

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních  
zdrojů**

**Katedra ochrany rostlin**



**Faktory ovlivňující návštěvnost opylovačů v porostech  
slunečnice roční**

**Diplomová práce**

**Bc. Lea Zacharová**

**Rostlinolékařství AML**

**doc. Ing. Jan Kazda, CSc.**

© 2019 ČZU v Praze

## **Čestné prehlásenie**

Prehlasujem, že svoju diplomovú prácu " Faktory ovplyvňujúce návštevnosť opel'ovačov v porastoch slnečnice" som vypracovala samostatne pod vedením vedúceho diplomové práce a s použitím odbornej literatúry a ďalších informačných zdrojov, ktoré sú citované v práci a uvedené v zozname literatúry na konci práce. Ako autorka uvedenej diplomovej práce ďalej prehlasujem, že som v súvislosti s jej vytvorením neporušil autorská práva tretích osôb.

V Prahe dňa \_\_\_\_\_

## **Pod'akovanie**

Rada by som touto cestou poďakovala doc. Ing. Janovi Kazdovi, CSc. Za odborný dohľad, užitočné rady a informácie a za veľkú trpezlivosť. Moje poďakovanie patrí aj Ing. Martine Stejskalovej za pomoc a podporu pri experimentálnej časti diplomovej práce.

# Faktory ovplyvňujúce návštevnosť opel'ovačov v porastoch slnečnice ročnej

## Abstrakt

V súčasnosti je používanie pesticídov v kultúrnych plodinách úplne bežné a potrebné na ochranu plodín pred chorobami a škodcami. Toto používanie nám zabezpečuje kvalitné a vyššie výnosy. Avšak, táto aplikácia nepriaznivo vplýva na opel'ovačov v slnečnici a my by sme sa mali snažiť toto riziko znížiť. Aplikácia pesticídov, ktorá má na naše opel'ovače repelentný účinok môže odradiť od návštevnosti porastov slnečnice a tým obmedziť kontamináciu úľov pesticídmi, či ich otravu.

Diplomová práca sa zameriavala na atraktivitu a repelenciu vybraných pesticídov a hybridov slnečnice ročnej. Experiment vyhodnocoval návštevnosť včely medonosnej a čmeliakov v porastoch slnečnice.

Návštevnosť opel'ovačov bola zisťovaná vizuálnym odpočtom včiel na presne vymedzenej ploche parcelky. Odpočet bol vykonaný v priaznivej dobe letu opel'ovačov. Experiment prebiehal na maloparcekových pokusoch patriacich ČZU na Suchdole. Návštevnosť opel'ovačov bola hodnotená v období 2016-2018 na vybraných odrodách slnečnice ročnej, a na insekticídne a fungicídne ošetrovaných porastoch v rokoch 2016 a 2017.

Diplomová práca informuje, že pesticídy (fungicídy, insekticídy) majú významný vplyv na návštevnosť kvetov slnečnice opel'ovačmi (včela medonosná, čmeliaky). Z pokusov sme zistili, že prípravok Pirimor má najväčší repelentný účinok na včely a čmeliakov.

Práca ďalej vyhodnocuje atraktivitu vybraných hybridov slnečnice pre opel'ovačov. Z výsledkov vyplýva že, hybrid P63LE10 bol pre včely medonosné, čmeliaky štatisticky preukázateľne najatraktívnejší oproti ostatným skúšaným hybridom. V roku 2018 boli skúšané nové hybridy slnečnice a najnavštevovanejším hybridom bol SY Bacardy CLP pre čmeliakov a pre včely bol najlákavejší hybrid ES Savana. Pokus nám ukázal, že niektoré hybridy sú pre včely a čmeliakov lákavejšie než druhé a ich návštevnosť je niekedy niekoľko násobne vyššia.

**Kľúčové slová:** slnečnica, odrody, včely, čmeliaky, samotárske včely, pesticídy

# **Factors which are affecting visitation of pollinators in sunflower crop**

## **Summary**

Currently, the use of pesticides in crops is quite common and necessary to control diseases and pests. This use provides us with quality and higher yields. However, this application affects pollinators in sunflower and we should try to reduce this risk. The application of pesticides, which has a repellent effect on the pollinators, can discourage the visitation of sunflower crops and thus reduce the contamination of hives by pesticides or their poisoning.

The diploma thesis is focused on the attractiveness and repellency of selected pesticides and annual sunflower hybrids. The experiment evaluated the visitation of honey bees and bumble bees in sunflower crops.

The visit rate of pollinators was determined by the visual reading of bees on a precisely defined plot area. The deduction was made at a favorable flying time for pollinators. The experiment was carried out on small-plot trials belonging to the CULS in Suchdol. Pollinators' visitation was evaluated on 6 hybrids of annual sunflower in the period 2016-2018 and on 6 pesticides in 2016 and 2017.

The thesis informs that pesticides (fungicides, insecticides) have a significant effect on the visit rate of sunflower flowers by pollinators (honey bees, bumble bees). The experiments showed that Pirimor has the greatest repellent effect on bees and bumble bees.

The thesis further evaluates the attractiveness of selected sunflower hybrids for pollinators. The results indicate that the P63LE10 hybrid was statistically the most attractive to honey bees and bumble bees compared to other tested hybrids. In 2018, new sunflower hybrids were tested and the most visited hybrid was the SY Bacardy CLP for bumblebees, and the ES Savana was the most attractive hybrid of honey bees. The experiment showed that some hybrids are more attractive to bees and bumble bees than others, and their visit rate is sometimes several times higher.

**Keywords:** sunflower, varieties, honeybees, bumble bees, solitary bees, pesticides

# Obsah

<b>Obsah</b> .....	<b>9</b>
<b>1 Úvod</b> .....	<b>2</b>
<b>2 Vedecká hypotéza a ciele práce</b> .....	<b>4</b>
<b>3 Slničnica ročná (<i>Helianthus annuus</i>)</b> .....	<b>5</b>
3.1 Botanická a biologická klasifikácia.....	5
3.1.1 Rastové fáze <i>Helianthus annuus</i> .....	6
3.1.2 Tvar kvetu slnečnice ročnej.....	7
3.1.3 Výnos.....	7
3.2 Odrody slnečnice ročnej.....	8
3.3 Opeľovače.....	8
3.3.1 Včela medonosná.....	9
3.3.2 Čmeliaky.....	10
3.3.3 Včely samotárky.....	11
3.3.4 Kvalita peľu.....	12
3.3.5 Faktory ovplyvňujúce atraktivitu opeľovačov v slnečnici.....	13
3.3.6 Vzťah opeľovača k slnečnici.....	14
3.4 Pesticídy.....	14
3.4.1 Skupiny pesticídov.....	14
3.4.2 Fungicídy.....	15
3.4.3 Insekticídy.....	18
3.4.4 Negatívny vplyv pesticídov na včely a iné opeľovače.....	20
3.4.5 Toxicita pesticídov.....	21
3.5 Legislatíva.....	22
3.5.1 Zásady ochrany včiel.....	22
3.5.2 Zákaz neonikotínoidov.....	24
<b>4 Materiál a metódy</b> .....	<b>25</b>
4.1 Vplyv rôznych odrôd slnečnice ročnej na atraktivitu opeľovačov.....	25
4.1.1 Založenie pokusu.....	25
4.2 Pesticídne ošetrovanie slnečnice ročnej – maloparcelkový pokus.....	26
4.2.1 Založenie pokusu.....	26
<b>5 Výsledky</b> .....	<b>28</b>
5.1 Návštevnosť čmeliakov na vybraných odrodách slnečnice v roku 2016.....	28
5.2 Návštevnosť včely medonosnej na vybraných odrodách slnečnice v roku 2016.....	29
5.3 Návštevnosť čmeliakov na vybraných odrodách slnečnice v roku 2017.....	30
5.4 Návštevnosť včely medonosnej na vybraných odrodách slnečnice v roku 2017.....	31
5.5 Návštevnosť čmeliakov na vybraných odrodách slnečnice v roku 2018.....	32
5.6 Návštevnosť včely medonosnej na vybraných odrodách slnečnice v roku 2018.....	33
5.7 Návštevnosť čmeliakov v pesticídnych variantoch v roku 2016.....	34

5.8	Návštevnosť včely medonosnej v pesticídnych variantoch v roku 2016.....	35
5.9	Návštevnosť čmeliakov v pesticídnych variantoch v roku 2017 .....	36
5.10	Návštevnosť včely medonosnej k pesticídnym variantom v roku 2017 .....	37
6	Diskusia .....	38
7	Záver .....	40
8	Literatura .....	42

# 1 Úvod

Keby vymreli včely, ľudstvo by nežilo dlhšie ako štyri roky. Z výroku slávneho vedca Alberta Einsteina cítiť obavu o život na našej planéte. V súčasnosti sa jeho zlé predtuchy naplňajú v celosvetovom meradle, a je to mu tak aj v Českej republike.

Pre slnečnicu, ktorá je významne hmyzomopelivou plodinou je totiž vysoká návštevnosť opel'ovačov potrebná k zabezpečeniu vysokého výnosu spoločne s kvalitným hnojením. To je významný rozdiel oproti repke olejnej, ktorá prinesie dobrý výnos aj pri nízkej návštevnosti opel'ovačov v poraste. Jej výnos je aj úzko spojený s genetickým potenciálom rastliny (hybridom) a s podmienkami prostredia.

Slnečnica je z hľadiska svetovej produkcie olejnín po sóji, bavlníkovom semene a plodoch podzemnice olejnej najvýznamnejšou olejninou. Napriek tomu, že slnečnica nie je v Českej republike majoritne pestovanou olejninou, v niektorých oblastiach má svoje nezastupiteľné miesto. Významné uplatnenie nachádza tato olejnína predovšetkým v teplejších oblastiach Českej republiky (Málek a kol., 2013). Jej význam spočíva predovšetkým v poskytovaní vysoko kvalitného, dieteticky hodnotného oleja, využívaného ako technický, ale najmä ako stolový olej.

Medzi opel'ovačmi a hmyzomopelivými rastlinami je veľmi úzky vzťah, jeden bez druhého sa nemôže ďalej rozvíjať a rozmnožovať (Drašán 1974). Včelu medonosnú a čmeliaky radíme k najvýznamnejším opel'ovačom slnečnice ročnej. Návštevnosť týchto opel'ovačov je pre slnečnicu nesmierne dôležitá, a bez nich by úroda semien bola nižšia, čo je z ekonomického hľadiska nevýhodne, keďže slnečnicu pestujeme hlavne pre jej semeno (Ptáček, 1977)

V súčasnosti pestujeme mnoho hybridov slnečnice ročnej a každý rok firmy rozširujú svoje portfólio o nové odrody. Snažia sa nám ponúknuť hybridy, ktoré majú vynikať svojím výnosom, olejnatosťou, toleranciou k nevhodným prírodným podmienkam, rezistenciou k chorobám a toleranciou k herbicídum. Tieto všetky výhody by mali predovšetkým znížiť používanie prostriedkov na ochranu rastlín.

Dnes naše opel'ovače ohrozujú okrem iných faktorov aj aplikácia pesticídov do kvetov slnečnice, a ich zdravotný stav sa zhoršuje. Našťastie ich aplikácia je regulovaná a farmári musia dodržiavať pravidlá pri ich aplikácií. Európska komisia sa snaží chrániť opel'ovače a preto rozhodla o zákaze používania neonicotínoidov, ktoré pôsobia na včely toxicky. Dodržiavanie pravidiel sa sleduje hlavne v dobe kvitnutia rastlín, pretože sa pesticídy aplikujú prevažne v tejto dobe, a aj včely v tomto období navštevujú porasty najviac.



Používáním pesticídů, které mají na opelovače repelentní účinek, by mohlo odradit jejich návštěvnost kvitnůce slunečnice a tím zamezit otravám včel a přítomnosti reziduí v mede a peři (Titěra & Kamler 2013)

## **2 Vedecká hypotéza a ciele práce**

Cieľom práce bolo zistiť, či sa vybrané hybridy slnečnice líšia v atraktivite pre včely a čmeliaky a aký účinok má aplikácia pesticídov, repelentný alebo atraktívny v období tesne pred a v priebehu kvitnutia.

Hypotéza: Pestovanie rôznych hybridov a aplikácia pesticídov ovplyvňuje návštevnosť opeľovačov (včely, čmeliaky, samotárske včely) v porastoch slnečnice.

### 3 Slničnica ročná (*Helianthus annuus*)

Slničnica pochádza zo Severnej Ameriky a v ČR je oddávna pestovaná ako kultúrna rastlina na olej a krmivo (Baničová et al. 2003). Veľké zásluhy na jej zviditeľnení majú ruský šľachtiteľia, a vďaka nim máme dnes niekoľko odrôd s vysokým obsahom oleja. Slničnica je v celosvetovom rebríčku jedna z najpestovanejších olejní a radíme ju na 5. miesto. V ČR je slnčnica na druhom mieste v produkcii oleja (Málek 2011). Olej nachádza uplatnenie v kozmetickom, potravinárskom a technickom priemysle. Je zdrojom obnoviteľnej energie. Vďaka svojim antikarcinogénnym účinkom je dôležitou súčasťou vyváženého stravy človeka a pôsobí preventívne proti ateroskleróze (Lunn & Theobald 2006). Nažky bývajú súčasťou veľkého množstva druhov potravín ako pečiva alebo cukroviniek. Samotné nažky sa využívajú ku kŕmeniu okrasného vtáctva a v olúpanom stave sú výborným sprestením ľudského jedálneho (Lu, Hu, Bidney, 2007)

Slničnica je z ekonomického hľadiska nákladná na množstvo pesticídov, ktoré spotrebujeme počas jej pestovania. O niečo menej zaplatíme za minerálne hnojiva a osivo (Baranyk et al., 2010). Vzhľadom k súčasnému stavu spracovateľských podnikov sú nažky vývozným artiklom.

#### 3.1 Botanická a biologická klasifikácia

Rod *Helianthus* L. je radený do čeľade *Asteraceae*. Čeľaď obsahuje asi 23 000 druhov patriacich do 1620 rodov, rozdelených do 12 podčeľadí. Tieto rastliny sú rozšírené takmer po celom svete. Najviac sú zastúpené, z hľadiska rozmanitosti v suchých a semiaridných oblastiach subtropického a mierneho pásma. Čeľaď *Asteraceae* je najobsiahlejšou rastlinnou čeľaďou (Barkley, Brouillet, Strother 2006).

Rod *Helianthus* sa skladá zo 67 jednoročných a vytrvalých druhov. Slničnica pochádza zo Severnej a Južnej Ameriky. Niektoré z týchto druhov sú celosvetovo pestované kvôli ich okrasným a gastronomickým vlastnostiam (Schilling 2006). Za najviac rozšírené druhy slnčnice sa uvádzajú kultúrny jednoročný druh *Helianthus annuus* L. a *Helianthus tuberosus* L. čo je vytrvalá rastlina známa ako topinambur (Salunkhe 1992).

Poddruh *Helianthus annuus* L. ssp. *Macrocarpus* v súčasnosti rozdeľujeme:

1. Formu semennú: - typ olejný  
- typ cukrársky  
- typ silážny
2. Formu okrasnú: - typ plnokvetý (ornamentálny)

Typ olejný pokrýva prevažný podiel produkcie, ale do budúca sa má jeho početnosť znížiť. Za jeho nástupcu je považovaná slnečnica typu NuSun, ktorého nažky obsahujú o 20% menej nasýtených tukov.

### 3.1.1 Rastové fáze *Helianthus annuus*

Stupnica fenologických fáz sa používa na stanovenie presných termínov aplikácií hnojív a postrekov na ochranu rastlín. Najstaršou stupnicou je *Feekeova fenologická stupnica*, ktorá rozlišuje 11 fáz. Najširšie uplatnenie má decimálna *Zadoksova stupnica* označovaná skratkou DC. Stupnice BBCH (viď príloha 1) je stupnica používaná v Európskej únii a vychádza zo *Zadoksovej stupnice*. Tvoria ju dvojmiestne číselné kódy od 00 do 99, ktoré označujú vývojové a rastové fázy plodiny. Dvojčíselné kódy sú rozdelené do niekoľkých skupín a podskupín. Skratka BBCH označuje medzinárodne používanú stupnicu vývojových a rastových štádií rastlín (fenologických fáz) a je odvodená od názvu **B**iologische **B**undesanstalt für Land – und **F**orstwirtschaft (BBA), **B**undessortenamt (BSA) a **C**hemical industry (Mistr 2016).

Než dôjde k ukončeniu vegetácie, prejde slnečnica mnohými rastovými fázami. V ČR sa môžeme stretnúť s 3 základnými stupnicami: BBCH stupnica, stupnica podľa CETIOM (0-5,4), ktorú môžeme nájsť v modernejšej literatúre a stupnica podľa Schneitera a Millera (1981), ktorá je jednou z najuznávanejších a rozdeľuje fáze na dva veľké celky, a to na fázu, vegetatívnu a generatívnu fázu.

Za počiatok rastovej fáze pokladáme stav kedy 10 % rastlín v poraste dosiahlo danú fázu a rastová fáza končí vtedy, keď ju ukončilo 90 % rastlín (Mistr 2016)

#### Stupnica podľa Schneitera a Millera

##### 1. Vegetatívna fáza

**VE**: Objavenie semenáčikov do fáze prvého pravého listu menšieho než 4 cm

**V1, V2, V3** atď.: číslo udáva množstvo pravých listov dlhších než 4 cm, nepočítajú sa kľúčne listy.

##### 1. Generatívna fáza

R1: Terminálny pupeň sa začína pretvárať zo skupiny listov na malú kvetnú ružicu

R2: Dochádza k predĺženiu kvetného krčka medzi nerozvinutým kvetným pupeňom a prvým listom pod ním o 0,5 – 2 cm

R3: Kvetný kľúčok medzi nerozvinutými kvetným pupeňom a prvým listom sa predlžuje o viac než 2 cm

R4: Dochádza k otváraniu kvetenstva

R5, R5,1, R5,2 atď.: Začiatok kvitnutia – fáza závisí na tom, koľko percent jednotlivých kvietkov v kvetnom úbore je rozkvitnutých.

R6: Kvitnutie je ukončené a jazykové kvety vädnú

R7: spodná strana kvetného úboru začína žltnúť

R8: Spodná strana kvetného úboru má žltú farbu, ale zákrovne listene sú zelené.

R9: Zákrovne listene žltnú a hnednú (fyziologická zrelosť)

### **3.1.2 Tvar kvetu slnečnice ročnej**

Kvety sú usporiadané v úbore s priemerom 5-75 cm podľa hybridu. Nachádzajú sa v ňom 2 typy kvetov, na obvode žltosfarbené jazykové bezpohlavné kvety (30-70), ktoré sú lákadlom pre opelovače. Zbytok vyplňajú plodné trúbkovité obojpohlavné kvety (500-3000) (Hosnedl et al. 1998; Málek et al. 2005; Baranyk 2010).

Veľkosť a tvar úborov je odrodovým znakom (Fábry et al. 1992). Kalich sa skladá z dvoch veľmi redukovaných kališných plátkov, ktoré ľahko odpadávajú. Koruna má tvar trubky, je pravidelná, päťzubá, žltosfarbená. Každý kvet obsahuje päť samčích tyčiniek. Jeden úbor kvitne 7-12 dní, celý porast približne 21 dní (Špaldon et al. 1986). Úbor slnečnice dozrieva od okraja smerom ku stredu. (Lindström et al. 2006, Baranyk 2010)

### **3.1.3 Výnos**

Využívanie pesticídov zahrňuje výraznú intenzifikáciu poľnohospodárskej produkcie (zvýšenie výnosu) a obmedzenie strát produktov počas zberu úrody a skladovania.

Opelenie včely medonosnej je jedným z faktorov, ktorý zvyšuje úrodnosť slnečnice ročnej. Priemerné percento zvýšenia úrod semien slnečnice ročnej po opelení včelami je medzi 56% až 93%. Nedostatočné opelenie môže spôsobiť pokles úrodnosti hektárových plôch až o 70% (Faková et al. 2009). Úrodnosť nažiek slnečnice je priamo závislá od úrovne opelenia jednotlivých úborov v štádiu kvitnutia (Kopenický 2002).

Slnečnica je závislá na opelovačoch, pretože vietor je považovaný za nedostatočný na opelenie z hľadiska toho, že nie je schopný zaistiť homogénne opelenie a nie je schopný prenášať ťažký peľ slnečnice (Parker 1981b) Správne opelenie hmyzom je potrebné na vytvorenie dostatočného množstva nažiek (Hoffman & Chambers 2006).

### 3.2 Odrody slnečnice ročnej

Z historického hľadiska sa výrazné šľachtiteľské úspechy objavili až okolo roku 1910, a to vďaka významnému svetovému šľachtiteľovi V. S. Pustovojtovi, autora 48 veľmi výkonných a olejnatých odrôd. Ako prvý rozpracoval metódu odrodových populácií. Táto metóda bola založená na princípe hromadného výberu, kombinovaného s individuálnym výberom a výberom podľa potomstva. Vďaka tomu sa podarilo zvýšiť výnos nažiek na dvojnásobok a olejnatosť z 30% na 50%. Oproti tomu znížiť podiel šupiek na hmotnosť nažky zo 40% na 20%. Po práci Pustovojty sa celosvetovo zvýšil záujem o túto jednoročnú olejnatú plodinu (Kováčik 2000). Do roku 1930 sa pestovala slnečnica v dvoj kultúre s kukuricou. Počas hospodárskej krízy sa slnečnica začala pestovať ako monokultúra (Fábry, 1990). Od roku 1975 začali vznikať ešte výkonnejšie hybridy, ktoré nahradzovali menej výkonné odrody (Kováčik 2000).

Odrody slnečnice delíme podľa finálnej produkcie na:

1. olejný (konvenčný) typ
2. high oleic
3. krmný typ
4. potravinársky typ

Delenie podľa obsahu mastných kyselín:

1. Linoleic
2. Mid oleic
3. High oleic

Dnes je k dispozícii veľmi široký sortiment hybridov slnečnice. Napríklad veľmi úspešné sú v pestovateľskej oblasti Morava hybrid ES BIBA, NK NOEMA CL a v Čechách boli v roku 2017 najzastúpenejšie tri hybridy NK NOEMA CL, HOMOZYGOT P64LE25 E a PR63E82 E

V súčasnej dobe bolo v ČR registrovaných 26 hybridov slnečnice. V roku 2017 nebol registrovaný žiadny nový hybrid (SPZO 2017).

### 3.3 Opeľovače

Hmyz, ktorý na celom svete opeľuje všetky entofilné rastliny, patri do jednej čeľade včelovitých. Ide o mnoho rodov samotársky žijúcich včiel, čmeliakov a včelu medonosnú. Táto

čel'ad' je najlepšie prispôsobená opeleniu svojím tvarom a veľkosťou tela, jeho ochlpením, na ktoré sa prichytávajú peľové zrná, špeciálnymi orgánmi na zber peľu, ako i zameraním na čisto rastlinnú potravu (Kubišová 1995)

### 3.3.1 Včela medonosná

Včela je najznámejším sociálnym blanokrídlym hmyzom. Poskytuje človeku med a ďalšie včelie produkty ako je vosk, materská kašička, propolis, jed a peľ. Od pradávna zohráva nezastupiteľnú úlohu v udržovaní prirodzeného kolobehu v prírode (Přidal, 2005). Najtypickejším včelím zástupcom, ktorý má pre človeka hlavný hospodársky význam je včela medonosná (*Apis mellifera* = *mellifica* L.) (Cramp, 2013). Je vývojovo najodvozenejším druhom rodu včela a je najlepšie prispôsobená k opeleniu entomofilných plodín. Bolo zistené, že včela medonosná svojou opel'ovacou činnosťou prispieva jednou tretinou k zaisteniu ľudskej výživy. Pôvodne sa rozšírila z oblastí Európy, Afriky a Prednej Ázie. Počas kolonizácie v 17. storočí bola prevezená z Európy do Ameriky, Austrálie a celého Nového sveta. Dnes je prakticky rozšírená na celom svete (Štrachová, 2016).

V roku 1758 švédsky sa bádateľ Carl Linné zaslúžil o systematické zaradenie včely medonosnej pod latinské medzinárodné pomenovanie – *Apis mellifera* (v preklade včela mednosiaca). O tri roky neskôr poukázal C. Linné na určitú nepresnosť v označení včely mednosiacej. Včela totiž zbiera a nosí nektár, peľ a medovicu do úľa, nie však hotový med, a preto pomenovanie upravil na *Apis mellifica* (včela med vyrábajúca). Dodnes sa stretávame s oboma zoologickými označeniami bez ohľadu na ich správnosť. V českom označení používame bohužiaľ práve ten menej presný názov, včela medonosná (Drašar 1978; Štrachová 2016).

Včela medonosná dáva prednosť členitej krajine, kde sa striedajú stromy, remízky a polia (Diemerová, 1997).

Včela medonosná je prevažne florokonštantná, tzn., že je verná jednej rastline, a tým pádom sú peľové rousky jednofarebné. Florokonštantnosť sprostredkováva prenos peľu medzi otcovskými a materskými kvetmi rovnakého druhu, čo je potrebné pre vznik semena (Titěra, 2006).

#### 3.3.1.1 Taxonómia

- Kmeň: článkonožce
  - Trieda: hmyz (Insecta)
- ◆ Podtrieda:

- Rad: blanokrídlovce (Hymenoptera)
- Podrad: štíhlopasé (Apoidae)
- Nadčeľaď: včely (Apoidea)
- Čeľaď: včelovité (Apidea)
- Rod: včela (Apis)
- Druh: včela medonosná (*Apis mellifera – mellifica*, Linné, 1758)  
(Štrachová, 2016)

### 3.3.2 Čmeliaky

Čmeliaky patria medzi typických obyvateľov mierneho pásma severnej pologule. V Afrike sa prirodzene vyskytujú až po Saharu, v Ázii zasahuje ich rozšírenie severovýchodné hory a vyskytujú sa aj v Južnej Amerike. Dnes ich môžeme nájsť aj na juhu Sahary, v Tasmánii, Nové Guinei a na Novom Zélande, kde boli dovezený kvôli opeľovaniu poľnohospodárskych plodín (Hopkins, 1914; Goulson, 2003a, b).

Čmeliaky zaraďujeme do čeľade Apidae a často o nich hovoríme ako o primitívnych eusociáloch, pretože ich spoločenstvá môžeme považovať za jednoduchšie než spoločenstvo včiel. Väčšina druhov čmeliakov tvoria jednoročné spoločenstvá oproti včelám (Goulson, 2003a, b).

Celkovo je známo 250 druhov, ktoré tvoria monofyletickú skupinu ktorá môže byť ďalej členená do 35 podrodov (Michener, 2000). Samotný rod *Bombus* je obvyčajne rozdelený na časť *Odontobombus* a *Anadontobombus*. Toto morfológické rozdelenie viac-menej korešponduje s behaviorálnym, ktoré vytvoril Sladen (1912). V tomto rozdelení delí čmeliaky na skladovače peľu (pollen storers), ktorý peľ skladujú v hniezde v plochých miskách a samičky krmia larvy „priamo“ vyvrhnutím potravy a vačkovače (pocket makers), ktorý netvorí samostatné misky na peľ a samičky krmia larvy „nepriamo“ tým, že peľ vkladajú do „vačkov“ a larvy si potravu odtiaľ berú samy. Keď sa larvy z prvých vajíčok zakuklia, matka môže začať klásť vajíčka. Doba vývoja od vajíčka do vyliahnutia dospelé robotnice trvá približne 25 dní (Sladen, 1912, May 1959, Goulson, 2003a). Na jar zakladá matka nové spoločenstvo a vychová prvé robotnice. Niektoré robotnice sa venujú vylučovaniu vosku, starostlivosti o plod a úprave hniezda, iné zbierajú potravu (Duchateau & Velthuis, 1988). Zimu prečkajú len mladé matky, ktoré sa narodili v priebehu leta. Samci, robotnice a stará matka na jeseň zahynú. Týmto sa spoločenstvo čmeliakov odlišuje od spoločenstva včiel, u ktorých prezimuje celý rod vďaka zásobám potravy, ktoré si na zimu uložia (Pavelka et Smetana 2003)



Medzi hlavné potravinové zdroje čmeliakov patrí nektár a peľ (Sladen, 1912, May, 1959). Zloženie nektára závisí na druhu rastliny, väčšinou je však zložený zo sacharózy, fruktózy a glukózy (Heinrich, 1979, Herrera et al. 2006). Podobne ako včela medonosná aj čmeliaky nektár uskladňujú vo voskových nádobách vo forme medu (May, 1959). Med je dôležitý pre dospelých čmeliakov, pretože jeho spaľovaním im poskytuje energiu na pohyb. Slúži tiež k navlhčovaniu peľu, ktorým sú kŕmené larvy (Heinrich, 1979).

### 3.3.3 Včely samotárky

Na prvý pohľad sa nám môžu včely samotárky javiť, že žijú nenápadne a skryto, no napriek tomu majú značný význam pre opelenie mnohých druhov rastlín a tým aj pre udržovanie druhovej rovnováhy v prírode. Samotárske včely tvoria druhovo najbohatšiu skupinu včiel. V Českej republike ich žije viac ako 600 druhov (Bouček & Šuster 1957). Samotárky patria do nadčel'ade *Apoidea*. Rozdeľujeme ich do dvoch veľkých podskupín, na včely nohozberné (*Podilegae*) a včely bruchozberné (*Gastrilegae*) (Veselý 1985).

Samotárske včely sú veľmi dobrými opel'ovačmi a dokonca sú niekedy výkonnejšie než je včela medonosná. Platí to predovšetkým pri nevhodnom počasi a v prípade opel'ovania cudzoopelivých odrôd. Nenechajú sa odlákať ani bohatšou ponukou nektára a peľu u susedov, na rozdiel od včely medonosnej, ktorá sa nechá dokonale odlákať dnes všadeprítomnými repkovými poľami. Môže za to vzájomná komunikácia medzi medonosnými včelami, vďaka ktorej si dokážu predať informácie o množstve kvitnúcej repky. Bohužiaľ samotárky tuto schopnosť komunikácie nemajú (Dobry 2011).

Samotárske včely nemajú robotnice, ale len dokonalé pohlavné formy samčeka a samičky. Oplodnená samička si vyhľadáva vhodné miesto pre hniezdo, ktoré si vytvára v zemi, v stenách z hlinených tehliel, v stebľách rákosa a v opustených chodbách po inom hmyze. Potom si postaví bunky, ktoré zásobuje potravou. Vajíčko položí na zmes peľu a nektára, ktorú sama vytvorí, a následne uzavrie bunku (Zurbuchen et al. 2010). V uzatvorenom hniezde prebieha životný cyklus tak, že z vajíčka sa vyľahne larva, ktorá sa potom, čo spotrebuje všetky zásoby, zakuklí a ešte do zimy prejde premenou v dospelého jedinca. Tri štvrtiny roka (leto, jeseň a zimu) preživa vyvíjajúci sa jedinec v zemi. Dospelí jedinec vyletí na jar a všetko sa opakuje (Doležalová a Straka, 2011). Samotárska včela postaví niekoľko desiatok buniek. Väčšinou však uhynie skôr, než sa z plodu vyľahne dospelá včela. Samotárske včely majú len jednu generáciu do roka. (Veselý, 1985). Hniezdenie je veľmi závislé na zmenách krajiny, ktoré vedú k stratám ich potenciálnych hniezd (Zurbuchen et al. 2010).

U niektorých druhov samotárskych včiel sa tiež vyskytujú dva druhy parazitizmu - sociálny parazitizmus, ktorý spočíva v perzistencii samičky parazitického druhu v hniezde hostiteľa a jej nadvládou nad spoločenstvom. Ďalší je kleptoparazitizmus, stretávame sa ním u včiel, ktoré nazývame kukučkové včely. Patria sem niektorí zástupcovia čeľadí vyskytujúcich sa u v Českej republike *Megachillidae*, *Apidae* a *Halictidae*. Samičky týchto jedincov si nestavajú vlastné hniezda, ale kladú vajíčka do hniezd iných včiel (Straka et al. 2007). Kukučkové včely si nestavajú hniezda a ani nenosia peľ. Vzhľadom pripomínajú skôr osy. V Českej republike a na Slovensku žije kleptoparaziticky viac než štvrtina druhov včiel (Bogusch, 2003).

Včely samotárky a čmeliaky zaraďujeme do tzv. „divokých“ opel'ovačov, ich počet sa ale znižuje v dôsledku pestovania monokultúr, ošetrovaním zbytočne vysokým množstvom insekticídov a pesticídov. Nemajú kde hniezdiť a rozmnožovať sa. (Táborská 1979).

#### **3.3.4 Kvalita peľu**

Peľ patrí medzi rastlinné produkty vznikajúce v kvetoch v prašníkoch rastlín, a ich prasknutím sa uvoľňuje. Najčastejšie sa stretávame s morfológickým pripodobnením peľu k drobným farebným zrnkám prachu. Vyskytuje sa v rôznych farbách a tvaroch (Bienefeld 2006). Peľ je hlavným zdrojom všetkých necukorných zložiek potravy, a to predovšetkým bielkovín, ktoré sú stavebné zložky potravy, ale je aj zdrojom menej funkčnej časti potravy ako sú vitamíny, steroidy a minerálne látky. Pre správny vývoj a vitalitu včelieho organizmu je viac potrebný vhodný pomer kľúčových zložiek potravy (aminokyselín, vitamínov, minerálnych látok, sterolov aj.), než jednotlivé zložky potravy. Predchádzajúce štúdie nebrali do úvahy pomer kľúčových zložiek potravy a zameriavali sa predovšetkým na obsah bielkovín vo výžive včiel (Švamberg, 2015).

Rozvoj včelstva a jeho plodovanie závisí na množstve peľu v prírode. Peľ je pre včely dôležitým zdrojom výživy. Bielkoviny, minerály, vitamíny a ďalšie zložky získavajú z peľu, energetickú zložku potravy získavajú z cukornatého roztoku (Haragsim, 2008). Švajčiarska výskumníčka dr. Maurizová rozdelila peľ na základe účinku na vývoj hltanových žliaz, tukového telesa, rozvoj vaječníkov a dĺžky života včiel do 4 kategórií: veľmi výživný – vrb, ovocné stromy; stredne výživný – brest, drieň; málo výživný – jelša, lieska a úplne nevýživný – ihličnaté stromy (Haragsim, 2004). Peľ slnečnice obsahuje 10-13 % bielkovín a radíme o medzi stredne kvalitný (výživný) peľ (Straka 2014).

Nie všetky včely lietavky, tzn. včely robotnice, navštevujú kvety a zbierajú peľ. Niektoré sú orientované zásadne na zber nektáru, iné na zber nektáru aj peľu, či len na zber peľu v dobe

silného plodovania včelstiev (Veselý, 2013). Včely lietavky zostávajú verné jednému zdroju znášky (aktuálnej včelej pastve) po dlhú dobu, čo je z hľadiska opelenia žiaduce. Včela medonosná sčesáva peľ na rôznych rastlinách, a preto je jeho výživová hodnota rôzna.. Včely potrebujú dostatok kvalitného peľu koncom leta pretože v tomto období sa začína liahnúť zimná generácia včiel. Kvalita výživy určuje dĺžku ich prežitia a zároveň predurčuje vitalitu včiel v nasledujúcom období. Dobře vyživená včelia larva sa bude správne vyvíjať a premení sa tak v dlhoročnú generáciu včiel (Cimala 2016)

### **3.3.5 Faktory ovplyvňujúce atraktivitu opelovačov v slnečnici**

Nektár je základnou energetickou potravou opelovačov a popri peľi je hlavným atraktantom ich návštev na kvetoch. Vytvárajú ho kvitnúce rastliny v nektáriach (Popovič 2007). Nektár ako rozhodujúci činiteľ v atraktivite láka včely najmä svojou kvalitou – obsahom cukrov, ale aj kvantitou. Na vylučovanie nektáru vplyvajú klimatické faktory (teplota, vzdušná vlhkosť, dĺžka a intenzita slnečného svitu, vietor, priebeh počasia v minulom roku), pôda, samotná rastlina (odroda, fáza kvitnutia, denná doba) a agrotechnické podmienky (Chlebo 2003)

Peľ slnečnice zaraďujeme medzi ďalší atraktant pre opelovačov, a pre včely je prítiažlivý ako zdroj bielkovín (Popovič 2007)

Slnečnica opelovačom od konca júna až do začiatku augusta poskytuje menšie množstvo nektáru a veľké množstvo peľu (Chebo 2003)

Je možné, že vďaka vyššej závislosti čmeliáčich lariev na peľu ako jedinom zdroji bielkovín sú čmeliaky citlivejšie na kvalitu peľu. Zatiaľ čo včela medonosná, dokáže kompenzovať nízky obsah proteínov v peľi jeho vyššou konzumáciou (Rada, et al. 2009). Čmeliaky reagujú oveľa citlivejšie a z niektorých druhov peľu nie sú schopný vychovať potomstvo (Tasei & Aupinel 2008).

Doposiaľ nie je jasné, čo spôsobuje rozdiely v prítiažlivosti rôznych hybridov slnečnice na návštevnosť opelovačov v porastoch slnečnice. Jednou z možností je rôzna produkcia nektáru a jeho odlišná kvalita. Atraktivita alebo naopak repelencia aplikovaných pesticídov do porastu kvitnúcej slnečnice môže tiež veľmi významne ovplyvniť návštevnosť opelovačov (Kazda & Volková 2018)

### **3.3.6 Vzťah opel'ovača k slnečnici**

V Českej republike patrí slnečnica medzi poľnohospodárske kultúrne plodiny, ktoré poskytujú opel'ovačom nie len peľ ale aj nektár a preto slnečnicu radíme medzi významnú medonosnú rastlinu (Veselý 2013). Včelári považujú v dobe neskorého leta slnečnicu za hlavný zdroj znášky (Harahsim 2008).

Slnečnica je po repke druhou najdôležitejšou olejninou pre včely. Meduje slabšie, zhruba asi polovicu menej než repka. Odhaduje sa, že včely využijú asi 2/3 vyprodukovaného nektáru. Samotný slnečnicový med pre konzumenta síce nie je veľmi chutný, ale pre včely je vhodný ako zimná zásoba, vďaka ktorej potom dobre prečkajú zimu (Popovič 2007).

Slnečnica je schopná sa sama opel'ovať len na 45 %, zbytok zabezpečujú včely. Činnosťou včiel sa zvyšuje aj obsah tuku v semenách, pre ktoré ju pestujeme (Spürgin 2013). Včela nelietá na kvety po celý deň, ale len vtedy, keď sú peľnice otvorené. Peľ zmieša so slinami a medom a do úľa ho prináša vo forme peľových odnôžok (Dimerová 1997).

Slnečnica ročná je výborným zdrojom nektáru, prevažne v doobedňajších hodinách a peľu prineseného v tmavo žltých obnôžkach v ranných a doobedňajších hodinách (Švamberg 2014).

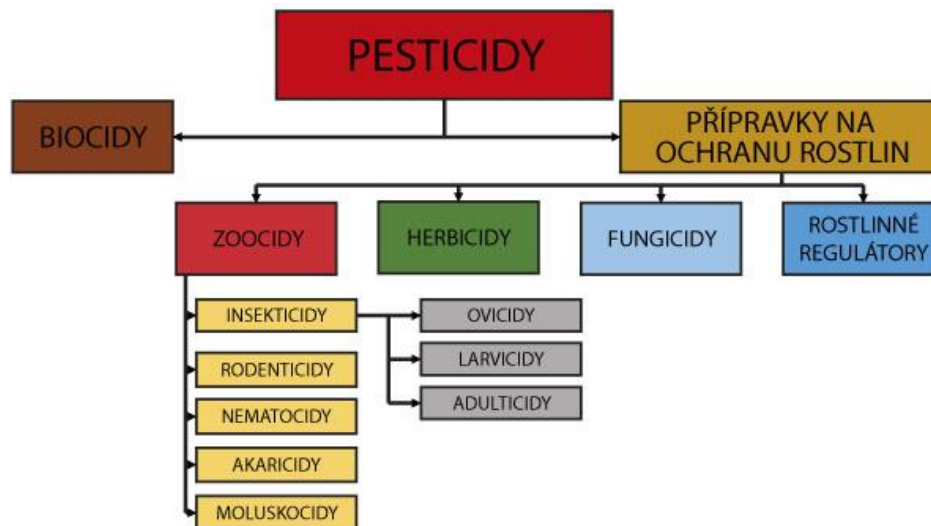
## **3.4 Pesticídy**

Podľa definície FAO (Food and Agricultural Organisation) sú pesticídy látky, ktoré sú určené k prevencii, potlačeniu, odpudeniu, zničeniu či ku kontrole škodlivých nežiaducich mikroorganizmov rastlín a živočíchov počas výroby, skladovania, transportu, distribúcie a spracovania potravín, poľnohospodárskych komodít a krmív. Medzi pesticídy zaraďujeme tiež regulátory rastu, desikanty a inhibítory klíčenia. Pozitívnym aspektom eliminácie škodcov je zvýšenie kvality poľnohospodárskych produktov. Na druhú stranu sa takto do životného prostredia dostáva významné množstvo cudzorodých látok, ktoré môžu negatívne pôsobiť aj na necieľové organizmy a iniciovať narušenie celého ekosystému. Negatívnym dôsledkom je tiež možnosť vzniku rezistencie škodcu proti účinkom pesticídov, hlavne pokiaľ je prípravok neodborne používaný (Velíšek et al. 2002).

### **3.4.1 Skupiny pesticídov**

Prípravky na ochranu rastlín sú jednou z podskupín pesticídov, pod ktorú sa ešte zaraďujú biocídne prípravky. Pesticídy sú teda akýmsi nadradeným pojmom a môžeme ich považovať za

prípravky, ktoré slúžia na ochranu pred škodlivými organizmami. Prípravky na ochranu rastlín môžeme deliť podľa rôznych kritérií (Prokop 2017). Posudzujeme cieľový účinok pesticídu (viď Obrázok 1) alebo jeho chemickú štruktúru. Najčastejšie sa stretávame s kombináciou oboch kritérií (Hassal 1990).



Obrázok 1: Delenie pesticídov (zdroj Agromanuál 1/2017)

### 3.4.2 Fungicídy

Fungicídy sú skupinou pesticídov používaných na zamedzenie vývoja alebo na ničenie cudzopasných húb na úžitkových rastlinách. Z chemického hľadiska sa delia na sítaté, meďnaté, organické a kombinované. Sú to chemické prípravky, ktoré sa používajú na zastavenie vývoja alebo na ničenie cudzopasných húb. Väčšinou sa používajú preventívne. Účinkujú tak, že rozrušujú podhubie parazitických húb alebo zabraňujú vyklíčeniu ich výtrusov (Prokop 2017). Fungicídy sú potrebné k udržaniu zdravých plodín a k udržaniu spoľahlivo vysokých a kvalitných výnosov (Brent & Hollomon, 2007).

Prvé fungicídy boli anorganické látky, medzi ktoré patrila napríklad síra, meď alebo zlúčeniny ortuti. Vlastnosti síry sú známe viac ako 170 rokov. Už v tej dobe sa síra používala ako postrek proti múčnatke na ovocných stromoch. V 19. storočí sa používala aj na vinnú revu. Síra sa aj dnes používa vo forme popraškov či postrekov proti rôznym druhom múčnatky a chrastavosti. Na rozdiel od medi a ortuti je síra prakticky pre cicavcov netoxická. Síran meďnatý bol od 18. storočia používaný vo forme moridiel ako ochrana pred sneťou na obilí. Neskôr bol však nahradený organoortuťnatými zlúčeninami (Seifert 1985).

Fungicídy môžu byť klasifikované pomocou rôznych kritérií. Najčastejšie sú triedené podľa ich chemickej povahy, spôsobu účinku proti hubám a podľa všeobecného použitia (Nene & Thapliyal 1993).

Delenie fungicídov podľa účinnej látky

1. anorganické:

- meďnaté
- ortuťnaté
- sírnaté

2. organické:

- ditiokarbamidany
- tiuramdisulfidy
- zlúčeniny dinitrofenolu
- ostatné syntetické organické látky

Deliť fungicídy môžeme aj podľa ich účinku na stavbu a funkciu hubových buniek. Podľa tohoto triedenia sú fungicídy rozdelené do viac ako desiatich kategórií (Anonymous 2009). Prvá kategória je tvorená fungicídmi, ktoré inhibujú syntézu nukleových kyselín. Do tejto skupiny patria fenylamidy, ktoré sú účinné napr. proti Peronosporales (Oomycota). V roku 1973 bola objavená nová trieda fenylamidov, acylalaniny, s vysokou účinnosťou in vitro. Acylalaniny sú významné v boji proti Oomycota, kde je väčšina iných fungicídov menej účinná (Hutson a Miyamoto 1998). Tato trieda ovplyvňuje v bunkách huby syntézu RNA. Medzi najvýznamnejšie patria metalaxyl, furalaxyl a benalaxyl. Druhá kategória je zložená z fungicídov, ktoré zabraňujú mitóze a bunkovému deleniu. Najvýznamnejšie z tejto kategórie sú benzimidazoly, ktoré sú účinné hlavne proti Ascomycota a Fungi Imperfecti (Hutson a Miyamoto 1998). Benzimidazoly ovplyvňujú biosyntézu  $\beta$ -tubulínu a tým zabraňujú vzniku deliaceho vretienka pri mitóze (Anonym 2009). Hlavnými zástupcami tejto skupiny sú benomyl, karbendazim a thiabendazol. Benomyl sa používa napr. k ochrane citrusov a iného ovocia. Karbendazim, rovnako ako benomyl, je účinný proti Ascomycota, Fungi Imperfecti a rôznym Basidiomycota (Nene a Thapliyal 1993). Ďalšiu kategóriu tvoria fungicídy, ktoré zasahujú do bunkového dýchania. Zástupcami tejto skupiny sú napr. binapakryl a fluazinam, ktorí bránia fosforylácii (Anonym 2009). Fluazinam sa používa na ochranu poľnohospodárskych plodín (proti plesni zemiakov a plesni na vinné reze) (Hutson a Miyamoto 1998). Do ďalšej kategórie patria fungicídy, ktoré inhibujú syntézu aminokyselín a proteínov.

Patria sem anilín-pyrimidiny, ktoré blokujú biosyntézu methionínu. Syntézu proteínov inhibujú aj niektoré antibiotiká, napr. tetracyklíny. Ďalšiu kategóriu zahŕňujú fungicídy pôsobiace na biosyntézu ergosterolu v bunkových membránach. Fungicídy z tejto kategórie sú účinné proti Ascomycota, Basidiomycota a Fungi Imperfecti, ale nie sú účinné proti Oomycota. Poľnohospodársky najviac užívané fungicídy tejto kategórie sa delia do dvoch podskupín - DMI fungicídy (demethylation inhibitors, tzn. látky inhibujúce demetyláciu) a na skupinu fungicídov odvodených od derivátov morfolínu. DMI fungicídy sa ešte ďalej delia na napr. triazoly, pyrimidiny, imidazoly. Jedným zo zástupcov DMI fungicídov je bitertanol, ktorý je dostupný ako komerčný prípravok Baycor® 25 WP, ktorý sa používa predovšetkým na ochranu ovocia proti chrastavosti. Ďalšími zástupcami sú fluquinonazol a propikonazol. Propikonazol sa používa ako foliárny fungicíd a je účinný proti Ascomycota, Basidiomycota a Deuteromycota. Ako komerčný prípravok ho môžeme kúpiť pod názvom Tilt® 250 EC. Medzi fungicídy, ktoré narušujú prenos signálov v bunke patria napr. dikarboxidy a fenyropyroly. Zástupcami skupiny dikarboxidov sú chlozolínat, iprodion a vinklozolin. Tieto fungicídy sú účinné proti Botrytis, Sclerotinia a proti hubám rastúcich na ovocí, zelenine a ďalších plodinách. Fungicíd iprodion možno zakúpiť pod komerčným názvom Rovral® Flo. Fenyropyroly narušujú fosforyláciu a sú účinné proti Ascomycota a Basidiomycota. Zástupca fludioxonil je používaný ako listový postrek proti chorobám spôsobenými Botrytis, Monilinia a ďalšími hubami. Do ďalšej kategórie sú zaradené fungicídy, ktoré ovplyvňujú syntézu prebiehajúcu v membránach buniek a syntézu lipidov. Patria sem napr. fosforothioláty, niektoré aromatické uhl'ovodíky a CAA fungicídy (Carboxylic Acid Amides). Medzi aromatické uhl'ovodíky patrí chloroneb, ktorý je účinný proti Rhizoctonia a Typhula. Syntézu melanínu a bunkovej steny ovplyvňujú MBI fungicídy (melanin biosynthesis inhibitors). Účinky niektorých fungicídov sú stále neznáme. (Nene a Thapliyal 1993).

Fungicídy sa ďalej delia z hľadiska účinnosti na **kontaktné** a **systémové**. Zatiaľ čo kontaktné fungicídy pôsobia preventívne a len v mieste, ktoré bolo nimi zasiahnuté, systémové fungicídy sú rozvádzané po celej rastline a pôsobia v mieste, ktoré nebolo priamo zasiahnuté fungicídov.

**Kontaktné fungicídy** pôsobia na viacerých cieľových miestach škodlivého organizmu, a preto nie sú náchylné k vzniku rezistencie. Väčšinou majú tiež kratšiu ochrannú lehotu. Príkladom fungicídneho prípravku, ktorý pôsobí kontaktne môžu byť prípravky obsahujúce síru ako účinnú látku.

**Systémové fungicídy** pôsobia prevažne na jedno cieľové miestom škodlivého organizmu, a preto sú oveľa náchyľnejšie k vzniku rezistencie. Ich výhodou je, že ich použitie

môže byť úspešné aj vtedy, potom čo bola zistená infekcia rastliny. Môžu teda pôsobiť nie len preventívne, ale aj kuratívne (ničí patogény po dobu latencie, tzn. od počiatku infekcie po prejav choroby) a eradikatívne (ničí patogény aj v období po prejave príznakov ochorenia). Typickým príkladom systémového účinku s veľkým rizikom vzniku rezistencie môžu byť prípravky obsahujúce látky z chemickej skupiny acylalaninov (metalaxyl, benalaxyl).

Na pomedzí medzi kontaktnými a systémovými látkami stoja **mezostemické** (translaminárne) prípravky, ktoré síce nie sú transportované po celej rastline, avšak prenikajú do okolitých pletív, napríklad do medzibunkových priestorov, na neošetrenú stranu lista rastliny, kde môžu účinne zasiahnuť škodlivý organizmus. Príkladom môže byť účinná látka azoxystrobín, ktorá vykazuje čiastočne systémové a translaminárne účinky (Prokop 2017).

### 3.4.3 Insekticídy

Insekticídy sú látky určené k obmedzovaniu a hubeniu škodlivého hmyzu, ktorý pôsobí priame škody na poľných kultúrach, zelenine a ovocí. Všetky insekticídy sú neurotoxické. K úhynu organizmu hmyzieho jedinca dochádza k ochrnutiu centrálnej nervovej sústavy (CNS).

Z hľadiska rizika pre včely a iný užitočný hmyz sú najväčším rizikom zoocídy, ktoré sú určené na zníženie strát na úrode spôsobených živočíšnymi škodcami. Okrem delenia zoocídov podľa účelu použitia ich delíme aj podľa spôsobu účinku na kontaktné, dýchacie, požerové a systémové (Čermák & Sládek et al. 2016).

Podľa vzťahu insekticíd a objekt rozlišujeme insekticídy s okamžitým (instantným) účinkom a insekticídy s predĺženým účinkom. Zvláštnu skupinu tvoria insekticídy so systémovým účinkom, určené k dlhodobej ochrane rastlín proti druhom hmyzu škodiaci na rastlinách požerom a cicaním. Insekticídy tohto typu sú po krátkom období kontaktného pôsobenia rastlinou vstrebané a zostávajú v aktívnej forme v rastlinnom pletive niekoľko dní až týždňov. Počas tejto doby sú insekticídne aktívne proti hmyzu napádajúci rastlinu.

Delenie insekticídov podľa základného typu látky:

- Chlórované insekticídy
- Organofosfáty
- Karbonáty



- Pyrethroidy
- Benzylmočoviny
- Neonikotinoidy

**Chlórované insekticídy** sa v minulosti vo veľkej miere využívali, a to hlavne DDT a HCH, ale vzhľadom k ich veľkej afinite k tukom a perzistencii v životnom prostredí bola väčšina z nich zakázaná alebo nahradená inými pesticídmi (Matthews 2006.)

**Organofosfáty** predstavujú skupinu látok, ktorých hlavným znakom je prítomnosť fosforu v molekule organickej zlúčeniny. Používajú sa k usmrteniu pohyblivých škodcov ako sú napríklad larvy, nymfy a dospelý jedinci, na vajíčka škodcov sú však neúčinné. Účinnosť organofosfátov sa znižuje pri teplotách pod 15 °C a za bežných teplôt sa odparujú. Sú veľmi zle rozpustné vo vode, a preto sa tuky používajú ako ich rozpúšťadlá. Do organizmu vstupujú požitím, vdýchnutím či vstrebaním cez sliznicu. Ich toxicita pre organizmy spočíva v inhibícii cholinesterázy, ktorá blokuje odbúravanie acetylcholínu a ten sa následne v organizme kumuluje a spôsobuje ireverzibilné poškodenie nervovej sústavy (Plachý 2013). Skupina organofosfátových pesticídov sa vyznačuje širokým spektrom použitia. Tieto látky sú z určitej časti jedovaté aj pre človeka (Hayes et al. 1991). Typickými zástupcami sú napr. chlorpyrifos, malathion, terbufos. Chlorpyrifos (úplným názvom O, O-diethyl-O-(3,5,6trichlor-2-pyridil)-fosforolhoát). Používa sa najviac ako insekticíd, v sekundárne ako akaricid. Ďalej sa používa na ošetrovanie napadnutých listov a plodov ovocia, ktoré sú napadnuté žravými škodcami – na poliach, ovocných stromoch a poľnohospodárskych plodinách (Matthews 2006)

**Karbonáty** sú estery karbaminové kyseliny alebo ich deriváty. Disponujú sedatívnymi a hypnotickými účinkami (Vlček & Pohanka 2011). Môžeme ich definovať ako nervové jedy. Slúžia k usmrteniu pohyblivých škodcov, na vajíčka však nepôsobia. Toxicita pre organizmy sa prejavuje inhibíciou cholinesterázy. Majú podobné vlastnosti ako organofosfáty, ako je napríklad odparovanie za bežných teplôt, rozkladanie účinkom zásaditých látok a vstupom do organizmu. Ich účinok je ale kratší ako pri organofosfátoch a organizmus sa môže zregenerovať (Plachý 2013). Pre svoj obdobný mechanizmus pôsobenia sú využívané prevažne k rotácii pesticídov, čo má oddialiť vznik rezistencie (Vlček & Pohanka 2011). Najznámejšie používané účinné latky sú pirimicarb, methiocarb, carbofuran, oxamyl (Waxman 1998; Matthews 2006).

**Pyrethroidy** sú synteticky vyprodukované pesticídy a za ich vývojom stoja kvety východoafrických chryzantém (Fishel 2005). Prejavujú sa narušením rovnováhy medzi draselnými a sodíkovými iónmi, a ich pôsobením dochádza k poruchám nervových vzruchov, vyvolávajú opätovné depolarizácie nervových membrán a kŕče. Usmrcujú larvy, u niektorých druhov aj vajíčka a dospelých jedincov. Pozitíva pyrethroidov patria hlavne termostabilita, fotostabilita, účinnosť aj pri nízkych dávkach, rýchlejší nástup účinku a dlhšia doba pôsobenia v porovnaní s karbonátmi či organofosfátmi (Kazda ústne). Tieto pesticídy vo väčšej miere môžu nahradzovať nebezpečné organofosfáty. Pyrethroidy sú považované za najmenej nebezpečné insekticídy, a aj keď neboli preukázané toxické účinky na ľudské zdravie, štúdie zaoberajúce sa zdravím zvierat potvrdili negatívny vplyv na neurologický, reprodukčný a imunitný systém, hlavne u rýb, pre ktorý je veľmi jedovatý (Jabr 2010).

**Benzylmočoviny** pôsobia prevažne na larvy radu chrobákov *Coleoptera*, motýľov *Lepidoptera* a dvojkřídlých *Diptera*. Pôsobia najmä ako požerové jedy a v menšej miere ako dotykové. Dochádza k narušeniu tvorby a k ukladaniu chitínu v endokutikule hmyzích lariev a to spôsobuje, že vajíčka nie sú schopné vývoja alebo vyliahnutia (Kazda ústne).

**Neonikotinoidy** sú systémové insekticídy. Používajú sa na hubenie lariev a dospelých jedincov cicavého, niektorých druhov žravého a pôdneho hmyzu. Pôsobí ako požerový a dotykový nervový jed. Blokuje prenos acetylcholínu a neprebíha nervový vzruch. Účinkuje pri nízkych dávkach (1-2 kusnutia je smrteľná dávka) a po dobu dvanástich týždňov (Kazda ústne). Zaraďujú sa medzi najvýznamnejšie insekticídy používané v poľnohospodárstve. Prejavujú sa vysokou toxicitou pre hmyz a naopak nízkou toxicitou na cicavce, čo zrejme súvisí s rozdielmi v stavbe a vnímavosti nikotínových acetylcholinových receptorov, ktoré sa líšia v závislosti na biologickom druhu (Patočka, 2011)

#### **3.4.4 Negatívny vplyv pesticídov na včely a iné opeľovače**

##### **Toxicita pesticídov pre včely**

Stanovenie bezpečnej dávky pre včely je komplikované. Včela patrí medzi sociálny hmyz so zložitou hierarchiou a citlivosťou rôznych jedincov sa môže v hniezde líšiť. Najodolnejšími sa zdajú byť lietavky, ktoré majú aktivované gény na metabolizmus cudzorodých látok vo väčšej miere než napríklad mladušky. Zaujímavé je, že cytochróm P450 je výrazne aktívny v končatinách, ktorými lietavky prenášajú peľ. Značné množstvo sa u nich vyskytuje tiež v hryzadlách a hltanových žľazách. Jeho aktivitu prirodzene podporujú aj látky nachádzajúce

sa v nektáre a peľu. Lietavky tak nefungujú len ako zásobovacie cisterny, ale tiež ako čističky, ktoré ostatným donesenú potravu čiastočne zmetabolizovanú.

Včely sú kvôli svojej citlivosti k cudzorodým látkám využívajú ako bioindikátory. Na detoxikáciu ich organizmu sa v porovnaní s iným hmyzom podieľa len malé množstvo enzýmom. Cytochróm P450 je práve jedným z tých najdôležitejších. Okrem neonikotínoidov napríklad metabolizuje akaricidy tau-fluvalinát (v ČR súčasťou prípravkov Gabon PF, MP 10 FUM a M-1 AER) a kumafos. Okrem toho, že sa podieľa na obranyschopnosti včiel, je tiež cieľom niektorých inhibítorov (napr. DMI fungicídy). Mali by sme mať na pamäti, že pri súbežnom užívaní látok, ktoré slúžia ako substrát rovnakému enzýmu, alebo ktoré jeho funkcie inhibujú, dochádza k zvýšeniu toxicity až o niekoľko rádov. Metabolická dráha je jednoducho obsadená jednou látkou, zatiaľ čo ďalšie látky sa hromadia vo včelích telíčkach. Aj relatívne bezpečná koncentrácia sa tak môže stať smrtonosnou.

### **Ohrozenie opeľovačov**

V celej Európe bol zistený úbytok včiel a zlý zdravotní stav včelstiev. Európska komisia prijala závažné rozhodnutie, pozastaviť používanie moridiel na bázy neonikotínoidov. Neonikotínoidy sú zaradené medzi vysoko rizikové látky pre včely, ktoré s určitosťou pôsobia na včely neurotoxicky (Di Prisco et al. 2013).

V súčasnosti je ochrana včiel regulovaná vyhláškou č. 327/2012 Sb., o ochrane včiel, zveri, vodných organizmov a ďalších necieľových organizmov pri použití prípravkov na ochranu rastlín, ktorá bola novelizovaná vyhláškou č. 427/2017 Sb. Prípravky aplikované do kvetu slnečnice majú jasne stanovená rizika pro včely a farmárom je presne určený termín aplikácie jednotlivých prípravkov. Aj pri dodržovaní stanovených pravidiel však nie je zdravotní stav včelstiev dobrý. Predovšetkým v zásobách peľu v úle sú v posledných rokoch zisťované rezídua pesticídov (Titěra & Kamler, 2013).

### **3.4.5 Toxicita pesticídov**

Prípravky na ochranu rastlín by mali byť veľmi účinné proti cieľovým organizmom a čo najmenej negatívne pôsobiť na necieľové organizmy. Toxicitu vyjadrujeme ako LD50 alebo LD90, to znamená, že dávka pesticídu spôsobí 50% (resp. 90%) úhyn organizmov za určitú dobu.

Rozdelenie prípravkov podľa toxicity pre človeka:

- vysoko toxický (T+)

- toxický (T)
- zdraviu škodlivý (Xn)
- dráždivý (Xi)
- žieravý (C)
- prípravok nie je zaradený do vyššie uvedených skupín (-)

## 3.5 Legislatíva

### 3.5.1 Zásady ochrany včiel

Predpisy na ochranu včiel:

Od 4.12. 2017 platí VYHLÁŠKA č 428, ktorá mení vyhlášku č 327/2012 Sb., o ochrane včiel, zvery, vodných organizmom a ďalších necieľových organizmov pri použití prípravkov na ochranu rastlín. Ďalej od decembra 2017 platí Zákon č. 299/2017 Sb., ktorý novelizuje zákon č. 326/2004 Sb., o rastlinolekárskej starostlivosti.

Rozdelenie rastlín:

- a. Kvitnúci porast: spoločenstvo rastlín, v ktorom na jednom metri štvorcovom sú v dobe ošetrenia prípravkom priemerne viac než dve kvitnúce rastliny (aj buriny)
- b. Rastliny navštevované včelami: kvitnúce rastliny alebo stromy a iné dreviny s výskytom medovice alebo iných sladkých tekutín vylučovaných týmito rastlinami (ďalej len „medovica“).

Prípravky rozlišujeme aj podľa toho ako pôsobia na včely.

- Zvlášť nebezpečné pre včely (predtým toxické) – prípravky nemú byť aplikované na rastliny navštevované včelami. Za účelom ochrany včiel a iných opel'ovačov aplikujte prípravok najneskôr 3 dni pred kvitnutím, v dobe mimo letovú aktivitu včiel. Úle musia byť najmenej 5 dní po aplikácii prípravku odvezené alebo zakryté.
- Nebezpečné pre včely (škodlivé) – nesmú byť aplikované v dobe kedy včely lietajú:
  - Môžu byť aplikované na rastliny navštevované včelami len po ukončení denného letu včiel, a to najneskôr do 23 hodiny každého dňa.

- Ukončenie denného letu včiel je jednu hodinu po západe slnka.
- Pred touto hodinou sa môžu aplikovať len pri poklese teploty pod 12 °C. za účelom ochrany včiel a iných hmyzích opeľovačov neaplikujte na kvitnúce rastliny. Nesmú sa aplikovať, ak sa na pozemku vyskytujú kvitnúce buriny.
- Ostatné neklasifikované prípravky (predtým relatívne neškodné) môžeme použiť na kvitnúci porast bez obmedzení, napriek tomu sa odporúča aplikovať ich pri nižšej letovej aktivite včiel

Prehľad zmien týkajúcich sa chovateľov včiel, profesionálnych užívateľov a obecných úradov:

- Pre včelárov bola zrušená oznamovacia povinnosť hlásiť na obecné úrady do konca februára údaje o umiestnení trvalých a prechodných miest včelstiev.
- Obecným úradom bola zrušená povinnosť poskytovať tieto údaje profesionálnym užívateľom prípravkov a prijímať od nich oznámenia o plánovanej a aplikácii prípravkov nebezpečných a zvlášť nebezpečných pre včely.
- Na základe nového znenia ustanovenia § 51 odst. 2 písm. a) zákona o RLP došlo pre profesionálnych užívateľov k zmene z hľadiska spôsobu získavania informácií o umiestnení stanovišť včelstiev. Po novom majú profesionálni užívatelia prípravkov povinnosť zistiť si informácie o umiestnení stanovišť včelstiev v dosahu 5 km od hranice pozemku, na ktorom má byť urobená aplikácia prípravkov nebezpečných alebo zvlášť nebezpečných pre včely, a to prostredníctvom verejnej evidencie, ktorá je sprístupnená v informačnom systéme LPIS na Portáli farmára, ktorý je napojený na ústrednú evidenciu stanovišť včelstiev podľa plemenárskeho zákona.
- Profesionálni užívatelia majú následne povinnosť oznámiť minimálne 48 hodín pred aplikáciou prípravkov nebezpečných alebo zvlášť nebezpečných pre včely dotknutým chovateľom včiel.
- Podľa platných právnych predpisov je v súčasné dobe možné vymáhať po profesionálnych užívateľoch plnenie oznamovacích povinností na prípravky označené ako nebezpečné alebo zvlášť nebezpečné pro včely (anonym).

Pesticídy môžeme aplikovať rôznymi spôsobmi, a to ako popraše, granulované prípravky, moridlá alebo ako postrek, ktorý je v súčasnosti najčastejší spôsob aplikácie pesticídov (Kazda 2010; Jursík & Říha 2018).

Pri použití tank-mixov sa škodlivosť pre včely automaticky zvyšuje o stupeň na kategóriu pre včely nebezpečný, pokiaľ nie je na etikete prípravku uvedená iná informácia. Pestovateľ je povinný minimálne 48 hodín pred postrekom pesticídom, ktorý je klasifikovaný ako zvlášť nebezpečný pre včely alebo nebezpečný pre včely oznámiť toto majiteľom včiel, ktorých včelstva sú umiestnené v dosahu do 5 km od porastu (Jursík & Říha, 2018).

### **3.5.2 Zákaz neonikotínoidov**

V roku 2013 bolo čiastočne zakázané používanie týchto látok ktoré slúžili napríklad na morenie osív kukurice, slnečnice a repky. Povolené bolo len foliárne použitie týchto prípravkov (aplikácia na rastúcu rastlinu) a spolu s tým boli stanovené presné a prísne podmienky ich aplikácie. Čiastočný zákaz morenia NNI mal ochrániť opeľovače, avšak spotreba ostatných prípravkov na ochranu rastlín sa v dobe vegetácie zvýšila.

Krajiny Európskej únie sa v roku 2018 dohodli na úplnom zákaze používania troch neonikotínoidov – klothianidu, thiamethoxamu a imidaklopridu. Pre zákaz hlasovalo 16 členských krajín EÚ a ČR bola proti tomuto návrhu a požadovala výnimku zo zákazu pre pestovanie cukrovej repy.

Zákaz bude platiť pre používanie neonikotínoidov na voľnej poľnohospodárskej ploche, naďalej sa však bude môcť používať v skleníkoch za predpokladu, že výsledná plodina zostane počas celého svojho životného cyklu v stálom skleníku. Po roku 2019 nebude teda povolené používať tieto tri účinné látky zo skupiny neonikotínoidov. U týchto látok bola ukončená platnosť povolenia a zásoby bolo nutné spotrebovať najneskôr do 19.12.2018. Európska komisia na základe vedeckého stanoviska Európskeho úradu pre bezpečnosť potravín (EFSA) zakázala tieto látky, kvôli potvrdenému riziku pre včely a iné opeľovače (Česká asociace ochrany rastlín)

## 4 Materiál a metódy

Na založených maloparcelkových odrodových a pesticídnych pokusoch so slnečnicou bola zisťovaná prítomnosť opel'ovačov (včely, čmeliaky, samotárske včely) na rôznych hybridoch slnečnice a bol hodnotený vplyv aplikácie rôznych insekticídov a fungicídov na začiatku kvetu slnečnice. Návštevnosť opel'ovačov bola štatisticky vyhodnotená na jednotlivých hybridoch, a návštevnosť v súvislosti s obsahom rezíduí pesticídov v kvetoch.

### 4.1 Vplyv rôznych odrôd slnečnice ročnej na atraktivitu opel'ovačov

#### 4.1.1 Založenie pokusu

Hodnotenie bolo vykonané vizuálnym odpočtom včiel, čmeliakov a samotársky včiel na presne vymedzenej ploche parcelky. Hodnotenie bolo vykonané v jednom termíne minimálne päťkrát, minimálne v 7 termínoch. Prítomnosť opel'ovačov bola počítaná za priaznivého počasia pre let včiel:

- teplota vyššia než 20 C,
- bez zrážok,
- mierny vietor

V Tabuľke 1 sú zobrazené odrody slnečnice, ktoré boli použité na vyhodnotenie experimentu v rokoch 2016 a 2017

*Tabuľka 1: Zoznam použitých hybridov slnečnice v rokoch 2016 a 2017*

Názov hybridu	Skorosť	Producent
Gonzalo	stredne skorý	Strube
Drake	skorý	SAATBAU ČR s.r.o
Vellox	skorý	VP AGRO, s.r.o.
ES Biba	skorý	Euralis Semences
NK Neoma	stredne skorý	Syngenta Czech s.r.o.
P63LE10	veľmi skorý	DuPont Pioneer

V Tabuľke 2 sú zobrazené hybridy, ktoré boli skúšané na atraktivitu opel'ovačov v roku 2018.

*Tabuľka 2: Zoznam použitých hybridov slnečnice ročnej v roku 2018*

Názov hybridu	Skorosť	Producent
P64LP130	skorý	DuPont Pioneer
P63LE10	veľmi skorý	DuPont Pioneer
Genova CL	skorý	Caussade Osiva, s.r.o.
XF16942	skorý	DuPont Pioneer
SY Bacardi CLP	skorý až stredne skorý	Syngenta Czech, s.r.o.
RGT Rivolia HO	skorý	VP AGRO spol. s r. o.
P63LE113	veľmi skorý	DuPont Pioneer
ES Savana	skorý	Agrofinal, spol. s r. o.

## 4.2 Pesticídne ošetrovanie slnečnice ročnej – maloparcelkový pokus

### 4.2.1 Založenie pokusu

V rokoch 2016-2017 sme sledovali vplyv aplikácie registrovaných pesticídov na atraktivitu kvetov v období kvitnutia slnečnice, a to do fázy 69 BBCH. Sledovali sme hlavných opel'ovačov slnečnice – čmeliakov a včely.

*Tabuľka 3: Prehľad pesticídov použitých na slnečnici v rokoch 2016 a 2017.*

Názov prípravku	Účinná látka	Biologická funkcia	Dávka
Bumper Super	prochloraz, propiconazol	fungicíd	1 l/ha
Pictor	boscalid, dimoxystrobin	fungicíd	0,5 l/ha
Topsin 500 SC	thiofanát-methyl	fungicíd	0,4 l/ha
Mospilan 20 SP	acetamipirid	insekticíd	0,15 l/ha
Karate Zeon 5 CS	lambda-cyhalothrin	insekticíd	0,15 l/ha
Pirimor	pirimikarb	insekticíd	0,5 kg/ha



Pokus bol založený ako maloparcelkový (veľkosť 10 m<sup>2</sup>) na pokusnom pozemku ČZU v Prahe – Suchdole. Tieto pesticídy boli aplikované v registrovanej dávke jednotlivých prípravkov na začiatku kvetu. Pokusy prebiehali na hybridnej odrode P63LE10. Každý variant bol 4x opakovaný. Po aplikácii pesticídov na porast, bolo na každej variante zaznamenané množstvo včiel, čmeliakov a samotárskych včiel. Hodnotenie prebiehalo na každej variante, ktorá vyrástla 2 m<sup>2</sup>, a množstvo opel'ovačov sa zaznamenalo po dobu 15 s. Počas jedného dňa, bol tento postup opakovaný 5 – 10 x.

Sledovanie prebiehalo po dobu 26 dní odo dňa postreku. Každoročne prebehlo priemerne 73 sledovaní. Návštevnosť opel'ovačov bola porovnávaná s návštevnosťou na neošetrenej kontrole.

## 5 Výsledky

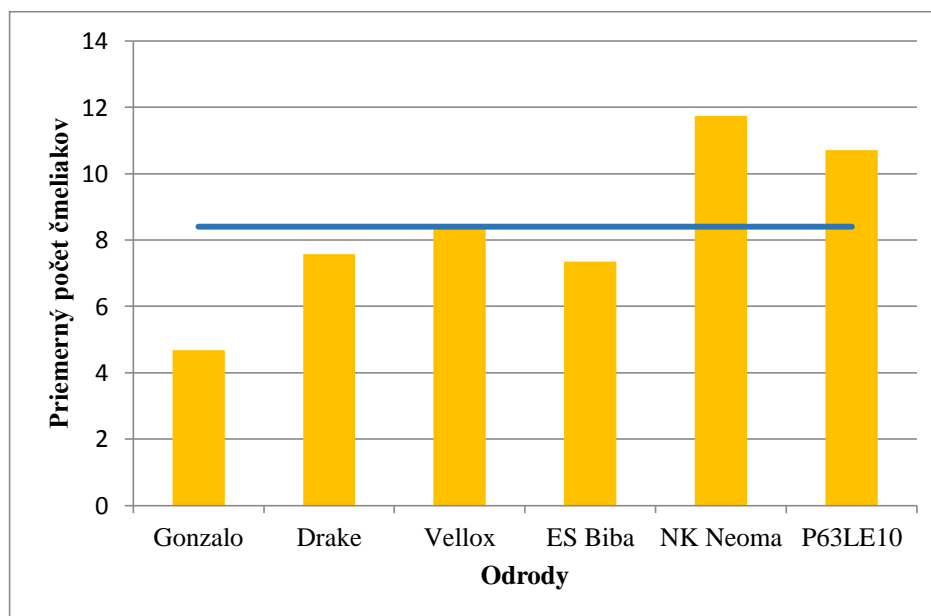
Slničnicu z celkového počtu opelovačov navštívilo 97 % čmeliakov, 2 % včiel medonosných a 1% samotárskych včiel. Táto skutočnosť je odlišná oproti iným olejninám, napríklad repke olejnej, ktorú prevažne navštevujú včely. Výsledky interpretujú rozdielnosť v atraktivite hybridov v rokoch 2016, 2017 a 2018. Bola sledovaná atraktivita hybridov slnečnice pre čmeliakov a včelu medonosnú.

Ďalej výsledky vyhodnocujú návštevnosť opelovačov na kvetoch slnečnice, ktorá bola ošetrovaná prípravkami na ochranu rastlín v rokoch 2016 a 2017.

Návštevnosť opelovačov bola štatisticky vyhodnotená na jednotlivých hybridoch, a návštevnosť v súvislosti s obsahom rezíduí pesticídov v kvetoch.

### 5.1 Návštevnosť čmeliakov na vybraných odrodách slnečnice v roku 2016

Z Grafu 1 je zrejmé, že čmeliaky v roku 2016 najviac navštevovali odrodu NK Neoma spoločne s odrodou P63LE10. Tieto odrody boli jedinými z nadpriemerne navštevovanými odrodami slnečnice, ktoré boli zaradené do pokusu. Odroda Gonzalo bola pre čmeliakov najmenej zaujímavá.



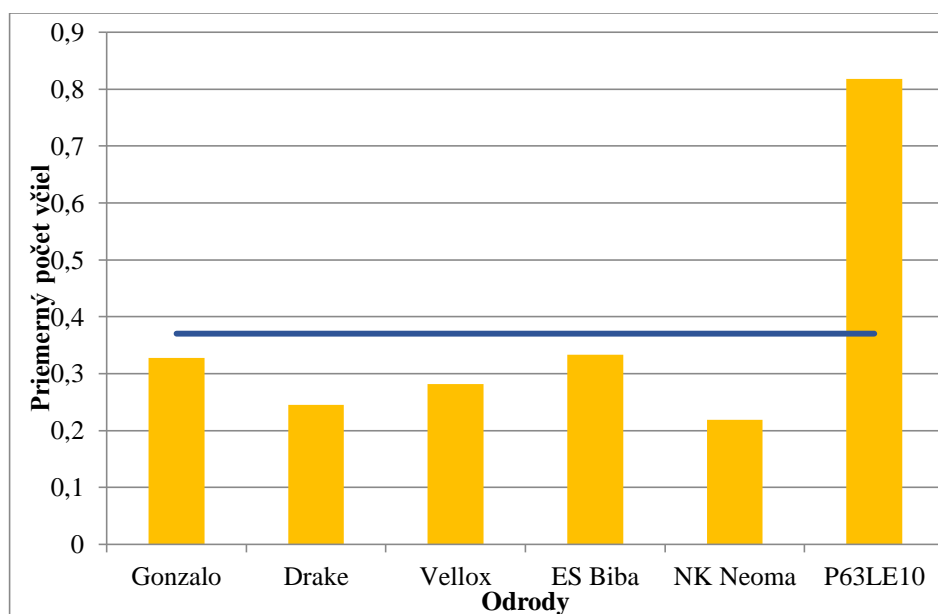
Graf 1: Index návštevnosti čmeliakov na vybraných odrodách.

Podľa Tukeyovho testu (viď. Príloha 2), vyhodnoteného v programe Statistika 12 z vyhodnotených dát vyplýva, že medzi jednotlivými odrodami a návštevnosťou čmeliakov v

porastoch slnečnice existuje štatistická preukázateľnosť na hladine významnosti 95 % v atraktivite napr. medzi hybridom Gonzalo a ostatnými použitými hybridmi.

## 5.2 Návštevnosť včely medonosnej na vybraných odrodách slnečnice v roku 2016

V Grafe 2 je znázornená priemerná návštevnosť včely medonosnej v poraste pozorovaných hybridov slnečnice. Veľmi zrejماً je tu vysoká preferencia hybridu P63LE10, ktorý niekoľko násobne prevyšuje priemer návštevnosti všetkých skúšaných hybridov. Žiadny z ďalších hybridov už neprekročil celkový priemer.

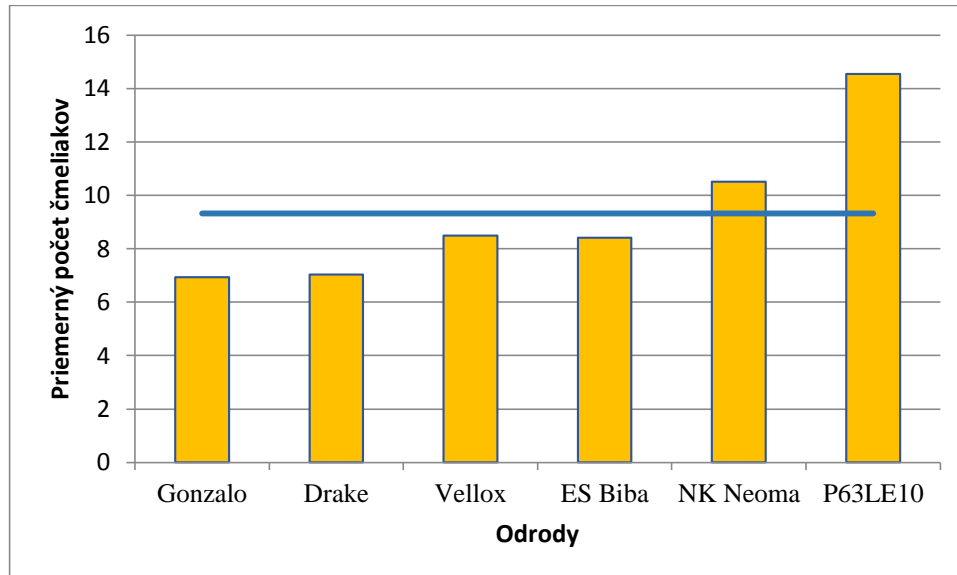


Graf 2: Index návštevnosti včely medonosnej na vybraných odrodách.

Podľa Tukeyovho testu (viď. Príloha 3), vyhodnoteného v programe Statistika 12 z vyhodnotených dát vyplýva, že medzi jednotlivými odrodami a návštevnosťou včely medonosnej v porastoch slnečnice existuje štatistická preukázateľnosť na hladine významnosti 95 % v atraktivite. Veľmi významný rozdiel je medzi hybridom P63LE10 a ostatnými hybridmi.

### 5.3 Návštevnosť čmeliakov na vybraných odrodách slnečnice v roku 2017

V roku 2017 bola odroda P63LE10 opäť pre čmeliaky tou najatraktívnejšou pred odrodou NK Neoma. Ostatné hybridy neprekročili priemerné hodnoty návštevnosti.

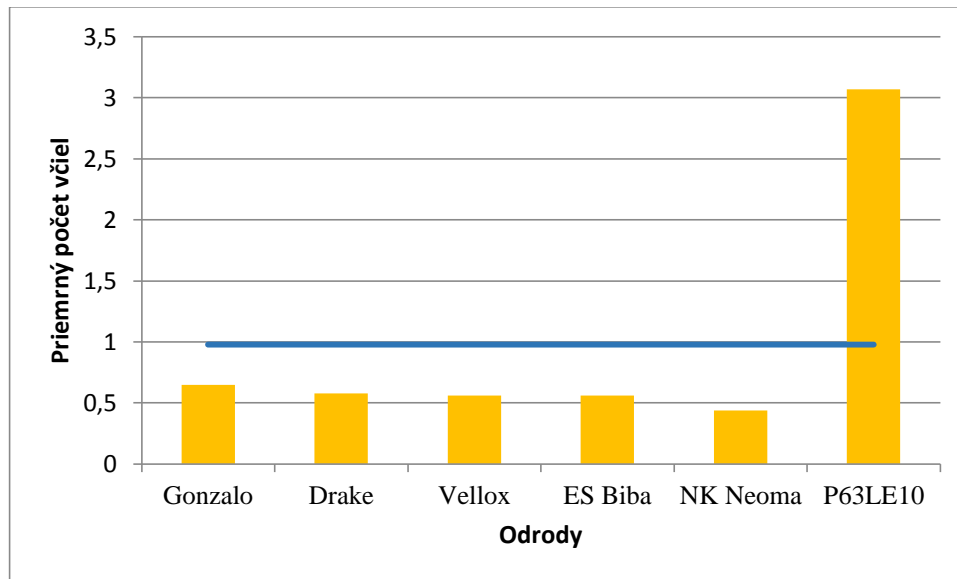


Graf 3: Index návštevnosti čmeliakov na vybraných odrodách.

Podľa Tukeyovho testu (vid'. Príloha 4), vyhodnoteného v programe Statistika 12 z vyhodnotených dát vyplýva, že medzi jednotlivými odrodami a návštevnosťou čmeliakov v porastoch slnečnice existuje štatistická preukázateľnosť na hladine významnosti 95 % v atraktivite. Štatisticky nepreukázaná hladina významnosti je medzi odrodami Drake a Gonzalo a Biba a Vellox, ktoré boli najmenej atraktívne pre čmeliakov a ich návštevnosť sa pohybuje pod priemerným počtom.

## 5.4 Návštevnosť včely medonosnej na vybraných odrodách slnečnice v roku 2017

Hybrid P63LE10 v roku 2017 bol najnavštevovanejší, dokonca jeho atraktivita bola šesťnásobne vyššia než priemerná hodnota ostatných hodnotených odrôd. Táto odroda bola pre včely viditeľne atraktívnejšia aj pri vizuálnych kontrolách poľného pokusu. Ostatné hybridy boli podpriemerné.

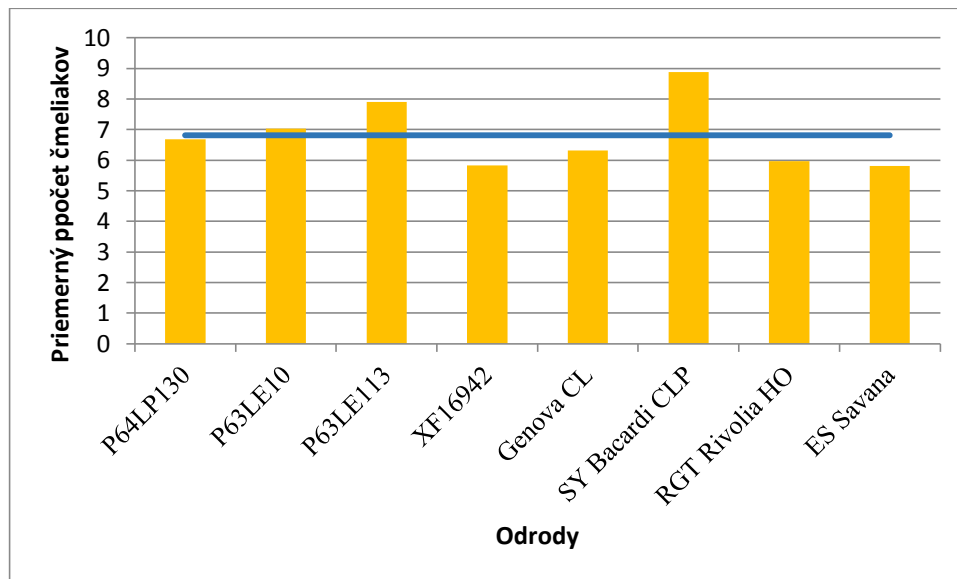


Graf 4 : Index návštevnosti včely medonosnej na vybraných odrodách

Podľa Tukeyovho testu (viď. Príloha 5), vyhodnoteného v programe Statistika 12 z vyhodnotených dát vyplýva, že medzi jednotlivými hybridmi a návštevnosťou včely medonosnej v porastoch slnečnice existuje štatistická preukázateľnosť na hladine významnosti 95 % v atraktivite. Veľmi významný rozdiel je medzi hybridom P63LE10 a ostatnými hybridmi.

## 5.5 Návštevnosť čmeliakov na vybraných odrodách slnečnice v roku 2018

V roku 2018 boli použité rozdielne hybridy oproti rokmi 2016 a 2017. Do pokusu bol ale zaradený jeden z najnavštevovanejších hybridov z rokov 2016 a 2017, a to hybrid P63LE10. Zámerom experimentu bolo zistiť, ako veľmi bude atraktívny hybrid P63LE10 ak bude použitý spolu s inými odrodami. Z Grafu 5 môžeme vyčítať, že najnavštevovanejší bol hybrid SY Bacardi CLP a atraktivita hybridu P63LE10 pre čmeliakov sa pohybuje tesne nad priemernou návštevnosťou.

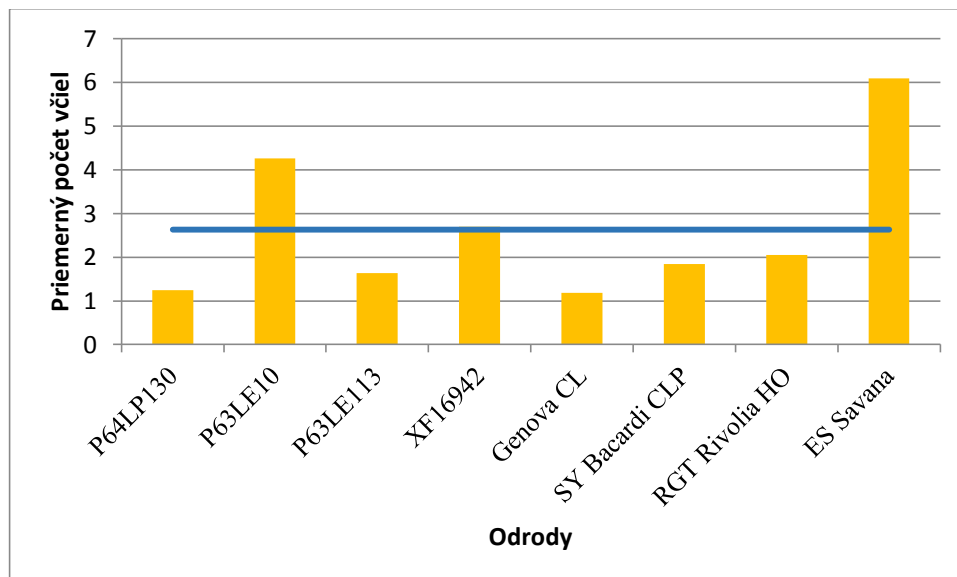


Graf 5: Index návštevnosti čmeliakov na vybraných odrodách slnečnice

Podľa Tukeyovho testu (viď. Príloha 6), vyhodnoteného v programe Statistika 12 z vyhodnotených dát vyplýva, že medzi jednotlivými hybridmi a návštevnosťou čmeliakov v porastoch slnečnice existuje štatistická preukázateľnosť na hladine významnosti 95 % v atraktivite. Veľmi významný rozdiel je medzi odrodami P63LE113, SY Bacardi CLP a ostatnými skúšanými odrodami. Tieto dva hybridy vykazujú aj medzi sebou štatistickú preukázateľnosť a zároveň graf vyhodnotený programom ukazuje, že sú výrazne najatraktívnejšie spomedzi ostatných skúšaných hybridov.

## 5.6 Návštevnosť včely medonosnej na vybraných odrodách slnečnice v roku 2018

Pre včely bol hybrid P63LE10 v rokoch 2016 a 2017 veľmi obľúbený. Dokonca jeho atraktivita bola šesťnásobne vyššia než priemerná hodnota ostatných hodnotených odrôd. Tento hybrid bol zaradený aj do pokusu, ktorý prebiehal v roku 2018. Graf 6 potvrdzuje, že hybrid P63LE10 zostáva naďalej pre včely atraktívny, nie však natoľko ako hybrid ES Savana, ktorý bol pre včely najatraktívnejší. Návštevnosť ostatných hybridov sa pohybuje pod priemernou hodnotou návštevnosti, čo znamená že včely uprednostnili pred ostatnými hybridmi, hybrid P63LE10 a ES Savana.

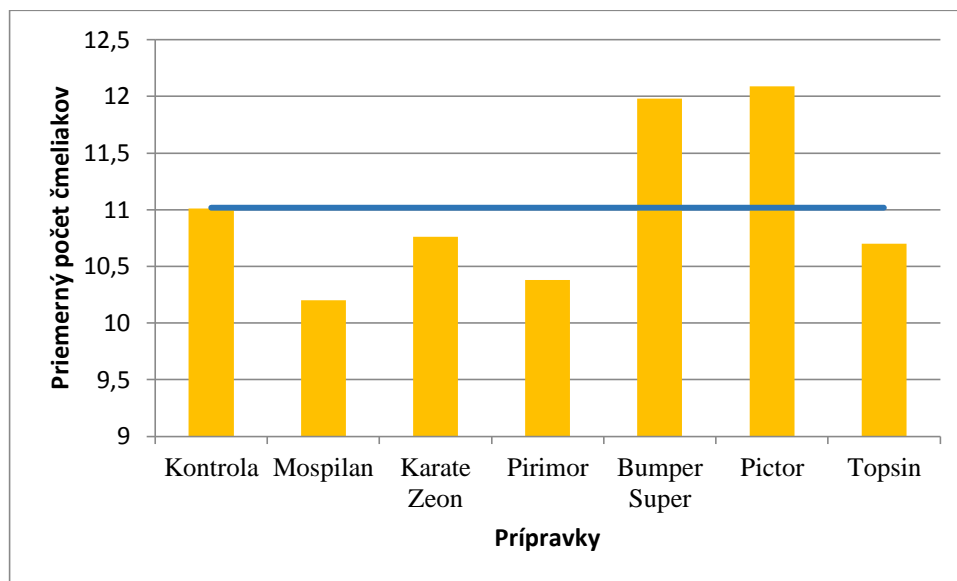


Graf 6: Index návštevnosti včely medonosnej na vybraných odrodách slnečnice.

Podľa Tukeyovho testu (viď. Príloha 7), vyhodnoteného v programe Statistika 12 z vyhodnotených dát vyplýva, že medzi jednotlivými odrodami a návštevnosťou včely medonosnej v porastoch slnečnice existuje štatistická preukázateľnosť na hladine významnosti 95 % v atraktivite. Veľmi významný rozdiel je medzi hybridom P63LE10 a ES Savana a ostatnými hybridmi. Z grafu možno vypočítať, že ostatné hybridy medzi sebou nevykazujú štatisticky významnú hladinu a ich atraktivita je výrazne nižšia.

## 5.7 Návštevnosť čmeliakov v pesticídnych variantoch v roku 2016

Z Grafu 7 vyplýva, že čmeliaky najviac navštevovali variantu ošetrovanú fungicídom Pictor. Kontrolný variant mal o 10 % nižšiu návštevnosť. Najmenej navštevovaným variantom bola slnečnice ošetrovaná insekticídom Mospilan 20 SP, ktorú navštívilo o 10 % menej čmeliakov než neošetrovanú kontrolu. Rozdiel medzi najmenej a najviac navštevovaným variantom Mospilan 20 SP a Bumper Super bol 19 %.



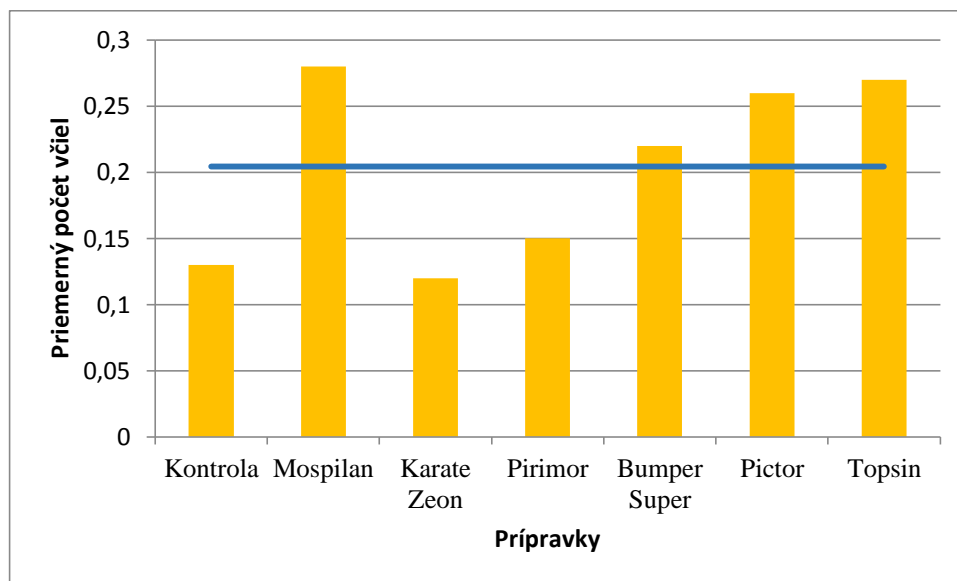
Graf 7: Priemerný počet čmeliakov na pesticídne ošetrovej slnečnici.

Podľa Tukeyovho testu (viď. Príloha 8), vyhodnoteného v programe Štatistika z vyhodnotených dát ale vyplýva, že medzi jednotlivými prípravkami a návštevnosťou čmeliakov v porastoch slnečnice neexistuje štatistická preukázateľnosť.



## 5.8 Návštevnosť včely medonosnej v pesticídnych variantoch v roku 2016

Z Grafu 8 je znázornená návštevnosť včiel v závislosti na aplikácií pesticídov v roku 2016. Návštevnosť včiel bola o 50 x nižšia než návštevnosť čmeliakov v rovnakom období. Priemerný počet včiel bol najvyšší u prípravku Mospilan 20 SP a o 215 % oproti kontrole. Slničnica ošetrená pesticídmi Pictor, Bumper Super Topsin M 500 SC a Pirimor 50 WG mali oproti kontrole tiež vyššiu návštevnosť. Porast ošetrený insekticídnom Karate Zeon 5 CS bol najmenej navštevovaný včelami oproti kontrole. Návštevnosť včiel bola výrazne rozdielna oproti čmeliakom.



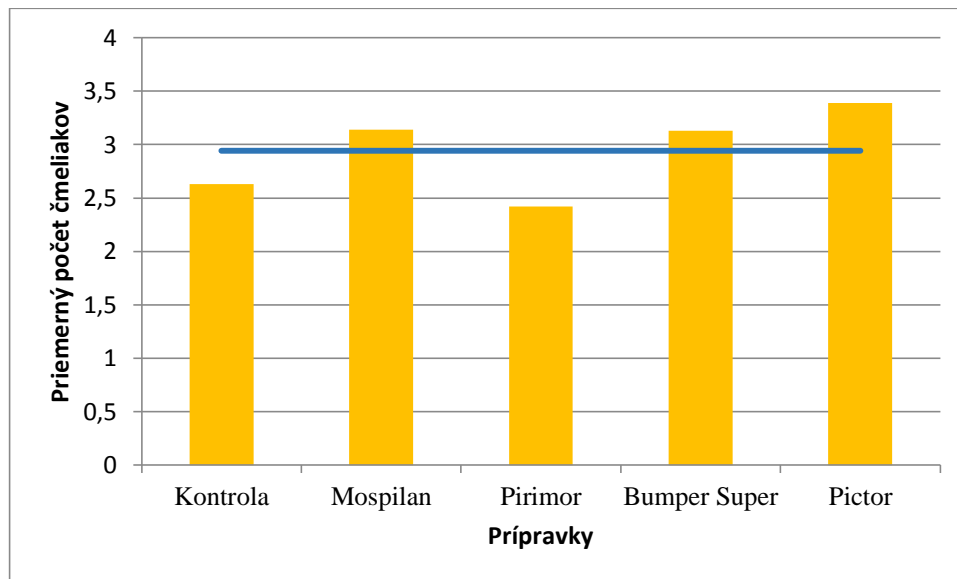
Graf 8: Priemerný počet včiel na pesticídne oštrenej slnečnici

Podľa Tukeyovho testu (vid'. Príloha 9), urobeného v programe Štatistika z vyhodnotených dát vyplýva, že medzi jednotlivými prípravkami a návštevnosťou včiel v porastoch slnečnice existuje štatistická preukázateľnosť, a to medzi insekticídnymi prípravkami Mospilan 20 Sp a Karate Zeon 5 CS. Insekticíd Krate Zeon 5 CS mal najnižšiu návštevnosť včelami, ktorá bola dokonca nižšia než u kontroly. Prípravok Mospilan 20 SP bol oproti Karate Zeon 5 CS najviac navštevovaný včelami.

## 5.9 Návštevnosť čmeliakov v pesticídnych variantoch v roku 2017

V roku 2017 výskyt čmeliakov v porastoch slnečnice klesol asi 3x viac než tomu bolo v roku predchádzajúcom.

V Grafe 9 je znázornené, že najviac navštevovanejší variant bol ošetrený fungicídom Pictor. Kontrolný variant mal o 25 % nižšiu návštevnosť. Najmenej atraktívnym variantom bola slnečnica ošetrená fungicídom Pirimor, ktorých navštívilo menej čmeliakov, ako kontrolu.

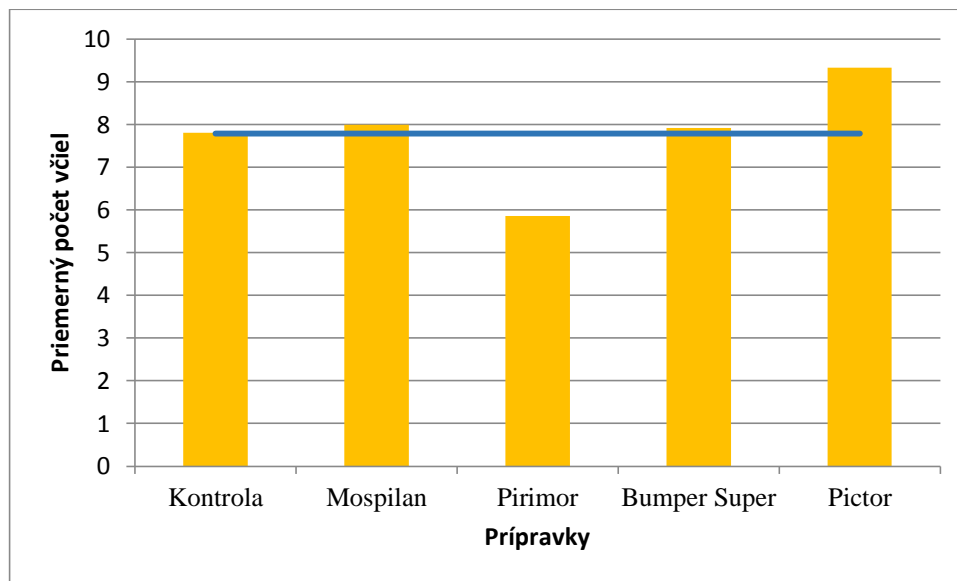


Graf 9: Priemerný počet čmeliakov na pesticídne oštrenej slnečnici

Podľa Tukeyovho testu (viď. Príloha 10), vyhodnoteného v programe Štatistika z dát vyplýva, že medzi jednotlivými prípravkami a návštevnosťou včiel v porastoch slnečnice existuje štatistická preukázateľnosť medzi insekticídnymi prípravkami Mospilan a Pirimor, Pictor a Pirimor, Pirimor a Bumper Super. Zo štatistického grafu je zrejmé, že insekticíd Pictor bol pre čmeliakov najmenej atraktívny.

## 5.10 Návštevnosť včely medonosnej k pesticídnym variantom v roku 2017

V roku 2017 bola návštevnosť včiel najvyššia z oboch sledovaných rokov. Bola približne o 3x vyššia než v roku 2016. Priemerný počet včiel bol najvyšší na slnečnici oštrenej fungicídom Pictor, a to o 119 % vyšší než kontrola. Prípravky Bumper Super a Mospilan 20 SP mali tiež oproti kontrole vyššiu návštevnosť ale len nepatrnú. Najmenej navštevovaný bol variant s aplikovaným insekticídom Pirimor 50 WG, rozdiel bol 26 % oproti kontrole. Rozdiel medzi naviac a najmenej navštevovaným variantom bol 59 %.



Graf 10: Priemerný počet včiel na pesticídne oštrenej slnečnici

Podľa Tukeyovho testu (viď. Príloha 11), vyhodnoteného programom Štatistika z vyhodnotených dát vyplýva, že medzi jednotlivými prípravkami a návštevnosťou včiel v porastoch slnečnice existuje štatistická preukázateľnosť, a to medzi insekticídnymi prípravkami Mospilan a Pirimor, Pirimor a Bumper Super, Pirimor a Pictor, Bumper Super a Pictor.

## 6 Diskusia

Napriek dôkladnému preverovaniu rizík pesticídov sa vyskytujú prípady, kedy sa aj po dlhoročnom používaní preukáže negatívni vplyv pesticídov na životní prostredie. Ako príklad môžeme uviesť notoricky známy a dnes v mnohých krajinách zakázaný pesticíd DDT (UNEP 2001).

René Feyereisen (2018) z Univerzity v Kodani, dopisovateľ časopisu *Current Biology*, poukazuje na to, že neonikotínoidy boli uvedené na trh práve v dobe, kedy včely v USA a Európe začali trpieť neduhmi spojenými s výskytom *Varroa destructor*. Komplexnosť týchto faktorov viedla k tomu, že sa neonikotínoidy stali ľahkým cieľom obvinení. Neonikotínoidy sa ale dnes bežne používajú v Austrálii, kde sa zatiaľ tento roztoč nevyskytuje, a nie sú tu teda ani problémy so včelami. Ďalej uvádza, že je treba pri výskumoch kŕmiť včely peľom namiesto peľových alternatív a medom namiesto sacharidových sirupov, ak chceme získať relevantné výsledky. Práve látky obsiahnuté v prirodzenej strave totiž u včiel aktivujú metabolické dráhy.

Včely sú vystavované mnohým rôznym stresom vrátane veľkého množstva prípravkov na ochranu rastlín, ktoré sú považované za dôležité faktory strát včiel hneď vedľa niekoľkých včelích patogénov (víry, bakteriálne choroby, *Nosema*) a parazitov (*Varroa*, *Lotmaria passim*). Je dôležité zdôrazniť možnú interakciu medzi rôznymi stresormi navzájom (Evans et al. 2009).

Ďalším potencionálnym rizikom pre včely je možný synergický efekt, ktorý spôsobuje zmiešanie rôznych pesticídov a výsledná zmes mnohonásobne toxickejšia, než samotné pesticídy (Iwasa et al. 2004). Okrem priamej toxicite trvalá expozícia pesticídov už v malých dávkach môže narušovať imunitní systém včiel, ktorý sa tak stáva vnímavejším na vírusové infekcie, voči ktorým sú za normálnych okolností včely odolné (Di Prisco, 2013).

Zaujímavé je, že v našich experimentoch sme pozorovali väčší výskyt čmeliakov než včiel, čo by mohlo byť vysvetlené tým, že niektoré druhy včiel môžu byť v prostredí intenzívne využívanej krajine oproti iným zvýhodnené. Teda aj spoločenstvo opelovačov pri nižšej diverzite je schopné krajine poskytnúť dostatočnú stabilnú službu opelenia (Ghazoula 2005).

Pesticídy poškodzujú včely v určitej miere. Hladiny neonikotínoidných pesticídov, ktoré používajú poľnohospodári, poškodzujú zdravie včiel medonosných. Kontroverzné chemikálie sú v niektorých krajinách zakázané kvôli obavám z iných účinkov na opelovače, ale dôkazy o tom, že poškodzujú včely, boli sporné. Ben Woodcock v Centre pre ekológiu a hydrológiu v blízkosti Wallingfordu vo Veľkej Británii a jeho kolegovia distribuovali včely medonosné (*Apis mellifera*), čmeliaky divé (*Bombus terrestris*) a divé osamelé včely (*Osmia bicornis*) do 33 lokalít v Nemecku, Maďarsku a Spojenom kráľovstve. Náhodne prideliť včely na miesta

plodín repky olejnej, ktoré neboli ošetrované alebo ošetrované neonikotínoidmi. V Maďarsku a Spojenom kráľovstve mali pesticídy negatívne účinky na zdravie včiel, ale niektoré pozitívne účinky boli pozorované v Nemecku. Pywell poznamenáva, že nemecké vplyvy boli „krátkodobé“ a ich dôvod je nejasný. Môžu byť sčasti prepojené so všeobecne zdravším stavom úľov. Financovatelia štúdie reagovali spochybňovaním analýzy a záverov autorov. Peter Campbell, environmentálny špecialista v spoločnosti Syngenta, uvádza, že údaje ukazujú, že existujú okolnosti, za ktorých sa môžu neonikotínoidy bezpečne používať. Dodáva, že „Veľmi negatívny“ záver štúdie je nespravodlivý. Pywell poznamenáva tiež, že celý experiment sa uskutočnil pod dohľadom nezávislej poradnej rady. Rozdiely medzi krajinami sú zaujímavé, dodáva, že by sa mali byť ďalej skúmať. Celkovo možno povedať, že neonikotínoidy znižujú reprodukčný úspech voľne žijúcich druhov a včiel (Woodcock et al. 2017)

Je nutné zdôrazniť, že aj keď existujú prísne predpisy na aplikáciu prípravkov na ochranu rastlín sa každoročne vyskytujú pomerne časté otravy včiel. Z tohoto dôvodu je predchádzanie otráv veľmi aktuálnou témou.

## 7 Záver

Táto diplomová práca sa zaoberala atraktivitou a repelenciou opeľovačov na vybraných pesticídoch (insekticídy, fungicídy) a odrodách slnečnice ročnej.

Cieľom pokusov bolo zistiť do akej miery ovplyvňujú hybridy slnečnice a ošetrovanie prípravkami na ochranu rastlín návštevnosť opeľovačov v slnečnici.

Z pesticídnych pokusov, ktoré prebiehali v rokoch 2016 a 2017 vyplýva, že prípravok Pirimor 50 WG (insekticíd) má najvyššiu repelenciu a je teda pre včely a čmeliakov v období kvetu porastov slnečnice najmenej navštevovaný

Z hybridných pokusov z rokov 2016 a 2017 sú zrejmé rozdiely v preferenciách odrôd NK Neoma a P63LE10 u včely medonosnej a čmeliakov. Zaujímavé je teda, že včela medonosná v rokoch 2016 a 2017 výrazne uprednostňuje hybrid P63LE10 pred hybridom NK Neoma, a naopak čmeliaky v rokoch 2016 a 2017 nadpriemerne navštevovali hybridy P63LE10 a NK Neoma. Hybrid P63LE10 bol dokonca šesťnásobne viac navštevovaný než bola priemerná návštevnosť ostatných skúšaných odrôd. Tieto dva hybridy ovplyvnili návštevnosť čmeliakov a včely medonosnej viac ako aplikácia pesticídov.

V roku 2018 sme do pokusov zaradili 7 nových neodskúšaných odrôd slnečnice a zaradili sme aj opeľovačmi obľúbený hybrid P63LE10. Po spracovaní výsledkov bol hybrid P63LE10 naďalej atraktívny pre včely a pohyboval sa nad priemernou návštevnosťou, avšak nebol najnavštevovanejší. Včely najviac lákala odroda ES Savana. Pre čmeliakov bola najviac atraktívnejšia odroda SY Bacardi CLP a čmeliakmi obľúbený hybrid z rokov 2016 a 2017 P63LE10 sa pohyboval tesne nad priemernou návštevnosťou.

Ostatné včely (samotárske včely) boli v pokuse tiež zaznamenávané, avšak ich množstvo oproti týmto dvoma hlavným skupinám opeľovačov bolo minimálne. Z výsledkov vyplýva, že i pre túto skupinu je skúšaný hybrid P63LE10 najvyhľadávanejší, avšak tieto dáta z dôvodu ich malého počtu nie sú relevantné a nie sú v práci zahrnuté.

Môžeme teda usúdiť, že návštevnosť odrôd je ovplyvnená okrem iného aj tým aké odrody sa nachádzajú v okolí doletov opeľovačov. Napriek tomu by som hybrid P63LE10 a NK Neoma po 3 ročnom skúšaní odporučila zaradiť do poľnohospodárskeho plánu k zaisteniu vysokej návštevnosti opeľovačov v porastoch slnečnice ročnej, pre ktorú je opeľovanie zásadné a vedie k spolu s inými faktormi k vyššiemu výnosu.

Ďalej sme z pozorovaní vyhodnotení pokusov dospeli tomu, že početnosť čmeliakov v porastoch slnečnice je niekoľko krát vyššia než je tomu u včiel, a preto považujeme čmeliakov ako hlavných opeľovačov tejto plodiny.

Je dôležité aby sme venovali väčšiu pozornosť okolitej prírode našim opel'ovačom nie len včele medonosnej ale aj rôznym druhom čmeliakov, ktoré sú taktiež veľmi dôležité a na ich vplyv sa často zabúda.

Na záver by som chcela navrhnúť užšiu spoluprácu medzi poľnohospodármi a včelármi, pretože sa vzájomne ovplyvňujú a spoločne môžu dosiahnuť lepšie výsledky.

## 8 Literatura

- Baničová, Ryšavá. 2003. Slnečnica, biológia, pestovanie, využívanie. Slovenská poľnohospodárska univerzita, Nitra.
- Baranyk P, et al. 2010. Olejniny. Profi Press, Praha
- Barkley TL, Brouillet L, Strother J. Asteraceae. 2006. Available from [https://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora\\_id=1&taxon\\_id=10074](https://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=10074)
- Bienefeld K. 2006. Včelařství krok za krokem. Víkend, Praha.
- Brent KJ, & Hollomon DW. 2007. Fungicide resistance: The assessment of risk. Fungicide Resistance Action Committee. **53**.
- Bogusch P. 2003. Včely jako paraziti a hostitelé. Vesmír. **82**: 501-505
- Bouček Z, Šusterka O. 1957. Včely – Apoidea. ČSAV, Praha.
- Cimala P. 2016. Červenec – věnujme pozornost intenzitě napadení varoázou. Včelařství. **69**:218-219.
- Cramp D. 2013. Včelařství: obrazový průvodce: od pořízení včelstev po medobraní: více než 400 návodných fotografií. Rebo, Čestlice.
- Čermák K, Sládek K. 2016. Ekologie chovu včel. Pavel Mervart, Červený Kostelec.
- Doležalová K, Straka J. 2011. Pelonoska hluchavková – sociální chování samotářské včely. Živa, Praha.
- Diemerová I. 1997. Včelaření jako hobby. Granit, Praha.
- Di Prisco G. et al. 2013. Neonicotinoid clothianidin adversely affect insect immunity and promotes replication of a viral pathogen in honey bees. PNAS. **46**:110
- Drašar J. 1978. Včelařství. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- Evans J. D., Saegerman C., Mullin C., Haubruge E., Nguyen B. K., Frazier M., Frazier J., Cox-Foster D., Chen Y., Underwood R., Tarpy D. R., Pettis J. S. 2009. Colony collapse disorder: a descriptive study. PLoS One 4 (8): e6481. DOI: 10.1371/journal.pone.0006481.
- Fábry A. 1990. Jarní olejniny. Ministerstvo zemědělství a výživy, Praha.



- Faková A, Chlebo R, Polička M. 2010. Nektarodájnost' vybraných hybridov slnečnice. *Včelár*. **84**: 114-116.
- Feyereisen R. 2018. Toxicology: Bee P450s Take the Sting Out of Cyanoamidine Neonicotinoids. *Current Biology*. **28**:560-562.
- Fishel FM. 2005. Pesticide, Toxicity Profile: Synthetic Pyrethroid Pesticides. Florida Cooperative Extension Service, Florida.
- Goulson D. 2003a. *Bumblebees: behaviour and ecology*. Oxford University Press, Oxford.
- Goulson D. 2003b Effects of introduced bees on native ecosystems. *Annual review of Ecology, Evolution, and Systematics*. **34**: 1-26.
- Iwasa T, Motoyama N, Ambrose JT, Roe MR (2004) Mechanism for the differential toxicity of neonicotinoid insecticides in the honey bee, *Apis mellifera*. *Crop Prot* 23:371–378.
- Haragsim O. 2004. *Včelařské dřeviny*. Grada Publishing, Praha.
- Haragsim O. 2006. *Včelařské byliny*. Grada Publishing, Praha.
- Hassal KA. 1990. *The Biochemistry of pesticides*. Verlag Chemie, Weinheim.
- Hayes WJ, Laws ER. 1991. *Handbook of Pesticides Toxicology*. Academic Press, New York.
- Hopkins I. 1914. *History of the bumblebee in New Zealand: its introductions and results*. New Zealand Department for Agriculture Industry and Commerce. **46**: 1-29
- Hosnedl V, et al. 1998. *Rostlinná výroba II (luskoviny a olejny)*. ČZU, Praha.
- Hutson D, Miyamoto J. 1998. *Fungicidal activity. Chemical and biological approaches to plant protection*. John Willey & Sons, Chichester.
- Chebo R. 2003. Terminológia. Available from [http://www.agroporadenstvo.sk/zv/vcely/vcely\\_01HTM.2003](http://www.agroporadenstvo.sk/zv/vcely/vcely_01HTM.2003)
- Kazda J, Mikulka J, Prokinová E. 2010. *Encyklopedie ochrany rostlin*. Profi Press, Praha.
- Kazda J, Stejskalová M, Titěra D, Bokšová A. 2018. *Používání pesticidů v ochraně rostlin s ohledem na ochranu opylovačů a jejich produktů. Certifikovaná metodika*. 2018. Česká zemědělská univerzita, Praha.
- Kopernický M. 2002. Výskyt opel'ovačov na slnečnici ročnej. *Včelár*. **7**:109.
- Kováčik A. 2000. *Slunečnice*. Agrospoj, Praha.

Kubišová

- Lancashire PD. Et al. 1991. A uniform decimal code for growth-stages of crops and weeds. *Annals of Applied Biology*. **119**: 561-601
- Lindström LI, Pellegrini C.N, Auguirrezábal LAN, Hernández LF. 2006. Growth and development of sunflower fruits under shade during pre and early post-anthesis period. *Filed Crops Research*. **96**:151-159.
- Lu G, Hu X, Bidney DL. 2007. Sunflower. *Biotechnology in Agriculture and Forestry*. **61**: 39-58
- Lunn J, Theobald HE. 2006. The health effects of dietary unsaturated fatty acids. *Nutrition Bulletin*. **31**: 178-224
- Málek B, et al. 2005. Metodika pěstování slunečnice. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin, Praha.
- Matthews GA. 2006. Pesticides: Health, Safety and the Environment. Blackwell Publishing, USA.
- Michener CHD. 2000. The bees of the world. The Johns Hopkins University, London.
- Mistr M. et al. 2016. Metodika stanovení faktoru ochranného vlivu vegetace pomocí simulátoru deště. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půd, Praha.
- Nene YL, Thapliyal PN. 1993. Fungicides in plant disease control. International science Publisher, New York.
- Patočka J. 2011. Acetamiprid, syntetický insekticid neonicotinoidního typu Available from <http://www.toxicology.cz/modules.php?name=News&file=print&sid=457> (accessed March 2019)
- Pavelka M, Smetana V. 2003 Čmeláci. Český svaz ochránců přírody, Valašské Meziříčí.
- Plachý J. 2009. Bezpečnost používání biocidů v ČR rozsah implementace Direkt a Biocidní direktivy v ČR: Dopad direktivy na dostupnost biocidních organofosfátů, pyretroidů a karbamátů ČR. Available from: <http://www.phytosanitary.org/projekty/2008/Projekt5pdf>.
- Popovič I. 2003.
- Popovič I. 2007. Využívání včiel na zámerné opelenie. *Včelár*. **81**: 6-7.
- Přidal A. 2005. Ekologie opylovatelů. LYNX, Brno.

- Prokop M. 2017. Přípravky na ochranu rostlin. Agromanuál **1**: 32-35.
- Rada et al. 2009. Biologicky aktivní látky ve výživě včel. Výzkumný ústav živčišní výroby, Praha.
- Salukhe DK. et al. 1992. World Oilseed: Chemistry, technology and utilization. New York.
- Seifert R. 1985. Pesticidy. SNTL, Praha.
- Schilling EE. 2006. Flora of North America. Available from [https://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora\\_id=1&taxon\\_id=114871](https://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=114871)
- Schneiter AA, Miller JF. 1981. Description of sunflower growth-stages. Crop Science. **21**: 901-903
- Spurný M. 2010. Úspěšné hybridy slunečnice francouzského původu. Úroda **2**: 44-45.
- Spürgin A. Zázračné včely: Od včelstva ke včelaření. VÍKEND, Praha.
- Straka J, Bogusch P, Přidal A. 2007. Apoidea: Apiformes (Včely). ACTA Entomologica musei nationalis **11**:241-299
- Straka J. 2014. Krmení včelstev. Odoborné včelařské překlady: 127-130, Český svaz včelařů, Praha.
- Špaldon E. 1986. Rostlinná výroba: celostátní vysokoškolská učebnice pro vysoké školy zemědělské. Státní zemědělské vydavatelství, Praha.
- Švamberg V. 2015. Prostředí a včely.. Spolek pro rozvoj včelařství MÁJA, Praha.
- Švamberg V. 2014. Včelí pastva: rostliny známe i neznáme. MÁJA, Praha.
- Štrachová M. 2016. Rešeršní studie o současném úhynu včely medonosné (*Apis mellifera*). Praha.
- Táborská M. 1979. Divocí opylovači. VTM.
- Tasei JN, Aupinel P. 2008. Validation of a method using queenless *Bombus terrestris* micro-colonies for testing the nutritive value of commercial pollen mixes by comparison with queenright colonies. J. Econ. Entomology **101**:1737-1742.
- Titěra D, Kamler F. 2013. Provedení analýzy rozsahu a vlivu používání vysoce rizikových insekticidů ze skupiny neonicotinoidů pro včely. Výzkumný ústav včelařský v Dole.

- UNEP. 2001. Stockholm convention on persistent organic pollutants. Secretariat of the Stockholm Convention. United Nations Environmental Programme (UNEP) chemicals. Geneva, Switzerland.
- Veselý V. et al. 1985. Včelařství. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- Veselý V. 2013. Včelařství. Brázda, Praha.
- Velíšek at al. 2002. Chemie potravin. OSSIS, Tábor.
- Vlček V, Pohanka M. 2011. enviromentální aspekty užití organofosfátových karbamátových pesticidů schválených užití v České republice. Chemické listy **105**: 908-912.
- Waxman MF. 1998. Agrochemical and pesticide safety handbook. CRC Press LLC, Florida.
- Woodcock BA, et al. 2017. Pesticide harm to bees seen at scale. Science **356**:1393–1395
- Zurbucher at al. 2010. Long foranging distances impose high costs on offspring production in solitary bees. Jurnal of Animal Ecology. **79**: 674-681.