

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra ochrany rostlin



**Vliv odrůdy a aplikace pesticidů na distribuci včel
a čmeláků v ozimé a jarní řepce a slunečnici**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Hana Řehořová

Vedoucí práce: Ing. Jan Kazda, CSc.

© 2016 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma **Vliv odrůdy a aplikace pesticidů na distribuci včel a čmeláků v ozimé a jarní řepce a slunečnici** jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Prohlašuji, že jsem v souvislosti s vytvořením práce neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne: 7. 4. 2016

.....

podpis autora práce

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala mému vedoucímu diplomové práce - Ing. Janu Kazdovi, CSc. za odborné vedení a cenné rady a celému jeho týmu za pomoc při pokusech.

Za podporu v mém studiu děkuji celé své rodině.

Vliv odrůdy a aplikace pesticidů na distribuci včel a čmeláků v ozimé a jarní řepce a slunečnici

Souhrn

Tématem této práce bylo získat poznatky o faktorech ovlivňující návštěvnosti včel medonosných a čmeláků na odrůdových a pesticidních pokusech s ozimou a jarní řepkou a slunečnicí roční během květu zvolených plodin. Hlavním cílem bylo posoudit, zda jsou jednotlivé varianty pro opylovače atraktivní či repelentní a čím je to způsobeno. V práci byla proto ověřena možnost změny složení těkavých látek v květech řepky („vůně řepky“) aplikací pesticidů.

Maloparcelové pokusy byly založeny v porostech řepky ozimé, jarní a slunečnice roční v letech 2014 a 2015. Do odrůdového pokusu s ozimou řepkou bylo zvoleno jedenáct odrůd: Artoga, DK Explicit, DK Exquisite, DK Impression, Lohana, Rescator, Rohan, Sherpa, Sidney, SY Saveo a Witt. Do pesticidního pokusu s ozimou řepkou bylo zvoleno 6 variant: Nurelle D, Biscaya 240 OD, Trebon OSR, Nurelle D + Propulse, Biscaya 240 OD + Pictor, Trebon OSR + Prosaro 250 EC. Na pesticidním pokusu proběhlo stanovení obsahu těkavých látek těsně nad květy ve spolupráci s VŠCHT v Praze, týmem Prof. Ing. Jany Hajšlové, CSc.

Do odrůdového pokusu s jarní řepkou bylo zvoleno 7 odrůd: Larissa, Sázava, Cleopatra, DLE 1313, Osorno, Mirakel a Doktrin.

Do odrůdového pokusu slunečnice roční bylo zvoleno 6 odrůd Gonzalo, Drake, Vellox, ES Biba, NK Neoma C1 a P63LE10. Do pesticidního pokusu bylo zvoleno 6 variant: Mospilan 20 SP, Decis 15 EW, Pirimor 50 WG, Bumper Super, Pictor a Sfera 535 SC.

V odrůdovém pokusu řepky ozimé převažovala návštěvnost včel medonosných. Nejatraktivnější odrůdou byla hybridní odrůda SY Saveo a nejméně atraktivní byla bíle kvetoucí liniová odrůda Witt. V pesticidním pokusu byla také převážná návštěvnost včel medonosných. Nejatraktivnější variantou byla parcela postříkaná přípravkem Nurelle D(chlorpyrifos, cypermethrin) a nejméně atraktivní byla kontrolní varianta bez postřiku.

V odrůdovém pokusu jarní řepky převažovala návštěvnost včel medonosných. Nejatraktivnější se stala liniová odrůda Sázava a nejméně atraktivní pro včely byla hybridní odrůda Osorno.

Odrůdový pokus slunečnice roční preferovala jiná skupina opylovačů – čmeláci, kterých bylo zjištěno 97 % ze všech opylovačů. Nejméně atraktivní odrůdou byla P63LE10 a nejmeně atraktivní Drake a ES Biba. V pesticidním pokusu byla nejméně atraktivní variantou parcela po aplikaci fungicidního přípravku Pictor (boskalid, dimoxystrobin) a Sfera 535 SC (cyprokonazol, trifloxystrobin). Nejméně atraktivní byla parcela po aplikaci insekticidního přípravku Mospilan 20 SP (acetamiprid).

Na pesticidním pokusu řepky ozimé proběhlo hodnocení obsahu těkavých látek těsně nad květy ve spolupráci s VŠCHT - Ústavu analýzy potravin a výživy v Praze. Z pokusu byl zjištěn rozdíl. Sloučeniny nejvíce zastoupené byly identifikovány jako acetaldehyd, methylester thiokyanové kyseliny, octová kyselina a methylester fenylactové kyseliny.

Z výsledků vyplývá, že vyšší obsah acetaldehydu a methylester thiokyanové kyseliny podporuje vyšší návštěvnost včel. Neošetřená kontrolní varianta obsahovala nejméně těchto látek. Vyšší obsah methylester fenylactové kyseliny a kyseliny octové má vliv na nižší návštěvnost včel. V neošetřené kontrolní variantě byl stanoven vyšší obsah těchto látek.

Klíčová slova: brukev řepka olejka, slunečnice roční, včela medonosná, čmelák, pesticidy, těkavé látky

Influence of variety and application of pesticides on bees and bumblebee in stand of winter and spring rape and sunflower

Summary

The topic of this thesis was to recognize driving factors that influence the presence of honeybees and bumblebees on variety and pesticide treatment experiments during the flowering period of winter canola, spring canola (*Brassica napus*) and sunflower (*Helianthus annuus*). The main topic was to assess which varieties will be either preferred or refused by the insects as soon as which factors cause this preference. In the thesis, a possible change in the content of volatile compounds („canola scent“), which are emitted by the canola crop after pesticide treatment, was therefore evaluated.

Small scale field experiments were established in the fields of winter canola, spring canola and sunflower in the years 2014 and 2015. There were evaluated eleven varieties in variety experiments of winter canola: Artoga, DK Explicit, DK Exquisite, DK Impression, Lohana, Rescator, Rohan, Sherpa, Sidney, SY Saveo and Witt. Six pesticide treatments variants in pesticide experiments with winter canola were evaluated: Nurelle D+Propulse, Biscaya 240 OD+Pictor, Trebon OSR+Prosaro 250 EC. The contents of volatile compounds were evaluated on the pesticide treatment experiment in the collaboration with The University of Chemistry and Technology in Prague (VŠCHT v Praze) team of prof. Ing. Jana Hajšlová, CSc.

In variety experiments with spring canola seven varieties were evaluated: Larrisa, Sázava, Cleopatra, DLE 1313, Osomo, Mirakel and Doktrin.

In variety experiments with sunflower six varieties were evaluated: Gonzalo, Drake, Vellox, ES Biba, NK Neoma Cl and P63LE10. In pesticide treatment experiments six variants were evaluated: Mospilan 20 SP, Decis 15 EW, Pirimor 50 WG, Bumper Super, Pictor and Sfera 535 SC.

Variety experiments with winter canola resulted in prevailing honeybees (*Apis mellifera*, L.) presence in pollination process. The most visited variety was SY Saven and the least visited was Witt whitish flowering line variety. The presence of honeybees prevailed also in pesticide

treatment experiments. The most visited variant was Nurelle D (active compounds chlorpyrifos, cypermethrin) and the least visited was control variant.

Similarly, the presence of honeybees in pollination process prevailed in the variety experiments with spring canola. The most visited variety was Sázava line variety. For honeybees, the least visited was Osorno hybrid variety.

The variety experiments with sunflower were preferred by the second group of pollinators – bumblebees, which presented 97 % of all pollinators. The most visited variety was P63LE10 and the least ones were Drake and ES Biba. The most visited variants in pesticide treatment experiments were variants with fungicide Pictor (active compound boskalid, dimoxystrobin) and Sfera 535 SC (active compound cyprokonazol, trifloxystrobin). The least visited variant was the one with insecticide Mospilan 20 SP (acetamiprid).

The evaluation of volatile compounds in the close proximity of flowers was carried out on pesticide treatment experiments in the collaboration with VŠCHT. A difference was recognized. Prevailing substances were acetaldehyde, thiocyanate acid methyl esters, acetic acid and fenylacetic acid methyl ester.

The results confirmed that higher content of acetaldehyde and thiocyanate acid methyl ester stimulates more frequent visit of honeybees. Non-treated control emitted the smallest amount of these compounds. Higher content of fenylacetic acid methyl ester and acetic acid caused less frequent visit of honeybees. Non-treated control emitted higher content of these compounds.

Keywords: oilseed rape, sunflower, honeybee, bumblebee, pesticides, volatile compounds

Obsah

1	ÚVOD.....	1
2	VĚDECKÁ HYPOTÉZA A CÍL PRÁCE.....	2
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED	3
3.1	Brukev řepka olejka - <i>Brassica napus</i> L. convar. <i>napus</i>	3
3.1.1	Biologická charakteristika	3
3.1.2	Typy odrůd řepky olejky.....	4
3.1.3	Šlechtění řepky olejky	4
3.1.4	Vývoj ploch a výnosů řepky v ČR.....	6
3.2	Slunečnice roční – <i>Helianthus annuus</i> L.	6
3.2.1	Biologická charakteristika	7
3.2.2	Typy odrůd slunečnice roční.....	7
3.2.3	Vývoj ploch a výnosů slunečnice roční v ČR.....	8
3.3	Ošetření porostů řepky olejky a slunečnice roční pesticidy v době výskytu opylovačů v porostu.....	9
3.4	Charakteristika skupin účinných látek pesticidů proti škůdcům a původcům chorob způsobujících škody v době květu řepky a slunečnice – v době letu včel	10
3.4.1	Charakteristika použitých skupin účinných látek fungicidů.....	11
3.4.2	Charakteristika použitých skupin účinných látek insekticidů.....	13
3.5	Působení pesticidů na opylovače	15
3.6	Legislativa v ochraně včel.....	22
3.6.1	Zákon o rostlinolékařské péči	22
3.6.2	Integrovaná ochrana rostlin	23
3.7	Opylovači řepky a slunečnice	24
3.7.1	Druhy opylovačů.....	24
3.7.2	Včelí pastva.....	26
3.7.3	Opylovací činnost včel.....	27
3.7.4	Vliv opylení pomocí včel na výnosy řepky a slunečnice.....	27

4	METODIKA.....	29
4.1	Demonstrační a pokusný pozemek – Praha, Suchdol	29
4.1.1	Charakteristika pokusné oblasti	29
4.1.2	Založení a vedení odrůdového pokusu řepky ozimé	29
4.1.3	Založení a vedení pesticidního pokusu řepky ozimé	30
4.1.4	Založení a vedení odrůdového pokusu slunečnice roční	32
4.1.5	Založení a vedení pesticidního pokusu slunečnice roční.....	32
4.2	Zkušební a pokusná stanice ÚKZÚZ – Chrastava	34
4.2.1	Charakteristika pokusného místa Chrastava	34
4.2.2	Založení a vedení odrůdového pokusu jarní řepky	34
4.3	Změna těkavých látek v květech řepky ozimé	35
5	VÝSLEDKY.....	36
5.1	Výsledky sledování opylovačů	36
5.1.1	Vliv odrůd řepky ozimé na návštěvnost včel medonosných.....	36
5.1.2	Vliv pesticidního ošetření řepky ozimé na návštěvnost včel medonosných.....	41
5.1.3	Vliv odrůd slunečnice roční na návštěvnost čmeláků.....	46
5.1.4	Vliv pesticidního ošetření slunečnice roční na návštěvnost čmeláků.....	50
5.1.5	Vliv odrůd řepky jarní na návštěvnost včel medonosných	55
5.2	Výsledky rozboru těkavých látek v květech řepky ozimé (pesticidní pokus).....	60
6	DISKUZE.....	64
7	ZÁVĚR.....	67
8	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	69
9	SEZNAM GRAFŮ	75
10	SEZNAM TABULEK	76
11	PŘÍLOHA	77

1 ÚVOD

Řepka olejka (*Brassica napus* L. convar. *napus*) je v současné době nejvýznamnější a nejčastěji pěstovanou olejninou. Po pšenici ozimé je právě řepka ozimá druhou nejpěstovanější plodinou v České republice. Pěstuje se na rozloze 360 000 hektarů. Slunečnice roční (*Helianthus annuus* L.) je v České republice pěstována jako okrajová olejнина, která může nabývat na významu v teplejších podmínkách.

Do porostů olejnin je během roku aplikováno proti škodlivým organizmům a původcům chorob největší množství přípravků na ochranu rostlin. Řepka olejka a slunečnice roční se tak stávají citlivými plodinami zejména v době květu, kdy je navštěvuje mnoho druhů hmyzu včetně opylovačů zejména pak včel medonosných a čmeláků. Jelikož patří řepka olejka k nejvýznamnějším medonosným rostlinám, je nutností a povinností každého pěstitele dodržovat zákonné předpisy a opatření tak, aby nedocházelo k nepříznivým vlivům těchto látek na necílové druhy organizmů, mezi které patří včely medonosné i čmeláci.

V současnosti se vedou diskuze o vlivu pesticidů na včely medonosné, jež jsou používané hlavně v době květu řepky olejky v souvislosti s poškozeními a úhyny nemalého počtu včelstev.

Předmětem mé diplomové práce bylo pokusně ověřit atraktivnost jednotlivých variant řepky olejky a slunečnice roční ošetřenými různými účinnými látkami pesticidů a ověřit atraktivnost pro opylovače jednotlivých odrůd řepky olejky a slunečnice roční. Dalším úkolem bylo zjistit, zda nedochází při postřiku ke změnám těkavých látek v květech řepky ozimé.

Svou diplomovou prací jsem tak přispěla výzkumu, který probíhá na Katedře ochrany rostlin, ČZU v Praze pod vedením Ing. Jana Kazdy, CSc.

2 VĚDECKÁ HYPOTÉZA A CÍL PRÁCE

Cílem této diplomové práce je získat poznatky na odrůdových a pesticidních pokusech s ozimou řepkou, jarní řepkou a slunečnicí roční o faktorech ovlivňující návštěvnost včel medonosných a čmeláků během květu. Dalším cílem je ověřit možné působení pesticidů na změnu těkavých látek v květech řepky ozimé.

Vědecké hypotézy:

1. Včely medonosné preferují různé odrůdy řepky ozimé a řepky jarní.
2. Včely medonosné v řepce ozimé a jarní preferují po aplikaci přípravků na ochranu rostlin různé varianty.
3. Čmeláci preferují různé odrůdy slunečnice roční.
4. Čmeláci ve slunečnici roční preferují po aplikaci přípravků na ochranu rostlin různé varianty.
5. Aplikace přípravků na ochranu rostlin v řepce ozimé mění složení těkavých látek v květech.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Brukev řepka olejka - *Brassica napus* L. convar. *napus*

3.1.1 Biologická charakteristika

Brukev řepka olejka (*Brassica napus* L. convar. *napus*) patří do čeledi brukvovitých (Brassicaceae) a pravděpodobně vznikla v oblasti středomořského genového centra (Baranyk a kol., 2005). Podle Baranyka a kol. (2010) vznikl druh (*B. napus* L.) patrně zpětným křížením brukve řepáku (*B. rapa* L.) a brukve zelné (*B. oleracea* L.).

Řepka olejka je jednou z nejvýznamnějších olejnin a zasahuje do celé oblasti mírného pásma, kde se stala jednou z nejznámějších olejnin (Baranyk, 2007). Můžeme ji však najít i v pásu subtropickém. Řepku lze pěstovat ve dvou typech. Jarní typ, který ve světě převládá a typ ozimý, který je podstatně méně rozšířen. Ozimý typ je nutné nechat přejít mrazem za krátkého dne, aby zde proběhla jarovizace a došlo k založení květů a dospěla tak do reprodukční fáze. Jarní typ jarovizaci nevyžaduje (Alpmann a kol., 2009). Pěstování ozimého typu převládá v západní a střední Evropě (Habekotté, 1996). Ozimý typ řepky v těchto podmínkách potřebuje vegetační dobu až 300-340 dnů (Baranyk a kol., 2007). Jarní typ řepky má vegetační dobu kratší (Alpmann a kol., 2009).

Řepka ozimá je dlouhodobní rostlina, pro jejíž jarovizaci je vhodný krátký den. Vytváří mohutný kulový hlavní kořen a velké množství kořenů postranních (Baranyk, 2005). Tvorba kořenového systému a příznivý poměr mezi nadzemní a podzemní hmotou pozitivně ovlivňuje zimovzdornost, odolnost proti suchu, stabilitu porostu a tvorbu výnosu (Baranyk, 2007). Hloubka zakořenění se pohybuje v rozmezí 110 až 170 centimetrů (Alpmann a kol., 2009).

Řepka vytváří hroznovité květenství odkvétající zespoda nahoru (Alpmann a kol., 2009). Květy jsou tvořeny čtyřmi žlutými korunními plátky. Barva květů je geneticky podmíněna (Baranyk a kol., 2007). Každý květ je oboupohlavní a skládá se ze čtyř kališních a čtyř do kříže postavených okvětních plátků. Začátek kvetení se ukazuje dva dny před vlastním otevřením květů, květy uvadají třetí den (Alpmann a kol., 2009).

Řepka je fakultativně cizosprašná. Vliv na oplození rostliny má samosprašnost a cizosprašnost 80:20 % (Alpmann a kol., 2009). Cizosprašnost, čili opylení rostliny cizím

pylem stejného druhu rostlin, se děje hlavně pomocí hmyzu a v malé míře i díky větru. Opylení rostliny větrem je závislé na klimatických podmínkách v době květu řepky a také na rozloze, na které je pěstována (Fábry a kol., 1992).

Plodem řepky jsou 5-10 cm dlouhé šešule obsahující 15-20 kulovitých semen (Baranyk a kol., 2007).

3.1.2 Typy odrůd řepky olejký

Současnou odrůdovou skladbu řepky ozimé tvoří pět skupin: liniové odrůdy, pylově fertlní (restaurované) hybridy, pylově sterilní hybridy (sdružené odrůdy), tříliniové hybridy a topcross hybridy. Odrůdovou skladbu řepky jarní tvoří liniové odrůdy a pylově fertlní hybridy (Baranyk a kol., 2015).

Základním trendem ve vývoji odrůdové skladby je stále se zvyšující podíl hybridních odrůd, který neustále stoupá v pěstitelské praxi i ve zkoušení v rámci registračního řízení (Zehnálek, 2016).

3.1.3 Šlechtění řepky olejký

Stanovený šlechtitelský cíl se nazývá ideotyp. Zahrnuje vlastnosti odrůdy (habitus, zdravotní stav, odolnost proti chorobám, odolnost proti poléhání, ranost, obsah významných antinutričních látek a jejich složení). V současnosti je ideotypů několik v závislosti na cíli, pro který by daný typ řepky měl být pěstován. Stavba květu umožňuje uplatnění heterozního efektu (Baranyk a kol., 2007).

- a) **Šlechtění liniových odrůd:** Kultivace probíhá na principu samoopylení. Využívá se řízené samosprašnosti a dihaploidních linií. Produkce dihaploidů vede k rychlejšímu ustálení vlastností (Alpmann a kol., 2009). Výnosový potenciál u nových odrůd se v posledních letech dokáže vyrovnat hybridům. Výhodou je nižší cena osiva (Baranyk a kol., 2007).
- b) **Šlechtění hybridních odrůd:** Využívá se heterozního efektu. Vzrůst výnosnosti potomků ve srovnání s výnosovým potenciálem použitých rodičů (Alpmann a kol., 2009). Hybridní odrůdy prokazují přednosti v obtížných přírodních podmínkách a realizují nejvyšší výnosy při nízkých hustotách porostu (Baranyk a kol., 2015). Do této skupiny patří

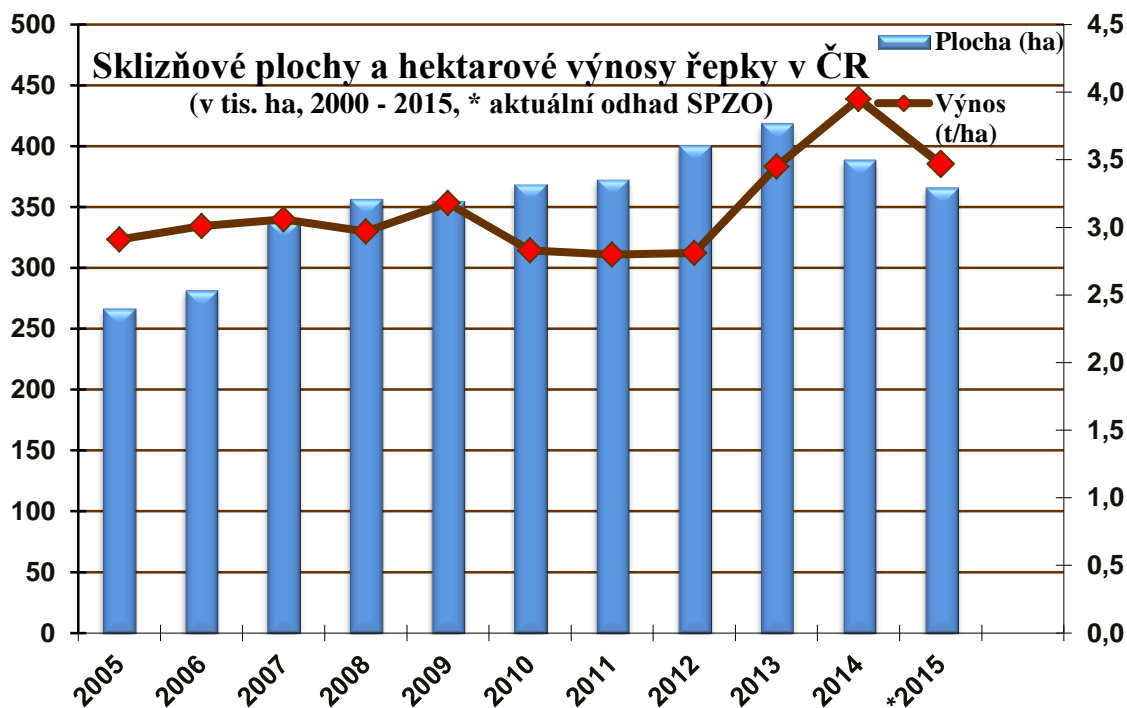
i některé speciální podkategorie jako např.: polotrpasličí odrůdy, hybridy tolerantní k *Plasmodiophora brassicae*, hybridy s odolností k imazamoxu vhodné do technologie Clearfield, hybridy se změnou stavbou mastných kyselin (Baranyk, 2015). Trvalým šlechtitelským cílem je především šlechtění na původce onemocnění, které způsobuje (*Plasmodiophora brassicae*, *Phoma lingam*, *Sclerotinia sclerotiorum*). Proti škůdcům je šlechtění komplikovanější. Dalším typem hybridního šlechtění je šlechtění na zvýšení zimovzdornosti a nepukavost šesulí (Baranyk a kol., 2007).

- c) **Využití biotechnologických metod ve šlechtění řepky:** Do těchto metod se zařazuje genetická manipulace s geny rezistence, kdy se výsledná odrůda stává tolerantní k totálním herbicidům a některým chorobám tzv. GMO odrůdy (Baranyk a kol., 2007).

Největší rozšíření mají v současnosti odrůdy, které jsou plastické, tím pádem vhodné do všech oblastí pěstování (Bečka, 2007). Zřejmý je i posun k diverzifikaci odrůdové skladby, která se stává stále pestřejší. Podíl hybridních odrůd byl v České republice v roce 2015 průměrně na 83% všech ploch řepky (Baranyk a kol., 2015).

3.1.4 Vývoj ploch a výnosů řepky v ČR

Graf 1. Sklizňové plochy a výnosy řepky.



Zdroj: ČSÚ, 2015

Nejdůležitější olejinou a druhou nejvýznamnější plodinou našeho zemědělství je po pšenici ozimé řepka ozimá. Dle grafu číslo 1 byla v roce 2015 ozimá řepka sklizena z plochy cca 360 000 ha s průměrným výnosem 3,47 t/ha. Přestože oproti rekordnímu roku 2014 s produkcí 1,5 milionu tun při výnosu 4,05 t/ha došlo k poklesu, řadí se rok 2015 s produkcí 1,25 milionu tun k neúspěšnějším. Peněžně lze ocenit loňskou sklizeň ozimé řepky částkou cca 12 miliard korun (Zehnálek, 2016).

3.2 Slunečnice roční – *Helianthus annuus L.*

Slunečnice nepatří v České republice k plodinám s nejvyšším hospodářským významem. Jako olejnina nachází významné uplatnění především v nejteplejších oblastech, kde je rizikové pěstování řepky (Málek a kol., 2013).

3.2.1 **Biologická charakteristika**

Kulturní forma slunečnice pochází ze Střední Ameriky (Kováčik, 1993). První zmínky o její domestikaci se datují do let 2300 př. n. l., kdy ji Inkové používali jako vypočtení svého boha slunce. Do Evropy byly první nažky dovezeny v 16. století (Málek a kol., 2013).

Slunečnice roční *Helianthus annuus* L. patří do čeledi hvězdnicovitých (Asteraceae). Kulturní typ *Helianthus annuus* L. patří do sekce Annuí (Málek, 2005).

Slunečnice je plodinou teplé části mírného pásma, je rostlinou teplomilnou a suchovzdornou (Kováčik, 1993).

Slunečnice jako kulturní druh *Helianthus annuus* L. byl postupně prošlechtěn do několika forem. První formou je forma semenná, do které spadá celosvětově nejrozšířenější olejný typ. Z olejného typu se získává kvalitní olej, který se uplatňuje nejen v potravinářství. Vedlejší surovinou jsou pokrutiny a extrahované šroty. Dalším typem je typ cukrářský, jehož nažky se využívají především jako pochutina pro přímý konzum. Charakterizuje ho nižší obsah oleje a zvýšený obsah bílkovin a cukrů. Druhou formou je forma silážní, která měla význam v dřívějších dobách, kdy se používala jako krmivo pro hospodářská zvířata. Lodyha může dosahovat až 5m. V ČR se v současné době nepěstuje. Poslední formou je forma okrasná, která se využívá ve floristice a zahradnictví. U této formy se rozeznávají dva typy: ornamentální a plnokvětý (Málek a kol., 2013).

Kořenový systém je dobře vyvinutý a rozvětvený. Proniká do hloubky 2-3m. Většina tenčích kořenů se vyskytuje v hloubce 20-30 cm (Kováčik, 1993). Kořeny slunečnice produkují velké množství kořenových výměšků, které způsobují půdní únavu. Mohutná bylinná lodyha, u báze povrchově zdřevnatělá, nese květní úbor. Jeho průměr je 5-75cm. Slunečnice vytváří dva typy květů. Bezpohlavní jazykovité, které vyrůstají na obvodu úboru. Počet se pohybuje mezi 30-70. Barvu mají především žlutou, jsou sterilní, nemají žádné prašníky a pestíky jsou zakrnělé. Jejich funkce je především k lákání opylujícího hmyzu. Druhým typem květů jsou květy oboupohlavní (trubkovité). Nachází se ve středu úboru a je jich 500-3000. Zde dochází k opylení hmyzem. Slunečnice je výrazně hmyzosnubná rostlina (Málek a kol., 2013).

3.2.2 **Typy odrůd slunečnice roční**

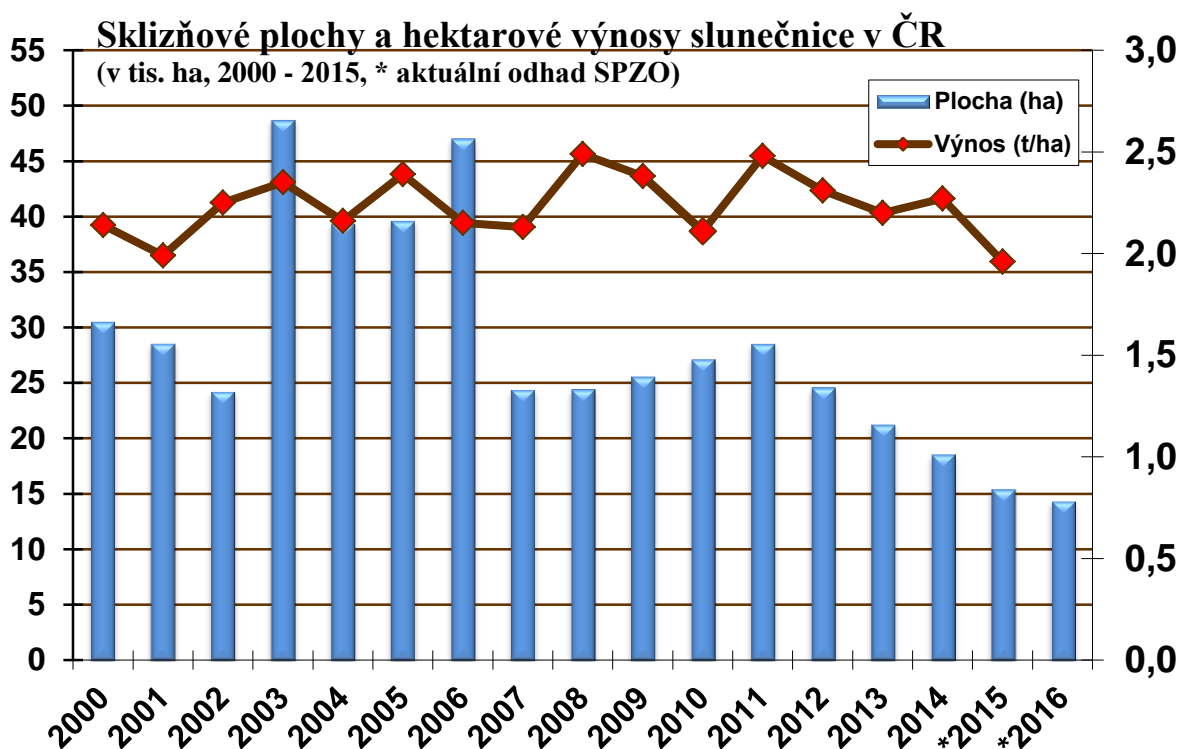
V současné době je v České republice registrováno 25 odrůd slunečnice a dalších 28 je v řízení o registraci. Odrůdová skladba slunečnice by se dala charakterizovat podle šetření

Svazu pěstitelů a zpracovatelů olejnin. V roce 2014 byly na 95,4% výměry pěstovány odrůdy vhodné pro zpracování na olej. Na 1% výměry byly pěstovány odrůdy typu high oleic se zvýšeným podílem kyseliny olejové (HO), které jsou vhodnější pro tepelnou kuchyňskou úpravu. Na 3,6% plochy se pěstovaly krmné typy odrůd určené pro ptactvo. Plochy určené k pěstování krmného typu trvale klesají. Je to dáno především větší rizikovostí při pěstování a malým rozdílem nákupní ceny a celkově nižší výnosovou úrovní u nás nabízených hybridů (Svobodová, 2015).

V současné době se k pěstování využívá pouze hybridů. Hlavní pěstitelskou výhodou hybridů je jejich vysoká výkonnost. Hybridy však mají vyšší nároky na prostředí a nižší adaptabilitu. Šlechtění nových odrůd se zaměřuje především na výnos, obsah oleje a jeho složení, toleranci k suchu popřípadě chladu, odolnost k poléhání a na odolnost k hospodářsky významným houbovým chorobám (Málek a kol., 2013).

3.2.3 Vývoj ploch a výnosů slunečnice roční v ČR

Graf 2. Vývoj ploch a výnosů slunečnice.



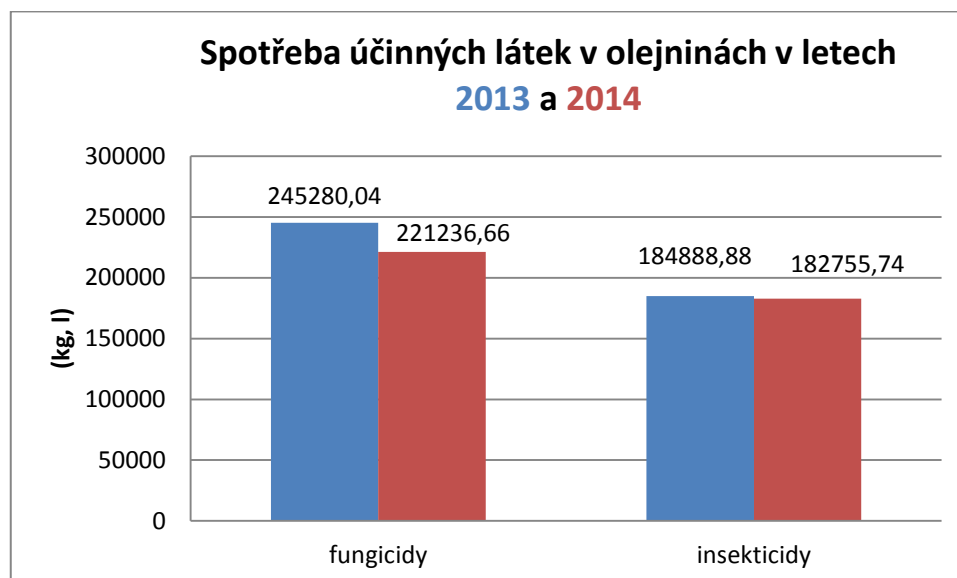
Zdroj: ČSÚ, 2015

Z grafu číslo 2 vyplývá, že je produkce slunečnice v ČR nestabilní. Plochy mají několik let klesající charakter. Svobodová (2015) udává, že příčiny poklesu jsou ve změnách v osevních postupech současně se zvyšováním osevních ploch kukuřice pro bioplynové stanice.

3.3 Ošetření porostů řepky olejky a slunečnice roční pesticidy v době výskytu opylovačů v porostu

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský uvedl spotřebu účinných látek v České republice za rok 2014.

Graf 3. Spotřeba účinných látek v olejninách v letech 2013 a 2014.

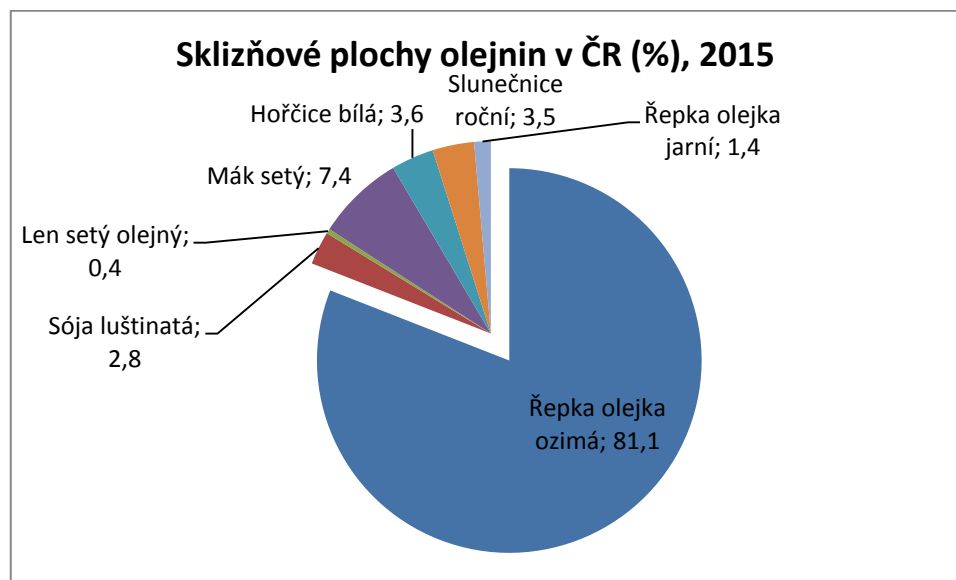


Zdroj: ÚKZÚZ, 2015

Z grafu číslo 3 je patrné, že spotřeba účinných látek meziročně mírně klesla. Hodnoty ukazují kompletní spotřebu do olejnin. Z grafu číslo 3 a číslo 4 je patrné, že v řepce, která se pěstuje na 83 % ploch, je spotřeba účinných látek nejvyšší. Může se říci, že většina z aplikovaného množství účinných látek určených do olejnin byla aplikována do řepky. Slunečnice je vzhledem ke sklizňové ploše považována za méně významnou. V porovnání s olejninami, kde je celková roční spotřeba účinných látek 1 259 792,13 (kg, l), je u obilnin roční spotřeba účinných látek 2 268 356,79 (kg, l). Celková roční spotřeba

účinných látek je u obilnin 1,6 kg, l/ha. Roční spotřeba účinných látek v olejninách je 2,7 kg, l/ha. Znamená to, že spotřeba účinných látek u olejnin je výrazně vyšší, než u obilnin.

Graf 4. Zastoupení jednotlivých druhů olejnin na celkové sklizňové ploše v ČR v roce 2015.



Zdroj: (ČSÚ, 2015)

3.4 Charakteristika skupin účinných látek pesticidů proti škůdcům a původcům chorob způsobujících škody v době květu řepky a slunečnice – v době letu včel

Běžnou součástí technologie pěstování řepky a slunečnice je ochrana proti houbovým chorobám. Mezi nejvýznamnější choroby v období květu a tvorby šešulí se řadí:

- Alternariová skvrnitost brukvovitých – původce onemocnění: *Alternaria* spp.
- Bílá hniloba řepky – původce onemocnění: *Sclerotinia sclerotiorum* (teleom.), *Sclerotium varium* (anam.)
- Fomové černání stonků řepky – původce onemocnění: *Leptosphaeria maculans* (teleom.), *Phoma lingam* (anam.)
- Šedá plísnovitost brukvovitých – původce onemocnění: *Botryotinia fuckeliana* (teleom.), *Botrytis cinerea* (anam.)
- Verticiliové vadnutí – původce onemocnění: *Verticilium dahliae*, *Verticilium longisporum*

- Plíseň brukvovitých – původce onemocnění: *Hyaloperonospora parasitica* (Kazda a kol., 2010).

Nevýznamnější škůdci řepky v průběhu jara jsou:

blýskáček řepkový (*Meligethes aeneus*), bejломorka kapustová (*Dasineura brassicae*), krytonosec šešulový (*Ceutorhynchus obstricus*), krytonosec řepkový (*Ceutorhynchus napi*), krytonosec čtyřzubý (*Ceutorhynchus pallidactylus*) (Kazda a kol., 2010).

Mezi nejvýznamnější choroby při pěstování slunečnice se řadí:

- Alternariová skvrnitost slunečnice – původce onemocnění: *Alternaria* spp.
- Bílá hniloba slunečnice – původce onemocnění: *Sclerotinia sclerotiorum* (teleom.), *Sclerotium varium* (anam)
- Černá stonková skvrnitost slunečnice – původce onemocnění: *Leptosphaeria lindquistii* (teleom.), *Phoma macdonaldii* (anam.)
- Plíseň slunečnice – původce onemocnění: *Plasmopara halstedii*
- Šedá plísnovitost slunečnice- původce onemocnění: *Botryotinia fuckeliana* (tel.), *Botrytis cinerea* (anam.) (Kazda a kol., 2010).

Nejvýznamnější škůdci slunečnice jsou:

klopuškovití (Miridae), mšice slívová (*Brachycaudus helichrysi*), mšice maková (*Aphis fabae*) a třásnokřídli (Thysanoptera) (Kazda a kol., 2010).

3.4.1 Charakteristika použitých skupin účinných látek fungicidů

Proti zmíněným chorobám je registrováno mnoho účinných látek, které se aplikují mimo jiné i v době květu řepky a slunečnice a tím mohou ovlivnit opylovače.

Účinné látky se řadí do skupin.

Quinoneoutside inhibitory (Qol fungicidy)

Různorodá skupina účinných látek je velice rozsáhlá. Působí preventivně a kurativně. Účinkují kontaktně, hloubkově a někdy i systémově. Jsou používány proti oomycetózám a dalším houbovým chorobám rostlin. Narušují proces dýchání, působí v quinovém místě (Qo) cytochromálního komplexu bc1. Jsou vysoce ohroženy rezistencí (Ackermann a Kazda 2014).

Mezi Qol fungicidy se řadí účinné látky:

- azoxystrobin
- dimoxystrobin
- pyraklostrobin
- trifloxistrobin

(Šenoldová a Lokaj, 2008).

Inhibitory biosyntézy sterolů – SBIs (skupina I – inhibitory demethylace, DMI fungicidy)

Je to velmi rozsáhlá skupina fungicidních účinných látek zahrnující triazoly, imidazoly, pyridiny a pyrimidiny. V největším rozsahu jsou používány triazoly. Účinkují preventivně, kurativně a některé také eradikativně. Působí kontaktně, hloubkově nebo systémově. Nepůsobí na patogeny třídy Oomycetes (Křížová a Lokaj, 2009). Narušují demethylaci v pozici 14 lanosterolu nebo 24 metyldihydrolanosterolu, prekurzorů tvorby sterolů u hub. (Ackermann a Kazda, 2014).

Mezi DMI fungicidy se řadí:

- prochloraz
- difenkonazol
- tebukonazol
- tetrakonazol
- cyprokonazol
- propikonazol
- prothiokonazol

(Křížová a Lokaj, 2009).

Inhibitory sukcinát dehydrogenázy (SDHI fungicidy)

Chemicky různorodá a rozsáhlá skupina fungicidních látek. Účinné látky působí proti širokému spektru houbových patogenů zemědělských plodin. Působí v procesu mitochondriálního dýchání, kde je cílovým místem enzym sukcinát dehydrogenáza (Ackermann a Kazda, 2014).

Mezi SDHI fungicidy se také zařazují účinné látky:

- boskalid
- fluopyram
- karboxin

3.4.2 Charakteristika použitých skupin účinných látek insekticidů

Obdobně jako u fungicidů i insekticidy používané proti hlavním škůdcům v době květu řepky a slunečnice, jsou rozděleny na skupiny účinných látek.

Organofosfáty

Společnými znaky organofosfátů jsou: přítomnost fosforu v molekule organické sloučeniny, inhibice cholinesterázy – působí jako nervové jedy. Při nízkých teplotách pod 15 C většinou neúčinkují dostatečně (Šenoldová a Lokaj, 2008a). Jsou toxičtější než karbamáty. Usmrcují pohyblivé jedince škůdců. Vajíčka nehubí. (Ackermann a Kazda, 2014). Důsledek působení organofosfátů je ztráta svalové koordinace, křeče a nakonec smrt hmyzu (Cremlyn et al., 1985).

Mezi organofosfáty se také řadí:

- chlorpyrifos
- chlorpyrifos – methyl
- dimethoate

Chlorpyrifos je nesystémová insekticidní účinná látka s kontaktním, požerovým a respiračním účinkem. Často je kombinována s pyretroidy (např. Nurelle D), což zvyšuje účinnost (Šenoldová a Lokaj 2008a). Rychle proniká do rostlinných pletiv, ale není systémová (Kazda, 2005).

Karbamáty

Jsou vývojově mladší než organofosfáty. Inhibují enzym acetylcholin esterázu. Mají příznivější vlastnosti než organofosfáty, protože se rozkládají rychleji. Jsou to nervové jedy. Mají příznivější toxikologické vlastnosti, působí kontaktně, některé i systémově (Šenoldová a Lokaj, 2008a). Na rozdíl od organofosfátů je poškození v prvních příznacích otravy reverzibilní. Usmrcují pohyblivé jedince (Kazda, 2005).

Mezi karbamáty se řadí účinná látka:

- pirimicarb

Pirimicarb je selektivní systémový aficid (Cremllyn et al., 1985).

Pyretroidy

Působí jako kontaktní a požerové jedy s velmi rychlým, omračujícím iniciálním efektem („knock – down“). Narušují rovnováhu mezi Na a K ionty a tím axiální vedení nervových vzruchů; vyvolávají opakované depolarizace nervových membrán. Nepronikají do pletiv, neakumulují se (Šenoldová a Lokaj, 2008b). Jejich účinnost je lepší při aplikaci za nižších teplot okolo 10 °C. Pyretroidy působí na dospělce a larvy škůdců, avšak často proti nim vznikají rezistence. Vyvolávají opakované depolarizace membrán následované křečemi. (Kazda, 2005).

Mezi pyretroidy se také řadí:

- deltamethrin
- lambda- cyhalothrin
- beta - cyfluthrin
- cypermethrin
- etofenprox
- tau - fluvalinát

(Šenoldová a Lokaj, 2008b).

Neonikotinoidy

Insekticidy odvozené od molekuly nikotinu. Tato skupina účinných látek působí na nervový systém hmyzu a způsobuje u něj ireverzibilní blokaci postsynaptických nikotinergních acetyl – cholinových receptorů (Šenoldová a Lokaj, 2008b). Způsobují rychlé ochromení hmyzu, k usmrcení dochází později. V současnosti jsou neonikotinoidy pro včely považovány za potencionálně vysoce rizikové látky. Na včely působí neurotoxicky, narušují imunitní systém včel a dávají se do souvislosti se syndromem CCD – zhroucení včelstev (Ackermann a Kazda 2014). Nevýhodou neonikotinoidů je také fakt, že kolují celou rostlinou a dostávají se tak do květů – pylu a nektaru, které slouží jako obživa pro včely. Další velkou

nevýhodou se udává vysoká chemická stabilita (až 20let), která pak vede ke kumulaci v životním prostředí a s každou aplikovanou dávkou se tak tyto látky stávají rok od roku toxičtější pro necílové organismy (Erban, 2013).

Z neonikotinoidů se také v řepce a slunečnici používá:

- acetamiprid
- thiakloprid

3.5 Působení pesticidů na opylovače

Ochrana včel před nežádoucími účinky pesticidních látek je velice obtížná. Škodlivé organismy rostlin ze skupiny živočišných škůdců se obvykle od užitečných živočichů příliš neliší, a to ani stavbou těla, ani postavením v zoologickém systému. Přitom včely medonosné jsou nejdůležitějšími opylovači pěstovaných i planě rostoucích entomofilních rostlin (Morse et al., 2000).

Změny v zemědělství způsobují zhoršení podmínek pro život včelstev. Použité moderní pesticidy způsobují chronické otravy včelstev, které na rozdíl od akutních otrav probíhají skrytě (Anonym, 2015).

Při ošetřování pesticidy dochází každoročně k otravám včel. Otrava včelstva se jeví výrazným úbytkem včel, nebo jejich úplnou ztrátou. Často jsou zasaženy létavky, které mohou hynout okamžitě v porostu (Texl a kol., 2015). Při aplikaci vysoce toxického pesticidu dochází k úhynu včel během několika minut. Zasažené včely nedonesou do úlu toxické látky, tudíž jejich zásoby potravy nejsou vysoce toxickými látkami kontaminované (Kazda, 2014).

Pro prokázání úhynu včel pesticidy je důležité podezření co nejdříve nahlásit na krajskou veterinární správu. Probíhá šetření na místě, kde je přítomen veterinář i pracovník ÚKZÚZ. Vzorky se musí zamrazit do 48 hod po aplikaci a dopravit do laboratoře. Tam se zjistí, která účinná látka byla použita (Texl a kol., 2015).

V roce 2015 bylo SVS nahlášeno 29 případů podezření na otravu v souvislosti s použitím prostředků na ochranu rostlin. Zdaleka ne všechny případy souvisely s postřiky zemědělských plodin. Ve 13 případech se jednalo o pravděpodobný individuální postřik v blízké zahrádkářské kolonii nebo o zřejmou aplikaci neznámé látky česnem přímo do úlu. V ostatních 16 případech, které se týkaly celkem 32 stanovišť, byly odebrány vzorky

a v 8 kauzách byla nalezena účinná látka/látky prostředků na ochranu rostlin ve vzorcích včel i v porostu, a SVS sdělila chovateli, že úhyn včel byl způsoben aplikací prostředků na ochranu rostlin. Ve všech těchto případech se jednalo o úhyn včel v souvislosti s postřikem řepky (Texl, 2015).

Při ochraně řepky je v dnešní době často využívána aplikace tzv. tank – mix směsí, kdy se současně aplikují dvě i více látek (insekticidy, fungicidy či kapalná hnojiva nebo pomocné látky). Tyto směsi mohou být z hlediska zdraví včel nebezpečnější než aplikace jednotlivých přípravků (Kazda, 2014).

Tabulka 1. Fungicidní účinné látky do řepky ozimé a jarní a jejich vliv na včely.

Biologická funkce	Účinná látka	Systém působení	Vliv na včely
fungicid	azoxystrobin	systemové	
fungicid	boskalid	systemové	
fungicid	cyprokonazol	systemové	
fungicid	dazomet	kontaktní	
fungicid	difenkonazol	systemové	
fungicid	dimoxystrobin	systemové	
fungicid	fluopyram	systemové	
fungicid	chlorthalonil	kontaktní	
fungicid	iprodion	kontaktní	
fungicid	karboxin	systemové	
fungicid	metkonazol	částečně systemové	
fungicid	paklobutrazol	systemové	
fungicid	pikoxystrobin	systemové	
fungicid	prochloraz	systemové	
fungicid	propiokonazol	systemové	
fungicid	prothiokonazol	systemové	
fungicid	tebukonazol	systemové	
fungicid	tetrakonazol	systemové	
fungicid	thiofanát - methyl	systemové	
fungicid	thiram	kontaktní	
	U přípravků zelené skupiny není nutné riziko při použití významně snižovat prostřednictvím ochranných opatření.		
	Skupina žlutá je zastoupena přípravky, jejichž povolení a používání je podmíněno snížením rizika prostřednictvím omezujícího opatření nebo varovné věty, avšak toto omezení je spojeno se střední mírou rizika.		

Zdroj:

http://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/

Tabulka 2. Fungicidní účinné látky do slunečnice roční a jejich vliv na včely.

Biologická funkce	Účinná látka	Působení v rostlině	Vliv na včely
fungicid	azoxystrobin	systemové	
fungicid	boskalid	systemové	
fungicid	cyprokonazol	systemové	
fungicid	difenkonazol	systemové	
fungicid	dimoxystrobin	systemové	
fungicid	iprodion	kontaktní	
fungicid	pikoxystrobin	systemové	
fungicid	prochloraz	systemové	
fungicid	propiokonazol	systemové	
fungicid	prothiokonazol	systemové	
fungicid	pyraklostrobin	kontaktní	
fungicid	tebukonazol	systemové	
fungicid	thiofanát-methyl	systemové	
fungicid	trifloxystrobin	částečně systemové	
	U přípravků zelené skupiny není nutné riziko při použití významně snižovat prostřednictvím ochranných opatření.		

Zdroj:

http://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/

Tabulky číslo 1 a 2 ukazují, že jednotlivě aplikované fungicidy nejsou pro včely zdrojem ohrožení. Většina se podle Rostlinolékařského portálu a semaforu přípravků nachází v zelené skupině.

Tabulka 3. Insekticidní účinné látky do řepky ozimé a jarní a jejich vliv na včely.

Biologická funkce	Účinná látka	Působení v rostlině	Vliv na včely
insekticid	acetamiprid	systemové	
insekticid	alfa - cypermethrin	kontaktní	*
insekticid	beta - cyfluthrin	kontaktní	
insekticid	cypermethrin	kontaktní	*
insekticid	deltamethrin	kontaktní	
insekticid	esfenvalerát	kontaktní	
insekticid	etofenprox	kontaktní	
insekticid	gama - cyhalothrin	kontaktní	
insekticid	chlorpyrifos - methyl	kontaktní	
insekticid	chorypyrifos	kontaktní	
insekticid	indoxakarb	kontaktní	
insekticid	lambda - cyhalothrin	kontaktní	
insekticid	malathion	kontaktní	
insekticid	pirimikarb	kontaktní	
insekticid	pyrmetrozin	kontaktní	
insekticid	tau - fluvalinát	kontaktní	
insekticid	thiaklopid	kontaktní	
insekticid	zeta - cypermethrin	kontaktní	
*	U přípravku dosud nebylo provedeno přehodnocení v souladu s kritérii a postupy platnými v současné době. U těchto přípravků mohou být z minulosti uvedeny některé dříve používané varovné věty, jež nejsou podle současných právních předpisů spojeny s dalšími povinnostmi při použití.		
	U přípravků zelené skupiny není nutné riziko při použití významně snižovat prostřednictvím ochranných opatření.		
	Skupina žlutá je zastoupena přípravky, jejichž povolení a používání je podmíněno snížením rizika prostřednictvím omezujícího opatření nebo varovné věty, avšak toto omezení je spojeno se střední mírou rizika.		
	Červená skupina představuje přípravky s výraznými opatřeními pro snížení rizika, jejichž nedodržení může vést k významnému ohrožení příslušné složky životního prostředí nebo zdraví lidí.		

Zdroj:

http://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/

Tabulka 4. Insekticidní účinné látky do slunečnice roční a jejich vliv na včely.

Biologická funkce	Účinná látka	Působení v rostlině	Vliv na včely
insekticid	lambda - cyhalothrin	kontaktní	
insekticid	acetamiprid	systemové	
insekticid	thiakloprid	kontaktní	
insekticid	pirimikarb	kontaktní	
	U přípravků zelené skupiny není nutné riziko při použití významně snižovat prostřednictvím ochranných opatření.		
	Červená skupina představuje přípravky s výraznými opatřeními pro snížení rizika, jejichž nedodržení může vést k významnému ohrožení příslušné složky životního prostředí nebo zdraví lidí.		

Zdroj:

http://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public

Tabulky číslo 3 a číslo 4 popisují vliv jednotlivých účinných látek na včely. Dokládají účinek neonikotinoidů, organofosfátů a dalších skupin účinných látek na včely. Kazda (2014) se domnívá, že při kombinaci fungicidů s jinými přípravky, zejména insekticidy a smáčedly hrozí zvyšování toxicity pro včely.

Organofosfáty byly dříve často používanou skupinou účinných látek insekticidů aplikovaných před či do květu řepky. Pro jejich vysokou toxicitu nejen pro včely, ale i pro ostatní skupiny organismů, byly nahrazeny méně toxickou skupinou - neonikotinoidy (Kazda, 2014).

Letální účinky neonikotinoidů jsou popsány hodnotou LD50, která udává dávku, při které 50 % včel uhynie během 48 hodin. Kromě letálních účinků mohou nízké koncentrace neonikotinoidů způsobit subletální účinky, což znamená, že přímá expozice nezpůsobí kolaps včelstva nebo smrt jednotlivce, ale mohou způsobit citlivost včelstva k dalším patogenům a nemocem (Van der Suijs et al., 2013).

Kontaktní nebo orální toxicita neonikotinoidů pro včely jistě zcela nepostačí pro komplexní analýzu rizik. Subletální účinky mohou mít na včelstvo mnohem destruktivnější účinek než toxicita akutní (Titěra a Kamler, 2013). Neonikotinoidy a jejich metabolity mohou působit synergicky spolu s fungicidy, což tisícinásobně zvyšuje jejich toxicitu. Subletální dávky neonikotinoidů mohou mít za následek poruchy letu včel, poruchy orientace, snížení

citlivosti chuti a pomalejší učení při nových úkolech, což všechno může mít vliv na schopnost najít potravu (Gajder et Paljan, 2014). Henry et al.(2012) podává v publikaci důkazy o negativním efektu neonikotinoidů na letové chování včelích dělnic.

Neonikotinoidy jsou rozpustné ve vodě, a proto se mohou vyplavit z půdy do vody a tím vstoupit do koloběhu vody (Goulson, 2013).

Důležité je uvědomit si, že ne všechny neonikotinoidy jsou pro včelu medonosnou stejně jedovaté. Skupina neonikotinoidů, které mají nitro skupinu (imidakloprid, clothianidin, thiametoxam) jsou toxicitější než acetamiprid a thiakloprid (Iwasa et al., 2004).

V současnosti se vedou neustálé diskuze o roli pesticidů jako o příčině nebo o základním faktoru zvýšených škod ve včelařství obecně, stejně jako vliv na nedávno definovaný výskyt „Syndromu hromadného vymírání včel“ (angl. Colony Collapse Disorder, CCD) (Gajder et Paljan, 2014).

Titěra a kol. (2003) ve své práci uvádějí, že významnou úlohu při otravách mohou sehrávat i kontaminované vodní zdroje. Například rosa, která se vytvoří na ošetřených rostlinách, může být pro včely nebezpečná i několik dní.

Včely mohou být ovlivněny nebezpečnými látkami i v období, kdy už se pesticidy nepoužívají, protože si shromažďují zásoby potravy pro překonání nepříznivých podmínek. Může se stát, že si včely zanesou do úlu se zdrojem potravy i toxické látky, které jsou včelstvem postupně konzumovány (Titěra a Kamler, 2013). Neonikotinoidy jsou detekovatelné v nektaru a pylu, hlavních zdrojích potravy pro hmyzí opylovače, po celou dobu kvetení rostlin (Reed et al., 2010).

Neonikotinoidy a jiné pesticidy nejsou přímou příčinou CCD, ale zvyšují stres včel, oslabují včelstva, která se tak stávají mnohem citlivější k vlivům vnějšího životního prostředí a nemocem (Gajder et Paljan, 2014).

Petr (2015) uvádí, že úbytek včelstev má na svědomí kombinace většího počtu negativních faktorů. Svou roli mohou sehrávat změny klimatu, ale i nedostatečná výživa včelstev při nadprůměrně teplých zimách v posledních letech.

3.6 Legislativa v ochraně včel

Ochrana včel je podrobněji popisována v legislativě České republiky (Krejčík, 2015).

3.6.1 Zákon o rostlinolékařské péči

Základní právní předpis, který se zabývá ochranou rostlin je zákon č. 326/2004 Sb., o rostlinolékařské péči a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů. Ochrana včel je probírána v § 51 (Krejčík, 2015).

Pokud se ošetřuje porost řepky a slunečnice v době květu, tak je povinností dodržovat vyhlášku č. 327/2012 Sb., o ochraně včel, zvěře, vodních organismů a dalších necílových organismů při použití přípravků na ochranu rostlin, ve znění pozdějších předpisů (Krejčík, 2015). Zde se dají naleznout pravidla, jimiž je potřeba se řídit při použití pesticidních přípravků na ochranu rostlin. Tato vyhláška dělí přípravky podle označení na:

- Přípravek, který je podle rozhodnutí o jeho povolení označen jako **zvlášť nebezpečný** pro včely, nesmí být aplikován na porost navštěvovaný včelami a na stromy a keře v květu, při výskytu medovice nebo mimokvětního nektaru, které navštěvují včely. Tyto přípravky se nesmí aplikovat do kvetoucích porostů řepky a slunečnice.
- Přípravek, který je podle rozhodnutí o jeho povolení označen jako **nebezpečný** pro včely, smí být aplikován na porost navštěvovaný včelami pouze po ukončení denního letu včel a to nejpozději do dvacáté třetí hodiny příslušného dne. Znamená to tedy, že aplikace do kvetoucích porostů řepky a slunečnice v brzkých ranních hodinách je zakázána.
- Přípravky **včely neohrožující** mohou být používány po schválení přípravku, kdy včely nejsou ohroženy (např. ochrana zásob, moření semen) (Pistorius, 2014).
- Přípravky na ochranu rostlin, které **nejsou nebezpečné pro včely**, jsou zařazeny mezi bezpečné i při maximálním množství nebo v nejvyšší koncentraci. Předávkování však může včely poškodit (Pistorius, 2014).

Pokud se použije přípravek označený jako nebezpečný pro včely ve směsi s jiným přípravkem, dalším prostředkem nebo hnojivem, uplatňují se při aplikaci opatření jako při použití přípravku zvlášť nebezpečného pro včely (Česko, 2004).

Podnikající fyzická nebo právnická osoba, která plánuje ošetřovat porosty přípravky, které jsou označeny jako nebezpečné nebo zvláště nebezpečné pro včely, je nucena oznámit plánovanou aplikaci přípravků místně příslušným obecním úřadům a chovatelům včel, jejichž včelstva jsou vzdálena do 5 km od pozemku. Oznámení musí být podána minimálně 48 hodin před ošetřením (Anon, 2013).

3.6.2 Integrovaná ochrana rostlin

V současné době je povinností všech profesionálních pěstitelů dodržovat zásady integrované ochrany rostlin. Součástí integrované ochrany rostlin je i požadavek na ochranu tzv. necílových organismů (Ackerman a kol., 2014).

Hlavním cílem legislativních norem je omezit nepříznivé dopady pesticidů na člověka a na životní prostředí. Směrnice 2009/128 ES uvádí také obecné zásady integrované ochrany rostlin a stanovuje pro profesionální pěstitele povinnost tyto zásady uplatňovat (Ackermann a kol., 2014). V současné době je směrnice 2009/128 ES součástí národní legislativy, v novele rostlinolékařského zákona č. 199/2012 Sb., § 5 (Krejčík, 2015).

System integrované ochrany rostlin klade důraz na zdraví rostlin při co možná nejmenším narušení zemědělských ekosystémů a podporuje mechanismy přirozené ochrany rostlin proti škodlivým organismům (Ackermann a kol., 2013).

Integrovanou ochranou rostlin se rozumí zvažování veškerých dostupných metod ochrany rostlin a integraci vhodných opatření, která potlačí rozvoj populací škodlivých organismů a udrží používání přípravků na ochranu rostlin a jiných forem zásahu na úrovních, které lze z hospodářského a ekologického hlediska odůvodnit a které snižují či minimalizují ohrožení lidského zdraví nebo životního prostředí (Ackermann a kol., 2013).

Zásady integrované ochrany rostlin jsou uvedeny ve vyhlášce č. 205/2012 Sb., v § 3 Obecné zásady integrované ochrany rostlin.

Hlavní zásady, které zmírňují negativní dopady na včely, jsou:

- Preference všech nechemických prostředků a metod před chemickými, pokud zajistí ochranu před škodlivými organismy.
- Rozhodnutí o provedení aplikace podle objektivizace rizik výskytu a prahů škodlivosti ve srovnání s výskytem škůdce na poli.

- Použití pesticidů pouze v nezbytném rozsahu.
- Výběr přípravků na ochranu rostlin selektivních k přirozeným nepřítelům s co nejmenšími vedlejšími účinky na necílové organismy.

(Ackermann a kol., 2013)

Ochrana řepky je v současné době ze všech plodin nejvíce v rozporu se systémem integrované ochrany rostlin podle platné legislativy (Volková a Kazda, 2016).

3.7 Opylovači řepky a slunečnice

3.7.1 Druhy opylovačů

Mezi významné druhy opylovačů patří především včela medonosná (*Apis mellifera*), další samotářské včely a v neposlední řadě čmeláci rodu (*Bombus*). Na světě je opylováno asi 80 % všech kvetoucích rostlin hmyzem, z toho 85 % včelami medonosnými (Tautz, 2007). Včelařství je v Evropě velmi populární a má silnou tradici (Morse, 1975).

3.7.1.1 Včela medonosná

Včely medonosné vykazují pozoruhodně malou druhovou rozmanitost. Na celém světě je známo jen devět druhů rodu *Apis*. V Asii žije osm druhů společenských včel. V Evropě a Africe žije pouze jediný druh *Apis mellifera*. Tvoří zde zeměpisná plemena, která se mohou mezi sebou křížit. Za pomoci člověka se včela medonosná rozšířila do celého světa (Tautz, 2007).

Včela medonosná žije v početných společenstvech, včelstvech. Včelstvo je z hlediska sociologického rodina, tvořená oplozenou matkou a jejími potomky - dělnicemi a trubci. Společně žijí pohromadě nejméně dvě generace včel a je mezi nimi aktivní součinnost (Veselý a kol., 2013). Trvalé společenstvo včel je charakteristické dělbou práce, společnou péčí o plod, snášením potravy a schopností přečkat zimní období (Nezbeda, 2013).

Ve vrcholném období rozvoje tvoří včelstvo jedna matka, 300 – 600 trubců, 50 000 – 60 000 dělnic, vajíčka a plod, zásoby medu a pylu a včelí dílo z vosku-plodové a medné plásty (Veselý a kol., 2013).

Včela medonosná je svou existencí závislá na kvetoucích rostlinách. Její potravou je především pyl a nektar. Pyl získávají z pyloárných rostlin a med tvoří z nektaru a medovice (Veselý a kol., 2013).

3.7.1.2 Čmeláci

Čmeláci se vyskytují v počtu asi 300 druhů na území Evropy, Asie, obou Amerik a severně od africké Sahary. V České republice je zatím zjištěno 28 druhů čmeláků (Veselý a kol., 2013). Přidal (2004) uvádí v současném přehledu čmeláků pro ČR i se Slovenskem 31 druhů. Čmeláci se liší od včel tím, že mají tělo zavalité, pokrývá ho husté ochlupení, které má pestré zbarvení. Zbarvení těl je součástí determinace rodů a druhů čmeláků (Veselý a kol., 2013).

Čmeláci dobře snášejí chladné oblasti, kde jsou nezastupitelnými opylovači, jelikož včely v chladných a horských oblastech obvykle nelétají. Čmeláky řadíme mezi hlavní opylovače ve vyšších nadmořských výškách (Goulson, 2003).

Na jaře zakládá hnízdo oplozená samička, která přezimuje zahrabaná v zemi. Na jaře skrýš opouští, hledá vhodné místo pro hnízdo, potravu a zakládá kolonii (Veselý a kol., 2013). Hnízdo si nikdy sama nehlobí (Žďárek, 2015).

V kolonii bývá několik desítek až stovek nových dělnic. Pohlavně dokonalých jedinců samečků a samic bývá několik desítek. Samečci vznikají z neoplozených vajíček matky nebo dělnic. Většina samečků čmeláků nemá dobrý zrak. Páření se oproti včelám uskutečňuje na zemi. Oplozené samičky vykrmené medem hnízdo na podzim opouští, hledají si skrýš a přečkávají zimu. Stará matka, dělnice a samečci během podzimu hynou. Některé druhy čmeláků hnízdí pod zemí, jiné nad zemí, v různých úkrytech (Žďárek, 2015).

Čmeláci jsou nepostradatelnými opylovači mnoha kulturních rostlin, jelikož mají dlouhý sosák a jazýček a dostanou se tak k nektaru dlouhých trubkovitých květů, do kterých nemají včely přístup (Veselý a kol., 2013). Hlavním zdrojem potravy pro čmeláky je slunečnice, mák, jetel luční, hořčice, svazenka v menší míře řepka. Tyto rostliny bývají pěstovány na velkých plochách (Krieg a kol., 2009).

3.7.1.3 Samotářské včely

Samotářské včely jsou předky sociálních včel. Včely samotářky tvoří druhově nejpočetnější skupinu včel. U nás žije kolem 600 druhů. Včely samotářky nemají dělnice, nýbrž jen dokonalé pohlavní formy samečky a samičky. Existují ve dvou základních formách

podle způsobu transportu pylu. Včely břichosběrné přenášejí pyl na spodní straně zadečku, zatímco druhy nohosběrné na třetím páru nohou (Ptáček, 2013).

Většina včel samotárek má jen jednu generaci do roka. Oplozená samička sama vyhledává vhodné místo ke hnízdění, staví buňky a zásobuje je potravou. Na směs pylu a nektaru položí vajíčko a buňku uzavře. Za svůj život většinou postaví maximálně několik desítek buněk a většinou uhynie dříve, nežli se z plodu vylíhnou dospělé včely (Veselý a kol., 2013).

V posledních letech je zvýšený zájem o samotářské včely v souvislosti s opylováním vojtěšky. Využívá se i načasované líhnutí do rozkvétajících ploch vojtěšky (Švamberk, 2003). I když tyto včely žijí samotářsky a skrytě, mají velký význam pro specifické opylení mnoha druhů rostlin a tím i pro udržování druhové rovnováhy v přírodě (Veselý a kol., 2013).

Jedna včela samotářka má při opylování stejný význam jako 120 včel medonosných. Vylétávají stejně jako čmeláci při teplotě 5 °C, kdy včely medonosné ještě nelétají (Gajder et Paljan, 2014).

3.7.2 Včelí pastva

Nejlepší pastvu pro včely poskytuje krajina, ve které kvete od jara až do pozdního podzimu mnoho druhů pylodárných a nektarodárných rostlin (Tautz, 2007). Ve střední Evropě roste kolem 900 druhů nektarodárných a pylodárných rostlin (Veselý a kol., 2013).

Včely v květech hledají zdroj výživy-nektar a pyl. Z nektarodárných rostlin využívají včely nektar, který přinášejí v medném váčku a tvoří z něj med. Pyl je pro včely bohatým zdrojem bílkovinné výživy (Haragsim a kol., 2013).

Na vyhledávání své obživy jsou včely dokonale přizpůsobené. Včely mají velice dobře vyvinuté určité smysly, kterými se orientují v přírodě při hledání potravy. Těmi jsou zrak a čich. Včela má čichové receptory na tykadlech. (Veselý a kol., 2013). Včelu vede ke květině čítí, které se nachází mezi čichem a chutí (Steiner, 2001).

Zrak včel se odlišuje od lidského v mnoha směrech. Každé z obou složených očí je složeno asi z 6 000 jednoduchých oček. Obraz okolí je tvořen rastrem poměrně velkých oddělených bodů. Včely nejsou barvoslepé. Mohou vidět žlutou, fialovou a barvy lidským okem neviditelné v ultrafialovém spektru (Sanford et al., 2010). Jak včely vidí barvu, je závislé především na vlnové délce světla, rychlosti letu včely. S barevným viděním souvisí i

chování včely při letu (Žďárek, 2015). Včely vidí červenou barvu jako černou, i proto je v přírodě méně červených květů (Švamberg, 2003).

Včely jsou schopny vnímat více barev na krátkovlnném konci spektra, vidí i ultrafialové světlo. Korunní lístky mnoha květů dokážou odrážet ultrafialové světlo a tím utváří pro včely vzory, které mohou včelám létavkám sloužit jako přistávací značky nebo jim napomáhají při rozlišení druhů rostlin (Tautz, 2007).

Na včely silně působí i vůně květů. Včely jsou lákány těkavými vonnými látkami (Švamberg, 2003). Vůně květů může včely lákat i z větších vzdáleností (Tautz, 2007).

3.7.3 Opylovací činnost včel

Včely patří k nejpočetnějším opylovačům krytosemenných rostlin. Opylovací činnost spočívá v přenosu pylu z prašníků na pestík. Pylová zrna jsou samčí pohlavní buňky rostlin. Po zachycení pylového zrna na blizně dojde ke klíčení pylových zrn v pylovou láčku. Ta prorůstá čnělkou až do semeníku, kde dojde k oplození tím, že samčí gamety proniknou do vajíčka (Haragsim, 2008). Kvalitní opylení má vliv i na velikostně a tvarově vyrovnanější porosty. Roste výnos z plochy a současně i jeho kvalita.

3.7.4 Vliv opylení pomocí včel na výnosy řepky a slunečnice

V prostředí České republiky se udává dostatečné zavčelení. Dle Veselého a kol.,(2013) je na km² průměrně 6 včelstev. Výhodou je i to, že je mezi obyvateli České republiky silná tradice malochovu včel. Dosahuje se tím rovnoměrného pokrytí.

Včela létá pro snůšku nektaru nebo pylu do pěti km od úlu. Při hojnosti pylodárných i nektarodárných rostlin si vybere ty lépe a blíže dostupné. Tohoto chování se využívá při přisunutí včelstev ke kulturním plodinám. Důležité je zajištění vhodného rozmístění po pozemku (Nezbeda, 2013).

Řepka ozimá reaguje na opylení včelou medonosnou velmi dobře. Je u nás jedna z nejčastěji pěstovaných kulturních rostlin a považuje se za významnou medonosnou rostlinu (Veselý a kol., 2013). Mezi různými opylovači hrají při zvyšování výnosu řepky včely významnou roli. Pomocí opylovačů lze výnos řepky zdvojnásobit. Mezi včelaři proto patří k nevýznamnějším a nejjistějším zdrojem včelí snůšky (Abrol, 2007). Veselý a kol. (2013) udává, že po přisunutí 3 až 4 včelstev k 1 ha pěstované řepky se výnos může zvýšit až o 35 %. Hlavním důvodem většího výnosu je vyšší počet nasazených šesulí po opylení.

Pylodárnost řepky je velmi vysoká a pyl je jedním z nevýznamnějších zdrojů pro rozvoj včelstev na jaře. Pylové rousky jsou citronově žlutě zbarvené (Hargasim a kol., 2013). Podle Hintermeier a (2014) patří řepka mezi rostliny, které produkují ranní typ pylu z 60-90 %.

Přistavením včelstev k honům ozimé řepky je tedy velmi účelné. Zvyšuje se tím nejen výnos semen, ale také se vyrovnává a zkracuje doba kvetení, což se pak příznivě projevuje v rovnoměrném dozrávání porostu (Fábry a kol., 1992).

Slunečnice je výrazně hmyzosnubná rostlina. K dokonalému opylení se doporučuje přísun 4-6 včelstev na 1 ha. Na slunečnicových květech mohou být někdy vidět uhynulé včely. Důsledkem uhynutí bývají pryskyřičnaté látky vylučované květy. Slunečnicový pyl je významný pro vývoj dlouhověkých zimních včel. Včely ho umisťují do oranžově žlutých rousek (Hargasim a kol., 2013). Dle Hintermeiera (2014) je barva pylu slunečnice zlatožlutá.

Titěra a Kamler (2003) uvádějí, že nejen med je vystaven reziduím pesticidů. Pyl, jako hlavní bílkovinná složka potravy opylovačů, je jednoznačně kontaminován a rozšiřován mateří kašičkou k nejmladším stádiím a tím je ovlivňován stav budoucích generací.

4 METODIKA

Sledování včel medonosných a čmeláků probíhalo u ozimé i jarní řepky a slunečnice roční. Hmyzí opylovači slunečnice a ozimé řepky byli sledováni na demonstračním a pokusném pozemku Fakulty agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů (FAPPZ) na České zemědělské univerzitě v Praze v roce 2015. Na druhé lokalitě Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského v Chrastavě byly sledovány včely medonosné i čmeláci na jarní řepce též v roce 2015. U pesticidního pokusu řepky ozimé byl ve spolupráci s VŠCHT v Praze stanoven obsah těkavých látek v květech.

4.1 Demonstrační a pokusný pozemek – Praha, Suchdol

4.1.1 Charakteristika pokusné oblasti

Demonstrační a pokusný pozemek byl založen v roce 1978. V současné době má Demonstrační pole rozlohu cca 7 ha, z toho cca 5 ha činí orná půda. Zbytek jsou trvalé kultury (sad, vinice, chmelnice, atd.), cesty a budovy.

Pokusný pozemek se nachází ve středních Čechách v okrese Praha. Spadá do výrobní oblasti řepařské, podoblasti pšeničné. Půdním typem je černozem. Nadmořská výška činí přibližně 280 m. n. m., zeměpisná délka 14°22', zeměpisná šířka 50°08'. Průměrná roční teplota vzduchu se pohybuje kolem 9 °C, průměrný roční úhrn srážek kolem 500 mm.

Dle údajů Českého svazu včelařů bylo k datu 1. 9. 2015 zaznamenáno v okrese Praha 3573 včelstev u 422 včelařů. Zavčelení v tomto okrese činí 7,2 včelstev na km².

4.1.2 Založení a vedení odrůdového pokusu řepky ozimé

Pokus byl založen 29. 8. 2014 formou maloparcelového pokusu ve 4 zcela náhodných randomizovaných blocích a probíhal na 11-ti odrůdách řepky ozimé. Každá varianta měla 4 opakování.

Do pokusu bylo zařazeno 11 odrůd řepky ozimé: Artoga, DK Explicit, DK Exquisite, DK Impression, Lohana, Rescator, Rohan, Sherpa, Sidney, SY Saveo, Witt.

Mezi hybridní odrůdy (H) zastoupené v pokusu patří: Artoga, DK Explicit, DK Exquisite, DK Impression, Rohan, Sherpa, SY Saveo.

Mezi liniové odrůdy (L) zastoupené v pokusu patří: Lohana, Rescator, Sidney, Witt.

Na jednotlivých parcelách, které měly rozměry 1,5 x 4m (6 m²), probíhalo sledování včel v době květu za účelem zjištění atraktivity jednotlivých odrůd řepky. Parcely byly sledovány do 2 m jejich délky po dobu 15 s. Počet zjištěných včel, které navštívily květy, byl zaznamenán.

Sledování včel se provádělo za vhodných podmínek pro let od počátku kvetení řepky. Měření byla zaznamenána ve dnech 24. 4., 25. 4., 27. 4., 29. 4., 4. 5., 5. 5., 8. 5., 10. 5., 11. 5., 12. 5., 18. 5. a 20. 5. v roce 2015, od počátku kvetení do ukončení kvetení všech odrůd. Proběhlo 27 měření.

Tabulka 5. Biometrické schéma odrůdového pokusu řepky ozimé v roce 2015.

3	8	4	10	9	7	11	6	1	2	5
7	6	10	5	8	1	3	2	11	4	9
5	9	1	11	7	2	4	10	6	8	3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Tabulka 6. Popis sledovaných variant.

Číslo varianty	Odrůda
1	Artoga (H)
2	DK Explicit (H)
3	DK Exquisite (H)
4	DK Impression (H)
5	Lohana (L)
6	Rescator (L)
7	Rohan (H)
8	Sherpa (H)
9	Sidney (L)
10	SY Saveo (H)
11	Witt (L)

4.1.3 Založení a vedení pesticidního pokusu řepky ozimé

Pesticidní pokus řepky ozimé byl založen 29. 8. 2014 na jednotlivých parcelách, které měly rozměry 1,5 x 4m (6 m²) na hybridní odrůdě Sherpa. Pokus byl založen ve čtyřech zcela náhodných randomizovaných blocích formou maloparcelového pokusu. Na začátku květu řepky ozimé byly pokusné parcely ošetřeny různými kombinacemi pesticidů. Pokusem se zjišťovalo, zda mají přípravky na ochranu rostlin pro včely atraktivní či repelentní účinky.

Zkoumáno bylo 7 odlišných variant použitých přípravků na ochranu rostlin, z čehož 1 byla neošetřená kontrola. Každá varianta měla 4 opakování.

Parcely byly sledovány do 2 m jejich délky po dobu 15 s. Počet zjištěných včel, které navštívily květy, byl zaznamenán. Celá pokusná plocha byla obseta stejnou odrůdou řepky ozimé v pásu 1,5 m, aby nedocházelo ke zvýhodnění určitých ploch.

Do pokusu bylo zařazeno 6 variant s přípravky na ochranu rostlin: Nurelle D, Biscaya 240 OD, Trebon OSR, Nurelle D + Propulse, Biscaya 240 OD + Pictor, Trebon OSR + Prosaro 250 EC. Dávky, ve kterých byly tyto insekticidy aplikovány, jsou zaznamenány v tabulce číslo 8.

Sledování včel se provádělo za vhodných podmínek pro let, po aplikaci přípravků na ochranu rostlin. Měření byla zaznamenána ve dnech 4. 5., 5. 5., 8. 5., 10. 5., 11. 5., 12. 5., 18. 5., 20. 5. v roce 2015, od počátku kvetení do ukončení kvetení všech odrůd. Proběhlo 17 měření. Aplikace přípravků byla provedena 5. 5. 2015.

Tabulka 7. Biometrické schéma pesticidního pokusu řepky ozimé v roce 2015.

6	3	1	4	7	2	5
3	4	6	1	2	5	7
6	5	2	1	7	3	4
1	2	3	4	5	6	7

Tabulka 8. Popis sledovaných variant.

Číslo varianty	Přípravek	Účinná látka	Dávka (l/ha)
1	Nurelle D	chlorpyrifos, cypermethrin	0,6
2	Biscaya 240 OD	thiaklopid	0,3
3	Trebon OSR	etofenprox	
4	Nurelle D + Propulse	chlorpyrifos, cypermethrin, prothiokonazol, fluopyram	0,6 + 1
5	Biscaya 240 OD+ Pictor	thiaklopid, dimoxystrobin, boskalid	0,3 + 0,5
6	Trebon OSR + Prosaro 250 EC	etofenprox, tebukonazol, prothiokonazol	0,2 + 0,75
7	Kontrola bez postřiku		

4.1.4 Založení a vedení odrůdového pokusu slunečnice roční

Pokus byl založen formou maloparcelového pokusu. Byl založen 21. 4. 2015 ve 4 zcela náhodných randomizovaných blocích a probíhal na 6-ti odrůdách slunečnice roční. Každá varianta měla 4 opakování.

Do pokusu bylo zařazeno 6 odrůd slunečnice roční: Gonzalo, Drake, Vellox, ES Biba, NK Neoma Cl, P63LE10. Všechny odrůdy patří mezi hybridy.

Na jednotlivých parcelách, které měly rozměry 2,25 x 6m (13,5 m²), probíhalo sledování včel a čmeláků v době květu za účelem zjištění atraktivity jednotlivých odrůd slunečnice roční. Parcely byly sledovány do 2 m jejich délky po dobu 15 s. Počet zjištěných čmeláků, kteří navštěvovali květy, byl zaznamenán.

Sledování čmeláků se provádělo za vhodných podmínek pro let od počátku kvetení slunečnice. Měření byla zaznamenána ve dnech 16. 7., 17. 7. v roce 2015, v plném květu všech odrůd. Proběhlo 14 měření.

Tabulka 9. Biometrické schéma odrůdového pokusu slunečnice roční v roce 2015.

3	4	1	5	6	2
5	2	6	3	1	4
4	1	5	2	3	6
1	2	3	4	5	6

Tabulka 10. Popis sledovaných variant.

Číslo varianty	Odrůda
1	Gonzalo
2	Drake
3	Vellox
4	ES Biba
5	NK Neoma Cl
6	P63LE10

4.1.5 Založení a vedení pesticidního pokusu slunečnice roční

Pesticidní pokus slunečnice roční byl založen 21. 4. 2015 na jednotlivých parcelách, které měly rozměry 2,25 x 6m (13,5 m²) na odrůdě P63LE10. Založen byl ve 3 zcela náhodných randomizovaných blocích formou maloparcelového pokusu. Na začátku květu

řepky ozimé byly pokusné parcely ošetřeny různými pesticidy. Pokusem se zjišťovalo, zda mají přípravky na ochranu rostlin pro čmeláky atraktivní či repelentní účinky.

Zkoumáno bylo 7 odlišných variant použitých přípravků na ochranu rostlin, z čehož 1 byla neošetřená kontrola. Každá varianta měla 3 opakování.

Parcely byly sledovány do 2 m jejich délky po dobu 15 s. Počet zjištěných čmeláků, kteří navštěvovali květy, byl zaznamenán.

Do pokusu bylo zařazeno 6 variant s přípravky na ochranu rostlin: Mospilan 20 SP, Decis 15 EW, Pirimor 50 WG, Bumper Super, Pictor, Sfera 535 SC. Dávky, ve kterých byly tyto pesticidy aplikovány, jsou zaznamenány v tabulce číslo 12.

Sledování čmeláků se provádělo za vhodných podmínek pro let, po aplikaci přípravků na ochranu rostlin. Měření byla zaznamenána ve dnech 10. 7., 13. 7., 16. 7., 19. 7., 21. 7. v roce 2015, v plném květu všech odrůd. Proběhlo 49 měření.

Tabulka 11. Biometrické schéma insekticidního pokusu slunečnice roční v roce 2015.

3	5	7	2	6	1	4
6	4	1	5	3	7	2
1	2	3	4	5	6	7

Tabulka 12. Popis sledovaných variant.

Číslo varianty	Přípravek	Účinná látka	Dávka
1	Kontrola bez postřiku		
2	Mospilan 20 SP	acetamiprid	150 g/ha
3	Decis 15 EW	deltamethrin	0,15 l/ha
4	Pirimor 50 WG	pirimikarb	0,5 kg/ha
5	Bumper Super	prochloraz, prothiokonazol	1 l/ha
6	Pictor	boskalid, dimoxystrobin	0,5 l/ha
7	Sfera 535 SC	cyprokonazol, trifloxystrobin	0,4 l/ha

4.2 Zkušební a pokusná stanice ÚKZÚZ – Chrastava

4.2.1 Charakteristika pokusného místa Chrastava

Zkušební stanice Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského v Chrastavě se nachází v Libereckém kraji. Pokusná lokalita je v nadmořské výšce 350 m n. m. Spadá do výrobní oblasti – bramborářské. Půdním typem je dle FAO hnědozem luvizemní a půdní druh je písčitohlinitá půda (střední). Tato lokalita se vyznačuje průměrným úhrnem srážek okolo 738 mm. Průměrná roční teplota vzduchu je v rozmezí 7,5 – 9,1 °C. Zeměpisná délka je 14°58', zeměpisná šířka 50°49'.

Dle údajů Českého svazu včelařů bylo k datu 1. 9. 2015 zaznamenáno v okrese Liberec 6503 včelstev u 709 včelařů. Zavčelení v tomto okrese činí 6,6 včelstev na km².

4.2.2 Založení a vedení odrůdového pokusu jarní řepky

Na zkušební stanici Chrastava byl založen pokus s jarní řepkou formou maloparcelového pokusu ve 3 zcela náhodných randomizovaných blocích. Pokus probíhal na 7 odrůdách řepky jarní. Každá varianta měla 3 opakování. Celá pokusná plocha byla obseta jarní řepkou v pásu 2 m, aby nedocházelo ke zvýhodnění pokusných ploch.

Do pokusu bylo zařazeno 7 odrůd řepky jarní: Larissa, Sázava, Cleopatra, DLE 1313, Osorno, Mirakel, Doktrin.

Mezi hybridní odrůdy (H) zařazené do odrůdového pokusu patří: DLE 1313, Osorno, Mirakel, Doktrin.

Mezi liniové odrůdy (L) zařazené do pokusu patří: Larissa, Sázava, Cleopatra.

Na jednotlivých parcelách, které měly rozměry 1,25 x 8m (10 m²), probíhalo sledování včel v době květu za účelem zjištění atraktivity jednotlivých odrůd jarní řepky. Parcely byly vizuálně sledovány do 2 m jejich délky po dobu 15 s. Počet zjištěných včel, které navštívily květy, byl zaznamenán.

Sledování včel medonosných se provádělo za vhodných podmínek pro let od počátku kvetení řepky. Měření byla zaznamenána ve dnech 11. 6. a 25. 6. v roce 2015, v plném květu všech odrůd. Proběhlo celkem 35 měření.

Tabulka 13. Biometrické schéma odrůdového pokusu jarní řepky v roce 2015.

1	4	3	2	5	6	7
2	3	4	1	7	5	6
3	2	1	4	6	7	5

Tabulka 14. Popis sledovaných variant.

Číslo varianty	Odrůda
1	Larissa (L)
2	Sázava (L)
3	Cleopatra (L)
4	DLE 1313 (H)
5	Osorno (H)
6	Mirakel (H)
7	Doktrin (H)

4.3 Změna těkavých látek v květech řepky ozimé

Na pesticidním pokusu řepky ozimé byly 8. 5. 2015, tři dny po postřiku pesticidy odebrány květy. Vzorky byly odebrány po 200g z každé parcely viz kapitola 4.1.3. Vzorky byly zmrazeny v -18°C a dopraveny do laboratoře VŠCHT - Ústavu analýzy potravin a výživy. Ve spolupráci s VŠCHT v Praze, s týmem prof. Ing. Jany Hajšlové, CSc. byl stanoven obsah těkavých látek těsně nad květy.

Jako vhodná metoda byla pro porovnání zvolena technika mikroextrakce na tuhou fázi ve variantě headspace (HS-SPME), která slouží k zachycení těkavých látek v prostoru nad vzorkem. Ze vzorku bylo odebráno vždy 0,5g květů do 10 ml vialky pro headspace analýzu. Sloučeniny emitované vzorky řepky byly po dobu 10 minut (40°C) sorbovány na vlákno pro automatickou SPME s fází PDMS/CX/DVB (30/50 μm). Následně byly zachycené sloučeniny tepelně desorbovány v nástřikovém prostoru plynového chromatografu vybaveného hmotnostně spektrometrickým detektorem s analyzátozem doby letu s vysokým rozlišením (GC HRTOF MS). Pro vyhodnocení, respektive identifikaci složek vzorku byl použit software ChromaTOF for HRT (Hradecký, 2015).

Biometrický plán pokusu a popis variant je uveden v kapitole 4.1.3. v tabulce číslo 7 a 8.

5 VÝSLEDKY

5.1 Výsledky sledování opylovačů

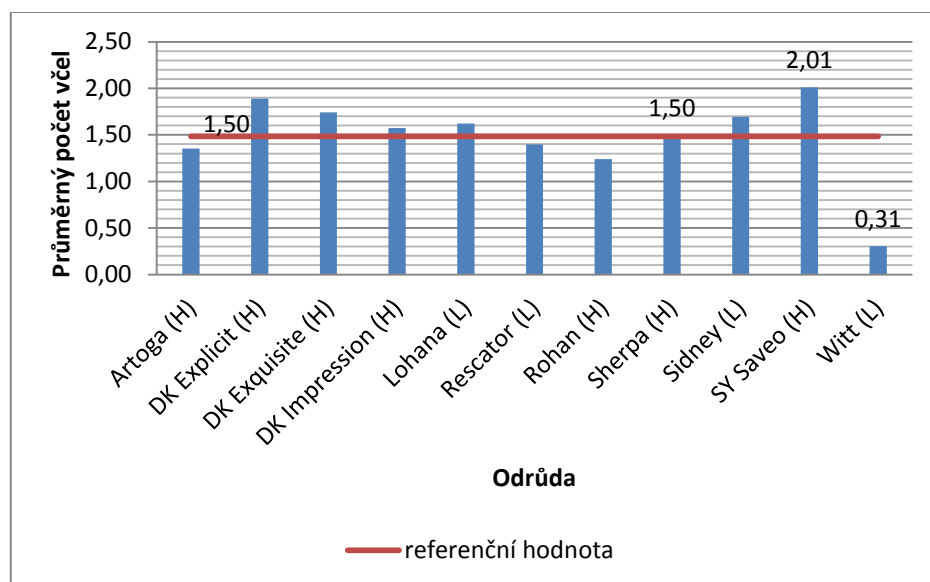
5.1.1 Vliv odrůd řepky ozimé na návštěvnost včel medonosných

Na demonstračním pozemku ČZU v Praze byly sledovány a počítány včely medonosné na jedenácti odrůdách (hybridech a liniích) řepky ozimé. Sledováním distribuce včel byla zjišťována atraktivita jednotlivých odrůd.

Graf číslo 5 udává průměrný počet včel na jednotlivých odrůdách. Referenční hodnota odpovídá průměrnému počtu včel ze všech odrůd. Referenční hodnota je v grafu vyznačena červeně.

Nadprůměrný počet včel se objevoval především na hybridních odrůdách DK Explicit, DK Exquisite, Sidney a SY Saveo. Průměrný počet včel na odrůdách DK Impression a Sherpa byl srovnatelný s průměrnou návštěvou včel. Podprůměrný počet včel byl zjištěn na odrůdách Artoga, Rescator, Rohan a Witt. Nejvyšší průměrnou návštěvnost včel měla hybridní odrůda SY Saveo a nejnižší liniiová odrůda Witt.

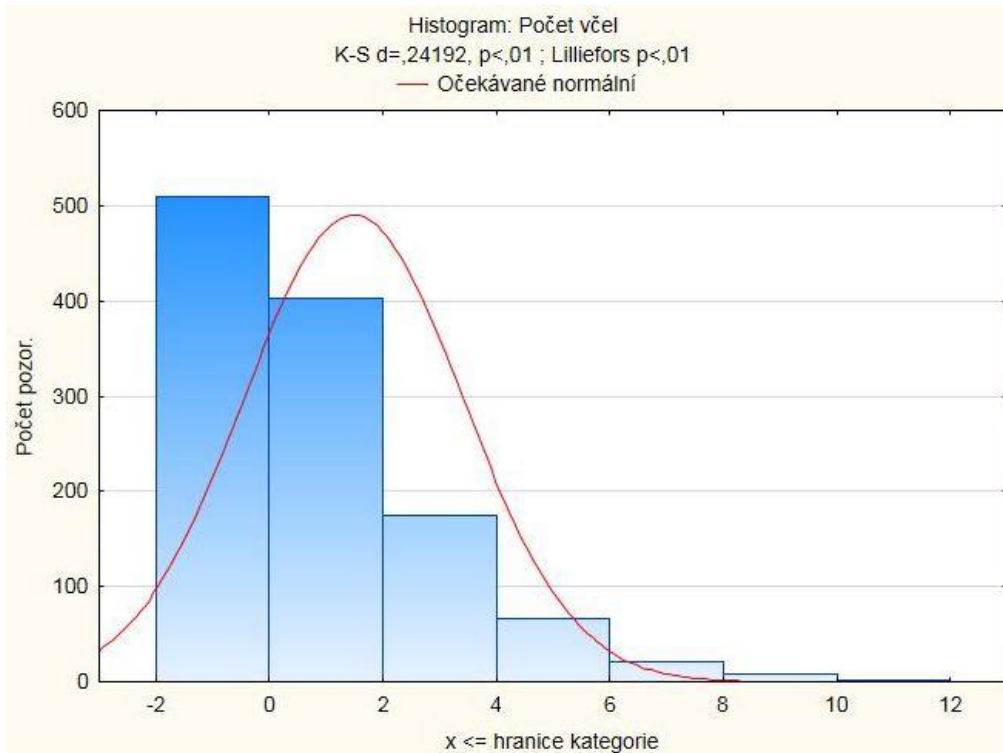
Graf 5. Průměrný počet včel na odrůdovém pokusu řepky ozimé.



Výsledky počtů včel na odrůdách řepky ozimé na demonstračním pozemku ČZU byly vyhodnoceny v programu STATISTICA 12. Graf číslo 6 znázorňuje výstup testování

normálního rozdělení na hladině významnosti 95 %. Na základě testu bylo zjištěno, že neodpovídá normálnímu rozdělení.

Graf 6. Test normálního rozdělení dat – počtu včel na odrůdovém pokusu řepky ozimé.



Na základě testování normality bylo zjištěno, že data neodpovídají normálnímu rozdělení, bylo pokračováno Kruskal- Wallisovým neparametrickým testem na hladině významnosti 95%, který je popsán v tabulkách číslo 15 a 16.

Tabulka 15. Kruskal-Wallisova ANOVA, neparametrický test.

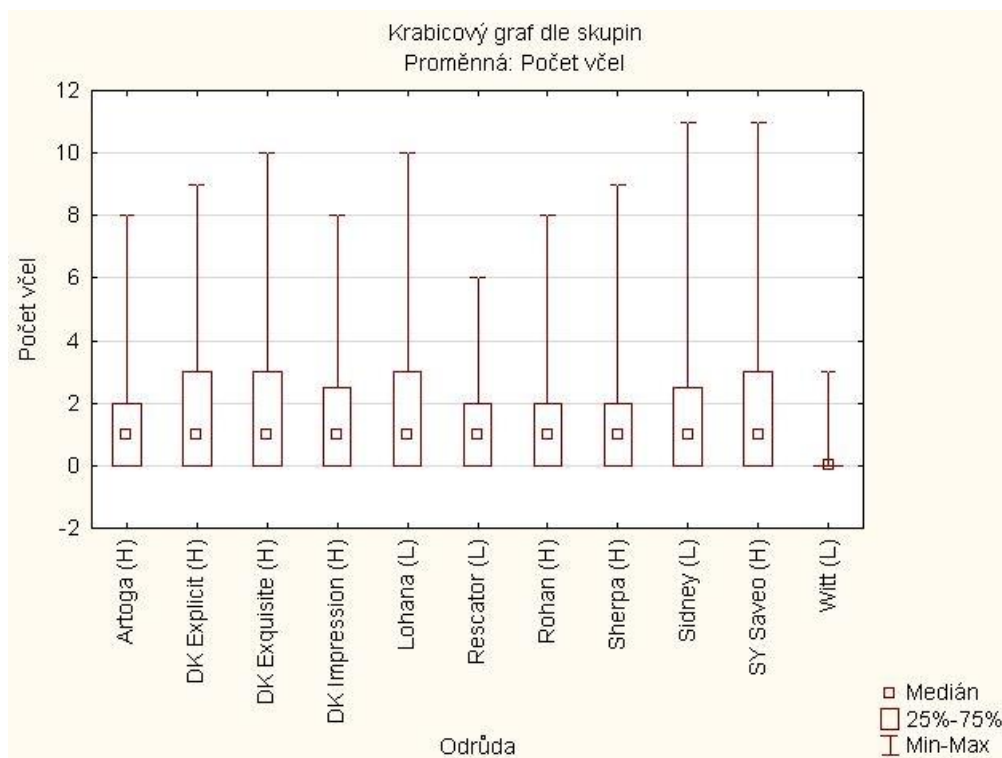
Závislá: Počet včel	Kruskal-Wallisova ANOVA založ. na poř.; Počet včel Nezávislá (grupovací) proměnná : Odrůdy Kruskal-Wallisův test: $H(10, N=1188) = 76,03038$ $p = ,0000$			
	Kód	Počet platných	Součet pořadí	Prům. Pořadí
Artoga (H)	101	108	63684,50	589,6713
DK Explicit (H)	102	108	69705,50	645,4213
DK Exquisite (H)	103	108	66096,50	612,0046
DK Impression (H)	104	108	67003,00	620,3981
Lohana (L)	105	108	70012,50	648,2639
Rescator (L)	106	108	66134,00	612,3519
Rohan (H)	107	108	62495,50	578,6620
Sherpa (H)	108	108	63540,00	588,3333
Sidney (L)	109	108	63724,50	590,0417
SY Saveo (H)	110	108	75494,00	699,0185
Witt (L)	111	108	38376,00	355,3333

Tabulka 16. Mediánový test – část Kruskal-Wallisova testu.

Závislá: Počet včel	Mediánový test, celk. medián = 1,0000; Počet včel Nezávislá (grupovací) proměnná : Odrůda Chi-Kvadr. = 59,25037 $sv = 10$ $p = ,0000$					
	Artoga (H)	DK Explicit (H)	DK Exquisite (H)	DK Impression (H)	Lohana (L)	Rescator (L)
<= Medián: pozorov.	69,0000	58,0000	65,0000	64,0000	66,0000	64,0000
očekáv.	69,4545	69,4545	69,4545	69,4545	69,4545	69,4545
poz.-oč.	-0,4546	-11,4545	-4,4545	-5,4545	-3,4545	-5,4545
> Medián: pozorov.	39,0000	50,0000	43,0000	44,0000	42,0000	44,0000
očekáv.	38,5455	38,5455	38,5455	38,5455	38,5455	38,5455
poz.-oč.	0,4545	11,4545	4,4545	5,4545	3,4545	5,4545
Celkem: oček.	108,0000	108,0000	108,0000	108,0000	108,0000	108,0000

Závislá: Počet včel	Mediánový test, celk. medián = 1,0000; Počet včel Nezávislá (grupovací) proměnná : Odrůda Chi-Kvadr. = 59,25037 sv = 10 p = ,0000					
	Rohan (H)	Sherpa (H)	Sidney (L)	SY Saveo (H)	Witt (L)	Celkem
<= Medián: pozorov.	76,0000	69,0000	73,0000	58,0000	102,0000	764,000
očekáv.	69,4545	69,4545	69,4545	69,4545	69,4545	
poz.-oč.	6,5455	-0,4545	3,5455	-11,4545	32,5455	
> Medián: pozorov.	32,0000	39,0000	35,0000	50,0000	6,0000	424,000
očekáv.	38,5455	38,5455	38,5455	38,5455	38,5455	
poz.-oč.	-6,5455	0,4545	-3,4555	11,4545	-32,5455	
Celkem: oček.	108,0000	108,0000	108,0000	108,0000	108,0000	1188,000

Graf 7. Krabicový graf z Kruskal-Wallisova testu.



Tabulka 17. Výsledné hodnocení Kruskal-Wallisova testu.

Závislá: Počet včel	Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); Počet včel Nezávislá (grupovací) proměnná : Odrůdy Kruskal-Wallisův test: $H(5, N=864) = 85,21846$ $p = 0,0000$					
	Artoga (H) R:589,67	DK Explicit (H) R:645,42	DK Exquisite (H) R:612,00	DK Impression (H) R:620,40	Lohana (L) R:648,26	Rescator (L) R:612,35
Artoga (H)		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
DK Explicit (H)	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
DK Exquisite (H)	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000
DK Impression (H)	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000
Lohana (L)	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000
Rescator (L)	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	
Rohan (H)	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
Sherpa (H)	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
Sidney (L)	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
SY Saveo (H)	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
Witt (L)	0,000029	0,000000	0,000002	0,000001	0,000000	0,000002

Závislá: Počet včel	Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); Počet včel Nezávislá (grupovací) proměnná : Odrůdy Kruskal-Wallisův test: $H(5, N=864) = 85,21846$ $p = 0,0000$				
	Rohan (H) R:578,66	Sherpa (H) R:588,33	Sidney (L) R:590,04	SY Saveo (H) R:699,02	Witt (L) R:355,33
Artoga (H)	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000029
DK Explicit (H)	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000000
DK Exquisite (H)	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000002
DK Impression (H)	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000001
Lohana (L)	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000000
Rescator (L)	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000002
Rohan (H)		1,000000	1,000000	0,546792	0,000095
Sherpa (H)	1,000000		1,000000	0,976476	0,000033
Sidney (L)	1,000000	1,000000		1,000000	0,000027
SY Saveo (H)	0,546792	0,976476	1,000000		0,000000
Witt (L)	0,000095	0,000033	0,000027	0,000000	

Na základě Kruskal-Wallisova testu lze říci, že statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti 95 % je mezi odrůdou Witt a ostatními deseti odrůdami. Vše dokládá graf číslo 7

a tabulka číslo 17. Největší, statisticky průkazný rozdíl je mezi liniovou odrůdou Witt a hybridní odrůdou SY Saveo, kdy největší návštěvnost včel byla na hybridní odrůdě SY Saveo.

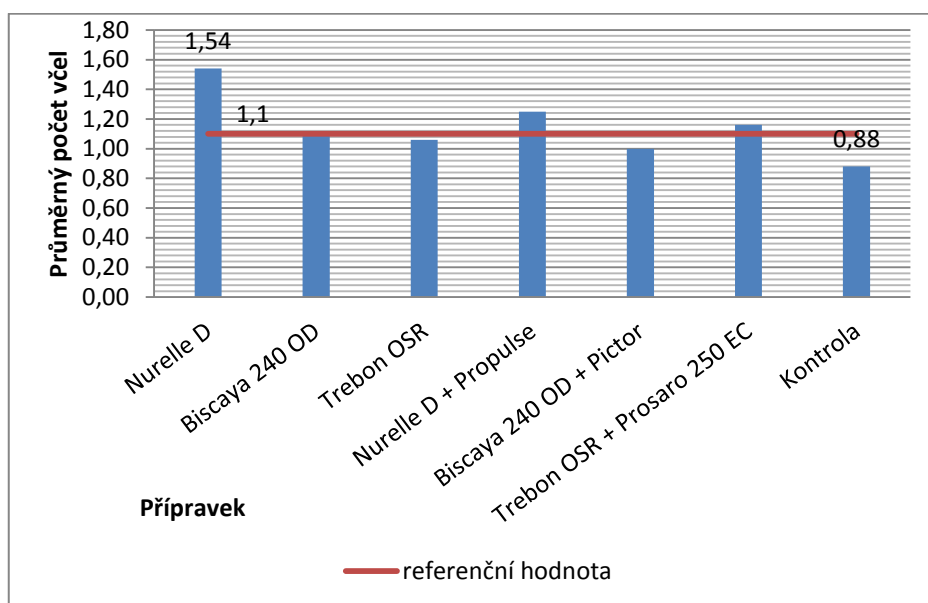
5.1.2 Vliv pesticidního ošetření řepky ozimé na návštěvnost včel medonosných

Na demonstračním pozemku ČZU v Praze byly sledovány a počítány včely medonosné na sedmi variantách ošetřených různými pesticidy. Sledováním distribuce včel byla zjišťována atraktivita jednotlivých variant po postřiku.

Graf číslo 8 udává průměrný počet včel na jednotlivých variantách. Referenční hodnota odpovídá průměrnému počtu včel ze všech variant. Referenční hodnota je v grafu vyznačena červeně.

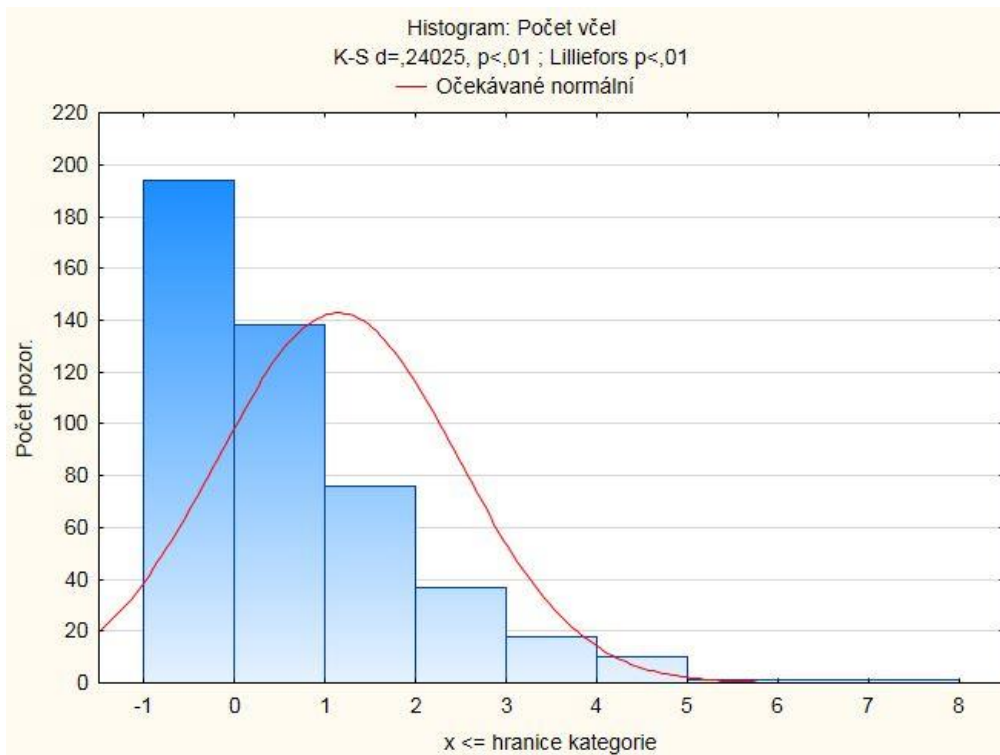
Nadprůměrný počet včel se objevoval především na variantě po aplikaci přípravku Nurelle D. Průměrný počet včel byl téměř dosažen na variantách po aplikaci přípravků Biscaya 240 OD, Trebon OSR a kombinaci Biscaya 240 OD + Pictor. Podprůměrný počet včel byl zjištěn na kontrolní variantě.

Graf 8. Průměrný počet včel na pesticidním pokusu řepky ozimé.



Výsledky počtů včel na jednotlivých variantách pesticidního pokusu řepky ozimé na demonstračním pozemku ČZU byly vyhodnoceny v programu STATISTICA 12. Graf číslo 9 znázorňuje výstup testování normálního rozdělení na hladině významnosti 95 %. Na základě testu bylo zjištěno, že neodpovídá normálnímu rozdělení.

Graf 9. Test normálního rozdělení dat – počtu včel na pesticidním pokusu řepky ozimé.



Na základě testování normality bylo zjištěno, že data neodpovídají normálnímu rozdělení. Následně bylo pokračováno Kruskal- Wallisovým neparametrickým testem na hladině významnosti 95%, který je popsán v tabulkách číslo 18 a 19.

Tabulka 18. Kruskal-Wallisova ANOVA, neparametrický test.

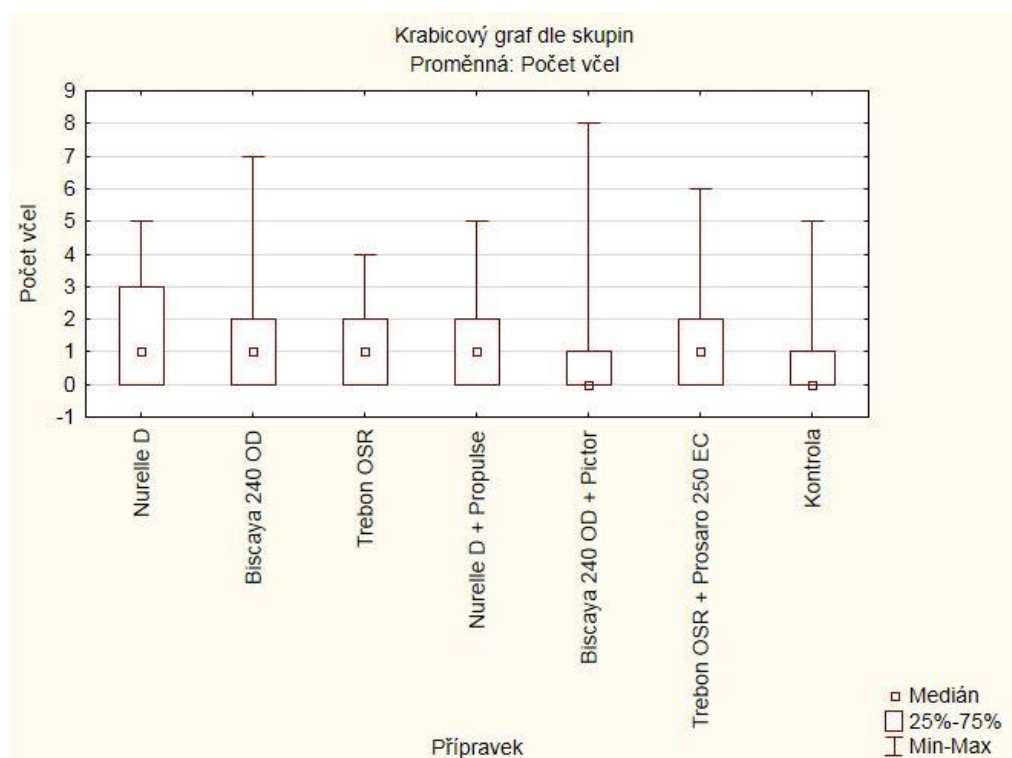
Závislá: Počet včel	Kruskal-Wallisova ANOVA založ. na poř.; Počet včel Nezávislá (grupovací) proměnná : Přípravek Kruskal-Wallisův test: $H(6, N=476) = 12,98519$ $p = 0,0433$			
	Kód	Počet platných	Součet pořadí	Prům. Pořadí
Nurelle D	101	68	18611,50	273,6985
Biscaya 240 OD	102	68	16480,00	242,3529
Trebon OSR	103	68	16657,00	244,9559
Nurelle D + Propulse	104	68	16774,00	246,6765
Biscaya 240 OD + Pictor	105	68	14501,50	213,2574
Trebon OSR + Prosaro 240 EC	106	68	16661,00	245,0147
Kontrola	107	68	13841,00	203,5441

Tabulka 19. Mediánový test – součást Kruskal-Wallisova testu.

Závislá: Počet včel	Mediánový test, celk. medián = 1,0000; Počet včel Nezávislá (grupovací) proměnná : Přípravek Chi-Kvadr. = 9,737450 $sv = 6$ $p = 0,1362$					
	Nurelle D	Biscaya 240 OD	Trebon OSR	Nurelle D + Propulse	Biscaya 240 OD + Pictor	Trebon OSR + Prosaro 240 EC
<= Medián: pozorov. očekáv.	40,0000	46,0000	47,0000	46,0000	52,0000	46,0000
poz.-oč.	47,42857	47,42857	47,42857	47,42857	47,42857	47,42857
> Medián: pozorov. očekáv.	-7,42857	-1,42857	-0,42857	-1,42857	4,57143	-1,42857
poz.-oč.	28,0000	22,0000	21,0000	22,0000	16,0000	22,0000
očekáv.	20,57143	20,57143	20,57143	20,57143	20,57143	20,57143
poz.-oč.	7,42857	1,42857	0,42857	1,42857	-4,57143	1,42857
Celkem: oček.	68,0000	68,0000	68,0000	68,0000	68,0000	68,0000

Závislá: Počet včel	Mediánový test, celk. medián = 1,0000; Počet včel		
	Nezávislá (grupovací) proměnná : Přípravek Chi-Kvadr. = 9,737450 sv = 6 p = ,1362		
	Trebon OSR + Prosaro 240 EC	Kontrola	Celkem
<= Medián: pozorov.	46,0000	55,0000	332,0000
očekáv.	47,42857	47,42857	
poz.-oč.	-1,42857	7,57143	
> Medián: pozorov.	22,0000	13,0000	144,0000
očekáv.	20,57143	20,57143	
poz.-oč.	1,42857	-7,57143	
Celkem: oček.	68,0000	68,0000	476,0000

Graf 10. Krabicový graf z Kruskal-Wallisova testu.



Tabulka 20. Výsledné hodnocení Kruskal-Wallisova testu.

Závislá: Počet včel	Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); Počet včel Nezávislá (grupovací) proměnná : Přípravek Kruskal-Wallisův test: $H(6, N=476) = 12,98519$ $p = 0,0433$				
	Nurelle D R:273,70	Biscaya 240 OD R:242,35	Trebon OSR) R:244,96	Nurelle D + Propulse R:246,68	Biscaya 240 OD + Pictor R:213,26
Nurelle D		1,000000	1,000000	1,000000	0,218471
Biscaya 240 OD	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000
Trebon OSR	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000
Nurelle D + Propulse	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000
Biscaya 240 OD + Pictor	0,218471	1,000000	1,000000	1,000000	
Trebon OSR + Prosaro 240 EC	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
Kontrola	0,061754	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000

Závislá: Počet včel	Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); Počet včel Nezávislá (grupovací) proměnná : Přípravek Kruskal-Wallisův test: $H(6, N=476) = 12,98519$ $p = 0,0433$	
	Trebon OSR + Prosaro 240 EC R:245,01	Kontrola R:203,54
Trebon OSR + Prosaro 240 EC	1,000000	0,061754
Kontrola	1,000000	1,000000
Trebon OSR	1,000000	1,000000
Nurelle D + Propulse	1,000000	1,000000
Biscaya 240 OD + Pictor	1,000000	1,000000
Trebon OSR + Prosaro 240 EC		1,000000
Kontrola	1,000000	

Na základě výsledků Kruskal-Wallisova testu, které jsou popsány v tabulce číslo 20, lze říci, že statisticky průkazný rozdíl není u žádné z variant. Nejvýraznější rozdíl je možné

pozorovat mezi kontrolou a variantou, kde byl aplikován insekticid Nurelle D. Lze říci, že ošetřené varianty jsou více atraktivní pro včely, než neošetřená kontrola.

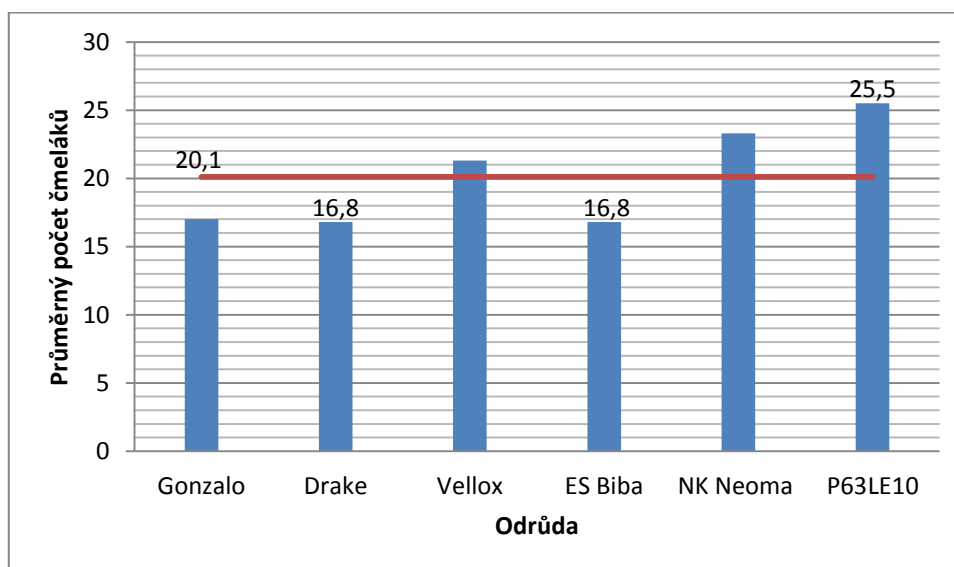
5.1.3 Vliv odrůd slunečnice roční na návštěvnost čmeláků

Na demonstračním poli ČZU v Praze proběhlo počítání čmeláků na různých odrůdách slunečnice roční. Sledováním distribuce čmeláků byla zjišťována atraktivita jednotlivých odrůd.

Graf číslo 11 udává průměrný počet čmeláků na jednotlivých odrůdách. Referenční hodnota odpovídá průměrnému počtu čmeláků ze všech odrůd. Referenční hodnota je v grafu vyznačena červeně.

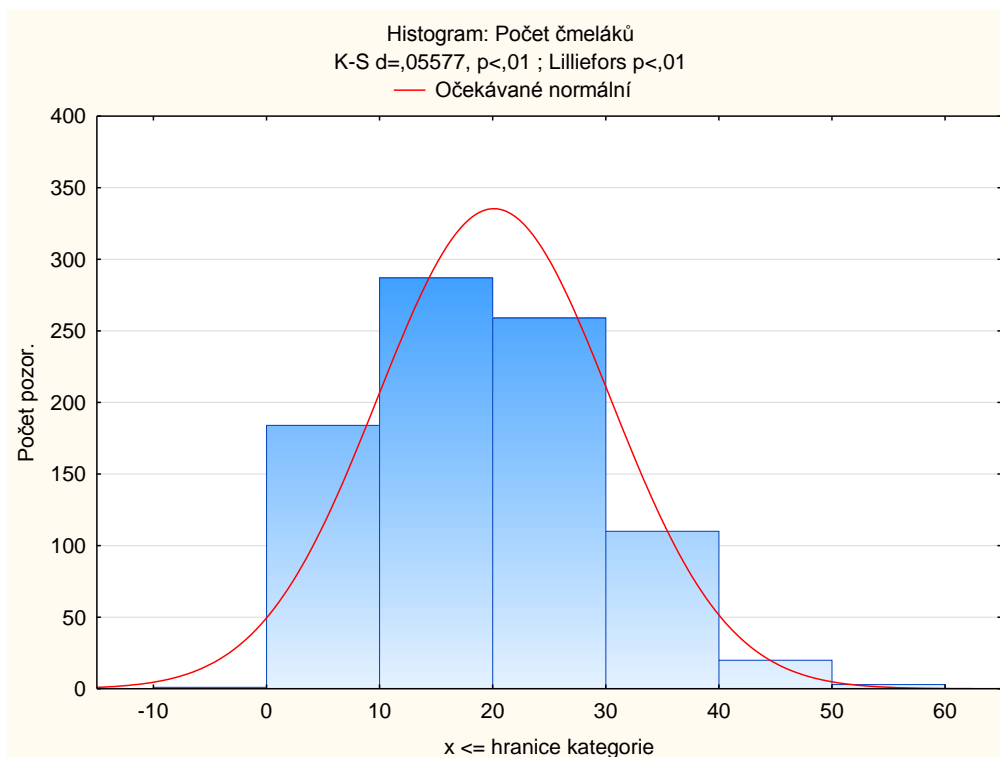
Nadprůměrný počet čmeláků se objevoval především na odrůdách P63LE10 a NK Neoma. Průměrnému počtu čmeláků se blížila odrůda Vellox. Podprůměrný počet čmeláků byl zjištěn na odrůdách ES Biba, Drake a Gonzalo. Nejvyšší průměrnou návštěvnost čmeláků měla odrůda P63LE10 a nejnižší měly odrůdy Drake a ES Biba.

Graf 11. Průměrný počet čmeláků na jednotlivých odrůdách slunečnice roční.



Výsledky počtů čmeláků na jednotlivých variantách odrůdového pokusu slunečnice roční byly vyhodnoceny v programu STATISTICA 12. Graf číslo 12 znázorňuje výstup testování normálního rozdělení na hladině významnosti 95 %. Na základě testu bylo zjištěno, že neodpovídá normálnímu rozdělení.

Graf 12. Test normálního rozdělení dat – počtu čmeláků na odrůdovém pokusu slunečnice roční.



Na základě testování normality bylo zjištěno, že data neodpovídají normálnímu rozdělení. Následně bylo pokračováno Kruskal- Wallisovým neparametrickým testem na hladině významnosti 95%, který je popsán v tabulkách číslo 21 a 22.

Tabulka 21. Kruskal-Wallisova ANOVA, neparametrický test.

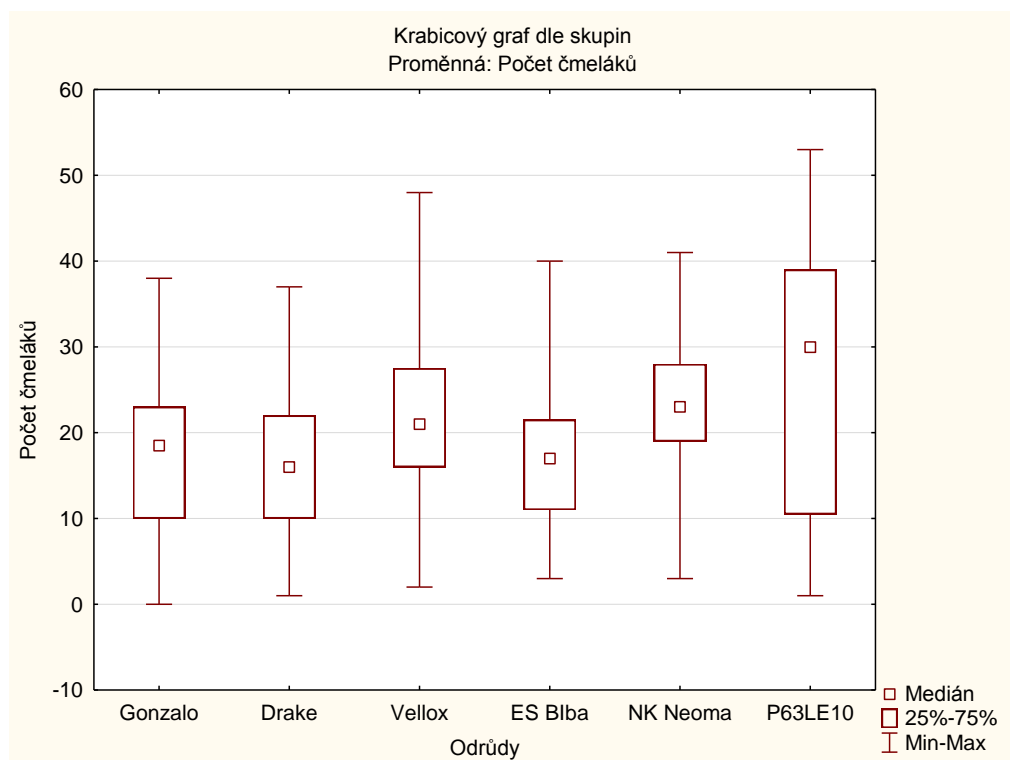
Závislá: Počet čmeláků	Kruskal-Wallisova ANOVA založ. na poř.;			
	Počet čmeláků Nezávislá (grupovací) proměnná : Odrůdy Kruskal-Wallisův test: $H (5, N= 864) = 85,21846$ $p = ,0000$			
	Kód	Počet platných	Součet pořadí	Prům. Pořadí
Gonzalo	101	144	52848,00	367,0000
Drake	102	144	50861,50	353,2049
Vellox	103	144	67687,50	470,0521
ES BIba	104	144	50396,00	349,9722
NK Neoma	105	144	76215,00	529,2708
P63LE10	106	144	75672,00	525,5000

Tabulka 22. Mediánový test – součást Kruskal-Wallisova testu.

Závislá: Počet čmeláků	Mediánový test, celk. medián = 20,0000; Počet čmeláků Nezávislá (grupovací) proměnná : Odrůdy Chi-Kvadr. = 74,17295 sv = 5 p = ,0000				
	Gonzalo	Drake	Vellox	ES Biba	NK Neoma
<= Medián: pozorov.	93,0000	102,0000	66,0000	102,0000	51,0000
očekáv.	78,6667	78,6667	78,6667	78,6667	78,6667
poz.-oč.	14,3333	23,3333	-12,6667	23,3333	-27,6667
> Medián: pozorov.	51,0000	42,0000	78,0000	42,0000	93,0000
očekáv.	65,3333	65,3333	65,3333	65,3333	65,3333
poz.-oč.	-14,3333	-23,3333	12,6667	-23,3333	27,6667
Celkem: oček.	144,0000	144,0000	144,0000	144,0000	144,0000

Závislá: Počet čmeláků	Mediánový test, celk. medián = 20,0000; Počet čmeláků Nezávislá (grupovací) proměnná : Přípravek Chi-Kvadr. = 74,17295 sv = 5 p = ,0000	
	P63LE10	Celkem
<=Medián: pozorov.	58,0000	472,0000
očekáv.	78,6667	
poz.-oč.	-20,6667	
> Medián: pozorov.	86,0000	392,0000
očekáv.	65,3333	
poz.-oč.	20,6667	
Celkem: oček.	144,0000	864,0000

Graf 13. Krabicový graf z Kruskal-Wallisova testu.



Tabulka 23. Výsledné hodnocení Kruskal-Wallisova testu.

Závislá: Počet čmeláků	Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); Počet čmeláků Nezávislá (grupovací) proměnná : Odrůdy Kruskal-Wallisův test: $H(5, N=864) = 85,21846$ $p = ,0000$					
	Gonzalo R:367,00	Drake R:353,20	Vellox R:470,05	ES Bība R:349,97	NK Neoma R:529,27	P63LE10 R:525,50
Gonzalo		1,000000	0,006878	1,000000	0,000001	0,000001
Drake	1,000000		0,001065	1,000000	0,000000	0,000000
Vellox	0,006878	0,001065		0,000667	0,660934	0,890869
ES Bība	1,000000	1,000000	0,000667		0,000000	0,000000
NK Neoma	0,000001	0,000000	0,660934	0,000000		1,000000
P63LE10	0,000001	0,000000	0,890869	0,000000	1,000000	

Na základě Kruskal-Wallisova testu lze říci, že statisticky průkazný rozdíl je např. mezi odrůdami Gonzalo x Vellox, Gonzalo x NKNeoma, Gonzalo x P63LE10. Další statisticky významný rozdíl byl nalezen i mezi odrůdami Drake x Vellox, Drake x NK Neoma, Drake x P63LE10. Statisticky významný rozdíl byl nalezen také mezi odrůdami ES Bība x NK Neoma, ES Bība x Vellox, SE Bība x P63LE10.

Největší, statisticky průkazný rozdíl je v návštěvnosti čmeláků mezi odrůdami Drake a P63LE10 a ES Biba a P63LE10, kdy největší návštěvnost byla na odrůdě P63LE10. Vše dokládá tabulka číslo 23.

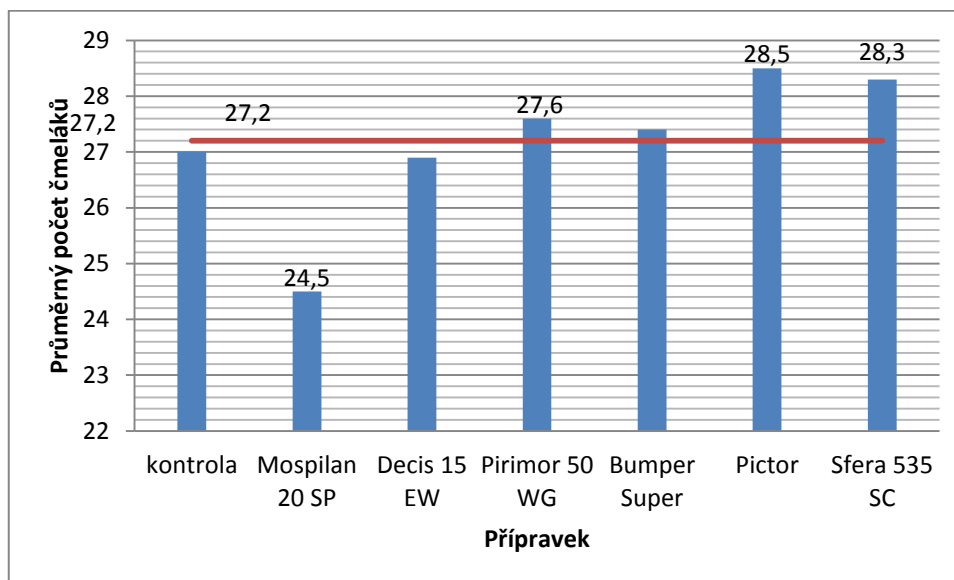
5.1.4 Vliv pesticidního ošetření slunečnice roční na návštěvnost čmeláků

Na demonstračním poli ČZU v Praze proběhlo počítání čmeláků na pesticidním pokusu slunečnice roční. Sledováním distribuce čmeláků byla zjišťována atraktivita jednotlivých parcel ošetřených různými přípravky na ochranu rostlin.

Graf číslo 14 udává průměrný počet čmeláků na jednotlivých pesticidních parcelách. Referenční hodnota odpovídá průměrnému počtu čmeláků ze všech variant. Referenční hodnota je v grafu vyznačena červeně.

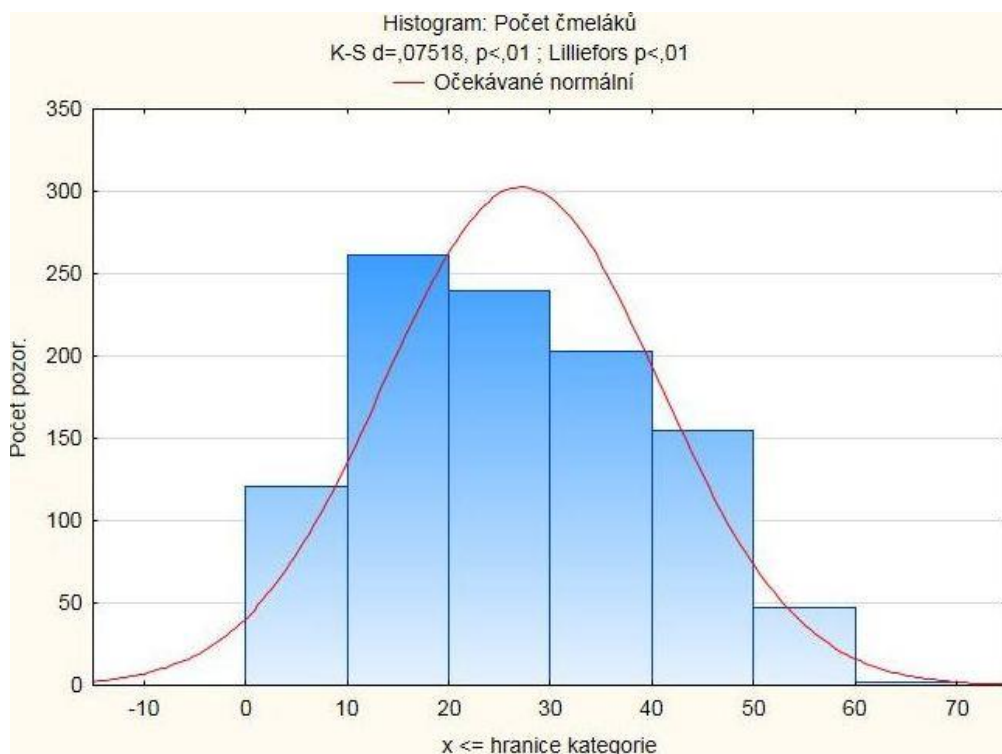
Nadprůměrný počet čmeláků se objevoval především na variantě po aplikaci přípravku Pictor a Sfera 535 SC. Průměrný počet čmeláků byl pozorován na variantách po aplikaci přípravků Bumper Super, Pirimor 50 WG, Decis 15 EW a na kontrolní variantě. Podprůměrný počet včel byl zjištěn na variantě po aplikaci přípravku Mospilan 20 SP.

Graf 14. Průměrný počet čmeláků na pesticidním pokusu slunečnice roční.



Výsledky počtů čmeláků na jednotlivých variantách pesticidního pokusu slunečnice roční byly vyhodnoceny v programu STATISTICA 12. Graf číslo 15 znázorňuje výstup testování normálního rozdělení na hladině významnosti 95 %.

Graf 15. Test normálního rozdělení dat – počtu čmeláků na pesticidním pokusu slunečnice roční.



Na základě testu bylo zjištěno, že neodpovídá normálnímu rozdělení. Na základě testování normality bylo zjištěno, že data neodpovídají normálnímu rozdělení. Následně bylo pokračováno Kruskal- Wallisovým neparametrickým testem na hladině významnosti 95%, který je popsán v tabulkách číslo 24 a 25.

Tabulka 24. Kruskal-Wallisova ANOVA, neparametrický test.

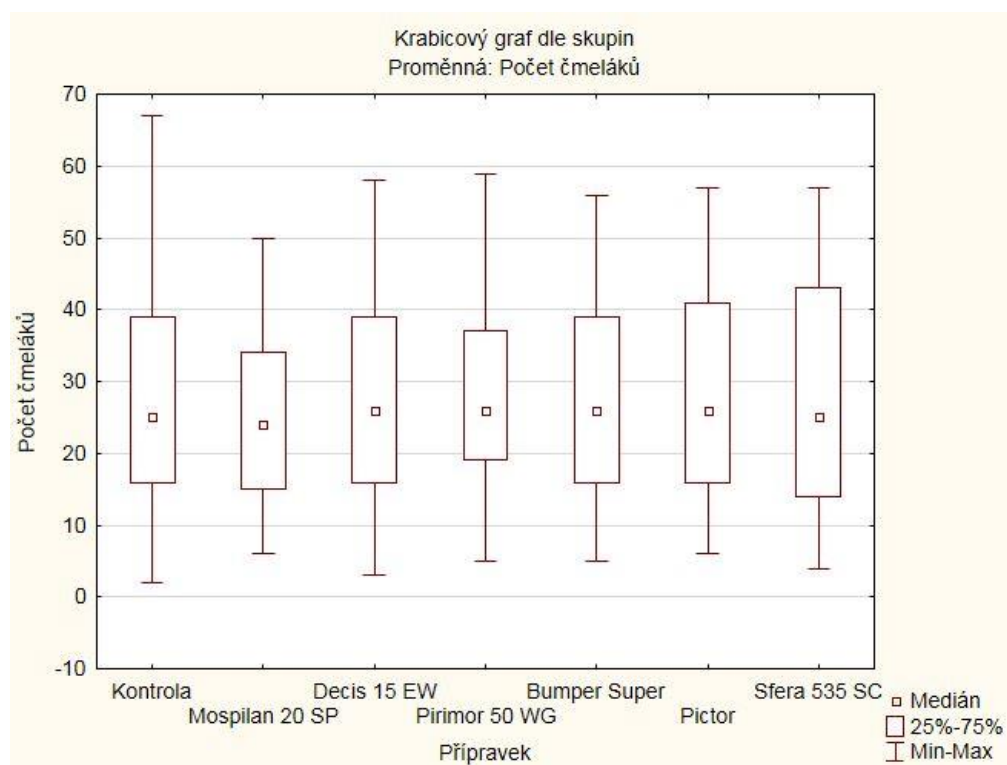
Závislá: Počet čmeláků	Kruskal-Wallisova ANOVA založ. na poř.;			
	Počet čmeláků Nezávislá (grupovací) proměnná : Přípravek Kruskal-Wallisův test: $H(6, N=1029) = 5,941888$ $p = ,4297$			
	Kód	Počet platných	Součet pořadí	Prům. Pořadí
Kontrola	101	147	75383,00	512,8095
Mospilan 20 SP	103	147	68275,50	464,4592
Decis 15 EW	104	147	75106,50	510,9286
Pirimor 50 WG	106	147	77745,00	528,8776
Bumper Super	107	147	76478,50	520,2619
Pictor	108	147	79296,50	539,4320
Sfera 535 SC	109	147	77650,00	528,2313

Tabulka 25. Mediánový test – součást Kruskal-Wallisova testu.

Závislá: Počet čmeláků	Mediánový test, celk. medián = 25,0000; Počet čmeláků Nezávislá (grupovací) proměnná : Přípravek Chi-Kvadr. = 2,854682 sv = 6 p = ,8269				
	Kontrola	Mospilan 20 SP	Decis 15 EW	Pirimor 50WG	Bumper Super
<=Medián: pozorov. očekáv.	78,0000 75,1429	83,0000 75,1429	72,0000 75,1429	72,0000 75,1429	73,0000 75,1429
poz.-oč.	2,8571	7,8571	-3,1429	-3,1429	-2,1429
> Medián: pozorov. očekáv.	69,0000 71,8571	64,0000 71,8571	75,0000 71,8571	75,0000 71,8571	74,0000 71,8571
poz.-oč.	-2,8571	-7,8571	3,1429	3,1429	2,1429
Celkem: oček.	147,0000	147,0000	147,0000	147,0000	147,0000

Závislá: Počet čmeláků	Mediánový test, celk. medián = 25,0000; Počet čmeláků Nezávislá (grupovací) proměnná : Přípravek Chi-Kvadr. = 2,854682 sv = 6 p = ,8269		
	Pictor	Sfera 535 SC	Celkem
<=Medián: pozorov. očekáv.	72,0000 75,1429	76,0000 75,1429	526,0000
poz.-oč.	-3,1429	0,8571	
> Medián: pozorov. očekáv.	75,0000 71,8571	71,0000 71,8571	503,0000
poz.-oč.	3,1429	-0,8571	
Celkem: oček.	147,0000	147,0000	1029,0000

Graf 16. Krabicový graf z Kruskal-Wallisova testu.



Tabulka 26. Výsledné hodnocení Kruskal-Wallisova testu.

Závislá: Počet čmeláků	Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); Počet čmeláků Nezávislá (grupovací) proměnná : Přípravek Kruskal-Wallisův test: $H(6, N=1029) = 5,941888$ $p = ,4297$			
	Kontrola R:512,81	Mospilan 20 SP R:464,46	Decis 15 EW R:510,93	Pirimor 50WG R:528,88
Kontrola		1,000000	1,000000	1,000000
Mospilan 20 SP	1,000000		1,000000	1,000000
Decis 15 EW	1,000000	1,000000		1,000000
Pirimor 50 WG	1,000000	1,000000	1,000000	
Bumper Super	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
Pictor	1,000000	0,641726	1,000000	1,000000
Sfera 535 SC	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000

Závislá: Počet čmeláků	Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); Počet čmeláků Nezávislá (grupovací) proměnná : Přípravek Kruskal-Wallisův test: $H(6, N=1029) = 5,941888$ $p = 0,4297$		
	Bumper Super R:589,67	Pictor R:539,43	Sfera 535 SC R:528,23
Kontrola	1,000000	1,000000	1,000000
Mospilan 20 SP	0,641726	1,000000	1,000000
Decis 15 EW	1,000000	1,000000	1,000000
Pirimor 50 WG	1,000000	1,000000	1,000000
Bumper Super		1,000000	1,000000
Pictor	1,000000		1,000000
Sfera 535 SC	1,000000	1,000000	

Na základě Kruskal-Wallisova testu lze říci, že statisticky průkazný rozdíl není u žádné z variant. Největší rozdíl je však možné spatřit mezi variantou ošetřenou přípravkem Mospilan 20 SP a variantou ošetřenou přípravkem Pictor, kdy nejméně atraktivní byla varianta s Mospilanem 20 SP. Vše dokládá tabulka číslo 26.

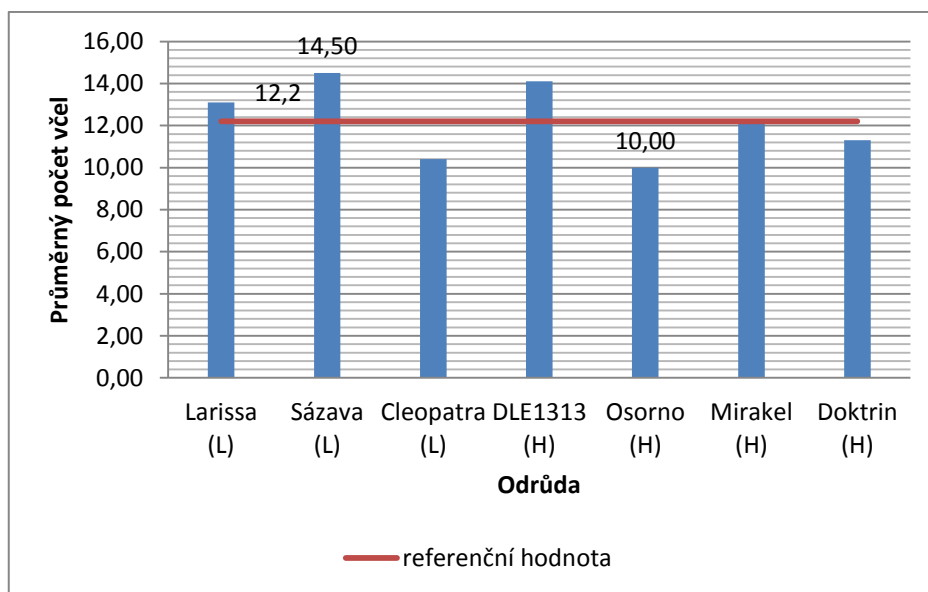
5.1.5 Vliv odrůd řepky jarní na návštěvnost včel medonosných

Na pokusné stanici ÚKZUZ v Chrastavě byly sledovány a počítány včely medonosné na sedmi odrůdách (hybridech a liniích) řepky jarní. Sledováním distribuce včel byla zjišťována atraktivita jednotlivých odrůd.

Graf číslo 17 udává průměrný počet včel na jednotlivých odrůdách. Referenční hodnota odpovídá průměrnému počtu včel ze všech odrůd. Referenční hodnota je v grafu vyznačena červeně.

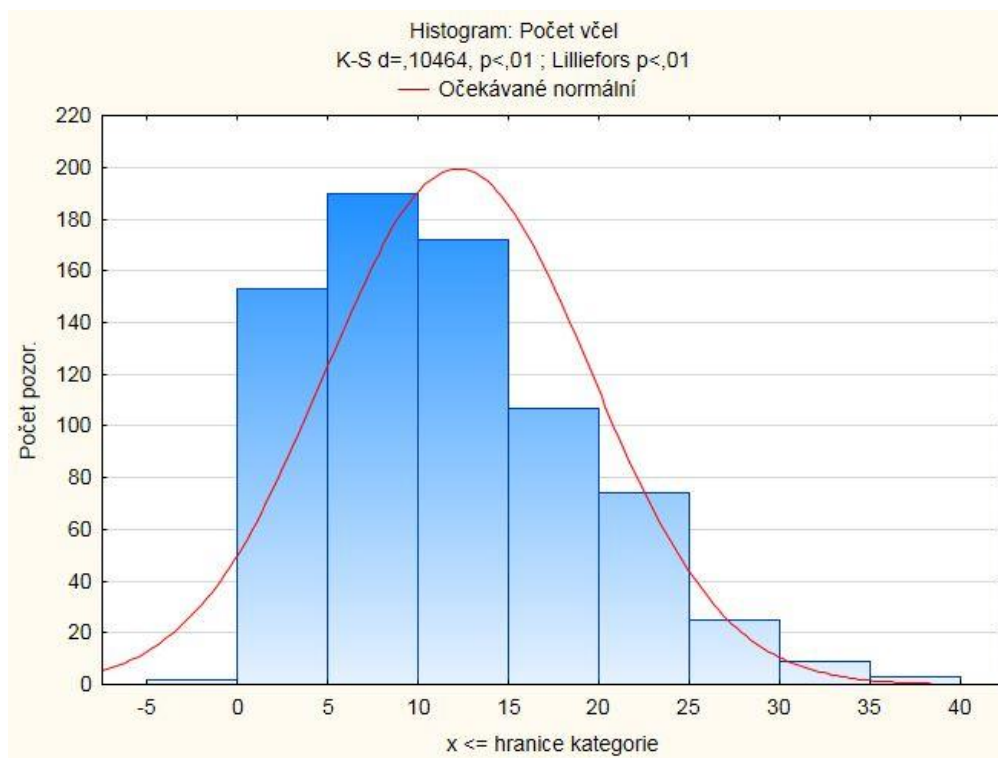
Nadprůměrný počet včel se objevil u liniových odrůd Sázava a Larisa a hybridní odrůdy DLE1313. Průměrného počtu včel dosáhla hybridní odrůda Mirakel. Podprůměrný počet včel byl zjištěn na odrůdách Cleopatra, Osorno, a Doktrin. Nejvyšší průměrnou návštěvnost včel měla liniová odrůda Sázava a nejnižší hybridní odrůda Osorno.

Graf 17. Průměrný počet včel na odrůdovém pokusu řepky jarní.



Výsledky počtů včel na odrůdách řepky jarní v Chrastavě byly vyhodnoceny v programu STATISTICA 12. Graf číslo 18 znázorňuje výstup testování normálního rozdělení na hladině významnosti 95 %. Na základě testu bylo zjištěno, že neodpovídá normálnímu rozdělení.

Graf 18. Test normálního rozdělení dat – počtu včel na odrůdovém pokusu řepky jarní.



Na základě testování normality bylo zjištěno, že data neodpovídají normálnímu rozdělení. Následně bylo pokračováno Kruskal- Wallisovým neparametrickým testem na hladině významnosti 95%, který je popsán v tabulkách číslo 27 a 28.

Tabulka 27. Kruskal-Wallisova ANOVA, neparametrický test.

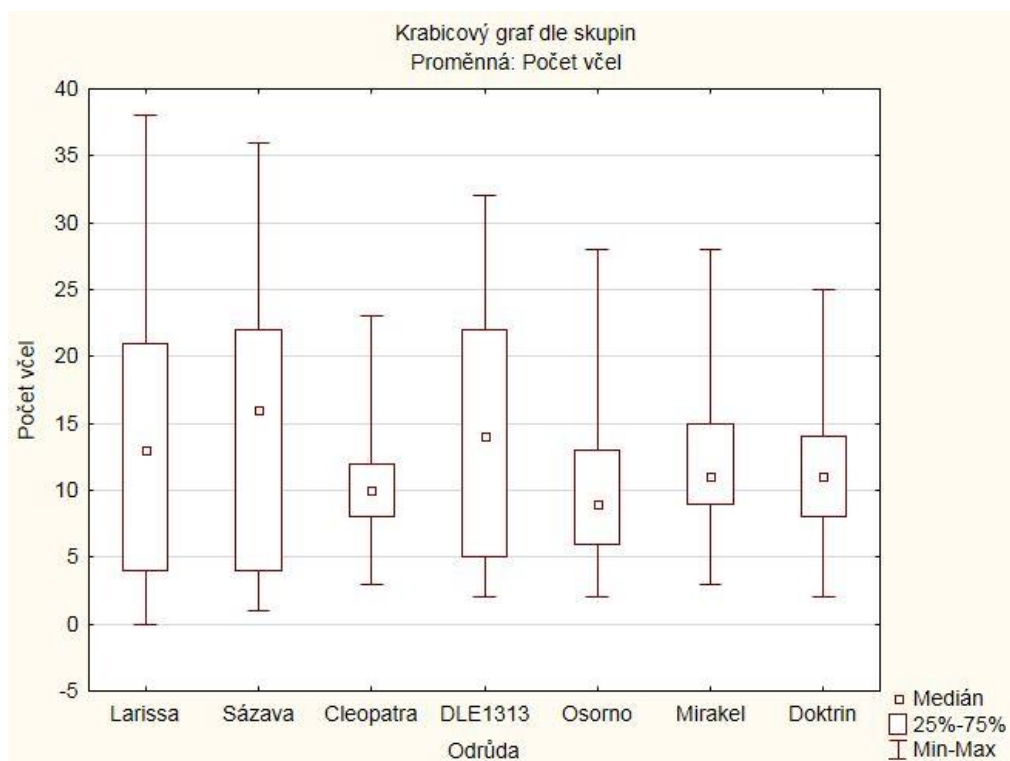
Závislá: Počet včel	Kruskal-Wallisova ANOVA založ. na poř.; Počet včel Nezávislá (grupovací) proměnná : Odrůda Kruskal-Wallisův test: $H(6, N=735) = 16,71650$ $p = ,0104$			
	Kód	Počet platných	Součet pořadí	Prům. Pořadí
Larissa (L)	101	105	38988,50	371,3191
Sázava (L)	102	105	42291,50	402,7762
Cleopatra (L)	103	105	35280,50	336,0048
DLE 1313 (H)	104	105	42589,00	405,6095
Osorno (H)	105	105	32791,00	312,2952
Mirakel (H)	106	105	40615,00	386,8095
Doktrin (H)	107	105	37924,50	361,1857

Tabulka 28. Mediánový test – součást Kruskal-Wallisova testu.

Závislá: Počet včel	Mediánový test, celk. medián = 11,0000; Počet včel Nezávislá (grupovací) proměnná : Odrůda Chi-Kvadr. = 25,75666 sv = 6 p = ,0002				
	Larissa (L)	Sázava (L)	Cleopatra (L)	DLE 1313 (H)	Osorno (H)
<=Medián: pozorov.	49,0000	45,0000	71,0000	44,0000	67,0000
očekáv.	56,1429	56,1429	56,1429	56,1429	56,1429
poz.-oč.	-7,1429	-11,1429	14,8571	-12,1429	10,8571
> Medián: pozorov.	56,0000	60,0000	34,0000	61,0000	38,0000
očekáv.	48,8571	48,8571	48,8571	48,8571	48,8571
poz.-oč.	7,1429	11,1429	-14,8571	12,1429	-10,8571
Celkem: oček.	105,0000	105,0000	105,0000	105,0000	105,0000

Závislá: Počet včel	Mediánový test, celk. medián = 11,0000; Počet včel Nezávislá (grupovací) proměnná : Odrůda Chi-Kvadr. = 25,75666 sv = 6 p = ,0002		
	Mirakel (H)	Doktrin (H)	Celkem
<=Medián: pozorov.	59,0000	58,0000	393,0000
očekáv.	56,1429	56,1429	
poz.-oč.	2,8571	1,8571	
> Medián: pozorov.	46,0000	47,0000	342,0000
očekáv.	48,8571	48,8571	
poz.-oč.	-2,8571	-1,8571	
Celkem: oček.	105,0000	105,0000	735,0000

Graf 19. Krabicový graf z Kruskal-Wallisova testu.



Tabulka 29. Výsledné hodnocení Kruskal-Wallisova testu.

Závislá: Počet včel	Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); Počet včel				
	Nezávislá (grupovací) proměnná : Odrůda				
	Kruskal-Wallisův test: $H(6, N=735) = 16,71650$ $p = 0,0104$				
	Larissa (L) R:371,32	Sázava (L) R:402,78	Cleopatra (L) R:336,00	DLE1313 (H) R:405,61	Osorno (H) R:312,30
Larissa (L)		1,000000	1,000000	1,000000	0,923633
Sázava (L)	1,000000		0,476441	1,000000	0,042350
Cleopatra (L)	1,000000	0,476441		0,368184	1,000000
DLE 1313 (H)	1,000000	1,000000	0,368184		0,030455
Osorno (H)	0,923633	0,042350	1,000000	0,030455	
Mirakel (H)	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,230875
Doktrin (H)	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000

Závislá: Počet včel	Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); Počet včel Nezávislá (grupovací) proměnná : Odrůda Kruskal-Wallisův test: $H(6, N=735) = 16,71650$ $p = 0,0104$	
	Mirakel (H) R:386,81	Doktrin (H) R:361,19
Larissa (L)	1,000000	1,000000
Sázava (L)	1,000000	1,000000
Cleopatra (L)	1,000000	1,000000
DLE 1313 (H)	1,000000	1,000000
Osorno (H)	0,230875	1,000000
Mirakel (H)		1,000000
Doktrin (H)	1,000000	

Na základě Kruskal-Wallisova testu lze říci, že statisticky průkazný rozdíl v návštěvnosti včel je např. mezi odrůdou Sázava x Osorno a DLE 1313 x Osorno. Rozdíl byl také nalezen mezi odrůdami Sázava x Cleopatra, Sázava x Doktrin, DLE 1313 x Cleopatra, Larissa x Osorno a Mirakel x Osorno.

Největší, statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti 95 % byl v návštěvnosti včel mezi odrůdami DLE 1313 x Osorno, kdy největší návštěvnost včel byla zaznamenána na hybridní odrůdě DLE 1313. Vše dokládá tabulka číslo 29.

Lze říci, že hybridní odrůdy jarní řepky byly navštěvovány včelami stejně tak jako odrůdy liniové.

5.2 Výsledky rozboru těkavých látek v květech řepky ozimé (pesticidní pokus)

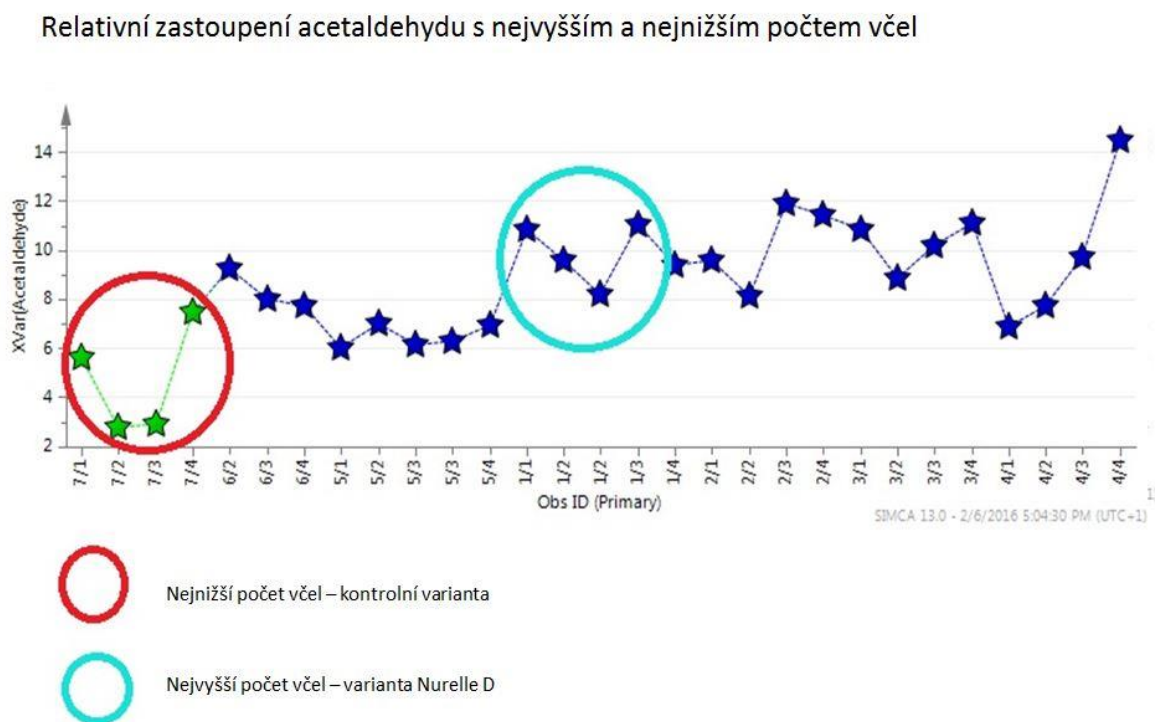
Na pesticidním pokuse řepky ozimé byl zjištěn rozdíl mezi profilem těkavých látek vzorků ošetřených různými pesticidními přípravky a vzorky kontrolními. Sloučeniny byly identifikovány jako acetaldehyd, methylester thiokyanové kyseliny, octová kyselina a methylester fenylactové kyseliny.

V některých případech byla pozorována značná variabilita v odezvách mezi vzorky ošetřenými stejným postříkem odebraných z různých parcel. Tyto odlišnosti mohou být způsobeny řadou faktorů, včetně různé produkce těchto sloučenin jednotlivými rostlinami.

Změřené záznamy byly zpracovány v přístrojovém software automaticky a získané profily těkavých látek byly zpracovány chemometricky.

Výsledky obsahů detekovaných těkavých látek s počtem včel byly označeny do jednotlivých grafů číslo 20, 21, 22, 23.

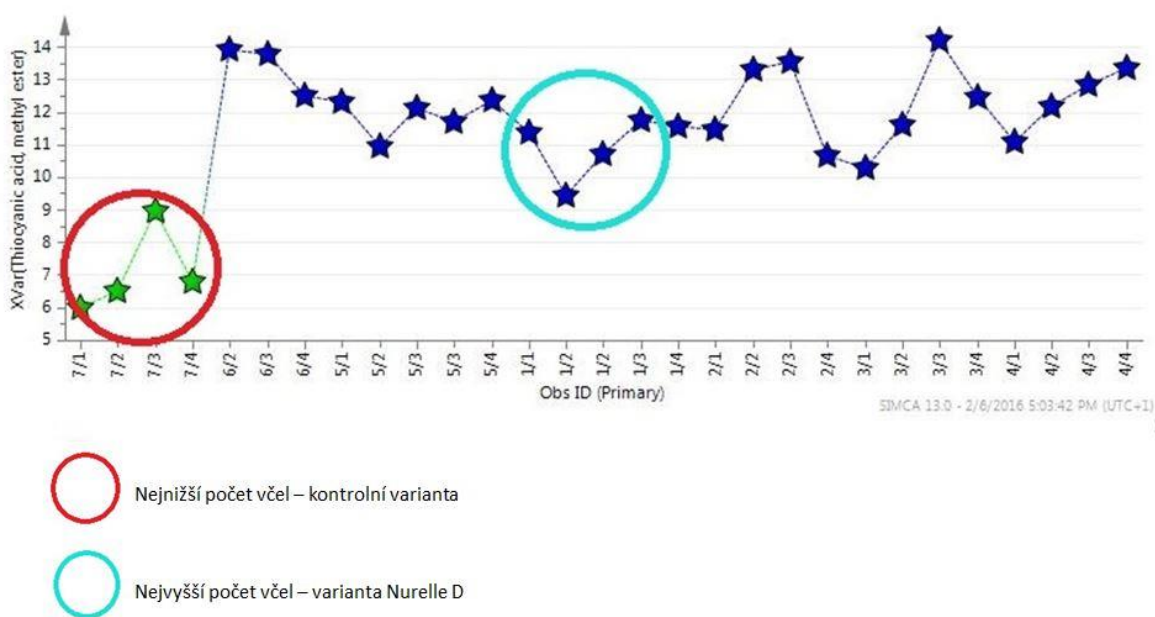
Graf 20. Relativní zastoupení acetaldehydu s výskytem nejnižšího a nejvyššího počtu včel na jednotlivých variantách.



Z grafu číslo 20 jsou patrné rozdíly mezi obsahem aldehydu v květech řepky a množstvím včel. Lze říci, že malé množství aldehydu v květech působí repelentně a má vliv na menší návštěvnost včel. Nejvyšší návštěvnost byla na variantě, kde byl acetaldehyd detekován ve vyšším množství. Vyšší obsah acetaldehydu v květech lze pro včely považovat za atraktivní.

Graf 21. Relativní zastoupení methylester thiokyanové kyseliny s výskytem nejnižšího a nejvyššího počtu včel na jednotlivých variantách.

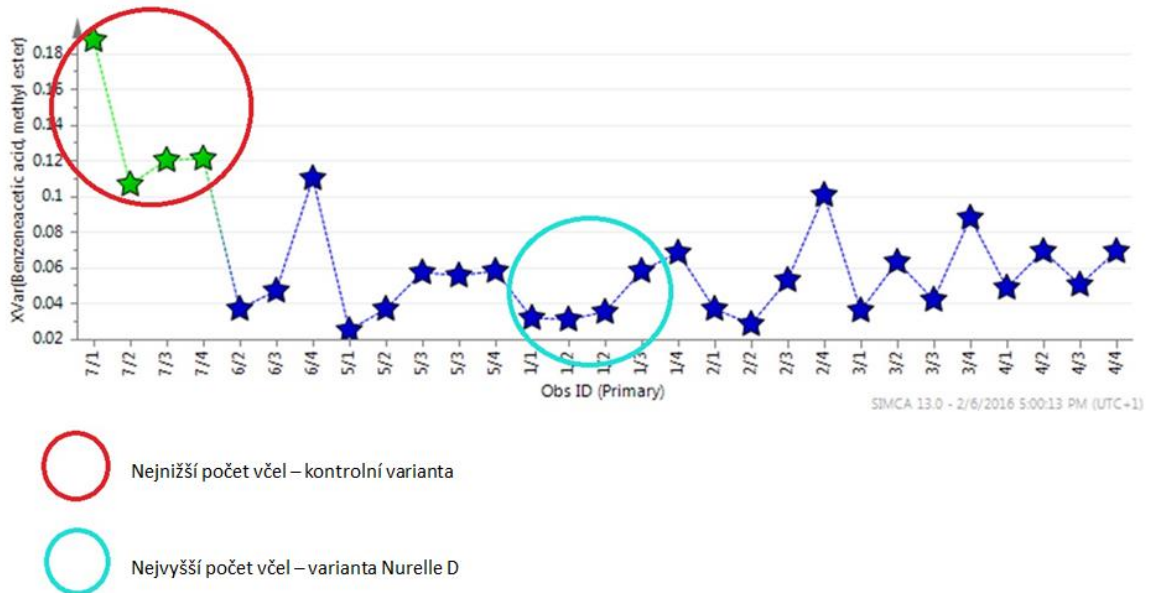
Relativní zastoupení methylester thiokyanové kyseliny s nejvyšším a nejnižším počtem včel



Z grafu číslo 21 jsou patrné rozdíly mezi obsahem methylester thiokyanové kyseliny v květech a množstvím včel. Lze říci, že nízký obsah methylester thiokyanové kyseliny v květech řepky působí na včely repelentně, má vliv na nižší návštěvnost. Nejvyšší návštěvnost byla na variantě, kde byla methylester thiokyanová kyselina detekována v průměrném množství.

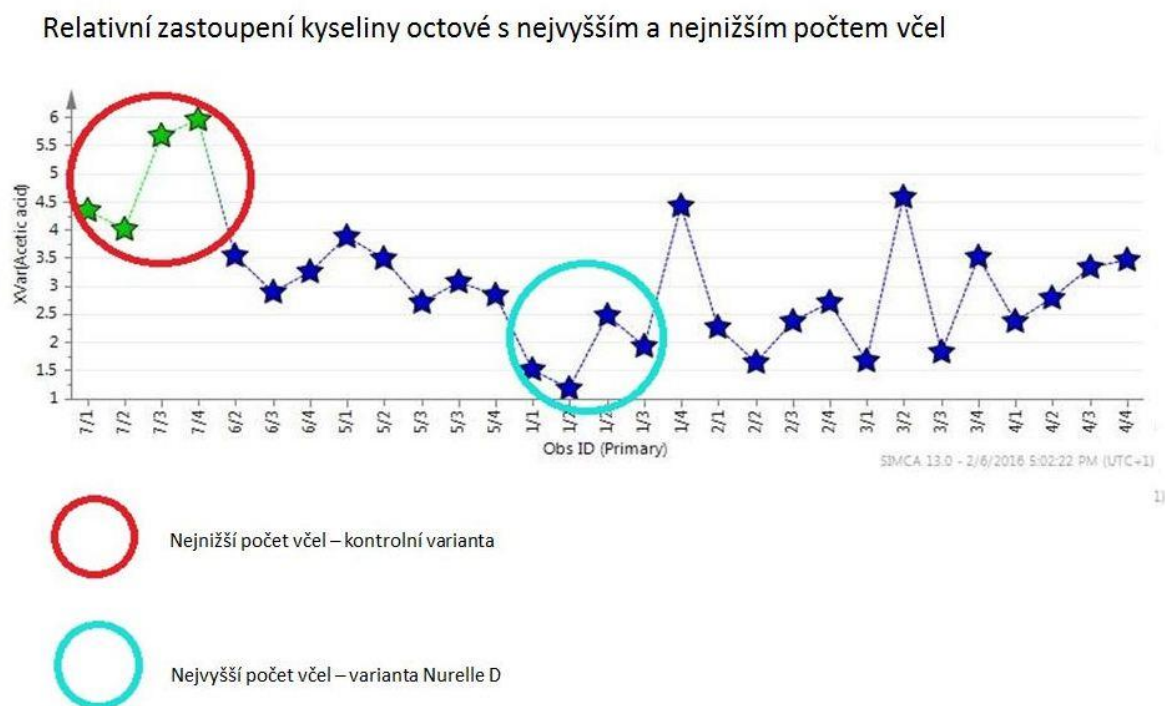
Graf 22. Relativní zastoupení fenylactové kyseliny s výskytem nejnižšího a nejvyššího počtu včel na jednotlivých variantách.

Relativní zastoupení methylester fenylactové kyseliny s nejvyšším a nejnižším počtem včel



Z grafu číslo 22 jsou patrné rozdíly mezi obsahem fenylactové kyseliny v květech a množstvím včel. Lze říci, že na vysoký obsah fenylactové kyseliny působí na včely repelentně a má vliv na nižší návštěvnost včel. Nejvyšší návštěvnost včel byla na variantě, kde byla fenylactová kyselina detekována v podprůměrném množství. Nižší obsah fenylactové kyseliny lze pro včely považovat za atraktivní.

Graf 23. Relativní zastoupení kyseliny octové s výskytem nejnižšího a nejvyššího počtu včel na jednotlivých variantách.



Z grafu číslo 23 jsou patrné rozdíly mezi obsahem kyseliny octové v květech a množstvím včel. Lze říci, že vysoký obsah kyseliny octové působí na včely repelentně a má vliv na nižší návštěvnost včel. Nejvyšší návštěvnost včel byla zaznamenána na variantě, kde byla kyselina octová detekována v podprůměrném množství. Nižší obsah kyseliny octové lze pro včely považovat za atraktivní.

6 DISKUZE

Odrůdové polní pokusy s řepkou ozimou ukázaly výraznou preferenci žlutě kvetoucích odrůd. Liniová odrůda Witt byla vyhodnocena jako neatraktivní pro opylovače. Šilha a kol.(2014) ze svých pokusů uvedli, že při použití technologie Flower Power System je bíle kvetoucí odrůda řepky Witt neatraktivní pro hmyzí škůdce. Ti se soustředí na obsetý okraj ranější žlutě kvetoucí odrůdou řepky. Z mých pokusů vyplynulo, že odrůda Witt není repelentní jen pro škůdce řepky, ale také pro včely medonosné, které by měly zajišťovat rovnoměrné opylení. Mohou se tedy soustředit na žlutě kvetoucím okraji, který je pesticidně ošetřován.

Polní odrůdové pokusy na stanici ÚKZÚZ v Chrastavě poukázali na to, že hybridní odrůdy jarní řepky nejsou atraktivnější pro včely než odrůdy liniové. Volková (2014) uvádí, že odrůda DLE 1313 je pro včely neatraktivní. V mých pokusech vyšla odrůda DLE 1313 jako druhá nejatraktivnější odrůda ze všech. Z hybridních odrůd byla včelami nejvíce navštěvovanou.

Pesticidy mají vliv na zdravotní stav včel. Goss(2014) uvádí, že subletální dávky neonikotinoidů mají negativní dopad na zdraví včel. Nicméně, většina studií, kdy byly doposud včely vystaveny pesticidům, probíhaly jen uměle v laboratorních podmínkách. Méně studií se provádí v reálných polních podmínkách, kde jsou včely vystaveny pesticidům přímo.

Pesticidní polní pokus s řepkou ozimou ukázal výraznou návštěvnost včel na plochách ošetřené insekticidním přípravkem Nurelle D (chlorpyrifos, cypermethrin), který by měl být pro včely vysoce repelentní. Vysokou repelenci chlorpyrifosu potvrzují svým pokusem Volková a Kazda (2016), kdy přidávali běžně používané přípravky registrované pro Českou republiku do potravy a pozorovali, které varianty budou včelami odebírány. Nurelle D zůstal bez povšimnutí.

Možným vysvětlením vysoké návštěvnosti včel na variantě ošetřené Nurellem D může být i to, že se Nurelle jako kontaktní přípravek nešíří do postupně rozkvétajících květů řepky. Květy tak nemusí vůbec obsahovat insekticid. Tato možnost bude ověřována v roce 2016 laboratorními rozbory (Kazda, 2016 – ústní sdělení).

V roce 2013 doc. Kim Hageman a její tým prováděli výzkumy a ukázala se skutečnost, že je chlorpyrifos detekovatelný ve vzduchu, vodě, vzorků rostlin z nestříkaných oblastí, půdě a má schopnost se odpařovat a cestovat na velké vzdálenosti. Chlorpyrifos má v subletálních dávkách také negativní účinky na včely medonosné. Objevují se u nich poruchy učení, poruchy paměti, což souvisí s hledáním potravy (EP N, W, Reports, 2016).

Na kontrolních plochách pesticidního pokusu řepky ozimé, které nebyly ošetřeny žádným přípravkem, byla návštěvnost včel nejnižší. Volková (2014) ve své práci uvádí, že nejvyšší návštěvnost včel odpovídá kontrolní variantě, kdy není aplikován žádný pesticid.

Nastává zde otázka, zda chemické přípravky na ochranu rostlin aplikované nejen v době květu nemění složení těkavých látek v květech, a tím se květy nestávají pro opylovače atraktivnější.

Harman(2016) podává informaci, že mohou pesticidy při velmi nízkých úrovních oslabit obranné systémy včel, což umožňuje parazitům nebo virům oslabit či zabít včelstvo. Otravy včel jsou dle Texla a kol.(2015) každoroční. V roce 2015 bylo na Státní veterinární správu nahlášeno 29 případů podezření na otravu v souvislosti s použitím prostředků na ochranu rostlin. V 16 případech, které se týkaly celkem 32 stanovišť, byly odebrány vzorky a v 8 kauzách byla nalezena účinná látka/látky prostředků na ochranu rostlin ve vzorcích včel i v porostu. Ve všech těchto případech se jednalo o úhyn včel v souvislosti s postříkem řepky.

Titěra a kol.(2003)poukazuje na nejčastější příčiny hynutí včelstev, jimiž jsou:

- ošetření již kvetoucích porostů přípravkem zvláště nebezpečným nebo nebezpečným za letu včel,
- ošetření porostu s kvetoucími plevelely zvláště nebezpečnými nebo nebezpečnými za letu včel,
- úlet postříkové jichy na kvetoucí necílové rostliny (javory, vrby),
- rozkvět ošetřené kultury nebo plevelných rostlin v době trvání reziduální toxicity přípravku,
- opožděná ranní aplikace přípravků,
- předávkování přípravku,
- kontaminovaná voda.

Odrůdové a pesticidní polní pokusy slunečnice roční ukázaly atraktivnost jiné skupiny opylovačů. U slunečnice byl 97% výskyt čmeláků a 2% výskyt včel medonosných. Samotářské včely navštěvovaly porosty slunečnice v 1 %. Tato struktura opylovačů se lišila od sledovaného výskytu na pokusech v řepce, kdy převažoval výskyt včely medonosné (85 %), čmeláků bylo 9 % a samotářských včel 6 %. Nejatrativnější odrůdou pro čmeláky se stala P63LE10 a nejatrativnější pesticidní variantou byl postřik fungicidy Pictor (boskalid, dimoxystrobin) a Sfera 535 SC (cyprokonazol, trifloxystrobin).

7 ZÁVĚR

Cílem práce bylo provést odrůdové a pesticidní pokusy na ozimé a jarní řepce a slunečnici roční a zjistit atraktivnost či repelenci na jednotlivých variantách při výskytu včel a čmeláků.

Z odrůdového pokusu ozimé řepky olejky vyplývá, že nejnavštěvovanější odrůdou včelami medonosnými se stala hybridní odrůda SY Saveo s průměrnou návštěvou včel 2,01. Nejméně navštěvovanou odrůdou ze všech byla bíle kvetoucí liniová odrůda Witt s průměrnou návštěvou včel 0,31. Statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti 95 % byl nalezen mezi bíle kvetoucí odrůdou Witt a všemi ostatními odrůdami v pokuse. Nebyl shledán významný rozdíl mezi preferencí včel u skupin liniových nebo hybridních odrůd.

V pesticidním pokusu ozimé řepky olejky se stala nejatraktivnější variantou pro včely parcela, která byla postříkána insekticidem Nurelle D (chlorpyrifos, cypermethrin). Průměrná návštěvnost včel na této parcele byla 1,54. Nejméně atraktivní byla kontrolní varianta, na kterou nebyl aplikován žádný z pesticidů s průměrnou návštěvou včel 0,88.

Na pesticidním pokusu řepky ozimé proběhlo hodnocení obsahu těkavých látek těsně nad květy ve spolupráci s VŠCHT - Ústavu analýzy potravin a výživy v Praze, s týmem prof. Ing. Jany Hajšlové, CSc. Z pokusu byl zjištěn rozdíl mezi profilem těkavých látek vzorků ošetřených různými pesticidními přípravky a vzorky kontrolními. Sloučeniny nejvíce zastoupené byly identifikovány jako acetaldehyd, methylester thiokyanové kyseliny, octová kyselina a methylester fenylactové kyseliny.

Z výsledků vyplývá, že vyšší obsah acetaldehydu a methylester thiokyanové kyseliny podporuje vyšší návštěvnost včel. Nutno dodat, že neošetřená kontrolní varianta obsahovala nejméně těchto látek.

Vyšší obsah methylester fenylactové kyseliny a kyseliny octové má vliv na nižší návštěvnost včel. V neošetřené kontrolní variantě byl stanoven vyšší obsah těchto látek.

Z odrůdového pokusu jarní řepky bylo zjištěno, že nejsou výrazné rozdíly v návštěvnosti včel mezi skupinami liniových a hybridních odrůd. Nejvyšší návštěvnost byla

pozorována u liniové odrůdy Sázava s průměrným počtem včel 14,5 a nejnižší návštěvnost byla zaznamenána u hybridní odrůdy Osorno s průměrnou návštěvou včel 10.

Z odrůdového pokusu slunečnice roční bylo zjištěno, že je preferována jinou skupinou opylovačů a to čmeláků. Jejich počet byl 97 % z celkového počtu sledovaných opylovačů. Odrůda P63LE10 byla čmeláky nejvíce navštěvovanou s průměrným počtem 25,5. Nejméně navštěvovanými odrůdami slunečnice byly odrůdy Drake a ES Biba s průměrnou návštěvou 16,8.

Na pesticidním pokuse slunečnice roční se ukázalo, že nejvíce atraktivní byla pro čmeláky varianta postříkaná fungicidy Pictor (boskalid, dimoxystrobin) a Sfera 535 SC (cyprokonazol, trifloxystrobin), kdy průměrná návštěvnost čmeláků u varianty Pictor byla 28,5 a u varianty Sfera 535 SC byla 28,3. Nejméně navštěvovanou čili repelentní variantou byla plocha ošetřená přípravkem Mospilan 20 SP (acetamiprid) s průměrnou návštěvností 24,3.

Prací byly potvrzeny stanovené vědecké hypotézy.

1. Rozdíly existují v atraktivitě odrůd řepky ozimé a jarní pro včely medonosné.
2. Rozdíly existují v atraktivitě odrůd slunečnice roční pro čmeláky.
3. Aplikace pesticidů v řepce ozimé, jarní ovlivňuje návštěvnost včel medonosných.
4. Aplikace pesticidů v slunečnici roční ovlivňuje návštěvnost čmeláků.
5. Bylo potvrzeno, že aplikace pesticidů v řepce ozimé mění obsah těkavých látek a tím se některé varianty stávají pro včely atraktivnější.

Cíl práce byl splněn.

Závěry pokusů je nutné považovat za orientační, protože byly prováděny v ozimé a jarní řepce druhým rokem a ve slunečnici roční rokem prvním. Výzkum neustále probíhá a zkoumané varianty se rozšiřují.

Z mého pohledu by bylo vhodné rozšířit výzkum o počet variant a pokračovat v pesticidních pokusech se zjišťováním těkavých látek v květech v častějších časových intervalech. Změny těkavých látek v květech mohou mít vliv na hledání potravy opylovači.

8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Ackermann, P., Kazda, J. 2014. Metodiky ochrany zahradních plodin. Český zahrádkářský svaz. Olomouc. 438 s. ISBN: 978-80-87091-55-5.

Ackermann, P., Baranyk, P., Bubeník, J., Cagaš, B., Čech, P., Dědek, J., Douda, O., Harašta, P., Hausvater, E., Havel, J., Honěk, A., Huňády, I., Chochola, J., Janků, J., Jursík, M., Kasal, P., Kazda, J., Klačková, L., Klem, K., Kocourek, F., Konečný, I., Kůdela, V., Macháč, R., Matušinsky, P., Málek, B., Mikulka, J., Nedělník, J., Ondráčková, E., Ondřej, M., Petrucha, J., Plachká, E., Poslušná, J., Rotrekl, J., Řehák, V., Seidenglanz, M., Spáčilová, V., Spitzer, T., Stará, J., Šmahel, P., Šmirous, P., Tvarůžek, L., Vaculík, A., Veverka, K., Zapletal, M. 2013. Metodická příručka integrované ochrany rostlin proti chorobám, škůdcům a plevelům – Polní plodiny. Česká společnost rostlinolékařská. Praha. 360 s. ISBN: 978-80-02-02480-4.

Abrol D.P.2007. Honeybees and Rapeseed: A Pollinator–Plant Interaction. Advances in Botanical Research. 45. 337 – 367.

Anon. 2013. Seznam povolených přípravků a dalších prostředků na ochranu rostlin 2013. Česká společnost rostlinolékařská. Praha. 419 s. ISBN: 978-80-02-02430-9.

Anonym. 2015. Na VMS se hledaly důvody úhynů. Moderní včelař. 12 (1). 20-21.

Alpmann, L., Baranyk, P., Feiffer, A., Gertz, A., Heger, M., Humpisch, G., Jevič, P., Klaassen, H., Kurpjuweit, H., Maylandt, M., Schäfer, B., Schneider, K., Schöne, F., Siememus, K., Stemann, G., Volf, M., Weissen, J. 2009. Řepka plodina s budoucností. BASF. Praha. 180 s. ISBN: neuveden.

Baranyk, P., Fábry, A., Balík, J., Dostálová, J., Humpál, J., Kazda, J., Koprna, R., Kuchtová, P., Markytán, P., Nerad, D., Soukup, J., Šaroun, J., Škeřík, J., Volf, M. 2007. Řepka – pěstování – využití – ekonomika. Profi Press s.r.o. Praha. 208 s. ISBN: 978-80-86726-26-7.

Baranyk, P., Bittner, V., Čeřovská, M., Fábry, A., Hřivna, L., Kazda, J., Kroutil, P., Kuchtová, P., Markytán, P., Matula, J., Nerad, D., Pavela, R., Plachká, E., Pospíšil, J., Richter, R., Rožnovský, J., Říha, K., Soukup, P., Sypták, K., Šaroun, J., Šivic, L., Škeřík, J., Volf, M. 2005. Řepka olejka v českém zemědělství: komplexní pěstitelská technologie. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin, Praha. 161 s. ISBN 80-903464-3-x.

Baranyk Petr a kolektiv 2015. Stanovisko k odrůdové skladbě řepky pro rok 2015/16: doporučení SPZO. Typus Pro Praha s.r.o. Praha. 37 s. ISBN: 978-80-87065-59-4.

- Baranyk P. 2015. Hybridní řepka – budoucnost již vstoupila... Úroda. 63 (6). 82-84.
- Baranyk, P., Balík, J., Hájková, M., Havel, J., Kazda, J., Lošák, T., Málek, B., Markytán, P., Plachká, E., Richter, R., Soukup, J., Stražil, Z., Šaroun, J., Škeřík, J., Šmirous, P., Štranc, P., Volf, M., Vrbovský, V., Zehnálek, P., Zelený, V., Štranc, J., Štranc, D. 2010. Olejniny. Profi Press s.r.o., Praha. 206 s. ISBN: 978-80-86726-38-0.
- Bečka, D. 2007. Řepka ozimá: pěstitelský rádce. Kurent, s.r.o., České Budějovice. 56 s. ISBN: 978-80-87111-05-5.
- Cremllyn, R., Seifert, R. 1985. Pesticidy. SNTL, Praha. 244 s. ISBN: neuveden
- Česko. 2004. Zákon č. 326/2004 Sb., o rostlinolékařské péči a o změně některých souvisejících zákonů. In: Sbíрка zákonů České republiky. 106. s. 6618.
- Erban, T. 2013. Mohou pesticidy za úmrtí včel? Včelařství. 66 (11) 366-367.
- EP News Wire Reports. Catch the buzz - Little risk to bees from widely used insecticide, reports expert from The University of Arkansas [online]. 18.03. 2016 [cit. 2016-03-31]. Dostupné z <<http://www.beeeculture.com/catch-the-buzz-little-risk-to-bees-from-widely-used-insecticide-reports-expert-from-the-university-of-arkansas/>>.
- Fábry, A., Bartoška, J., Bechyně, M., Janovec, J., Kadlec, T., Kosek, Z., Kováčik, A., Kohout, V., Kutina, V., Novák, J., Malěj, J., Pawlica, R., Schreier, J., Souček, J., Sýkora, L., Šedivý, J., Škaloud, V., Táborský, V., Vašák, J., Vincenc, J., Voškeruša, J., Zbuzek, B., Zukalová, H. 1992. Olejniny. Ministerstvo zemědělství ČR. Praha. 419 s. ISBN: 80-7084-043-9.
- Gajder, I.,T., Palijan, I. 2014. Utjecaj neonikotinoidea na kukce oprašovače. Hrvatska pčela. 134 (7-8). 235-239.
- Goulson, D. 2003. Conserving wild bees for crop pollination. Food, Agriculture & Environment. 1 (1). 142-144 .
- Goulson, D., 2013. An overview of the environmental risks posed by neonicotinoid insecticides D. Kleijn, ed. *Journal of Applied Ecology*, 50(4), 977–987.
- Goss, J. 2014. Neonicotinoids and honeybee health. The effect of the neonicotinoid clothianidin, applied as a seed dressing in *Brassica napus*, on pathogen and parasite prevalence and quantities in free-foraging adult honeybees (*Apis mellifera*). Swedish University of Agriculture Sciences. Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences, Department of Ecology. Uppsala. 74 s.

- Habekotté, B. 1996. Winter oilseed rape analysis of yield formation and crop type design for higher yield potential. Grafisch Service Centrum. Wageningen. p. 156. ISBN: 90-5485-514-2.
- Haragsim, O., Haragsimová, L. 2013. Včelařské dřeviny a byliny. Grada Publishing, a.s., Praha. 200 s. ISBN: 978-80-247-4647-0.
- Harman, I. Catch the buzz – honey bees exposed to a multitude of pesticides . Beeculture. Ohio. 11. 03. 2016 [cit. 2016-03-31]. Dostupné z < http://www.beeculture.com/catch-the-buzz-honey-bees-exposed-to-a-multitude-of-pesticides/?utm_source=Catch+The+Buzz&utm_campaign=12b76de8c4-Catch_The_Buzz_4_29_2015&utm_medium=email&utm_term=0_0272f190ab-12b76de8c4-256241669# >.
- Henry, M. et al., 2012. A common pesticide decreases foraging success and survival in honey bees. Science. 336. 348–350.
- Hintermeier, H. 2014. Pollenspender und Pollenfarben. Schweizerische Bienen – Zeitung. 137 (05). 29-31.
- Hradecký J. 2015. Měření profilu těkavých látek ve vzorcích řepky. VŠCHT v Praze. Praha. 8 s.
- Iwasa, T et. al., 2004. Mechanism for the differential toxicity of neonicotinoid insecticides in the honey bee, *Apis mellifera*. Crop Protection, 23(5), 371–378.
- Kazda, J. 2005. Chemická ochrana rostlin a předpisy. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. 55 s. ISBN: neuveden.
- Kazda, J., Mikulka J., Prokinová, E. 2010. Encyklopedie ochrany rostlin. Profi Press s.r.o. Praha. 399 s. ISBN: 978-80-86726-34-2.
- Kazda, J. 2014. Změny v technologii pěstování ozimé řepky a jejich vliv na včely. Včelařství. 66 (5). 116-118.
- Kováčik, A. 1993. Základy pěstování slunečnice. Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství České republiky, Praha. 46 s. ISBN 80-7105-043-1

- Krejčík, P. 2015. Situační a výhledová zpráva – Včely. Ministerstvo zemědělství, Praha. 24 s. ISBN: 978-80-7434-127-4.
- Krieg, P., Hofbauer, J., Komzáková, O. 2009. Čmeláci a jejich podpora v zemědělské krajině. Výzkumný ústav včelařský v Dole. 80 s. ISBN 978-80-87196-01-4.
- Křížová, P., Lokaj, Z. 2009. Taháky z fytofarmakologie – mechanismus fungicidních účinných látek III. Rostlinolékař. (1). 29-32.
- Málek, B., Andr, J., Jursík, M., Škarpa, P., Říha, K., Kazda, J., Richter, R. 2013. Slunečnice: technologie pěstování. Kurent, s.r.o., České Budějovice. 125 s. ISBN: 978-80-87111-41-3.
- Morse, R., A. 1975. Bees and beekeeping. Cornell University Press, London. 295 p. ISBN: 0-8014-0884-9.
- Morse, R., A, Calderone N., W. 2000. The value of honey bees as pollinators of US crop in 2000. Bee Culture. 128. 2-15.
- Nezbeda, M. 2013. Včelařství: opylovatelé v kontextu životního prostředí. Tiskárna K+H, Mělník. 50 s. ISBN: 978-80-87610-15-2.
- Petr, J. 2015. Spor o neonicotinoidy nekončí. Včelařství. 68 (6). 202.
- Pistorius, J. 2014. Bienenvergiftungen – Einheitliche Regeln in der EU. Risikobewertung und Zulassung. Imkerfreund/Biene. 63 (4). 16-17.
- Ptáček, V. 2013. Včely samotářky – druhy hospodářsky využívané k opylování. Moderní včelař. 10 (2). 26-27.
- Přidal, A. 2004. Checklist of the bee in the Czech republic and Slovakia with comment on their distribution and taxonomy. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis. (52) 29-66.
- Reed, M.J. et al., 2010. Review article Pesticides and honey bee toxicity – USA. Apidologie. 41, 312–331.
- Sanford, M, T., Bonney, R. E. 2010. Storey's guide to keeping honey bees. Storey Publishing, North Adams. 244 p. ISBN: 9781603425513.

Steiner, R. 2001. Podstata včel: kosmická chemie. Fabula, Hranice. 290 s. ISBN: 80-902829-7-0.

Svobodová, I. 2015. Slunečnice nejen v číslech. Úroda. 63 (10). 30-32.

Šenoldová, P., Lokaj, Z. 2008a. Taháky z fytofarmakologie – mechanismus zoocidních účinných látek I. Rostlinolékař. 19 (1). 26-28.

Šenoldová, P., Lokaj, Z. 2008b. Taháky z fytofarmakologie – mechanismus zoocidních účinných látek II. Rostlinolékař. 19 (2). 34-36.

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.

Švamberk, V. 2003. Záhadné včely: tajemný svět včel II. Víkend, Líbeznice. 96 s. ISBN: 80-7222-285-6.

Tautz, J. 2007. Phänomen Honigbiene. Spektrum; München. 286 p. ISBN: 9783827418456.

Texl, P. 2015. Otravy včelstev v souvislosti s aplikací pesticidů v roce 2015. Moderní včelař. 12 (6). 30.

Texl, P., Semerád, Z. 2015. Otravy včelstev. Včelařství. 68 (6). 188-189.

Titěra, D., Kamler, F. 2013. Provedení analýzy rozsahu a vlivu používání vysoce rizikových insekticidů ze skupiny neonikotinoidů 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.

Titěra, D., Veselý, V., Hajšlová, J., Maštovská, K. 2003. Otravy včel pesticidy. Veterinářství. 53 (4). 152-154.

Van der Sluijs, J.P. et al., 2013. Neonicotinoids, bee disorders and the sustainability of pollinator services. Current Opinion in Environmental Sustainability, 5(3-4), 293–305.

Veselý, V. 2013. Včelařství. Brázda, Praha. 270 s. ISBN: 978-80-209-0399-0.

Volková, M., Kazda, J. 2016. Ovlivní výběr pesticidů výskyt opylovačů v olejninách? Naše pole (3). 16-46.

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 s.

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

Žďárek, J. 2015. Hmyzí rodiny a státy. Academia, Praha. 582 s. ISBN: 978-80-200-2225-7.

Další použité zdroje

ČSÚ (Český statistický úřad), dostupné z <www.czso.cz>.

ČSV (Český svaz včelařů), dostupné z <<http://www.vcelarstvi.cz>>.

Rostlinolékařský portál, dostupné z <http://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/#ior|met:097a4ac9ec868121c8cd4d6f9a001c54|kap1:skudci|kap:63e674ca7e9d9ae87dae215de3004023>.

ÚKZÚZ (Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský), dostupné z <www.eagri.cz>.

9 SEZNAM GRAFŮ

Graf 1. Sklizňové plochy a výnosy řepky.	6
Graf 2. Vývoj ploch a výnosů slunečnice.	8
Graf 3. Spotřeba účinných látek v olejninách v letech 2013 a 2014.	9
Graf 4. Zastoupení jednotlivých druhů olejnin na celkové sklizňové ploše v ČR v roce 2015.	10
Graf 5. Průměrný počet včel na odrůdovém pokusu řepky ozimé.	36
Graf 6. Test normálního rozdělení dat – počtu včel na odrůdovém pokusu řepky ozimé.	37
Graf 7. Krabicový graf z Kruskal-Wallisova testu.	39
Graf 8. Průměrný počet včel na pesticidním pokusu řepky ozimé.	41
Graf 9. Test normálního rozdělení dat – počtu včel na pesticidním pokusu řepky ozimé.	42
Graf 10. Krabicový graf z Kruskal-Wallisova testu.	44
Graf 11. Průměrný počet čmeláků na jednotlivých odrůdách slunečnice roční.	46
Graf 12. Test normálního rozdělení dat – počtu čmeláků na odrůdovém pokusu slunečnice roční.	47
Graf 13. Krabicový graf z Kruskal-Wallisova testu.	49
Graf 14. Průměrný počet čmeláků na pesticidním pokusu slunečnice roční.	50
Graf 15. Test normálního rozdělení dat – počtu čmeláků na pesticidním pokusu slunečnice roční.	51
Graf 16. Krabicový graf z Kruskal-Wallisova testu.	53
Graf 17. Průměrný počet včel na odrůdovém pokusu řepky jarní.	55
Graf 18. Test normálního rozdělení dat – počtu včel na odrůdovém pokusu řepky jarní.	56
Graf 19. Krabicový graf z Kruskal-Wallisova testu.	58
Graf 20. Relativní zastoupení acetaldehydu s výskytem nejnižšího a nejvyššího počtu včel na jednotlivých variantách.	60
Graf 21. Relativní zastoupení methylester thiokyanové kyseliny s výskytem nejnižšího a nejvyššího počtu včel na jednotlivých variantách.	61
Graf 22. Relativní zastoupení fenylactové kyseliny s výskytem nejnižšího a nejvyššího počtu včel na jednotlivých variantách.	62
Graf 23. Relativní zastoupení kyseliny octové s výskytem nejnižšího a nejvyššího počtu včel na jednotlivých variantách.	63

10 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1. Fungicidní účinné látky do řepky ozimé a jarní a jejich vliv na včely.	17
Tabulka 2. Fungicidní účinné látky do slunečnice roční a jejich vliv na včely.	18
Tabulka 3. Insekticidní účinné látky do řepky ozimé a jarní a jejich vliv na včely.	19
Tabulka 4. Insekticidní účinné látky do slunečnice roční a jejich vliv na včely.	20
Tabulka 5. Biometrické schéma odrůdového pokusu řepky ozimé v roce 2015.	30
Tabulka 6. Popis sledovaných variant.	30
Tabulka 7. Biometrické schéma pesticidního pokusu řepky ozimé v roce 2015.	31
Tabulka 8. Popis sledovaných variant.	31
Tabulka 9. Biometrické schéma odrůdového pokusu slunečnice roční v roce 2015.	32
Tabulka 10. Popis sledovaných variant.	32
Tabulka 11. Biometrické schéma insekticidního pokusu slunečnice roční v roce 2015.	33
Tabulka 12. Popis sledovaných variant.	33
Tabulka 13. Biometrické schéma odrůdového pokusu jarní řepky v roce 2015.	35
Tabulka 14. Popis sledovaných variant.	35
Tabulka 15. Kruskal-Wallisova ANOVA, neparametrický test.	38
Tabulka 16. Mediánový test – část Kruskal-Wallisova testu.	38
Tabulka 17. Výsledné hodnocení Kruskal-Wallisova testu.	40
Tabulka 18. Kruskal-Wallisova ANOVA, neparametrický test.	43
Tabulka 19. Mediánový test – součást Kruskal-Wallisova testu.	43
Tabulka 20. Výsledné hodnocení Kruskal-Wallisova testu.	45
Tabulka 21. Kruskal-Wallisova ANOVA, neparametrický test.	47
Tabulka 22. Mediánový test – součást Kruskal-Wallisova testu.	48
Tabulka 23. Výsledné hodnocení Kruskal-Wallisova testu.	49
Tabulka 24. Kruskal-Wallisova ANOVA, neparametrický test.	51
Tabulka 25. Mediánový test – součást Kruskal-Wallisova testu.	52
Tabulka 26. Výsledné hodnocení Kruskal-Wallisova testu.	53
Tabulka 27. Kruskal-Wallisova ANOVA, neparametrický test.	56
Tabulka 28. Mediánový test – součást Kruskal-Wallisova testu.	57
Tabulka 29. Výsledné hodnocení Kruskal-Wallisova testu.	58

11 PŘÍLOHA



Obrázek 1. Odrůdový pokus řepky ozimé v roce 2015. Foto: Hana Řehořová.



Obrázek 2. Pesticidní pokus řepky ozimé v roce 2015. Foto: Hana Řehořová.



Obrázek 3. Sběr květů řepky ozimé z pesticidního pokusu pro analýzu těkavých látek.
Foto: Hana Řehořová.



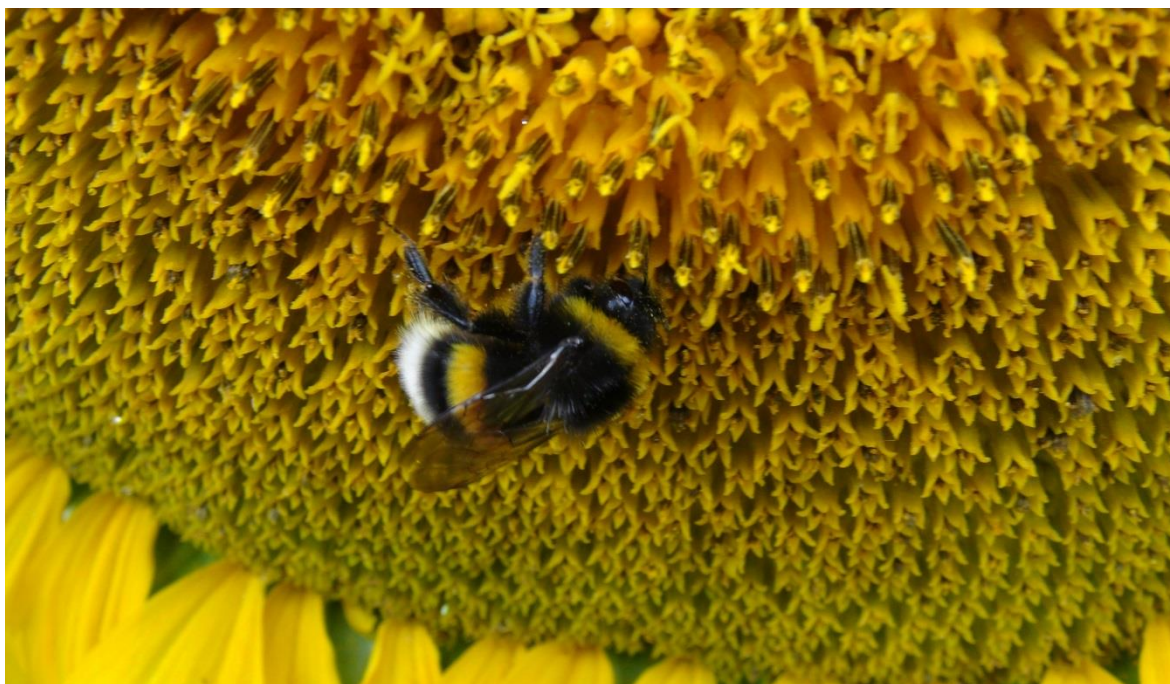
Obrázek 4. Odrůdový pokus slunečnice roční v roce 2015. Foto: Hana Řehořová.



Obrázek 5. Opylovači slunečnice – čmeláci. Foto: Hana Řehořová.



Obrázek 6. Pesticidní pokus slunečnice roční. Foto: Hana Řehořová.



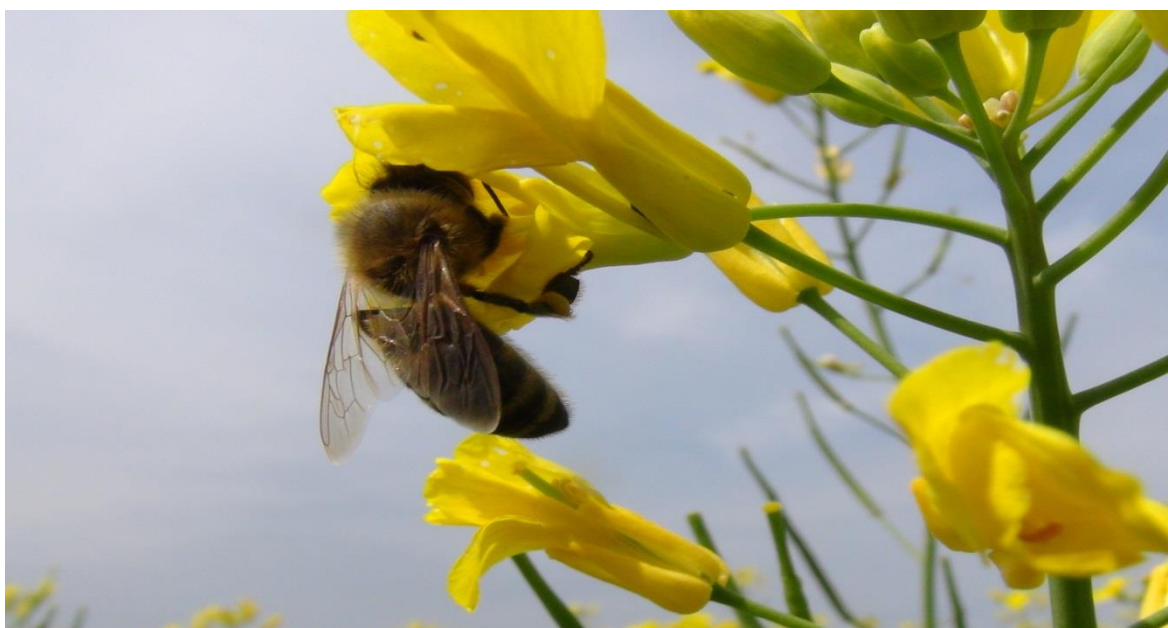
Obrázek 7. Opylovač slunečnice – čmelák. Foto: Ing. Jan Kazda, CSc.



Obrázek 8. Odrůdový pokus řepky jarní v roce 2015. Foto: Hana Řehořová.



Obrázek 9. Detail opylování řepky jarní v roce 2015. Foto: Ing. Jan Kazda, CSc.



Obrázek 10. Detail opylování řepky jarní v roce 2015. Foto: Ing. Jan Kazda, CSc.