

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra ochrany rostlin



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

**Rozdíl v repelenci pro včely POR registrovaných
v konvenčním a ekologickém zemědělství**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Jiří Provazník

Obor studia: Ekologické zemědělství (AME)

Vedoucí práce: doc. Ing. Jan Kazda, CSc.

© 2021 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Rozdíl v repelenci pro včely POR registrovaných v konvenčním a ekologickém zemědělství" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 26.4.2021

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval doc. Ing. Janu Kazdovi, CSc. za odborné vedení mé diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Anetě Bokšové za pomoc s výzkumem a svým rodičům za poskytnutí prakticky cenných rad, prostorů a včelstev pro výzkum.

Rozdíl v repelenci pro včely POR registrovaných v konvenčním a ekologickém zemědělství

Souhrn

Literární rešerše se zaměřuje na chov včel v České republice. Seznamuje čtenáře s životem a potřebami včel a také s významem produkce medu a pylu pro včelstvo. Dále vymezuje základní pojmy týkající se aplikace přípravků na ochranu rostlin a s tím spojeného toxického účinku na včelu medonosnou, zároveň ale i zvýšenou repelentnost či atraktivnost dané kulturní plodiny pro včely. Věnuje se také ošetřování porostů a dané legislativě.

Tato práce se zabývá vztahem včely medonosné a změnou atraktivnosti porostů polních plodin při aplikaci přípravků na ochranu rostlin, používaných v ekologickém a konvenčním zemědělství. Práce se dále zabývá rozdíly přípravků na ochranu rostlin v atraktivnosti pro včely a možnostmi použití získaných informací v polních pokusech a v praxi.

Cílem výzkumu je porovnat metodou přímého lákání atraktivitu pro včely přípravků na ochranu rostlin registrovaných v konvenčním zemědělství s přípravky registrovanými pro použití v ekologickém zemědělství.

Pro výzkum bylo vybráno stanoviště včelstev v nížinné oblasti v obci Veletov na Kolínsku (Středočeský kraj) s přibližnou nadmořskou výškou 220 m n. m. s výrobní oblastí řepařskou. Pro výzkum bylo vybráno stanoviště díky tradici chovu včel na něm chovaných od roku 1930 a každoročnímu stavu cca 300 včelstev, především oddělků. Díky tomu bylo dostatek jedinců pro provedení výzkumu s možností zázemí.

Souběžně byl pokus podle stejné metodiky prováděn ve Výzkumném ústavu včelařském v Dole. Pro tento výzkum bylo vybráno 13 přípravků na ochranu rostlin. Z konvenčního zemědělství bylo 9 přípravků a 4 přípravky z ekologického zemědělství. Při výzkumu metodou přímého lákání bylo dokázáno, že téměř stejná data lze naměřit na různých stanovištích včelstev. Byla zjištěna změna atraktivity roztoků s různými přípravky na ochranu rostlin. Různé hodnoty atraktivity roztoků měly přípravky z konvenčního zemědělství i z ekologického zemědělství.

Klíčová slova: včely, přípravky na ochranu rostlin, ekologické zemědělství

Difference in repellent for bees of pesticides registered in conventional and organic farming

Summary

The literary search focuses on beekeeping in the Czech Republic. It acquaints readers to with the life and needs of bees and also the importance of honey and pollen production for bee colonies. It also defines the basic concepts related to the application of pesticides and the associated toxic effect on honeybees, but also increased repellency or attractiveness of the crop for bees. Vegetation treatment and legislation.

This work deals with the relationship between the honeybee and the change in the attractiveness of field crops after the application of pesticides used in organic and conventional agriculture. The work also deals with the differences between pesticides in the attractiveness for bees and the possibilities of using the information obtained in field experiments and in practice.

The aim of the research is to compare the attractiveness for bees of pesticides registered in conventional agriculture with pesticides registered for use in organic agriculture by the method of direct attraction.

For research was selected apiary situated in a lowland area in the village of Veletov in the Kolín Region (Central Bohemian Region) with an approximate altitude of 220 m above sea level with a beet production area. The site was chosen for the reasearch thanks to the tradition of beekeeping on it since 1930 and the annual number of about 300 hives, mainly nuc. Thanks to that, there were enough individuals to conduct research with the possibility of background facility.

At the same time, the experiment was performed according to the same methodology at the Bee Research Institute in Dol. Thirteen pesticides were selected for this research. From conventional agriculture were selected 9 pesticides and 4 pesticides from organic farming. Research by direct attracting has shown that almost the same data can be measured at different hive sites. A change in the attractiveness of solutions with pesticides was found. Preparations from conventional agriculture and organic farming had different values.

Keywords: bees, pesticides, organic agriculture

Obsah

1	Úvod	8
2	Vědecká hypotéza a cíle práce	9
3	Literární rešerše	10
3.1	Význam chovu včel	10
3.2	Včelaření v ČR	11
3.3	Taxonomie	12
3.4	Rozdělení včelstva	12
3.4.1	Kasty	12
3.5	Včelí pastva v ČR	14
3.5.1	Med	14
3.5.2	Pyl	15
3.5.3	Voda	17
3.6	Vyhledávání potravy	17
3.7	Welfare v chovu včel	18
3.7.1	Potrava	19
3.7.2	Prostředí	19
3.7.3	Přeléčení	20
3.7.4	Prostor v úlu	21
3.7.5	Plod a plemeno	21
3.8	Ekologický chov včel	22
3.9	Přírodě blízký chov včel	23
3.10	Klady a záporny používání pesticidů nejen pro včely	24
3.11	Rozdělení pesticidů	25
3.11.1	Podle použití proti cílovému organismu	25
3.11.1.1	Pyretroidy	26
3.11.1.2	Neonikotinoidy	26
3.11.1.3	Organofosfáty	27
3.11.2	Podle historického vývoje	27
3.11.2.1	Pesticidy 1. generace	27
3.11.2.2	Pesticidy 2. generace	27
3.11.2.3	Pesticidy 3. generace	27
3.12	Toxicita	28
3.12.1	Přirozená toxicita	28
3.12.2	Toxicita pesticidů	28
3.12.3	Akutní otravy v ČR	30

3.13	Aplikace přípravků na ochranu rostlin.....	30
3.13.1	Druhy aplikace	30
3.14	Rezidua	31
3.15	Atraktivita a repelence	32
3.16	Ošetřování porostů.....	33
3.16.1	Ochrana rostlin v ekologickém zemědělství	33
3.16.2	Integrovaná ochrana rostlin	34
3.16.3	Biologická a biotechnická ochrana	34
3.16.4	Mechanické a fyzikální metody ochrany	34
3.16.5	Chemické metody ochrany	34
3.17	Legislativa	35
3.17.1	Ochrana včel, zvěře, vodních a dalších necílových organismů	35
3.17.2	Nařízení proti úletu přípravků	35
4	Metodika	37
5	Výsledky	41
5.1	Analýza rozptylu – ANOVA I. skupina	42
5.2	Popisná statistika I. skupina.....	43
5.3	Graf výsledků I. skupina.....	44
5.4	Analýza rozptylu – ANOVA II. skupina	45
5.5	Popisná statistika II. skupina.....	46
5.6	Graf výsledky II. sk.....	47
6	Diskuze	48
7	Závěr	52
8	Literatura.....	54
9	Samostatné přílohy	I

1 Úvod

Zájem člověka o včely sahá, až do období doby kamenné. Snaha slovanského národa o první práce se včelami a jejich chovem se odhaduje na 2. pol. 6. století, kdy docházelo ke stěhování národů. Historikové dělí včelařskou minulost do tří etap. První etapou bylo včelaření sběrné, které se měnilo do včelařství brtnického. Brtnictví bylo vybírání medu divoce žijícím včelám z dutin stromů tzv. brtí. Při odběru medu se včelaři snažili vyřezat maximálně polovinu díla. Tím docházelo k obnově díla a včelstvo mohlo žít dál. Včelaři už v té době měli řadu pomůcek např. kukly a dýmáky. Druhou etapu nazýváme včelaření selské nebo domácí. Včelaři přinášeli části dutých kmenů stromů se včelami do blízkosti obydlí. Vyráběli tzv. kláty, v kterých chovali svá včelstva. Počet takto chovaných včelstev rostl a v 15.-16. století pravděpodobně již překročil množství lesních brtí. Z této doby je doložen chov v prvních dřevěných úlech a košnicích, vyráběných z rákosu a proutí často vymazaných jílem smíchaným s kravincem. Od 18. století, až po současnost se nacházíme v etapě racionálního včelaření (Lukeš, 2009).

Od doby, kdy se začal člověk zajímat o včely uběhla dlouhá doba. Jako se v chovu včel změnila technologie, tak i naše krajina se velmi změnila. Na mnoha pozemcích v České republice roste kvetoucí kulturní plodina. Přesto se setkáváme čím dál častěji s menším množstvím potravy v podobě pylu a nektaru v přírodě v průběhu celé sezóny. Včelstva často musí sbírat potravu v mnohem větší vzdálenosti a tím jí přinášejí pro svou kolonii méně. Stále častěji se setkáváme s menší návštěvností kvetoucích porostů kulturních plodin. Přípravky na ochranu rostlin působí ve většině případů na včely repelentně. Repelentnost mohou vytvářet různě silnou. Ale výjimečně se stane, že i přes možnost toxického účinku přípravku působí na včely atraktivně a může zvětšovat návštěvnost porostů tímto přípravkem ošetřených.

V ekologickém zemědělství se klade velký důraz na prevenci při ochraně rostlin. Často bývá kulturní plodina zaplevelená i kvetoucími plevely, které včely navštěvují. I v tomto systému hospodaření se můžeme setkat s povolenými přípravky na ochranu rostlin. Těchto přípravků není mnoho. Těch, s nimiž by mohly včely přijít do styku na kvetoucích porostech a mohly by ovlivnit atraktivitu pastvy je ještě méně. Proto byly pro tento výzkum vybrány přípravky, jak z ekologického zemědělství, tak i z konvenčního zemědělství. Díky tomuto výzkumu můžeme zhodnotit změnu atraktivity porostů a možnosti ovlivnění návštěvnosti porostu včelami v obou systémech hospodaření.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Hypotéza:

1. Přípravky na ochranu rostlin registrované v ekologickém zemědělství mohou ovlivnit návštěvnost včel v kvetoucích porostech podobně jako přípravky v konvenčním zemědělství.

Cíl práce:

1. Porovnat repelenci pro včely přípravků na ochranu rostlin registrovaných v konvenčním zemědělství s přípravky registrovanými pro použití v ekologickém zemědělství.

3 Literární rešerše

3.1 Význam chovu včel

Chov včely medonosné (*Apis mellifera* L.) je v současnosti rozšířen po celém světě. Je známo, že její opylovací schopnost se podílí přímo i nepřímo na zhruba 1/3 zajištění lidské výživy. V našich podmínkách je přínos včely medonosné u opylování 10krát větší než získané produkty.

Včely neposkytují pouze med a opylení rostlin, získáváme také celou řadu produktů, jako je pyl, mateří kašička, propolis, vosk nebo včelí jed. Můžeme využívat i další okrajové produkty např. úlový vzduch nebo včelí plod, který je bohatý na bílkoviny a v některých zemích slouží jako zdroj potravy.

Včetně těchto produktů se včela medonosná dá použít jako přesný bioindikátor. Nejčastější změny můžeme pozorovat v souvislosti s antropogenní činností. Sem nejčastěji patří úživnost včel vzhledem ke krajině a její struktuře, dále otravy pesticidy, toxické emise apod. (Přidal, 2003).

Včela medonosná je neoddělitelně spjatá s přírodním prostředím. Výzkumy mohou ukázat zvýšený obsah Cu, Cr, Mn, Fe, Zn ve vzorcích včel (Skorbilowicz et al., 2018).

Další využití včely medonosné se může uplatnit i při ochraně rostlin. Včela je pokrytá hustým ochlupením, v kterém může přenášet například pyl. Za život pak navštíví velkou řadu květů a díky těmto skutečnostem je možný i přenos přípravků na ochranu rostlin pomocí včel. Tyto přípravky na ochranu rostlin jsou vždy biologického charakteru. Jedná se o užitečné houby a mikroskopické bakterie. Včela se tak stává významným „živým aplikátorem“ užitečných mikroorganismů přímo do květů rostlin.

Včela si dokáže zapamatovat řadu informací díky své pohotové paměťové kapacitě. Dokáže se velmi rychle orientovat v terénu a zapamatovat si vůně zdrojů potravy. Vědci v Americe naučili např. včelí dělnice nacházet výbušniny s 99% přesností. Včela, která dokáže najít danou látku, dostane odměnu v podobě potravy. Následně v úlu předá informaci o poloze výbušniny, a hlavně o získané potravě všem ostatním včelám. Takto naučené včelstvo dokáže označit i malé množství výbušniny. Existují další možnosti vyhledávání nebezpečných látek např. vyhledávání drog apod. (Přidal, 2003).

Během svého života je každá včela schopna vykonat za den až 30 cest za potravou. Každé včelstvo má zhruba 10 000 létavek, které každý den, za optimálních podmínek, přinášejí potravu do úlu. Jedna včela v přírodě průměrně navštíví 10 květů za minutu. Doba cesty včely za potravou je 10 minut. Včela tedy navštíví za jednu cestu v průměru 100 květů. Na jednu včelu připadá úkol navštívit za den 3 000 květů a na celé včelstvo i 30 000 000 květů za jeden den. Opylování včelou medonosnou má pro krajinu z hlediska zemědělské produkce, její kvality a kvantity obrovskou a mimořádnou hodnotu (Švamberk, 2015).

3.2 Včelaření v ČR

V České republice se dříve vyskytovala převážně včela tmavá (*Apis mellifera mellifera*) rozšířená na celé severní polokouli. Změna nastala v 19. století, kdy se začal rozšiřovat chov včely kraňské (*Apis mellifera carnica*) pro její větší produkci medu. Byla klidnější a méně bodavá, více rojivá a na jaře šla včelstva brzy do síly a mají dřív větší množství jedinců. Po zkřížení se včelou černou docházelo často k úpadku předností včely kraňské. Až nacistický režim prosazující včelu kraňskou za jedinou správnou včelu ve třetí říši ovlivnil její rozšíření.

I přes informace v médiích o potřebě vyššího zavčelení naší krajiny je v současnosti počet včelstev enormní. Chovem včel se u nás zabývá přes 50 tisíc včelařů chovajících přes půl milionu včelstev. Už v 80. letech stavy včelstev i včelařů byly vyšší, ale k tomu tehdy byla příznivá krajina. Úživnost krajiny velmi klesla i díky změně osevních postupů. Ve světě se můžeme setkat s pojmem opylovací síla, která udává množství pracujících včel na 1 m². V dnešní době díky šlechtění včelstev na produkci medu jsou včelstva až dvojnásobně silnější než v 80. letech. V České republice máme celosvětově první místo v počtu včelařů na počet obyvatel. Pro chov včel je nařízeno ohlásit polohu stanoviště, odevzdávat vzorky měli a pravidelně včelstva léčit. Včelaření ve městech není legislativou nijak ošetřené (Hauserová et Kotala, 2016).

Včelařství se stává koníčkem mnoha lidí a chovaných včelstev v České republice stále přibývá. V roce 2018 bylo celkem chováno 631 811 včelstev, která vyprodukovala 8 992 tun medu a 302 tun vosku. V roce 2019 bylo chováno 642 825 včelstev. Přestože v roce 2019 bylo chováno o 10 tisíc včelstev více, produkce byla menší o 8 260 tun medu a 297 tun vosku (Habartová et al., 2020). V ekologickém zemědělství je trendem zvyšování počtu včelstev chovaných v tomto režimu. V roce 2018 na čtyřech ekofarmách bylo chováno 584 včelstev. V roce 2019 už jen na třech ekofarmách bylo chováno 703 včelstev (Anonym, 2021).

3.3 Taxonomie

Včela medonosná patří do kmene členovci, podkmene vzdušnicovci, do třídy hmyzu, řádu blanokřídlí, podřádu štíhlopasí, nadčeled' včely, čeledi včelovití, rodu včela, druhu včela medonosná (Hauserová et Kotala, 2016). O tvrzení, že včela patří mezi hmyz nikdo dlouho nepochyboval. Johannes Mehring v 19. století definoval včelstvo těmito slovy: „Včelstvo je jedna bytost a odpovídá obratlovcí. Dělnice reprezentují tělesné orgány potřebné pro údržbu a výživu organismu, zatímco matka odpovídá samičím pohlavním orgánům a trubci samčím.“ Tímto názorem podnítil řadu lidí k přemýšlení. I takový superorganismus jako je včelstvo má řadu vlastností pozorovaných u savců. Samičky včely produkují tzv. sesterské mléko. Mezi včelami i savci je pozorována nízká intenzita rozmnožování. Savci své potomky mají uvnitř svých těl a včely uvnitř svých úlů. Můžeme pozorovat podobnou teplotu v úle cca 35 °C a u savců 36 °C. Včely mají velmi dobře vyvinuté vlohky k učení stejně jako savci. Proto mezi bezobratlými patří k nejlepším. Podobnost včel a savců je ohromná (Tautz, 2016).

3.4 Rozdělení včelstva

Samotný jedinec včely medonosné není schopen přežít sám. Je odkázán na pomoc jiných včel a jen pokud je ve společenstvu dokáže přežít. Život každého jedince je silně svázán se všemi členy včelstva. Celé včelstvo musí spolupracovat na stavbě plástů, rozmnožování, přinášení potravy, odchovu další generace, přípravy na zimu a přezimování. To vše je možné při vzájemné spolupráci všech jedinců ve včelstvu (Tomšík et al., 1955).

3.4.1 Kasty

Jednu kolonii včely medonosné odborně nazýváme včelstvem. Včelí společenstvo tvoří kasty. Nejpočetnější je kasta dělnic (desítek tisíc), několik stovek trubců a jedna matka. Ve včelstvu můžeme najít i plod různého stáří. Je ve stejných buňkách, do jakých se ukládá med. Žádný jedinec nemůže žít samostatně, je odkázán na spolupráci všech ostatních jedinců ve včelstvu.

Matka bývá ve včelstvu pouze jedna. Výjimku tvoří období, kdy po krátkou dobu může v úle být více matek. Těmito obdobími jsou rojení a výměna matky (Přidal, 2003). Z oplozených vajíček se mohou stát dělnice nebo matky. Tento rozdíl určuje strava a následný vývoj (Martin et al., 2019). Matka za den dokáže naklást, až dva tisíce vajíček. Oproti dělnicím je matka větší

a váží 180–260 mg. Aby neměla přestávky v kladení vajíček je celý život odkázána na ošetřování dělnicemi. O krmení matky se stará 8-16 dělnic, které tvoří tzv. mateří kašičku a každých 10-15 minut s ní krmí matku. Současně s dotykem matky přijímají feromony, které působí na celé včelstvo (Přidal, 2003). Feromony produkované matkou řídí celé včelstvo a inhibují vývoj vaječnicků dělnic (Hoover et al., 2003). Matka oproti dělnicím má ještě jednu důležitou schopnost. Dokáže se 5krát více naučit než dělnice (Gong et al., 2018).

Ve větších buňkách se vyvíjí z neoplozeného vajíčka sameček včely trubec. Klást neoplozené vajíčko může oplozená i neoplozená matka. Trubců bývá ve včelstvu 500-3000 jedinců. I přes jejich velikost (cca 250 mg) nejsou použitelní téměř k žádné činnosti ve včelstvu. Za náhlého ochlazení mohou zahřívát plod. Mohou se také podílet na koloběhu potravy, kdy přijímají potravu a předávají ji jiné včele. Trubci se vyskytují v našich podmínkách pouze v letním období. Oplození schopní se samečkové stávají mezi 10.-15. dnem života. Stejně jako matka mohou letět na shromaždiště i více než 5 km.

Dělnice jsou nedovyvinuté samičky, které mají nefunkční vaječníky. Jsou nedocenitelnou a stálepřítomnou součástí včelstva. V zimním období jich je ve včelstvu pouze 10-20 tisíc, ale v letním období může mít včelstvo i 50-60 tisíc dělnic. Obstarávají veškerou práci v úlu i mimo úl. Do 20. dne života pracují v úlu, jsou to tzv. úlové včely. Starší včely pracující mimo úl se nazývají létavky. Úlové včely v porovnání s létavkami se ve včelstvu nacházejí obvykle v poměru 2:1. Nejmladší včely, kterým se říká mladušky pracují okamžitě po vylíhnutí na čištění buněk. Už za 2-3 dny se stávají kojičkami, později krmičkami a začínají ošetřovat plod. Do 10. dne života je ošetřování plodu jejich hlavní pracovní náplní. Také podnikají první výpravy ven. Seznamují se s okolím a zbavují se nestravitelných zbytků potravy. Mezi 10.-20. dnem života se stávají za vhodných podmínek stavitelkami, následně přijímatelkami a zpracovatelkami potravy v podobě pylu a nektaru. V tomto období některé včely pracují na víčkování plodu nebo vynášení odpadů z úlu. Jiné včely okolo 20. dne života stráží česno, stávají se strážkyněmi.

Létavky se mohou specializovat na sběr pouze pylu nebo nektaru. Některé nosí obojí najednou, některé létají pro propolis nebo vodu. Přesný režim není nikdy dán a dělnice pracují na tom, co je včelstvu zapotřebí. Při mimořádných událostech v úlu dokáže včelstvo přehodnotit situaci a změnit během velmi krátké doby náplň práce všech jedinců. Dělnice se během intenzivních snůšek nektaru a pylu dožívá pouze 3-5 týdnů. Při nedostatku snůšky se v průměru dožívají o něco déle. Jiné to u zimních včel, které se vylíhnou na podzim a jsou v úlu

až do jara, kdy vychovávají nové dělnice. Tyto včely žijí 7-9 měsíců. Délka věku včely je řízena juvenilním hormonem (Přidal, 2003). Dlouhověké včely jedí na bílkoviny koncentrovanější potravu a jejich antibakteriální aktivita hemolymfy je vyšší (Kunc et al., 2019). U dlouhověkosti včel hraje roli i při jaké teplotě docházelo k přeměně v dospělé. Při nižších teplotách cca 32 °C se dožívají včely vyššího věku (Szentgyorgyi et al., 2018).

3.5 Včelí pastva v ČR

Včely mají roční cyklus pastvy, který je rozdělný výživově podle kvetoucích rostlin (DeGrandi-Hoffman et al., 2021). Zdroje potravy u včel odpovídají jejich velmi úzké specializaci. U včel se uplatňuje dělba práce, a tudíž každý jedinec si nemusí opatřovat potravu sám pro sebe. K překonání životních nepříznivých podmínek, jako je např. zimní období nebo deštivé období si včelstvo shromažďuje zásoby dobře konzervované potravy v plástvích mimo svá těla. Dospělé včely konzumují bílkovinnou potravu (pyl) a energetickou potravu (med) odděleně (Veselý et al., 2003). Interakce mezi opylovaři a kvetoucími rostlinami utvářejí ekologická společenstva a jsou příkladem společné evoluce (Bloch et al., 2017).

3.5.1 Med

Nektar a medovice jsou velmi důležitými zdroji cukrů a dalších látek ve výživě včel. Z těchto látek včely biochemicky a zahušťováním tvoří med (Veselý et al., 2003). Nektar a medovice se musí nejdříve zpracovat, aby se daly tyto produkty považovat za med (Weiss, 2005). Nektar je často obýván omezeným počtem mikroorganismů (Pozo et Jacquemyn, 2019).

Po návratu dělnice do úlu mají zužitkovanou jen nepatrnou část obsahu medného váčku. Přinesený produkt odebírají létavkám starší mladušky a následně si ho v kruhu předávají. Tím se produkt zahušťuje a štěpí se na jednoduché cukry za pomoci hltanových žláz. Po uložení medu do buněk stále nekončí jeho přeměna. Je důležité, aby se zbavil přebytečné vody. To se děje díky přenášení medu dělnicemi. Odhaduje se spotřeba 2–3 kg nektaru, pro vznik 1 kg medu. Medovice bývá hustší, a proto jí včely často musí ředit, aby jí mohly posbírat (Weiss, 2005).

Nektar je sbírán včelami z hmyzosubných rostlin. Čerstvý nektar obsahuje 30 % cukru (fruktózy a glukózy) a 70 % vody (Bienefeld, 2006). Nektar má průměrný obsah vody mezi 15–95 % a obsah cukrů cca 40 %. Musí obsahovat alespoň 15 % cukru, aby byl atraktivní pro včely,

nektar pod 10 % je pro včely neatraktivní a zpravidla si ho nevšímají. Nektar obsahuje celou řadu kyselin např. kyselinu vinnou, jablečnou, jantarovou, šťavelovou a další. V malém množství je zde zastoupen protein od 0,002–4,8 mg/100 mg sušiny nektaru, tudíž lze říci, že dusíkaté látky zde prakticky chybí. Minerální látky jsou zde zastoupeny také v malém množství, v popelovině tvoří 0,02–0,45 % sušiny.

Výsledná specifická chuť a vůně medu je tvořena aromatickými silicemi, pryskyřičnými látkami a terpeny. Z barviv jsou zastoupeny flavony ze skupiny flavonoidů. Vitamíny v nektaru nejsou nikterak hodnotně zastoupeny. Především se jedná o vitamín C. V medu můžeme nalézt i řadu pevných částic, jako jsou příměsi pylu, rostlinné buňky a jiné. Reakce medu bývá kyselá a pH nabývá hodnot od 2,7–6,4 jen výjimečně se můžeme setkat se zásaditou reakcí (Přidal, 2003).

Medovice je sbírána včelami v podobě sladkých šťáv vyprodukovaných především mšicemi, mery nebo červci. Ke sběru používají sosák a jazýček a ukládají medovici do medného váčku, jež je oddělen od žaludku česlem. Díky němu nemůže potrava putovat nazpět ze žaludku do medného váčku (Weiss, 2005).

Med z nektaru dokážou včely trávit téměř beze zbytku. Celkový obsah nestravitelných látek je do 1 %. Jiné je to však u medů medovicových. Tyto medy obsahují složitější sacharidy, ze kterých při trávení zůstává mnohem více nestravitelných látek. V letních měsících se včely bez problému zbaví nestravitelných látek díky vyprazdňování výkalů během letu v přírodě. Jiné je to v zimním období, kdy může dojít k přeplnění výkalového váčku. Velký problém způsobuje (především v medovicových medech) trisacharid melicitózy. Takový med rychle krystalizuje v plástvích (Veselý et al., 2003).

3.5.2 Pyl

Pro včely je pyl velmi důležitým zdrojem potravy obsahujícím všechny látky nezbytné pro výživu, kromě dostatku cukrů. Pylové zrno je chráněno před vnějšími vlivy obal. Tento velmi tvrdý obal musí včela prolomit, aby se dostala k obsahu pylového zrna.

K prvnímu zpracování dochází při sbírání pylu, k němu včely přidávají trochu medu a výměšky svých žláz (Veselý et al., 2003). Pyl tak lépe drží na nožičkách (Weiss, 2005). Čerstvě přinesený pyl do úlu může být včelami okamžitě konzumován a tráven. Pyl, který zbude, včely dobře stlačí do buněk plástů tak, aby v něm nevznikla žádná vzduchová bublinka (Veselý et al., 2003). Uskladněný pyl včely pokryjí vrstvičkou medu, aby ho konzervovali. (Weiss, 2005).

V uskladněném pylu probíhají biochemické procesy. Kromě enzymů přidaných do pylu včelami a enzymů pylu se na těchto procesech podílí některé mikroorganismy zejména kvasinky (Veselý et al., 2003). V pylu, který je takto uskladněný v plástveích probíhá mléčné kvašení za přítomnosti kyselin. Určitými změnami procházejí i bílkoviny. Díky těmto změnám se uložený pyl nazývá „včelí chléb“ (Weiss, 2005). Hned po medu je plástový pyl hlavním zdrojem potravy pro včely (Titěra et Kubišová, 1988). Klesání výživné hodnoty plástového pylu můžeme pozorovat u pylu rok starého. Pylové rousky nezpracované včelami ztrácejí výživovou hodnotu daleko rychleji.

Dospělé včely konzumují pyl ve věku 6–12 hod, nejdéle do dvou dnů musí všechny včely sníst určité množství pylu. Největší příjem pylu mají včely mezi 3.–9. dnem věku. Většinu takto přijatého pylu přetvářejí krmičky na krmnou kašičku pro larvy. Příjem pylu u včely klesá ve věku 18 dní a jako létavka už žádný pyl nepřijímá (Veselý et al., 2003). Včely dokážou žít určitou dobu bez příjmu pylu. Jejich těla jsou plně vyvinutá a pro základní životní funkce jim postačí příjem energetické potravy. Pyl v potravě ovlivňuje jednotlivé žlázy např. hltanovou žlázu pro tvorbu mateří kašičky nebo žlázu jedovou. Při poklesu příjmu pylu ve výživě dospělé včely, klesá i bolest po bodnutí (Titěra et Kubišová, 1988).

Svoje uplatnění nachází pyl především při výživě plodu. Starší trubčí a dělníci larvy dostávají pyl smíchaný s medem. Krmnou kašičku tvoří dělnice ze směsi pylu a výměšků svých žláz. Krmnou kašičku dostává mladý plod a larvy matky. V pylu je značné množství vitamínů skupiny B, bílkovin, tuků a minerálů, jen velmi málo jsou zastoupené uhlohydráty (Weiss, 2005) Včela dokáže strávit cca 70–85 % látek pylu (Veselý et al., 2003).

Kvalitní výživa larev značně ovlivňuje jejich hmotnost. Při správné výživě larva včely zvýší svou hmotnost více než tisícinásobně během šesti dnů života. Hmotnost vajíčka je přibližně 0,1 mg, přičemž váha larvy při zavíčkování je přibližně 130 mg (Titěra et Kubišová, 1988). Středně silné včelstvo je schopno během jednoho roku odchovat přibližně 100 000 larev. Při takovém počtu larev je zapotřebí více než 30 kg pylu. Při výměně jednotlivých generací v jarním období potřebuje mít včelstvo k dispozici přibližně 5–6 kg pylu. Pro odchov dvou mladušek je zapotřebí přibližně jedna buňka plástového pylu.

Po vyčerpání zásob pylu dochází u včel ke stresu. Okamžitě začnou vyhazovat otevřený plod z úlu. V úlu nalezneme zavíčkovaný plod a vajíčka, protože matka pokračuje dál v kladení. Včelstvo má následně problémy. Odchová jen určité množství plodu a také se z hůře živených

larev líhnou včely poznamenané podvýživou. Při nedostatku konzumovaného pylu v dospělosti se velmi zkracuje délka života včel (Veselý et al., 2003).

3.5.3 Voda

Vody je v přírodě po celý rok k dispozici dostatek, ale není vždy vhodná pro včely nebo ji nelze tak snadno získat. V kulturní krajině velmi rychle ubývá zdrojů vody vhodných pro včely. Zejména ve městech je situace velmi špatná, vodních ploch je velmi málo a dešťová voda rychle odtéká kanalizací. Většinu potřebné vody včely donášejí z přírody. Nedělají žádné zásoby vody, mohou ji mít přechodně v medném váčku. Spotřeba vody v úlu různě kolísá podle množství plodu, kdy je zapotřebí 200–300 ml/den. Pro nakrmení 100 larev musí přinést vodu 5 nosiček. Rozředí zásoby medu a pylu a udělají z nich krmnou kašičku. Při extrémních podmínkách za vysokých teplot byly zaznamenány přínosy přesahující 2 l vody. Pro vodu včely létají i za nižších teplot. Problémy dělá vítr včelám při letu. Zpomalují svoji aktivitu při rychlosti větru 24 km/hod a při rychlosti 32 km/hod ustává sběr vody. Optimální teplota zdroje vody je 18–32°C. Včely preferují vodu teplejší než okolní vzduch. Dávají přednost vodě s mírnou koncentrací soli (cca 0,3 %). Potřeba soli pro včelu nebyla zatím objasněna. Pro včely jsou lákavé vody s příměsí močůvky nebo vody v blízkosti hnojišť. S velkou pravděpodobností v tom hrají roli aromatické látky a zvýšená teplota vody.

Med v otevřených buňkách jímá vodu z okolí. V zimním období získávají vodu, která kondenzuje na chladných částech úlu. Asi jednu osminu spotřeby vody získávají včely přímo ve svém těle jako metabolit při trávení cukrů (Veselý et al., 2003). Používání napaječek je velmi důležité. V přírodě zdroje vody mohou být kontaminovány pesticidy a představují velké ztráty jedinců utonutím (McCune et al., 2021).

3.6 Vyhledávání potravy

Včely pátračky hledají v přírodě nejatraktivnější potravu. Při nalezení potravy nabere vzorek potravy a ihned letí informovat celé včelstvo o tom, co a kde našla. Když se z nějakého důvodu pátračky do úlu nevrátí (např. díky postříku), létavky stále čekají na oznámení pastvy. Po příletu do úlu probíhá předávání informací na plástech. Při nalezení zdroje potravy pátračkou do vzdálenosti cca 100 metrů, provádí pátračka kruhové tanečky. Při větších vzdálenostech musí pro přesnější informování včelstva vytvářet osmičky.

Tanečky včela sděluje vzdálenost a díky intenzitě tance se včely dozvědí o vydatnosti nalezeného zdroje. Čím pomalejší je opisování tanečku do tvaru osmičky, tím dál se potrava nachází. Pátračky rozdělí vzorek přinesené potravy mezi jednotlivé létavky a tím je informují o vůni a chuti pastvy.

Při popisu polohy pastvy používají včely jako pomůcku gravitaci země a postavení slunce. Díky nim je vytvořen při tanci v úle letový úhel kudy včela letěla. Tento úhel je stejný jak v přírodě, tak i na kolmo visícím plástu. Včela pátračka letící v přírodě přímo od slunce, bude dělat osmičky v úlu ve středové ose osmičky hlavou přesně dolů. Pokud letěla přímo ke slunci bude dělat osmičky ve středové ose osmičky s hlavou nahoru (Bienefeld, 2006). Bylo dokázáno, že tanečky se mohou dostávat i mimo daný úl do sousedních úlů (Courbin et al., 2020).

Ze všech dekodovaných včelích taneček patří podle výzkumu 83,2 % plochám s nektarovou snůškou. Během letních měsíců se zvětšovala sdělovaná vzdálenost nektarové a pylové snůšky. V jarním a podzimním období pátračky přinášely informace o vzdálenějších plochách s pylovou snůškou než o plochách s nektarovou snůškou (Couvillon et al., 2016).

Při dostatku potravy létají včely v okruhu 3 km od úlu. Při nalezení velkých zdrojů nebo při nedostatku potravy létají včely i do vzdáleností přes 5 km. Díky metodě předávání informací pomocí taneček se mohou dozvědět o zdrojích potravy vzdálených až 12 km. Pro včely ale stále platí, že čím dál poletí, tím méně toho do úlu mohou přinést (Bienefeld, 2006). Včely se kolektivně nerozhodují, jakou potravu přinesou do úlu, ale vždy je to individuální (Tereshko et Loengarov, 2005).

3.7 Welfare v chovu včel

Chovatel včelstev by měl vycházet ze zkušeností a měl by se vyvarovat nevhodné zootechnické praxe (Švamberk, 2015). Důležité je zachování co nejekonomičtější vysoké kvality včelích produktů, především medu (Provazník, 2009). Pro udržení zdraví a vitality v chovu včel je zapotřebí dodržovat zásady pod pojmem 5 P. Tento pojem je mezi včelaři známý. Pojednává o potřebách včel, aby nedocházelo k jejich stresu a byl dodržen welfare v chovu včel. Pojem 5 P definuje: potrava (dostatek glycidových zásob a pylová pastva), plod (schopná matka), pokoj (vyvarovat se zbytečných zásahů), prostor a přeléčení. Nedodržování zásad může vést k poškození nebo dokonce k zániku daného včelstva (Švamberk, 2015). Zkušenosti včelaři provádějí řadu zootechnických zákroků zlepšujících pohodu a zdraví včel

(Hauserová et Kotala, 2016). Bylo potvrzeno, že při uspávání včel oxidem uhličitým dělnice nenávratně ztrácí krátkodobou i dlouhodobou paměť, a proto bychom se měli tomuto vyhnout (Stec et Kuszewska, 2020). Důležitý je spánek pro každou včelu. Z výzkumu vyplývá, že včely tráví část času v buňkách odpočinkem nebo spánkem. Důkazem jsou změny v pohybu zadečku při dýchání (Klein et Busby, 2020).

3.7.1 Potrava

Během roku se potrava velmi mění. Jarní snůška je jednou z nejdůležitějších. První, co včely v přírodě nacházejí jsou vrbové porosty a lány řepky olejky. Nepřerušeně přecházejí v přínos nektaru z akátů a ostružiníků. Další důležitou snůškou v každém roce bývá sběr lučního a slunečnicového nektaru, zakončený medovicí z lesů. I doprovodné nektarové snůšky obohacují nejen výživově jídelníček včel, ale i sortiment prodávaných medů (Provazník, 2009).

Glycidové zásoby jsou pro včely nejdůležitější. Pro zachování welfare by nikdy neměly včelstvu klesnout pod 1/12 jejich spotřeby. Tuto spotřebu můžeme převést i do hmotnosti (8 kg), kterou musí mít neustále k dispozici. Roční spotřeba u velkého včelstva se pohybuje cca 100 kg glycidové potravy. Neméně důležitá je i dostatečná zásoba pylu. Včelstvo za rok dokáže spotřebovat cca 30 kg pylu. V okolí stanoviště je důležité mít dostatečné množství a pestrost pylové snůšky bez případných monodiet (Švamberg, 2015). Zodpovědný včelař nenechá svá včelstva hladovět a nevystavuje je stresu z nedostatku potravy. Volí stanoviště bohatá na pastvu včel a při nepříznivém roce zamezí hladovění včelstev krmením glycidovým krmivem i během sezóny. (Hauserová et Kotala, 2016). Největším problémem pro včelstvo je nevhodný výběr náhražky krmiva při zazimování včelstev (Švamberg, 2015). Existuje celá řada náhražek potravy, ale není dostatečný výzkum vztahu kvality a množství potravy a náchylností včelstva k chorobám (Ratnieks et Carreck, 2010). Vyvážená strava s dostatkem bílkovin, sacharidů, tuků, vitamínů a minerálů je nezbytná pro přežití včelstva, práci dělnic odchov plodu. V superorganismu včel jsou tyto tři úrovně výživy úzce propojeny. Deficity na jedné z těchto úrovní mají velmi negativní dopady na celé společenstvo (Brodschneider, 2009).

3.7.2 Prostředí

Pro včelstvo je důležitý výběr vhodného stanoviště. Takové stanoviště by mělo minimalizovat jejich stres (Švamberg, 2015). Chov včel je důležité přizpůsobit měnícímu se prostředí okolo úlu i struktuře nabídky nektaru a medovice v okolní krajině během celého

roku. Stanoviště vybíráme podle vhodných podmínek k chovu včel. Za tyto podmínky považujeme dostatek vody, větrný stín a pokud je to možné i sluneční stín. Při zakládání stanoviště na kopci je vhodné vybrat jižní svah kopce (Provazník, 2009). V některých místech se můžeme setkat s působením magnetické a elektrické anomálie. To může způsobovat nejen dezorientaci včel mimo úl, ale i celkovou slabost včelstva, upadání jejich aktivity a narušení rozvoje. Včelám často škodí nadměrné otřesy a celková zátěž při přesunech i nevhodná manipulace se včelstvem. Hluk nebo vibrace mohou mít za následek větší spotřebu zásob a stres. Negativně ovlivňují životnost jedinců a přezimování včelstva. Při umístění včelstva do mrazové kotliny se jejich jarní i předjarní rozvoj velmi zbrzdí a těžko se včelstvu dohání. Nevhodná jsou i místa s vysokou vzdušnou vlhkostí nebo místa, kde včely mohou přijít do styku s toxickými látkami. Může dojít k otravě včelstva nebo kontaminaci včelích produktů (Švamberg, 2015).

Typ stanoviště může být dočasný při kočování nebo stálý. Stálá stanoviště se označují jako včelíny nebo včelnice. Včelíny jsou polouzavřené nebo zcela uzavřené stavby, které slouží nejen jako přístřešek pro včely, ale také jako sklad nářadí a materiálu potřebného pro včelaření. Mezi tyto většinou jednoduché stavby patří altány, vyřazené autobusy nebo maringotky. Oproti tomu včelstva na včelnici jsou obvykle stavěna do řad. Úly je zde potřeba chránit ať samostatně nebo společně proti dešti. Ochranu je potřeba také zajistit ze spodní strany proti zemní vlhkosti a škůdcům včel (Hauserová et Kotala, 2016). Přenos patogenů mezi včelami je z velké míry způsoben ztrátou přirozeného prostředí a s velkou pravděpodobností i změnou klimatu (McMenamin et al., 2018).

3.7.3 Přeléčení

Dnešní způsob intenzivního včelaření a převčelení naší krajiny způsobuje snadný přenos nemocí. Čistý chov bez použití akaricidů dnes není možný provádět (Hauserová et Kotala, 2016). Důležitá je přesná a správná aplikace léčiv. Je vhodné aplikovat více přípravků s různými účinnými látkami. Špatná technologie podávání a dávkování léčiv může způsobit rezistenci původců nemocí a škůdců (Švamberg, 2015). Jedinou výjimku, kde se nepoužívají léčiva, mají biovčelaři, kteří při udělení certifikátu musí splňovat velmi přísné podmínky. Zodpovědný včelař má celoročně přehled o zdravotním stavu svých včelstev (Hauserová et Kotala, 2016). Nejenom v ekologickém zemědělství by měl být kladen důraz na prevenci vzniku onemocnění. (Švamberg, 2015). Skupinový život je příznivý pro šíření patogenů. Důležitá je

kolektivní imunita. Při propuknutí onemocnění se nemoc rychle šíří mezi jedinci (Jones et al., 2018).

3.7.4 Prostor v úlu

Každý typ používaného úlu má své úskalí především pro včelaře (Švamberg, 2015). Chov včel v úlu znali už staří Egypťané. Moderní nástavkové úly se vyvíjely od poloviny 19. století. Dnes máme dva základní typy úlu, a to ležany a stojany. Ležany nejsou u nás moc rozšířeny. Plodiště a medník se zde nacházejí v jedné horizontální rovině. Přístup do tohoto úlu je umožněn shora. Největší předností je přístup ke všem částem úlu. Naopak stojany jsou u nás nejrozšířenější. Podle přístupu do úlu můžeme tyto stojany rozdělit na stropováky (přístup z vrchu), zadováky (přístup zezadu) a univerzály (přístupné z vrchu i zezadu). Přes řadu nevýhod zadováků jsou stále tyto typy úlů hojně používány. Nejznámější zadovák je budečák nebo Z-11 zasouvák. Stropováky mají obvykle jeden a více nástavků. Existují různé druhy stropováků podle dna nebo podle nástavků. Podle nástavků jsou nejpoužívanější vysokonástavkové úly (s výškou rámků 22 cm a větší) a nízkonástavkové (s výškou 15 až 17 cm). Tyto dva typy se mohou i mezi sebou kombinovat. Při kombinaci se obvykle nachází plodiště ve spodním, větším nástavku a v menším nástavku nahoře je medník se zásobami (Hauserová et Kotala, 2016). Důvody vzniku rojové nálady mohou být prostory v úle. Při malém prostoru v úlu včelstvo nemá možnost stavby voskového díla. Včely také nemají rády nadměrné zateplení úlu. Většinou v tom hraje více důvodů, proč se včelstvo vyrojilo (Přidal, 2003). Včely potřebují klid od zbytečných, nepromyšlených a někdy i zbytečně dlouhých zásahů v úle (Švamberg, 2015).

3.7.5 Plod a plemeno

V českých chovech včel se upřednostňuje chov včely kraňské. Původ včely kraňské se odhaduje na oblast jihovýchodně od Alp a jižně od Karpat. U šlechtitelů se můžeme setkat s celou řadou variant včely kraňské i s kříženci s dalšími druhy včel. Pod lidovými i odbornými názvy se setkáváme s plemeny sklenár, singer, buckfastka a další. Chovatelé původní včely tmavé jsou v České republice velmi znevýhodněni přetlakem chovu včely kraňské, a to díky snadnému křížení včel mezi sebou (Hauserová et Kotala, 2016). Středoevropská včela *Apis m. mellifera* je zvláště ohrožena díky hrozbě hybridizací. V zemích, kde se tento druh vyvinul existují chráněné plochy s genetickými zdroji (Skonieczna et Madras-Majewska, 2019).

Může docházet ke genetickému stresu (imbrední deprese) především na stanovištích, kde se nacházejí i v okolních úlech geneticky příbuzní jedinci. Tento problém může nastat při nepřírozenému rozchovu jedné plemenné matky na stanovišti. S genetickou variabilitou je spojená životaschopnost i přizpůsobivost celé populace. Pro včelstvo je nejdůležitější plodování schopná matka. (Švamberský, 2015). Při řadě onemocnění (např. zvápenatění plodu) a zvýšení čistícího pudu dělnic nám může pomoci výběr plemene pro chov a směr provádění selekce (Provazník, 2009).

3.8 Ekologický chov včel

Ekologické zemědělství provádíme z důvodu produkce ekologických potravin s menším rizikem kontaminujících a zamořujících látek v potravním řetězci. Omezuje se nebo se dokonce zakazuje použití látek a postupů, znečišťujících životní prostředí. S ohledem na trvale udržitelnou produkci potravin je kladen větší důraz na pohodu chovaných zvířat a jejich vnější projevy.

Legislativu ekologického včelaření můžeme nalézt v zákonné normě upravující ekologické zemědělství. Včelař nemůže nabízet svoji produkci jako ekologickou bez řádné certifikace. Naproti tomu může být produkce označena např. jako přírodě blízké včelaření. I bez řádné certifikace a mimo systém ekologického včelaření je vždy dobré dodržovat celou řadu z podmínek tohoto systému (Švamberský, 2015).

Chov včel v ekologickém zemědělství je zaměřen na chov druhu včely medonosné a místní ekotypy. Pro obnovu chovu může být použito až 10 % včelích matek a včelstev mimo ekologický chov. Podmínkou je dodržení všech ustanovení vyplývajících ze zákona o ekologickém zemědělství. Nová včelstva mimo tento systém musí být přemístěna do úlů s voskovým dílem, které výhradně pochází z ekologické produkce. Je povinností včelaře nechat včelám dostatek zásob medu a pylu pro přezimování. Jedinou výjimkou je ohrožení přežití včelstva, kdy je povolena umělá výživa. Náhradou může být med, cukrový sirup a cukr z ekologické produkce (Anonym, 2012).

Celosvětový chov včelstev ekologickým způsobem je od roku 2000 na vzestupu. Už v roce 2007 byl počet chovaných ekovčelstev cca 526 000 a v roce 2012 bylo evidováno už přes 1 milion ekovčelstev. Mezi těmito lety se počet ekologicky chovaných včelstev zdvojnásobil (Švamberský, 2015).

Chov včel v ekologickém zemědělství stejně jako jiné chovy podléhá kontrolám. Kontroly se zaměřují na zjišťování informací o uzavřené produkci podniku. Patří sem provádění obnovy voskového díla a rozmnožování včelstev z vlastního chovu. Kontroluje se původ vosku z ekologického zemědělství způsoby a druhy léčení a krmení. Kontrola sleduje, zda nejsou v chovu používány nepřípustné technologie. Nejenom chov včel je kontrolován, ale také technologie zpracování včelích produktů např. kvalita medu, způsoby jeho čištění, kvalita medometů, kvalita medu ve spotřebitelském balení, skladování produktů a výrobků, jejich označování a evidence.

Přechodné období mezi konvenčním a ekologickým včelařením je minimálně 1 rok. Během tohoto období musí dojít k výměně voskového díla za vosk z ekologické produkce. Existuje výjimka, kdy při nedostatku ekologického vosku na trhu může být použit vosk z konvence, který byl podroben rozboru a neobsahuje látky zakázané v ekologickém zemědělství. Proto je důležité, aby vosk pocházel především z víček buněk. (Švamberg, 2015). Úly používané v ekologickém zemědělství musí být vyrobeny z materiálů převážně přírodního charakteru. (Anonym, 2012).

V ekologických chovech včel je zakázáno použití repelentů při odebírání medu. Dále je zakázáno zkracování křídel matkám. Zakázaná je jakákoliv likvidace včelího plodu. Jedinou výjimkou je likvidace trubčího plodu při potlačování varoázy.

Pro včely chované ekologickým způsobem je nejdůležitější výběr vhodného stanoviště. Pro všechna včelstva na stanovišti musí být dostatek pylu, nektaru a vody v okruhu 3 kilometrů. V tomto okruhu by se měly pěstovat plodiny ekologickým způsobem nebo by měly růst divoké rostliny. Je důležité, aby v okolí stanoviště nebyly zdroje znečišťující přírodu, které by mohly posléze kontaminovat včelí produkty. Mezi tyto zdroje patří především zemědělství, ale i mimo něj se můžeme setkat např. s dálnicemi, skládkami, spalovnami, průmyslovými oblastmi a městskými centry. Kontrolu ekologického chovu a dodržování všech nařízení a předpisů kontrolují kontrolní orgány (Švamberg, 2015).

3.9 Přírodě blízký chov včel

Přírodě blízký chov včel je alternativou pro konvenční či klasické včelaření. Včela není domestikované zvíře, je to spíš divoký, nespoutaný superorganismus a včelaři to musí respektovat. Včely dostávají za svou práci na přezimování obvykle rafinovaný cukr, který není plnohodnotnou náhradou za medné zásoby. Dříve nechával včelař přezimovávat svá včelstva

na medu. Až po zimě, když začala první snůška, odebral med, který včelstva nevyužila. Intenzivní včelaření se snaží o maximalizaci medných zásob a náhradou za to je zimování včelstev na cukerných zásobách. Je důležité nechávat přezimovat včelstva na květovém medu, nebo alespoň aby med tvořil podstatnou část celkových zásob.

Je důležité pozorování jednotlivých vlastností včelstva a jejich podchycení v chovu. Jako každý člověk je jedinečný, tak je jedinečné každé včelstvo. Perfektně prosperující včelstva z nížinných oblastí nemusejí být vhodná do oblastí horských.

Přírodě blízké včelaření se většinou liší téměř ve všem. V běžné praxi jsou do úlů vkládány mezistěny z vosku. Používání plastových mezistěn není pro včely tolik optimální. Z rámků se vyřezává trubčí plod, protože včelaři si často myslí, že trubci nejsou v úlu nijak užiteční a potřební. Otázkou je, zda se dají včelstva léčit proti varoáze i šetrnější cestou. Selektace probíhá často špatným směrem na produkci medu místo na vitalitu a odolnost včelstva (Hauserová et Kotala, 2016).

3.10 Klady a zápory používání pesticidů nejen pro včely

Největším kladem v chemické ochraně rostlin je snížení pracnosti a okamžité působení (Harašta et al., 2015).

Na prvním místě je negativní vliv na životní prostředí u řady používaných pesticidů a možnost vzniku kumulace reziduí především ve vodě, v půdě i v rostlinných a živočišných produktech. Zejména při nesprávném zacházení s chemikálií a nesprávné aplikaci (Harašta et al., 2015).

Včely mohou být náchylnější k účinkům pesticidů než jiný hmyz. Jako sociální hmyz jedinci obětují část vlastní imunity a detoxifikačních schopností ve prospěch „sociální imunity“. Dělnice mají málo detoxifikačních enzymů, které pomáhají anulovat účinky pesticidů (Claudianos et al., [2021]).

Houby jsou více příbuzné živočichům než rostlinám. Díky tomu fungicidy používané na ochranu proti houbám v nich narušují fyziologické procesy. Tyto látky ovlivňují nejenom houby, ale také mohou ovlivňovat živočichy a hmyz. Bylo dokázáno, že včely vystavené potencionálním toxickým látkám včetně fungicidů, mají narušenou schopnost metabolizace jiných látek, s kterými pracují (Salava, 2018).

Návštěvnost nektarodárných kulturních plodin včelami především řepky a slunečnice je velmi ovlivněno celkovým množstvím a druhem pesticidního ošetření. I v malých

koncentracích můžeme najít široké spektrum účinných látek na ochranu rostlin ve včelích produktech (Kazda et al., 2018).

3.11 Rozdělení pesticidů

3.11.1 Podle použití proti cílovému organismu

Podle cílového organismu můžeme rozdělit pesticidy do 4 základních skupin:

- Zoocidy – působí proti živočišným škůdcům
- Herbicidy – účinkují proti nežádoucím rostlinám především proti plevelům
- Fungicidy – chrání rostliny před houbovými chorobami.
- Insekticidy – jsou látky působící proti hmyzu

Tabulka č. 1: Rozdělení pesticidů podle účinku na cílový organis.

Rozdělení pesticidů	Cílový organismus
Aficidy	mšice
Akaricidy	roztoci
Algicidy	řasa
Avicidy	ptáci
Baktericidy	bakterie
Imagocidy	dospělý hmyz
Larvicidy	larvy
Moluskocidy	měkkýši
Nematocidy	hlístice
Ovicidy	vajíčko
Pedikulicidy	veš
Piscicidy	ryba
Predatoricidy	predátor
Silvicidy	strom
Rodentocidy	hlodavec
Termicidy	termit

(Tlustoš et al., 2007).

3.11.1.1 Pyretroidy

Pyretroidy jsou syntetické (uměle vyráběné) látky používané především jako insekticidy. Jejich vznik byl podložen výzkumem přírodních pyretroidů. Synteticky vyráběné pyretroidy byly oproti přírodním vylepšeny. Disponují především vyšší insekticidní aktivitou, fotostabilitou a nepodléhají degradaci. Oblíbenost pyretroidů roste a pomalu vytlačují ostatní insekticidy např. organochlorované nebo organofosfátové insekticidy. Použití těchto látek má široké možnosti a díky tomu se s nimi můžeme setkat v zemědělství nebo ve zdravotnictví. Pyretroidy jsou označovány jako neurotoxikanty, díky působení na funkci nervových membrán a jejich interakci se sodíkovými kanálky (Kociánová, 2011). Jejich toxicitu můžeme demonstrovat např. Pyrmethrin s LD 50 – 0,03 mikrogramu/včelu, kdy tyto otravy byly akutní, ale jejich rozpad byl velmi rychlý a reziduální zátěž pro přírodu byla minimální (Švamberk, 2015). Tyto látky na nejdůležitější škůdce nemají velkou účinnost. Důvodem je každoročně větší rezistentnost škůdců. Na některé škůdce jsou tyto přípravky přímo neúčinné (Minář et Seidenglanz, 2020).

3.11.1.2 Neonikotinoidy

První začátky vývoje neonikotinoidů začaly už v roce 1980. V té době se široce používaly organofosfáty a karbamáty, u kterých byla zjištěna akutní toxicita pro savce. Neonikotinoidy byly velmi málo akutně toxické pro savce, a proto se jim věnovala velká pozornost. Toxicita pro savce nebyla velká, avšak na hmyz velmi působila (Titěra, 2013). Díky riziku pro včely jsou v rámci EU platná omezení pro použití tří neonikotinoidů na kvetoucích plodinách (Kellett, c2012 - 2021). Jejich toxický účinek není dokázán jen na včele medonosné, ale také na samotářských včelách a čmelácích. Bylo prokázáno, že neonikotinoidy zvyšují úmrtnost včel tím, že zhoršují jejich naváděcí schopnost. Některé studie dokládají snížení reprodukční úspěšnosti u čmeláků a samotářských včel. U kukuřičného porostu mohou být včely vystaveny účinkům neonikotinoidů po dobu 3–4 měsíců prostřednictvím pylu, což má za následek snížení imunity a přežití, zejména při současném vystavení včel fungicidům. Celkový výzkum vlivu neonikotinoidů na opylovače poukazuje na to, že snižují schopnost vytvářet nové populace v roce následujícím po expozici (Woodcock et al., c2020).

Neonikotinoidy řadíme do skupiny syntetických insekticidů. Jejich vznik byl odvozen od molekuly nikotinu. Při rozkladu jsou některé produkty prudce jedovaté. Přes jejich 50leté celosvětové používání jako insekticidní ochrany rostlin v posledních několika letech dokazuje

mnoho výzkumů a publikací jejich ohromný negativní vliv na opylovače. Díky těmto objevům byly tyto látky zařazeny mezi potenciálně vysoce rizikové pro včely. Byly prokázány jejich neurotické účinky a předpokládá se souvislost s narušením imunitního systému včel tzv. syndromem CCD. Včely se mohou stát díky účinkům neonikotinoidů náchylnější k těm virovým infekcím, které se za normálních okolností u včel nevyskytují (Titěra, 2013).

3.11.1.3 Organofosfáty

Dříve používané organochlorované pesticidy byly nahrazeny organofosfáty. Organofosfáty jsou používány jako kontaktní a požerové jedy se značným reziduálním účinkem. Díky těmto vlastnostem se dostaly na první místa v chemických sloučeninách, způsobující každoročně nejvyšší množství případů otrav, a proto používání organofosfátů je na ústupu a prakticky se nepoužívají (Vlček et Pohanka, 2011).

3.11.2 Podle historického vývoje

3.11.2.1 Pesticidy 1. generace

První pokusy s vývojem pesticidů probíhaly již v době druhé světové války. Jejich největší rozmach nastal až po jejím skončení. Z velkých zásob chemických zbraní a odpadů vznikly přípravky na ochranu rostlin s velkou řadou negativních účinků na přírodu (Tlustoš et al., 2007). Největší nebezpečí bylo v kumulaci v půdě a potravních řetězcích (Švamberk, 2015).

3.11.2.2 Pesticidy 2. generace

Po zjištění negativních účinků řadou nezávislých institucí nastal usilovný výzkum na vývoji z látek 1. generace. Účinná látka většinou zůstala stejná, ale množství bylo zmenšeno i tisícinásobně (Tlustoš et al., 2007).

3.11.2.3 Pesticidy 3. generace

Pesticidy 3. generace vycházejí z usilovného výzkumu biochemie, ekologické chemie a poznávání vztahů organismů v přírodě. Vychází ze vzájemného ovlivňování organismů v přírodě, vztahy mezi nimi a používání jejich účinných přírodních látek. Příkladem jsou tzv. juvenilní hormony, které přerušují vývoj hmyzu (Tlustoš et al., 2007).

3.12 Toxicita

3.12.1 Přirozená toxicita

Včely mohou být vystaveny řadě látek přírodního charakteru především v přinesené potravě (nektar, pyl a voda). Tyto cizorodé látky tzv. xenobiotika mohou velmi negativně ovlivnit budoucnost celého včelstva. Můžeme se setkat s nejrůznějšími přírodními toxiny nebo s obsahem rostlinných xenobiotik v nektaru (mezi 9–55 %). Pro včely jsou jedovaté i některé cukry. Většinou je to jejich těžká stravitelnost. Jde především o cukry arabinózy, galaktózy, laktózy, rafinózy, melibiózy, stachylózy a xylózy. Toxické účinky na včely mohou mít i nektary ze stromů jako je např. lípa plstnatá (*Tilia tomentosa* Mill.). Tento nektar je toxický díky vyššímu množství cukru mannózy. Některé nektary mohou být toxické díky obsahu glykosidů a saponinů (např. u jírovců). Z historie se můžeme dozvědět, že med vyprodukovaný včelami může být toxický i pro člověka. Důkazy o tom nám dokládají příběhy ze starověku, kdy došlo ke dvěma otravám vojsk. Vojska byla otrávená medem z pěnišníku (*Rhododendron* L.) a není vyloučeno, že i jiné medy z vřesovcovitých rostlin mohou mít stejně neblahé účinky na zdraví lidí. K těmto otravám mohlo dojít jen díky tomu, že grayanotoxin, obsažený v nektaru těchto rostlin je více toxický pro člověka než pro včely (Švamberský, 2015).

U pylu nejsou pozorovány toxické účinky na včely. I přesto můžeme najít několik toxických látek jako je např. pektin, který tvoří vnější obal pylového zrna. Pektin je polysacharid a jeho hlavní částí je kyselina galakturonová. Pektiny jsou ve vysokých dávkách pro včely toxické a měly by být metabolizovány mikroorganismy v žaludku. Dalšími látkami považovanými pro včely za toxické jsou škroby. V menším množství dokážou dospělé včely škroby rozkládat díky enzymům amylázy a sacharózy (Johnson, 2014).

3.12.2 Toxicita pesticidů

Při opylování velké řady plodin hrají klíčovou roli včely. Řada přípravků na ochranu rostlin může nepříznivě ovlivnit životaschopnost jedinců i celých včelstev (Joshi et al., 2020). Toxicitu jednotlivých přípravků na ochranu rostlin můžeme definovat hodnotou LD 50. Toto označení nám udává množství látky, při kterém se dostaví letální účinek u 50 % jedinců za 24 hodin. U látek s označením R57 je LD 50 menší než 2 mikrogramy na včelu. Tyto látky jsou vysoce toxické pro včely. Za látky středně toxické považujeme látky, u kterých LD 50 je

v rozmezí 2–11 mikrogramů/ včelu. U relativně netoxické látky je LD 50 stanoveno na větší dávku než 11 mikrogramů na jednu včelu.

Toxicita pesticidů se na včelách většinou projevuje jako akutní při přímém zasažení především některými neonikotinoidy nebo organofosfáty. U systémových pesticidů prochází účinná látka pletivy a často jako metabolit se šíří po celé rostlině, včetně nektaru a pylu. Proto je často těžké identifikovat účinnou látku v rostlině, avšak její účinky stále přetrvávají. Tytoxické se mohou objevit za několik dnů i týdnů po aplikaci. Se zpožděním může synergentně účinkovat pyl s obsahem různých pesticidů na plod. Především neonikotinoidy mají dlouhý poločas rozpadu. Hromadí se v půdě a kontaminují přírodu. Vstupují do rostlin přes kořenovou soustavu. Vítr je roznáší na okolní vegetaci, mohou být obsaženy v gutační vodě. Způsobují především chronické otravy včelstev, při kterých dochází ke snížení vitality včelstva bez definovaných příčin.

Nejčastější problémy s toxicitou pesticidů jsou v oblastech s intenzivní zemědělskou výrobou. Paradoxem se stává, že včelstva chovaná v rekultivovaných oblastech po průmyslové výrobě a ve velkoměstech jsou méně vystavena reziduí pesticidů a následnému stresu (Švamberg, 2015).

Především neonikotinoidy, ale i další látky na ochranu rostlin, mají velký vliv na oslabení vitality včelstev po celé Evropě. Tyto látky se nemalou částí podílejí na zániku celých včelstev (Kazda et al., 2018).

Včely čekající na kraji pole, listech kulturních rostlin a na květech plevelů v podrostech jsou často vystaveny pesticidům jako např. chlorpyrifosu. Aplikovaná látka je ve velmi malých dávkách unášena větrem na okraje půdních bloků. Stejně tak se dostává do květů plevelů otevřených během aplikace, do jejich pylu. Látka, aplikovaná na půdním bloku, je jak na povrchu rostlin, tak na půdě. V pylu koncentrace účinné látky klesá a s časem se stává méně dostupnou především po zasnutí postřiku. U chlorpyrifosu je možnost orální toxicity nektarem a medovicí jen minimální, protože neputuje směrem nahoru do květů. (Giesy et Solomon, 2014)

Díky používání fungicidů je v přírodě čím dál méně čmeláků a divokých včel. Mají negativní vliv i na včelu medonosnou, jak nám dokládá celá řada odborných studií. Jedna z nich udává spojitost účinné látky chlorothalinilu s přítomností střevního parazita čmeláku nazývaného hmyzomorka (*Nosema bombi* L.). Zvyšování použití chlorothalinilu je spojováno s řadou úhynů u 4 velmi ohrožených druhů čmeláků (Salava, 2018). Látky označené jako

nebezpečné pro včely v běžně používaných v přípravcích na ochranu rostlin jsou např. Cyperkyll max, Fury 10 EW, Nurelle D (Anonym, c2014–2019). Poškození včelstva způsobené expozicí určité toxické sloučeniny může záviset na úrovni současné expozice jiným sloučeninám, napadení patogeny, stavu výživy a řadě dalších faktorů (Johnson, 2015). Problémem často je aditivní a synergický účinek látek na ochranu rostlin a látek proti parazitům včel (Ellis et al., 2010). Při vyšších koncentracích regulátorů růstu obsahujících napodobeniny juvenilních hormonů, by mohlo docházet ke špatnému vývoji plodu nebo smrti larev (Jean-Noël, 2001).

3.12.3 Akutní otravy v ČR

Při častých úhynech a poklesu stavů včelstev v krajině roste zájem o hodnocení působení pesticidů na včely a s tím spojené nebezpečí v prostředí, ve kterém žijí (Thompson et al., 2019). V posledních desetiletích se potýkáme s častými úhyny včel způsobených toxickým působením pesticidů. Nejvíce prokázaných případů otrav bylo způsobeno přípravkem Regent 800 WG s účinnou látkou *Fipronil*. Na jednu včelu u této látky se udává LD 50 = 0,054 mikrogramů. I u jiných látek byl zjištěn vysoký toxický účinek jako u neonikotinoidů. Zatím byl prokázaný toxický účinek u neonikotinoidu clothianidin, thiamethoxam nebo imidacloprid, kdy hodnota LD 50 dosahovala hodnot 0,004 mikrogramů na jednu včelu (Švamberk, 2015). Při podezření na otravu včel by mělo dojít k odběru plástvového pylu k analýze, aby bylo možné spojit úhyn s nedávnou kontaminací včelstva (Kamler et al., 2021).

3.13 Aplikace přípravků na ochranu rostlin

Úkolem aplikace je nanést požadovanou látku v požadovaném množství rovnoměrně a bez ztrát na části rostliny, plevel, škůdce nebo půdu. Používanou technologii můžeme rozdělit podle aplikované dávky na hektar nebo podle velikosti vytvářených kapek. Při vytváření postřikové kapaliny se používá nejčastěji voda jako nosné médium pro přípravky na ochranu rostlin (Anonym, c2014–2021).

3.13.1 Druhy aplikace

Základními druhy aplikace, které rozeznáváme podle velikosti kapek jsou postřik, rosení, zmlžování a ULV (ultra low volume). Při postřiku vznikají poměrně velké kapky průměru 100–900 μm . Používají se při aplikaci herbicidů a ošetření polních plodin. Spotřeba vody je

nejčastěji od 200–600 l/ha. Problém vzniká při aplikaci na husté porosty s bohatým olistěním. V těchto porostech kapky obtížně pronikají do spodních pater a tím se může snížit účinnost zásahu. Ztráty mohou být významné.

Při rosení je větší pravděpodobnost úletu kapek. Velikost kapek je od 50–150 µm. Rosení se používá především k ošetření prostorových kultur. Aplikační zařízení vytváří ventilátory proud vzduchu, který unáší částičky postřikové kapaliny a tříští je. Pro vytvoření postřikové kapaliny je zapotřebí 200–1000 l/ha.

Zmlžování se používá hlavně v uzavřených prostorech skleníků a skladů. Při venkovní aplikaci vzniká nespolehlivá sedimentace s extrémním rizikem úletu. Kapky mají průměr 50 µm. Spotřeba vody je nižší (do 250 l/ha), vzniká koncentrovanější aplikační kapalina. Při použití aplikace ULV vzniká nízkoobjemový postřik 0,5–5 l/ha. Nosným médiem je olej nebo voda. Využití má při aplikaci herbicidů ručními zařízeními nebo při leteckém ošetření, kdy je vysoká pravděpodobnost úletu (Anonym, c2014–2021).

3.14 Rezidua

Rezidua pesticidů se dostávají do úlu především s pylem. Pesticid je obsažen v dávkách desítek až stovek nanogramů na jeden gram pylu a je uskladňován v plástech. Jednotlivé pesticidy se zde v různých dávkách mísí a mohou mít synergentní účinek na včely. Mohou mít různé účinky na vitalitu včel a mohou být jedním z řady faktorů, způsobujících smrt včelstva (Kazda et al., 2018).

U přípravků zvláště nebezpečných pro včely by měla být aplikace pesticidů prováděna především brzy ráno nebo pozdě večer. V jarních měsících za chladných zamračených dní je možné provádět aplikaci pesticidů přes den díky menší pravděpodobnosti výskytu včel v krajině (Berry et al., 2018).

Prokazatelnost vlivu neonikotinoidů je často těžko prokazatelná. Nejpoužívanější neonicotinoidy (thiacloprid a acetamiprid) se nejčastěji aplikují v době kvetení řepky. Dochází ke kontaminaci pylu, který včely sbírají. Přes potravu dochází k účinkům chronickým, a proto těžko prokazatelným (Kazda et al., 2018). Poslední rok používání účinné látky thiacloprid byl rok 2020. Důvodem bylo zrušení povolení použití přípravků s účinnou látkou thiacloprid (Minář et Seidenglanz, 2020).

Některé antropogenní látky z přírody se dostávají do potravních řetězců, kde se mohou kumulovat zejména v bílkovinnotukových a tukových zásobách živočichů. Jedná se především o

perzistentní pesticidy s dlouhým poločasem rozpadu a o těžké kovy schopné kontaminace organismu. Tyto jedovaté látky mají také vliv na včely. Kontaminují organismus včely při vývoji a jsou nejvíce nebezpečné ve fázi larvy a kukly. Jedovaté látky často zůstávají v těle včel i po dokončení přeměny. Pokud včela během přeměny neuhyne, vliv jedovatých látek se projeví na vitálnosti a životaschopnosti. Postižení jedinci mají mnohem kratší život. V bílkovinných tkáních jsou často ukládány jedovaté látky, přinesené s pylem (Švamberk, 2015).

3.15 Atraktivita a repelence

Včely se kontaminované potravě nevyhýbají, což dokazují nálezy v potravě. Dokazují i návštěvu porostů po aplikaci neonikotinoidů. Často se stává, že cukerný roztok s pesticidem je včelami vyhledávanou potravou. To dokazují studie, kde byl čistý roztok sacharózy pro včely mnohem méně atraktivní než cukerný roztok s určitým množstvím pesticidů. (Kazda et al., 2018). Jeden z těchto výzkumů byl proveden na univerzitě of Illinois v USA. Byl publikován v časopise Scientific Reports a informoval o této zvýšené atraktivitě u fungicidní účinné látky chlorothalonil.

Podle některých vědců včely samy poznají obsah potenciální toxické látky v pylu a nektaru a dokážou se jí vyhnout. Naproti tomu studie z roku 2015 dokázala, že nejenom včely, ale také některé druhy čmeláků, mohou preferovat potravu s menším množstvím neonikotinoidních látek běžně používaných na ochranu rostlin.

Byla sledována návštěvnost krmítek postavených poblíž testovaných včelstev. V krmítkách byl připravený cukerný sirup s vodou a cukerný sirup s obsahem chemické látky. Vědci vybrali chemické látky v přírodě se běžně vyskytující fungicidy boscalid, prochloraz a chlorothalonil a dva herbicidy glyfosát a atrazim. Testování probíhalo v různých koncentracích.

Mezi včelami navštěvovanými a preferovanými sirupy byl i sirup s malým množstvím účinné látky glyfosát, používaném jako totální herbicid v přípravku Roundup. Sirup byl přijímán pouze v koncentraci 10 ppb (jeda miliardtina). Vyšší atraktivita dosáhla i účinná látka chlorothalonilu v koncentraci 0,5–50 ppb. Celkové pokusy a pozorování jsou zatím nedostatečně prozkoumané a odrážejí dlouholetou evoluci a vztahy mezi rostlinami a včelami (Salava, 2018).

Při testování přírodních xenobiotik dávaly včely přednost potravě s obsahem flavonoidu quercetinu. V jakékoliv koncentraci byl více navštěvován než ostatní xenobiotika. Větší

návštěvnost a konzumace roztoku ukazuje na jeho biologickou důležitost. Tento flavonoid můžeme najít v pylu a v medu (Berenbaum et al., 2017) Význam quercetinu je značný. Dokáže aktivovat detoxifikační geny ve včelách a znatelně zvýšit odolnost proti účinným látkám ze skupiny pyrethroidů (Liao et al., 2017). Včely vnímají quercetin jako signál k nacházení potravy a určování její kvality. Díky tomu mohou některé látky v postřihu zvýšit atraktivitu porostu pro včely (Salava, 2018).

V letech 2015 a 2016 byl prováděn výzkum metodou přímého lákání. Včely byly lákány na přesně namíchané roztoky s obsahem běžně dostupných přípravků na ochranu rostlin. Každá epruveta obsahovala 1,6 g roztoku. Podle návštěvnosti a odčerpaného množství se stanovily výsledky, které vedly k závěru, že přípravky mohou výrazně ovlivňovat návštěvnost porostů včelou. Výsledky u těchto látek prokázaly vliv na změnu atraktivnosti a repelentnosti porostů (Kazda et al, 2018).

3.16 Ošetřování porostů

3.16.1 Ochrana rostlin v ekologickém zemědělství

Ekologické zemědělství se velmi liší od konvenčního a je z hlediska praktického velmi složité. Vyžaduje značné vědomosti a zkušenosti a dlouhodobou koncepci. Základem ochrany rostlin v ekologickém zemědělství je prevence. Cílem není eradikace daného patogenu, ale jeho regulace. Předcházení výskytu patogenů a odstranění možných příčin jejich výskytu je velmi důležité. V boji proti patogenům se využívá nepřímých metod. Mezi tyto metody patří: výběr stanoviště, výběr předplodiny, vhodná volba odrůdy a kulturní plodiny, vyrovnaná výživa, dodržování správných pěstitelských postupů a využití pozitivních vztahů mezi různými organismy a rostlinami.

Při selhání nepřímé metody a překročení prahu škodlivosti musíme použít přímé metody ochrany rostlin k jejich záchraně. Mezi tyto metody zařazujeme fyzikální ochranu rostlin, biologickou a chemickou ochranu rostlin. Mezi fyzikální ochranu můžeme zařadit mechanické a termické metody. I některé chemické přípravky se mohou používat k ochraně rostlin v ekologickém zemědělství. U většiny přípravků povolených k ochraně rostlin v ekologickém zemědělství se jedná o jednoduché sloučeniny na bázi mědi a síry (Šarapatka et Urban, 2006). Často se objevují recepty a doporučení na výrobu domácích botanických

insekticidů. Obvykle se stává, že domácí pesticidy mají menší účinnost oproti syntetickým, ale jsou mnohem levnější (Dougoud et al., 2019).

3.16.2 Integrovaná ochrana rostlin

Integrovanou ochranu rostlin můžeme definovat jako produkci mezi ekologickým a konvenčním systémem. Integrovaná ochrana upřednostňuje nechemické metody nad chemickými. Doprovodnými složkami jsou prognostické modely založené na vztazích mezi organismy. Osoba, provádějící integrovanou ochranu rostlin chrání a podporuje užitečné organismy, monitoruje možné výskyty škodlivých organismů, preferuje všechny nechemické metody a uplatňuje antirezistentní strategie (Harašta et al., 2015).

3.16.3 Biologická a biotechnická ochrana

Biologickou ochranu rostlin lze chápat jako přírodě bližší alternativu pro synteticky vyráběné pesticidy. Nejdůležitější jsou rostlinné extrakty, mikroorganismy, makroorganismy a přírodní regulátory množství hmyzu, kdy je přerušen jejich vývoj. Takové přípravky lze využívat v ekologickém zemědělství (Anonym, c2014–2021). Na ochranu rostlin proti škůdcům se využívají bioagens nebo biopreparáty. Do těchto skupin můžeme zařadit mikroorganismy, predátory, parazitoidy a hlístice. Cílené využívání těchto antagonistů škůdců reguluje jejich výskyt v kulturním porostu (Kloutvorová et al., 2018). Mezi biotechnické metody jsou řazeny transgenní organismy, nazývané také jako geneticky modifikované organismy (GMO) (Harašta et al., 2015).

3.16.4 Mechanické a fyzikální metody ochrany

Tyto metody ochrany rostlin jsou používány preventivně. Patří mezi ně čištění osiva, při kterém dochází k odstranění příměsí semen plevelů a zárodků hub. Dalšími možnostmi jsou nástrahy leповé, pasti nebo ruční sběr škůdců. (Harašta et al., 2015). Další možnosti jsou termické metody, které jsou založeny na rozdílnou letální teplotu mezi rostlinou a jiným organismem. Mezi tyto metody můžeme řadit např. propařování půdy, používané většinou ve sklenících (Kloutvorová et al., 2018).

3.16.5 Chemické metody ochrany

Chemické metody ochrany rostlin se provádějí především v konvenčním zemědělství. Jejich použití je vázáno na selhání biologických a nechemických způsobů ochrany rostlin proti

patogenům. Při výběru prostředků chemické ochrany dáváme přednost selektivním pesticidům. Chemická metoda se používá k preventivnímu ošetření sadbového materiálu a k dezinfekci zamořených skleníků. Největší výhodou je okamžité působení po aplikaci a snížení pracnosti. Největšími nevýhodami je možnost kumulace reziduí v půdě a nutnost opakování aplikace (Harašta et al., 2015).

3.17 Legislativa

3.17.1 Ochrana včel, zvěře, vodních a dalších necílových organismů

Vyhláška č. 428/2017 Sb. novelizuje vyhlášku číslo 327/2012 Sb. o ochraně včel, vodních organismů a dalších necílových organismů řeší správné použití přípravků na ochranu rostlin. Jak správně zacházet a používat daný přípravek je vždy uvedeno na etiketě.

Ze zákona č. 299/2017 Sb. o rostlinolékařské péči vyplývá povinnost zemědělců zjištění údajů o možnosti hromadného letu včel a zjištění informací o všech včelstvech ve vzdálenosti 5 km od hranice pozemků, které chce daný zemědělec ošetřit přípravky na ochranu rostlin látkami nebezpečnými nebo tzv. „škodlivými“ pro včely a přípravky zvláště nebezpečnými tzv. s jedovatým nebo toxickým účinkem pro včely. U těchto zmíněných přípravků na ochranu včel vzniká zemědělcům povinnost oznámit aplikaci přípravků všem včelařům, kteří mají svá stanoviště v okolí 5 km od hranice pozemku. Zemědělci jsou povinni projednat s včelaři možná opatření, která by vedla k ochraně včelstev (Harašta et al., 2015). Pro snížení expozice přípravků na ochranu rostlin působících na včely a vyhnutí synergickým účinkům je vhodný přijetí integrované ochrany rostlin před škůdci (Egan et al., 2020).

3.17.2 Nařízení proti úletu přípravků

Zatím nemáme přesné metody aplikace přípravků na ochranu rostlin jen na danou rostlinu. Proto mají tyto přípravky mnoho různých způsobů pohybu v přírodě. K nim patří půdní eroze, smývání z rostlin a půdy. Následným vsakováním se aplikovaná látka dostává do spodních vrstev půdy a kontaminuje i spodní vody. Pohyb přípravků ovlivňuje organické složení půdy, její celková struktura a hladina spodní vody. Nejdůležitější je správná aplikace přípravků na ochranu rostlin s minimalizací úletu dané kapaliny mimo ošetřovaný půdní blok. Určité množství přípravku se vždy může dostat mimo aplikovanou plochu především díky větru.

Můžeme definovat úlet kapaliny jako pohyb a odvátí postřiku vzduchem na necílovou oblast. Jednou z možností je odpaření postřiku nebo vytěkání látky z místa aplikace. Při této možnosti může dojít k opětovnému zkapalnění a tím zásahu necílových ploch. Další možností je pohyb malých kapek. Po aplikaci postřikem, rosením a zmlžováním se mohou vzduchem pohybovat kapky pesticidů a následně mohou zasáhnout necílovou oblast. Úlet kapaliny je definován jako pohyb a odvátí postřiku vzduchem na necílovou oblast (Harašta et al., 2015). Aplikace přípravků na ochranu rostlin v ranních či večerních hodinách značně zmenšuje výpar a úlet přípravku (Kazda et al, 2007).

Ze zákona č. 553/2005 Sb., který novelizuje zákon č. 242/2000 Sb. o ekologickém zemědělství můžeme najít v § 10 o omezení škodlivých vlivů na ekologicky obhospodařované pozemky, že ekologicky hospodařící zemědělci musí učinit opatření ke snížení vniku škodlivých látek z pozemků přímo sousedících s konvenčními zemědělci. Tato opatření mají snížit možnost vlivů z konvenčně obhospodařovaných pozemků na nejnižší možnou míru. Mezi tato opatření může ekologický zemědělec zařadit izolační trvalé travní pásy, výsadbu živých plotů, zřízení cest mezi jednotlivými půdními bloky nebo výsadbu stromů.

K omezení úletu postřikové kapaliny nám pomáhají nejrůznější kryty na tryskových ramenech. Kryty mohou být vyrobeny z plechu, plachtoviny, fólie nebo plexiskla. Nejefektivnější metodou proti úletu postřikové kapaliny je ventilátory podporovaná rychlost kapek pro přesné zasažení cílové oblasti (Anonym, c2014–2021).

4 Metodika

Pro výzkum byly vybrány přípravky, které se aplikují u některých polních plodin v období, kdy jsou porosty atraktivní pro včely. Pro tento výzkum bylo vybráno celkem 13 přípravků na ochranu rostlin. Mezi třinácti přípravky bylo vybráno 9 přípravků používaných v konvenčním zemědělství (Dominátor, Revus, Lontrel 300, Narita, Garland Forte, Korvetto, Infinito, Topsin, Dithane) a 4 přípravky používané v ekologickém zemědělství (NeemAzal, Spintor, Rock Effect, Spruzit).

Tabulka č. 2: Přípravky na ochranu rostlin používané v ekologickém zemědělství.

Komerční název přípravku	Účinná látka	Biologická funkce	Příklady použití	Množství na ha	Množství v epruvetě
NeemAzal	<i>Azadirachtin</i>	Insekticid	brambor – mandelinka bramborová; okrasné rostliny – smutnice; zelenina – savý hmyz, minující škůdci, žravý hmyz	3 l	18 µl
SpinTor	<i>Spinosad</i>	Insekticid	brambor – dřepčící rodu <i>Epitrix</i> ; okrasné rostliny – listožravé housenky, třásněnky, dřepčící; ovoce – octomilka japonská, vrtule třešňová a višňová, květopas jahodníkový, mery; zelenina – květílka zelná, listožravé housenky, vrtalky	0,6 l	3,6 µl
Rock Effect	<i>Pongamia pinnata oil</i>	Podpora zdravotního stavu	ovocné stromy a drobné ovoce, réva, zelenina – zvýšení odolnosti rostlin	1–3 % (100–300 ml/10 l vody)	36 µl
Spruzit	<i>Rapeseed oil, Pyrethrins</i>	Insekticid	okrasné rostliny – svilušky, molice, savý hmyz, červci	120 ml/m ²	36 µl

Tabulka č. 3: Přípravky na ochranu rostlin používané v konvenčním zemědělství.

Komerční název přípravku	účinná látka	Biologická funkce	Možnosti použití	Množství na ha	Množství v epruvetě
Dominátor	<i>Glyphosate</i>	herbucid	plevelle	3–4 l	18 µl
Revus	<i>Mandipropamid</i>	fungicid	brambor – plíseň bramborová; ředkvička, květák, brokolice – plíseň zelná; rajče – hnědá skvrnitost rajčat	0,6 l	3,6 µl
Lontrel 300	<i>Clopyralid</i>	herbucid	plevelle	0,4 l	2,4 µl
Narita	<i>Difenoconazole</i>	fungicid	brambor – hnědá skvrnitost bramborových listů	0,5 l	3 µl
Garland Forte	<i>Propaquizafop</i>	herbucid	různé druhy plevelů v ovocných sadech, zelenině a polních plodinách (např. v řepce olejce, svazence a další)	0,5 - 0,8 l	3,6 µl
Korvetto	<i>Halauxifen- methyl, Clopyralid</i>	herbucid	řepka olejka ozimý – dvouděložné plevelle	1 l	6 µl
Infinito	<i>Fluopicolide, Propamocarb hydrochloride</i>	fungicid	brambor – plíseň bramborová	1,6 l	9,6 µl

Topsin	<i>Thiophanate-methyl</i>	fungicid	ovocné školy – krčkové a kořenové hniloby; slunečnice – hlízenka obecná, plíseň šedá, červenohnědá skvrnitost, fomova hniloba	1,4 l	8,4 µl
<i>Dithane</i>	<i>Mancozeb</i>	fungicid	okrasné a ovocní školky – skvrnitost listů, rzi	20 g/6 l/100 m ²	0,16 g

Tyto přípravky byly smíchány s 50% roztokem medu ve Výzkumném ústavu včelařském v Dole. Následně byl roztok rozdělen do 2 ml epruvet. V každé epruvetě je stejné množství chemické látky, které by dopadlo při správné aplikaci na 1 květ (1 cm²). Hodnota účinné látky byla přepočítána na průměrnou hodnotu nektaru v květu. Tato látka s medem vytváří náš vlastní nektar. Bylo důležité používat po celou dobu výzkumu stejný med z důvodu možné repelentnosti mezi různými druhy medu. Epruvety byly označeny a ihned zamrazeny, aby v nich nedošlo ke změně nebo rozkladu pesticidů.

Výzkum byl proveden v období od 18.6. do 28.8. na předem vybraném stanovišti včelstev v nížinné oblasti v obci Veletov na Kolínsku (Středočeský kraj) s přibližnou nadmořskou výškou 220 m n. m. s výrobní oblastí řepařskou. Stanoviště bylo vybráno pro výzkum díky tradici chovu včel od roku 1930 a každoročnímu stavu cca 300 včelstev, především oddělků. Díky tomu bylo dostatek jedinců pro provedení výzkumu i možnost zázemí. Stejný výzkum probíhal zároveň ve výzkumném ústavu včelařském v Dole.

Nejprve bylo zapotřebí přilákat včely na místo, kde byl prováděn výzkum. Na stanovišti včelstev ve Veletově nebylo možné zavěšení žlutých destiček s epruvetami na plot a zajištění stejnoměrné letové frekvence včel. Při větším počtu se včely nevešly do jednotlivých epruvet a pod tlakem dalších roztoku chtivých včel uvnitř epruvety umíraly. Každá namočená včela nesla značné množství roztoku a bylo nutné její vyndání z epruvety, aby mohla pít další včela. V boji o potravu se stávalo, že včely nečekaly na uvolnění ucpané epruvety s atraktivnějším obsahem (nebo u téměř vypité epruvety) a navštívily jiné epruvety s méně atraktivním obsahem. Z tohoto důvodu byly destičky přidělané na přívěsný vozík a při větší návštěvnosti včel byl vozík posunut. Při posunutí pastvy i o pár metrů ztrácely včely orientaci v terénu. Hledaly pastvu jinde. I včely na deskách se při mírných otřesech vznesly do vzduchu. I v plných epruvetách nebyl změněn obsah roztoku. Včely byly donuceny se znovu rozhodnout nad tím,

kterou epruvetu si vyberou jako zdroj potravy. Při ucpání včel v epruvetách bylo možno použít dlouhého peanu na vytáhnutí včel ven nejlépe za křídlo.

Po dopití jedné epruvety došlo k ukončení výzkumu a zapsání množství zbylých roztoků. Celkem bylo provedeno 45 opakování: první sada čítající 6 a druhá sada čítající 7 vzorků roztoků. K nim byly přiděleny 2 epruvety s 50% medem, které byly považovány za kontrolu. Jednotlivé epruvety s různými účinnými látkami byly zařazeny do pokusu pokaždé v jiném pořadí, aby si včely nezvykly na určité pozice a musely si pokaždé vybrat atraktivnější epruvetu. Každé opakování trvalo přibližně hodinu, především z důvodu objevení nové pastvy na novém místě.

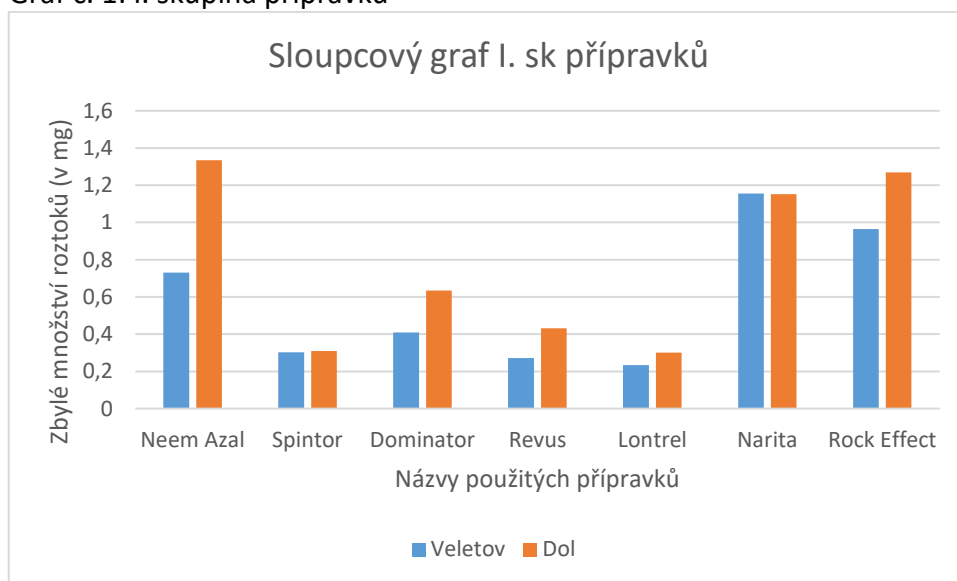
Po ukončení výzkumu zbylo v epruvetách určité množství roztoků. Každý roztok obsahem odpovídal intenzitě návštěvnosti. Větší zbytek daného roztoku v epruvetách vykazuje vyšší repelenci použitého přípravku na ochranu rostlin, a proto měl menší návštěvnost. Čím méně roztoku zbylo v epruvetě, tím byl daný roztok pro včely atraktivnější. Zbytky v epruvetách byly přepočítány na mikrogramy pro stejné hodnoty jako v předchozích pokusech.

Pro zpracování dat byla použita metoda Analýzy rozptylu tzv. „ANOVA“. Statistické šetření a vytvoření grafů bylo provedeno za pomoci programu – StatSoft, Inc. (2013). STATISTICA (data analysis software system), version 12. www.statsoft.com.

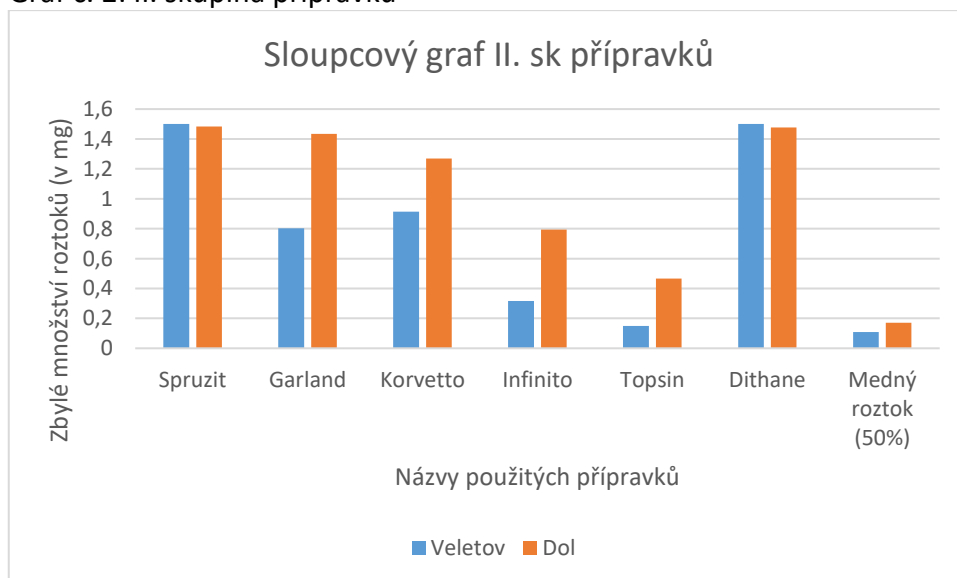
5 Výsledky

Z grafů vidíme výsledné hodnoty jednotlivých roztoků. Nejvyšší hodnoty můžeme vidět u přípravku Spruzit a Dithane. Naopak nejnižší hodnoty můžeme vidět u kontroly medného roztoku, ke kterému se nejvíce blížil přípravek Topsin. U přípravku z ekologického zemědělství měl nejvyšší hodnoty přípravek Spruzit a nejnižší hodnoty Spintor.

Graf č. 1: I. skupina přípravků



Graf č. 2: II. skupina přípravků



Pro vyhodnocení dat byla použita statistická metoda analýza rozptylu („ANOVA“). Byl vybrán Scheffeho test a hladina významnosti byla stanovena na 95 %.

5.1 Analýza rozptylu – ANOVA I. skupina

Zamítám H_0 – byly zjištěny statisticky významné rozdíly – podrobnější testování

Nelze zamítnout H_0 – nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly

Tabulka č. 4: Testovací kritérium F

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro Množství (Tabulka1) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	70,59723	1	70,59723	2115,679	0,00
Látka	41,60078	6	6,93346	207,784	0,00

H_0 : Není statisticky významný rozdíl mezi průměrnou repelencí u jednotlivých látek.

H_1 : Existuje statisticky významný rozdíl mezi průměrnou repelencí u jednotlivých látek.

A. Hladina významnosti je: $\alpha = 0,05$

B. Zvolení testu: ANOVA

C. Hodnota testovacího kritéria: $p = 0$

$0 < 0,05$: H_0 zamítám

D. Závěr: **Mezi průměrnou repelencí u jednotlivých látek existuje statisticky významný rozdíl.**

Tabulka č. 5: Podrobnější testování

Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Množství (Tabulka1)							
	Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,03337, sv = 353,00							
	Látka	1	2	3	4	5	6	7
		0,0911	0,7311	0,3022	0,4089	0,2711	0,2333	1,15556
1	Med – kontrola		0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0067	0,0000
2	NeemAzal	0,0000		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3	Spintor	0,0000	0,0000		0,2663	0,9954	0,7829	0,0000
4	Dominator	0,0000	0,0000	0,2663		0,0490	0,0024	0,0000
5	Revus	0,0001	0,0000	0,9954	0,0490		0,9869	0,0000
6	Lontrel	0,0067	0,0000	0,7829	0,0024	0,9869		0,0000
7	Narita	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	

V tabulce vidíme, že med má statisticky významný rozdíl repelence se všemi látkami stejně tak NeemAzal a Narita. Statisticky průkazný rozdíl v repelenci není mezi těmito dvojicemi (Spintor a Dominator; Revusem a Lontrel; Revus a Spintor; Lontrel a Spintor).

5.2 Popisná statistika I. skupina

Tabulka č. 6: Popisná statistika

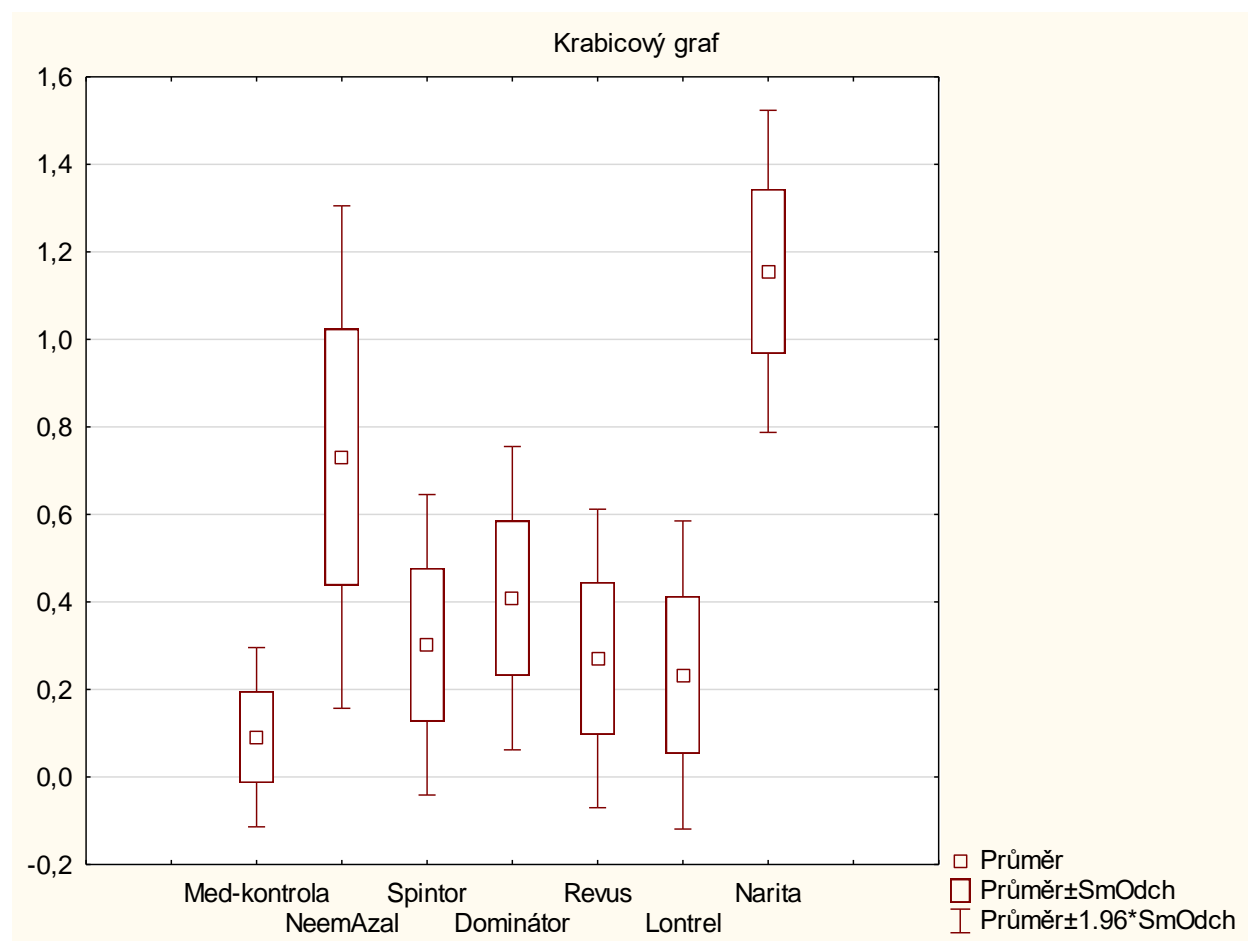
Proměnná	Popisné statistiky (Tabulka1)				
	N platných	Průměr	Minimum	Maximum	Sm.odch.
Med – kontrola	90	0,091	0	0,4	0,105
NeemAzal	45	0,731	0,3	1,3	0,293
Spintor	45	0,302	0	0,7	0,175
Dominator	45	0,409	0,1	0,8	0,177
Revus	45	0,271	0	0,6	0,174
Lontrel	45	0,233	0	0,8	0,18
Narita	45	1,156	0,7	1,5	0,188

Tabulka č. 7: Popisná statistika

Proměnná	Popisné statistiky (Tabulka1)						
	Medián	Modus	Četnost modu	Dolní kvartil	Horní kvartil	Rozptyl	Var.koe f.
Med – kontrola	0,1	0	41	0	0,2	0,011	114,753
NeemAzal	0,8	0,8	9	0,5	1	0,086	40,071
Spintor	0,3	0,2	13	0,2	0,4	0,307	57,953
Dominator	0,4	0,4	12	0,3	0,5	0,031	43,256
Revus	0,2	0,1	14	0,1	0,4	0,03	64,188
Lontrel	0,2	0,1	18	0,1	0,3	0,032	76,991
Narita	1,2	1,2	13	1	1,3	0,035	16,248

5.3 Graf výsledků I. skupina

Graf č. 3: Krabicový graf



Nejnižší množství můžeme najít „Med – kontrola“ a nejvyšší množství najdeme u přípravku Narita.

5.4 Analýza rozptylu – ANOVA II. skupina

Zamítám H_0 – byly zjištěny statisticky významné rozdíly – podrobnější testování

Nelze zamítnout H_0 – nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly

Tabulka č. 8: Testovací kritérium F

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro Množství (Tabulka1) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	234,6251	1	234,6251	6482,288	0,00
Látka	115,0113	7	16,4302	453,938	0,00

- A. H_0 : Není statisticky významný rozdíl mezi průměrnou repelencí u jednotlivých látek.
 - B. H_1 : Existuje statisticky významný rozdíl mezi průměrnou repelencí u jednotlivých látek.
 - C. Hladina významnosti je: $\alpha = 0,05$
 - D. Zvolení testu: ANOVA
 - E. Hodnota testovacího kritéria: $p = 0$
- $0 < 0,05$: H_0 zamítám**
- E. Závěr: **Mezi průměrnou repelencí u jednotlivých látek existuje statisticky významný rozdíl.**

Tabulka č. 9: Podrobnější testování

Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Množství (Tabulka1)								
	Látka	1	2	3	4	5	6	7	8
		0,1089	0,9644	1,5000	0,8022	0,9133	0,3156	0,1489	1,500
1	Med – kontrola		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,9876	0,0000
2	Rock Efect	0,0000		0,0000	0,0239	0,9774	0,0000	0,0000	0,0000
3	Spruzit	0,0000	0,0000		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000
4	Garland	0,0000	0,0239	0,0000		0,3646	0,0000	0,0000	0,0000
5	Korvetto	0,0000	0,9774	0,0000	0,3646		0,0000	0,0000	0,0000
6	Infinito	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		0,0173	0,0000
7	Topsint	0,9876	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0173		0,0000
8	Dithane	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	

V tabulce vidíme, že Infinito má statisticky významný rozdíl atraktivity se všemi látkami.

Statisticky průkazný rozdíl v atraktivitě není mezi těmito dvojicemi (Med a Topsint; Rock Efect a Korvetto; Korvetto a Garland; Spruzit a Dithane).

5.5 Popisná statistika II. skupina

Tabulka č. 10: Popisná statistika

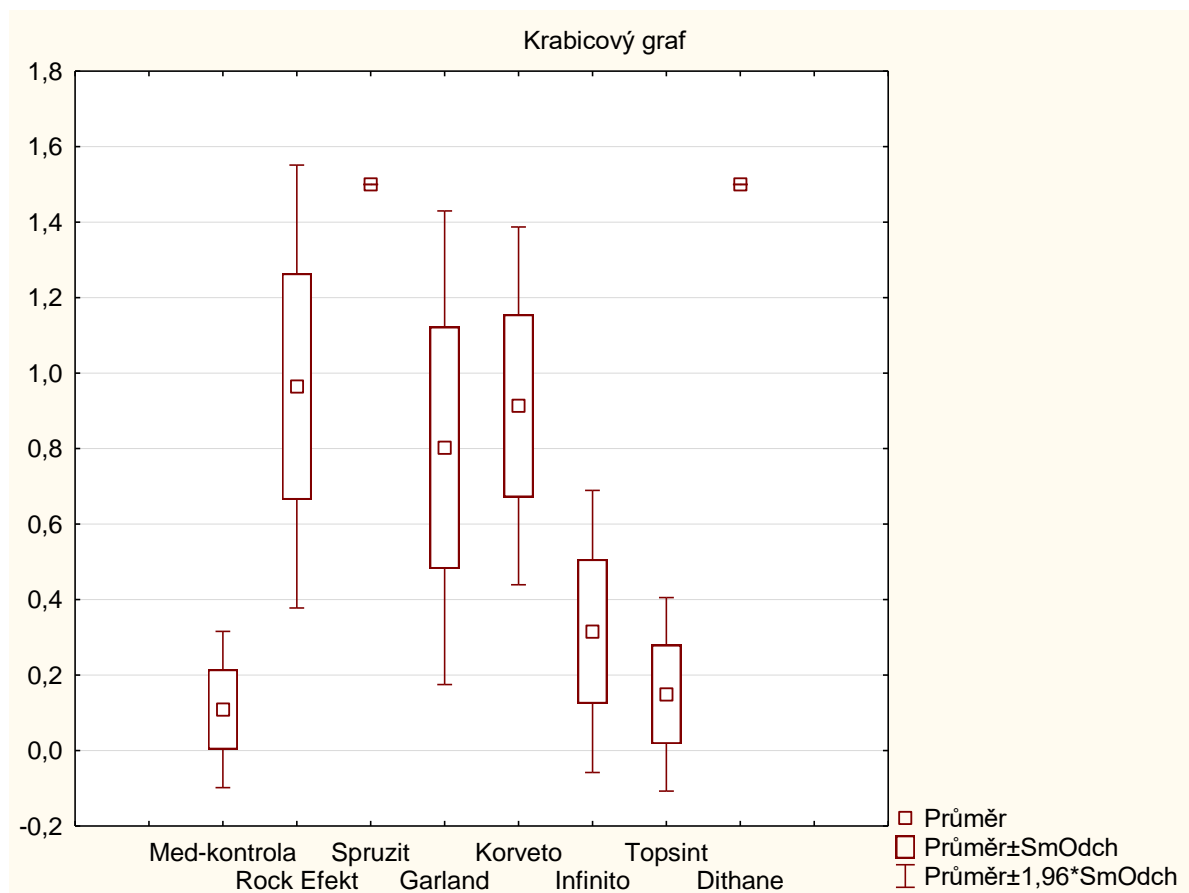
Proměnná	Popisné statistiky (Tabulka1)				
	N platných	Průměr	Minimum	Maximum	Sm.odch.
Med – kontrola	90	0,109	0	0,4	0,109
Rock Efect	45	0,964	0,2	1,4	0,299
Spruzit	45	1,5	1,5	1,5	0
Garland	45	0,802	0,1	1,3	0,32
Korvetto	45	0,913	0,4	1,4	0,241
Infinito	45	0,316	0,1	0,7	0,191
Topsint	45	0,149	0	0,4	0,131
Dithane	45	1,5	1,5	1,5	0

Tabulka č. 11: Popisná statistika

Proměnná	Popisné statistiky (Tabulka1)						
	Medián	Modus	Četnost modu	Dolní kvartil	Horní kvartil	Rozptyl	Var.ko ef.
Med – kontrola	0,1	0	33	0	0,2	0,011	97
Rock Efekt	1	1,2	11	0,8	1,2	0,09	31,04
Spruzit	1,5	1,5	45	1,5	1,5	0	0
Garland	0,8	1	11	0,5	1	0,102	39,908
Korvetto	0,9	Vícenás.	8	0,8	1,1	0,058	26,472
Infinito	0,3	0,1	12	0,1	0,4	0,036	60,413
Topsint	0,1	0,1	15	0	0,3	0,017	87,831
Dithane	1,5	1,5	45	1,5	1,5	0	0

5.6 Graf výsledky II. sk

Graf č. 4: Krabicový graf



Nejnižší množství, co průměrně zbylo, můžeme najít u „Med – kontrola“ a hned za ní přípravek Topsint. Naopak nejvyšší zbytek najdeme u Spruzitu a Dithanu.

6 Diskuze

V práci je prokázán různě vysoký repelentní účinek přípravků na ochranu rostlin používaných v ekologickém zemědělství a konvenčním zemědělství. Nebyla nalezena spojitost mezi způsobenou repelencí a biologickou funkcí přípravku, pro kterou daný přípravek používáme. Včely opakovaně dokázaly najít nejméně repelentní roztok, který následně odčerpaly. Můžeme říci, že přípravky byly vždy pro včely repelentní a žádný z nich by nejspíše nezvětšil atraktivitu porostů po aplikaci. Repelentnost přípravků na ochranu rostlin se může při aplikaci na porost měnit díky řadě různých faktorů.

U většiny přípravků docházelo při každém opakování k podobným hodnotám zbylých roztoků. Došel jsem k závěru, že repelence se během provádění pokusu příliš neměnila. Po celou dobu dvouměsíčního trvání pokusu nabývaly zbytky roztoků velmi podobných hodnot.

Podle Kazdy et Stejskalové (2018) ovlivňují atraktivitu porostů nejen přípravky na ochranu rostlin, ale různou intenzitou návštěvnosti mohou mít i jednotlivé odrůdy slunečnice. Při maloparcelkových pokusech bylo dokázáno, že nejatraktivnější je hybridní odrůda slunečnice P63LE10, kterou navštívilo 24 % sledovaných včel. Ostatní odrůdy slunečnice navštívilo méně včel, např. hybridní odrůdu Gonzalo navštívilo 12 % včel.

Rozdíly v návštěvnosti odrůd mohou být dány samotnými odrůdami, které se mohou lišit velikostí květů, produkcí nektaru nebo vůní.

Repelentnost určitých přípravků podle Kazdy et al. (2018) lze využít pro zabránění otrav včel a zmenšení množství účinných látek ve včelích produktech. Příkladem může být např. esenciální tee-tree olej s benzaldehydem, který se dá používat jako netoxický, a přesto velice efektivní repelent.

V minulých letech byla zkoušena celá řada různých přípravků na ochranu rostlin. Podle Kazdy et Volkové (2017) při použití metody přímého lákání docházelo u jednotlivých přípravků k různým výsledkům. Za repelentní přípravky jsme mohli označit např. Reldan 22 EC, Prosaro 250 EC, Vaztak 10 EC, Nurelle D a Apel. Jako středně repelentní přípravky byly označeny např. Biscaya 240 OD nebo Propulse. Za přípravky jednoznačně nízké repelentní byly označeny Apis, Atonik, Pictor, Mospilan 20 SP a Plenum.

U maloparcelkových pokusů ozimé řepky podle Kazda et al. (2018) je důležité pozorovat návštěvnost porostů bezprostředně po aplikaci přípravku na ochranu rostlin. Po 3 dnech může být účinné látky v nektaru několikanásobně méně než v den aplikace. Především díky delšímu

pozorování mohou být výsledky v porostu odlišné od metody přímého lákání. Nejnavštěvovanější byly parcelky ošetřené přípravky Biscaya 240 OD, Mospilan SP, Avaut 15 EC. I tyto přípravky byly hodnoceny metodou přímého lákání jako nízko nebo středně repelentní. U přípravků Nurelle D byla zjištěna vysoká repelence jak u maloparcelkových pokusů, tak i u metody přímého lákání. U přípravku Pictor byla zjištěna rozdílná atraktivita u maloparcelkových pokusů a metody přímého lákání. Díky tomu nemusí vždy platit, že přípravky na ochranu rostlin jsou vždy stejně repelentní na poli jako při metodě přímého lákání.

Jako u jiných výzkumů lze přípravky z tohoto výzkumu zařadit do určitých skupin podle repelentního účinku na včely. Některé přípravky byly málo navštěvované včelami např. Narita, Garland, Korvetto, Rock Effect a přípravky Spruzit a Dithane nebyly navštěvovány vůbec. Proto bych nedoporučil jejich aplikaci na kvetoucí porosty v době letové aktivity včel. Při nutnosti aplikace těchto přípravků je vhodné je aplikovat na nekvetoucí porosty nebo ve večerních hodinách, aby nedošlo k většímu narušení přirozené návštěvnosti porostů. Příkladem může být přípravek Rock Effect, který kladně podporuje zdravotní stav ovocných stromů a je středně repelentní. Mohlo by dojít ke smíchání nerepelentního toxického přípravku se středně nebo vysoce repelentním přípravkem, aby se zabránilo případné návštěvnosti porostu včelami a k nežádoucímu toxickému účinku přípravku. Problémem podle Kazdy et al. (2018) může být legislativa používání tzv. tank-mixů nebo jestli má daný mix přípravků stejnou požadovanou účinnost a repelentnost jako jednotlivé přípravky před smícháním.

Možnosti naměřené repelence jsou závislé na množství účinné látky v roztoku. Není u všech přípravků jisté, jaká koncentrace bude mít repelentní vliv. Podle Kazdy et Volkové (2016) se dokonce může stát, že vysoké dávky přípravků na ochranu rostlin mohou působit méně repelentně než dávky nižší.

S velkou pravděpodobností je důvodem menší repelence u vyšších dávek nejspíš díky podobnosti některých látek na ochranu rostlin a pastvy během formované evoluce. Z toho vychází, že přípravky na ochranu rostlin mohou být v různých dávkách různě repelentní a není u všech potvrzena přímá úměra. Proto je důležitý výzkum především běžně používaných látek na ochranu rostlin v obvykle používaných dávkách.

Některé výzkumy mohou ukazovat jiné výsledky podobných pokusů. Podle Kloutvorové et al. (2018) může přípravek Dithane být pro včely nerepelentní (25 % zbylého roztoku v epruvetách) a včely ho mohou velmi dobře přijímat. Naopak přípravek Spintor se ve výzkumu

jevil být repelentní a v epruvetách zůstávalo 100 % roztoku. Výsledky mé diplomové práce ukázaly jiné hodnoty zbylých roztoků. Přípravek Dithane byl zcela repelentní a zbylo ho 100 % a u přípravku Spintor zbylo 20 %.

Při stejných podmínkách a metodice bylo velmi zvláštní, že včely ve výzkumu byly přitahovány přípravky na ochranu rostlin jinak. Velké rozdíly nám ukazují na možné ovlivnění výsledků pokusů.

Jednou z příčin rozdílu výsledků je výběr špatného medu nebo rozpouštědla, které tvoří náš vlastní nektar. Při zvolení levných medů ze supermarketů se musíme mít na pozoru. U řady medů se setkáváme s tím, že med není med, ale fruktózo-glukózový sirup. Pančování medů je dlouhodobý problém nejen u řady řetězců. Podle Kazdy et Stejskalové (2020) medy obsahují velkou řadu malých množství přípravků na ochranu rostlin.

Použití několika medů během jednoho výzkumu by mohlo z důvodu složení (obsahu různých cukrů a látek na ochranu rostlin) změnit repelentnost jednotlivých roztoků. Proto je důležité vybírat kvalitní med a nejlépe všechny pokusy provádět s jedním druhem medu od jednoho včelaře. Mezi jednotlivými výzkumy nemusí být rozdíl jen v používaném medu, ale taky v používaném přípravku na ochranu rostlin. Stává se, že jeden přípravek můžeme získat od více výrobců. Samotní výrobci mohou změnit složení přípravku, aniž by změnili účinnou látku a tím může dojít ke změně repelentnosti pro včely.

Včely se v sezóně zaměřují na velké plochy kulturních plodin a často opomíjejí plochy menší, které opyluje ostatní hmyz. Při takové pastvě, zdravotních důvodech apod., mohou včely po určitou dobu odmítat všechny roztoky. Při rozkladu účinných látek nemusí být předem stanovená koncentrace všech těchto látek a výzkum se může lišit. Proto by bylo vhodné zařadit do metodiky maximální dobu trvání jednoho opakování přípravků.

Vysvětlení může být jednoduché v podobě použití jiného výpočtu. Při výpočtu nemůžeme brát v potaz jen kolik účinné látky dopadne na 1 květ (1 cm²). Hodnota účinné látky je přepočítána na průměrnou hodnotu nektaru v květu. Při výběru jednotlivých plodin se tato hodnota může lišit. Díky tomu může docházet k jinému množství účinné látky v roztoku a k jeho repelentnosti roztoku.

Přípravku Rock Effect podle Kloutvorové et al. (2018) zbylo při výzkumu 71 %, podle této diplomové práce zůstalo 64 %. Tyto hodnoty si téměř odpovídají.

Výsledky výzkumu přípravku Neemazal podle Kamlera et al. (2005) ukazují, že při aplikaci granulí nebyla včelstva nijak ovlivněna a nebyl sledován repelentní účinek. Při použití postřiku se snížila návštěvnost porostu oproti kontrole a zhoršil se vývoj plodu.

Velkou roli v repelenci může hrát forma aplikované látky. Při aplikaci stejné látky v různých formách může dojít k různým obsahům látky nebo metabolitů dané látky v nektaru, která následně se projeví repelentním účinkem na včely.

Podle Challa et al., (2019) při použití biopesticidů může docházet k oslabení včelstev. Účinná látka Spinosad byla shledána jako nebezpečná pro včely a vysoce repelentní. Po postřiku na pokusných pozemcích přípravky s účinnými látkami Annonin, Spinosad a Imidacloprid byly okamžitě o mnoho méně navštěvovány včelami oproti kontrole. Tyto repelentní účinky byly lehce pozorovatelné ještě 2 dny po aplikaci.

Pro upřesnění vlivů prostředí a rostlin doporučuji provedení maloparcelkových pokusů na rostlinách, které by poskytly více informací o repelentnosti přípravků na ochranu rostlin.

7 Závěr

Z výzkumu vyplývá, že všechny běžně používané pesticidy mohou mít různý repelentní účinek na včely. Ze sloupcových grafů lze vyčíst množství zbylých roztoků a s tím i repelenci dané účinné látky. Na stanovišti Veletov byly výsledky o něco nižší než výsledek stejného výzkum probíhajícího ve Výzkumném ústavu včelařském v Dole. Důvodem může být množství včelstev chovaných na stanovišti nebo odchylka při získávání dat. Přesto tento výzkum potvrdil, že přípravky na ochranu rostlin mohou měnit atraktivitu porostů pro včely v České republice stejně. Pro potvrzení závěrů této práce je nutné provedení podobných pokusů.

Jako přípravky mírně repelentní podle zbylého roztoku od 0,2 mg do 0,6 mg můžeme označit Spintor, Revus, Lontrel, Topsin a Infinito. Samotný medný roztok byl přijímán také velmi dobře, ale výjimečně se stalo, že včely vypily jiný přípravek o něco dřív. Za nejčastěji dopitý roztok (12x) s přípravkem při opakování (45x) můžeme označit Topsin.

Za středně repelentní můžeme označit přípravek Dominátor. Jako vysoce repelentní se v tomto výzkumu prokázaly přípravky NeemAzal, Narita, Rock Efekt, Garland a Korvetto. Za úplně repelentní přípravky lze označit přípravky Spruzit a Dithane. U přípravku Dithan se domnívám, že nebyl přijímán včelami díky své pevné formě, ne zcela rozpustné v 50% medu. Často se usazoval na dně epruvety a tvořil výrazné zbarvení.

Řada přípravků používaných v ekologickém zemědělství ovlivňovala negativně atraktivitu roztoku. Včely je navštěvovaly méně než ostatní. Jedinou výjimku tvořil Spintor, kterého zbylo v průměru 0,302 mg. Přípravek NeemAzal byl jediný, který neměl přibližně stejné hodnoty při opakování a nabýval hodnot od 0,3 do 1,2 mg s průměrnou hodnotou 0,731 mg. Přípravek Rock Efekt měl průměrnou hodnotu 0,964 mg. Jeho čísla se držela kolem této hodnoty při všech opakováních. Jako úplně repelentní můžeme označit přípravek Spruzit, který nebyl za celou dobu pokusu navštíven a epruvety zůstaly plné.

Toxicita daných přípravků byla pozorována při metodě přímého lákání včel. Při nižší hladině roztoku v epruvetě se některé včely neudržely na její stěně a následně doslova spadly do daného roztoku. Po vytažení byly některé včely celé černé a spálené od účinné látky. Nebyly schopny letu a během několika minut umíraly.

Při výzkumu nebyly pozorovány návštěvy epruvet jiným hmyzem než včelou medonosnou. Jen ve zcela výjimečných případech doplněny o vosu obecnou (*Vespula vulgaris* L.).

Během několika posledních let prochází naše krajina řadou velkých změn. Tyto změny vedou včely k návštěvnosti porostů, které by nikdy nenavštěvovaly při dostatku potravy. Nejde jen o rostliny, které jsou nyní hojně navštěvovány včelami a před několika desetiletími byly opomíjeny a včely na nich nebyly pozorovány. Čím dál častěji se můžeme setkávat se sběrem cizorodých látek, které nejsou pro včely vůbec vhodné. Při nedostatku nektaru můžeme vidět, jak včely sbírají nejčastěji sladké limonády, ovoce nebo zmrzliny. Místo pylu se často snaží sebrat obilný šrot nebo starý chléb.

Ze zkušeností Ivo Kovaříka (2012) je v některých oblastech Nového Zélandu nedostatek pylu a včely se musí přikrmovat pylovou náhražkou. Při nedostatku propolisu byl pozorován sběr asfaltu z nových silnic, který jim propolis připomínal nejspíš svou konzistencí v letních měsících. Po přínosu asfaltu do úlu si s ním včelstva potahovala vnitřní části úlu.

Tyto cizorodé látky nejsou vůbec vhodné pro včely a jejich využití pro včelstvo můžeme jen odhadovat. I taková atraktivita v podstatě fyziologicky nepřijatelné potravy se mění a může se dál měnit s úbytkem potravy v přírodě. Podobně na včely působí i přípravky na ochranu rostlin. Při nedostatku potravy mohou být pro ně atraktivní i jedovaté látky, i když by takto ošetřované porosty za normálních okolností nikdy nenavštívily.

Byla potvrzena hypotéza, že přípravky na ochranu rostlin registrované v ekologickém zemědělství mohou ovlivňovat návštěvnost včel v kvetoucích porostech podobně jako přípravky v konvenčním zemědělství. Byl naplněn i cíl práce a byly porovnány přípravky registrované pro konvenčním zemědělství s přípravky registrovanými v ekologickém zemědělství.

8 Literatura

- Anonym. 2012. Právní předpisy pro ekologické zemědělství a produkci biopotravin. 1. Ministerstvo zemědělství. Praha. ISBN: 978-80-7434-059-8.
- Anonym. 2021. Ročenka ekologického zemědělství 2019 [online]. Ministerstvo zemědělství. Praha. [cit. 2021-03-10]. ISBN: 978-80-7434-597-5. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/673163/Rocenka_ekologickeho_zemedelstvi_2019_WEB.pdf
- Berenbaum, M., Wu, W. -Y., Liao, L. -H. 2017. Behavioral responses of honey bees (*Apis mellifera*) to natural and synthetic xenobiotics in food. *Nature* [online]. *Nature*. (Sci Rep 7). [cit. 2021-03-12]. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-15066-5>. ISSN: 2045-2322. Dostupné z: <https://www.nature.com/articles/s41598-017-15066-5>
- Berry, P., Cook, S., Ellis, S., Gladders, P., Roques, S. 2018. Oilseed rape guide [online]. Agriculture and Horticulture Development Board. London. [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: <https://projectblue.blob.core.windows.net/media/Default/Imported%20Publication%20Docs/Oilseed%20rape%20guide.pdf>
- Bienefeld, K. 2006. Včelařství krok za krokem: pro milovníky krásného koníčka. Víkend. Líbeznice. ISBN: 80-868-9130-5.
- Brodschneider, R. 2009. Nutrition and health in honey bees. *Apidologie* [online]. . 278 - 294. [cit. 2021-04-15]. DOI: <https://doi.org/10.1051/apido/2010012>. Dostupné z: <https://www.apidologie.org/articles/apido/abs/2010/03/m09120/m09120.html>
- Claudianos, C., Ranson, H., Johnson, R. M., Biswas, S., Schuler, M. A., Berenbaum, M. R., Feyereisen, R., Oakeshott, J. G. [2021]. A deficit of detoxification enzymes: pesticide sensitivity and environmental response in the honeybee. National Center for Biotechnology Information Search database [online]. National Center for Biotechnology Information Search database. Bethesda. [cit. 2020-11-11]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1761136/>
- Courbin, N., Chinho, T., Pichegru, L., Ryan, P., Verma-Gremille, A., Gremillet, D. 2020. The dance of the Cape gannet may contain social information on foraging behaviour. *Animal behaviour* [online]. . 95-108. [cit. 2021-04-16]. DOI: 10.1016/j.anbehav.2020.06.012.
- Couvillon, M. J., Pearce, F. C. R., Acclaton, C., Fensome, K. A., Quah, S. K. L., Taylor, E. L., Ratnieks, F. L. W. 2016. Honey bee foraging distance depends on month and forage type. *Hal* [online]. HAL. [cit. 2021-01-29]. Dostupné z: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01284422/document>

- DeGrandi-Hoffman, G., Corby-Harris, V., Carroll, M., Toth, A. L., Gage, S., DeJong, E., Graham, H., Chambers, M., Meador, C., Obernesser, B. 2021. The Importance of Time and Place: Nutrient Composition and Utilization of Seasonal Pollens by European Honey Bees (*Apis mellifera* L.). *Insects* [online]. [cit. 2021-04-20]. DOI: 10.3390/insects12030235. ISSN: 2075-4450.
- Dougoud, J., Toepfer, S., Bateman, M., Jenner, W. 2019. Efficacy of homemade botanical insecticides based on traditional knowledge. *Agronomy for Sustainable Development* [online]. [cit. 2021-04-16]. DOI: 10.1007/s13593-019-0583-1. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/333911127_Efficacy_of_homemade_botanical_insecticides_based_on_traditional_knowledge_A_review
- Egan, P., Dicks, L., Hokkanen, H., Stenberg, J. 2020. Delivering Integrated Pest and Pollinator Management. *Research Gate* [online]. [cit. 2021-04-15]. DOI: 10.1016 / j.tplants.2020.01.006. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/339889058_Delivering_Integrated_Pest_and_Pollinator_Management_IPPM
- Ellis, M., Johnson, R., Mullin, C., Frazier, M. 2010. Pesticides and honey bee toxicity. *Apidologie* [online]. . 312 - 331. [cit. 2021-04-15]. DOI: <https://doi.org/10.1051/apido/2010018>. Dostupné z: <https://www.apidologie.org/articles/apido/abs/2010/03/m09141/m09141.html>
- Gong, Z., Tan, K., Nieh, J. C. 2018. First demonstration of olfactory learning and long-term memory in honey bee queens. *Journal of experimental biology* [online]. [cit. 2021-04-16]. DOI: 0.1242/jeb.177303.
- Habartová, D., Lošanová, J., Novotná, V. (ed.). 2020. Statistická ročenka České republiky 2020 [online]. Český statistický úřad. Praha. [cit. 2021-03-10]. ISBN: 978-80-250-3051-6. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/123503153/32019820.pdf/fc671100-c2b8-4c60-a2d1-44341a7fa3a1?version=1.3>
- Harašta, P., Peterka, V., Talich, P., Řehák, V., Zapletal, M. 2015. Správné a bezpečné používání přípravků na ochranu rostlin [online]. 1. Ministerstvo zemědělství. Praha. [cit. 2021-01-24]. ISBN: 978-80-7434-265-3. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/440132/Spravne_a_bezpecne_pouzivani_pripravku_publikace_NAP_2015.pdf
- Hauserová, E., Kotala, R. (ed.). 2016. Včely a jiný hmyz na pozemku: role včel v ekosystému a jejich chov. *Permakultura (CS)*. Brno. Klíč k soběstačnosti. ISBN: 978-80-905108-7-6.

- Hoover, S., Keeling, C., Winston, M., Slessor, K. 2003. The effect of queen pheromones on worker honey bee ovary development. *The Science of Nature* [online]. . 477–480. [cit. 2021-04-16]. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00114-003-0462-z>. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00114-003-0462-z>
- Challa, G., Firake, D., Behere, G. 2019. Bio-pesticide applications may impair the pollination services and survival of foragers of honey bee, *Apis cerana* Fabricius in oilseed brassica. *Environmental Pollution* [online]. . 98-609. [cit. 2021-04-16]. DOI: 10.1016/j.envpol.2019.03.048. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com.infozdroje.czu.cz/science/article/pii/S0269749119300648?via%3Dihub>
- Jean-Noël, T. 2001. Effects of insect growth regulators on honey bees and non-*Apis* bees. *Apidologie* [online]. . 527 - 545. [cit. 2021-04-16]. DOI: 10.1051/apido:2001102. Dostupné z: <https://www.apidologie.org/articles/apido/abs/2001/06/tasei/tasei.html>
- Johnson. 2015. Honey Bee Toxicology. *Annualreviews* [online]. [cit. 2021-04-15]. Dostupné z: <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-ento-011613-162005?journalCode=ento>
- Jones, B., Shipley, E., Arnold, K. E. 2018. Social immunity in honeybees Density dependence, diet, and body mass trade-offs. *Ecology and evolution* [online]. . 4852-4859. [cit. 2021-04-16]. DOI: 10.1002/ece3.4011.
- Joshi, N. K., Leslie, T., Rajotte, E. G., Biddinger, D. J. 2020. Environmental impacts of reduced-risk and conventional pesticide programs differ in commercial apple orchards, but similarly influence pollinator community. *Chemosphere* [online]. [cit. 2021-04-23]. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2019.124926. ISSN: 0045-6535.
- Kamler, F., Kazda, J., Táborský, V., Abd-Allah, S. 2005. Effect of two NeemAzal™ formulations on honeybees under semi-field conditions. *Plant Protect* [online]. . 63–72. [cit. 2021-04-16]. DOI: <https://doi.org/10.17221/2744-PPS>. Dostupné z: <https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/16310.pdf>
- Kamler, M., Vaclavikova, M., Halesova, T., Kadlikova, K., Markovic, M., Erban, T. 2021. The investigation of honey bee pesticide poisoning incidents in Czechia. *Chemosphere* [online]. [cit. 2021-04-16]. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2020.128056.
- Kazda, J., Málek, B., Markytán, P., Nerad, D., Podrábský, M., Říha, K., Soukup, J., Šaroun, J., Škeřík, J., Volf, M. 2007. Stanovisko k pesticidům - řepka, slunečnice a hořtice. 1. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin. Praha. ISBN: 80-870-6502-6.

- Kazda, J., Stejskalová, M. 2018. Ovlivňují pěstované hybridy či pesticidní ošetřování návštěvnost slunečnice opylovači? Agromanuál. 13 (5). 127-129.
- Kazda, J., Stejskalová, M., Titěra, D., Bokšová, A. 2018. Používání pesticidů v ochraně olejnin s ohledem na ochranu opylovačů a jejich produktů. Česká zemědělská univerzita. Praha. ISBN: 978-80-213-2913-3.
- Kazda, J., Stejskalová, M. 2020. Nejčastější rezidua pesticidů v medu a pylu z lokality s intenzivním zemědělstvím. Moderní včelař. 17 (7). 18-21.
- Kazda, J., Volková, M. 2017. Repelentní účinek insekticidů na včely v kvetoucí řepce. Úroda. (5). 67-72.
- Kazda, J., Volková, M. 2016. Jak pesticidy ovlivňují návštěvnost opylovačů v porostu. Úroda. (6). 72-75.
- Kellett, A. c2012 - 2021. EU neonicotinoid ban could leave UK sugar beet farmers with no defense against virus. Genetic Literacy Project [online]. Genetic Literacy Project. [cit. 2021-01-14]. Dostupné z: <https://geneticliteracyproject.org/2018/06/06/eu-neonicotinoid-ban-could-leave-uk-sugar-beet-farmers-with-no-defense-against-virus/>
- Klein, B. A., Busby, M. K. 2020. Slumber in a cell: honeycomb used by honey bees for food, brood, heating... and sleeping. PeerJ [online]. [cit. 2021-04-16]. DOI: 10.7717/peerj.9583.
- Kloutvorová, J., Skalský, M., Ouředníčková, J., Hortová, B. 2018. Metodika ochrany ovoce proti škůdcům s důrazem na ochranu hmyzích opylovačů [online]. Výzkumný a šlechtitelský ústav ovocnářský Holovousy. Hořice v Podkrkonoší. [cit. 2021-04-07]. ISBN: 978-80-87030-61-5. Dostupné z: https://www.vsuo.cz/images/FILES/Metodiky/18-19/07_Metodika_ochrany_ovoce_proti_skudcum_s_durazem_na_ochranu_hmyz1.pdf
- Kociánová, V. 2011. Pyrethroidy v abiotických a biotických složkách životního prostředí. Bakalářská práce. Brno. Dostupné také z: <<http://hdl.handle.net/11012/17306>>. Vysoké učení technické v Brně.
- Kovařík, I. 2012. Nový Zéland - včelařská cesta tam anebo zpátky? Moderní včelař. 9 (4). 121-125.
- Kunc, M., Vojtek, L., Dobes, P., Hurychova, J., Danihlik, J., Titěra, D., Hyrsel, P., Havlík, J., Poiani, S. B. 2019. The Year of the Honey Bee (*Apis mellifera* L.) with Respect to Its

Physiology and Immunity: A Search for Biochemical Markers of Longevity. *Insects* [online]. [cit. 2021-04-16]. DOI: 10.3390/insects10080244.

- Liao, L. -H., Wu, W. -Y., Berenbaum, M. R. 2017. Impacts of Dietary Phytochemicals in the Presence and Absence of Pesticides on Longevity of Honey Bees (*Apis mellifera*). National Center for Biotechnology Information Search database [online]. National Center for Biotechnology Information Search database. Bethesda. [cit. 2021-03-12]. DOI: 10.3390/insects8010022. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5371950/#B33-insects-08-00022>
- Martin, N., Hulbert, A. J., Brenner, G. C., Brown, S. H. J., Mitchell, T. W., Else, P. L. 2019. Honey bee caste lipidomics in relation to life-history stage and the long life of the queen. *Journal of experimental biology* [online]. [cit. 2021-04-16]. DOI: 10.1242/jeb.207043.
- McCune, F., Samson-Robert, O., Rondeau, S., Chagnon, M., Fournier, V. 2021. Supplying honey bees with waterers: a precautionary measure to reduce exposure to pesticides. *Environmental science and pollution research* [online]. [cit. 2021-04-20]. DOI: 10.1007/s11356-020-12147-3.
- McMenamin, A., Daughenbaugh, K., Parekh, F., Pizzorno, M., Flenniken, M. 2018. Open Access Review Honey Bee and Bumble Bee Antiviral Defense. MDPI [online]. [cit. 2021-04-16]. DOI: <https://doi.org/10.3390/v10080395>. Dostupné z: <https://www.mdpi.com/1999-4915/10/8/395/htm>
- Minář, P., Seidenglanz, M. 2020. Ovlivní významně ochranu řepky ztráta účinných látek chlorpyrifos a chlorpyrifos-methyl – ano, nebo ne? *Úroda* [online]. [cit. 2021-04-23]. Dostupné z: <https://www.uroda.cz/ovlivni-vyznamne-ochranu-repky-ztrata-ucinnych-latek-chlorpyrifos-a-chlorpyrifos-methyl-ano-nebo-ne/>
- Pozo, M. I., Jacquemyn, H. 2019. Addition of pollen increases growth of nectar-living yeasts. *Fems microbiology letters* [online]. [cit. 2021-04-16]. DOI: 10.1093/femsle/fnz191.
- Provazník, J. 2009. Nové směry ve včelaření. Závěrečná seminární práce. Nasavrky. Střední odborné učiliště včelařské - Včelařské vzdělávací centrum, o.p.s. Vedoucí práce Václav Ducháč.
- Přidal, A. 2003. Včelí produkty. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. V Brně. ISBN: 80-715-7717-0.
- Ratnieks, F., Carreck, N. 2010. Clarity on Honey Bee Collapse? *Science* [online]. . 152-153. [cit. 2021-04-15]. DOI: 10.1126 / science.1185563. Dostupné z: <https://science.sciencemag.org/content/327/5962/152.summary>

- Salava, J. 2018. Včely jsou přitahovány fungicidy. Rostlinolékař. Praha-Ruzyně. . 20-21.
- Skonieczna, L., Madras-Majewska, B. 2019. Origin and protection of middle-European bees in Europe. *Medycyna weterynaryjna-veterinary medicine science and practice [online]*. . 643-651. [cit. 2021-04-16]. DOI: 10.21521/mw.6347.
- Skorbilowicz, E., Ciesluk, I., Skorbilowicz, M. 2018. Bees as Bioindicators of Environmental Pollution with Metals in an Urban Area. *Journal of ecological engineering [online]*. . 229-234. [cit. 2021-04-16]. DOI: 10.12911/22998993/85738.
- Stec, D., Kuszewska, K. 2020. CO2 narcosis influences the memory of honey bees. *Journal of apicultural research [online]*. . 663-668. [cit. 2021-04-16]. DOI: 10.1080/00218839.2019.1710028.
- Szentgyorgyi, H., Czekonska, K., Tofilski, A. 2018. Honey bees are larger and live longer after developing at low temperature. *Journal of thermal biology [online]*. . 219-226. [cit. 2021-04-16]. DOI: 10.1016/j.jtherbio.2018.09.007.
- Šarapatka, B., Urban, J. 2006. Ekologické zemědělství v praxi. 1. PRO-BIO. Šumperk. ISBN: 978-80-903583-0-0.
- Švamberg, V. 2015. Prostředí a včely: ekologie (nejen) pro včelaře. 1. Mája, spolek pro rozvoj včelařství. V Praze. ISBN: 978-80-88045-01-4.
- Tautz, J. 2016. Fenomenální včely: biologie včelstva jako superorganismu. Vydání v češtině třetí. Brázda. Praha. ISBN: 978-80-209-0415-7.
- Tereshko, V., Loengarov, A. 2005. Collective Decision-Making in Honey Bee Foraging Dynamics [online]. [cit. 2021-04-16]. Dostupné z: <http://cis.uws.ac.uk/research/journal/V9/V9N3/bees.pdf>
- Thompson, L. J., Cullen, M. G., Carolan, J. C., Stout, J. C., Stanley, D. A. 2019. Fungicides, herbicides and bees: A systematic review of existing research and methods. *Plos one [online]*. [cit. 2021-04-16]. DOI: 10.1371/journal.pone.0225743.
- Titěra, D. 2013. 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: Analýza rozsahu a vlivu používání insekticidů ze skupiny neonikotinoidů pro včely v ČR 2013. 1. Výzkumný ústav včelařský, s.r.o. Dol.
- Titěra, D., Kubišová, S. 1988. Pyl ve výživě včel. 1. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. ISBN: 07-080-88.

- Tlustoš, P., Švehla, P., Pavlík, M., Hanč, A. 2007. Agrochemie. 1. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, katedra agrochemie a výživy rostlin. Praha. ISBN: 978-80-213-1713-0.
- Tomšík, B., Lisý, E., Svoboda, J., Hejtmánek, J. 1955. Včelařství. Československá akademie věd. Praha.
- Veselý, V., Bacílek, J., Čermák, K., Drobníková, V., Haragsim, O., Kamler, F., Krieg, P., Kubišová, S., Peroutka, M., Ptáček, V., Titěra, D., Škrobal, D. 2003. Včelařství. 2. Brázda. Praha. ISBN: 80-209-0320-8.
- Vlček, V., Pohanka, M. 2011. Enviromentální aspekty užití organofosfátových a karbamátových pesticidů schválených k užití v České republice. Chemické listy [online]. s. 908-912. [cit. 2021-04-03]. ISSN: 0009-2770. Dostupné z: http://www.w.chemicke-listy.cz/docs/full/2011_12_908-912.pdf
- Weiss, K. 2005. Víkendový včelař: škola včelaření s nástavkovými úly. 1. Víkend. Líbeznice. ISBN: 80-722-2368-2.
- Woodcock, B. A., Bullock, J. M., Shore, R. F. c2020. Country-specific effects of neonicotinoid pesticides on honey bees and wild bees. Science [online]. [cit. 2020-11-11]. DOI: 10.1126/science.aaa1190. ISSN: 1095-9203. Dostupné z: https://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393?utm_source=TrendMD&utm_medium=cpc&utm_campaign=TrendMD_1
- Zákon o rostlinolékařské péči a o změně některých souvisejících zákonů. In: . 299/2017 Sb.
- Vyhláška o ochraně včel, zvěře, vodních organismů a dalších necílových organismů při použití přípravků na ochranu rostlin. In: . 428/2017 Sb.
- Zákon o ekologickém zemědělství. In: . 553/2005 Sb.

9 Samostatné přílohy

Tabulka č. 12: Výsledky metody přímého lákání (stanoviště Dol)

Datum provedení	NeemAzal	Spintor	Dominator	Revus	Lontrel	Narita	Medný roztok	Medný roztok
27.07.2020	1,4	0,2	0,7	0,3	0	1,3	0,6	0,3
	0,5	0,2	0,6	0,4	0,8	1,2	0	0,2
	1,4	0,1	0,4	0	0,4	1,2	0,1	0,4
	1,4	0,2	0,8	0,4	0,2	1	0	0,3
	1,4	0,2	0,3	0,1	0	1,2	0,4	0,2
	1,2	0,1	1,4	0	0,3	0,8	0,3	0,1
	1,1	0,4	0,6	0,7	0,2	0,6	0	0,2
	1,4	0,3	0,8	0,6	0,4	1	0	0,2
28.07.2020	1,4	0,2	1	0,5	0,4	1,5	0	0,4
	1,4	0,6	0,8	0,4	0,2	1,5	0	0,1
	1,4	0,1	0,5	0,4	0,1	1,5	0	0,1
	1,3	0,1	0,5	0,6	0,8	1,2	0	0,4
	1,2	0,2	0,1	0,1	0,1	1	0	0,1
	1,5	0,1	0,8	0,2	0,2	1,3	0	0,1
	1,3	0,2	0,4	0,1	0	1,2	0,2	0,1
	1	0,1	0,6	0,1	0,2	1,2	0	0,3
	1,1	0,2	0,4	0,5	0,1	1,5	0	0,2
	1,4	0,4	0,7	0,5	0	1,2	0,3	0,1
	1,1	0,2	0,5	0,5	0,2	0,6	0	0,1
	0,9	0,2	0,4	0,1	0,2	1	0	0,1
	1,3	0	0,4	0,1	0,5	1,1	0,2	0,2
19.08.2020	1,4	0	0,6	0,6	0,2	1,2	0,2	0,4
	1,5	0,4	0,4	0,8	0	1,2	0,2	0,3
	1,5	0,8	0,6	0,8	0,3	1,4	0	0,4
	1,5	0,4	0,8	0,4	0,2	1,4	0	0,3
	1,5	0,6	1,2	0,8	0	1,5	0,8	0,2
	1,5	0,2	0,4	0	0,2	1,3	0,2	0,2
	1,5	0,1	0,2	0,1	0,2	1,3	0	0,4
	1,4	0,2	0,3	0,4	0,2	1,2	0	0,2
21.08.2020	1,5	0,8	0,8	1	0,8	1,3	0	0,1
	1,5	0,8	1,2	1	0,6	1	0	0,6
	1,4	0,6	0,8	0,8	0,8	1	0,1	0,8
	1,5	0,3	0,6	0,4	0,5	0,6	0	0,1
	1,4	0,5	0,8	0,8	0,6	0,8	0	0,1
	1,5	0,8	0,8	0,6	0,6	1	0	0,1

Tabulka č. 13: Výsledky metody přímého lákání (stanoviště Veletov)

Datum provedení	NeemAzal	Spintor	Dominator	Revus	Lontrel	Narita	Medný roztok	Medný roztok
18.6. 2020								
odpoledne	0,6	0,7	0,4	0,1	0,1	1,5	0	0,3
	0,8	0,7	0,4	0,6	0,4	1,5	0	0,1
	1	0,4	0,6	0,6	0,1	1,4	0	0,1
	0,3	0,2	0,3	0,3	0,1	1,4	0	0,1
	1	0,4	0,5	0,4	0,1	1,4	0	0,1
	0,3	0,2	0,5	0,1	0,6	1,4	0	0,1
13.6.2020								
odpoledne	0,8	0,1	0,5	0,6	0,6	1,4	0	0,1
	0,5	0,6	0,4	0,5	0,8	1,4	0	0,2
	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	1,4	0	0,3
	0,8	0,4	0,6	0,6	0,3	1,3	0	0,1
	0,3	0,4	0,6	0,4	0,4	1,3	0	0,3
	0,5	0,6	0,4	0,2	0,4	1,3	0	0,1
20.7.2020								
odpoledne	0,6	0,2	0,3	0,1	0,1	1,2	0	0,1
	0,8	0,2	0,4	0,3	0,5	1,2	0	0,3
	0,7	0,2	0,6	0,3	0,2	1,2	0	0,1
21.7. 2020								
dopoledne	1	0,4	0,7	0,5	0	1,2	0,1	0,2
	0,8	0,1	0,5	0	0,1	1,2	0,1	0,1
	0,7	0	0,5	0,2	0,1	1,2	0,1	0,2
	1	0,3	0,6	0,6	0,3	1,2	0	0,2
	1,2	0,4	0,8	0,4	0,3	1,2	0	0,3
	0,5	0,2	0,5	0,2	0,1	1,2	0	0,2
28.7. 2020								
odpoledne	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	1,2	0	0,1
	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	1,2	0	0,2
	0,4	0,3	0,4	0,1	0,2	1,2	0	0,1
	0,4	0,3	0,2	0,1	0,2	1,2	0	0,2
	0,6	0,4	0,4	0,3	0,2	1,1	0	0,2
	0,5	0,4	0,3	0,2	0,3	1,1	0	0,4
17.8. 2020								
dopoledne	0,5	0,2	0,1	0,1	0,1	1,1	0	0,2
	0,4	0,3	0,3	0,1	0,2	1,1	0	0,1
	0,8	0,5	0,6	0,3	0,2	1,1	0	0,1
	0,4	0,2	0,4	0,1	0,2	1,1	0	0,1
	0,5	0,1	0,1	0,1	0,2	1	0	0,2
	0,8	0,1	0,6	0,1	0,1	1	0	0,1
23.8. 2020								
odpoledne	0,8	0,4	0,3	0,4	0,2	1	0	0,2
	0,8	0,4	0,2	0,2	0,4	1	0	0,1

	1	0,1	0,2	0,1	0,1	1	0	0,2
	0,7	0,5	0,4	0,4	0,4	1	0	0,2
	1,2	0,1	0,1	0,3	0,6	1	0	0,4
	1,1	0,1	0,2	0,1	0,1	1	0	0,1
28.8. 2020								
odpoledne	1,3	0,6	0,7	0,1	0,1	0,9	0	0,2
	1	0,2	0,7	0,2	0,1	0,9	0	0,3
	1,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,9	0	0,1
	1,2	0,2	0,4	0,2	0,1	0,9	0	0,2
	1,1	0,2	0,3	0,3	0,2	0,8	0	0,1
	0,9	0,2	0,4	0,5	0	0,7	0,1	0,1

Tabulka č. 14: Výsledky metody přímého lákání (stanoviště Dol)

Datum provedení	Rock Effect	Spruzit	Garland	Korvetto	Infinito	Topsin	Dithane	Medný roztok	Medný roztok
29.07.2020	1,4	1,5	1,4	1,4	0,9	0,6	1,5	0	0,2
	1,5	1,5	1,4	1,5	0,9	0,6	1,5	0	0,3
	1,2	1,5	1,4	1,4	0,8	0,5	1,5	0	0,1
	1,2	1,4	1,3	1,5	0,7	0,2	1,5	0	0,3
	0,5	1,4	1,3	1,4	1	0,5	1,5	0	0,2
	1	1,5	1,4	1,4	0,9	0,6	1,5	0	0,1
	1,2	1,5	1,2	1,4	1	0	1,5	0,2	0,2
	1,4	1,5	1,4	1,4	0,8	0,6	1,5	0	0,1
30.07.2020	1,4	1,5	0,8	1,2	0,6	0,6	1,4	0	0,1
	1,4	1,5	1	1,2	0,8	0,5	1,4	0	0,4
	1,4	1,5	1	1,2	0,6	0,6	1,4	0	0,3
	1,4	1,4	0,8	1,1	0,6	0,4	1,4	0	0,2
	0,2	1,3	0,8	1,4	0,5	0,6	1,4	0	0,4
	1,2	1,5	0,6	1,4	0,2	0,3	1,5	0	0,2
	1,4	1,4	0,8	1,3	0,6	0,4	1,4	0	0,1
	1,5	1,5	0,4	1,2	0,5	0,3	1,4	0	0,4
18.08.2020	1	1,5	0,6	0,8	0,3	0	1,5	0,2	0,1
	1	1,5	0,6	0,5	0,2	0	1,5	0,4	0,1
	1,2	1,5	0,7	0,6	0,5	0,5	1,5	0	0,1
	0,6	1,5	0,2	1	0,5	0,3	1,4	0	0,6
	0,6	1,5	0	0,6	0,5	0,1	1,5	0,6	0,4
20.08.2020	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	0,9	1,5	0	0,8
	1,5	1,5	1,4	1,4	1,1	0,6	1,5	0	0,8
	1,5	1,5	1,2	1,4	0,8	0	1,5	0	0,1
	1,5	1,5	1,4	1,4	1,2	1,2	1,5	0	0,2
	1,5	1,5	1,3	1,4	0,5	0,3	1,5	0,8	0,2
	1,5	1,5	1,4	1,5	1,4	0,6	1,5	0	1,4
	1,4	1,5	1	1,5	0,8	0,2	1,5	0	0,1
	1,5	1,5	1,2	1,5	0,8	0,3	1,5	0	0,2

21.08.2020	1,5	1,5	1,5	1,4	1,2	0,8	1,5	0	0,1
	1,5	1,5	1,3	1,2	0,9	0,6	1,5	0	0,2
	1,5	1,5	1,4	1,4	1,2	0,6	1,5	0	0,1
	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	0,8	1,5	0	0,3
	1,4	1,5	1,3	1,3	1,1	0,8	1,5	0	0,2
	1,4	1,5	1,3	1,3	0,8	0,4	1,5	0	0,1

Tabulka č. 15: Výsledky metody přímého lákání (stanoviště Veletov)

Datum provedení	Rock Effect	Spruzit	Garland	Korvetto	Infinito	Topsint	Dithane	Medný roztok	Med roztok
20.7. 2020 odpoledne	1,2	1,5	1	1,4	0,6	0,4	1,5	0	0,1
	1,2	1,5	1,2	1,2	0,2	0,4	1,5	0	0,2
	1,2	1,5	1,2	1,2	0,7	0,2	1,5	0	0,3
21.7. 2020 dopoledne	1,1	1,5	0,8	1,2	0,4	0,4	1,5	0	0,1
	1	1,5	0,5	1	0,2	0	1,5	0,2	0,2
	1,1	1,5	0,1	1,1	0,4	0,1	1,5	0	0,1
	0,3	1,5	0,1	0,6	0,1	0,2	1,5	0	0,2
	1,2	1,5	0,4	0,5	0,6	0	1,5	0,2	0,2
	0,6	1,5	0,4	0,8	0,4	0,1	1,5	0	0,1
22.7. 2020 dopoledne	1,4	1,5	0,8	1	0,2	0	1,5	0,2	0,3
	1,2	1,5	1	1,1	0,2	0,1	1,5	0	0,2
	1,3	1,5	0,5	0,8	0,3	0,1	1,5	0	0,1
	1,4	1,5	1	1,1	0,6	0	1,5	0,1	0,1
	1	1,5	0,8	1,1	0,6	0,1	1,5	0	0,2
	0,8	1,5	0,5	1,3	0,6	0	1,5	0,1	0,4
22.7.2020 odpoledne	1,4	1,5	0,8	0,8	0,4	0	1,5	0,1	0,1
	0,4	1,5	0,6	0,8	0,2	0,4	1,5	0	0,1
	0,8	1,5	0,4	0,6	0,3	0,1	1,5	0	0,2
	0,8	1,5	0,4	1	0,2	0,2	1,5	0	0,1
	0,8	1,5	0,4	0,6	0,6	0,3	1,5	0	0,2
	1,2	1,5	0,4	0,6	0,6	0,3	1,5	0	0,3
7.8. 2020 odpoledne	1,3	1,5	0,4	0,8	0,2	0,1	1,5	0	0,1
	0,8	1,5	0,9	0,9	0,3	0,3	1,5	0	0,3
	0,2	1,5	1	1	0,3	0,3	1,5	0	0,3
	1,1	1,5	0,7	1	0,3	0	1,5	0,1	0,1
	0,8	1,5	0,8	0,8	0,4	0	1,5	0,1	0,2
	0,4	1,5	1	1	0,3	0,3	1,5	0	0,3
17.8.2020 odpoledne	1	1,5	1	0,7	0,1	0,1	1,5	0	0,1
	1,2	1,5	1,2	1,2	0,6	0	1,5	0,2	0,2

	1,2	1,5	1,2	1,2	0,1	0,1	1,5	0	0,4
	0,6	1,5	1	1,2	0,4	0,2	1,5	0	0,2
	0,9	1,5	0,8	0,8	0,1	0,1	1,5	0	0,2
	1,2	1,5	1	1	0,6	0,1	1,5	0	0,1
	0,9	1,5	1,2	0,9	0,1	0,1	1,5	0	0,1
18.8. 2020									
odpoledne	0,6	1,5	0,8	0,5	0,1	0,1	1,5	0	0,1
	0,8	1,5	1,3	0,4	0,2	0,2	1,5	0	0,1
	1	1,5	0,8	1,2	0,4	0,3	1,5	0	0,2
	1	1,5	1	0,4	0,1	0	1,5	0,1	0,1
	1,3	1,5	1,3	0,9	0,4	0	1,5	0,1	0,2
	1,2	1,5	1,1	0,9	0,1	0,3	1,5	0	0,2
28.8. 2020									
večer	1,2	1,5	1,1	0,9	0,1	0,3	1,5	0	0,2
	0,9	1,5	0,8	0,8	0,3	0,1	1,5	0	0,1
	0,8	1,5	1	1	0,1	0,2	1,5	0	0,1
	0,7	1,5	1	0,9	0,1	0	1,5	0,2	0,3
	0,9	1,5	0,4	0,9	0,1	0,1	1,5	0	0,1

Obrázek č. 1: Příprava roztoků medu s příměsí pesticidů



Obrázek č. 2: Odebírání roztoků včelami



Obrázek č. 3: Odebírání roztoků včelami



Obrázek č. 4: Odebírání roztoků včelami



Obrázek č. 5: Odebírání roztoků včelami

