich chemické analýzy na množství účinné látky po aplikaci přípravků na ochranu rostlin. Z každé varianty byl odebrán vzorek nově vykvetlých květů a to 1., 3., 5., 7., 9., 14. a 19. den po aplikaci přípravku. Pro analýzu reziduí přípravků na ochranu rostlin 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.

#### **4.4 Maloparcelové odrůdové pokusy na řepce ozimé**

V průběhu tří let od roku 2015 bylo vyzkoušeno v maloparcelových pokusech na pokusných pozemcích ČZU v Praze 11 odrůd běžně pěstovaných v ČR. Vzhledem ke zcela odlišnému květu bílé barvy byla do pozorování zařazena i liniová odrůda Witt, přestože se pěstuje v ČR jen okrajově. Přehled zkoušených odrůd je uveden v tabulce 5.

Velikost parcely byla 10 m<sup>2</sup> a každá varianta byla zařazena ve 4 opakováních. Od počátku květu nejranější odrůdy do konce květu odrůdy nejpozdější probíhalo hodnocení výskytu opylovačů. Na každém opakování u každé varianty bylo na 2 m<sup>2</sup> kvetoucího porostu zaznamenáváno množství opylovačů po dobu 20 sekund, obdobně jako u maloparcelových pokusech s přípravky na ochranu rostlin na řepce ozimé

Výsledky byly vyhodnoceny v programu Statistica 12 a to buď parametrickými či neparametrickými testy (upřesněno ve výsledcích u statistického vyhodnocení).

Tabulka 5: Zkoušené odrůdy v letech 2015-2017

<b>Název odrůdy</b>	<b>typ</b>	<b>Udržovatel</b>	<b>Pokusné roky</b>
Andromeda	hybrid	SELGEN a.s., Praha	- , 2016, 2017
Arabella	linie	Limagrain Central Europe S.E.,	- , 2016, 2017
Artoga	hybrid	Limagrain Central Europe S.E.,	2015, 2016, 2017
Dozzen	hybrid	VP AGRO spol. s r.o.	- , 2016, 2017
DK Exception	hybrid	MONSANTO ČR s.r.o.	- , 2016, 2017
DK Explicit	hybrid	MONSANTO ČR s.r.o.	2015, 2016, 2017
DK Exprit	hybrid	MONSANTO ČR s.r.o.	- , 2016, 2017
Mentor	hybrid	NPZ H.-G. Lembke, Hohenlieth, Německo	- , 2016, 2017
Sidney	linie	SAATBAU LINZ ČESKÁ REPUBLIKA spol. s.r.o.,	2015, 2016, 2017
Sherpa	hybrid	NPZ H.-G. Lembke, Hohenlieth, Německo	2015, 2016, 2017
Witt	linie	Soufflet Agro a.s.	2015, 2016, 2017

#### 4.5 Maloparcelové odrůdové pokusy na slunečnici

V letech 2015 až 2017 probíhaly maloparcelové pokusy objasňující vliv různých faktorů na návštěvnost opylovačů na slunečnici na pozemcích ČZU v Praze – Suchdole. Do odrůdových pokusů byly zařazeny hybridy slunečnice uvedené v tabulce 6.

Velikost parcely byla 10 m<sup>2</sup> a každá varianta byla zařazena ve 4 opakováních. Hodnocení opylovačů probíhalo stejným způsobem a za stejných podmínek jako u řepky ozimé.

Výsledky byly vyhodnoceny v programu Statistica 12 a to buď parametrickými či neparametrickými testy (upřesněno ve výsledcích u statistického vyhodnocení).

Tabulka 6: Zkoušené hybridní odrůdy slunečnice v letech 2015 – 2017

Název odrůdy	typ	Udržovatel
Gonzalo	hybrid	Strube
Drake	hybrid	SAATBAU ČR s. r. o.
Vellox	hybrid	VP AGRO, s. r.o.
ES Biba	hybrid	Euralis Semences
NK Neoma	hybrid	Syngenta Czech s.r.o.
P63LE10	hybrid	DuPont Pioneer

#### 4.6 Maloparcelové pokusy s přípravky na ochranu rostlin na slunečnici

V letech 2016 – 2017 byl sledován na pokusném pozemku ČZU (lokality Starý Suchdol) vliv aplikace registrovaných přípravků na ochranu rostlin v období květu slunečnice do fáze 69 BBCH na atraktivitu květů pro hlavní opylovače – čmeláky (*Bombus terrestris* a *Bombus lapidarius*) a včelu medonosnou. Pokusy probíhaly na hybridní odrůdě P63LE10. V pesticidním pokusu byly zkoušeny přípravky (tabulka 7) a to vždy v registrovaných dávkách. Použita byla dávka vody 300 l/ha a ošetření probíhalo v růstové fázi slunečnice BBCH 62. Hodnocení a zaznamenávání opylovačů probíhalo obdobně jako na maloparcelových pokusech s přípravky na ochranu rostlin na řepce ozimé.

Výsledky byly vyhodnoceny v programu Statistica 12 a to buď parametrickými či neparametrickými testy (upřesněno ve výsledcích u statistického vyhodnocení).

Tabulka 7: Přípravky použité v maloparcelových pokusech v letech 2015 až 2017

<b>Přípravek</b>	<b>Dávka/ ha</b>	<b>Účinná látka</b>
Bumper Super	1 l	prochloraz, propikonazol
Pictor	0,5 l	boskalid, dimoxystrobin
Mospilan 20 SP	0,15 kg	acetamiprid
Pirimor 50 WG	0,5 kg	pirimikarb

## 5 Výsledky a diskuse

### 5.1 Množství reziduí pesticidů v pylu a medu

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 (tabulka 8).

Tabulka 8: 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	/

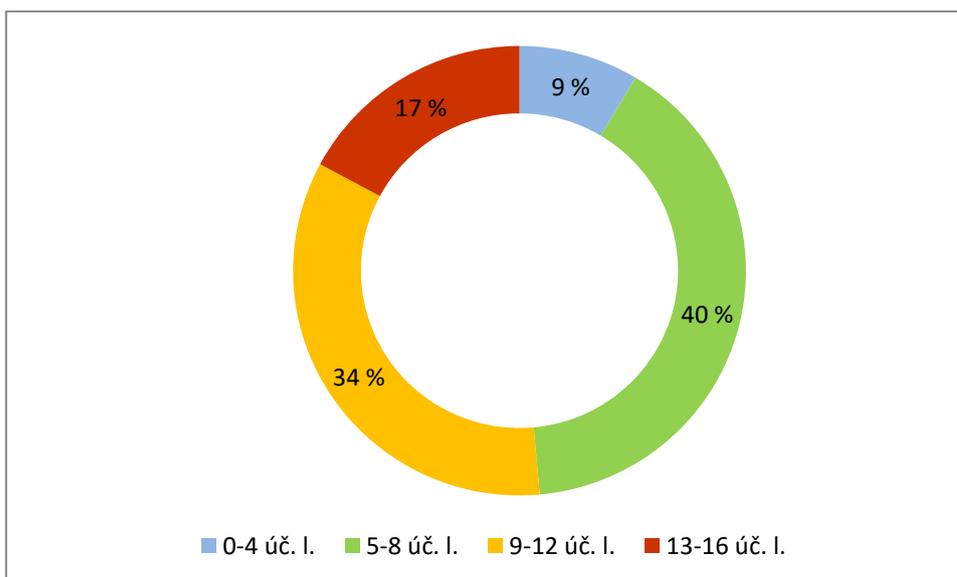
Quizalofop	herbicide (graminicide)	24	6	35	/
Spiroxamin	fungicide	6	/	30	/
Tau-fluvalinát	insecticide, treatment for bees	53	6	50	5
Tebukonazol	fungicide	59	12	70	15
Terbutylazin	herbicide	12	/	5	/
Tetrakonazol	fungicide	6	/	/	/
Thiakloprid	insecticide	88	100	95	90
Thiofanát-metyl	fungicide	18	6	5	10
Fenpropimorf	fungicide	/	/	5	/
Fenbutatin-oxide	acaricide	/	6	/	/

\* / = not found

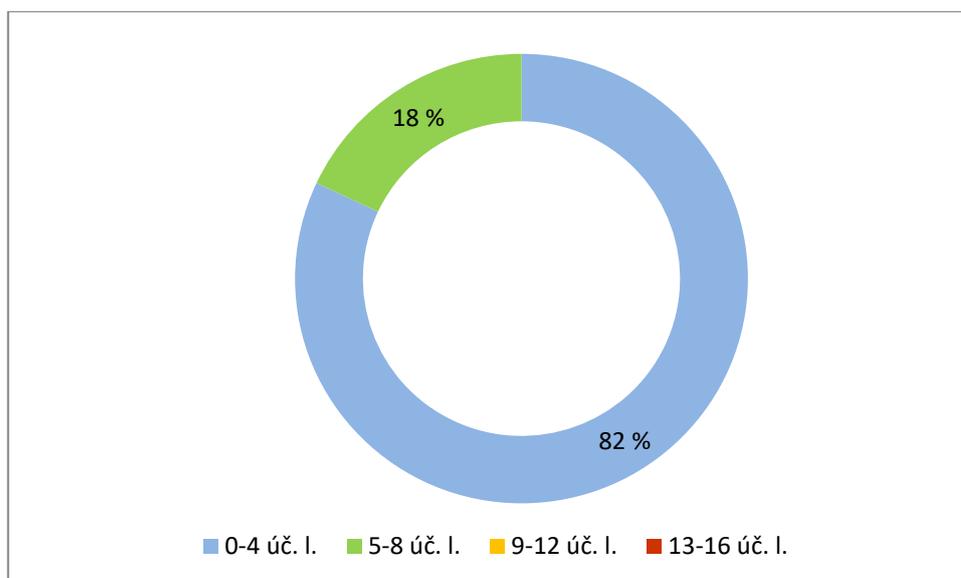
In 2016, 41 active substances were found in pollen and 17 in honey. In 2017, 27 in pollen and 15 in honey. The number of active substances in individual samples varies significantly. In total, 3 active substances were found in one pollen sample as the smallest amount, the largest amount was 16 active substances in pollen. Most often, 5-8 active substances were found in both years (graph 1, 3).

In honey, the residues of plant protection preparations are fewer. In some samples of honey, only one active substance was found, the most was 8 active substances. Most often, 1-4 active substances were found in both years (graph 2, 4).

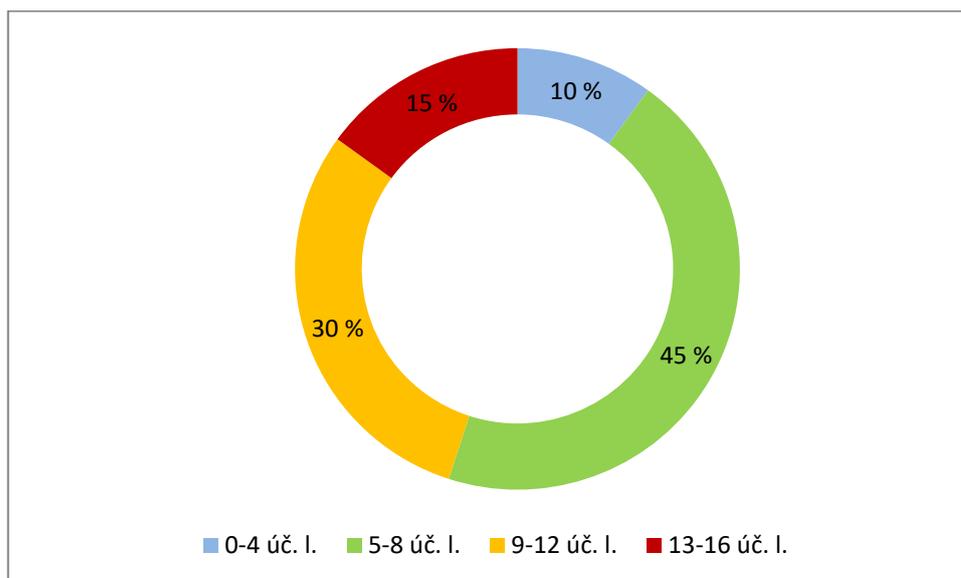
Graph 1: Proportion of samples with different number of active substances in pollen 2016



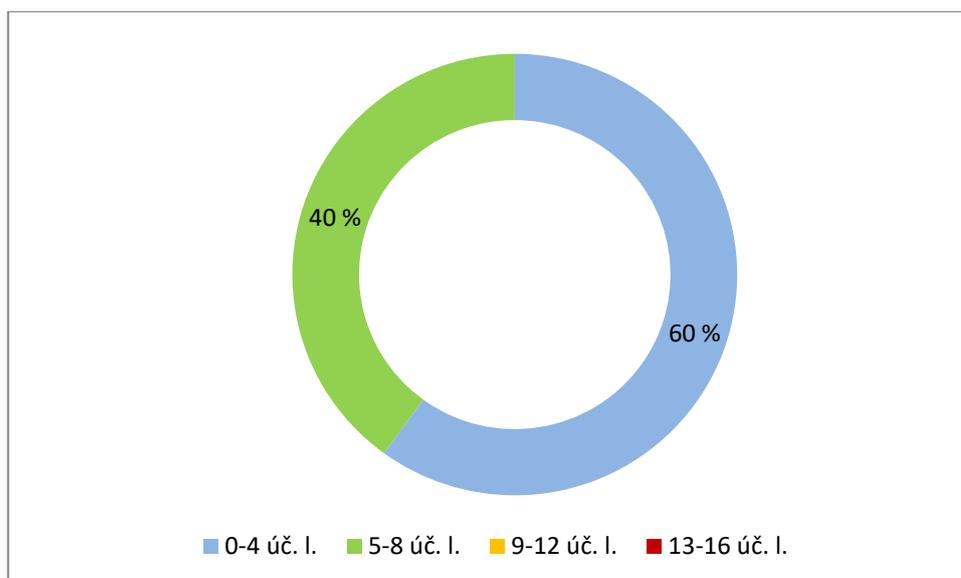
Graf 2: Podíl vzorků s různým počtem účinných látek v medu 2016



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



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



Hodnoty uvedené v grafech 1 – 4 a v tabulce 8 však nevypovídají o množství reziduí jednotlivých účinných látek.

V tabulkách 9 – 12 jsou graficky znázorněny vybrané účinné látky nalezené ve vzorcích medu a pylu v letech 2016 – 2017. Vybrány byly z důvodu častého zařazení v ostatních pokusech a také proto, že jsou v zemědělské praxi velice používané. Z tabulek vyplývá, že převážná většina nálezů je nízká, mírně nad hranicí detekovatelnosti. Maximální množství účinné látky se zpravidla vyskytuje pouze v jednom (max. ve dvou) analyzovaných vzorcích. V tomto hodnocení není rozdíl mezi vzorky pylu a medu.

Tabulka 9: Množství vybraných nalezených účinných látek ve vzorcích pylu 2016

Pyl 2016																		
účinná látka/ číslo vzorku	č. 1	č. 2	č. 3	č. 4	č. 5	č. 6	č. 7	č. 8	č. 9	č. 10	č. 11	č. 12	č. 13	č. 14	č. 15	č. 16	č. 17	max. nalezené množství úč. l. [mg/kg]
Acetamidrid																		0,026
Azoxystrobin																		0,067
Boskalid																		0,122
Chlorpyrifos																		0,160
Prothiokonazol																		0,046
Tau-fluvalinát																		0,021
Tebukonazol																		0,418
Thiakloprid																		0,192

\* LOQ je u všech hodnocených účinných látek 0,002 mg/kg

	úč. l. nebyla ve vzorku nalezena
	LOQ - 25 % maximálního nalezeného množství ve vzorku
	25 - 50 % maximálního nalezeného množství ve vzorku
	50 - 75 % maximálního nalezeného množství ve vzorku
	75 - 100 % maximálního nalezeného množství ve vzorku

Tabulka 10: Množství vybraných nalezených účinných látek ve vzorcích medu 2016

Med 2016																		
účinná látka/ číslo vzorku	č. 1	č. 2	č. 3	č. 4	č. 5	č. 6	č. 7	č. 8	č. 9	č. 10	č. 11	č. 12	č. 13	č. 14	č. 15	č. 16	č. 17	max. nalezené množství úč. l. [mg/kg]
Acetamidrid																		0,011
Azoxystrobin																		0,052
Boskalid																		0,007
Prothiokonazol																		0,005
Tau-fluvalinát																		0,002
Tebukonazol																		0,050
Thiaklopid																		0,162

\* LOQ je u všech hodnocených účinných látek 0,002 mg/kg

	úč. l. nebyla ve vzorku nalezena
	LOQ - 25 % maximálního nalezeného množství ve vzorku
	25 - 50 % maximálního nalezeného množství ve vzorku
	50 - 75 % maximálního nalezeného množství ve vzorku
	75 - 100 % maximálního nalezeného množství ve vzorku

Tabulka 11: Množství vybraných nalezených účinných látek ve vzorcích pylu 2017

Pyl 2017																					
účinná látka/ číslo vzorku	č. 1	č. 2	č. 3	č. 4	č. 5	č. 6	č. 7	č. 8	č. 9	č. 10	č. 11	č. 12	č. 13	č. 14	č. 15	č. 16	č. 17	č. 18	č. 19	č. 20	max. nalezené množství úč. l. [mg/kg]
Acetamidrid																					0,186
Azoxystrobin																					0,179
Boskalid																					0,304
Chlorpyrifos																					0,140
Prothiokonazol																					0,027
Tau-fluvalinát																					0,062
Tebukonazol																					1,568
Thiakloprid																					0,136

\* LOQ je u všech hodnocených účinných látek 0,002 mg/kg

	úč. l. nebyla ve vzorku nalezena
	LOQ - 25 % maximálního nalezeného množství ve vzorku
	25 - 50 % maximálního nalezeného množství ve vzorku
	50 - 75 % maximálního nalezeného množství ve vzorku
	75 - 100 % maximálního nalezeného množství ve vzorku

Tabulka 12: Množství vybraných nalezených účinných látek ve vzorcích medu 2017

Med 2017																					
účinná látka/ číslo vzorku	č. 1	č. 2	č. 3	č. 4	č. 5	č. 6	č. 7	č. 8	č. 9	č. 10	č. 11	č. 12	č. 13	č. 14	č. 15	č. 16	č. 17	č. 18	č. 19	č. 20	max. nalezené množství úč. l. [mg/kg]
Acetamidrid																					0,139
Azoxystrobin																					0,023
Boskalid																					0,018
Tau-fluvalinát																					0,002
Tebukonazol																					0,013
Thiaklopid																					0,204

\* LOQ je u všech hodnocených účinných látek 0,002 mg/kg

	úč. l. nebyla ve vzorku nalezena
	LOQ - 25 % maximálního nalezeného množství ve vzorku
	25 - 50 % maximálního nalezeného množství ve vzorku
	50 - 75 % maximálního nalezeného množství ve vzorku
	75 - 100 % maximálního nalezeného množství ve vzorku

Při hodnocení vlivu pesticidů na včely se za nejnebezpečnější skupinu považují většinou 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 z mnoha dalšími druhy chemických látek (tabulka 8).

Ze 43 zjištěných účinných látek během roků 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, thiakloprid, boskalid, dodine, tebukonazol, quiazalofop, chlorpyrifos. V medu bylo zjištěno větší množství pouze u acetamipridu v jednom vzorku v roce 2017.

Pouze v jednom vzorku pylu u látky tebukonazol bylo zjištěno větší množství než 1 mg/kg – 1,568 mg/kg pylu.

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 vzcházející 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 (graminicity). Tyto látky se vyskytovaly jak ve vzorcích pylu i ve vzorcích medu. V roce 2016 byl nejčastěji nalezenou účinnou látkou quiazalofop 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 quiazalofop a to v 6 % vzorků a v roce 2017 fluazifop ve 20 % vzorků. Graminicity jsou aplikovány na vzrostlé porosty rostlin, protože mají být přijímány velkou listovou plochou cílových trav. Travniny 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 klopyralid (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.

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 strobirulinů, 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 jak 95 % ploch těchto plodin. Tyto látky se používají proti klíčovým chorobám většiny polních plodin, ovoce a zeleniny. Všechny tyto látky nejsou z hlediska včel klasifikovány a mohou být aplikovány do porostů všech plodin bez omezení. Fungicidy se vyskytly ve vzorcích pylu a medu v různém množství a mezi vzorky byly velké rozdíly v množství (tabulka 9 – 12).

Varující je vysoký obsah účinné látky karbendazim (v medu až 42 % vzorků), která je jak popisují Singh et al. (2016) metabolitem fungicidu benomyly. Koncentrace této látky však byla malá – max. 0,037 mg/kg. Tato látka byla v minulosti hojně používaným širokospektrálním fungicidem. Podle nových poznatků může způsobit neplodnost teplokrevných živočichů (endokrinní disruptor) a je nebezpečná pro ryby a obojživelníky. 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 se nejčastěji látky fungicidní povahy, a to více než z 50 %. Nejvíce alarmující byly nalezené hodnoty úč. l. boskalid 1496 µg/kg vzorku (MLR = 50 µg/kg) a dimoxystrobin 576 µg/kg vzorku (MLR = 50 µg/kg) (Böhme et al., 2018).

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.

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. Větší nebezpečí kontaminace může hrozit 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 nevyskytuje se vůbec v medu. 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 a vůbec se nesmí aplikovat do kvetoucích porostů a podléhá hlášení včelařům. Nejčastěji je aplikována na jaře do porostů řepky proti jarním škůdcům až na 80 % zaseté plochy. Jak popisuje Tomlin (2000) 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.

Mezi čtyřmi testovanými pesticidy bylo podání 1,5 mg /l chlorpyrifosu jako jediným působeno více na dospělé včely než larvy. U ostatních pesticidů vykazovaly larvy zvýšenou citlivost vůči dospělým včelám. Zejména chlorothalonil při subletální koncentraci 34 mg /l byl nejméně toxický pro dospělé včely, avšak nejvíce toxický pro larvy následovaný 8 mg /l koumafosems a 3 mg /l tau – fluvalinátem (Zhu et al. 2014).

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 neonikotinoidy 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 úle. 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).

Účinná látka pirimikarb byla nalezena v medu z Keni (Irungu et al., 2016) USA, Evropy, Brazílie, Indie (Sanchez-Bayo and Goka, 2014) a Polska (Blasco et al., 2003). V případě našeho pokusu však tato účinná látka nalezena nebyla v žádném analyzovaném vzorku pravděpodobně z důvodu nízké aplikace do porostů v jarním období a nejspíše i z důvodu jeho vysoké pořizovací ceny.

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).

U některých pesticidních látek jsou stanoveny hodnoty maximálního limitu reziduí (MLR) v medu a dalších včelích produktech, jestliže se využívají pro lidskou výživu. Z tabulky 13 vyplývá, že ojedinělé vzorky medu i pylu přesahují výrazně stanovené hodnoty MLR.

Böhme et al. (2018) poukazují na to, že koktejly účinných látek ve včelím pylu mohou představovat riziko také pro lidské zdraví, pokud by se včelí pyl používal jako doplněk stravy. Maximální reziduální limity pro včelí produkty jsou z hlediska pylu zastaralé a měly by být revidovány.

Tabulka 13: Maximální limit reziduí v medu a ostatních včelích produktech

Účinná látka	*MLR = maximální limit reziduí (mg/kg)	Max. nalezené množství v testovaných medech	Max. nalezené množství v testovaných pylech
Acetamidrid	0,05	0,139	0,186
Azoxystrobin	0,05	0,052	0,179
Boskalid	0,05	0,018	0,304
Chlorpyrifos	0,05	nenalezeno	0,16
Prothiokonazol	0,05	0,005	0,046
Tau - fluvalinát	0,05	0,002	0,062
Tebukonazol	0,05	0,05	1,568
Thiakloprid	0,2	0,204	0,192

\* <http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=activesubstance.selection&language=EN>

● Červená – stanovený limit MLR překročen

Maximální limit reziduí (MLR) v pylu a medu byl během roku 2016 a 2017 překročen u několika účinných látek (tabulka 13). Častěji byl MLR překročen u pylu. U medu byla MLR nejvíce překročena u účinné látky acetamidrid a to ve 3 odebraných vzorcích. Nejvíce byl limit překročen 2,8 x.

U pylu byl nejvíce překročen MLR u fungicidní účinné látky tebukonazol a to v 10 vzorcích a maximálně 31,3 x (tabulka13).

Tabulka 14 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
Acetamidrid	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
Thiaklopid	25 972	87	29 277	98	olejniny

\* [http://eagri.cz/public/web/file/537721/celek\\_2016\\_CZ.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/537721/celek_2016_CZ.pdf)

\*\* [http://eagri.cz/public/web/file/587990/celek\\_2017\\_CZ.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/587990/celek_2017_CZ.pdf)

Při porovnání spotřeby účinných látek a velikosti ošetřené plochy a obsahu reziduí v pylu a medu (tabulka 14) bylo zjištěno, že některé účinné látky se dostávají do pylu a medu častěji, než odpovídá jejich použití. Thiaklopid 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 obhospodávaných 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).

## **5.2 Metoda přímého lákání**

Metodou přímého lákání je možné prokázat míru repelence přípravků na ochranu rostlin pro včely.

### **5.2.1 Repelence komerčních přípravků na ochranu rostlin**

Mezi přípravky jsou v repelenci pro včely velké rozdíly (graf 5). Delší sloupec znázorňuje větší množství zbylého pokusného roztoku, který na včely působí repelentně, a proto ho včely neodebírají. Téměř bez povšimnutí zůstaly roztoky s přípravky Reldan 22 EC, Horizon 250 EW, Prosaro 250 EC, Vaztak 10 EC či Nurelle D. Mezi málo repelentní přípravky pro včely jistě můžeme zařadit přípravek Pictor, Plenum, Mospilan 20 SP a Atonik. Přípravek Pictor byl dokonce jako jediným přípravkem, který včely leckdy vypily dříve než čistý upravený med, který byl používán jako kontrola. Mezi jednotlivými přípravky jsou průkazné statistické rozdíly na hladině průkaznosti 95 %, jak ukazuje graf 31 a tabulka 18.

Insekticidy a fungicidy jsou různě repelentní a není možno označit jednu či druhou skupinu pesticidů za více či méně repelentní (Stejskalová a Kazda, 2016).

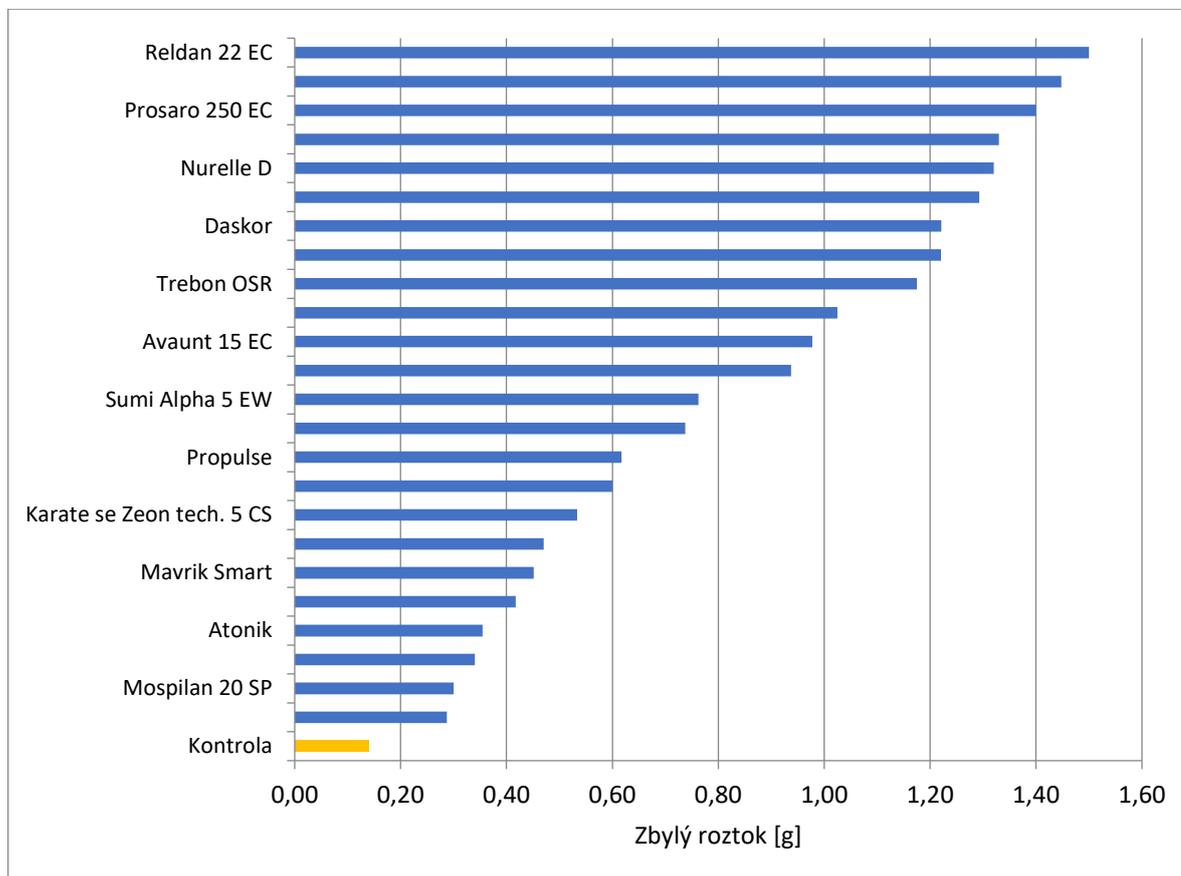
Z výsledků celkově vyplývá, že repelence přípravků pro včely je nový specifický pojem, který není závislý na dalších charakteristických vlastnostech pesticidů: účinnost na různé skupiny škodlivých organismů, toxicita pro včely, účinná látka nebo formulace.

Kessler et al. (2015) dále poukazují na fakt, že včela medonosná, ani čmelák zemní se nevyhýbají nektaru s obsahem neonikotinidů (imidacloprid, thiomethoxam a clothianidin). Dále udávají, že čmeláci a včely medonosné naopak preferují konzumaci kontaminovaného sacharóзовého roztoku s těmito látkami. Domnívají se, že včely nejsou schopny neonikotinoidy rozpoznat, a proto pro ně nejsou repelentní. Náš pokus toto tvrzení, vzhledem k preferenci varianty s ošetřením Mospilan 20 SP oproti většině ostatním, potvrzuje.

U přípravku Nurelle D Portych (2001) uvádí, že tento přípravek není dovoleno aplikovat na kvetoucí řepku, pokud však aplikujeme přípravek na porost v zeleném poupěti, nehrozí poškození včelstev, protože Nurelle D má na včely silný repelentní účinek, který odrazuje včely k náletu do porostu a nepřímě je tak chrání před přímým kontaktem s ošetřeným porostem. Toto tvrzení můžeme potvrdit, protože výše zmiňovaný přípravek vykazuje v našich pokusech vysokou repelenci pro včely.

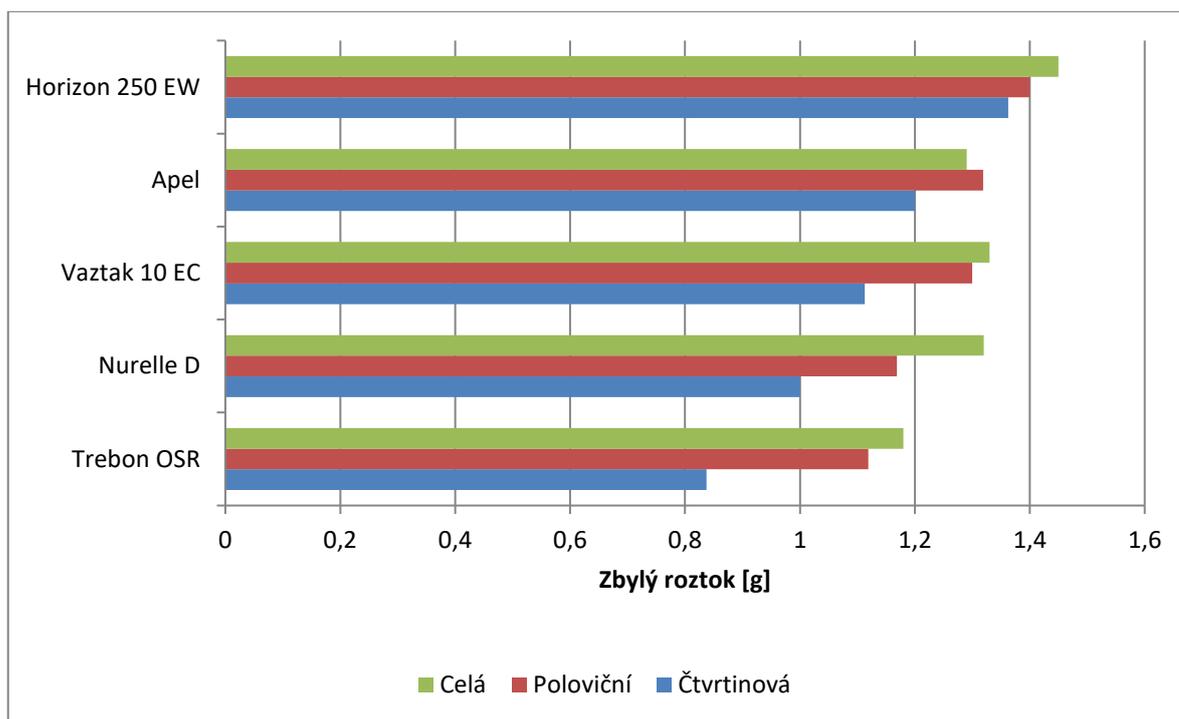
Oproti tomu (AG NOVACHEM, 2015) uvádí, že přípravek Fyfanon 440 EW vykazuje vysokou repelenci pro včely. Toto tvrzení se nám nepotvrdilo. V našich pokusech se u tohoto přípravku projevila v metodě přímého lákání pouze střední repelence pro včely.

Graf 5: Repelence přípravků na ochranu rostlin pro včely, 2015-2018



V grafu 6 jsou znázorněny výsledky ředění vybraných přípravků vykazující vysokou repelenci pro včely. Poloviční koncentrace přípravku Nurelle D zvýšila odběr včelami pouze 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 snížila repelence přípravku Trebon OSR o 29 % oproti počátečnímu odběru včelami celé dávky přípravku. Obdobně se snížila repelence i u přípravku Nurelle D – o 25 %. Avšak u přípravků Apel a Horizon 250 EW se zvýšila atraktivita pro včely v odebrání tohoto naředěného roztoku o pouhých 7 %. Výsledky v grafu 6 ukazují, že některé přípravky jsou repelentní pro včely i v dávkách nižších, než jsou dávky registrované. Toto zjištění je dobré, protože zemědělské podniky mohou aplikovat na porost přípravky v nižší než doporučené dávce na hektar, ale i když sníží dávku na polovinu, tak se u testovaných přípravků stejně udrží vysoká repelence pro včely.

Graf 6: Repelence vybraných přípravků na ochranu rostlin v závislosti na ředění



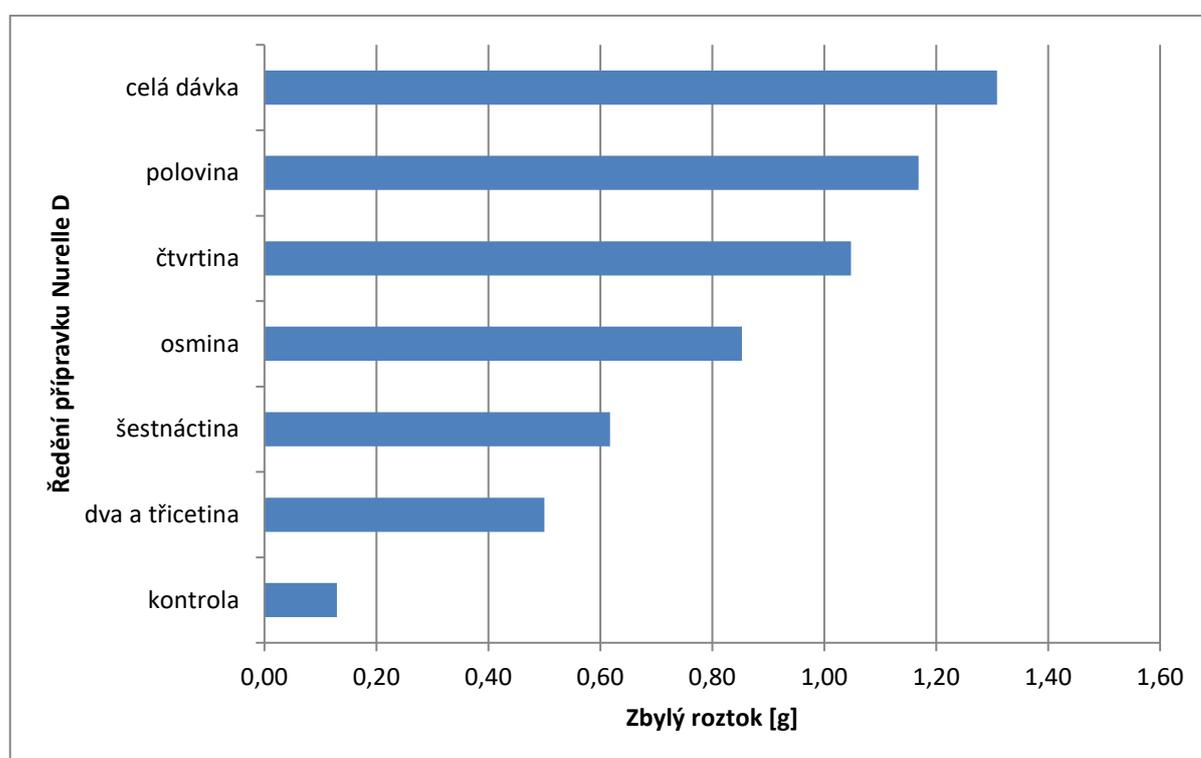
Přípravek Nurelle D byl v této metodě testován ještě podrobněji, a to v celé řadě jeho ředění. Jak ukazuje graf 7 pokles repelence u přípravku Nurelle D v ředící řadě je zřejmá. Repelence se snižuje relativně pravidelně v závislosti na snížení koncentrace přípravku. Při poklesu koncentrace na polovinu 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. I v této velice nízké koncentraci má vyšší repelenci, než třetina zkoušených přípravků, v plné dávce.

Stanley et al. (2015) hodnotil toxicitu úč. l. chlorpyrifos a objevil velmi vysokou přímou a nepřímou toxicitu pro včely (mortalita až 100 %). Vyhodnocení postřiku pesticidem (úč. l. chlorpyrifos) v doporučených dávkách na rostliny hořčice ukázalo vysokou mortalitu včel (až 80 %). Testy toxicity podle Delabie et al. (1985) ukázali, že cypermethrin je také vysoce toxický pro včely a jeho působení je velmi rychlé. Skleníkové pokusy na kvetoucí řepce potvrdily tuto vysokou akutní toxicitu. Účinek této látky s vysokou toxicitou byl minimalizován vysokou repelencí přípravku. Repelentní účinek přetrvával během období maximální toxicity cypermethrinu. V terénním zkoušení byl insekticid s cypermethrinem toxický pro včely, které se v průběhu aplikace či po ní krmily na porostu řepky olejně. V našich experimentech snížení doporučené dávky přípravku Nurelle D způsobilo snížení

repellentního účinku. Proto je velmi důležité respektovat doporučenou dávku pro udržení repellentního účinku tohoto insekticidu. Aplikace mimo dobu, kdy včely navštěvují kvetoucí porost je velmi zřejmá, a proto by mělo být toto pravidlo plně respektováno.

Obdobné je to i u zkoušeného přípravku Trebon OSR s účinnou látkou etofenprox, který dosáhl poměrně vysoké repence pro včely, ale po zředění registrované dávky na čtvrtě rychle klesla. Podle EPA (2017) je etofenprox vysoce toxický pro včely vystavené přímému ošetření na kvetoucích plodinách nebo plevelech. Pro zabití 25 % včel (LD<sub>25</sub>) potřebuje etofenprox pouze 3 hodiny ve srovnání úč. l. chlorpyrifos (16 hodin) či úč. l. cypermethrin (96 hodinami). Poměrně vysoký repellentní účinek pesticidu Trebon, je proto důležitý obdobně jako u přípravku Nurelle D.

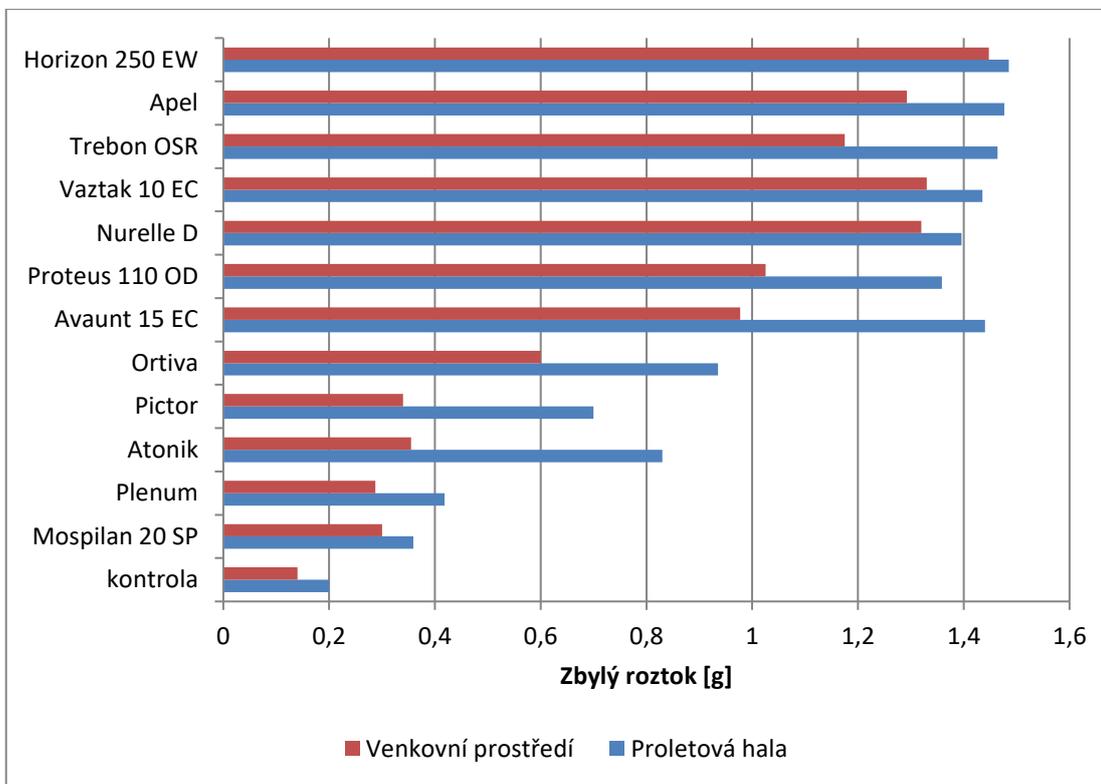
Graf 7: Repelence přípravku Nurelle D v závislosti na ředící řadě



Výsledky z proletové haly, které měly dokázat, že na odběr roztoků v metodě přímého lákání nemá vliv lokalita či jiné včelstvo potvrdily, že atraktivita zkoušených přípravků pro včely se projevovala obdobně, jako ve venkovním prostředí (graf 8). Statistické vyhodnocení pouze potvrdilo tyto výsledky (tabulka 20, 21 a graf 32, 33). Repelence přípravků je v proletové hale sice vyšší (= méně roztoku bylo odebráno) než ve venkovním prostředí, pravděpodobně však proto, že v proletové hale bylo použito pouze jedno včelstvo, kde rychleji probíhá výměna informací mezi jednotlivými včelami. Mohly se tedy rychleji

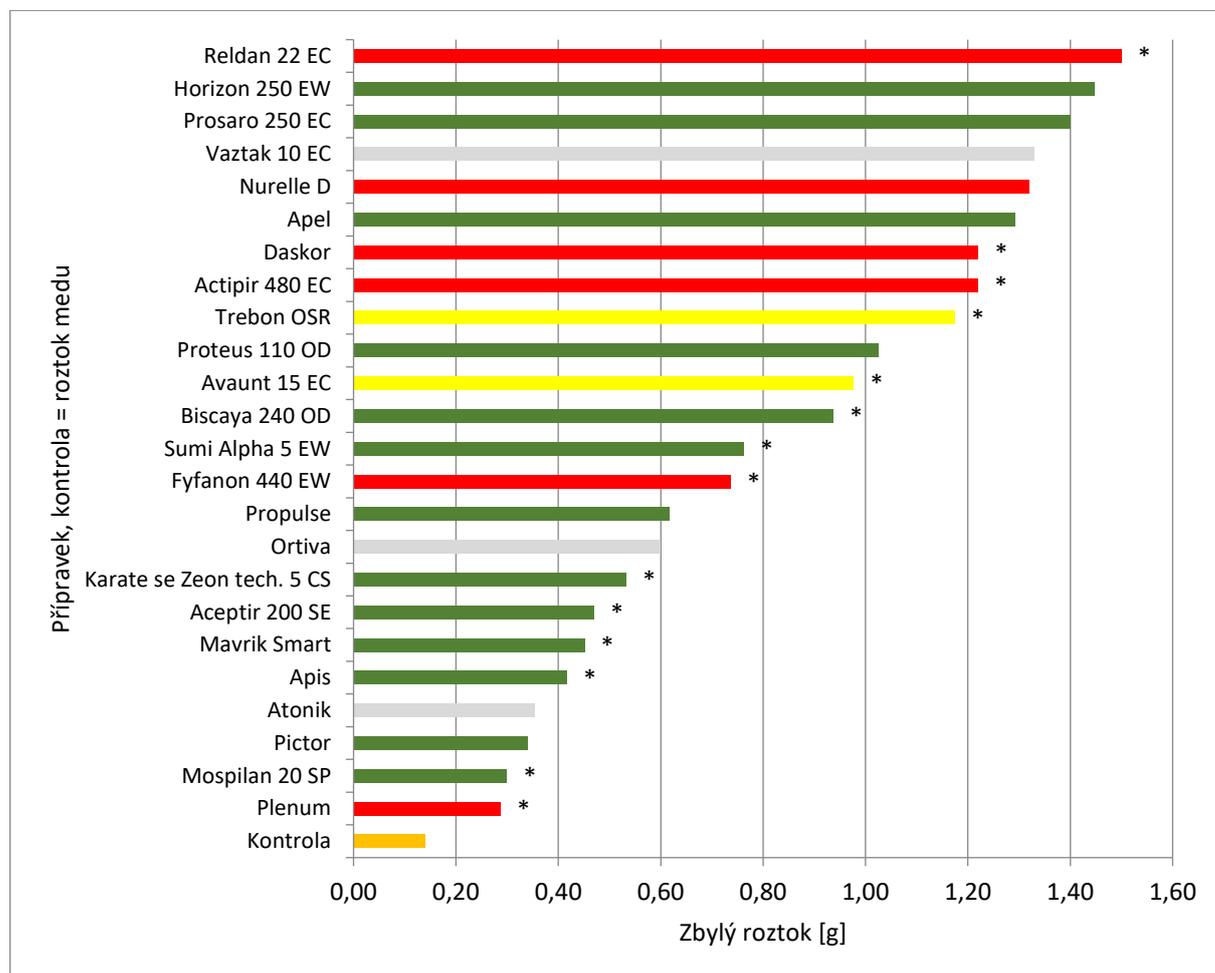
informovat o toxicitě připravené “potravě“, než včely venkovní (v doletové vzdálenosti cca 9 včelstev). Zkoušené vzorky v proletové hale byly na rozdíl od venkovního prostředí také jediným zdrojem potravy.

Graf 8: Repelence přípravků na ochranu rostlin pro včely, proletová hala 2016



V grafu 9 jsou přípravky berevně zvýrazněny v souladu se semaforem rizik pro včely (dle Rostlinolékařského portálu ÚKZÚZ). Přípravky označeny hvězdičkou (\*) jsou insekticidy registrované v České republice proti blýskáčku řepkovému (aktuální data pro březen 2019). Z grafu vyplývá velký rozdíl v repelenci 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 %). Doporučení je tedy ošetřovat porosty přípravky pro včely, které vykazují vyšší repelenci pro včely a tím tak omezovat jejich styk s přípravky na ochranu rostlin.

Graf 9: Repelence přípravků na ochranu rostlin pro včely 2015-2018, Semafor přípravků



● Červená – představuje přípravky s výraznými opatřeními pro snížení rizika, jejichž nedodržení může vést k významnému ohrožení opylovačů. „Přípravek zvláště nebezpečný pro včely“

● Žlutá – přípravky, jejichž používání je rovněž podmíněno snížením rizika prostřednictvím omezujícího opatření nebo varovné věty, avšak toto omezení je spojeno se střední mírou rizika. „Přípravek nebezpečný pro včely“

● Zelená – u těchto přípravků není nutné riziko významně snižovat prostřednictvím ochranných opatření. „Přípravek nevyžaduje klasifikaci z hlediska ochrany včel“

○ Bílá barva, znamená to, že u přípravku dosud nebylo provedeno přehodnocení v souladu s kritérii a postupy, platnými v současné době.

\* přípravky registrované proti blýskáčku řepkovému v roce 2018

### 5.2.2 Repelence přípravků na ochranu rostlin s jejich tank – mixy (insekticid + fungicid)

V zemědělské praxi se často setkáváme s aplikací přípravků na ochranu rostlin do kvetoucího porostu v podobě tank – mixu (kombinace více účinných látek), Mullin et al. (2015) zdůrazňuje, že aplikace látek v tank-mixech, často zvyšuje účinnost pesticidů, a tím ovlivňují působení aktivní látky nežádoucím způsobem.

Thompson and Wilkins (2003) také zkoumali synergický účinek fungicidů a insekticidů a v jejich výzkumu potvrdili, že repelentní účinek na včely je snížen ve směsi přípravků s účinnými látkami tebuconazol a  $\alpha$  – cypermethrin. Je tedy zřejmé, že každá kombinace přípravků může změnit repelenci pro včely odlišně.

Vzhledem k uvedeným skutečnostem byl vliv tank – mixů na repelenci ve srovnání s čistými přípravky odzkoušen také metodou přímého lákání. Výsledky jsou zaznamenány v grafu 10, kde jsou znázorněny právě změny v repelenci pro včely při aplikaci tank – mixu insekticid + fungicid. Do pokusu byl zařazen fungicid s prokázanou nízkou repelencí (Pictor) a s repelencí vysokou (Prosaro). Jestliže byl k insekticidům přidán pro včely málo repelentní fungicid Pictor, většinou se zvýšila repelence samotného insekticidu. Vyjímkou byl insekticid Bariard, kdy přírůvek fungicidu Pictor neovlivnil atraktivitu tank-mixu. Vysoce repelentní fungicid Prosaro vždy zvýšil repelenci ve srovnání nejen se samotným insekticidem, ale i ve srovnání s kombinací insekticid + Pictor.

Tank-mix přípravku Bariard se zkoušeným fungicidem Pictor nezvýšil statisticky průkazně na hladině významnosti 95 % repelenci pro včely, zatím co s fungicidem Prosaro statistické zvýšení repelence pro včely potvrzeno bylo (graf 34, tabulka 22). Stejně tak tomu bylo i u tank – mixů s přípravkem Mospilan 20 SL (graf 36, tabulka 24) a u přípravku Trebon OSR (graf 37, tabulka 25). Pouze u zkoušeného přípravku Nurelle D se nezměnila repelence pro včely jak v tank – mixu s fungicidem Pictor, tak ani s fungicidem Prosaro na hladině významnosti 95 % (graf 35, tabulka 23).

Hlavním výsledkem však zůstává, že u všech zkoušených kombinací vždy došlo ke zvýšení repelence pro včely oproti zkoušeným samostatným přípravkům.

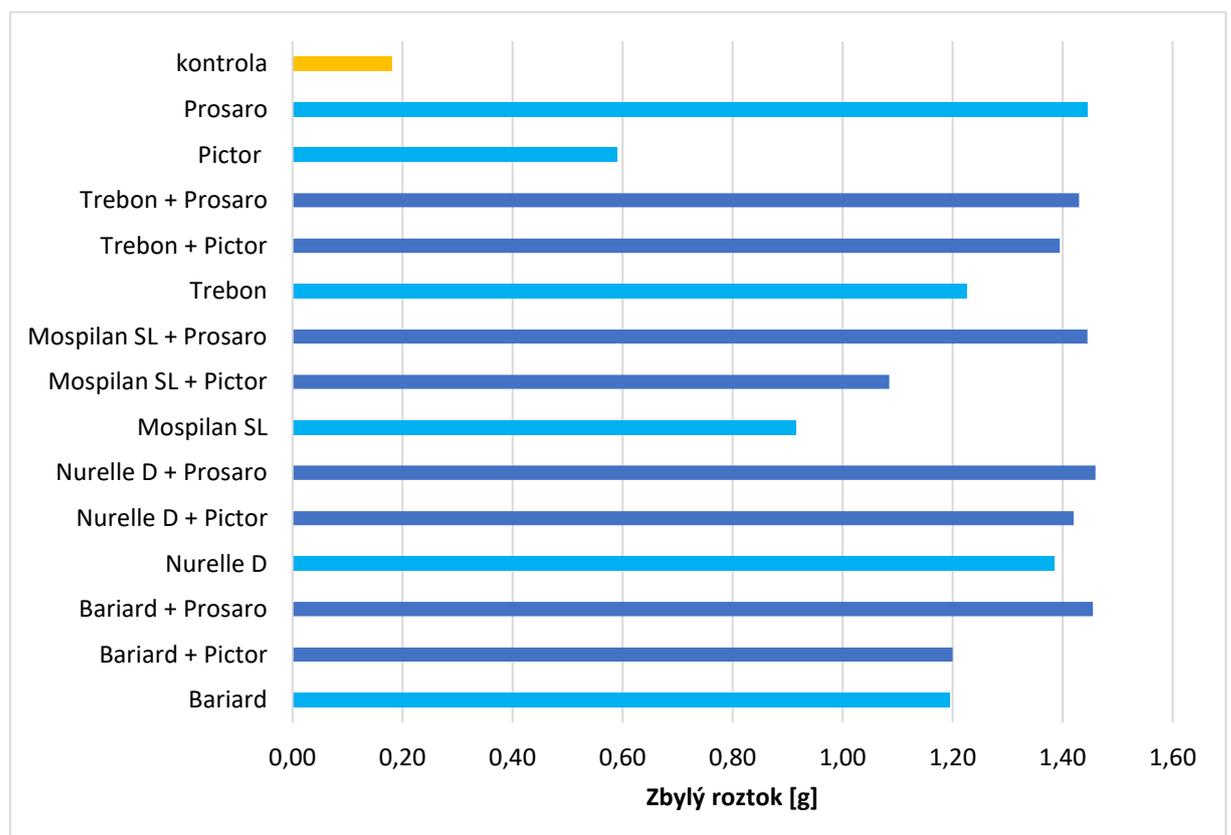
V České republice, a také v Evropě, je velice běžná aplikace insekticidů s fungicidy, regulátory růstu, nebo hnojivy v "tank mixu" během jedné polní aplikace. Proto pokud by insekticid opylovače odpuzoval, fungicidní aplikace může tuto pozitivní vlastnost vyrušit a potencionálně lákat opylovače, kteří tím přijmou toxickou dávku insekticidu. Aby se předešlo

tomuto nezamýšlenému následku, vždy by se mělo apelovat na pěstitele, aby oddělili fungicidní a pesticidní aplikace na dva samostatné úkony, čímž se předejde potenciálnímu otrávení opylovačů.

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.

Další možností je použití rostlinných pesticidů, např. NeemAzal T/S s účinnou látkou azadirachtin získané ze stromu *Azadirachta indica* A. Juss. (Pavela et al., 2009). Azadirachtin byl otestován v pokusu se slunečnicemi a bylo dokázáno, že nemá žádnou reziduální toxicitu, jako mají chemické insekticidy a zároveň nepůsobí repelentně, tudíž neovlivňuje sběrací aktivity opylovačů (Pashte and Patil, 2017).

Graf 10: Repelence pro včely tank - mixů (insekticid + fungicid)



### 5.2.3 Porovnání repelence čistých účinných látek s komerčními přípravky na ochranu rostlin

Přípravky na ochranu rostlin obsahují formulační složky v daleko vyšších množstvích než účinnou látku, jen zřídka jsou tyto doplňkové látky hodnoceny s ohledem na expozici včel a toxicitu (Mullin et al., 2015).

Skutečnost, že některé formulační složky mohou být skutečně toxicitější než účinné látky, činí tento problém obzvláště důležitým pro zdraví včel medonosných a jiných opylovačů (Krogh et al., 2003). Zvýšené používání silných penetrantů pro podporu systémového pohybu nových tříd pesticidů, jako jsou inhibitory lipidové biosyntézy, může být zvláště škodlivé pro včely medonosné a další opylovače (Brück et al., 2009).

Vzhledem k tomu, že na trhu se nabízí přípravky se stejnými účinnými látkami, ale v různých formulacích byla metodou přímého lákání odzkoušena repelence jednotlivých složek přípravků na ochranu rostlin (graf 11). Odzkoušena byla vždy samostatně skupina komerčních přípravků jiných názvů, výrobců a formulací, avšak se stejnou účinnou látkou, která s nimi byla také porovnávána. U přípravku Mospilan SL (zatím neregistrovaný) byla zjištěna rozpouštědla, která byla následně také otestována, jako používané složka přípravku. Jak popisuje Mullin et al. (2015) přesné formulační složky, jsou navíc považovány za obchodní tajemství chemických společností, které je vyrábějí, a proto obvykle nejsou popsány. Rovněž u zkoušených přípravků bylo nemožné zjistit jejich přesné složení.

Všechny zkoušené chemicky čisté účinné látky prokázaly nízkou repelenci pro včely. Tyto látky byly vždy atraktivnější než kontrolní roztok (med + rozpouštědlo). Největší rozdíl ve srovnání s kontrolním roztokem byl stanoven u chemicky čistého etofenproxu a lambda - cyhalothrinu, kdy byly až 5 x atraktivnější.

Ve skupině přípravků s úč. l. lambda – cyhalothrin byly značné rozdíly v repelenci pro včely. Například přípravek Markate se vyznačoval statisticky významně repelentnější pro včely než ostatní zkoušené přípravky a to na hladině významnosti 95 %. Mezi ostatními přípravky se statisticky průkazný rozdíl neprojevil (graf 38, tabulka 26).

Jak poukazují Atkins et al. (1978) a Pike et al. (1982) ve svých studiích, pyrethroidy jsou pro včely silně repelentní. Karate se Zeon tech. 5 SC s účinnou látkou lambda cyhalothrin však vykazoval naší metodou střední repelenci pro včely, ale údaje o repelenci samotné úč. l. máme obdobné jako Delabie et al. (1985), kteří také zjistili, že cypermethrin

sám o sobě repelentní není. A potvrdili, že repelentní účinek u něj vyvolávají přídavné složky formulace přípravku Q Cymbush.

Všechny komerčně formulované přípravky napříč skupinami byly výrazně více repelentní než zkoušené čisté úč. 1. Největší rozdíl byl stanoven opět u čisté účinné látky etofenprox. Komeční insekticid Trebon OSR byl pro včely 12 x více repelentní než jeho čistá úč. 1. Tento rozdíl byl statisticky průkazně potvrzen na hladině významnosti 95 % (graf 39, tabulka 27).

Nejmenší rozdíl ze zkoušených účinných látek byl stanoven u čisté úč. 1. acetamidrid, kdy repelence přípravku Mospilan 20 SP byla pouze 1,4 x vyšší ve srovnání s čistou účinnou látkou acetamidrid. V rámci skupiny s touto účinnou látkou byla nejvyšší repelence zjištěna u přípravku Mospilan SL. Ten vykazoval statisticky významný rozdíl vůči všem ostatním variantám na hladině významnosti 95 % (graf 42 tabulka 30).

Rozdílná repelence pro včely u přípravků Mospilan 20 SP a Mospilan SL je příkladem významného vlivu formulace přípravků na včely. Málo repelentní Mospilan 20 SP (smáčitelný prášek) využívá jako nosič bentonit (hornina vznikající zvětráváním mateční horniny z čediče) a tekutý Mospilan SL využívá jako nosič ropné látky (Bezděková, 20. 11. 2018 – ústní sdělení).

Zjištěná rozpouštědla v přípravku Mospilan SL (dimethylsulfoxid = DMSO a N-methyl-2-pyrrolidone) nevykazovala sama o sobě pro včely, stejně jako kontrolní roztok, vysokou repelenci. Mullin, et al. (2015) však objevili, že včely medonosné jsou citlivé na rozpouštědlo N-methyl-2-pyrrolidon (NMP), koformulant často používaný v agrochemikáliích a častých polutantech v úlu. Účinky zahrnují poruchu učení u dospělých včel.

Z další skupiny zkoušených přípravků s úč. 1. tau – fluvalinát byla tato čistá úč. 1. atraktivnější než medný roztok, avšak ne statisticky průkazně. Statisticky významné rozdíly na hladině významnosti 95 % byly prokázány v repelenci mezi úč. 1. a přípravky Mavrik 2F a Mavrik Smart, které však mezi sebou byly bez statisticky významného rozdílu (graf 40, tabulka 28).

Statisticky významné rozdíly na hranici významnosti 95 % byly zjištěny v další zkoušené skupině mezi čistou úč. 1. thiakloprid a všemi zkoušenými přípravky (Bariard, Ecail Ultra a Proteus 110 OD). Obdobné statisticky průkazné byly rozdíly mezi kontrolním

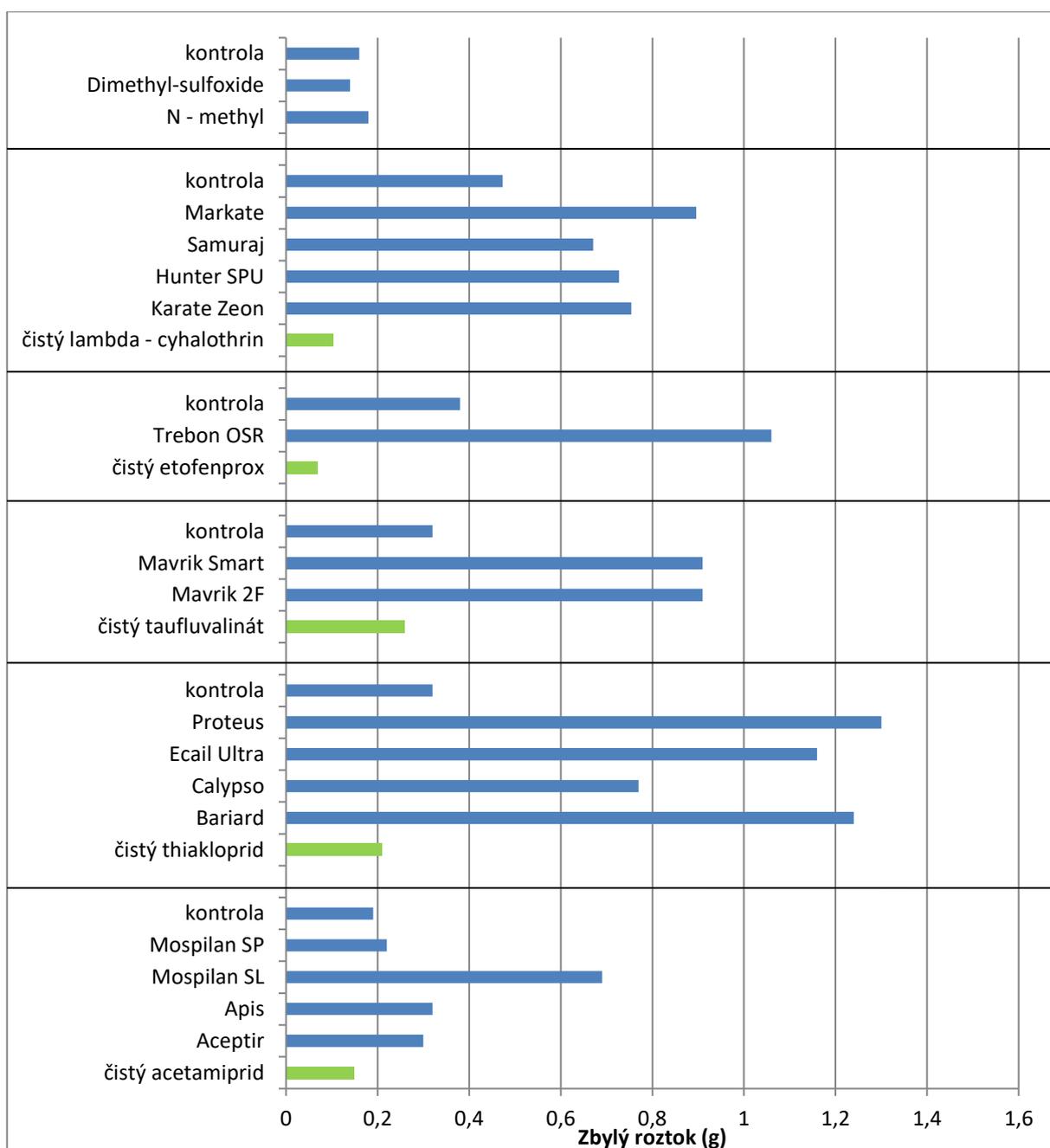
roztokem a komerčními přípravky. Mezi repelencí komerčních přípravků byl zjištěn statisticky významný rozdíl na hladině významnosti 95 % pouze mezi přípravkem Calypso 480 SC a ostatními zkoušenými přípravky (Bariard, Ecail Ultra a Proteus 110 OD) (graf 41, tabulka 29).

Přípravek Calypso 480 SC je málo repelentní patrně proto, protože neobsahuje olejovou složku, kterou obsahují další zkoušené přípravky s účinnou látkou thiaklopid. Nejvyšší repelence byla zjištěna u přípravku Proteus 110 OD, který obsahuje ještě navíc, oproti ostatním přípravkům v této skupině, druhou účinnou látku (deltamethrin) (Bayer crop science, 2019).

Tyto výsledky ukazují, jak odlišně mohou včely ovlivňovat různé formulace přípravků se stejnou účinnou látkou, ale s neznámým obsahem dalších chemických látek.

Volková (2015) ve svých pokusech s pesticidy a řepkou ozimou při porovnání Mospilanu 20 SP a Mospilanu 20 SP + Spartan zjistila, že včely preferovaly variantu ošetřenou Mospilanem 20 SP se smáčedlem. Domnívá se tedy, že smáčedlo jako nebezpečná látka nemá pro včely repelentní účinky.

Graf 11: Repelence pro včely čistých účinných látek a přípravků, kde se vyskytují



Výsledky repelence přípravků metody přímého lákání jsou přirovnatelné k vlivu repelence na opylovače v polním prostředí do 2 – 3 dnů po postřiku, kdy se v květech řepky stále drží dostatečné množství účinné látky.

Výsledky této metody také vykazují až neobvyklou přesnost a opakovatelnost. Po celou dobu měření jakékoli látky nikdy nedocházelo k výkyvům odběru roztoku včelami. I přesto, že každá měřená látka byla zkoušena nejméně 40 x byly včelami již od prvního měření

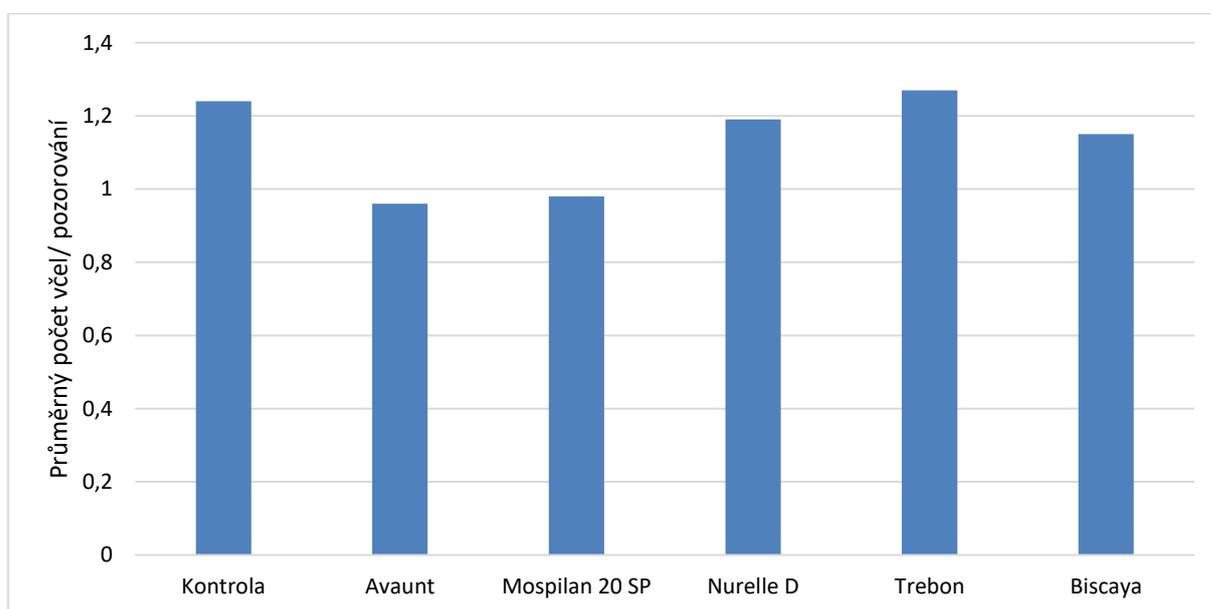
jasně určeny hladiny odebraných roztoků, které se nadále pouze opakovaly ve stejných rovinách.

Cílená změna složení přídatných látek v přípravku by mohla způsobit vyšší repelenci ošetřených rostlin pro opylovače a tím zabránit nejen otravám, ale i výskytu reziduí pesticidů v pylu a medu. Zároveň je však nutné varovat před nelegálním použitím levnějších alternativ pesticidů, které obvykle obsahují stejnou účinnou látku, ale jiné přídatné látky proti originálu. Použití těchto náhražek může výrazně ohrozit včely a pravděpodobně i další opylovače.

### 5.3 Maloparcelové pokusy s přípravky na ochranu rostlin na řepce ozimé

V letech 2015 – 2017 byl sledován vliv aplikace pesticidů v porostech kvetoucí řepky na návštěvnost opylovačů. V následujících grafech 12, 13 a 14 je po jednotlivých letech znázorněna průměrná návštěvnost včel po celou dobu květu přepočtená na jedno pozorování na všech zkoušených variantách v porovnání s neošetřenou kontrolou. Ostatní sledované skupiny opylovačů se v těchto pokusech vyskytovaly, ve velmi malém množství, proto tyto výsledky nebyly již dále zpracovávány.

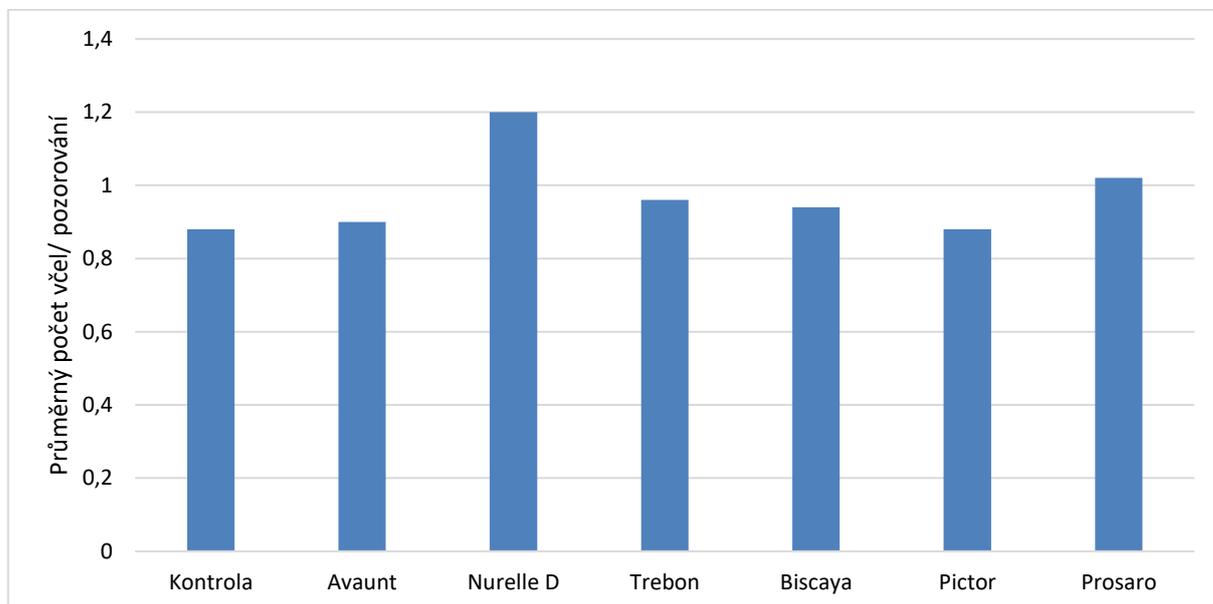
Graf 12: Návštěvnost včel ovlivněná aplikací pesticidů 2015



V roce 2015 nebyl rozdíl v návštěvnosti včel příliš výrazný. Po celou dobu květu včely navštěvovaly nejméně varianty ošetřené přípravky Avaunt a Mospilan 20 SP. Projevil se zde tedy mírný repelentní účinek. Přípravky Nurelle D, Trebon OSR a Biscaya 240 OD se v návštěvnosti včel od kontroly téměř nelišily.

Také při statistickém vyhodnocení nebyly zjištěny statisticky průkazné rozdíly mezi jednotlivými variantami na hranici významnosti 95 % (graf 43, tabulka 32).

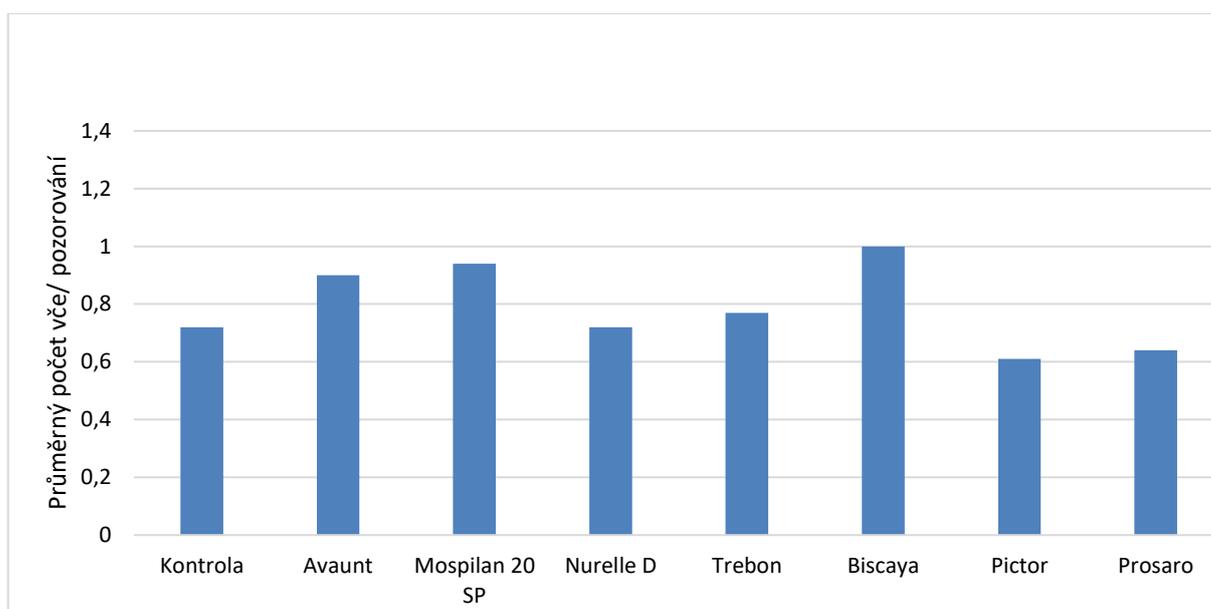
Graf 13: Návštěvnost včel ovlivněná aplikací pesticidů 2016



V roce 2016 nebyl opět rozdíl v návštěvnosti včel na jednotlivých parcelkách příliš rozdílný (graf 13). Nejvíce navštěvovanou variantou byla parcelka ošetřená přípravkem Nurelle D. Mírné zvýšení počtu včel bylo zaznamenáno také u přípravku Prosaro. Na ostatních variantách byla zjištěna podobná návštěvnost jako na kontrole.

Statistické vyhodnocení ani v tomto roce neprokázalo statisticky průkazné rozdíly v návštěvnosti včel mezi všemi variantami pokusu na hladině významnosti 95 % (graf 44, tabulka 34).

Graf 14: Návštěvnost včel ovlivněná aplikací pesticidů 2017



V roce 2017 byla vyšší návštěvnost včel ve srovnání s kontrolou zjištěna u variant pokusu ošetřené přípravky Avaunt, Mospilan 20 SP a Biscaya 240 OD. Nižší návštěvnost byla prokázána u fungicidů Pictor a Prosaro.

Staticky průkazná byla větší návštěvnost včel u varianty ošetřené přípravkem Biscaya 240 OD ve srovnání s neošetřenou kontrolou a variantami ošetřenými fungicidy Pictor a Prosaro na hladině významnosti 95 % (graf 45, tabulka 36).

### 5.3.1 Analýza květů řepky na rezidua pesticidů

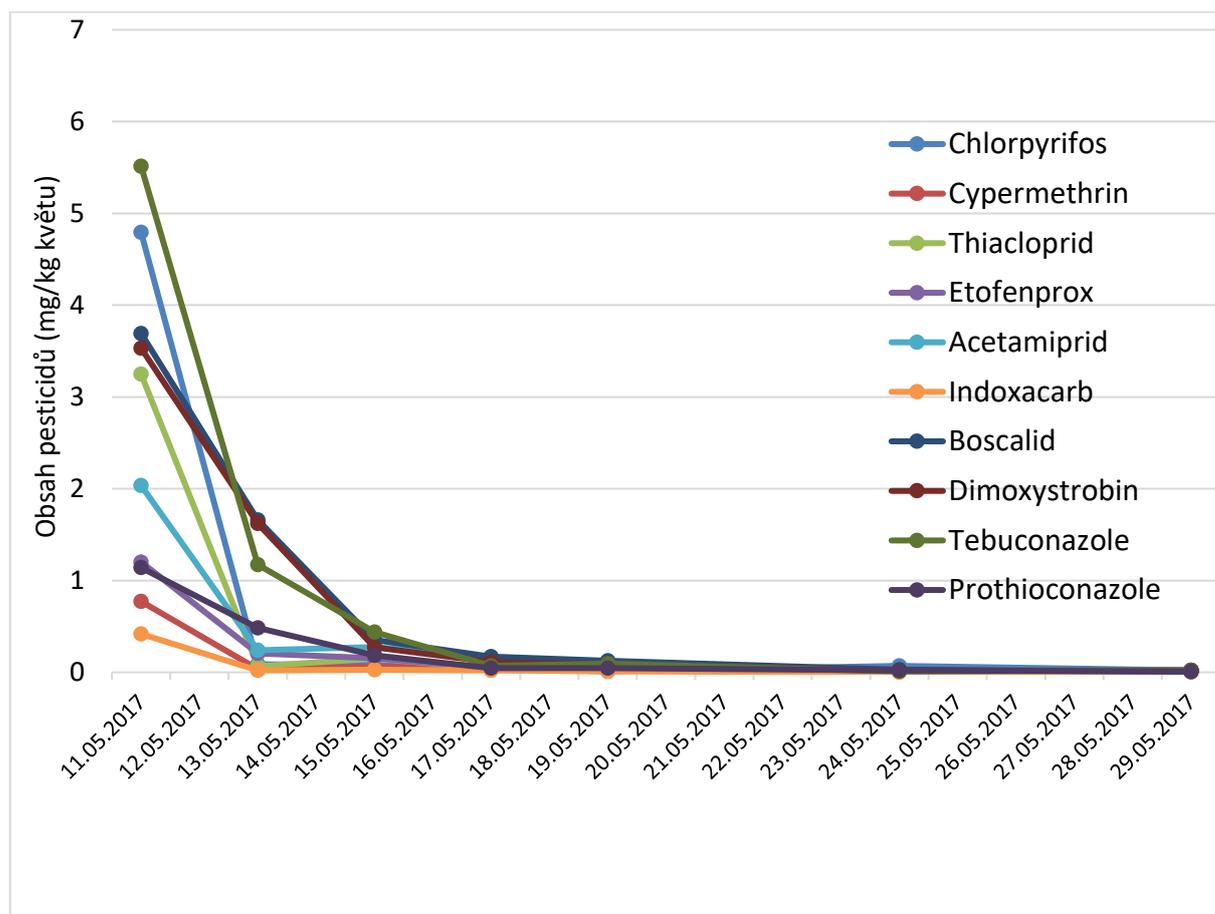
Analýza reziduí pesticidů v květech byla provedena v letech 2016 – 2018 z parcel, pokusu s přípravky na ochranu rostlin na řepce ozimé. Výsledky rozborů květů na obsah reziduí pesticidů byly znázorněny graficky v souborném čárovém grafu 15.

Ve všech 3 letech bylo prokázáno, že počáteční obsah účinné látky pesticidů v květech je závislý na dávce pesticidů a obsahu účinné látky. Během 3 dnů obsah účinných látek klesnul v květech o více jak 90 % počátečního množství. Mezi rychlostí odbourávání kontaktních nebo systémových přípravků nebyl zjištěn žádný rozdíl. (graf 15).

Tato data jsou rovněž vyobrazena v grafech 16 – 21, vyjadřujících závislost návštěvnosti včel na obsahu pesticidů v květech a porovnána s návštěvností včel na kontrolní neošetřené parcelce.

Neonikotinoidy jsou systémové insekticidy, široce používané v zemědělské praxi. Tyto insekticidní sloučeniny jsou transportovány rostlinnou do různých částí (Girolami et al., 2009; Tapparo et al., 2011). V důsledku toho autoři uvádí, že včely jsou vystaveny reziduím těchto přípravků po dlouhou dobu v nektaru a pylu, který z porostu sbírají, což se ale v naší práci nepotvrdilo.

Graf 15: Rezidua pesticidů v květech řepky, 2017



### 5.3.2 Vliv změny obsahu reziduí pesticidů v květech na návštěvnost včel

Vzhledem k tomu, že byl zjištěn rozbor květů rychlý pokles obsahu pesticidů v květech, byl v letech 2016 a 2017 detailně porovnán výskyt včel v jednotlivých termínech pozorování na zkoušených variantách. Na ošetřovaných variantách byla porovnána návštěvnost včel v souvislosti s postupně klesajícím obsahem účinných látek v květech.

V grafech 16 – 21 jsou znázorněny výsledky z roku 2017, které byly obdobné jako výsledky z roku 2016.

Z grafů 16 – 21 (přerušovaná čára) vyplývá, že obsah účinných látek v květu měl u všech sledovaných účinných látek podobný průběh. Nejvyšší obsah účinných látek byl zjištěn

několik hodin po aplikaci. Do 2 – 3 dnů po aplikaci obsah pesticidů velmi rychle klesl o 70 – 90 %. V následujících 3 – 5 dnech obsah účinných látek dále pomalu klesal a obvykle po 7 – 9 dnech dosáhl hranice detekovatelnosti analytickými přístroji.

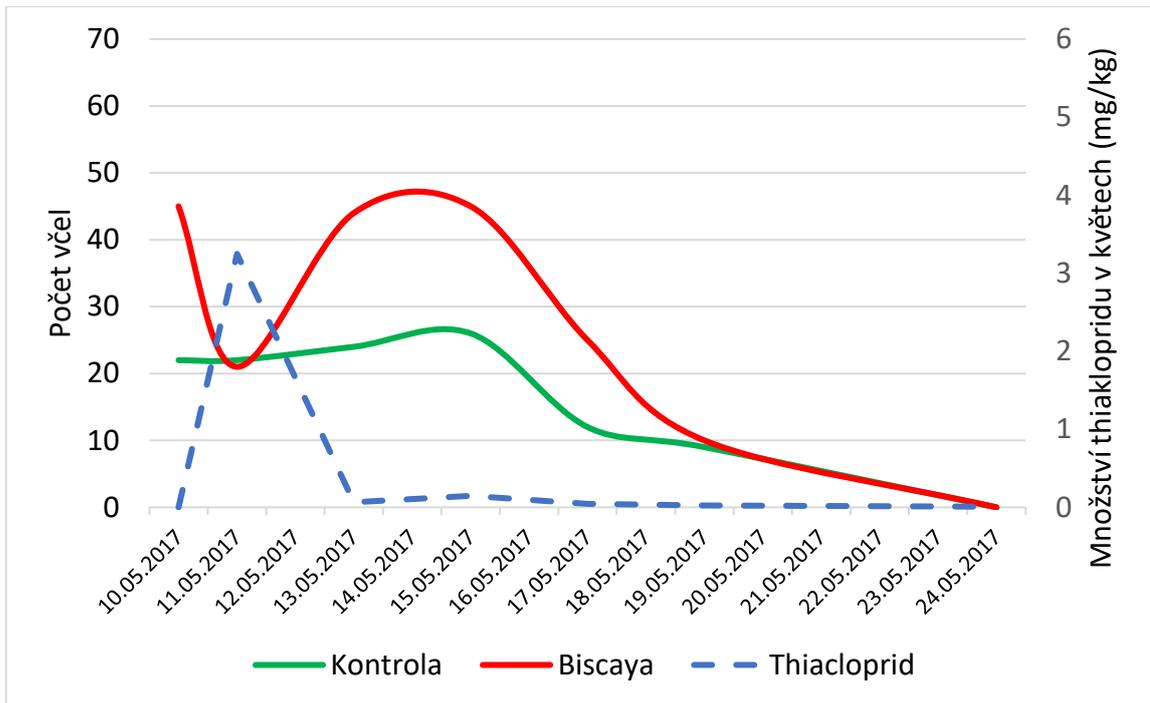
Ačkoliv průběh odbourávání účinných látek v květech si byl podobný, návštěvnost včel na ošetřených variantách byla podle druhu účinné látky odlišná.

U účinných látek pesticidů Biscaya 110 OD (thiakloprid) a Mospilan 20 SP (acetamiprid) ze skupiny neonikotinoidů a přípravku Avaunt (indoxakarb) byla zjištěna ve srovnání s neošetřenou kontrolou velmi mírná repelence. Po výrazném snížení obsahu účinných látek však došlo k výraznému zvýšení atraktivity ošetřených porostů. V období největšího zvýšení návštěvnosti bylo zjištěno o více než 50 % větší množství včel ve srovnání s neošetřenou kontrolou. Tento stav trval až 10 dní, kdy se návštěvnost včel na ošetřené a kontrolní variantě vyrovnala. Obsah účinných látek byla v této době na hranici detekovatelnosti analytickými přístroji (graf 16,17 a 18).

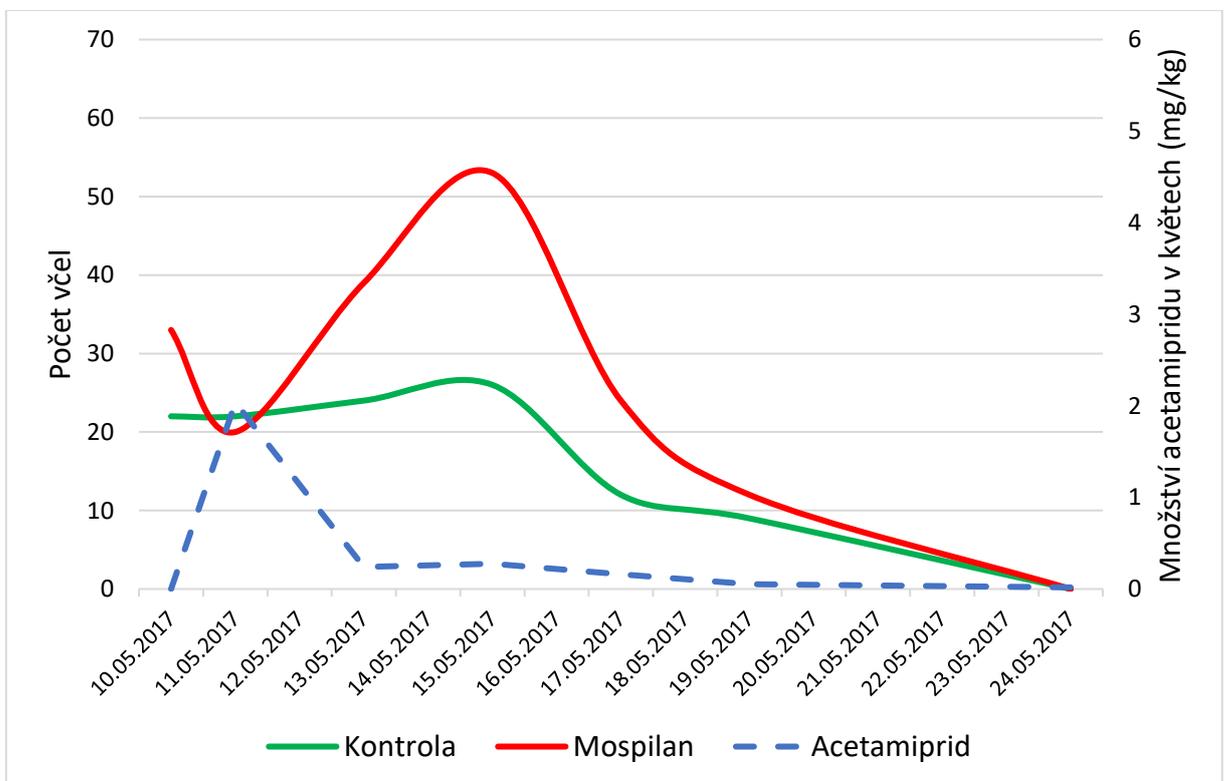
Účinná látka indoxakarb způsobuje včelám vysokou kontaktní toxicitu, avšak je pro ně prakticky netoxický při orálním příjmu (EPA, 2000). Ačkoliv je pesticid při přímém kontaktu vysoce toxický pro včely medonosné, Brugger (1997) uvádí, že po zaschnutí spreje má na včely již malý dopad. Jeho studie o včelách vystavených reziduíům ve vojtěšce při maximální navrhované jednorázové dávce (0,11 úč. l./ akr) uvádí, že včely nebyly ovlivněny po 3 hodinách po aplikaci.

Studie autorů Lars et al. (2019) měla za cíl porovnat repelenci tří insekticidů na čmelících a včelách v porostech jetele (*Trifolium pratense* L.) a také zkoumat jejich vliv na výnos semene. Studie repelence byla provedena v rozsáhlém polním pokusu v Norsku v roce 2013. V průměru za pozorování během prvního týdne po postřiku pyreteroidy lambda – cyhalothrinem a alfa – cypermethrinem, bylo o 17 a 40 % méně včel medonosných ( $P = 0,03$ ) a o 26 a 20 % méně čmeláků ( $P = 0,36$ ) než na nestříkaných kontrolních polích. Žádná repelence nebyla zjištěna po postřiku neonikotinoidem s úč. l. thiakloprid. I přesto ve srovnání s kontrolou bez postřiku bylo zvýšení výnosu semen o 22 % na plochách postříkaných thiaklopridem a o 12–13 % na parcelách postříkaných pyreteroidy ( $P = 0,10$ ).

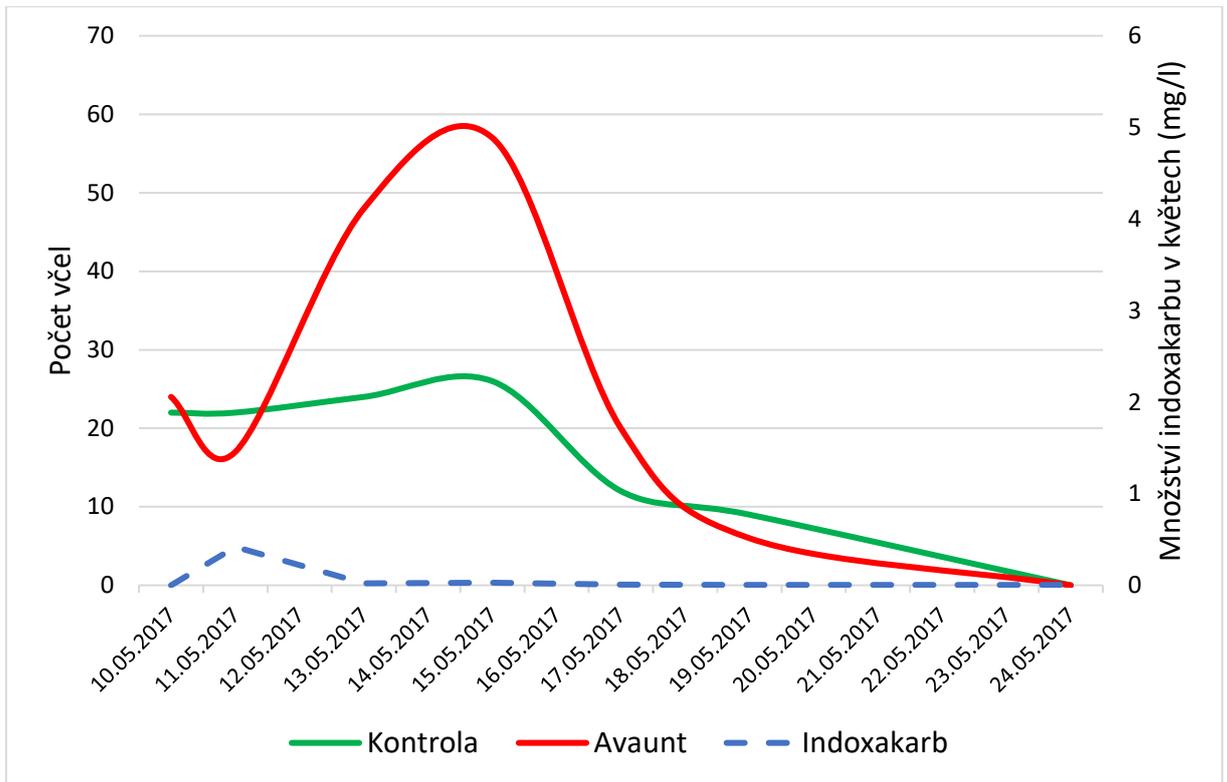
Graf 16: Vliv aplikace přípravku Biscaya 240 OD na návštěvnost včel (2017)



Graf 17: Vliv aplikace přípravku Mospilan 20 SP na návštěvnost včel (2017)

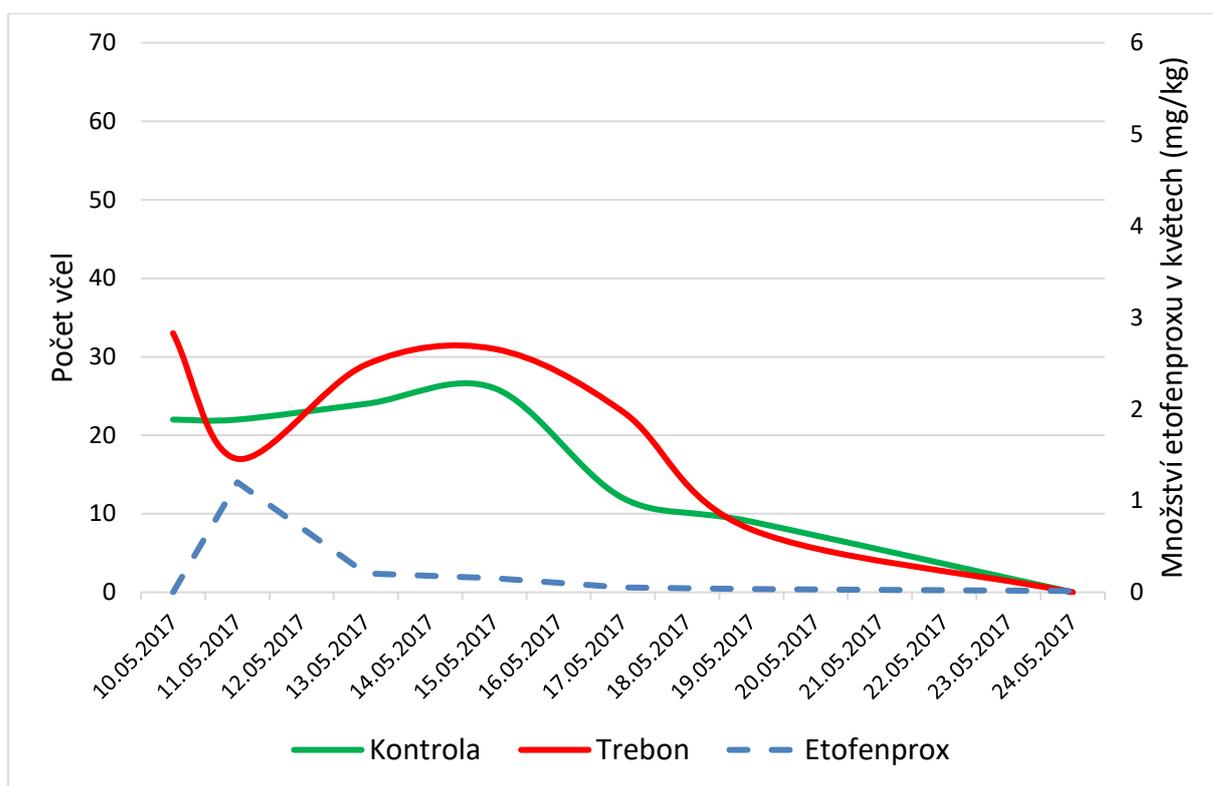


Graf 18: Vliv aplikace přípravku Avaunt na návštěvnost včel (2017)



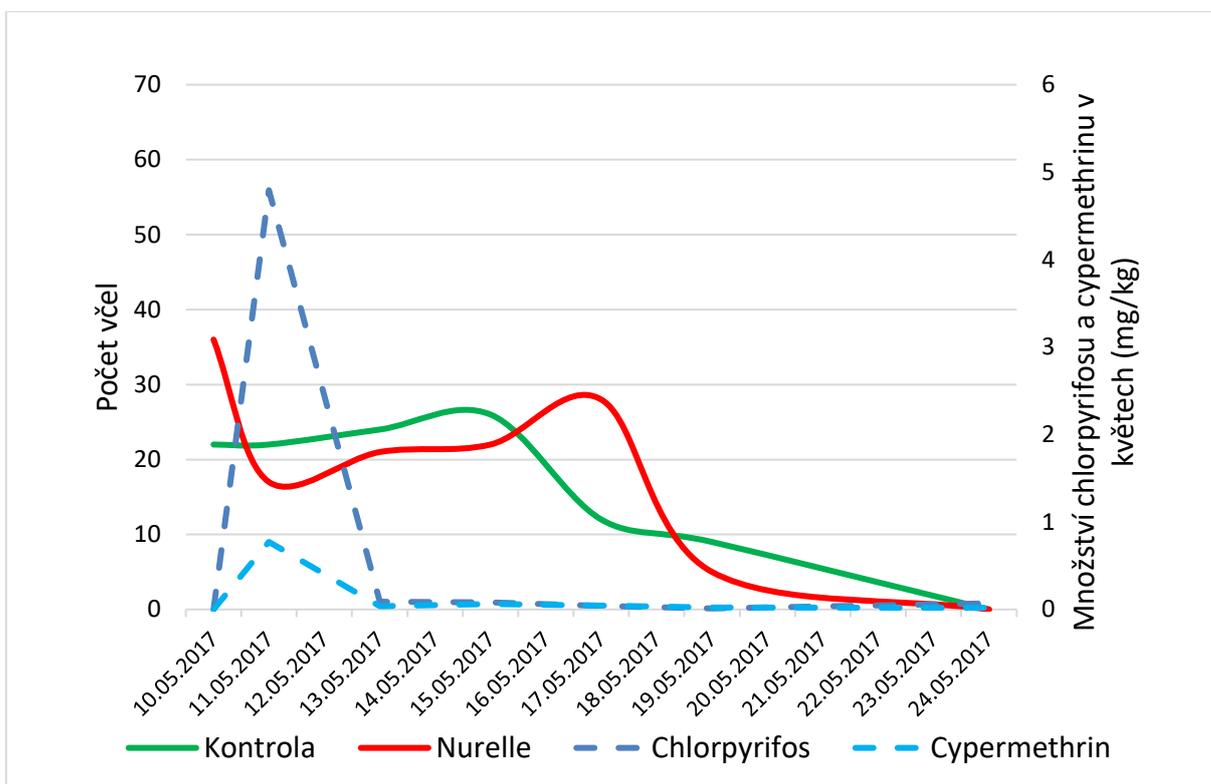
U přípravku Trebon OSR (úč. l. etofenprox) byla ve srovnání s předcházejícími přípravky počáteční repelence výraznější (25 %). Následné zvýšení návštěvnosti včel trvalo sice stejnou dobu, ale bylo výrazně slabší (max. 20 %). K vyrovnání návštěvnosti včel v porostu došlo 8. – 9. den po aplikaci přípravku Trebon OSR (graf 19).

Graf 19: Vliv aplikace přípravku Trebon OSR na návštěvnost včel (2017)

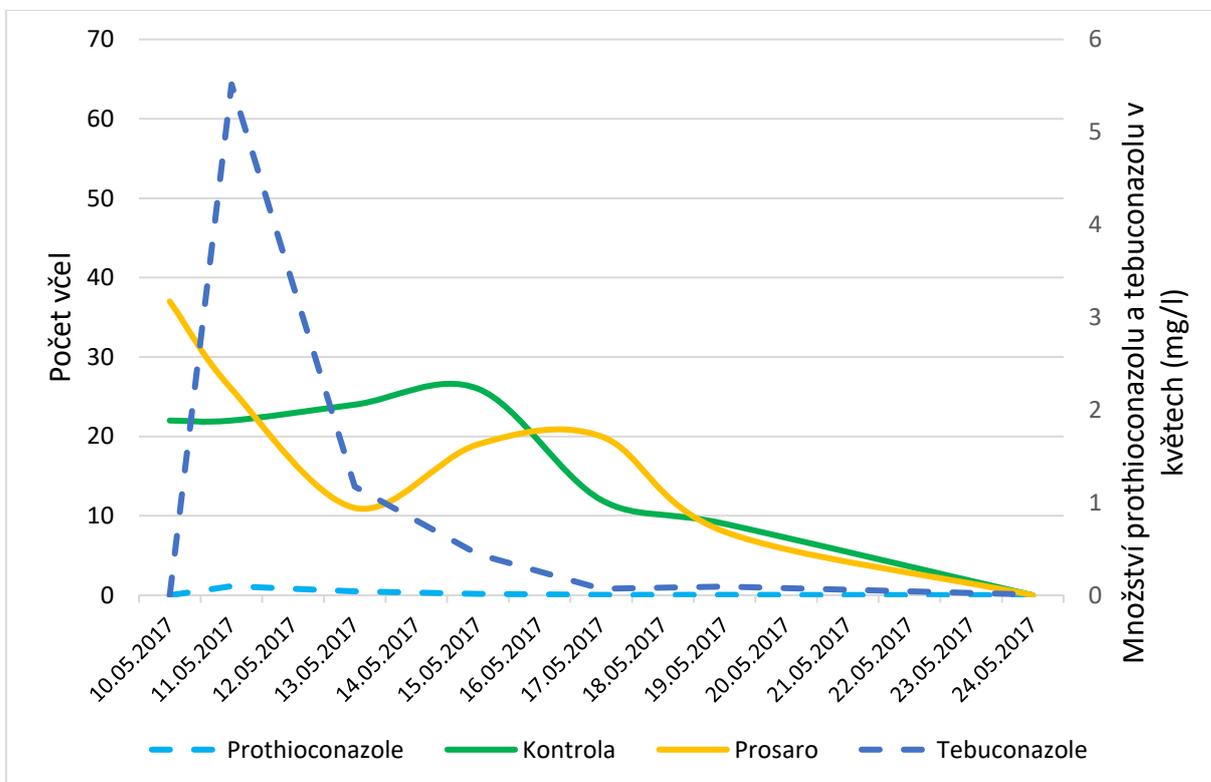


U variant ošetřených přípravky s dvěmi účinnými látkami Nurelle D (chlorpyrifos a cypermethrin) a Prosaro (prothiokonazol a tebukonazol) byl repelentní účinek výrazný (max. 60 %) a trval delší dobu 5 dní. Po výrazném snížení obsahu obou účinných látek v květech se návštěvnost včel zvýšila proti kontrole (max. 45 %), ale jen krátce na 2 – 3 dny. Poté se již návštěvnost včel na ošetřené i neošetřené variantě vyrovnala (grafy 20, 21).

Graf 20: Vliv aplikace přípravku Nurelle D na návštěvnost včel

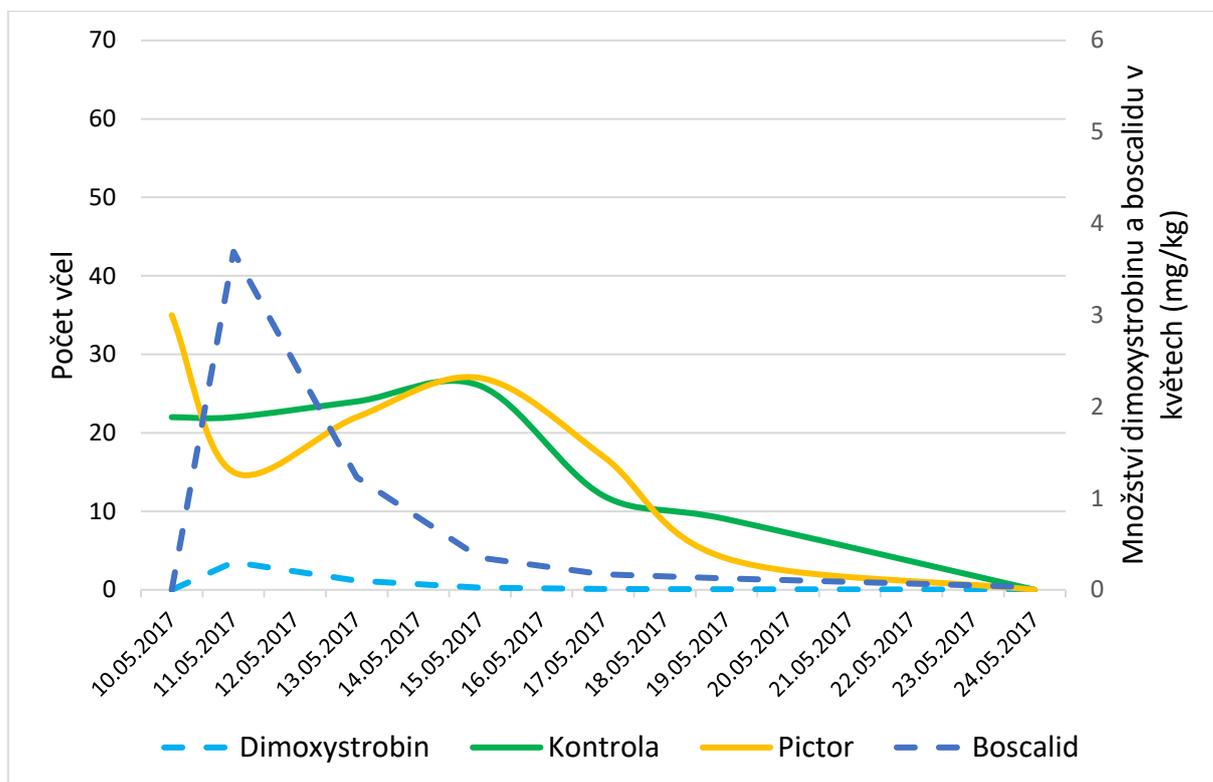


Graf 21: Vliv aplikace přípravku Prosaro na návštěvnost včel



U přípravku Pictor (dimoxystrobin, boskalid) byla v počátku opět zjištěna repelence (35 %) po dobu 3 dní, ale následně bylo zvýšení návštěvnosti včel velmi malé (max. 20 %) a trvalo 3 dny. V následujícím období se repelence ošetřené varianty opět na 4 dny zvýšila (max. 50 %) (graf 22).

Graf 22: Vliv aplikace přípravku Pictor na návštěvnost včel



#### 5.4 Maloparcelové odrůdové pokusy na řepce ozimé

Vzhledem k tomu, že aplikace pesticidů není jediným faktorem ovlivňující návštěvnost včel v kvetoucích porostech řepky, byla také v letech 2015 – 2017 zkoumána atraktivita jednotlivých odrůd a typu odrůd na opylovače.

Tyto výsledky mohou mít velkou vypovídací hodnotu, protože jak tvrdí Ouvnard and Jacquemar (2019), kteří porovnávali studie, které odhadovaly různé závislosti řepky na hmyzích opylovačích, výsledky z terénního (venkovního) pozorování opylovačů mají vždy lepší vypovídající hodnotu než výsledky z uzavřených prostor, či klecových zařízení.

V průběhu 3 let pozorování bylo do výsledků zahrnuto 4414 dílčích pozorování včely medonosné. Ostatní druhy včel se v těchto pokusech vyskytovaly ve velmi malém množství, proto tyto výsledky nebyly již dále zpracovávány.

Návštěvnost včel na jednotlivých zkoušených odrůdách řepky za období 2015 – 2017 je znázorněna v grafu 23. Zde jsou viditelné rozdíly v návštěvnosti mezi jednotlivými odrůdami. V roce 2015 však žádná ze zkoušených odrůd statisticky průkazně nevykázala atraktivní odrůdu pro včely (graf 46, tabulka 37). Odrůda DK Explicit byla však tou nejvíce navštěvovanou a odrůda Witt naopak tou nejméně navštěvovanou. V roce 2016 bylo hodnoceno již větší spektrum odrůd kde již byly statisticky průkazně atraktivnější odrůdy pro včely (graf 47, tabulka 38). Nejvíce navštěvovanou odrůdou byla odrůda: Dozzen, Witt a Artoga. V posledním roce zkoušení byla odrůda Sherpa statisticky průkazně vyhodnocena jako nejvíce atraktivní odrůda pro včely. Oproti ní byly statisticky podprůměrně navštěvovány tyto odrůdy: Andromeda, Artoga Sidney a Witt (graf 48, tabulka 39).

Návštěvnost jednotlivých odrůd čmeláky byla v roce 2016 velice nízká. Největší návštěvnost byla zaznamenána na odrůdě Artoga. V dalším roce pozorování bylo zaznamenáno až 13 x více čmeláků než v roce předešlém (graf 24). Nejvíce navštěvovanými odrůdami čmeláky v roce 2017 byly DK Exception, Sidney a DK Exprit.

Volková a kol. (2016) porovnávali návštěvnost jednotlivých odrůd řepky čmeláky, *Bombus terrestris* L. Tento pokus probíhal v proletové hale, kam byly umístěny 3 odrůdy řepky ozimé v nádobách. Každá odrůda byla umístěna v proletové hale 2x. Po dobu 10 dnů zaznamenávali jedince čmeláků na kvetoucích rostlinách. Každý den byly rostliny přemísťovány, aby bylo zjištěno, zdali čmeláci létají za naučeným místem, kde je potrava, či si dokáží vždy najít tu pro ně nejatraktivnější odrůdu. Z výsledků autorů vyplývá, že si čmeláci každý den měření naprosto přesně dokázali vždy vyhledat odrůdu, která pro ně byla nejvíce atraktivní.

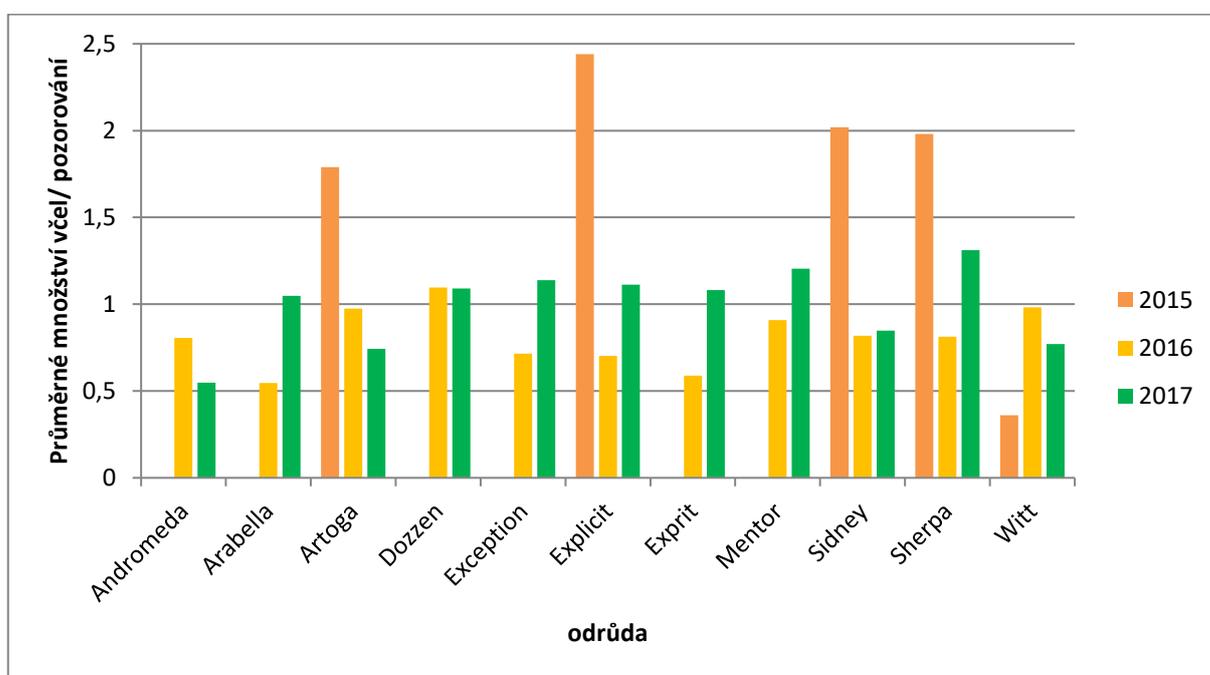
Běžně ovlivňuje možnosti letu opylovačů průběh počasí, zejména teplota, srážky a síla větru. V každém roce se tedy liší počet dní optimálních pro let opylovačů (Farkas, 2008).

Značně ovlivňuje v jednotlivých letech návštěvnost včel pokusu také další významné zdroje potravy pro opylovače rostoucí v okolí až 3 km. Při našem pozorování to byl zejména květ ovocných stromů, které v závislosti na průběhu počasí mohou kvést s řepkou téměř současně, ale také se nemusí překrývat skoro vůbec. V roce 2018, kdy vlivem mimořádně teplého dubna, byl květ řepky slabý a vzhledem ke konkurenci současně kvetoucích ovocných stromů včely řepku prakticky nenavštěvovaly.

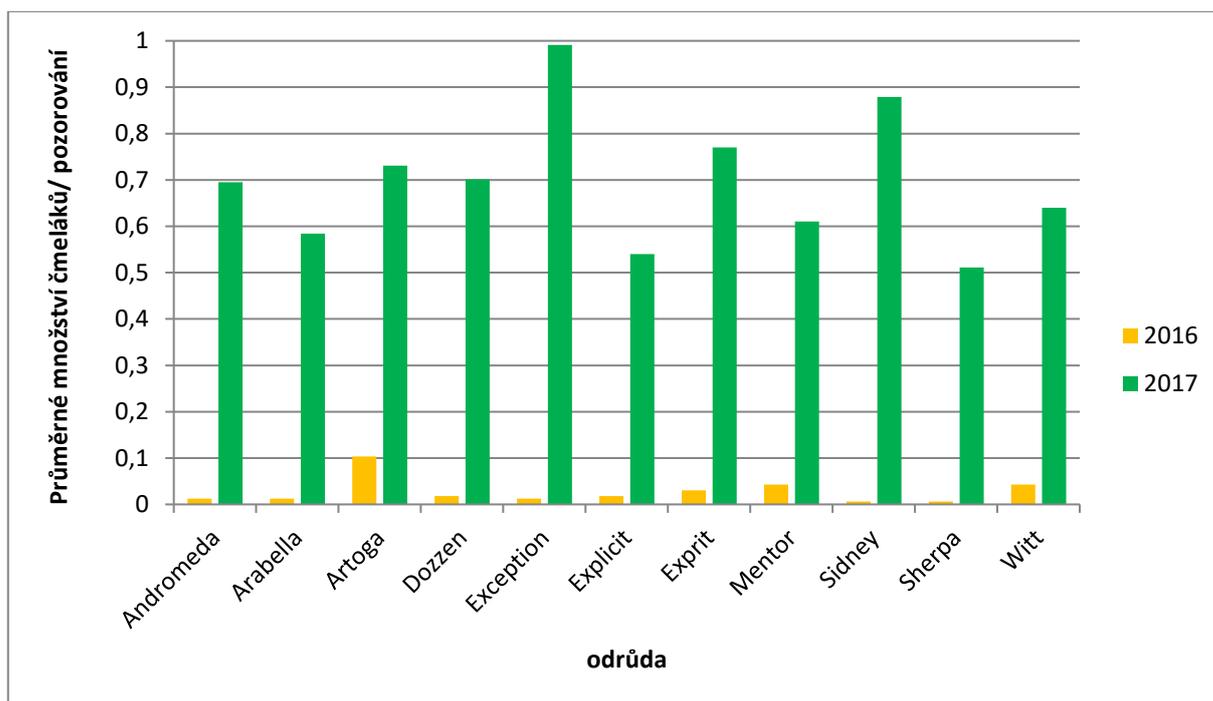
Farkas (2008) také uvádí jako důležitý faktor, který způsobuje vyšší atraktivitu odrůd pro včely a tím je jejich nektarodárnost.

Výzkumem, zdali nektarodárnost odrůd ovlivňuje návštěvnost liniových či hybridních odrůd opylovači, se zabývali i Volková a kol. (2016). Nektarodárnost byla zkoumána v letech 2015, 2016 ve VÚV v Dole na odrůdách: Sherpa, Arabella, Brilland, DK Exception, DK Explicit, DK Exprit, Sidney, SY Saveo, Artoga a Witt. Současně byla zkoumána na odrůdách Sidney a DK Explicit na ČZU v Praze. Bylo zjištěno, že produkce nektaru je u různých odrůd odlišná (ne však statisticky průkazně). Produkce nektaru kolísá hlavně meziročně. V roce 2016 byla u zkoušených odrůd zhruba o jednu třetinu větší než v roce předcházejícím. Průměrná produkce nektaru na 10 květů za dva roky u zkoušených liniových odrůd byla 6,8 mg a u hybridních odrůd 5,9 mg. Potvrdili, že na produkci nektaru nemá statisticky průkazně vliv typ odrůdy. Mnohem větší vliv, má vliv ročníku (teploty a srážky v období kvetení).

Graf 23: Průměrná návštěvnost odrůd včelami



Graf 24: Průměrná návštěvnost odrůd čmeláky



V grafu 49, 50, 51 a tabulce 39, 40, 41 jsou statisticky vyhodnoceny rozdíly po jednotlivých letech v návštěvnosti hybridních, liniových a ostatních odrůd (bílekvetoucí), včelami. V roce 2015 mezi hybridními a liniovými odrůdami nebyl zjištěný statisticky významný rozdíl na hladině významnosti 95 %. Zatímco bílekvetoucí odrůda Witt měla oproti nim statisticky průkazně nižší návštěvnost včelami. Rok 2016 vykázal statisticky průkazný rozdíl mezi liniovými a hybridními odrůdami. Hybridní odrůdy měly v tomto případě vyšší návštěvnost včelami. Bíle kvetoucí odrůda Witt měla v tomto roce nadprůměrnou návštěvnost včelami statisticky srovnatelnou s hybridními odrůdami. V posledním roce zkoušení se neprojevil mezi třemi sledovanými skupinami statisticky významný rozdíl.

Z těchto výsledků vyplývá, že rozdíl v návštěvnosti včelami liniových a hybridních odrůd je malý a v praxi nemá význam. Je tedy prokázáno, že hybridní odrůdy neovlivňují negativně návštěvnost včel a nemusí vznikat obavy z převahy tohoto typu odrůd na českých polích. Patrně závažnější vliv má však změna barvy květu. Bíle kvetoucí odrůda Witt má každý rok jiný podíl na návštěvnosti včel a tento podíl silně kolísá v souvislosti se změnou odstínu květu od silně podprůměrného v roce 2015, kdy barva květu byla čistě bílá (obrázek 9) až po jednu z největších návštěvností včelami v roce 2016, kdy barva květu byla nažloutlá (obrázek 10). V roce 2017 barva květu opět směřovala k bílé barvě a podíl v návštěvnosti včel byl třetí nejnižší mezi všemi zkoušenými odrůdami.

Flower Power Systém využívá bílé kvetoucí odrůdu Witt pro usnadnění ochrany proti blýskáčkovi s výrazným efektem i na bejломorku a krytonosce šešulového nalétávající do porostu v době květu. Je to nový pěstební systém řepky ozimé kombinující žlutě (obsev) a bíle kvetoucí řepku na jednom poli. Systém zvyšuje efektivitu ošetření, zlepšuje ochranu včel a pomáhá řešit stoupající rezistenci škůdců (Štěpánek, 2015)

Kováčová (20.10.2017 – ústní sdělení) potvrdila každoroční změny v barvě květu u této odrůdy s vysvětlením, že bělost květů se odvíjí od množství slunečního svitu v průběhu kvetení.

Tento poznatek by měl upozornit na to, že případné další odrůdy se změněnou barvou květu, by měly být vždy prověřeny, na vnímání této změny včelami.

Chittka and Waser (1997) jakožto autoři studie s červeně kvetoucí řepkou poukazují na to, že i když červená barva není pro včely téměř viditelná, jsou schopny tyto květy nalézt, a to díky signálům pylu, nektaru a vůně, které zůstávají v rostlině zachovány. To by mělo být pro včely natolik atraktivní, aby bylo zajištěno opylení rostlin.

## **5.5 Vliv odrůd (hybridů) slunečnice na návštěvnost opylovačů**

V letech 2015 – 2017 byl sledován vliv hybridů slunečnice na návštěvnost opylovačů. Celkově bylo zaznamenáno v odrůdových pokusech na slunečnici 78 522 opylovačů, z čehož ze 7 % zde byla zastoupena včela medonosná a z 92,9 % čmeláci. Protože každoročně návštěvnost čmeláků v porostech slunečnice převažovala, dá se říci, že hlavními opylovači slunečnice jsou čmeláci. Poměr opylovačů ve prospěch včely medonosné je samozřejmě změněn v případě přísunu včelstev.

V roce 2017 byl pro obě skupiny opylovačů podíl návštěvnosti hybridu P63LE10 statisticky odlišný od všech ostatních a byl nejvíce atraktivním hybridem (tabulka 15, 16). V roce 2015 a 2016 byl tento hybrid opět u obou skupin opylovačů s nejvyšším či druhým nejvyšším podílem návštěvnosti, avšak statisticky již tento rozdíl nevyšel průkazný.

Nejméně atraktivní hybridy již není možno tak jednoznačně stanovit. V roce 2015 měl statisticky prokazatelně nejnižší návštěvnost čmeláky hybrid Gonzalo, Drake a ES Biba (tabulka 17). V roce 2016 měl nejnižší návštěvnost hybrid Gonzalo a v roce 2017 měl nejnižší návštěvnost hybrid Drake. Hybridní odrůda Gonzalo, ale již není v nabídce hybridů slunečnice pro rok 2018 a 2019. U včel nebyl statisticky průkazně prokázán nejméně navštěvovaný hybrid (tabulka 15).

Graf 25 pouze potvrzuje údaje z tabulky 15. Graf vykazuje průměrné množství včel na pozorování na jednotlivých hybridech včelou medonosnou po 3 roky zkoušení. V roce 2015 byla nadprůměrně navštěvovanou odrůdou odrůda Vellox a P63LE10. V letech 2016 i 2017 byla nejvíce navštěvovaná odrůda P63LE10. V roce 2017 byla její návštěvnost dokonce šestinásobně vyšší než průměrná návštěvnost všech odrůd. Tato odrůda byla pro včely viditelně atraktivnější i při vizuálních kontrolách polního pokusu. Graf 26 vykazuje obdobná data pro čmeláky, kdy opět názorně zobrazuje nejvyšší atraktivitu hybridní odrůdy P63LE10 a NK Neoma ve všech třech zkoušených letech.

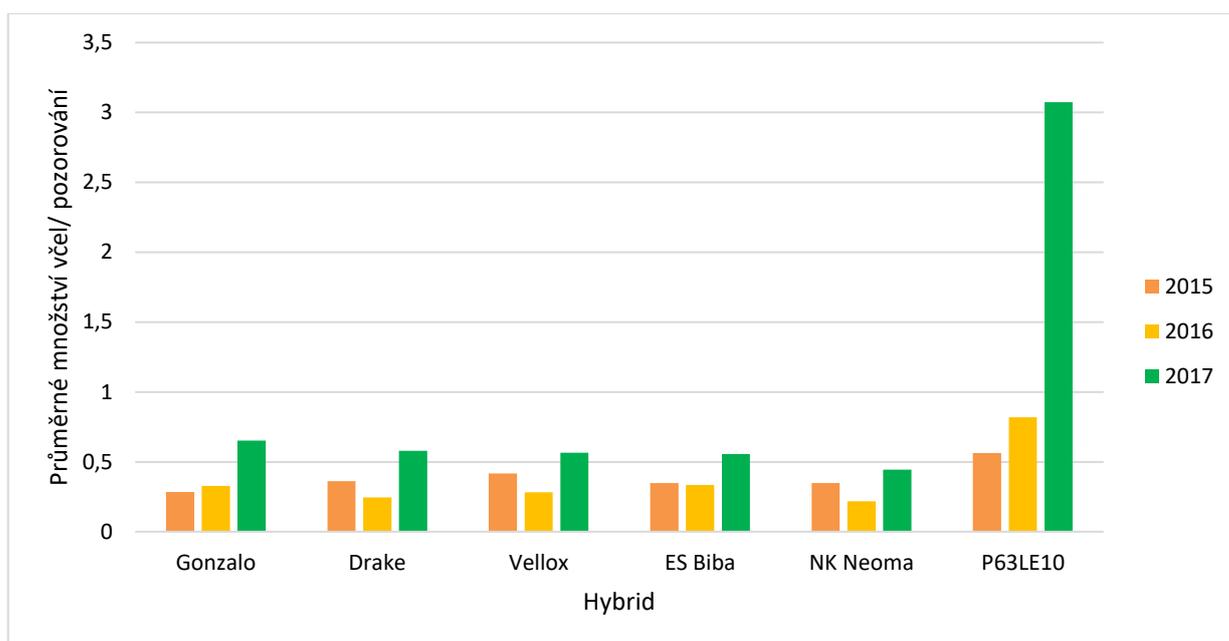
NK Neoma se od ostatních hybridů liší svojí Clearfield technologií, která jí umožňuje snášet herbicidní ošetření s účinnou látkou imazamox (Štěpánek, 2018). Je možné, že tato technologie je důvod, proč opylovači tento hybrid navštěvovaly znatelně více než většinu ostatních hybridů.

Tabulka 15: Množství včel a podíl jejich návštěvnosti (PN) na zkoušených hybridech slunečnice.

Hybrid	Rok					
	2015		2016		2017	
	n	PN (%) ± SD	N	PN (%) ± SD	n	PN (%) ± SD
<b>Gonzalo</b>	41	12,3 ± 0,3a	63	14,8 ± 0,7a	534	11,1 ± 0,7a
<b>Drake</b>	52	15,6 ± 0,3a	47	11 ± 0,5a	474	9,9 ± 0,5a
<b>Vellox</b>	60	18 ± 0,3a	54	12,6 ± 0,5a	463	9,6 ± 0,4a
<b>ES Biba</b>	50	15 ± 0,3a	64	15 ± 0,7a	456	9,5 ± 0,4a
<b>NK Neoma</b>	50	15 ± 0,3a	42	9,8 ± 0,5a	364	7,6 ± 0,4a
<b>P63LE10</b>	81	24,3 ± 0,3a	157	36,8 ± 2a	2520	52,4 ± 2,4b
<b>Suma</b>	334	100	427	100	4811	100

\* Statistické vyhodnocení podílu návštěvnosti včel na jednotlivých hybridech je znázorněno písmeny ve sloupcích v tabulce 15. Stejná písmena ve sloupci nevykazují signifikantní rozdíl na hladině významnosti 95 %. Pro statistické vyhodnocení byl použit Kruskal – Walisův test (2015:  $H(5, N = 864) = 15,78022$   $p = ,0075$ ; 2016:  $H(5, N = 1152) = 5,851756$   $p = ,3209$ ; 2017:  $H(5, N = 4920) = 844,5763$   $p = 0,000$ ).

Graf 25: Průměrná návštěvnost hybridů včelami



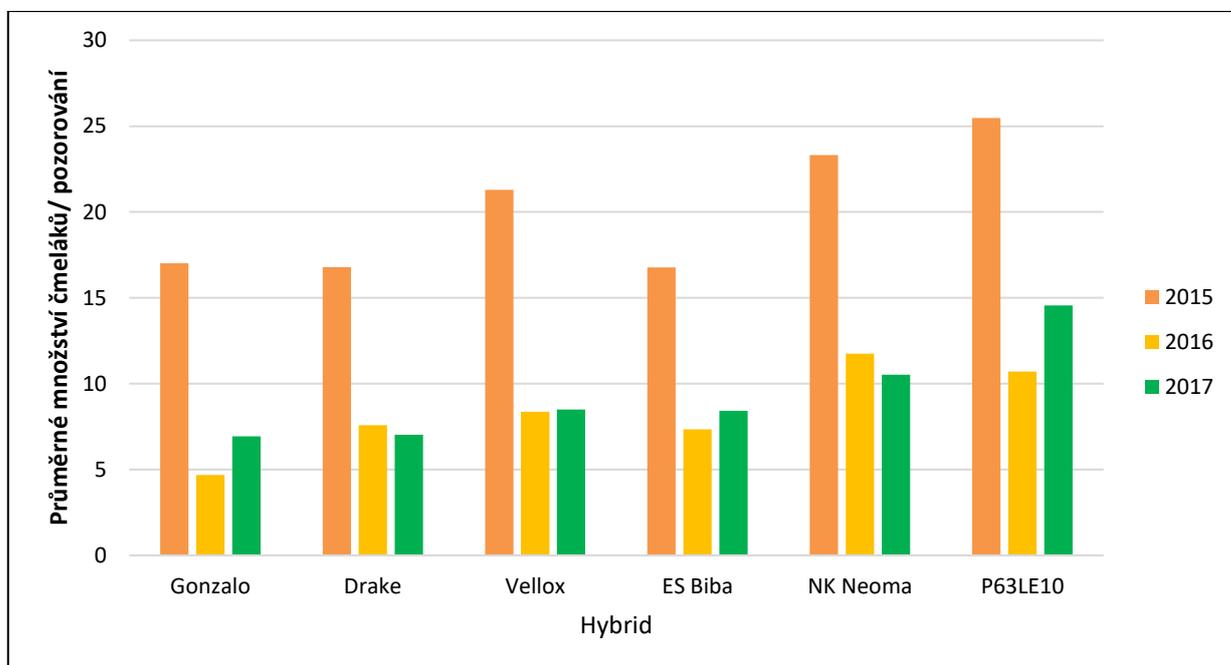
Tabulka 16: Množství čmeláků a jejich podíl návštěvnosti (PN) na zkoušených hybridech slunečnice.

Hybrid	Rok					
	2015		2016		2017	
	n	PN (%) ± SD	n	PN (%) ± SD	n	PN (%) ± SD
<b>Gonzalo</b>	2449	14,1 ± 7a	900	9,3 ± 3,5a	5691	12,4 ± 4,7a
<b>Drake</b>	2419	13,9 ± 5,3a	1456	15,0 ± 4,7b	5765	12,6 ± 4,3a
<b>Vellox</b>	3066	17,6 ± 7,6b	1606	16,6 ± 4,2bcf	6967	15,2 ± 4,7b
<b>ES Biba</b>	2416	13,9 ± 4a	1410	14,6 ± 4bd	6906	15 ± 4,6bc
<b>NK Neoma</b>	3358	19,3 ± 4bc	2256	23,3 ± 6,1e	8630	18,8 ± 6,5d
<b>P63LE10</b>	3667	21,1 ± 14bd	2056	21,2 ± 7,9ef	11932	26 ± 9,8e
<b>Suma</b>	17375	100	9684	100	45891	100

\* Statistické vyhodnocení podílu návštěvnosti čmeláků na jednotlivých hybridech je znázorněno písmeny ve sloupcích v tabulce 16. Stejná písmena ve sloupci nevykazují signifikantní rozdíl na hladině významnosti 95 %. Pro statistické vyhodnocení byl použit

Kruskal – Walisův test (2015:  $H(5, N = 864) = 85,21846$   $p = 0,000$ ; 2016:  $H(5, N = 1152) = 148,6993$   $p = 0,000$ ; 2017:  $H(5, N = 4920) = 310,9707$   $p = 0,000$ ).

Graf 26: Průměrná návštěvnost hybridů čmeláky



Charakteristiky každého hybridu jsou důležitým faktorem při ovlivnění návštěvnosti opylovačů. Z těchto faktorů, např.: ranost kvetení ovlivňovala přítomnost opylovačů ve všech pokusných obdobích. Kultivar P63LE10 kvetl ranně, což způsobilo vysokou návštěvnost čmeláky a včelami během všech pokusných období. Tento kultivar ukázal od počátku pokusných pozorování velmi vysoký průměrný počet včel na pozorování v porovnání s ostatními hybridy. Zároveň tento kultivar kvetl po celou dobu trvání pokusu, a pravděpodobně proto si zachoval největší návštěvnost opylovači po celou dobu. Hybrid Drake také rozkvetl velmi ranně, ale nebyl pro opylovače tolik atraktivní jako hybrid P63LE10. Podle toho předpokládáme, že charakteristiky, jako je množství nektaru a pylu, či jiná genetická vlastnost, také ovlivňují atraktivitu hybridů pro opylovače. Tento efekt byl také pozorován Chambóem et al. (2011), kteří studovali vlivy úrovně produkce nektaru a pylu a zabývali se genotypy slunečnice. Potvrdili, že množství nektaru sbírajících opylovačů bylo vyšší oproti množství pylu sbírajících druhů, a že množství včel navštěvujících některé hybridní kultivary se lišila od množství pozorovaného na jiných genotypch slunečnice.

Lužaić et al. (2008) také ve svém pokusu provedeném v Polsku potvrdili vyšší návštěvnost určitých hybridů včelami. Rozdíl v návštěvnosti na 6 zkoušených hybridech slunečnice vykazovaly statisticky významné rozdíly.

## **5.6 Maloparcelové pokusy s přípravky na ochranu rostlin na slunečnici**

Celkově bylo zaznamenáno v pesticidních pokusech na slunečnici 48 990 opylovačů, z čehož z 30 % zde byla zastoupena včela medonosná a ze 70 % čmeláci. Protože každoročně návštěvnost čmeláků v porostech slunečnice převažovala, dá se říci, že hlavními opylovači slunečnice jsou čmeláci. Poměr opylovačů ve prospěch včely medonosné byl změněn v roce 2017, kdy bylo zaznamenáno 5 nových úlů v blízkosti pokusů (graf 27).

Ošetření parcel fungicidem Pictor vedlo k nejvyšší návštěvnosti čmeláky ve všech pokusných letech. V roce 2017 byl podíl návštěvnosti varianty ošetřené Pictorem statisticky průkazně odlišný od parcel ošetřených přípravkem Pirimor a neošetřenou kontrolou, a to na hladině významnosti 95 % (tabulka 18) (Stejskalova et al., 2018).

V roce 2017 parcely ošetřené fungicidem Pictor vykazovaly statisticky nejvyšší podíl návštěvnosti včelami, následovány parcelami ošetřenými přípravkem Mospilan 20 SP (tabulka 17). V letech 2015 a 2016 nejsou statisticky průkazně vyhodnoceny žádné odrůdy jako více či méně atraktivní. Degrandi-Hoffman et al. (2015) však dokazují, vyšší akutní úmrtnost včely medonosné po pozření boscalidu (jedné z účinných látek Pictoru), který byl přidán do včelí potravy.

Pozorovaná nízká návštěvnost obou sledovaných skupin opylovačů na pokusných parcelkách ošetřených insekticidem Pirimor mohla vzniknout kvůli pirimicardu, účinné látce tohoto přípravku, který je pro včely medonosné toxický. Pokud je tento insekticid aplikován v množství 0,28 kg účinné látky/ha na plně kvetoucí řepku ráno, než započnou včely svůj sběr, pak působí úmrtí včel po dobu 4 dnů po postřiku. Proto tato složka nemůže být doporučena k aplikaci na kvetoucí plodiny (Clinch and Palmer – Jones, 1974).

Fungicid Bumper Super s účinnou látkou propiconazole a prochloraz vykazoval průměrnou návštěvnost opylovači během všech období během pokusu. Propiconazole patří do skupiny inhibitorů demethylace (DMIs) a může také být regulátorem růstu rostliny (Iwasa et al., 2004).

Jisté složky s nízkou toxicitou mohou zvýšit citlivost organismu k toxickým látkám. Toto je známo jako synergický účinek přípravků (Manning et al., 2017). DMI fungicidy,

mohou zvýšit toxicitu insekticidů nabouráním včelí produkce detoxifikačních enzymů (Manning et al., 2017). Fungicid obsahující propiconazole zesílil toxicitu insekticidu acetamipridu a jejich polní aplikace způsobila 100% mortalitu u včel medonosných. Fungicidy obsahující propiconazole také zesílily toxicitu acetamipridu u včel medonosných v laboratorním pokusu, který založili Iwasa et al. (2004) a to 6x, 244x a 105x.

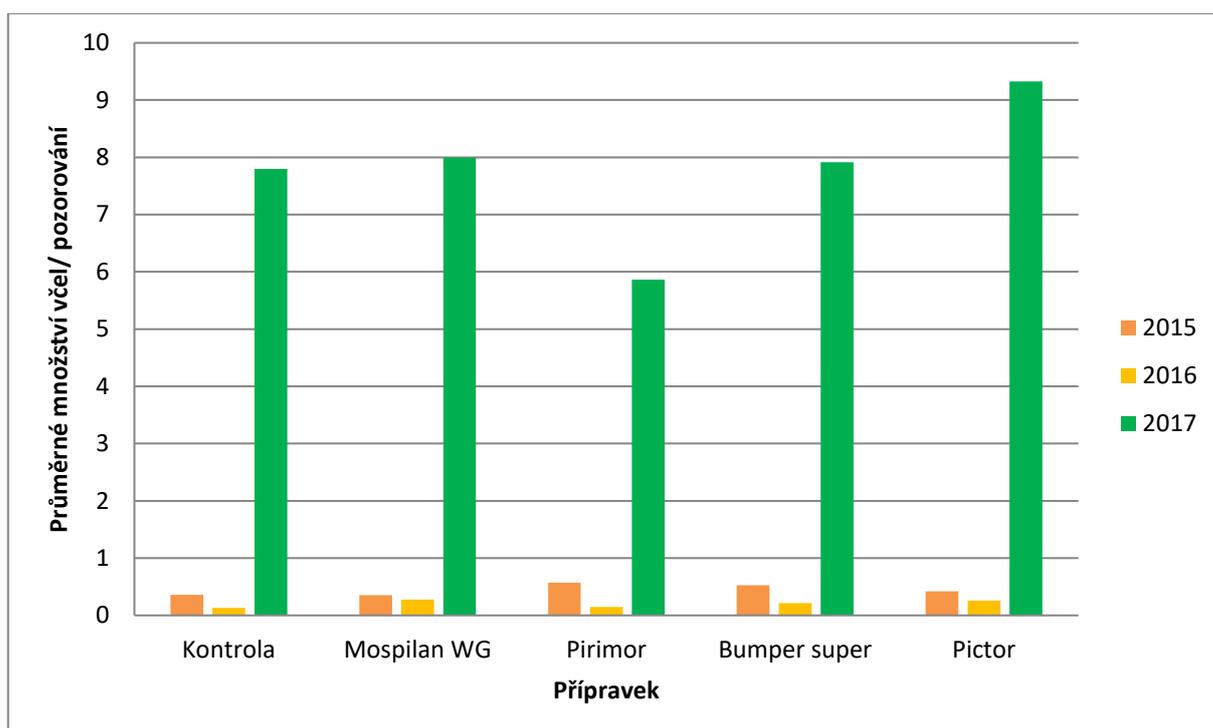
Druhá účinná látka Bumperu Super je prochloraz, který je inhibitor biosyntézy sterolu (SBI). Prochloraz také vykazoval schopnost inhibovat normální P450 detoxifikaci ve včelách medonosných, a především v návaznosti na detoxifikaci pyrethroidních insekticidů (Pilling et al., 1995). V pokusech s kombinací prochlorazu a tau – fluvalinátu došlo až ke 2000 - násobnému navýšení toxicity tau – fluvalinátu. Tau – flavulinát je také používán jako ošetření včelstva proti roztočům *Varroa destructor* (Johnson et al., 2013). Skupina SBI fungicidů je známá svou přítomností v pylu, vosku a také ve včelách samotných (Chauzat and Faucon, 2007).

Tabulka 17: Množství včel a jejich podíl návštěvnosti (PN) na zkoušených pesticidních variantách slunečnice.

Přípravek	Rok					
	2015		2016		2017	
	n	PN (%) ± SD	n	PN (%) ± SD	n	PN (%) ± SD
<b>Kontrola</b>	53	16,2 ± 0,5a	21	12,6 ± 0,2a	2855	20,1 ± 3,2bcd
<b>Mospilan 20 SP</b>	52	15,9 ± 0,4a	45	26,9 ± 0,2a	2925	20,5 ± 3,5ad
<b>Pirimor 50 WG</b>	84	25,6 ± 0,6a	24	14,4 ± 0,1a	2145	15,1 ± 3,1c
<b>Bumper Super</b>	77	23,5 ± 0,6a	35	21 ± 0,3a	2898	20,4 ± 4,6d
<b>Pictor</b>	62	18,9 ± 0,5a	42	25,1 ± 0,2a	3414	24 ± 4,5a
<b>Suma</b>	328	100	167	100	14237	100

\* Statistické vyhodnocení podílu návštěvnosti včel na jednotlivých pesticidních variantách je znázorněno písmeny ve sloupcích v tabulce 17. Stejná písmena ve sloupci nevykazují signifikantní rozdíl na hladině významnosti 95 %. Pro statistické vyhodnocení byl použit Kruskal – Walisův test (2015: H (4, N = 543) = 12,85695 p =,0120; 2016: H (4, N = 810) = 10,45979 p =,0334; 2017: H (4, N = 1830) = 50,23612 p =,0000).

Graf 27: Průměrná návštěvnost ošetřených porostů včelami

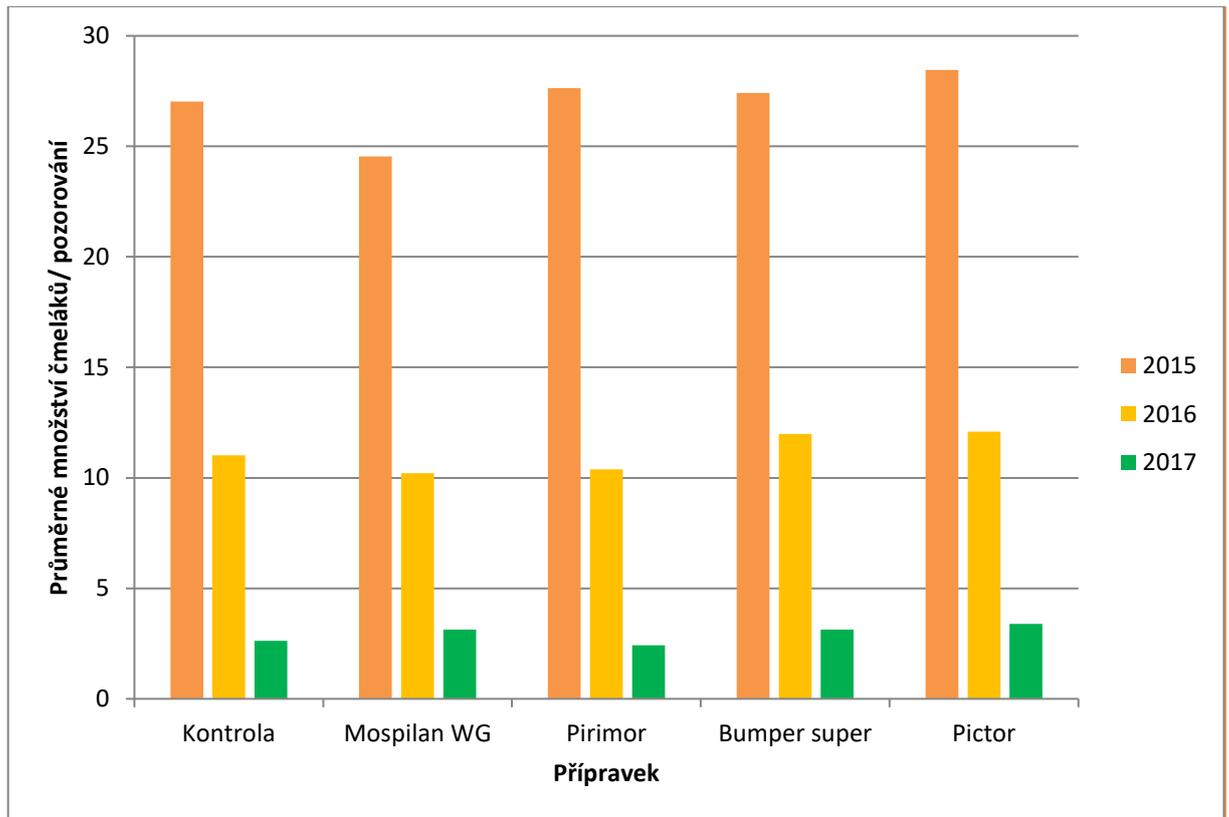


Tabulka 18: Množství čmeláků a jejich podíl návštěvnosti (PN) na zkoušených pesticidních variantách slunečnice.

Přípravek	Rok					
	2015		2016		2017	
	n	PN (%) ± SD	n	PN (%) ± SD	n	PN (%) ± SD
<b>Kontrola</b>	3973	20 ± 11,7a	1784	19,8 ± 7,4ae	961	17,9 ± 1,7ac
<b>Mospilan 20 SP</b>	3608	18,2 ± 9,7a	1653	18,3 ± 7,2 bcde	1148	21,3 ± 1,9 bcf
<b>Pirimor 50 WG</b>	4063	20,5 ± 12,1a	1682	18,7 ± 6 ad	885	16,4 ± 2a
<b>Bumper super</b>	4031	20,3 ± 11,8a	1941	21,5 ± 7,8a	1146	21,3 ± 2,1ce
<b>Pictor</b>	4184	21,1 ± 13,8a	1958	21,7 ± 5,6 ac	1241	23,1 ± 2,1def
<b>Suma</b>	19859	100	9018	100	5381	100

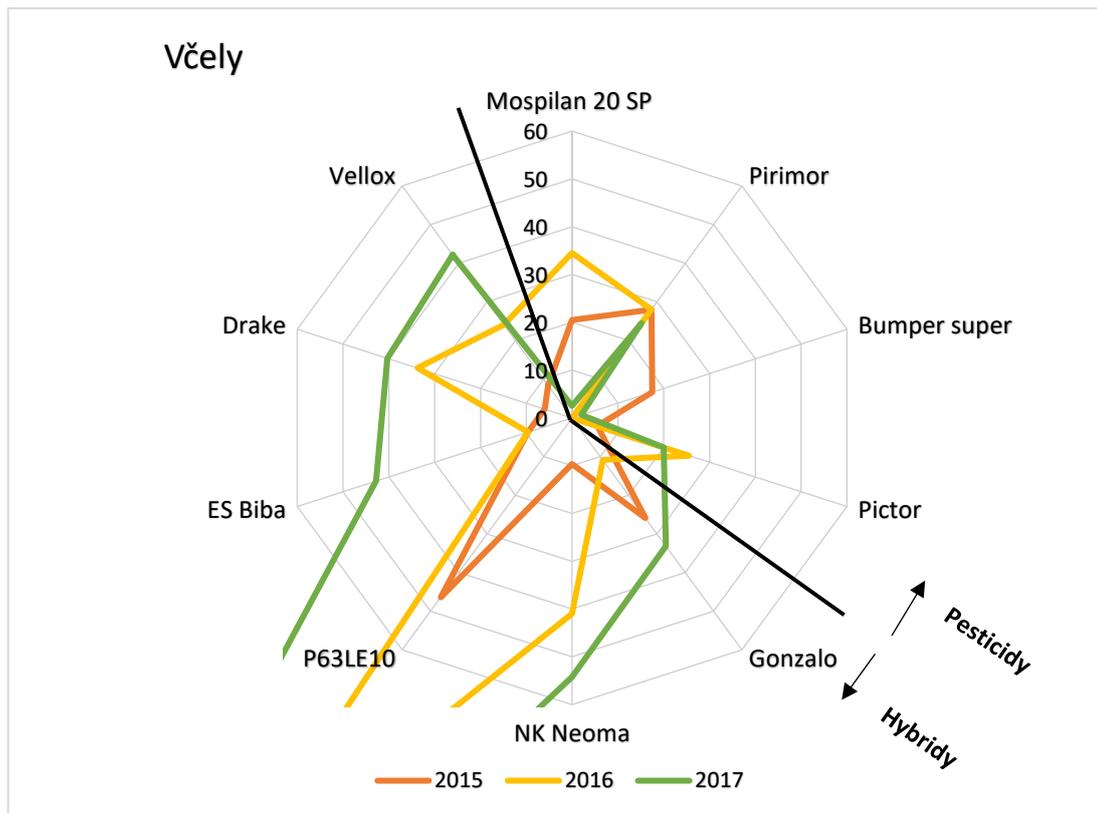
\* Statistické vyhodnocení podílu návštěvnosti čmeláků na jednotlivých pesticidních variantách je znázorněno písmeny ve sloupcích v tabulce 18. Stejná písmena ve sloupci nevykazují signifikantní rozdíl na hladině významnosti 95 %. Pro statistické vyhodnocení byl použit Kruskal – Walisův test (2015:  $H(4, N = 735) = 5,721197$   $p = ,2210$ ; 2016:  $H(4, N = 810) = 12,96935$   $p = ,0114$ ; 2017:  $H(4, N = 1830) = 31,20927$   $p = ,0000$ ).

Graf 28: Průměrná návštěvnost ošetřených porostů čmeláky



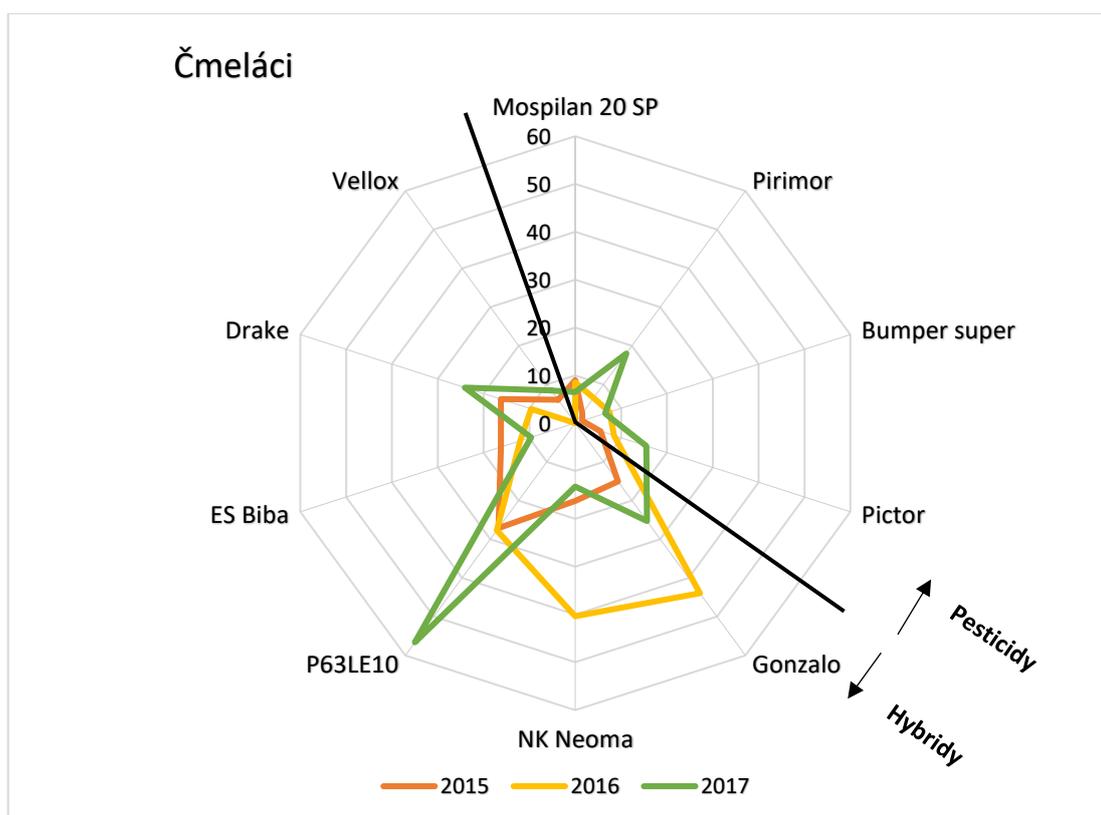
Porovnáním podílu návštěvnosti opylovačů na odrůdových a pesticidních pokusech slunečnice bylo zjištěno, že silnějším faktorem, kterým byly opylovači ovlivněny, byl výběr odrůd než výběr aplikovaného přípravku na ochranu rostlin (Stejskalová et al., 2018). Přesněji hybrid P63LE10 a NK Neoma ovlivnily podíl návštěvnosti opylovačů více než jakékoli ošetření přípravkem na ochranu rostlin. Včely byly silněji ovlivněny hybridy než čmeláci (graf 29, 30). V těchto grafech jsou vyjádřeny odchylky od teoretického podílu v absolutních hodnotách, které byly přepočítány podle počtu odrůd a variant přípravků v pokusech.

Graf 29: Pesticidy a odrůdy jako faktory ovlivňující návštěvnost včely medonosné



\* hodnoty pro hybrid P63LE10 přesahují hranice grafu z důvodu vysokých rozdílů – 161,7 % v roce 2016 a 215,7 % v roce 2017

Graf 30: Pesticidy a odrůdy jako faktory ovlivňující návštěvnost čmeláků



Celkové množství pozorovaných čmeláků při pokusu se slunečnicí bylo 72 950 (93 %), zatímco u včel bylo 5572 (7 %). Čmeláci byli oproti včelám více přitahováni kultivary slunečnice, z čehož můžeme usoudit, že jsou důležitější pro opylení slunečnice. Toto tvrzení je v souladu se zjištěními Aslana and Yavuksuze (2010) z Turecka, kteří v jejich výzkumu potvrdili, že čmeláci měli větší vliv na opylení slunečnice než včely. Na druhé straně Lužaić et al. (2008) pozorovali opylovače na hybridních odrůdách slunečnice v Chorvatsku, kde návštěvnost čmeláků byla pouze 0,3 %, zatímco v případě včel byla 99,7 %.

## 6 Závěr

V práci byl prokázán vliv pěstovaných odrůd a aplikace pesticidů do porostů kvetoucích olejnin na návštěvnost opylovači i rozdílný obsah reziduí účinných látek v pylu a v medu.

### 6.1 Existují významné rozdíly v repelenci přípravků pro včelu medonosnou

Na základě několika tisíc pozorování metodou přímého lákání v období 4 let byly stanoveny u 24 insekticidů a fungicidů velké rozdíly v repelenci pro včely. Hodnoceny byly pesticidy, které se aplikují do řepky či slunečnice v době květu, nebo v této fázi v rostlině ještě přetrvává jejich působení, a to jak samostatně tak i v tank – mix aplikacích. Z těchto výsledků vyznívá doporučení do zemědělské praxe použít při ošetření porostu např. proti blýskýčku řekovému přípravky s vysokou repelencí (Reldan 22 EC) oproti běžně používaným přípravkům Plenum nebo Mospilan 20 SP, které vykazují nízkou repelenci pro včely.

Informace o repelenci pesticidů pro včely v dokumentaci přípravků na ochranu rostlin zcela chybí. Povinně zveřejňované údaje o míře repelence by však mohly v budoucnu přispět k dokonalejší ochraně včel a dalších opylovačů.

V návazných pokusech bylo zjištěno, že čisté účinné látky přípravků jsou často pro včely více atraktivní než kontrolní roztok. Na výslednou repelenci mají tedy rozhodující podíl další látky obsažené v přípravcích. U komerční formulací stejných účinných látek byly zjištěny velké rozdíly. Příkladem může být formulace práškovité formulace acetamidridu Mospilan 20 SP, kde je nosičem bentonit a míra rezistence pro včely je nízká. Novější tekutá formulace Mospilan SL (neregistrovaný), kde jsou nosiči ropné produkty, vykazuje repelenci výrazně vyšší. Je možno doporučit výrobcům, aby při formulaci přípravků přihlíželi i k repelenci pro opylovače. Naše výsledky jsou i varováním před nelegálním používáním padělaných pesticidů. Přestože mohou mít stejnou účinnou látku jako originální přípravek, složení jiných přídavných látek může repelenci pro opylovače výrazně zhoršit.

Zjištěná míra repelence metodou přímého lákání byla potvrzena i ve čtyřletých malopacelkových pokusech v kvetoucí řepce i slunečnici. Při detailním ověřování se však prokázaly velké rozdíly v návštěvnosti včel v závislosti na množství přípravku obsaženém v květech. Bez rozdílu mezi přípravky kontaktními či systémovými obsah pesticidů během 3 dnů klesl o více jak 90 % počátečního množství. V následujících 3 – 5 dnech obsah účinných látek dále pomalu klesal a obvykle po 7 – 9 dnech dosáhl hranice detekovatelnosti analytickými přístroji. Včely na obsah účinných látek citlivě reagovaly.

U mírně až středně repelentních přípravků podle metody přímého lákání Biscaya 110 OD (thiakloprid), Mospilan 20 SP (acetamiprid) a Avaunt (indoxakarb) byla zjištěna při vysoké koncentraci v květech (do 3 dnů po postřiku) nízká repelence. Po výrazném snížení obsahu účinných látek však došlo k výraznému zvýšení atraktivity ošetřených porostů ve srovnání s neošetřenými porosty. U variant ošetřených přípravky s vysokou repelencí podle metody přímého lákání i Nurelle D (chlorpyrifos a cypermethrin) a Prosaro (prothiokonazol a tebukonazol) byl počáteční repelentní účinek výrazný a trval delší dobu. Po výrazném snížení obsahu obou účinných látek v květech se návštěvnost včel zvýšila proti kontrole jen mírně a na krátkou dobu.

Z výsledků celkově vyplývá, že repelence přípravků pro včely je nový specifický pojem, který není závislý na dalších charakteristických vlastnostech pesticidů: účinnost na různé skupiny škodlivých organismů, toxicita pro včely, účinná látka nebo formulace.

První hypotéza této práce tedy byla potvrzena.

## **6.2 Opylovači navštěvují odrůdy ozimé řepky nebo slunečnice s různou intenzitou**

Vzhledem k tomu, že aplikace pesticidů není jediným faktorem ovlivňující návštěvnost včel v kvetoucích porostech řepky a slunečnice, byla také v letech 2015 – 2017 zkoumána atraktivita jednotlivých odrůd a typu odrůd na opylovače. Při ochraně opylovačů v porostu je důležité brát na zřetel skutečnost, že každá plodina může být atraktivnější pro jinou skupinu opylovačů. V našich pokusech v řepce jednoznačně převažovala mezi opylovači včela medonosná (85 %), kterou doplňovali čmeláci (9 %) a samotářské včely (6 %). Poměr opylovačů se výrazně lišil na slunečnici v případě, že v okolí bylo běžné zavčelení. V tomto případě jsme zjistili 97% výskyt čmeláků, 2% výskyt včel medonosných a pouze v 1 % se zde objevovaly samotářské včely. V případě záměrného přísunu včelstev k porostu slunečnice se však podíl včel výrazně zvýšil na úkor podílu čmeláků.

Mezi odrůdami řepky se každoročně prokázaly rozdíly v návštěvnosti opylovači, nebyly však tak velké jako u slunečnice a byly ovlivněny ročníkem pěstování. Bylo potvrzeno, že mezi hybridními a liniovými odrůdami řepky nejsou zjištěny žádné rozdíly a zprávy šířené včelaři o nebezpečnosti pěstování hybridních odrůd řepky jsou tak zcela nepodložené. Jednoznačně se prokázal vliv barvy květů řepky na návštěvnost opylovači.

U slunečnice byly rozdíly v návštěvnosti jednotlivých hybridů opylovači významnější a nepodléhaly ročníkovým výkyvům. Zejména pro včely byl nejatraktivnější hybrid P63LE10 a pro čmeláky byl srovnatelně atraktivní ještě hybrid NK Neoma. Tyto dvě hybridní odrůdy

lze tedy po tříletém zkoušení doporučit zemědělské praxi k zajištění vysoké návštevnosti opylovačů v porostu. Pro slunečnici jako pro významně hmyzosubnou plodinu je totiž vysoká návštevnost opylovačů nezbytně nutná k zajištění vysokého výnosu.

Druhá hypotéza této práce byla potvrzena.

### **6.3 Ve včelích produktech (pylu a medu) v úlu je možno zjistit odlišné množství reziduí mnoha pesticidů**

Ve vzorcích plástového pylu a medu z 20 lokalit České republiky, které byly odebrány v oblastech intenzivního zemědělství v období po odkvětu řepky, bylo prokázáno velké množství reziduí pesticidů. 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. Navíc byly nalezeny 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 tisícínách mg/ kg pylu nebo medu. Ve větším množství (desetiny mg/kg) se našly v pylu látky klopuralid, thiaklopid, boskalid, dodine, tebukonazol, quiazalofop a chlorpyrifos. Pouze v jednom vzorku pylu u látky tebukonazol bylo zjištěno větší množství než 1 mg/kg – 1,568 mg/kg pylu. V medu bylo zjištěno větší množství pouze u tiaklopidu v jednom vzorku v roce 2017 – 0,204 mg/ kg medu.

Maximální limit reziduí (MLR) v pylu a medu byl během roku 2016 a 2017 překročen u několika účinných látek, častěji u pylu. U pylu byl nejvíce překročen MLR u fungicidní účinné látky tebukonazol a to v 10 vzorcích a to maximálně 31,3x. U medu byla MLR nejvíce překročena u účinné látky acetamidrid a to ve 3 odebraných vzorcích. Nejvíce byl limit překročen 2,8x.

Obsah reziduí pesticidů ve včelích produktech závisí nejen na velikosti ošetřené plochy příslušnými pesticidy, ale patrně jsou některé účinné látky náchylnější k přenosu do úlu. Výskyt v úlech totiž často neodpovídá rozsahu jejich používání v zemědělské krajině. Rezidua pesticidů se mohou dostávat do úlu i při neprofesionálním použití pesticidů, z kontaminované vody a dalších složek životního prostředí.

Třetí hypotéza této práce byla potvrzena.

## 7 Seznam literatury

Abd – Allah Shawki, M., Titěra, D., Kazda, J., Kohoutková, J., & Táborský, V. (2006) Toxicity to Honeybees of Water Guttation and Dew Collected from Winter Rape Treated with Nurelle D, *Plant Prot Sci*, 42, 9-14.

Abrol, D. P. (2011) *Pollination biology: biodiversity conservation and agricultural production*, Springer Science, Business Media.

Abrol, D. P., & Kumar, A. (2009) Foraging activity of *Apis* species on strawberry blossoms as influenced by pesticides, *Pak Entomol*, 31, 57-65.

AG Novachem (2015) Přípravky do řepky 2015. Reklamní sdělení.

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.

Aliouane, Y., Adessalam, K., El Hassani, A. K., Gary, V., Armengaud, C., Lambin, M., & Gauthier, M. (2009) Subchronic exposure of honeybees to sublethal doses of pesticides: effect on behavior, *Environ Toxicol Chem*, 28, 113-122.

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.

Atkins, E. L., Kellum, D., & Atkins, K. W. (1978) Integrated pest management strategies for protection honeybees from pesticides. *American bee journal*.

Badawy, M. E., Nasr, H. M., & Rabea, E. I. (2015). Toxicity and biochemical changes in the honey bee *Apis mellifera* exposed to four insecticides under laboratory conditions. *Apidologie*, 46(2),177-193.

Baranyk, P., (2015) Hybridní řepka – budoucnost již vstoupila, *Úroda*, 63(6), 82-84.

Baranyk, P., a kol., (2015) Stanovisko k odrůdové skladbě řepky pro rok 2015/2016: doporučení SPZO, Typus Pro Praha s. r. o., Praha, 37 s. ISBN: 978-80-87065-59-4.

Bartomeus, I., Gagic, & V., Bommarco, R. (2015) Pollinators, pests and soil properties interactively shape oilseed rape yield, *Basic Appl. Ecol*, 16, 737–745.

Bayer crop science [online] 2019 [cit. 2019-04-29]. Dostupné z: <<http://www.bayercropscience.cz/dokumenty/katalog/katalog-pripravku-2019.aspx>>.

Bekić, B., Jeločnik, M., & Subić, J. (2014) Honey bee colony collapse disorder (*Apis mellifera* L.) -possible causes. *Sci Pap Ser Manag, Econ Eng Agric Rural Dev*, 14, 13–18.

Biesmeijer, J. C., Roberts, S. P. M., Reemer, M., Ohlemüller, R., Edwards, M., Peeters, T., Schaffers, A. P., Potts, S. G., Kleukers, R., Thomas, C. D., Settele, J., & Kunin, W. E. (2006) Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands, *Science*, 313, 351–354.

Bezděková, G., ředitelka firmy Sumi Agro Czech, s.r.o. [ústní sdělení]. Praha, 20. 11. 2018.

Blacquièrè, T., Smaghe, 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.

Blochtein, B., Nunes-Silva, P., Halinski, R., Lopez, L. A., & Witter, S., (2014) Comparative study of the floral biology and of the response of productivity to insect visitation in two rapeseed cultivars (*Brassica napus* L.) in Rio Grande do Sul. *Braz. J. Biol*, 74, 787–794.

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. (2005a) Quantification of imidacloprid uptake in maize crops, *J Agr Food Chem*, 53(13), 5336-5341.

Bonmatin, J. M., Moineau, I., Charvet, R., Colin, M. E., Fleche, C., & Bengsch, E. R. (2005b). Behaviour of imidicloprid in fields. Toxicity for honey bees. In *Environmental Chemistry: Green Chemistry of Pollutants in Ecosystems*, Germany, 483–494.

Bos, C., & Masson, C. (1983) Analyse des effets, en particulier de la répulsivité, d'un pyréthrinóide de synthèse, la deltaméthrine, sur les abeilles, *Agronomie*, 3(6), 545-553.

Böhme, F., Bischoff, G., Zebitz, C. P. W., Rosenkranz, P., & Wallner, K. (2018) Pesticide residue survey of pollen loads collected by honeybees (*Apis mellifera*) in daily intervals at three agricultural sites in South Germany, Plos One, 13(7).

Brück, E., Elbert, A., Fischer, R., Krueger, S., Kühnhold, J., Klueken, A. M., Nauen, R., Niebes, J. F., Reckmann, U., Schnorbach, H. J., Steffens, R., & Waetermeulen, X. (2009) Movento®, an innovative ambimobile insecticide for sucking insect pest control in agriculture: Biological profile and field performance, Crop Protection, 28(10), 838–844.

Brugger, K. E. (1997) DPX-MP062: Prospective tier I ecological effects assessment for non-target organisms, DuPont Report No. AMR 4782-97. E. I. du Pont de Nemours and Company, Wilmington, DE.

Cantamutto, M., & Poverene, M. (2007) Genetically modified sunflower release: Opportunities and risks, Field Crop Res, 101, 133-144.

Cerrutti, N., & Pontet, C. (2016) Differential attractiveness of sunflower cultivars to the honeybee *Apis mellifera* L. Ocl Oils Fat Crop Li, 23(2).

Chamer, A. M., Medan, D., Mantese, A. I., & Bartoloni, N. J. (2015) Impact of pollination on sunflower yield: Is pollen amount or pollen quality what matters?, Field Crops Research, 176, 61-70.

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.

Chittka, L., Beier, W., Hertel, H., Steinmann, H. E., & Menzel, R. (1992) Opponent colour coding is a universal strategy to evaluate the photoreceptor inputs in Hymenoptera, *J Comp Physiol* 170, 545-563.

Chittka, L. & Waser, N. M. (1997) Why red flowers are not invisible to bees. *Israel J Plant Sci.* 45, 169-183.

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.

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 Contam Toxicol* 47(3), 387-395.

Coloss [online] 2017 [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: <<https://coloszcz.webnode.cz/>>.

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.

Cook, S. M., Bartlet, E., Murray, D. A., & Williams, I. H. (2002) The role of pollen odour in the attraction of pollen beetles to oilseed rape flowers, *Entomol Exp Appl*, 104(1), 43–50.

Cook, S. M., Skellern, M. P., Döring, T., & Pickett, J. (2013) Red oilseed rape? The potential for manipulation of petal colour in control strategies for the pollen beetle (*Meligethes aeneus*), *Arthropod-Plant Interactions*, 7, 249–258.

Cresswell, J. E., Davies, T. W., Patrick, M. A., Russell, F., Pennel, C., Vicot, M., & Lahoubi, M. (2004) Aerodynamics of wind pollination in a zoophilous flower, *Brassica napus*. *Funct. Ecol.* 18, 861–866.

Čermák, K. (2004) Dôkaz o dolete včiel za znáškou, *Moderní včelař*, 2, 24.

Český hydrometeorologický ústav [online] 11.10.2018 [cit. 2019-04-29]. Dostupné z: <[https://www.ctpz.cz/media/upload/1540208806\\_kodes-chmu-krtiny.pdf](https://www.ctpz.cz/media/upload/1540208806_kodes-chmu-krtiny.pdf)>.

ČSÚ Český statistický úřad. Soupis ploch osevů 2014 [online]. 11. července 2014 [cit. 2014-07-23]. Dostupné z: <<http://www2.czso.cz/csu/2014edicniplan.nsf/p/270143-14>>.

ČSÚ Český statistický úřad. Soupis ploch osevů 2016 [online]. 30. ledna 2017 [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: <<https://www.czso.cz/csu/czso/osevni-plochy-ozimych-plodin-pro-sklizen-v-roce-2017>>.

ČSÚ Český statistický úřad. Soupis ploch osevů 2018 [online]. 15. října 2018 [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: <<https://www.czso.cz/csu/czso/cri/odhady-sklizni-zari-2018>>.

Davis, A. R. (1989) The study of insecticide poisoning of honeybeebrood, *Bee World* 70, 163–174.

Delabie, J., Bos, C., Fonta, C., & Masson, C. (1985) Toxic and repellent effects of cypermethrin on the honeybee: Laboratory, glasshouse and field experiments, *Pestic Sci*, 16, 409–415.

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, *J App Ecol*, 47, 209-214.

Darko, G., Addai Tabi, J., Adjaloo, M. K., & Borquaye, L. S. (2017) Pesticide Residues in Honey from the Major Honey Producing Forest Belts in Ghana, *J Environ Public Health*, 1–6.

Dutta, N., Alam, S., Mahmudunnabi, M., Khatun, M., & Kwon, Y. (2016). Efficacy of some new generation insecticides and a botanical against mustard aphid and their toxicity to coccinellid predators and foraging honeybees, *Bangladesh J Agric Res*, 41(4), 725.

EUR-lex Official Journal of the European Union (2013) Available from: <<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:139:0012:0026:EN:PDF>> Accessed 7 June 2017

EPA United States Environmental Protection Agency (2000) Pesticide fact sheet: Indoxacarb. U.S. EPA, Washington, DC.

Euractiv. EU zakáže pesticidy nebezpečné pro včely. Česko nesouhlasí, obává se ztráty cukrové řepy [online]. 3. května 2018 [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: <<https://euractiv.cz/section/evropske-finance/news/eu-zakaze-pesticidy-nebezpecne-pro-vcely-cesko-nesouhlasi-obava-se-ztraty-cukrove-repy/>>.

EPA United States Environmental Protection Agency (2017) Residual Time to 25% Bee Mortality (RT25) Data. Available from: <<https://www.epa.gov/pollinator-protection/residual-time-25-bee-mortality-rt25-data>>.

FAO 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.

Farkas, A. (2008). Nectar production and nectar sugar composition of three oilseed rape (*Brassica napus*) cultivars in Hungary, *Acta Horticulturae*, (767), 275–284.

Fischer, J., Muller, T., Spatz, A. K. Greggers, U., Grunewald, B., & Menze, R. (2013) 60meeting of the Association of Institutes for Bee Research V19, UniversityWurzburg, Department of Animal Ecology and Tropical Biology, 15.

Frampton, G. K. (1999) Spatial variation in non-target effects of the insecticides chlorpyrifos, cypermethrin and pirimicarb on Collembola in winter wheat, *Pestic Sci*, 55, 875–86.

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.

Girolami, V., Mazzon, L., Squartini, A., Mori, N., Marzaro, M., Di Bernardo, A., Greatti, M., Giorio, C., & Tapparo, A. (2009) Translocation of neonicotinoid insecticides from coated seeds to seedling guttation drops: a novel way of intoxication for bees, *J Econ Entomol*, 102, 1808-1815.

Giurfa, M., Nufiez, J. Chittka, L., & Menzel, R. (1995) Colour preferences of flower-naive honeybees, *J Comp Physiol* 177, 247-259.

Gould, F. (1991) Arthropod behavior and the efficacy of plant protectants, *Annu Rev Entomol*, 36, 305–30.

Goulson, D. (2010) Oxford university press. New York. 317. ISBN: 9780199553075.

Goulson, D., Lye, G. C., & Darvill, B. (2008) Decline and Conservation of Bumble Bees, *Annu Rev Entomol*, 53(1), 191–208.

Halm, M. P., Rortais, A., Arnold, G., Taséi, J. N., & Rault, S. (2006) New Risk Assessment Approach for Systemic Insecticides: The Case of Honey Bees and Imidacloprid (Gaucho). *Environ Sci Technol*, 40(7), 2448–2454.

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.

Howard, D. C., Watkins, J. W., Clarke, R. T., Barnett, C. L., & Stark, G. J. (2003) Estimating the extent and change in broad habitats in Great Britain *Journal of Environmental Management*, 67, 219–27.

Iwasa, T., Motoyama, N., Ambrose, R. T., & Roe, M. (2004). Mechanism for the differential toxicity of neonicotinoid insecticides in the honey bee, *Apis mellifera*. *Crop Prot*, 23, 371–378.

Jurík, A. (1979) Medonosné rastliny, *Príroda*, Bratislava, 267 s. ISBN: neuveden.

Kamler, F. (1981) Selekcce linií řepky ozimé *Brassica napus* var. *arvensis* na nektarodárnost, In: *Sborník ÚVTIZ Genetika a šlechtění, Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství*, Praha, 145 – 152 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. (2016) Důsledky setí insekticidně nemořeného osiva ozimé řepky, *Agromanuálu*, 7, 39 – 41.

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.

Kessler, S. C., Tiedeken, 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.

Kevan, P. G., & Baker, H. G. (1983) Insects as flower visitors and pollinators, *Annual review of entomology*, 28(1), 407-453.

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.

Kluser, S. & Peduzzi, P. (2007) Global pollinator decline: A literature review. UNEP/GRID Europe. Châtelaine.

Kołowski, Z. (2007) Degree of utilization of potential sugar yield of a rapeseed plantation by insects in respect of rapeseed honey yield in an apiary, *J Apic Sci*, 51(2), 67-79.

Konradyová, V., Kazda, J., & Zusková, E. (2017) Kalamitní výskyt virových chorob v řepce v sezoně 2016/17, *Agromanuál*, 12(12).

Kováčová, A., obchodní zástupce firmy Soufflet Agro a.s. [ústní sdělení]. Liberec, 20. 10. 2017.

Krogh, K., Halling-Sørensen, B., Mogensen, B., & Vejrup, K. (2003) Environmental properties and effects of nonionic surfactant adjuvants in pesticides: a review, *Chemosphere*, 50(7), 871–901.

- Kubišová, S., & Titěra, D. (1988) Pyl ve výživě včel, SZN, Praha.
- Lars, T., Havstad, J., Øverland, I., Valand, S., & Aamlid, T. S. (2019) Repellency of insecticides and the effect of thiacloprid on bumble bee colony development in red clover (*Trifolium pratense* L.) seed crops, *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*, 69(5), 439-451.
- 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.
- Laurino, D., Porporato, M, Patetta, A., & Manino, A. (2011) Toxicity of neonicotinoid insecticides to honey bees laboratory tests, *Bull Insectol*, 64, 107-113.
- Leonardi, M. G., Cappelozza, S., Ianne, P., Cappelozza, 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.
- Leonhardt, S. D., Gallai, N., Garibaldi, L. A., Kuhlmann, M., & Klein, A. M. (2013) Economic gain, stability of pollination and bee diversity decrease from southern to northern Europe, *Basic Appl. Ecol.* 14, 461–471. doi:10.1016/j.baae.2013.06.003
- Lužaić, R., Puškadija, Z., Florijančić, T., Opačak, A., Bošković, I., & Jelkić, D. (2008) Posjećenost suncokreta (*Helianthus annuus* L.) medonosnom pčelom (*Apis mellifera* L.) u agro-eko sustavu Baranje, *Krmiva*, 50(3), 123-128.
- MacDonald, D. W. & Johnson, P. J. (2000) Farmers and the custody of the countryside: Trends in loss and conservation of non-productive habitats 1981-1998, *Biol Cons*, 94, 221–234.
- 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.
- Mänd, M., Williams, I. H., Viik, E. & Karise, R. (2010) Oilseed rape, bees and integrated pest management. In: Williams IH (ed) *Biocontrol-based integrated management of oilseed rape pests*. Springer-Verlag, London.

Maurizio, A., & Schaper, F. (1994) Das Trachtpflanzenbuch. Nektar und Pollen—die wichtigsten Nahrungsquellen der Honigbiene, Ehrenwirth; München, Germany, 334.

McArt, S. H., Fersch, A. A., Milano, N. J., Truitt, L. L., & Böröczky, K. (2017) High pesticide risk to honey bees despite low focal crop pollen collection during pollination of a mass blooming crop, *Scientific Reports*, 7(1), doi:10.1038/srep46554.

Menzel, R., & Backhaus, W. (1991) Colour vision in insects, *Vision and visual dysfunction*, 6, 262 - 293.

Mitchell, E. A. D., Mulhauser, B., Mulo, M., Mutabazi, A., Glauser, G., & Aebi, A. (2017) A worldwide survey of neonicotinoids in honey, *Science*, 358(6359), 109–111.

Mullin, C. A., Chen, J., Fine, J. D., Frazier, M. T., & Frazier, J. L. (2015) The formulation makes the honey bee poison. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 120, 27–35.

Mze. Postup sklizně obilovin a řepky v ČR k 20. 8. 2018 [online]. 20. srpna 2018 [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: <<http://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/roslinna-vyroba/roslinne-komodity/obiloviny/prubeh-sklizne/sklizen-2018/postup-sklizne-obilovin-a-repky-vcr-k20.html>>.

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.

O'Brien, C., & Arathi, H. S. (2018) Bee genera, diversity and abundance in genetically modified canola fields, *GM Crops & Food*, 9(1), 31-38.

Odoux, J. F., Lamy, H., & Aupinel, P. (2004) L'abeille récolte-t-elle du pollen de maïs et de tournesol. *La Santé de l'abeille*, 201, 187-193.

Ouvrard, P., & Jacquemart, A. L. (2019). Review of methods to investigate pollinator dependency in oilseed rape (*Brassica napus*), *Field Crops Res*, 231, 18-29.

Parker, F. D. (1981a) Sunflower Pollination: Abundance, Diversity, and Seasonality of Bees on Male-Sterile and Male-Fertile Cultivars, *Environ Entomol*, 10(6), 1012-1017.

Parker, F. D. (1981b) How Efficient Are Bees in Pollinating Sunflowers?, *J Kansas Entomol Soc*, 54(1), 61-67.

Pashte, V., & Patil, C. S. (2017) Impact of different insecticides on the activity of bees on sunflower, *Research on Crops*, 18, 153-156.

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.

Pavela, R., Kazda, J., & Herda, G. (2009) Effectiveness of Neem (*Azadirachta indica*) Insecticides against Brassica Pod Midge (*Dasineura Brassicae* Winn.), *J Pest Sci*, 82(3), 235–240.

Pernal, S., & Currie, R. (1998). Nectar quality in open-pollinated, pol CMS hybrid, and dominant SI hybrid oilseed summer rape, *Can. J. Plant Sci*, 78:79-89.

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.

Pernal, S., & Currie, R. (2002) Discrimination and preferences for pollen-based cues by foraging honeybees, *Apis mellifera* L. *Animal Behaviour*, 63(2), 369-390.

Pierre, J., & Renard, M. (2010) Bilan de 30 ans de travaux de recherche effectués en France sur la pollinisation du colza, *Oilseeds fats, Crop. Lipids* 17, 121–126.

Pike, K. S., Mayer, D. F., Glazer, M., & Kious, C. (1982) Effects of permethrin on mortality and foraging behavior of honey bees in sweet corn, *Environ Entomol*, 11(4), 951-953.

Pimentel, D., Acquay, H., Biltonen, M., Rice, P., Silva, M. (1992) Environmental and economic costs of pesticide use, *Bio Science*, 42, 750–60.

Pisanty, G., Klein, A. M., & Mandelik, Y. (2014) Do wild bees complement honeybee pollination of confection sunflowers in Israel?, *Apidologie*, 45(2), 235-247.

Pohorecka, K., Skubida, P., Miszczak, A., Semkiw, P., Sikorski, P., Zagibajło, K., Teper, D., Kołtowski, Z., Skubida, M., Zdańska, D., & Bober, A. (2012) Residues of

Neonicotinoid Insecticides in Bee Collected Plant Materials from Oilseed Rape Crops and their Effect on Bee Colonies, *J Apic Sci*, 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.

Portych, P. (2001) Repelentní a hloubkový účinek Nurelle D [online]. 12. prosince 2001 [cit. 2019-05-03]. Dostupné z <[http://www.agris.cz/zemedelstvi?id\\_a=116967](http://www.agris.cz/zemedelstvi?id_a=116967)>.

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.

Rollin, O. & Garibaldi, L. (2019). Impacts of honeybee density on crop yield: A meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*. DOI: 10.1111/1365-2664.13355.

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.

Schneider, C. W., Tautz, J., Grünewald, B., Fuchs, S. (2012) RFID Tracking of sublethal effects of two neonicotinoid insecticides on the foraging behavior of *Apis mellifera*. Plos One, 7(1): e30023.

Schmuck, R., Stadler, T., & Schmidt, H. W. (2003) Field relevance of a synergistic effect observed in the laboratory between an EBI fungicide and a chloronicotiny insecticide in the honeybee (*Apis mellifera* L, Hymenoptera), Pest Manag Sci, 59(3), 279-286.

Shein, S. E., Sargent, S. J., & Miko, J. (1980) An evaluation of differential attractiveness of sunflower genotypes to honeybees, In Proceedings of the 9th International Sunflower Conference, Torremolinos, Spain, 216-220.

Shires, S. W., Leblance, J., Debray, P., Forbes, S. & Louveaux, J. (1984) Field experiments on the effects of a new pyrethroid insecticide W. L. - 85871 on bees foraging on artificial aphid honeydew on winter wheat, Pestic Sci, 15, 543-52.

Singh, S., Singh, N., Kumar, V., Datta, S., Wani, A. B., Singh, D., Singh, K., & Singh, J. (2016) Toxicity, monitoring and biodegradation of the fungicide carbendazim. Environ Chem Lett, 14(3), 317–329.

Šilha, J., Poláková, M., Robotka, P., & Kocourek, F. (2014) Bíle kvetoucí řepka Witt a Flower Power System, Sborník z konference „Prosperující olejniny“, Praha, 172-174.

Singh, S., Saini, K., & Jain, K. L. (1999) Quantitative comparison of lipids in some pollens and their phagostimulatory effects in honey bees, Journal of Apicultural research, 38(1-2), 87-92.

Skoric, D., Jovic, S., Lecic, N., & Sakac, Z. (2007) Development of sunflower hybrids with different oil quality, Helia, 30(47), 205-212.

Solomon, M. G., & Hooker, K. J. M. (1989) Chemical repellents for reducing pesticide hazard to honeybees in apple orchards, Journal of Apicultural Research, 28(4), 223–227.

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.

Stanley, D. A., Gunning, D., & Stout, J. C. (2013) Pollinators and pollination of oilseed rape crops (*Brassica napus* L.) in Ireland: ecological and economic incentives for pollinator conservation, *J Insect Conserv*, 17(6), 1181–1189.

Stanley, J., Sah, K., Jain, S. K., Bhatt, J. C., & Sushil, S. N. (2015) Evaluation of pesticide toxicity at their field recommended doses to honeybees, *Apis cerana* and *Apis mellifera* through laboratory, semi – field and field studies, *Chemosphere*, 119, 668-674.

Stanley, J., Chandrasekaran, S., Preetha, G., & Kuttalam, S. (2010) Toxicity of diafenthuron to honey bees in laboratory, semi-field and field conditions. *Pest Manag Sci*, 66, 505–10.

Stejskalová, M., & Kazda, J. (2016). Jak pesticidy ovlivňují návštěvnost opylovačů v porostu, *Úroda*, 64(6), 72–75.

Stejskalová, M., Pazderů, K., & Kazda, J. (2017) Mají hybridní odrůdy řepky negativní vliv na včely?, *Úroda*, 65(11), 34-38.

Stejskalová, M., Konradyová, V., Suchanová, M., & Kazda, J. (2018) Is pollinator visitation of *Helianthus annuus* (sunflower) influenced by cultivar or pesticide treatment? *Crop Prot*, 114(12), 83-89.

Stokstad, E. (2007) The case of the empty hives. *Science*, 316, 970-972.

Suchanová, M., Schusterová, D., Kocourek, V., & Hajšlová, J. (2018) Metody hodnocení výskytu reziduí pesticidů v pylu a v medu: certifikovaná metodika. Praha: Vysoká škola chemicko – technologická v Praze, ISBN 978-80-7592-031-7.

Štěpánek, P. (2015) Odrůdy ozimé řepky nabízené na českém trhu v roce 2015, *Agromanuál*, 10(5).

Štěpánek, P. (2018) Nabídka hybridů slunečnice pro rok 2018, *Agromanuál*, 13(1).

Švamberský, V. (2003) Tajemný svět včel II: Záhadné včely, *Víkend*, Líbeznice.

Tamburini, G., Lami, F., & Marini, L. (2017) Pollination benefits are maximized at intermediate nutrient levels. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 284, 1860.

- Tapparo, A., Giorio, C., Marzaro, M., Marton, D., Solda, L., & Girolami, V. (2011) Rapid analysis of neonicotinoid insecticides in guttation drops of corn seedlings obtained from coated seeds, *J Environ Monit*, 13, 1564-1568.
- 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. (2003) Behavioural effects of pesticides in bees-their potential for use in risk assessment, *Ecotoxicology*, 12(1), 317-330.
- Thompson, H., & Wilkins, S. (2003) 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. (2014) Neonicotinoidy a včely, *Úroda*, 62 (5). 74-76.
- Titěra, D. (2017) *Včely zdravé a nemocné*, Brázda s.r.o., Praha, ISBN 978-80-209-0420-1.
- Titěra, D., & Kamler, F. (2013) Provedení analýzy rozsahu a vlivu používání vysoce rizikových insekticidů ze skupiny neonicotinoidů pro včely, *Závěrečná zpráva o plnění úkolů vyplývajících ze smlouvy o dílo č. 553/2013-17221 k úkolu č. 110048 A uzavřené mezi MZe ČR a VÚVČ v Dole, Dol: Výzkumný ústav včelařský.*
- Tomlin, C. D. S. (2000) *The Pesticide Manual*. 12<sup>th</sup> Ed. Version 2.2. The British Crop Protection Council.
- Tosi, S., Burgio, G., & Nieh, J. C. (2017) A common neonicotinoid pesticide, thiamethoxam, impairs honey bee flight ability, *Sci Rep*, 7(1), doi:10.1038/s41598-017-0136.
- Traynor, K. S., Pettis, J. S., Tarpy, D. R., Mullin, C. A., Frazier, J. L., Frazier, M., & van Engelsdorp, D. (2016) In-hive Pesticide Exposome: Assessing risks to migratory honey bees from in-hive pesticide contamination in the Eastern United States, *Sci Rep*, 6(1), doi:10.1038/srep33207.
- ÚKZÚZ (2017) *Spotřeba přípravků na OR v roce 2017*. Dostupné z: [http://eagri.cz/public/web/file/587990/celek\\_2017\\_CZ.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/587990/celek_2017_CZ.pdf)

- ÚKZÚZ (2019) Rostlinolékařský portál. Dostupné z:  
[http://eagri.cz/public/app/srs\\_pub/fytoportal/public/?k=0#r|p|met:domu|kap1:uvod|kap:uvod](http://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/?k=0#r|p|met:domu|kap1:uvod|kap:uvod)
- Uváčik, A. (2013) Barevná variabilita medu, *Včelařství*, 2.
- Vaidya, D. N., Kumar, S. & Mehta, P. K. (1996) Repellency of some insecticides to *Apis mellifera* L. foragers on treated bloom of sarson, *Brassica campestris* L. var. Brown sarson, *Ann Biol*, 12, 134-38.
- 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. (2017) Výsledky pěstování řepky v České republice v roce 2016/2017, In: Sborník Hluk 2017 – 34. vyhodnocovací seminář, SPZO s.r.o., Praha, 3 – 40 s. ISBN: 978- 80-87065-76-1.
- Volková, M. (2015) Ovlivnění distribuce včel v porostech ozimé a jarní řepky aplikací pesticidů a výběrem odrůd, Diplomová práce, ČZU v Praze. Fakulta agrobiologie přírodních a potravinových zdrojů, Praha, 76.
- Volková, M., & Kazda, J. (2016a) Jak pesticidy ovlivňují návštěvnost opylovačů v porostu, *Úroda*, 64 (6), 72-75.
- Volková, M., & Kazda, J. (2016b) Repelence či atraktivita vybraných pesticidních přípravků, aplikovaných do řepky, pro opylovače, In *Prosperující olejniný 2016 06.12.2016*, Praha, Praha: ČZU v Praze, 95-99.
- Volková, M., Kazda, J., & Baranyk, P. (2016) Liší se atraktivita odrůd řepky pro opylovače? Výsledky pokusů SPZO - Hluk 2016, 33, 81-85.
- Wenqin, F., Chen, D., Qi, P., Fengfeng, L., Zhigang, Z., Xianhong, G., & Zaiyun, L. (2017) Production of red-flowered oilseed rape via the ectopic expression of *Orychophragmus violaceus* OvPAP2, *Plant Biotechnol J*, 16.
- Wiles, J. A., & Jepson, P. C. (1994) Sublethal effects of deltamethrin residues on the within – crop behaviour and distribution of *Coccinella septempunctata*, *Entomol Exp Appl*, 72, 33–45.

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.

Xia, S. Q., Wang, Z. X., Zhang, H. Y., Hu, K. N., Zhang, Z. Q., Qin, M. M., Dun, X. L., Yi, B., Wen, J., Ma, C. Z., Shen, J. X., Fu, T. D. & Tu, J. X. (2016) Altered Transcription and Neofunctionalization of Duplicated Genes Rescue the Harmful Effects of a Chimeric Gene in *Brassica napus*, *Plant Cell*, 28, 2060-2078.

Zehnálek, P. (2016) Seznam doporučených odrůd řepky olejky 2016., Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský Brno, Brno, ISBN 978-80-7401-119-1.

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).

Zhu, W., Schmehl, D. R., Mullin, C. A., & Frazier, J. L. (2014) Four Common Pesticides, Their Mixtures and a Formulation Solvent in the Hive Environment Have High Oral Toxicity to Honey Bee Larvae, *PloS One*, 9(1)

## 8 Seznam publikovaných prací za Ph.D. studium

### 1. Článek impaktovaný

STEJSKALOVÁ, M. – KONRADYOVÁ, V. – \*\*SUCHANOVÁ, M. – KAZDA, J. Is pollinator visitation of *Helianthus annuus* (sunflower) influenced by cultivar or pesticide treatment? *Crop Protection*, 2018, roč. 114, č. December, s. 83-89. ISSN: 0261-2194.

### Ve stavu - přijatý

STEJSKALOVÁ, M. – KONRADYOVÁ, V. – KAZDA, J. The influence of pesticides repellency used in oilseed rape (*Brassica napus* subsp. *napus*) on preference by bees (*Apis mellifera* L.). *Journal of Apicultural Research*.

### 2. Článek recenzovaný

STEJSKALOVÁ, M. – KAZDA, J. Jak pesticidy ovlivňují návštěvnost opylovačů v porostu. *Úroda*, 2016, roč. 64, č. 6, s. 72-75. ISSN: 0139-6013.

STEJSKALOVÁ, M. – PAZDERŮ, K. – KAZDA, J. Mají hybridní odrůdy řepky negativní vliv na včely? *Úroda*, 2017, roč. 65, č. 11, s. 34-38. ISSN: 0139-6013.

KAZDA, J. – STEJSKALOVÁ, M. – \*\*SPITZER, T. Ochrana proti mšicím na slunečnici. *Úroda*, 2017, roč. 65, č. 12, s. 26-29. ISSN: 0139-6013.

STEJSKALOVÁ, M. – KAZDA, J. Repelentní účinek insekticidů na včely v kvetoucí řepce. *Úroda*, 2017, roč. 65, č. 5, s. 67-72. ISSN: 0139-6013.

STEJSKALOVÁ, M. – TITĚRA, D. – \*\*KOCOUREK, F. Ohrožují rezidua pesticidů používaných v řepce nás a naše včely? *Úroda*, 2018, roč. 66, č. 12, s. 22-24. ISSN: 0139-6013.

### 3. Certifikovaná metodika, postup, mapa

KAZDA, J. – \*\*ŘÍHA, K. – STEJSKALOVÁ, M. – \*\*SPITZER, T. Ochrana slunečnice roční (*Helianthus annuus*) proti chorobám a živočišným škůdcům podle zásad IOR, Protection of the sunflower against diseases and pests according to principles Integrated pest management, sunflower; pests; pesticides, 2018, XX - Nepřirazeno, A - Certifikovaná metodika (NmetC), ISBN: 978-80-213-2818-1, SPZO, Jankovcova 24/18, Holešovice, 170 00 Praha, Martin Volf, IČO: 00539406, ekonomické přínosy pro veškeré pěstitele by byly okolo

6,5 mil. Kč ročně, C - Výsledek je využíván bez omezení okruhu uživatelů, ÚKZÚZ, 09.01.2018.

KAZDA, J. – STEJSKALOVÁ, M. – TITĚRA, D. – BOKŠOVÁ, A. Používání pesticidů v ochraně olejnin s ohledem na ochranu opylovačů a jejich produktů, Use of pesticides in the protection of oilseed crops with a view to protecting pollinators and their products, insekticidní ošetření; olejnice; škůdci; včely, 2018, XX - Nepřirazené, A - Certifikovaná metodika (NmetC), certifikovaná metodika, Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin, ičo: 26748410, Martin Volf, Jankovcova 938/18a, Holešovice (Praha 7), 170 00, volf@spzo.cz, 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., C - Výsledek je využíván bez omezení okruhu uživatelů, ÚKZÚZ, 11.12.2018.

#### **4. Stat' ve sborníku**

STEJSKALOVÁ, M. – KAZDA, J. Faktory ovlivňující návštěvnost včel v porostech slunečnice. In *Prosperující olejninny 2015 10.12.2015, Praha*. Praha: ČZU v Praze, 2015. s. 146-149.

STEJSKALOVÁ, M. – KAZDA, J. Repelence či atraktivita vybraných pesticidních přípravků, aplikovaných do řepky, pro opylovače. In *Prosperující olejninny 2016 06.12.2016, Praha*. Praha: ČZU v Praze, 2016. s. 95-99.

#### **5. Souhrnná výzkumná zpráva**

STEJSKALOVÁ, M. – KAZDA, J. <i>Vliv pesticidního ošetření na výskyt opylovačů v olejninách (ozimá řepka, slunečnice)</i>. Praha: Dow Agro Sciences s.r.o., 2016, 21s.

KAZDA, J. – KONRADYOVÁ, V. – STEJSKALOVÁ, M. <i>Vyhodnocení účinnosti insekticidního ošetření ozimé řepky a vyhodnocení ochrany proti Plasmodiophora brassicae</i>. Praha: SPZO s.r.o., 2016, 15s.

KAZDA, J. – STEJSKALOVÁ, M. <i>Vyhodnocení zdravotního stavu řepky</i>. Praha: SPZO s.r.o., 2016, 23s.

#### **6. Ostatní výsledky, které nelze zařadit do žádného z výše uvedených druhů výsledku**

STEJSKALOVÁ, M. – KAZDA, J. – BARANYK, P. Faktory ovlivňující návštěvnost včel v porostech řepky. 2015, Výsledky pokusů SPZO, 32. vyhodnocovací seminář Systém

výroby řepky, Systém výroby slunečnice 25.-26.11. 2015, roč. 32, s. 93-97. ISBN: 978-80-87065-63-1.

STEJSKALOVÁ, M. – KAZDA, J. Existují odrodové rozdíly v atraktivite repky pre včely? 2016, Naše pole, 2016, roč. 10, č. 8., s. 48 - 49.

STEJSKALOVÁ, M. – KAZDA, J. – ŘEHOŘOVÁ, H. Faktory ovlivňující výskyt včel v kvetoucí ozimé řepce. 2016, Včelařství, 2016, roč. 69, č. 6, s. 202 - 204.

STEJSKALOVÁ, M. – KAZDA, J. – BARANYK, P. Liší se atraktivita odrůd řepky pro opylovače? 2016, Výsledky pokusů SPZO - Hluk 2016, 2016, roč. 33, s. 81-85.

STEJSKALOVÁ, M. – KAZDA, J. Vplyv pesticídov na činnosť opeľovačov. 2016, Naše pole, 2016, roč. 20, č.8, s. 48-49.

KAZDA, J. – STEJSKALOVÁ, M. Atraktivita a repence pesticidů pro včely. 2017, Sborník firmy Dow agroSciences, 2017, s. 34-38.

KAZDA, J. – STEJSKALOVÁ, M. Blyskáčik repkový (Meligethes aeneus). 2017, Naše Pole, 2017, č. 5, s. 49-51.

KAZDA, J. – STEJSKALOVÁ, M. Krytonos repkový a krytonos štvorzubý. 2017, Naše pole, 2017, roč. 21, č.9, s. 28 - 31.

STEJSKALOVÁ, M. – KAZDA, J. Ovlivňují liniové či hybridní odrůdy návštěvnost včel v porostu řepky ozimé? 2017, Výsledky pokusů SPZO 22.-23.11.2017 Hluk, 2017, roč. 34., s. 122-127.

KAZDA, J. – STEJSKALOVÁ, M. První jarní škůdci v řepce krytonosec řepkový a krytonosec čtyřzubý. 2017, Květy olejnin, 2017, roč. 22, č.2, s. 6-8.

KAZDA, J. – STEJSKALOVÁ, M. Vliv aplikace insekticidů na škůdce a včely v porostech řepky. 2017, Výsledky pokusů SPZO 22.-23.11.2017 Hluk, 2017, roč. 34., s. 109-117.

KAZDA, J. – STEJSKALOVÁ, M. Historie a současnost ochrany řepky proti škůdcům. 2018, Nové možnosti v pěstování řepky ozimé, 2018, s. 16-35.

KAZDA, J. – STEJSKALOVÁ, M. – \*\*SEIDENGLANZ, M. Ochrana proti krytonosci řepkovému a krytonosci čtyřzubému. 2018, Květy olejnin, 2018, roč.23, č.2, s. 4-5.

KAZDA, J. – STEJSKALOVÁ, M. – \*\*SEIDENGLANZ, M. Ochrana proti krytonosci řepkovému a krytonosci čtyřzubému. 2018, Úroda, roč. 66., č. 2. str. 38-42.

STEJSKALOVÁ, M. – KAZDA, J. Ovlivňují pěstované hybridy či pesticidní ošetření návštěvnost slunečnice opylovači?. 2018, Agromanuál, 2018, roč. 13, č. 5, s. 127-129.

STEJSKALOVÁ, M. – KAZDA, J. Ovlivňují pěstované hybridy návštěvnost slunečnice opylovači? 2018, Výsledky pokusů SPZO 21.-22.11.2018 Hluk, 2018, roč. 35., s. 161-164.

KAZDA, J. – STEJSKALOVÁ, M. Účinnost insekticidních sledů na škůdce řepky v jarním období. 2018, Výsledky pokusů SPZO 21.-22.11.2018 Hluk, 2018, roč. 35., s. 94-104.

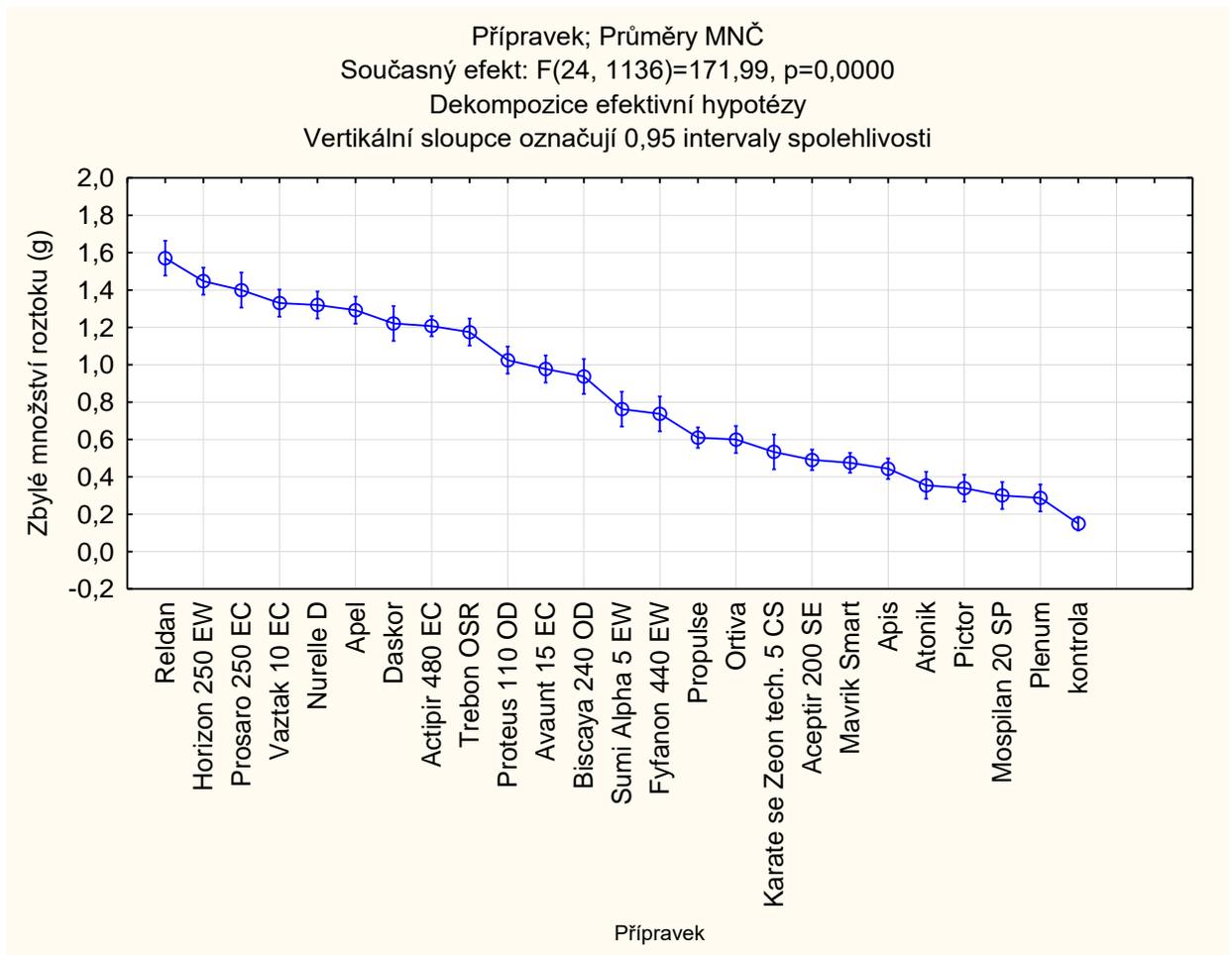
KAZDA, J. – STEJSKALOVÁ, M. Význam řepky v českém zemědělství a vliv pěstované odrůdy na návštěvnost kvetoucího porostu včelami. 2018, Moderní včelař, 2018, roč.15, č. 3., str. 26-29.

## 9 Přílohy

### 9.1 Statistické vyhodnocení

#### 9.1.1 Metoda přímého lákání

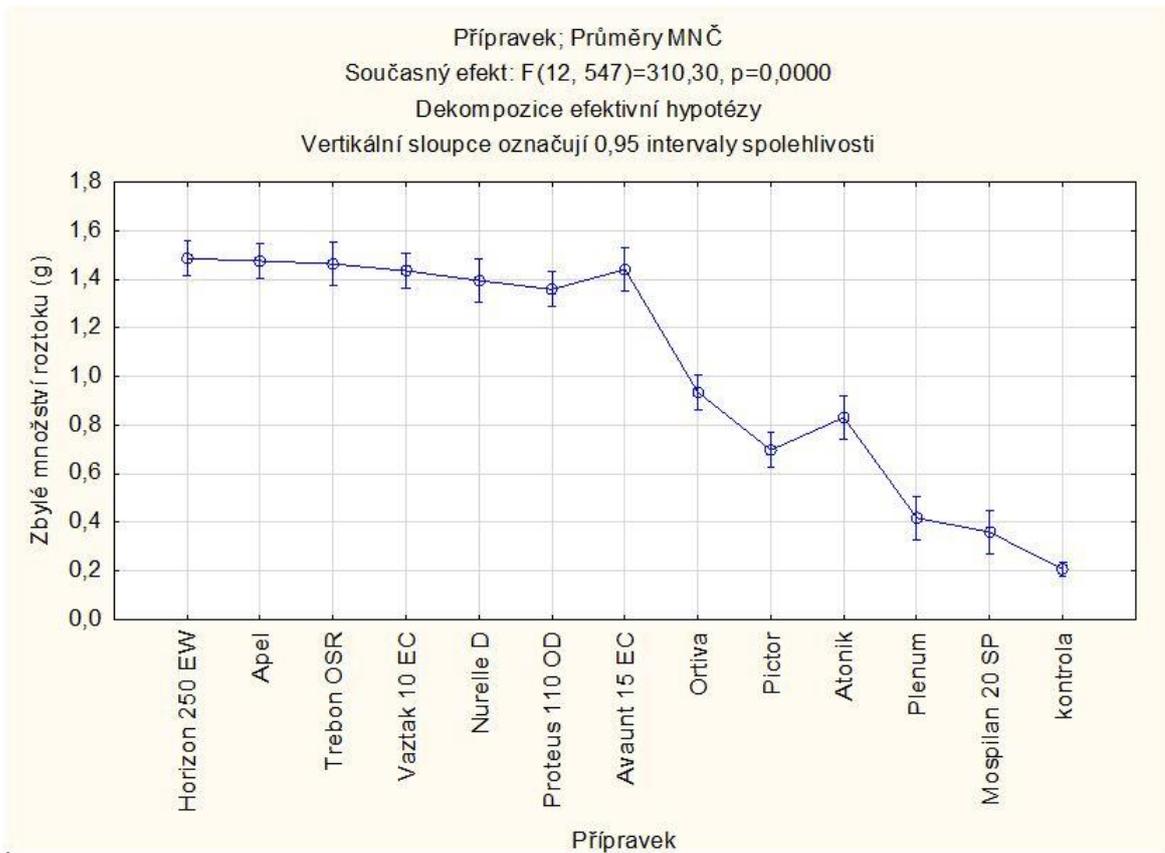
Graf 31: Statistické vyhodnocení vlivu přípravků na repelenci pro včely



Tabulka 19: Statistické vyhodnocení vlivu přípravků na repelenci pro včely

Č. buňky	Přípravek	Tikový HD test - průměrné Zylé množství rozkladu (mg) (Tabulka 8)																								
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)
		1,5708	1,4475	1,4000	1,3300	1,3200	1,2925	1,2208	1,2088	1,1750	1,0250	,9750	,95750	,76250	,73750	,61014	,60000	,53333	,49130	,47534	,44348	,35000	,34000	,30000	,28750	,14837
1	Přítan		0,941493	0,66829	0,014656	0,007528	0,001043	0,000072	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019
2	Hbrion 250 BV	0,941493		1,000000	0,857591	0,736983	0,327568	0,034629	0,000060	0,000065	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019
3	Prosero 250 EC	0,66829	1,000000		0,999988	0,999965	0,989091	0,567527	0,077870	0,038135	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019
4	Vaztak 10 EC	0,014656	0,857591	0,999988		1,000000	1,000000	0,98509	0,548770	0,327568	0,000020	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019
5	Nrele D	0,007528	0,736983	0,999965	1,000000		1,000000	0,995997	0,720988	0,471019	0,000023	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019
6	Apel	0,001043	0,327568	0,989091	1,000000	1,000000		0,999981	0,979208	0,857591	0,000036	0,000019	0,000020	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019
7	Daskar	0,000072	0,034629	0,567527	0,98509	0,995997	0,999981		1,000000	1,000000	0,188557	0,012382	0,006310	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019
8	Actip 480 EC	0,000019	0,000060	0,077870	0,548770	0,720988	0,979208	1,000000		1,000000	0,188557	0,00174	0,00286	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019
9	Trebon OR	0,000019	0,000065	0,038135	0,327568	0,471019	0,857591	1,000000	1,000000		0,386618	0,03917	0,017975	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019
10	Proteus 110 OD	0,000019	0,000019	0,000019	0,000020	0,000023	0,000036	0,188557	0,188557	0,386618		1,000000	0,999999	0,003337	0,000028	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019
11	Aeant 15 EC	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019
12	Bzajca 240 OD	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000020	0,006310	0,000026	0,017975	0,999999	1,000000		1,000000	0,066349	0,015351	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019
13	Smil/Apta 5 BV	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019
14	Fyranon 440 BV	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019
15	Propule	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019
16	Ortiva	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019
17	Kerat e se Zean tech. 5 CS	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019
18	Accepti 200 SE	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019
19	Mavrik Smart	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019
20	Apis	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019
21	Atork	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019
22	Pit or	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019
23	Mospin 20 SP	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019
24	Pinum	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019
25	kont r dá	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019	0,000019

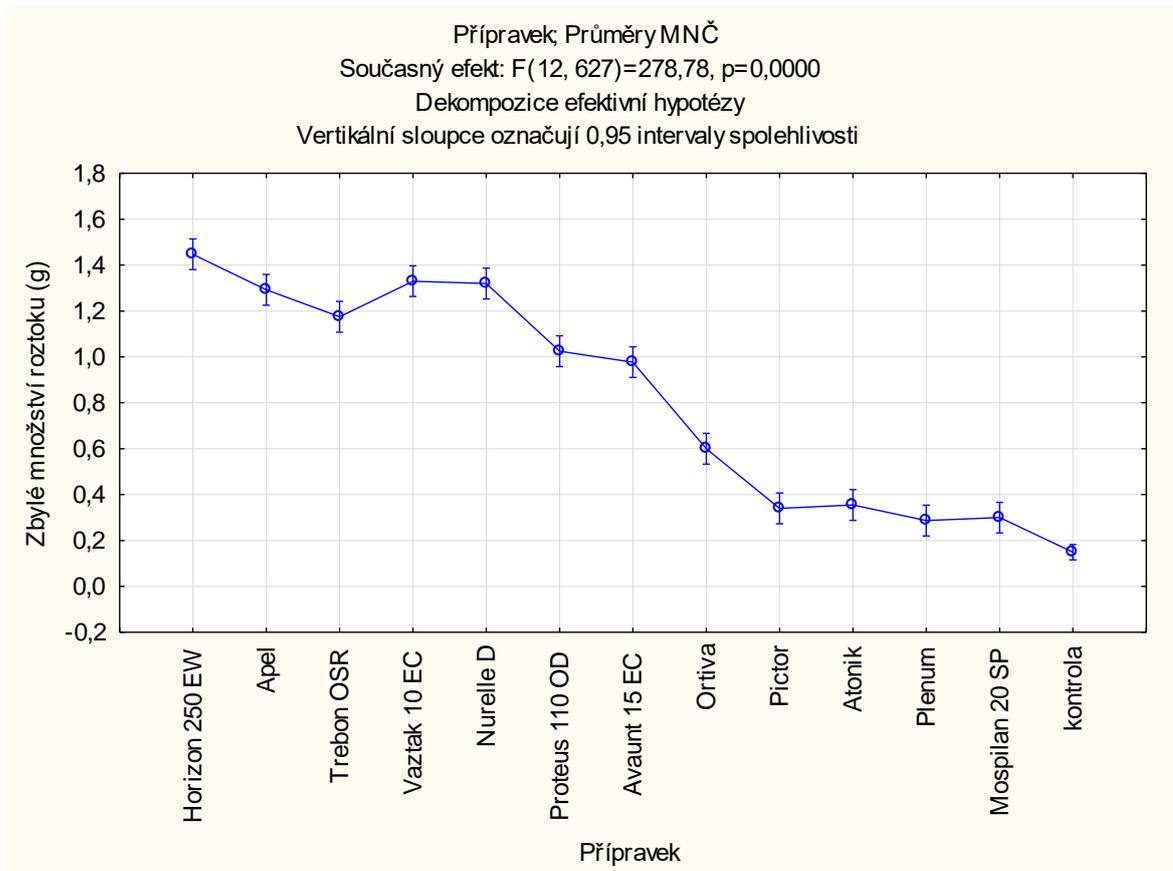
Graf 32: Statistické vyhodnocení vlivu přípravků na repelenci pro včely, proletová hala



Tabulka 20: Statistické vyhodnocení vlivu přípravků na repelenci pro včely, proletová hala

Tukeyův HSD test; proměnná Zbylé množství roztoku ( g) (Tabulka3)														
Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy														
Chyba: meziskup. PČ = ,04535, sv = 547,00														
Č. buňky	Přípravek	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}
		1,4853	1,4765	1,4636	1,4353	1,3955	1,3588	1,4409	,93529	,69706	,83182	,41818	,35909	,20714
1	Horizon 250 EW		1,000000	1,000000	0,999111	0,946648	0,409421	0,999928	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020
2	Apel	1,000000		1,000000	0,999880	0,975934	0,533371	0,999990	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020
3	Trebon OSF	1,000000	1,000000		0,999999	0,997802	0,850831	1,000000	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020
4	Vaztak 10 EC	0,999111	0,999880	0,999999		0,999977	0,960586	1,000000	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020
5	Nurelle D	0,946648	0,975934	0,997802	0,999977		0,999991	0,999986	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020
6	Proteus 110 OD	0,409421	0,533371	0,850831	0,960586	0,999991		0,973262	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020
7	Avaunt 15 EC	0,999928	0,999990	1,000000	1,000000	0,999986	0,973262		0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020
8	Ortiva	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020		0,000308	0,861976	0,000020	0,000020	0,000020
9	Pictor	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000308		0,507461	0,000141	0,000020	0,000020
10	Atonik	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,861976	0,507461		0,000020	0,000020	0,000020
11	Plenum	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000141	0,000020		0,999468	0,000673
12	Mospilan 20 SF	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,999468		0,071714
13	kontrola	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000673	0,071714	

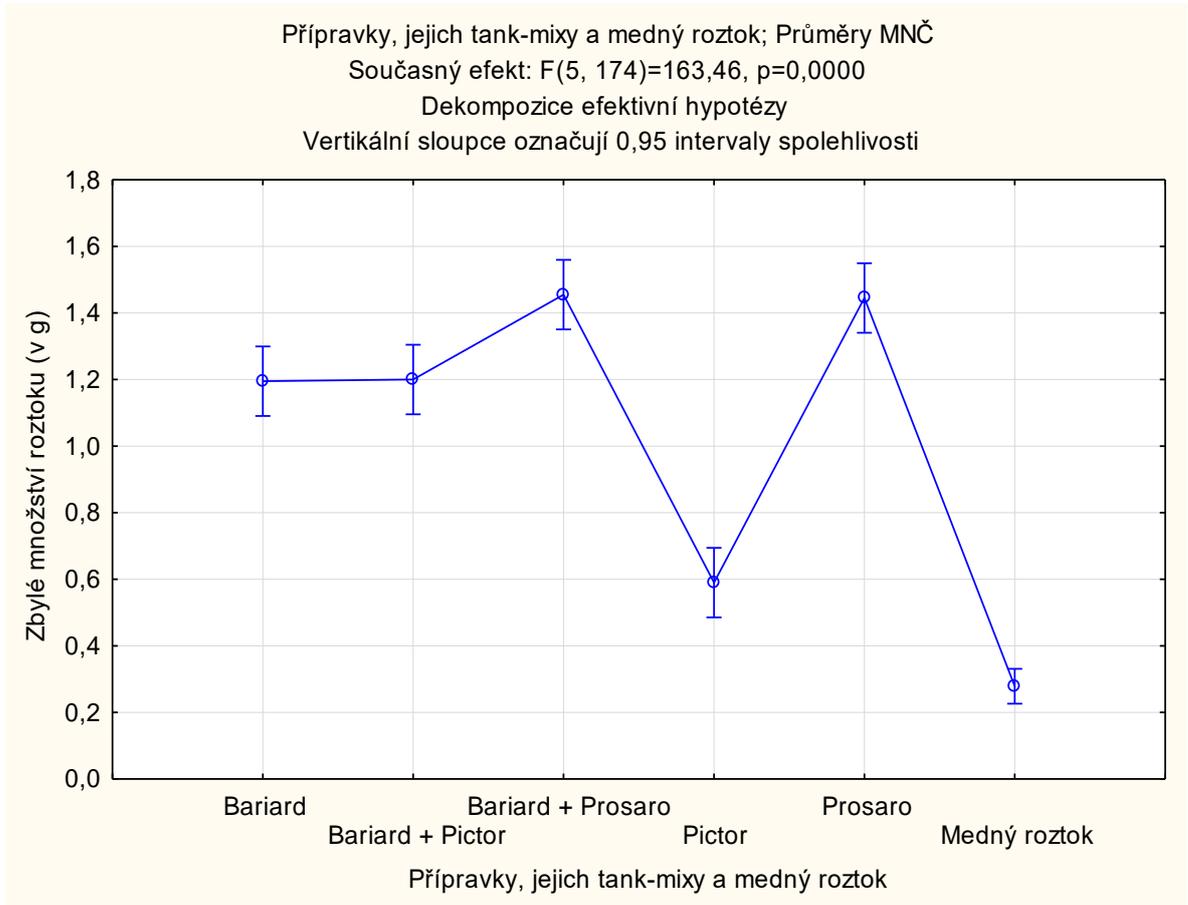
Graf 33: Statistické vyhodnocení vlivu přípravků na repelenci pro včely, korelace výsledků z venkovního prostředí a proletové haly



Tabulka 21: Statistické vyhodnocení vlivu přípravků na repelenci pro včely, korelace výsledků z venkovního prostředí a proletové haly

Tukeyův HSD test; proměnná Zbylé množství roztoku ( g) (Tabulka28)														
Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy														
Chyba: meziskup. PČ = ,04663, sv = 627,00														
Č. buňky	Přípravek	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}
		1,4475	1,2925	1,1750	1,3300	1,3200	1,0250	,97750	,60000	,34000	,35500	,28750	,30000	,14937
1	Horizon 250		0,0682	0,0000	0,4199	0,2857	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	Ap	0,0682		0,4199	0,9999	0,9999	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3	Trebon C	0,0000	0,4199		0,0682	0,1220	0,0920	0,0029	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
4	Vaztak 10	0,4199	0,9999	0,0682		1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
5	Nurelle	0,2857	0,9999	0,1220	1,0000		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
6	Proteus 110	0,0000	0,0000	0,0920	0,0000	0,0000		0,9989	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
7	Avaunt 15	0,0000	0,0000	0,0029	0,0000	0,0000	0,9989		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
8	Ortiv	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
9	Pict	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		1,0000	0,9972	0,9998	0,0000
10	Aton	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000		0,9748	0,9957	0,0000
11	Plenu	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,9972	0,9748		1,0000	0,0180
12	Mospilan 20	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,9998	0,9957	1,0000		0,0053
13	kontrola	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0180	0,0053	

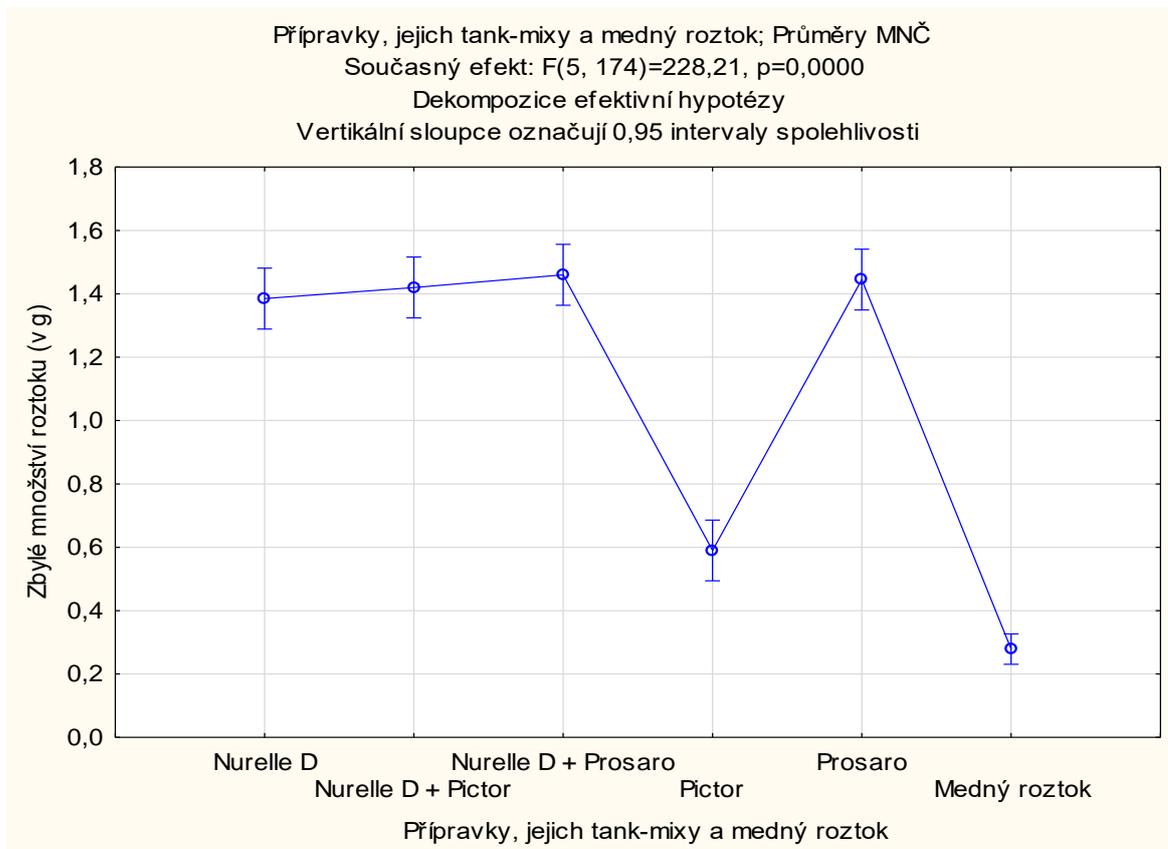
Graf 34: Statistické vyhodnocení vlivu tank-mixů na repelenci pro včely, přípravek Bariard s fungicidy



Tabulka 22: Statistické vyhodnocení vlivu tank-mixů na repelenci pro včely, přípravek Bariard s fungicidy

Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,05598, sv = 174,00							
Č. buňky	Prom1	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
1	Bariard	1,1950	1,000000	0,006789	0,000020	0,010804	0,000020
2	Bariard + Pictor	1,000000		0,008585	0,000020	0,013529	0,000020
3	Bariard + Prosaro	0,006789	0,008585		0,000020	0,999994	0,000020
4	Pictor	0,000020	0,000020	0,000020		0,000020	0,000022
5	Prosaro	0,010804	0,013529	0,999994	0,000020		0,000020
6	Medný roztok	0,000020	0,000020	0,000020	0,000022	0,000020	

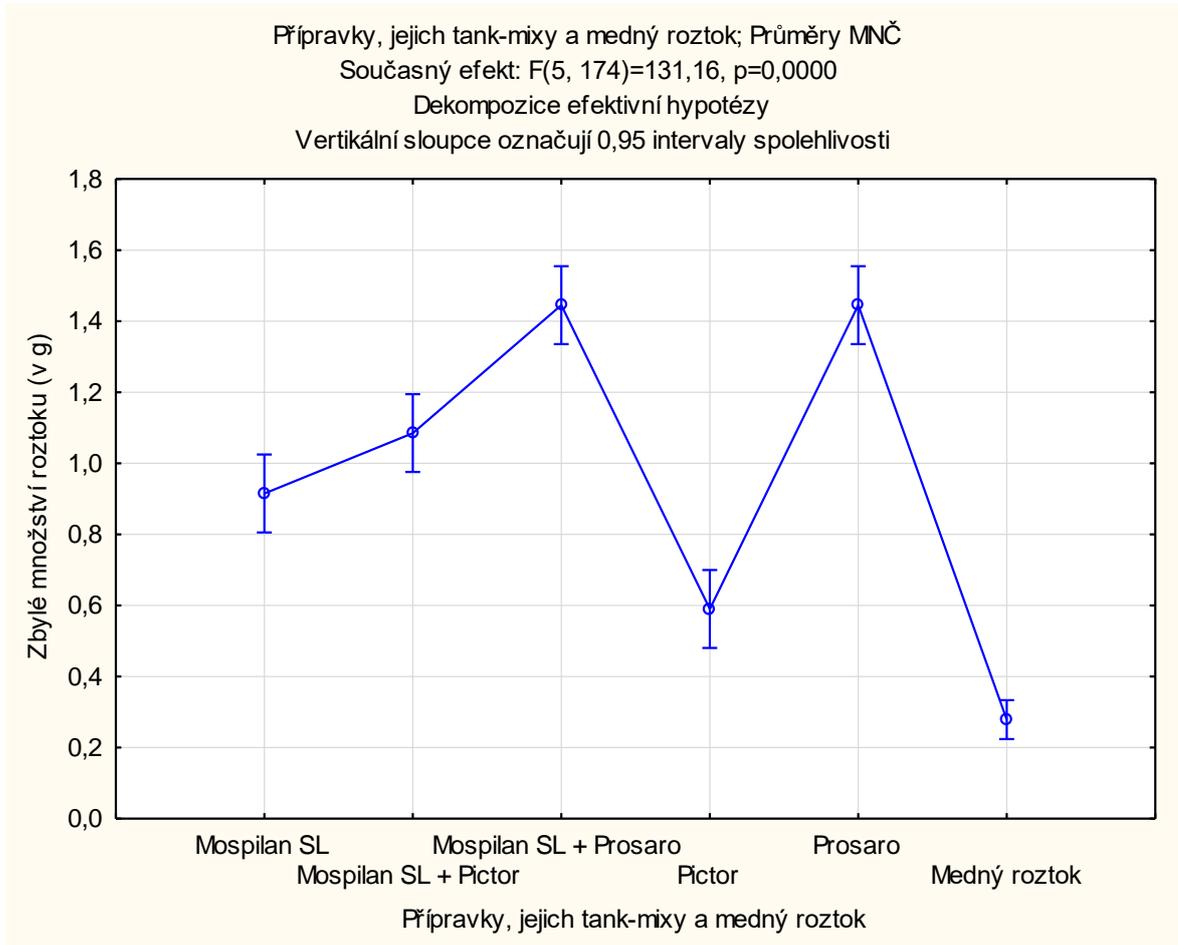
Graf 35: Statistické vyhodnocení vlivu tank-mixů na repelenci pro včely, přípravek Nurelle D s fungicidy



Tabulka 23: Statistické vyhodnocení vlivu tank-mixů na repelenci pro včely, přípravek Nurelle D s fungicidy

		Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. $PC = ,04740, sv = 174,00$					
Č. buňky	Prom1	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
		1,3850	1,4200	1,4600	,59000	1,4450	,27875
1	Nurelle D		0,995876	0,885824	0,000020	0,953318	0,000020
2	Nurelle D + Pictor	0,995876		0,992298	0,000020	0,999178	0,000020
3	Nurelle D + Prosaro	0,885824	0,992298		0,000020	0,999933	0,000020
4	Pictor	0,000020	0,000020	0,000020		0,000020	0,000020
5	Prosaro	0,953318	0,999178	0,999933	0,000020		0,000020
6	Medný roztok	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	

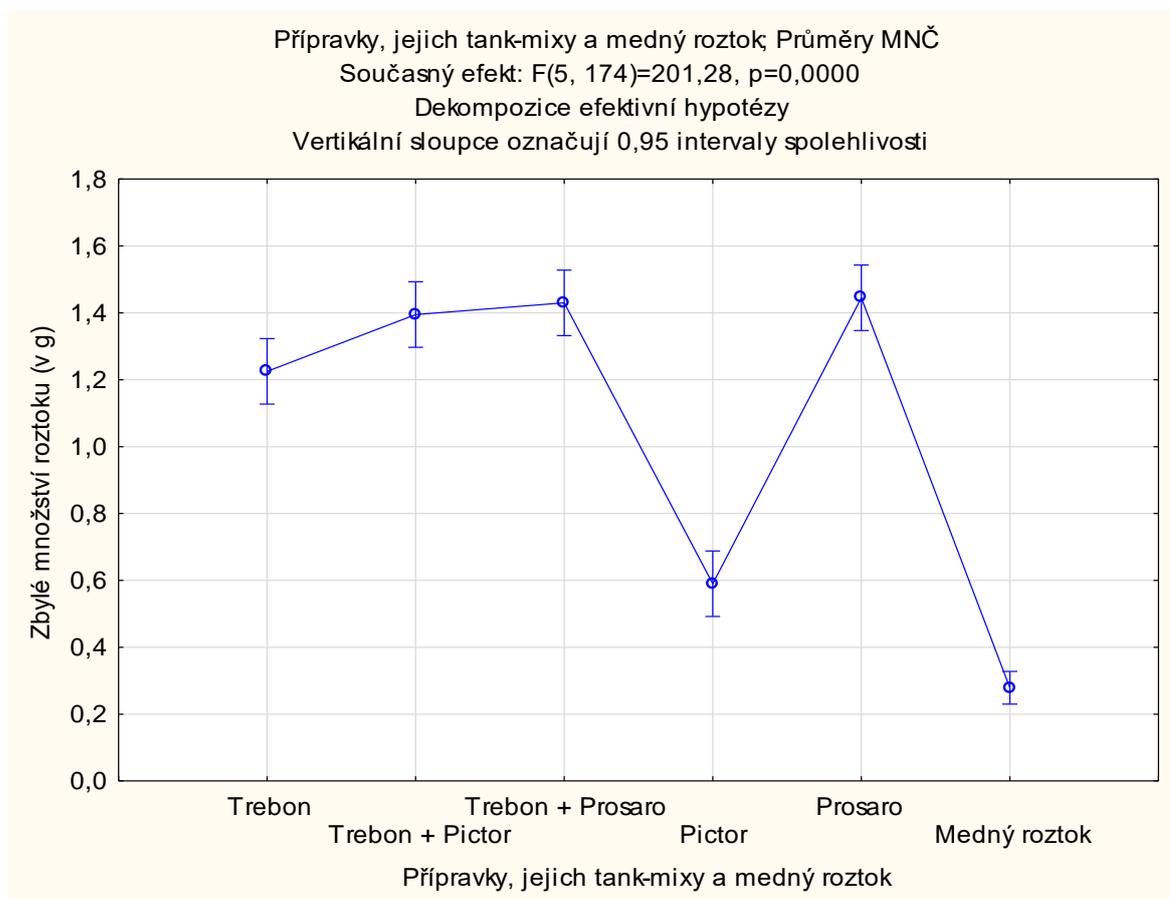
Graf 36: Statistické vyhodnocení vlivu tank-mixů na repelenci pro včely, přípravek Mospilan SL s fungicidy



Tabulka 24: Statistické vyhodnocení vlivu tank-mixů na repelenci pro včely, přípravek Mospilan SL s fungicidy

Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. $PC = ,06151$ , $sv = 174,00$							
Č. buňky	Prom1	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
1	Mospilan SL	,91500	0,252988	0,000020	0,000500	0,000020	0,000020
2	Mospilan SL + Pictor	0,252988		0,000082	0,000020	0,000082	0,000020
3	Mospilan SL + Prosaro	0,000020	0,000082		0,000020	1,000000	0,000020
4	Pictor	0,000500	0,000020	0,000020		0,000020	0,000027
5	Prosaro	0,000020	0,000082	1,000000	0,000020		0,000020
6	Medný roztok	0,000020	0,000020	0,000020	0,000027	0,000020	

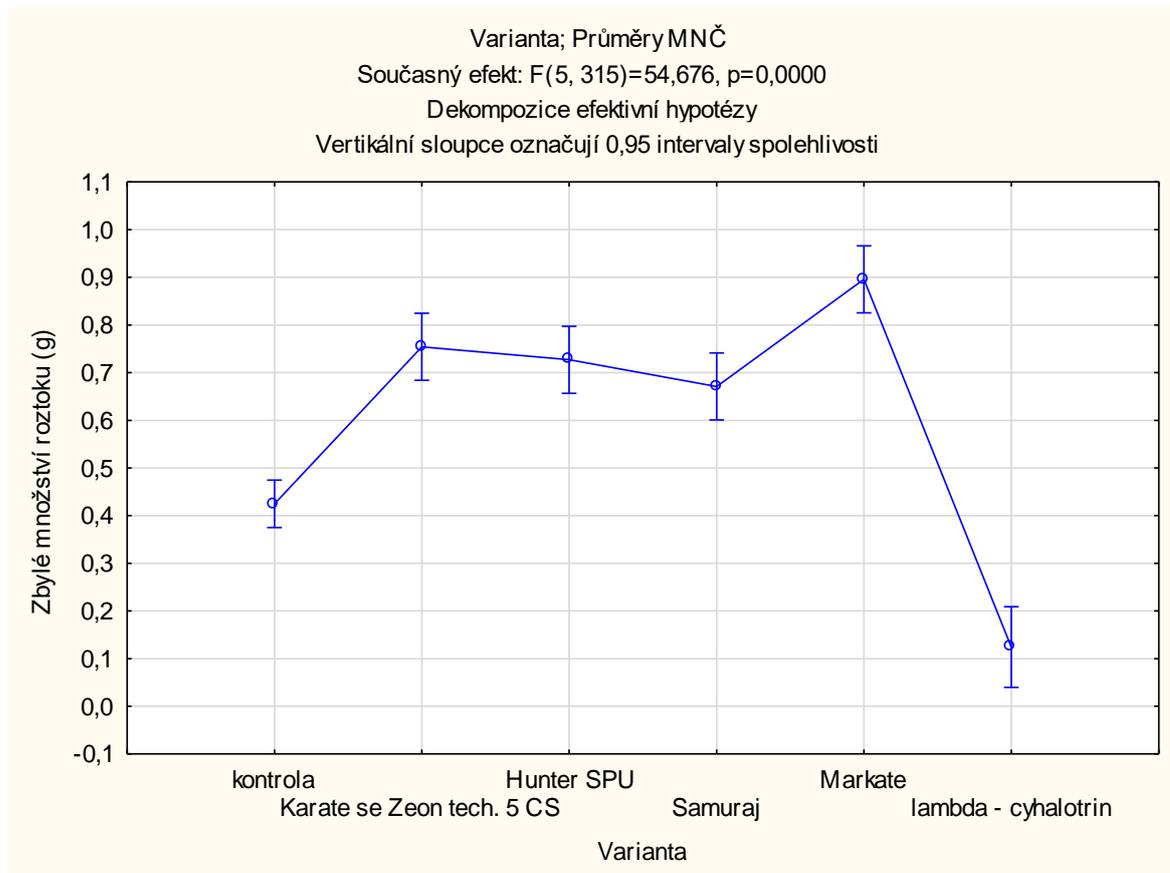
Graf 37: Statistické vyhodnocení vlivu tank-mixů na repelenci pro včely, přípravek Trebon OSR s fungicidy



Tabulka 25: Statistické vyhodnocení vlivu tank-mixů na repelenci pro včely, přípravek Trebon OSR s fungicidy

Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1)							
Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy							
Chyba: meziskup. PČ = ,04926, sv = 174,00							
Č. buňky	Prom1	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
1	Trebon	1,2250	1,3950	1,4300	,59000	1,4450	,27875
2	Trebon + Pictor	0,148466	0,148466	0,040782	0,000020	0,021305	0,000020
3	Trebon + Prosaro	0,040782	0,996234	0,996234	0,000020	0,980520	0,000020
4	Pictor	0,000020	0,000020	0,000020		0,000020	0,000021
5	Prosaro	0,021305	0,980520	0,999939	0,000020		0,000020
6	Medný roztok	0,000020	0,000020	0,000020	0,000021	0,000020	

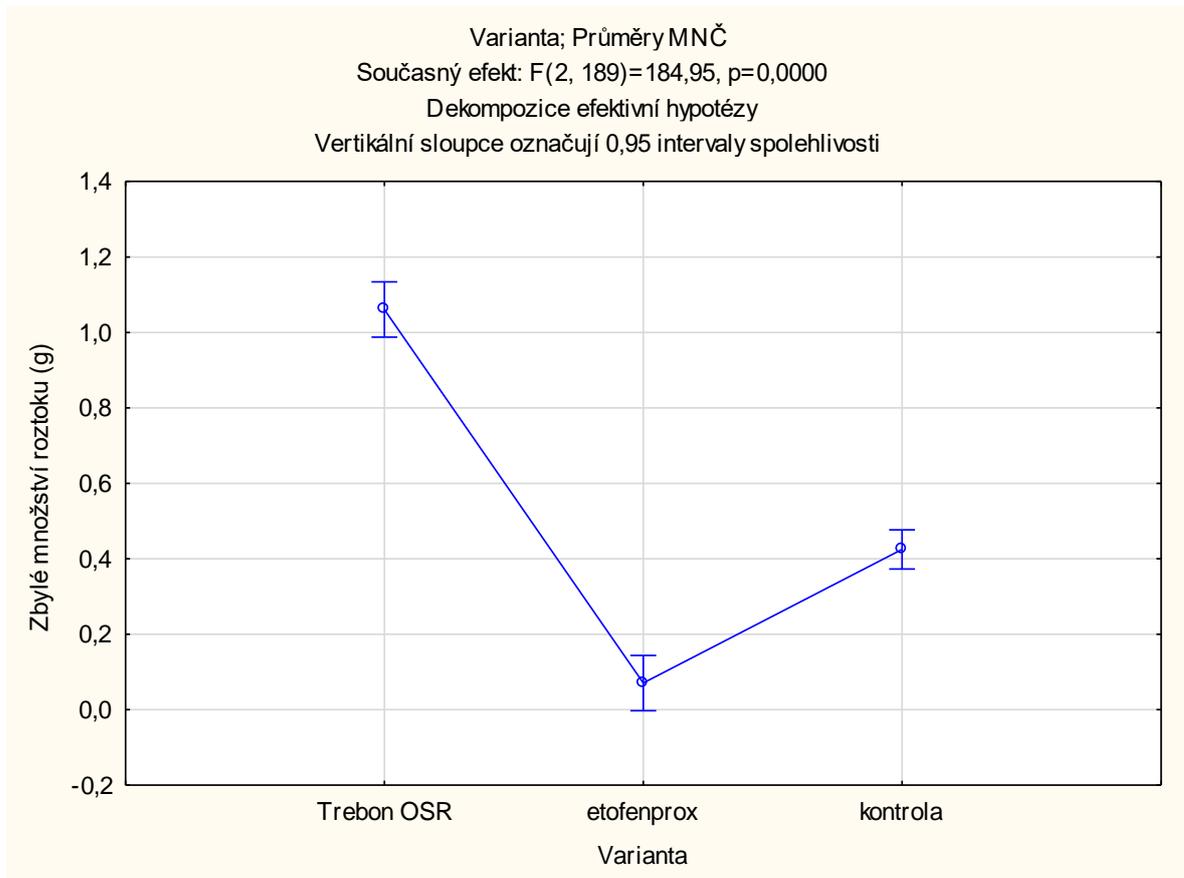
Graf 38: Statistické vyhodnocení vlivu různých přípravků s úč. 1. lambda - cyhalothrin a úč. 1. samotné, na repelenci pro včely



Tabulka 26: Statistické vyhodnocení vlivu různých přípravků s úč. 1. lambda - cyhalothrin a úč. 1. samotné na repelenci pro včely

Tukeyův HSD test; proměnná Zbylé množství roztoku (g) (Tabulka11)							
Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy							
Chyba: meziskup. PČ = ,06131, sv = 315,00							
Č. buňky	Varianta	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
1	kontrola	,42500	,75417	,72708	,67083	,89583	,12424
2	Karate se Zeon tech. 5 CS	0,000020	0,000020	0,994719	0,565986	0,056985	0,000020
3	Hunter SPU	0,000020	0,994719	0,876269	0,010903	0,000020	0,000020
4	Samuraj	0,000021	0,565986	0,876269	0,000140	0,000020	0,000020
5	Markate	0,000020	0,056985	0,010903	0,000140	0,000020	0,000020
6	lambda - cyhalotrin	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020

Graf 39: Statistické vyhodnocení vlivu přípravku s úč. l. etofenprox a úč. l. samotné na repelenci pro včely

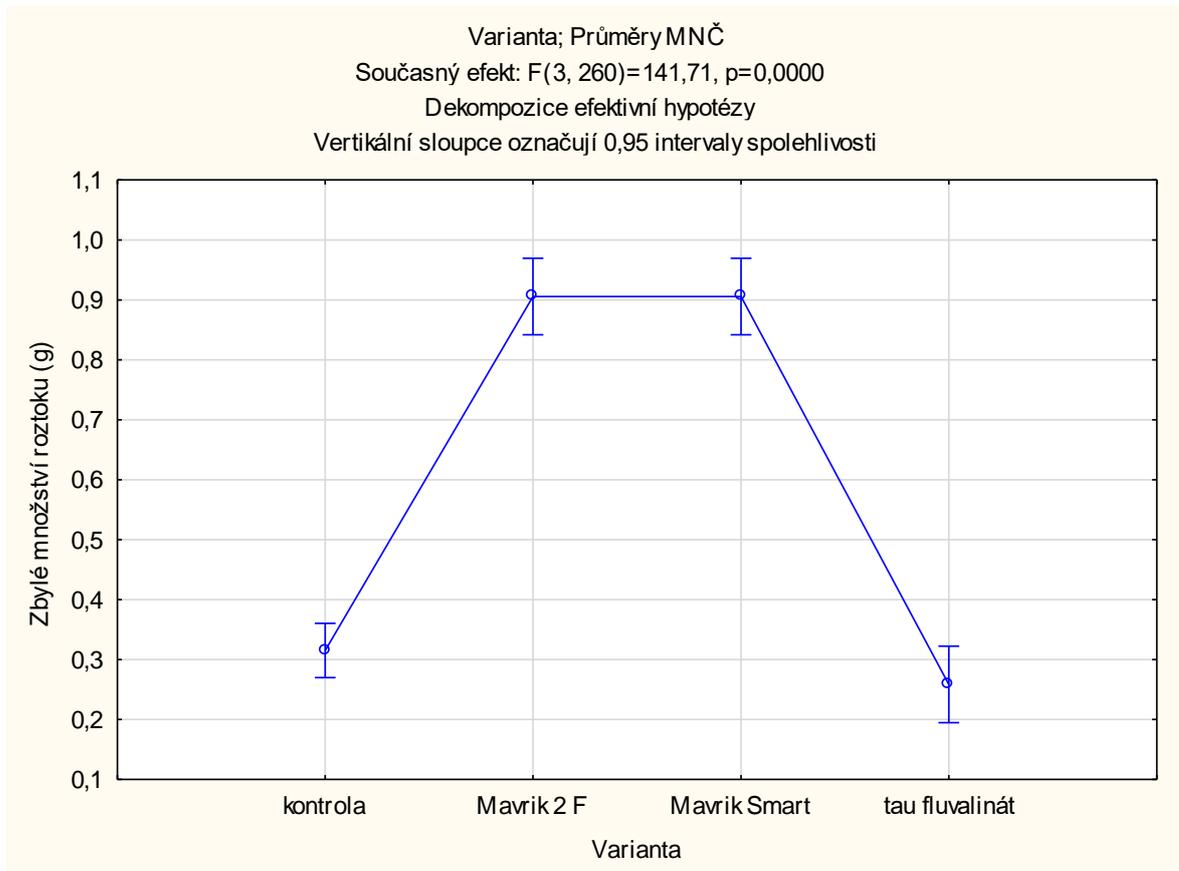


Tabulka 27: Statistické vyhodnocení vlivu přípravku s úč. l. etofenprox a úč. l. samotné na repelenci pro včely

Tukeyův HSD test; proměnná Zbylé množství roztoku (g) (Tabulka 11) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,06611, sv = 189,00				
Č. buňky	Varianta	{1}	{2}	{3}
1	Trebon OSR	1,0604	,07083	,42500
2	etofenprox	0,000022		0,000022
3	kontrola	0,000022	0,000022	

Graf 40: Statistické vyhodnocení vlivu různých přípravků s úč. 1. tau - fluvalinát a úč.

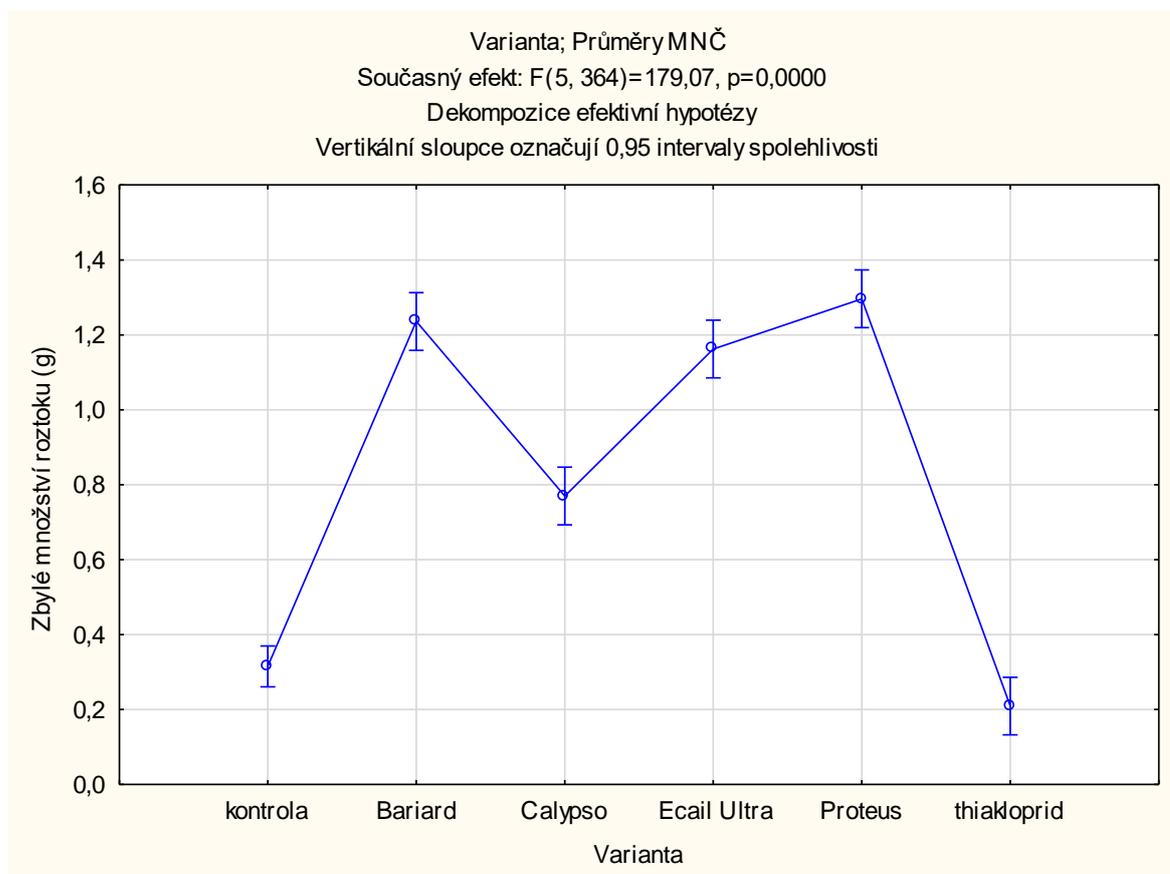
1. samotné na repelenci pro včely



Tabulka 28: Statistické vyhodnocení vlivu různých přípravků s úč. 1. tau - fluvalinát a úč. 1. samotné na repelenci pro včely

		Tukeyův HSD test; proměnná Zbylé množství roztoku (g) (Tabulka11) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,05570, sv = 260,00			
Č. buňky	Varianta	{1}	{2}	{3}	{4}
1	kontrola	,31524	,90566	,90566	,25849
2	Mavrik 2 F	0,000008		1,000000	0,000008
3	Mavrik Smart	0,000008	1,000000		0,000008
4	tau fluvalinát	0,482340	0,000008	0,000008	

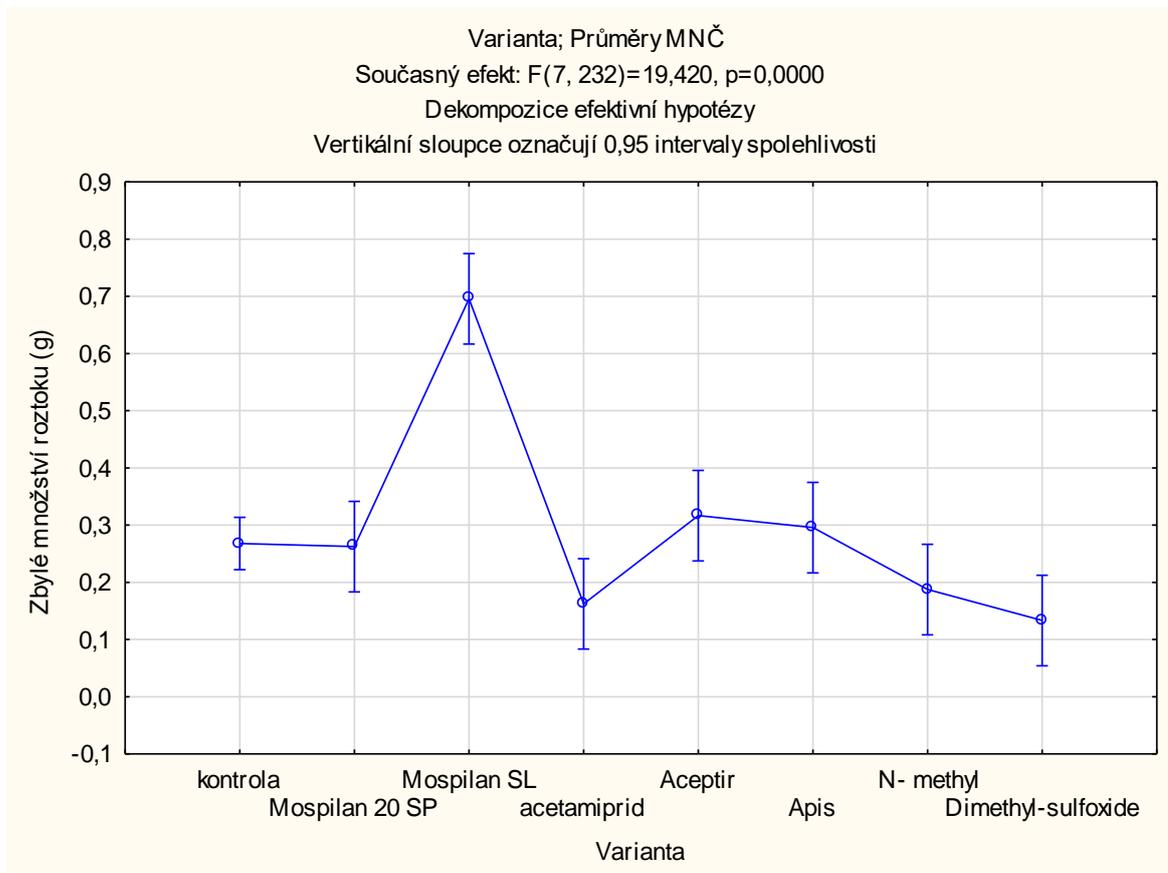
Graf 41: Statistické vyhodnocení vlivu různých přípravků s úč. l. thiakloprid a úč. l. samotné na repelenci pro včely



Tabulka 29: Statistické vyhodnocení vlivu různých přípravků s úč. l. thiakloprid a úč. l. samotné na repelenci pro včely

Tukeyův HSD test; proměnná Zbylé množství roztoku (g) (Tabulka11)							
Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy							
Chyba: meziskup. PČ = ,08115, sv = 364,00							
Č. buňky	Varianta	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
		,31524	1,2358	,76981	1,1623	1,2962	,20943
1	kontrola		0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,235614
2	Bariard	0,000020		0,000020	0,768524	0,885161	0,000020
3	Calypso	0,000020	0,000020		0,000020	0,000020	0,000020
4	Ecail Ultra	0,000020	0,768524	0,000020		0,148954	0,000020
5	Proteus	0,000020	0,885161	0,000020	0,148954		0,000020
6	thiakloprid	0,235614	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	

Graf 42: Statistické vyhodnocení vlivu různých přípravků s úč. l. acetamidrid, jejich rozpouštědel a úč. l. samotné na repelenci pro včely



Tabulka 30: Statistické vyhodnocení vlivu různých přípravků s úč. l. acetamidrid, jejich rozpouštědel a úč. l. samotné na repelenci pro včely

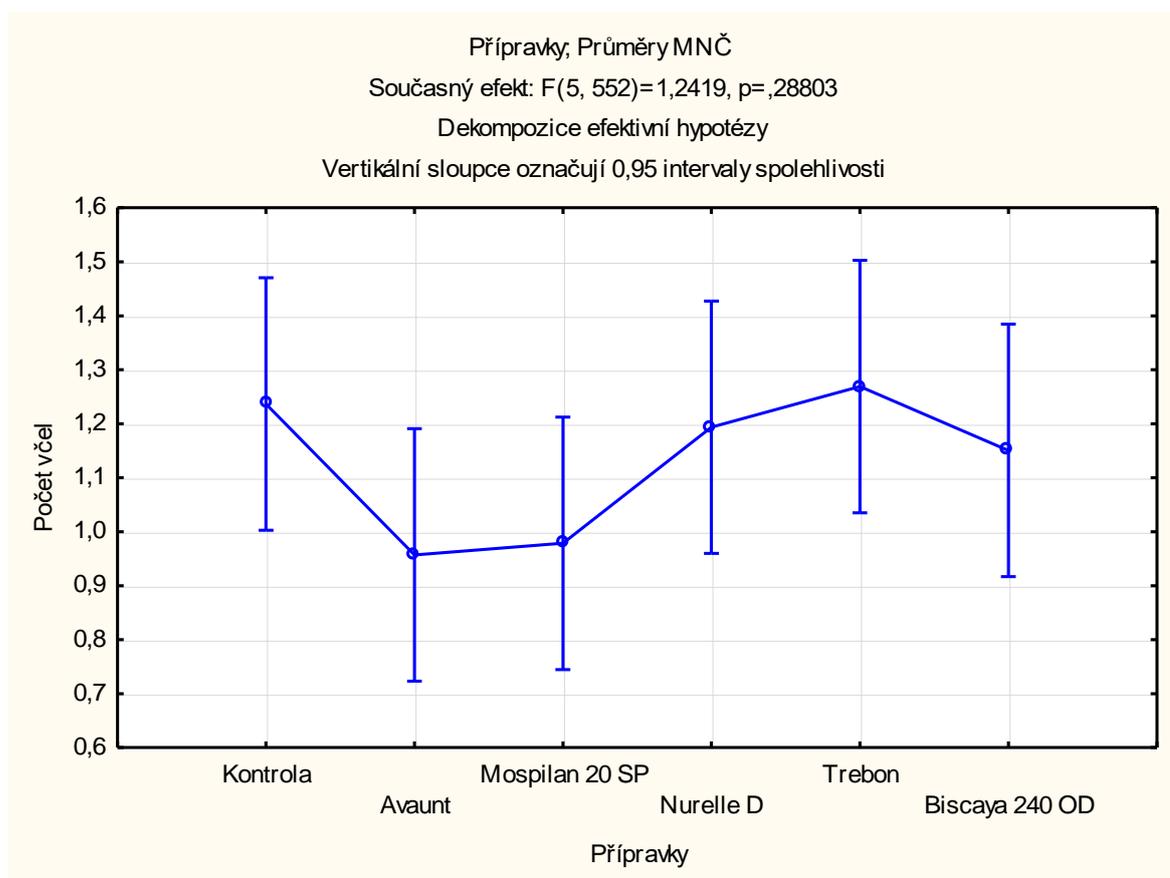
Tukeyův HSD test; proměnná Zbylé množství roztoku (g) (Tabulka11) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,03863, sv = 232,00									
Č. buňky	Varianta	{1} ,26806	{2} ,26250	{3} ,69583	{4} ,16250	{5} ,31667	{6} ,29583	{7} ,18750	{8} ,13333
1	kontrola		1,000000	0,000032	0,305347	0,966742	0,998893	0,661512	0,070903
2	Mospilan 20 SP	1,000000		0,000032	0,645600	0,980471	0,999030	0,890819	0,306465
3	Mospilan SL	0,000032	0,000032		0,000032	0,000032	0,000032	0,000032	0,000032
4	acetamidrid	0,305347	0,645600	0,000032		0,117260	0,266428	0,999856	0,999597
5	Aceptir	0,966742	0,980471	0,000032	0,117260		0,999958	0,306465	0,027063
6	Apis	0,998893	0,999030	0,000032	0,266428	0,999958		0,544272	0,079989
7	N- methyl	0,661512	0,890819	0,000032	0,999856	0,306465	0,544272		0,980471
8	Dimethyl-sulfoxide	0,070903	0,306465	0,000032	0,999597	0,027063	0,079989	0,980471	

#### 4.2.2. Maloparcelové pokusy s přípravky na ochranu rostlin na řepce ozimé

Tabulka 31: Statistické vyhodnocení vlivu přípravků na repelenci pro včely, maloparcelové pokusy 2015

Č. buňky	Přípravky; Průměry MNČ (Tabulka3) Současný efekt: $F(5, 552)=1,2419$ , $p=,28803$ Dekompozice efektivní hypotézy					N
	Přípravky	Počet včel Průměr	Počet včel Sm.Ch.	Počet včel -95,00%	Počet včel +95,00%	
1	Kontrola	1,236559	0,119025	1,002763	1,470356	93
2	Avaunt	0,956989	0,119025	0,723193	1,190786	93
3	Mospilan 20 SF	0,978495	0,119025	0,744698	1,212291	93
4	Nurelle D	1,193548	0,119025	0,959752	1,427345	93
5	Trebon	1,268817	0,119025	1,035021	1,502614	93
6	Biscaya 240 OD	1,150538	0,119025	0,916741	1,384334	93

Graf 43: Statistické vyhodnocení vlivu přípravků na repelenci pro včely, maloparcelové pokusy 2015



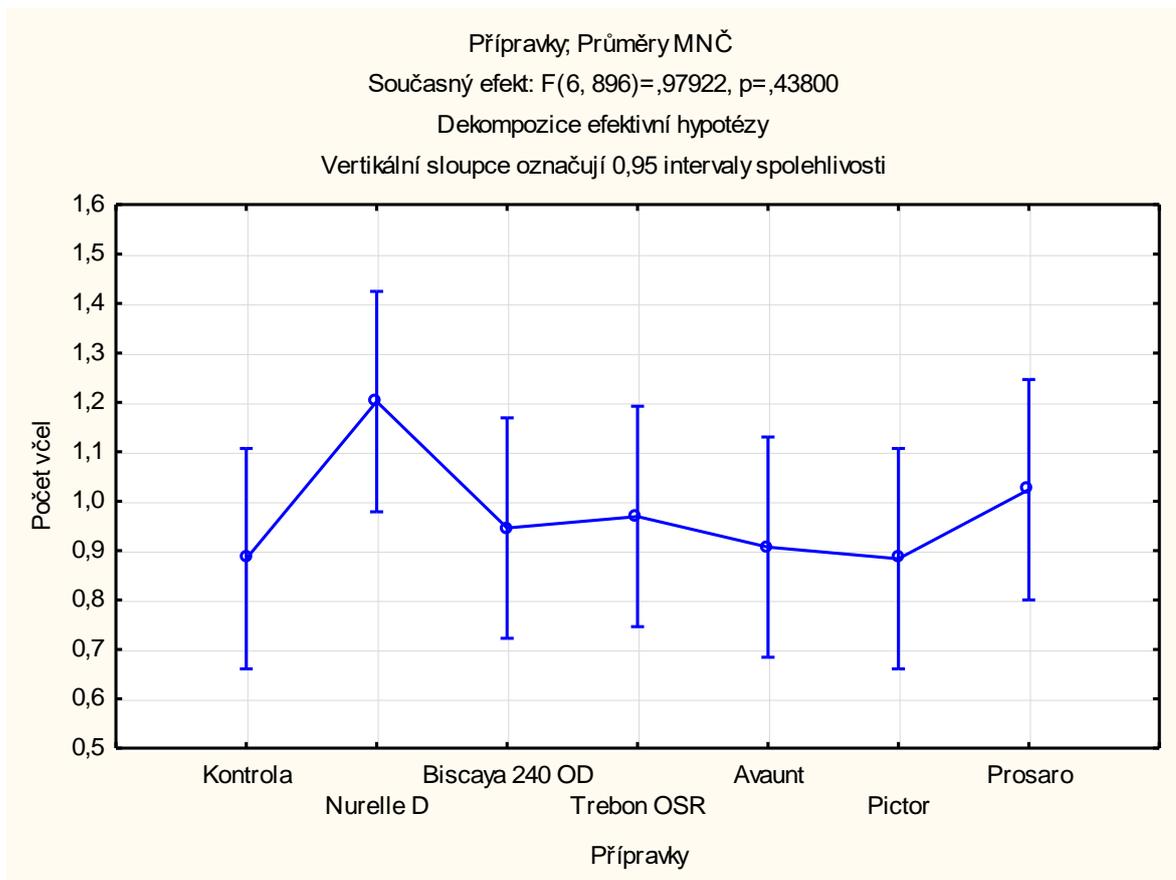
Tabulka 32: Statistické vyhodnocení vlivu přípravků na repelenci pro včely, maloparcelové pokusy 2015

Tukeyův HSD test; proměnná Počet včel (Tabulka3) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 1,3175, sv = 552,00							
Č. buňky	Přípravky	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
		1,2366	,95699	,97849	1,1935	1,2688	1,1505
1	Kontrola		0,557873	0,642755	0,999853	0,999965	0,995774
2	Avaunt	0,557873		0,999995	0,723856	0,431858	0,860365
3	Mospilan 20 SF	0,642755	0,999995		0,797422	0,515237	0,910732
4	Nurelle D	0,999853	0,723856	0,797422		0,997759	0,999853
5	Trebon	0,999965	0,431858	0,515237	0,997759		0,981683
6	Biscaya 240 OD	0,995774	0,860365	0,910732	0,999853	0,981683	

Tabulka 33: Statistické vyhodnocení vlivu přípravků na repelenci pro včely, maloparcelové pokusy 2016

Přípravky; Průměry MNČ (Tabulka3) Současný efekt: F(6, 896)=,97922, p=,43800 Dekompozice efektivní hypotéz						
Č. buňky	Přípravky	Počet včel Průměr	Počet včel Sm.Ch.	Počet včel -95,00%	Počet včel +95,00%	N
1	Kontrola	0,883721	0,113599	0,660770	1,106672	129
2	Nurelle D	1,201550	0,113599	0,978599	1,424502	129
3	Biscaya 240 OD	0,945736	0,113599	0,722785	1,168688	129
4	Trebon OSR	0,968992	0,113599	0,746041	1,191943	129
5	Avaunt	0,906977	0,113599	0,684026	1,129928	129
6	Pictor	0,883721	0,113599	0,660770	1,106672	129
7	Prosaro	1,023256	0,113599	0,800305	1,246207	129

Graf 44: Statistické vyhodnocení vlivu přípravků na repelenci pro včely, maloparcelové pokusy 2016



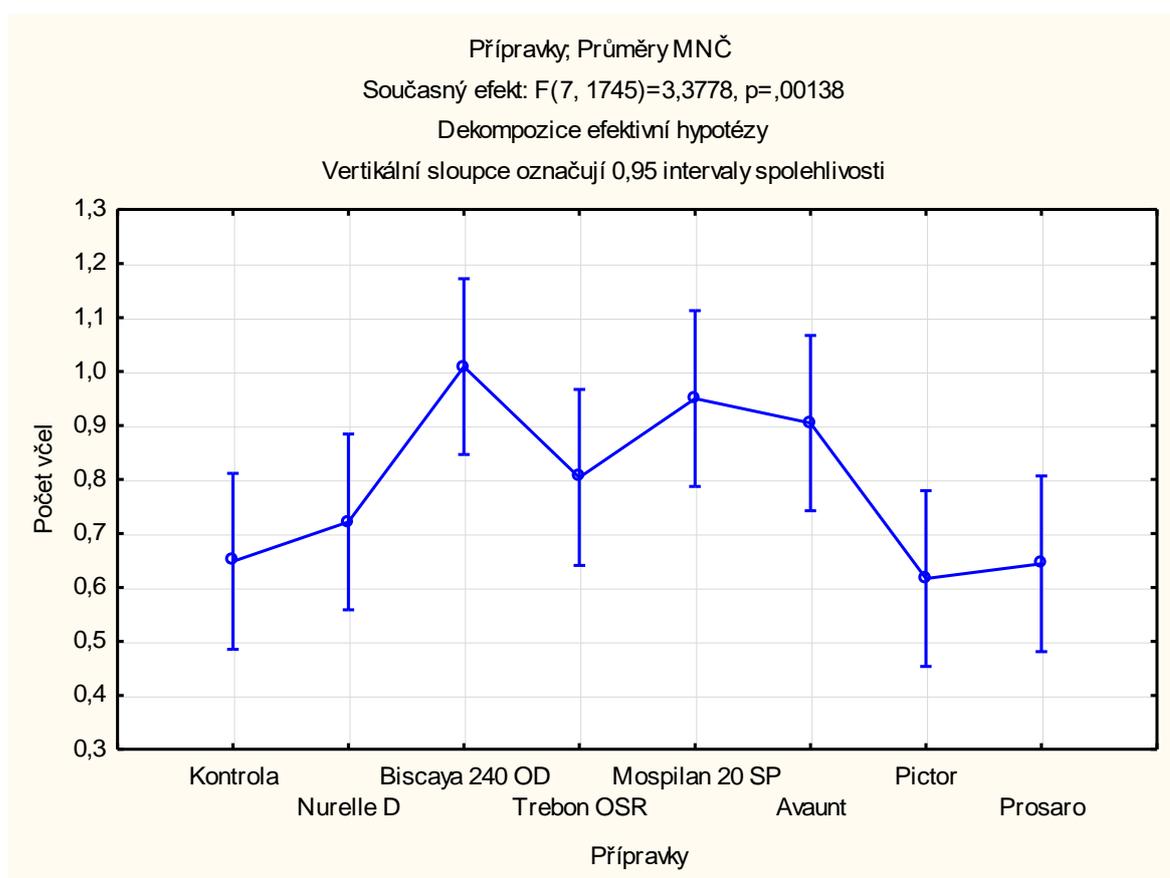
Tabulka 34: Statistické vyhodnocení vlivu přípravků na repelenci pro včely, maloparcelové pokusy 2016

Č. buňky	Přípravky	Tukeyův HSD test; proměnná Počet včel (Tabulka3) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 1,6647, sv = 896,00						
		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}
1	Kontrola		0,428498	0,999743	0,998406	0,999999	1,000000	0,977168
2	Nurelle D	0,428498		0,687349	0,775740	0,525114	0,428498	0,925376
3	Biscaya 240 OD	0,999743	0,687349		0,999999	0,999984	0,999743	0,999072
4	Trebon OSR	0,998406	0,775740	0,999999		0,999743	0,998406	0,999882
5	Avaunt	0,999999	0,525114	0,999984	0,999743		0,999999	0,991189
6	Pictor	1,000000	0,428498	0,999743	0,998406	0,999999		0,977168
7	Prosaro	0,977168	0,925376	0,999072	0,999882	0,991189	0,977168	

Tabulka 35: Statistické vyhodnocení vlivu přípravků na repelenci pro včely, maloparcelové pokusy 2017

Č. buňky	Přípravky	Přípravky; Průměry MNČ (Tabulka3) Současný efekt: $F(7, 1745)=3,3778, p=,00138$ Dekompozice efektivní hypotézy				N
		Počet včel Průměr	Počet včel Sm.Ch.	Počet včel -95,00%	Počet včel +95,00%	
1	Kontrola	0,648402	0,083051	0,485511	0,811292	219
2	Nurelle D	0,721461	0,083051	0,558571	0,884352	219
3	Biscaya 240 OD	1,009132	0,083051	0,846242	1,172023	219
4	Trebon OSR	0,803653	0,083051	0,640763	0,966543	219
5	Mospilan 20 SF	0,949772	0,083051	0,786881	1,112662	219
6	Avaunt	0,904545	0,082862	0,742026	1,067065	220
7	Pictor	0,616438	0,083051	0,453548	0,779329	219
8	Prosaro	0,643836	0,083051	0,480945	0,806726	219

Graf 45: Statistické vyhodnocení vlivu přípravků na repelenci pro včely, maloparcelové pokusy 2017

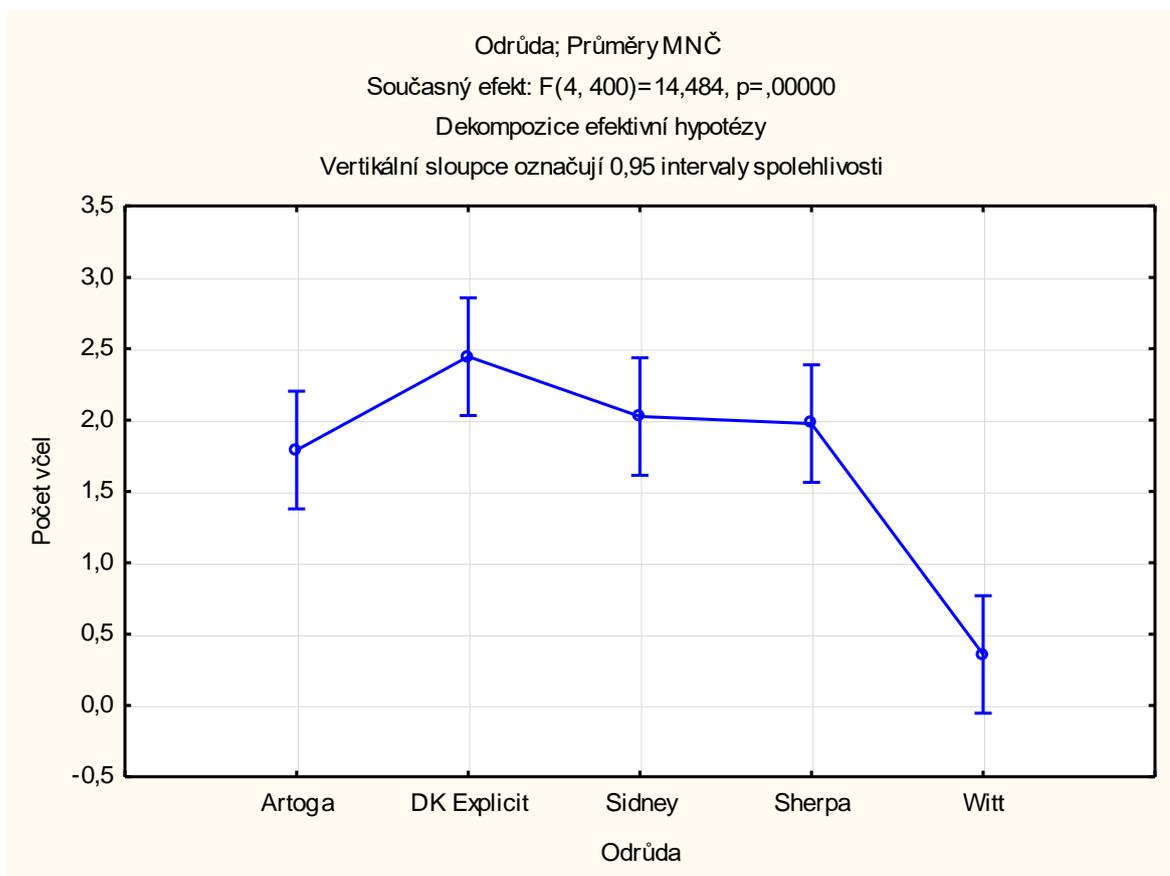


Tabulka 36: Statistické vyhodnocení vlivu přípravků na repelenci pro včely, maloparcelové pokusy 2017

Tukeyův HSD test; proměnná Počet včel (Tabulka3)									
Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy									
Chyba: meziskup. PČ = 1,5106, sv = 1745,0									
Č. buňky	Přípravky	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}
		,64840	,72146	1,0091	,80365	,94977	,90455	,61644	,64384
1	Kontrola		0,998597	<b>0,044369</b>	0,890868	0,168488	0,361797	0,999995	1,000000
2	Nurelle D	0,998597		0,217716	0,997024	0,520422	0,773929	0,986668	0,997929
3	Biscaya 240 OE	<b>0,044369</b>	0,217716		0,654465	0,999640	0,986903	<b>0,018787</b>	<b>0,039471</b>
4	Trebon OSR	0,890868	0,997024	0,654465		0,918704	0,989422	0,754196	0,875002
5	Mospilan 20 SF	0,168488	0,520422	0,999640	0,918704		0,999942	0,085822	0,154006
6	Avant	0,361797	0,773929	0,986903	0,989422	0,999942		0,214740	0,338166
7	Pictor	0,999995	0,986668	<b>0,018787</b>	0,754196	0,085822	0,214740		0,999998
8	Prosaro	1,000000	0,997929	<b>0,039471</b>	0,875002	0,154006	0,338166	0,999998	

### 9.1.2 Maloparcelové odrůdové pokusy na řepce ozimé

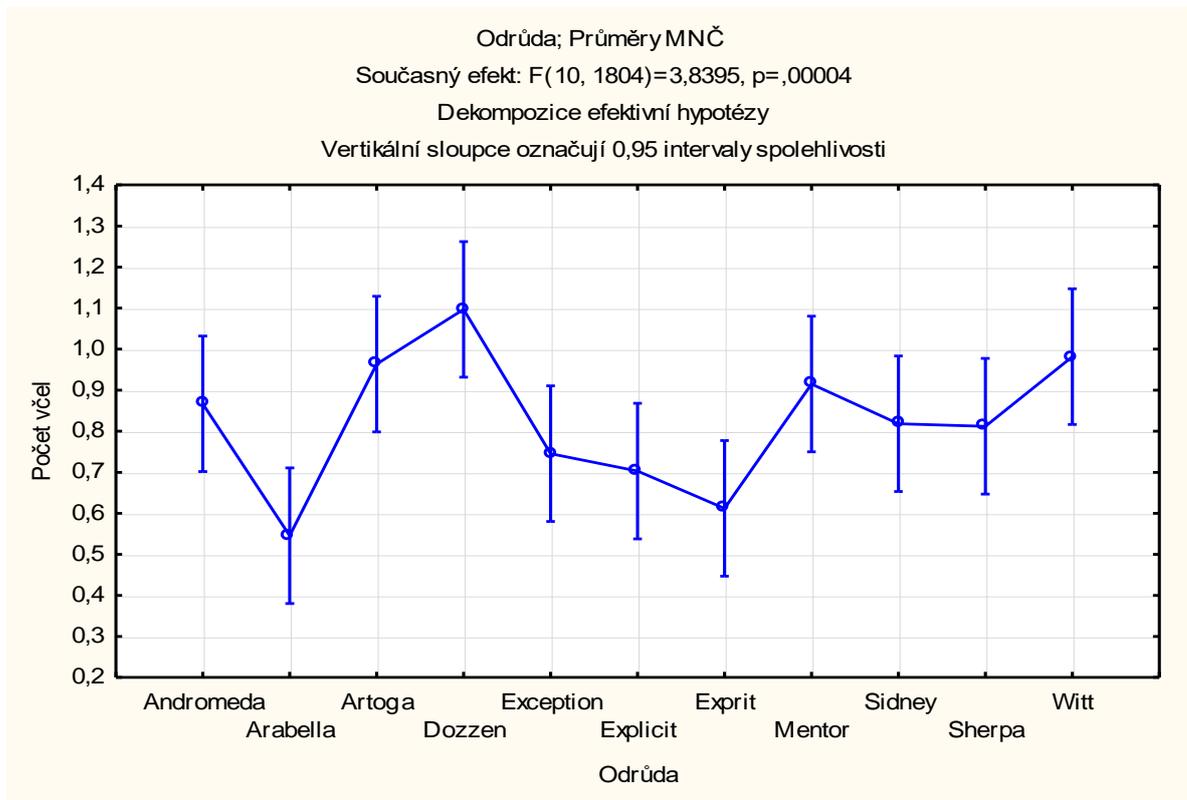
Graf 46: Statistické vyhodnocení vlivu odrůd na včely, maloparcelové pokusy 2015



Tabulka 37: Statistické vyhodnocení vlivu odrůd na včely, maloparcelové pokusy 2015

Tukeyův HSD test; proměnná Počet včel (Tabulka3) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 3,5549, sv = 400,00						
Č. buňky	Odrůda	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		1,7901	2,4444	2,0247	1,9753	,35802
1	Artoga		0,176417	0,933108	0,971108	0,000029
2	DK Explicit	0,176417		0,616777	0,508011	0,000017
3	Sidney	0,933108	0,616777		0,999827	0,000017
4	Sherpa	0,971108	0,508011	0,999827		0,000018
5	Witt	0,000029	0,000017	0,000017	0,000018	

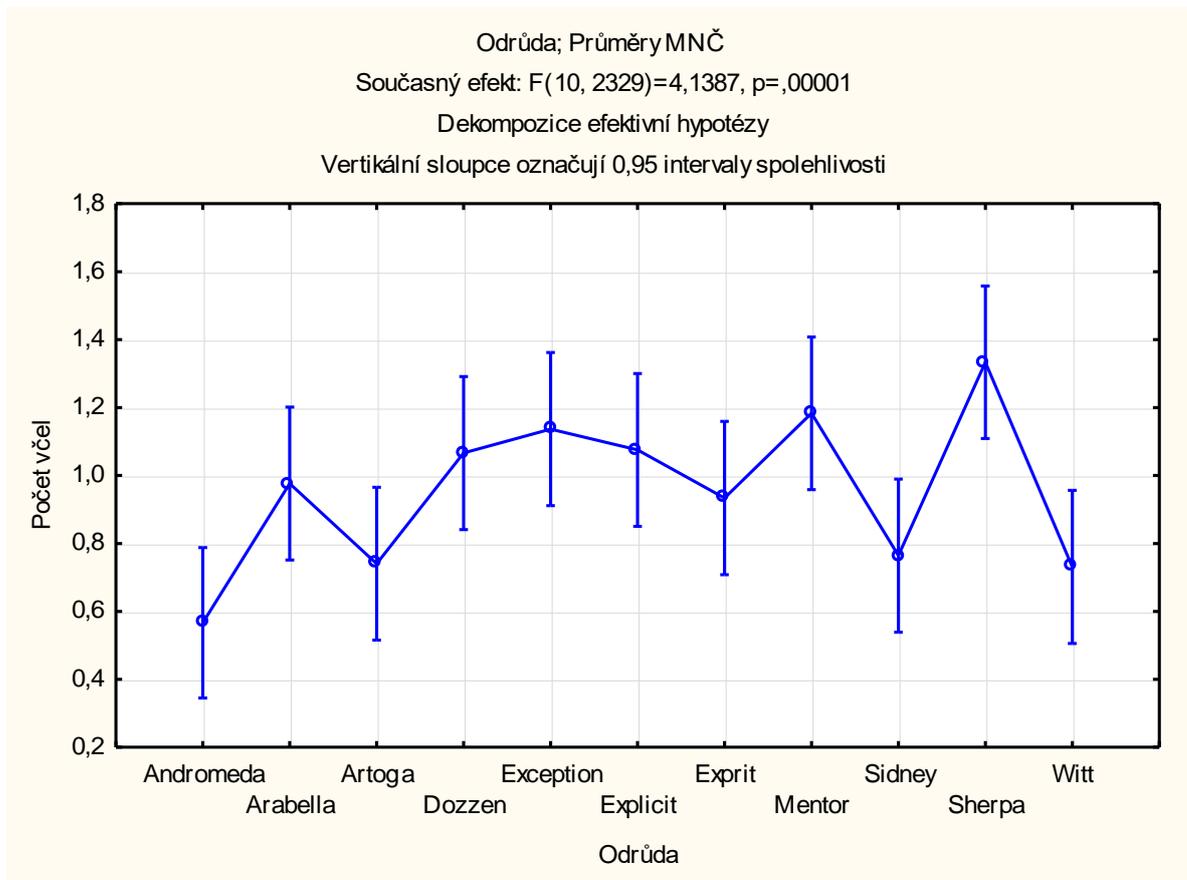
Graf 47: Statistické vyhodnocení vlivu odrůd na včely, maloparcelové pokusy 2016



Tabulka 38: Statistické vyhodnocení vlivu odrůd na včely, maloparcelové pokusy 2016

Č. buňky	Odrůda	Tukeyův HSD test; proměnná Počet včel (Tabulka11) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 1,1711, sv = 1804,0										
		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}
		,86667	,54545	,96364	1,0970	,74545	,70303	,61212	,91515	,81818	,81212	,98182
1	Andromeda		0,201420	0,999270	0,695457	0,995196	0,954898	0,550769	0,999999	0,999999	0,999999	0,996843
2	Arabella	0,201420		0,019416	0,000202	0,846787	0,965144	0,999976	0,070486	0,441340	0,477284	0,011306
3	Artoga	0,999270	0,019416		0,989785	0,761570	0,513861	0,107619	0,999999	0,980316	0,973549	1,000000
4	Dozzen	0,695457	0,000202	0,989785		0,107619	0,038050	0,002338	0,911424	0,406289	0,372367	0,996843
5	Exception	0,995196	0,846787	0,761570	0,107619		1,000000	0,989785	0,942629	0,999946	0,999976	0,660376
6	Explicit	0,954898	0,965144	0,513861	0,038050	1,000000		0,999587	0,792054	0,996843	0,997990	0,406289
7	Exprit	0,550769	0,999976	0,107619	0,002338	0,989785	0,999587		0,279213	0,820518	0,846787	0,070486
8	Mentor	0,999999	0,070486	0,999999	0,911424	0,942629	0,792054	0,279213		0,999270	0,998765	0,999976
9	Sidney	0,999999	0,441340	0,980316	0,406289	0,999946	0,996843	0,820518	0,999270		1,000000	0,954898
10	Sherpa	0,999999	0,477284	0,973549	0,372367	0,999976	0,997990	0,846787	0,998765	1,000000		0,942629
11	Witt	0,996843	0,011306	1,000000	0,996843	0,660376	0,406289	0,070486	0,999976	0,954898	0,942629	

Graf 48: Statistické vyhodnocení vlivu odrůd na včely, maloparcelové pokusy 2017

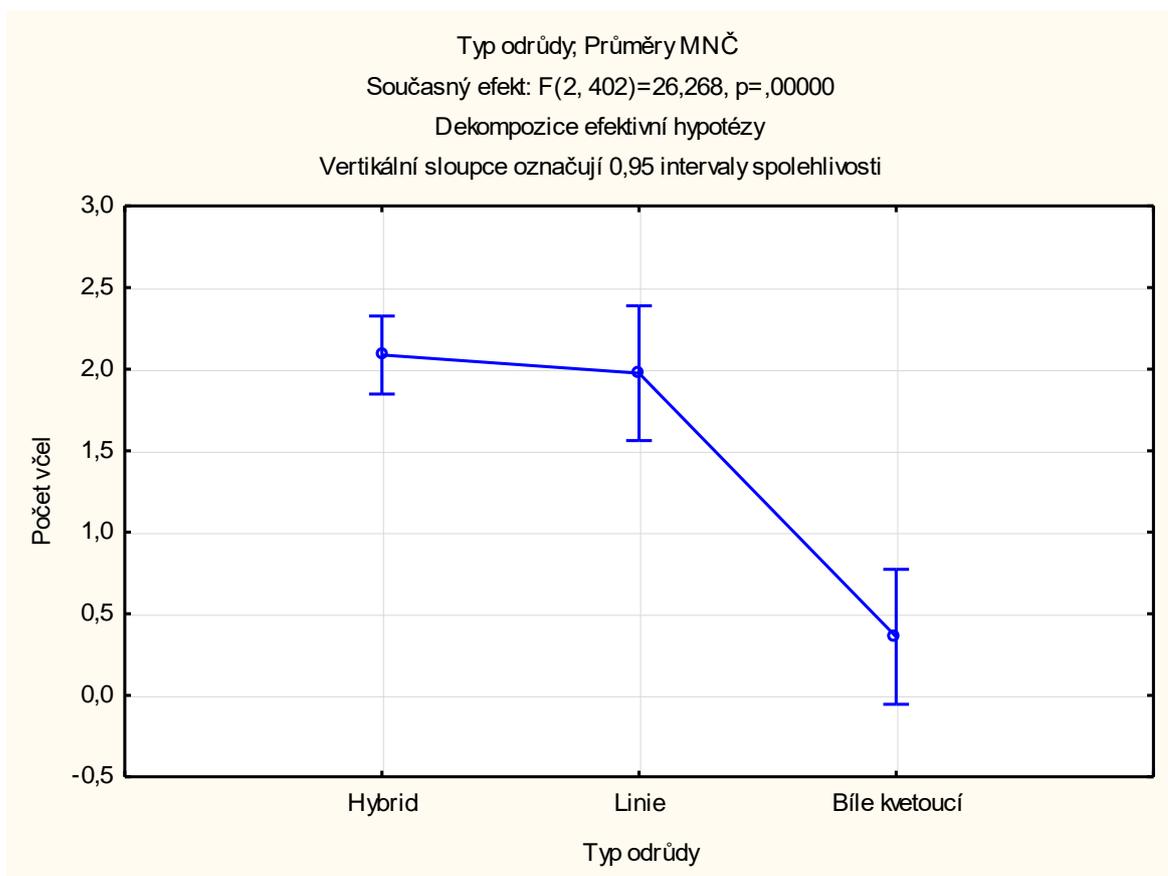


Tabulka 39: Statistické vyhodnocení vlivu odrůd na včely, maloparcelové pokusy 2017

Tukeyův HSD test; proměnná Počet včel (Tabulka26) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 2,7945, sv = 2329,0												
Č. buňky	Odrůda	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}
		,56621	,97642	,74057	1,0660	1,1368	1,0755	,93365	1,1831	,76415	1,3333	,73113
1	Andromeda		0,277313	0,992117	0,070433	0,017345	0,059328	0,448717	0,005939	0,979340	0,000109	0,994940
2	Arabella	0,277313		0,934887	0,999979	0,996224	0,999946	1,000000	0,973144	0,967854	0,504154	0,916746
3	Artoga	0,992117	0,934887		0,645849	0,340656	0,604322	0,983940	0,186908	1,000000	0,011618	1,000000
4	Dozzen	0,070433	0,999979	0,645849		0,999998	1,000000	0,999266	0,999749	0,744007	0,861430	0,604322
5	Exception	0,017345	0,996224	0,340656	0,999998		0,999999	0,976674	1,000000	0,437191	0,981355	0,305215
6	Explicit	0,059328	0,999946	0,604322	1,000000	0,999999		0,998668	0,999883	0,706003	0,886981	0,562220
7	Exprit	0,448717	1,000000	0,983940	0,999266	0,976674	0,998668		0,907765	0,994146	0,327448	0,977189
8	Mentor	0,005939	0,973144	0,186908	0,999749	1,000000	0,999883	0,907765		0,257345	0,997761	0,162911
9	Sidney	0,979340	0,967854	1,000000	0,744007	0,437191	0,706003	0,994146	0,257345		0,019437	1,000000
10	Sherpa	0,000109	0,504154	0,011618	0,861430	0,981355	0,886981	0,327448	0,997761	0,019437		0,009388
11	Witt	0,994940	0,916746	1,000000	0,604322	0,305215	0,562220	0,977189	0,162911	1,000000	0,009388	

Graf 49: Statistické vyhodnocení vlivu typu odrůd na včely, maloparcelové pokusy

2015



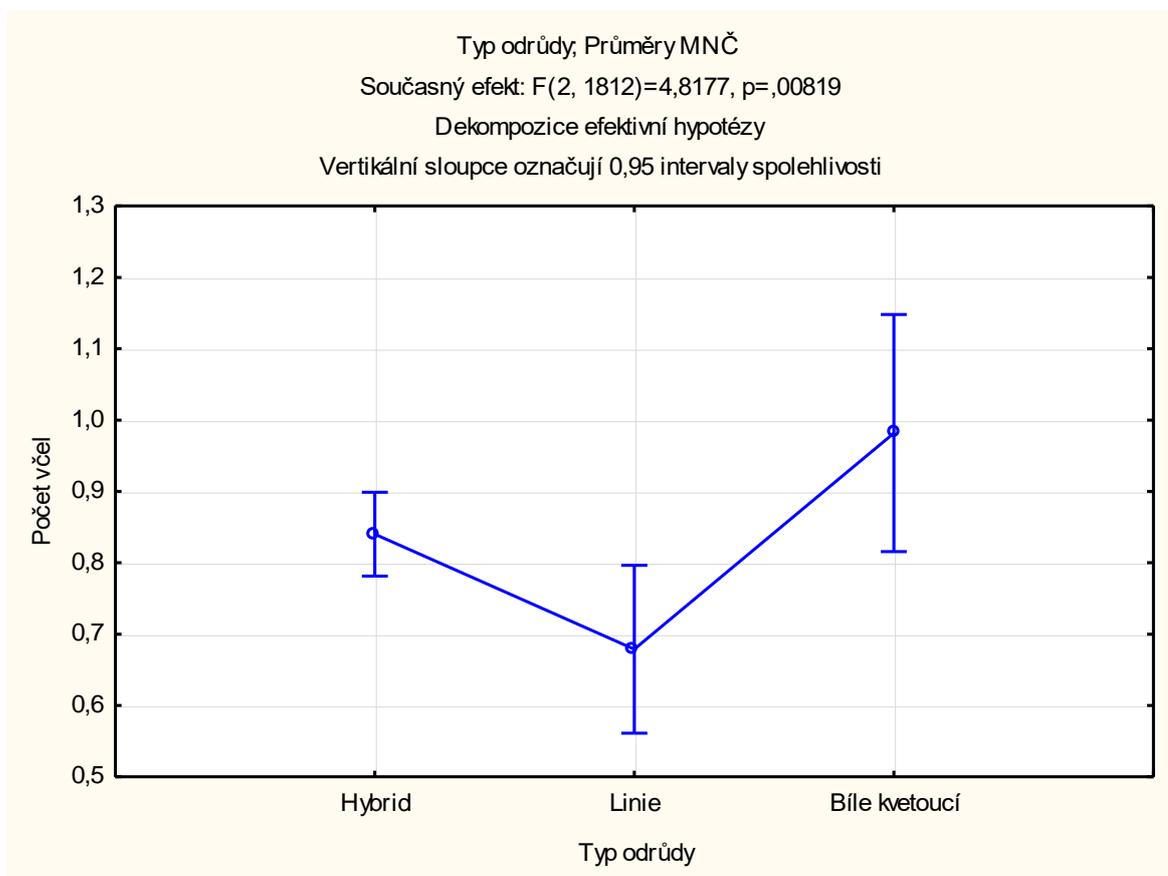
Tabulka 40: Statistické vyhodnocení vlivu typu odrůd na včely, maloparcelové pokusy

2015

Tukeyův HSD test; proměnná Počet včel (Tabulka2)				
Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy				
Chyba: meziskup. PČ = 3,5815, sv = 402,00				
Č. buňky	Typ odrůdy	{1}	{2}	{3}
1	Hybrid	2,0864	1,9753	,35802
2	Linie	0,891009		0,00022
3	Bíle kvetouc	0,00022	0,00022	

Graf 50: Statistické vyhodnocení vlivu typu odrůd na včely, maloparcelové pokusy

2016



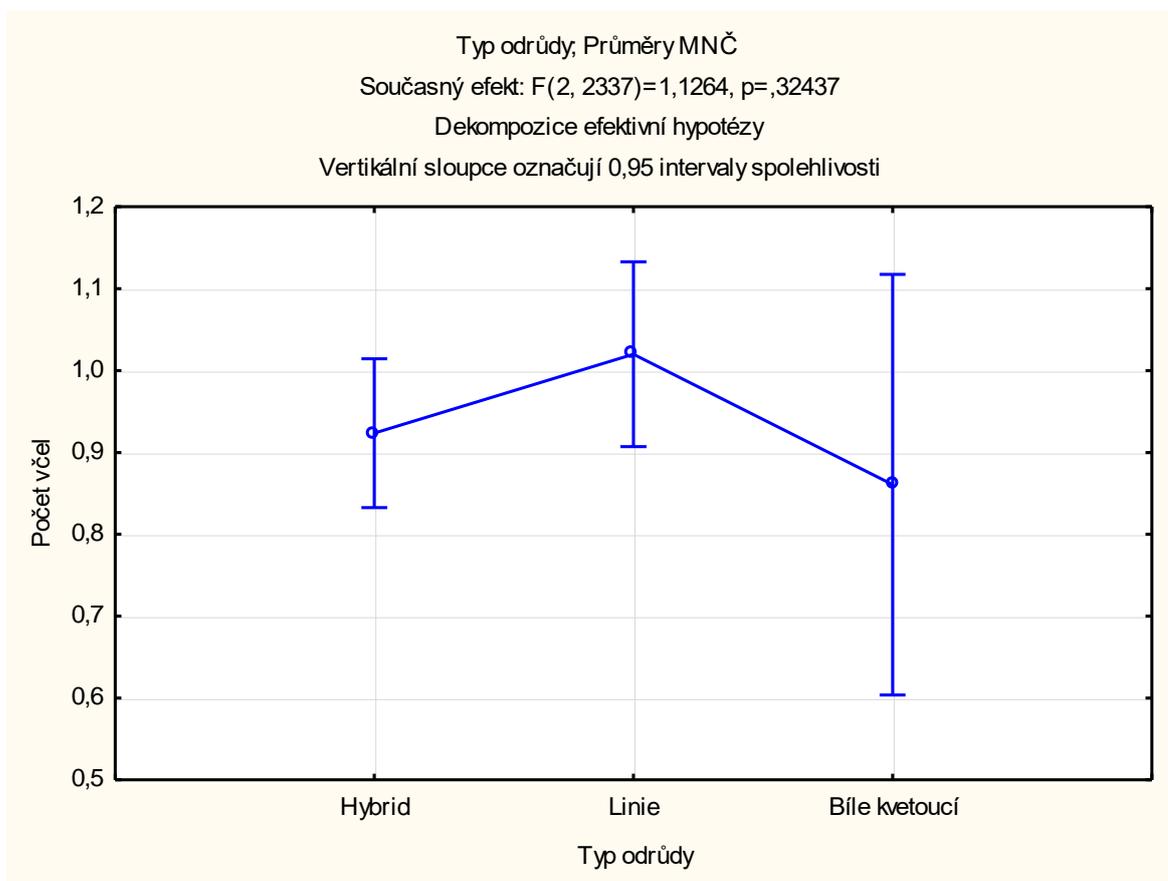
Tabulka 41: Statistické vyhodnocení vlivu typu odrůd na včely, maloparcelové pokusy

2016

Tukeyův HSD test; proměnná Počet včel (Tabulka4 Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 1,1844, sv = 1812,0				
Č. buňky	Typ odrůdy	{1}	{2}	{3}
1	Hybrid	,84015	,67879	,98182
2	Linie	0,042286		0,009794
3	Bíle kvetouc	0,255847	0,009794	

Graf 51: Statistické vyhodnocení vlivu typu odrůd na včely, maloparcelové pokusy

2017



Tabulka 42: Statistické vyhodnocení vlivu typu odrůd na včely, maloparcelové pokusy

2017

Tukeyův HSD test; proměnná Počet včel (Tabulka 1) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 2,8317, sv = 2337,0				
Č. buňky	Typ odrůdy	{1}	{2}	{3}
1	Hybrid		0,392393	0,893284
2	Linie	0,392393		0,505917
3	Bíle kvetouc	0,893284	0,505917	

## 9.2 Obrázky

Obrázek 5 Včely odebírající roztoky v metodě přímého lákání



Obrázek 6 Včely odebírající roztoky v metodě přímého lákání



Obrázek 7 Protelová hala VÚV v Dole, ověření metody přímého lákání



Obrázek 8 Návštěvnost odrůd řepky opylovači, maloparcelový pokus



Obrázek 9 Bílekvetoucí odrůda Witt, maloparcelové pokusy 2015



Obrázek 10 Bílekvetoucí odrůda Witt, maloparcelové pokusy 2016



Obrázek 11 Hodnocení návštěvnosti opylovačů na porostech slunečnice



Obrázek 12 Čmenáci opylující slunečnici

