

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program : Zemědělství

Studijní obor : Trvale udržitelné systémy hospodaření v krajině

Katedra : Katedra agroekosystémů

Vedoucí katedry : prof. Ing. Jan Moudrý, CSc.

## **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Význam hmyzu pro opylování plodin

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Mgr. Martin Šlachta, Ph.D.

Autor:

Vít Růžička

České Budějovice, duben 2016

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci na téma : „Význam hmyzu pro opylování plodin“ jsem vypracoval samostatně pouze s využitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47 b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypouštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

Datum:

Podpis:

## **Poděkování**

Tímto způsobem bych chtěl poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce panu doc. Mgr. Martinu Šlachtovi, Ph.D. za odborné rady a připomínky při tvorbě bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat svým rodičům, za jejich podporu, cenné rady a vytvoření podmínek pro dobré pracovní prostředí.

## ABSTRAKT

Opylování je významnou ekosystémovou službou, na které se podílejí kromě přírodních vlivů také živočichové. Mezi nejvýznamnější patří blanokřídlý hmyz. Pro člověka je nejdůležitějším opylovačem včela medonosná (*Apis mellifera*), kterou chová po tisíce let, její stavy však v posledních desetiletích klesají. Důvody poklesu stavu včelstev hledejme v intenzifikaci zemědělství (použití pesticidů, herbicidů a jiných chemických prostředků) a rozšíření chorob (mor včelího plodu a varroáza).

Dalším významným opylovačem, který by mohl případně včelu medonosnou nahradit, jsou samotářské, volně žijící druhy včel. I ty jsou však zasaženy intenzivním zemědělstvím. U těchto druhů se však nejedná pouze o masivní použití chemických prostředků, ale také o změnu struktury krajiny a tím úbytek přirozených lokalit k hnízdění.

Důležitým krokem k ochraně včely (medonosné i divoké) je vyčíslení její ekosystémové služby. Na základě toho vlády států postupují při sestavování zákonů, ale jedná se i o ochranu na úrovni krajů.

**KLÍČOVÁ SLOVA:** opylování; blanokřídlý hmyz; hymenoptera; včela medonosná; samotářské druhy včel; intenzifikace zemědělství

## **THE ABSTRACT**

The pollination is an essential service of the ecosystem, which involves besides natural influences also animals. Hymenopteran insects belong to the most significant pollinators. For humans, the most important pollinator is the honey bee (*Apis mellifera*), which is bred for thousands of years, but its state is being declined in last decades. Reasons of the decline of bee colonies can be found in the intensification of agriculture (pesticides, herbicides and other chemicals) and spreading of diseases (American foulbrood and varroasis).

Another important pollinator, which could possibly replace honey bees, are solitary wild bee species. But even those are also affected by intensive agriculture. In these species it is not affected only by the massive use of chemical agents, but also by the change in the structure of the landscape and the loss of natural location for nesting.

An important step to protect bees (honey bees and wild bees) is the quantification of its value in the ecosystem service. On this basis, the governments compile new laws, but it is also important for protecting at the regional level.

**KEYWORDS:** pollination; hymenoptera insects; hymenoptera; honey bee; solitary bee species; intensification of agriculture

# OBSAH

1 ÚVOD.....	8
2 CÍLE PRÁCE.....	8
3 LITERÁRNÍ PŘEHLED.....	9
3.1 VLASTNÍ OPYLOVÁNÍ.....	9
3.2 OPYLUJÍCÍ TAXONY HMYZU.....	10
3.2.1 BLANOKŘÍDLÍ (HYMENOPTERA).....	10
3.2.2 DIPTERA (DVOUKŘÍDLÍ).....	11
3.2.3 MOTÝLI (LEPIDOPTERA).....	12
3.3 VÝZNAMNÍ OPYLOVAČI.....	12
3.4 VČELA MEDONOSNÁ.....	14
3.4.1 PŮVOD VČEL.....	16
3.4.2 ZAŘAZENÍ VČELY MEDONOSNÉ V ŽIVOČIŠNÉ ŘÍŠI.....	17
3.4.3 STAVBA TĚLA VČELY MEDONOSNÉ.....	17
3.4.4 CHOV VČELY MEDONOSNÉ.....	23
3.4.4.1 ÚLY.....	23
3.4.4.2 VČELAŘENÍ V ZÁVISLOSTI NA ROČNÍM OBDOBÍ.....	24
3.4.4.3 PLEMENA VČELY MEDONOSNÉ.....	25
3.4.4.4 CHOROBY A ŠKŮDCI VČEL.....	26
3.4.4.5 OTRAVY VČELSTEV.....	31
3.4.5 VZTAH VČELY MEDONOSNÉ A BIODIVERZITY.....	32
3.4.5.1 BIODIVERZITA.....	32
3.4.5.2 VČELY A OPYLOVÁNÍ.....	33
3.4.5.3 VYČÍSLENÍ EKOSYSTÉMOVÉ SLUŽBY OPYLOVAČŮ.....	34
3.5 VOLNĚ ŽIJÍCÍ VČELY.....	35
3.5.1 ŽIVOT VOLNĚ ŽIJÍCÍCH VČEL.....	35
3.5.2 OPYLOVACÍ SLUŽBA VČELY SAMOTÁŘKY.....	36
3.5.3 VČELY SAMOTÁŘKY.....	37
3.6 PODÍL VOLNĚ ŽIJÍCÍCH VČEL NA OPYLOVÁNÍ.....	42
3.7 VÝZNAM STRUKTURY KRAJINY A INTENZIFIKACE ..... ZEMĚDĚLSTVÍ PRO ZACHOVÁNÍ BIODIVERZITY ..... OPYLOVAČŮ.....	43
4 METODIKA.....	46
5 VÝSLEDKY.....	47
6 DISKUZE.....	48
7 ZÁVĚR.....	48
8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	48
9 SEZNAM OBRÁZKŮ.....	49

# 1 ÚVOD

Tato bakalářská práce pojednává o opylovačích a jejich úloze v krajině a také se věnuje opylovačům z hlediska biodiverzity rostlin. Protože se zajímám o včelu medonosnou a letos chci začít včelařit, zdůraznil jsem v této práci její význam. Práce pro začátek vysvětluje proces vlastního opylování a jednotlivé druhy opylování z hlediska přírodních vlivů. Dále se podrobněji zabývám hlavními řády opylovačů. Detailně se práce věnuje včele medonosné. Její původ, taxonomické zařazení, stavba těla, chov, otravy včelstev a konečně vztah včely a biodiverzity. Další významnou kapitolou jsou volně žijící včely (včely samotářky) – jejich život, opylovací služba, jednotlivé druhy a jejich osídlení různých antropogenních prostor a lokalit.

Druhá část práce je část experimentální. Prováděl jsem odchyt opylovačů v přírodě.

## 2 CÍLE PRÁCE

Cílem práce bude vypracovat rešerši o opylujících taxonech hmyzu – především o včele medonosné (problematika jejího chovu, život a význam pro opylování a význam v krajině) a samotářských včelách - význam včel pro biologickou diverzitu (podíl divoce žijících včel na opylování) a ekosystémovou službu a úbytek přirozených lokalit v krajině následkem intenzifikace zemědělství. Dále je cílem vyčíslení ekosystémové služby.

Cílem experimentální části práce bude sledovat výskyt včelovitých opylovačů na vybraném poli řepky a v lučních porostech pomocí žlutých pastí.

## 3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 3.1 VLASTNÍ OPYLOVÁNÍ

Pro správné pochopení práce a významu opylovačů se nyní seznámme alespoň ve stručném přehledu s vlastním procesem opylování. Rozdělíme rostliny na dva typy a přiblížíme si hlavní typy opylovačů. Při opylování se na blizny (samičí pohlavní orgány květu) přemísťuje pyl (samčí pohlavní buňky). Bez toho, aniž by došlo k opylení, nemůže dojít ke konečné tvorbě semen a tím rozmnožení rostlin. Existují dva typy rostlin. Rozlišujeme rostliny krytosemenné a nahosemenné. U každého typu je proces vlastního opylování odlišný. U nahosemenných rostlin probíhá opylení tak, že pyl je přenášen přímo na vajíčko. Naopak u krytosemenných probíhá tento proces přenosem pylu na bliznu. K opylování je vždy třeba pomoci nejrůznějších vnějších vlivů : Jsou to například voda, vítr, hmyz nebo další živočichové. [2]

Voda (hydrogamie) – Takto jsou opylovány krytosemenné rostliny. Jedná se o opylování pomocí vody. Hydrogamie probíhá u většiny vodních rostlin, ale není to pravidlem. V některých případech jsou květy rostlin v úrovni vodní hladiny, ale převážně jsou celé ponořeny. Vodní rostliny mají v tomto ohledu svá specifika na rozdíl od rostlin suchozemských. Na květech můžeme najít dlouhé blizny, na kterých lépe ulpívá slepený pyl, jehož zrna postrádají exinu (vnější vrstvu). [2]



Obr. 1 - příklad hydrochorie – leknín bílý (*Nymphaea ampla*)

<https://www.semenaonline.cz/523-lekniny> – staženo 12.4. 2016



Vitr (anemogamie) – Je způsob opylení větrem jak nahosemenných, tak i krytosemenných rostlin. Květy rostlin opylovaných větrem mají menší obalovou část, nebo jí zcela postrádají, neprodukují nektar a nevoní. [2]

Hmyz (entomogamie) – Je proces opylování rostlin hmyzem. Rostliny opylují 4 řády hmyzu : blanokřídlí, dvoukřídlí, motýli a brouci. Nejvýznamnější opylovači jsou blanokřídlí. Květy přitahují hmyz vůní, kresbou a barvou. V porovnání s lidským okem bývá barva květu pro hmyz odlišná (např. ultrafialová místo červené). Pyl a nektar slouží hmyzu (u blanokřídlých i larvám) k obživě. [1]

Další živočichové (zoogamie) – Zoogamie je opylení zvířetem (opylovačem). Ekologové tento vztah nazývají mutualismus (druh symbiózy). Do této skupiny můžeme zahrnout ptáky, letouny, v některých případech i savce a jsou prokázány opylovací služby u plazů nebo měkkýšů. [2]

## **3.2 OPYLUJÍCÍ TAXONY HMYZU**

Jak už jsme uvedli výše, rostliny opylují hlavně čtyři řády hmyzu : blanokřídlí, dvoukřídlí, motýli a brouci. Nyní se s jednotlivými řády seznámíme podrobněji.

### **3.2.1 BLANOKŘÍDLÍ (HYMENOPTERA)**

Jeden z nejpočetnějších hmyzích řádů představují s dosud asi 115 000 známými druhy Blanokřídlí (Hymenoptera). Ve skutečnosti se však jedná jen o malou část skutečného druhového bohatství, které zůstává (a možná i zůstane do budoucna nepoznáno). Přestože je tato skupina hmyzu jak po stránce ekonomické, tak i bionomické velmi významná a v mnohém ohledu i inspirativní, zůstává ve srovnání s některými dalšími řády (jmenovitě brouky a motýly) stále poněkud stranou zájmu. Charakteristickým znakem pro blanokřídlé jsou dva páry blanitých křídel, kdy přední pár je delší než pár zadní. Blanokřídlí patří mezi hmyz s dokonalou proměnou (nejprve se líhne larva, další fáze je kukla a po ní dospělec). Tělo dělíme na hlavu (s jedním párem tykadel a dvěma páry složených očí), hrud' (s třemi páry nohou a dvěma páry křídel) a zadeček. [1]

Blanokřídlí patří mezi jednopohlavní živočichy (samci a samice), kdy z oplozených vajíček se líhnou samice a z neoplozených samci. Řád se dělí na dva

podřády : Štíhlopasí (*Apocrita*) a Širokopasí (*Symphyta*). Mezi Širokopasé patří například bodruškovití, jehlatkovití nebo pilatkovití. Mezi Štíhlopasé patří například sršňovití, mravencovití nebo včelovití. [1]



Obr. 2 - Zástupce blanokřídlých – sršeň obecná (*Vespa crabro*)

<http://zemepis-a-prirodopis-online.webnode.cz/products/hmyz-s-promenou-dokonalou> – staženo 12.4.2016

### 3.2.2 DVOUKŘÍDLÍ (DIPTERA)

Charakteristickým znakem tohoto řádu jsou dvě blanitá křídla - a to pouze jeden pár. Druhý pár křídel se postupem času proměnil na útvary, které nazýváme kyvadélka. Těmi dvoukřídli vyvažují let. Známe přibližně 100 000 druhů tohoto řádu. Laicky nazýváme některé dvoukřídle mouchy. Na těle rozeznáváme předohrud' a zadohrud', na které jsou výše uvedená kyvadélka, a středohrud', na které jsou umístěna křídla (jeden pár). Pro dvoukřídle je typické „bzučení“, které vydávají křídly třením při letu. Dvoukřídli patří mezi hmyz s proměnou dokonalou.

Existuje více možností rozdělení dvoukřídlych. Nejčastěji používáme dělení na Dlouhorohé (*Diptera nematocera*) a Krátkorohé (*Diptera brachycera*).

Mezi dlouhorohé patří například komárovití, bejlmorkovití nebo pakomárovití. Mezi zástupce krátkorohých můžeme zařadit octomilky, bodalky nebo masařky. [1]

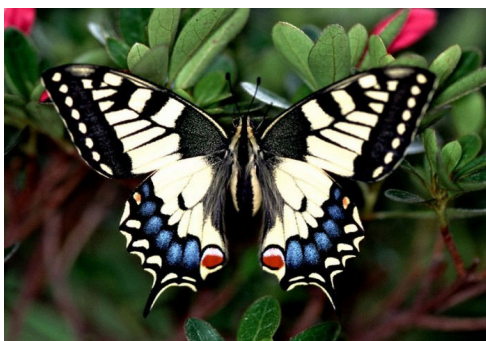


Obr. 3 - Zástupce dvoukřídlych : komár pisklavý (*Culex pipiens*)

[http://www.gymta.cz/kabinety/kab\\_biologie/videoatlas/hmyz/dvoukridli.html](http://www.gymta.cz/kabinety/kab_biologie/videoatlas/hmyz/dvoukridli.html) – staženo 12.4.2016

### 3.2.3 MOTÝLI (LEPIDOPTERA)

Jedná se o celkově druhý největší hmyzí řád. Existuje nejméně 180 000 známých druhů motýlů. Početnější už jsou pak jen brouci. Pro motýly jsou typické nejrůznější pestré barvy křídel, což je způsobeno lomem světla na křídlech (ta jsou protkána vzdušnicemi). Na křídlech se nacházejí šupinky (odtud starší název – šupinokřídílí). I motýli patří mezi hmyz s přeměnou dokonalou. Jejich býložravé larvy jsou často potravou mnoha živočichů. Charakteristickým znakem motýlů je sosák. V klidovém stavu je stočený, rozvinuje se po impulzu, který dostává z chuťových buněk na nohách. Motýly dále dělíme na 130 čeledí, například přástevníkovití, bourcovití nebo píďalkovití. [1]



Obr .4 - Zástupce motýlů – Otakárek Fenyklový (*Papilio machaon*)

<http://www.motyli.websnadno.cz/Deleni-motyly.html> – staženo 13.4. 2016

### 3.3 VÝZNAMNÍ OPYLOVAČI

V předcházející kapitole jsme se seznámili s opylujícími taxony hmyzu. Ještě než se podrobně zaměříme na včely (medonosnou i samotářsky hnízdící druhy), je dobré se seznámit s ostatními významnými opylovači jako jsou vosy, pestřenky, lišajové a denní motýli.

**Vosovití (VESPIDAE)** – Patří mezi blanokřídle druhy hmyzu. Mohou to být malé až velké, černě a žlutě zbarvené druhy. Mají hluboce vykrojené vnitřní okraje očí. Zahrnují různé samotářské (solitérní), společenské (sociální) a sociálně parazitické druhy. Hnízda budují na různém podkladu a používají rozmanitý

(neústrojný i ústrojný) stavební materiál. Dospělci se živí převážně cukernatými látkami (medovicí a nektarem), larvy (s výjimkou některých medovos) jsou masožravé. Rozšíření je celosvětové, dělí se na 7 podčeledí, u nás se vyskytuje 5 podčeledí. [1]

Masarinae (medovosy) – Malé až středně velké druhy, prodloužené ústní orgány, bionomie je velmi podobná jako u včel samotářek. Zástupce : *Celonites abbreviatus* (medovosa kyjorohá).

Eumeninae (jízlivky) – Malé až středně velké druhy, lomená tykadla, zahrnuje samotářské druhy. Zástupce : *Odynerus spinipes* (hrnčířka obecná).

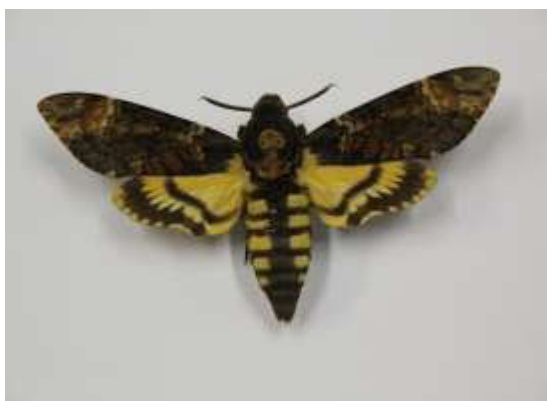
Zethinae (papírnice) – Zahrnovaná původně mezi jízlivky. Zástupce : *Discoelius dufouri* (papírnice lesní).

Polistinae (vosíci) – Středně velké, černo-žlutě zbarvené druhy. Zástupce : *Polistes dominula* (vosík francouzský).

Vespinae (vosy) – Středně velké až velké, černo-žlutě pruhované druhy. Zástupce : *Vespa crabro* (sršeň obecná). [1]

**Pestřenkovití (SYRPHIDAE)** – Tato poměrně významná skupina patří mezi dvoukřídlý hmyz. Živí se nektarem a pylem, larvy jsou masožravé a živí se také parazity, například mšicemi. Známe více než 200 rodů pestřenek. Zástupce : *Episyrphus balteatus* (pestřenka pruhovaná). [19]

**Lišajovití (SPHINGIDAE)** – Lišajové jsou velcí až zavalití motýli aerodynamického tvaru těla, patří mezi velmi dobré letce. Rozpětí křídel je 44 – 120 mm. Pro některé druhy je typický tlustý a dlouhý sosák, pro jiné pouze tuhý a krátký nebo dokonce zcela redukovaný a zakrnělý. Na koncích tykadel je ostrý hrot a u samců jsou porostlá štětičkami. Přední křídla jsou vždy větší než zadní a jsou obvykle zbarvena poměrně nenápadně, zatímco křídla zadní bývají velmi pestrá. V některých případech jsou oba páry křídel téměř po celé ploše sklovitě průhledné. Většina lišajovitých je aktivní v noci, některé druhy i ve dne. Lišajové jsou migranti. V ČR a SR je uváděno 20 druhů, výskyt některých z nich ale není spolehlivě doložen. Zástupce : *Acherontia atropos* (Lišaj smrtihlav) [20]



Obr. 5 - Zástupce lišajovitých – Lišaj smrtihlav (*Acherontia atropos*)

<http://kvmuz.cz/typ/priroda-karlovarska/lisaj-smrtihlav-acherontia-atropos> - staženo 13.4. 2016

### 3.4 VČELA MEDONOSNÁ (*Apis mellifera*)

Vzhledem k významu, který mají včely pro opylování rostlin, patří k nejvýznamnějším a ekologicky nejužitečnějším hmyzím druhům vůbec. Včelařství patří také mezi nejzajímavější koníčky a přináší chovatelům veliké naplnění a uspokojení. Včelí společenský systém je svým uspořádáním a složitým fungováním fascinujícím světem a med a ostatní včelí produkty jsou pro každého včelaře hodnotnou sladkou odměnou. [2]

Tím, že včela ke své obživě sbírá pyl (samčí pohlavní buňky rostlin) současně zprostředkovává jeho přenos z rostliny na rostlinu a tím i opylování rostlin [3]

Včelařství je jistě zajímavý koníček, který má navíc důležitý význam z hlediska zachování ekologické rovnováhy, biodiverzity a přirozeného koloběhu života. Včely mají pro zachování života na Zemi zásadní vliv a význam. [2]

Bez včel by se rostliny opylovaly a tím i množily jen velmi obtížně, u některých druhů by to dokonce nebylo vůbec možné a k opylení by nedošlo.

Včely sice chováme pro svůj prospěch, z tohoto pohledu je tedy včela živočich užitkový, avšak nelze říct, že by byla tvor domestikovaný (zdomácnělý). Libovolně si létá, kam chce, potravu si zaopatřuje sama bez lidské pomoci, člověk se jí jen stará o úly. Když se ale starat přestane, včela se sebere a odstěhuje se jinam. Včely mají pro zachování života na Zemi a biologickou diverzitu zásadní vliv. Zajišťují opylování mnoha druhů plodin – bez toho by nebyly schopny se rozmnožovat a člověk by nemohl sklízet jejich plody. Včely nejsou jediným opylovačem, ale jak si dále

povíme, rozhodně jsou tím nejvýznamnějším. Pracují totiž neefektivněji a tvrzení, že včelám jsme vděční za každé třetí sousto, není vůbec přehnané. Varovná je proto neustále klesající tendence počtu včel v posledních desetiletích, navíc z důvodů, které zatím nejsou zcela objasněné. Vlády evropských států jsou tímto vývojem velmi znepokojeny a snaží se najít cesty, jak situaci zlepšit – do výzkumu včelařství investují značné sumy a snaží se získávat nové zájemce o včelaření. [2]



Obr.6 - Včela medonosná (*Apis mellifera*)

[http://www.orso.cz/foto/foto\\_35012/img00004.htm](http://www.orso.cz/foto/foto_35012/img00004.htm) – staženo 13.4. 2016

### 3.4.1 PŮVOD VČEL

Vědci předpokládají, že se včely vyvinuly z druhu vos s ústním ústrojím, které umožňovalo nasávání nektaru a poté se odchýlily ve vývoji od svých dravých vosích předků, přestaly lovit a naučily se sbírat pyl, aby měly potravu pro své potomstvo. [2]

Člověk se o včely začal zajímat ještě o něco dříve než o chov zvířat a pěstování rostlin. Bylo to z důvodu, že u včel nacházel důležitý druh obživy – med. [4]

Dnešní včely a vosy se liší hlavně v tom, že včela má nohy speciálně uzpůsobené pro sběr a přenášení pylu. Její nohy mají peříčkovitě členěné brvy, najdeme na nich různá speciální „zařízení“, díky nimž může včela sbírat pyl a odnášet ho do úlu jako potravu pro plod. V roce 2006 objevili vědci více než 100 milionů let starou, poměrně

zachovalou včelu, která byla zalitá v jantaru. Z nálezů vyplynulo, že svou evoluci odstartovaly včely už dávno před tím. Tento objevený jedinec je minimálně o 40 milionů let starší než všechny do té doby známé zkameněliny včely. Výborně zachovalá včela drobnějšího vzrůstu se zdá mít některé znaky podobné s vosami, což dokládá teorii o vzniku včel, které žily pylem a vyvinuly z masožravých předků. Před více než stovkou milionů let byly na Zemi z rostlin nejvíce zastoupené větrosrubečné jehličnany. S evolucí včel schopných opylování rostlin se časem prosadily i druhy rostlin, které kvetly. Preparát, který se našel, se jeví spíše jako včela, najdeme i vosí znaky, díky nimž máme celkem jasnou představu o tom, kdy se vývojové cesty vos a včel rozešly. Druh o kterém se zmiňujeme, nese jméno *Melittosphex burmensis*, dle místa nálezů v Barmě. Má některé vosí znaky, například štíhlejší zadní nohy, ale důležité je, že obrvení je již peříčkovitě členěné (což je znak, který je typický pro včely). [2]

Včely se současně vyvíjely na Zemi s kvetoucími rostlinami. Existuje předpoklad, že dnešní podobu má včela již minimálně více než 15 milionů let. Na našem území se rozšířila z oblasti přibližně kolem Středozemního moře. [4]

Postupně s evolucí opylující včely probíhala ruku v ruce evoluce kvetoucích rostlin, objevovaly se nové a nové druhy, stále více se podobající rostlinám takovým, jaké je známe nyní. Nedlouho po objevení 100 milionů let staré včely se vědcům podařilo rozluštit DNA tohoto hmyzího druhu. Zveřejněn byl v roce 2006 a odhalil překvapující vztah včel a savců včetně člověka. [2]

Doklady o záměrném chovu včel, jsou přibližně z dob od 4. tisíciletí před naším letopočtem. [4]

APIDAE (včelovití) – Morfologicky i bionomicky velmi různorodá čeleď, zahrnující velké i malé druhy, pro které je charakteristický dlouhý jazyk a vyšší počet vaječniců : (čtyři a více) zatímco u ostatních čeledí včel jsou jen tři; hnízdní bionomie je velmi rozmanitá, čeleď zahrnuje druhy solitérní, komunální i eusociální druhy, sociální i hnízdní parazity, celosvětově rozšířená čeleď s více než 5100 druhy ve třech podčeledích, zastoupených mimo jiné i u nás. [1]

Pro nedožrýný hospodářský význam, který nejen pro člověka má, je nejznámějším včelím druhem včela medonosná (*Apis mellifera*). [2]

### 3.4.2 ZAŘAZENÍ VČELY MEDONOSNÉ V ŽIVOČIŠNÉ ŘÍŠI

Kmen : členovci

Pokmen : vzdušnicovci

Třída : hmyz

Podtřída : křídlatí

Řád : blanokřídlí

Podřád : štíhloпасí

Nadčeleď : včely

Čeleď : včelovití

Rod : včela (*Apis*)

Druh : včela medonosná (*Apis mellifera mellifica* L., čti Linné)

Je patrné, že první slovo - *Apis* - je název rodu, *mellifera* specifikuje druhové vlastnosti. Doslova tedy můžeme název přeložit – včela med nosící. Linné, švédský badatel, který zařadil včely v živočišné říši, sám pak provedl změnu názvu na -*mellifica*- med tvořící, vyrábějící. Používají se obě zoologická označení. [4]

### 3.4.3 STAVBA TĚLA VČELY MEDONOSNÉ

Pro dokonalé pochopení funkce těla včely je dobré se s ním nejprve dobře seznámit. Stavba těla je uzpůsobená opylování a je odlišná od obratlovců.



Obr. 7 - stavba těla včely medonosné (*Apis mellifera*)

<http://beckotc.webnode.cz/prirodoveda/zivocichove-na-jare/> staženo 13.4. 2016



**Vnější kostra těla** – Kostra těla se skládá z pokožky (integumentum), která je uzpůsobená k ochraně měkkých tělních orgánů. Vnější kostra se dále skládá z podstavné blány, kutikuly a epidermis. Hlavní látkou, ze které se skládá kutikula je chitin. Ten můžeme chemicky zařadit mezi polysacharidy. Pro úplnost je dobré uvést vzorec chitinu  $C_{32}H_{54}N_4O_{21}$ . Dále se ve vnější kostře nachází epidermis, který je základem pokožky. Jeho buňky se rychle obnovují a regenerují. Na vnitřní straně epidermis můžeme najít podstavnou blánu. Vnější kostru těla také můžeme nazvat exoskelet. [5]

**Vnitřní kostra těla** – Dovnitř hrudi se vchlípily silně chitinizované švy, spojující jednotlivé hrudní články – tím vznikla vnitřní kostra. Ta slouží pro upínání létacích svalů a dalších svalů, které pohybují nohama. Důležitá je i tzv. mesofragma, napjatá v nejzadnější části hrudi. Jsou na ni napojené podélné létací svaly, jejichž pohyb umožňuje pohyb křídel a tím let. Vnitřní kostru těla také nazýváme endoskelet.[5]

**Hlava** – Je hypognátní, tj. zploštělá v podélném směru osy těla a ústní ústrojí směřuje kolmo dolů k podélné ose těla. Hlava má trojúhelníkový tvar, s menším zaokrouhlením tvořeným složenými očima u matky a dělnice a s větším u trubce. Hlava vznikla transformací prvních šesti článků. [5]

Na hlavě se nachází také tykadla, jednoduchá očka a složené oči. Nad čelním štítkem, který tvoří přední část hlavy, jsou umístěna tykadla. Tykadla jsou lomená. Skládají se z několika článků. Nejdelší je zadní článek, který je označován jako násadec. Druhý článek nazýváme prsteneček, který spojuje nástavec s bičíkem složeným u dělnice a matky z deseti článků tykadla, u trubce pak z jedenácti. Jednotlivé články tykadel jsou duté, proudí jimi krev a vedou nervy a vzdušnice. V konečných člancích tykadel můžeme najít smyslová ústrojí. [4]

Jednoduchá očka (*ocelli*) jsou uložena na temeni hlavy a jsou okem komorovým, jaké známe například u savců. [5] Složené oči jsou vytvořeny z velkého počtu jednotlivých šestibokých oček a celkový obraz vznikne složením dílčích obrazců v jeden celkový. [4]

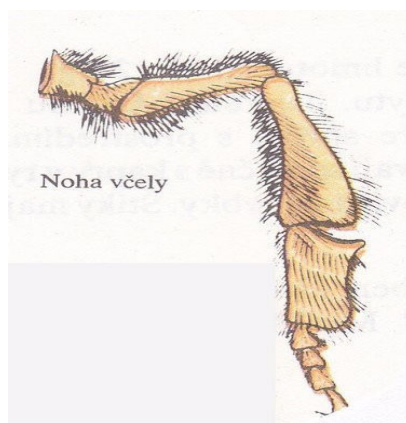
**Ústní ústrojí** – Se skládá z kusadel, horního pysku a sosáku. Sosák vznikl srůstem čelistí a spodního pysku. Sosákem nasává včela nektar z květů a používá jej k předávání potravy mezi včelami.[5]

**Hrud'** – Na hrudi nacházíme orgány pohybu včely, a proto se během vývoje i hrudní články transformovaly tak, aby byl zajištěn pohyb, který je efektivní. Na hlavě již původní články splynuly a přiléhají na hrudi pevně k sobě, ale hranice mezi nimi je dobře rozlišitelná a některé z jejich částí jsou spojené poměrně volně. Každý z hrudních článků je tvořen hřbetní částí (*notum*) a břišní částí (*sternum*), které jsou spojeny vzájemně částí boční (*pleura*). Dále dělíme hrud' na předohrud', středohrud', zadohrud' a bedro.[5]

**Křídla** – Včela se pohybuje pomocí dvou párů blanitých křídel (*alae*), pokrytých jemnými chloupky, které jsou pouhým okem neviditelné. Nejedná se o končetiny, nýbrž o vychlípeniny částí pokožky, do nichž ve stádiu kukly pronikly vzdušnice.[5]

**Nohy** – Nohy jsou z našeho pohledu nejzajímavější a nejdůležitější část těla včely, protože s jejich pomocí sbírá pyl. Proto je na místě jim věnovat o něco větší prostor než ostatním částem těla včely. Obdobně jako všechny hmyzí druhy má i včela tři páry nohou (*pedes*). Nohy slouží včele k pohybu, není to však , hlavně u dělnic, jejich jediná funkce. Nohy používají také při očištění těla, při sbírání pylu, dále propolisu atp. [5]

Nohy používá na malé vzdálenosti. Například v úle a na česně úlu, na květu atp. [4]



Obr. 8 - Noha včely medonosné

<http://media1.webgarden.cz/images/media1:5105268547ce7.jpg/v%C4%8Dela5.jpg> – staženo 13.4. 2016

Z hrudi vycházejí tři páry noh (každý na jednom článku). Jsou vkloubené mezi břišní a hřbetní částí hrudních článků. Nohy se skládají z článků, jednotlivé články jsou vzájemně kloubně spojené. [5]

Sběrací zařízení společenských včel je velice důmyslné. Jedná se o smetáček a lopatku na zadních nohách. Lopatka je vlastně rozšířený holení článek. Smetáček je další článek zadní nohy. Sice se jedná jen o pár chlupů a otrněných plošek, ale dohromady tvoří výkonný mechanismus. [6]

Noha se skládá z kyčle (*coxa*), dále příkyčlí (*trochanter*), stehna (*femur*), holeně (*tibia*), a pěti článků chodidla (*tarsus*), z nichž první je podstatně větší než ostatní a nazýváme ho patou (*metatarsus*). Poslední článek chodidla je charakteristický dvěma drápkami pro chůzi po ostrém povrchu a polštářkem pro chůzi po hladkých plochách i pro vycouvání z hlubokých květů. [5]

Svaly, které ovládají pohyb nohou, se nacházejí přímo uvnitř článků. Jde vždy o dva antagonistické svaly – natahovač a ohybač. Nacházejí se v kyčli, stehně a holeni. Ve stehně se nachází ještě jeden další sval, jehož šlacha prochází chodidlem i holení a ovládá pohyb drápku na posledním článku. I když nohy matky, trubce i dělnice mají stejný počet článků, nohy dělnic jsou lépe vybaveny pro pohyb a i pro další sběrací funkce. [5]

### **Hřebínek, tlačítko a posunovač pylu**

Nejmenší je první pár nohou, na horním okraji paty má výřez, vybavený hřebínkem krátkých tuhých chloupků. Těsně před výletem z úlu do něj včela vkládá tykadlo a pak pomocí výčnělku s blanitým okrajem, vycházejícího ze spodního okraje holeně, přidrží tykadlo ve výřezu paty a celé tudíž protáhne. Očistí jej tím dokonale od ulpělých nečistot a zajistí na tykadlech plnou funkci smyslových orgánů. Na druhém páru noh se u dělnice zachoval na holeni dlouhý trn, který včela používá při vypichování pylové rousky z košíčku na dalším (třetím) páru noh. [5]

Nejmohutnější a u dělnic nejlépe vybaven pro sběr pylu je třetí pár noh. Na vnější straně holeně dělnice se nachází ve spodní části prohlubeň, charakteristická jediným mohutným trnem, na který se v této prohlubni začíná nabalovat pyl. Vnější část holeně je poměrně hladká, obrostlá po stranách tuhými chloupky a nazýváme jí košíček. Na vnitřní spodní straně holeně se nachází řada krátkých tuhých chloupků zvaná hřeben a za ním hladká ploška zvaná tlačítko. Na patě se nachází naproti tlačítku výčnělek – tzv. posunovač pylu. Posunovač pylu, tlačítko a hřeben používá včela při tvorbě pylové rousky z pylu nasbíraného na kartáčcích. Kartáčky jsou tuhé chloupky na patách všech párů noh dělnic.

**Zadeček** – Většina vnitřních orgánů je uložena v zadečku. Převážná část trávicího ústrojí včetně medného váčku se nachází právě zde. Dále ústrojí vyměšovací, pohlavní, část nervové i cévní soustavy, vzdušnice i vzdušné vaky atd. Zadeček proto musí zajišťovat funkci těchto orgánů. Musí být všemi směry silně roztažitelný, aby dělnice mohla dostatečně naplnit medný váček, ale i výkalový vak při dlouhé zimě bez možnosti proletů a tím vyměšování. Jeho rytmické smršťování a rozšiřování umožňuje včele dýchání, silně chitizované články chrání všechny vnitřní orgány. [5]

**Trávicí ústrojí** – Trávicí ústrojí slouží včele k přijímání, zpracování a přenášení potravy a k odstraňování nestrávených zbytků potravy z těla, jakož i k jejich hromadění v době, kdy včela nemůže z úlu vyléhat a tím se vyprázdnit. [5]

**Medný váček** – V zadečku se jícen rozšiřuje v ústrojí zvané medný váček. V něm nedochází k trávení potravy. Výměšky žláz vyúsťující do trávicího ústrojí v hlavové části způsobují přeměnu tekuté potravy (nektar, medovice) na řídký med. Jedná se o proces, který je typický pro život včelstva jako jediného organismu. Jediná včela nestačí přidat k nektaru nebo medovici dostatek výměšků žláz, který by dal vzniknout medu. Po přinesení do úlu jej musí vyvrhnout a předat další včele na sosáku, přičemž se tento proces musí opakovat. V medném váčku rovněž „vyrábějí“ mladé včely z pylu, medu a výměšků hltanových žláz krmnou kašičku a krmí jí starší larvy. [5]

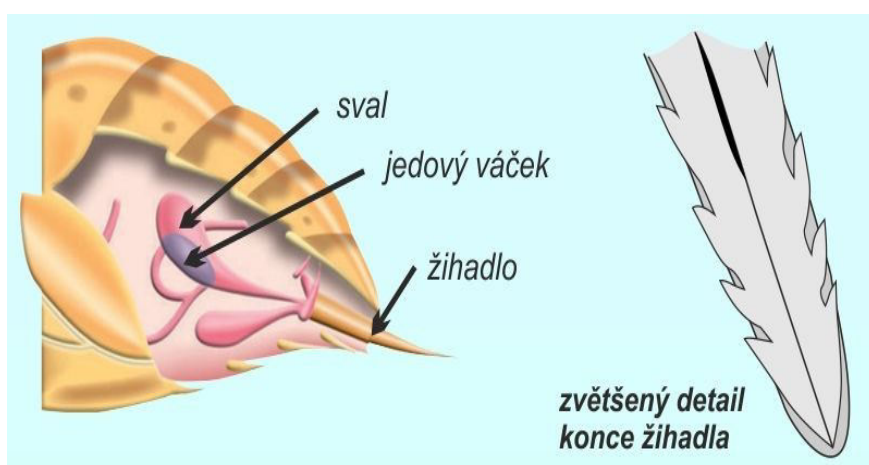
**Žlázová soustava** – Značně rozvinutá a složitá je žlázová soustava včely. Žlázy se svými výměšků účastní různých dějů v těle včely (např. rektální žlázy, žláznatý epitel žaludku atd.), jiné slouží společenství jako celku (voskové, hltanové, jedové apod.). V těle včely se nachází hltanová žláza, kusadlová žláza, pysková žláza, jedová žláza a žihadlový aparát, jedový váček, žihadlo, voskové žlázy a žláza Vonná neboli Nasanova. [5]

Pro zajímavost se pozastavíme u žihadla, které mají jen dělnice a matky, protože snad není člověka, který by nikdy „nedostal“ žihadlo od včely.

**Žihadlo** - Stejně jako jedovou žlázu mají jen dělnice a matky. Zatímco matkám slouží hlavně ke kladení, dělnice ho používají při své vlastní obraně nebo obraně včelstva. Nachází se na zadečku a vysouvá se mezi poševním a análním otvorem. [5]

Dvě žihadlové štětinky se pohybují po žlábků, který je opatřen ostrým hrotem. U dělnic mají žihadlové štětinky vratizoubky v počtu 10 až 12, matky jen 3.

Díky vratizoubkům se posunuje žihadlo do větší hloubky. Dělnice není schopná žihadlo vytáhnout z měkké podložky a proto si vytrhává žihadlo i s jedovým váčkem. Včela po bodnutí proto za krátký čas umírá. Bodnutí žihadlem včely je poměrně účinnější než bodnutí vosou. Žihadlo slouží vždy jen k obraně včelstva nebo úlu před nepřítelem. V soubojích mezi hmyzem navzájem však používání žihadla nevede k úhynu včely, poněvadž chitin praská (není to měkká tkáň) a včela je schopna žihadlo vytáhnout. Napadený hmyz však následkem působení vpíchnutého jedu umírá. Včelař může opatrnou manipulací ve včelstvech ušetřit život mnoha včelám a sám sebe ochránit před bodáním. Matka používá žihadlový aparát výhradně k souboji s matkami, jinak používá žihadlo jako kladélko. Trubec žihadlo postrádá. [4]



Obr .9 - žihadlo včely medonosné

<http://www.zoochleby.cz/vcela-medonosna-5952/> - staženo 13.4. 2016

**Dýchací soustava** - Včela medonosná má vzdušnicové dýchací ústrojí. Skládá se z větvených trubic a nazýváme je vzdušnice neboli tracheae. Větví se postupně na menší trubičky na jejichž konci se nachází tracheolové buňky. Včela nemusí mít krev, která by rozváděla kyslík po těle, protože každá buňka je zásobována přímo kyslíkem – intracelulárně. Dále můžeme v souvislosti s dýchacím ústrojím včely hovořit o vzdušných vacích, ve kterých se postupně rozšiřují některé vzdušnice. Vstup vzduchu do vzdušnic je regulován průduchy.

**Krevní oběh a hemolymfa** – Včela má neuzavřený krevní oběh, což znamená, že krevní tekutina protéká pouze srdcem a hlavní cévou. Otevřeným koncem cévy se pak vylévá do tělních dutin a volně proudí kolem všech tělních orgánů v hlavě, hrudi a zadečku. [5]

**Nervová soustava** – Díky nervové soustavě tělo reaguje na podráždění přicházející zevnitř i zvenčí a usměrňuje činnost všech orgánů a může i uchovávat vjemy a tvořit impulzy. [5]

**Smyslové orgány** – Smyslové orgány velmi úzce souvisejí se soustavou nervovou. Smyslové buňky hmyzu přijímají vzruchy a vedou je až k ústřední nervové soustavě. Mezi smyslové orgány patří vlasovitá smyslová ústrojí, destičkovitá smyslová ústrojí, Leydigovy kužele a Chordotonální smyslová ústrojí. [5]

**Pohlavní ústrojí** – Toto ústrojí se dokonale vyvinulo u trubců a matek. U trubců i matek je tvořeno jednak pohlavními žlázami (u matek vaječníky, u trubců varlaty), jednak vývody pohlavních žláz (u trubců chámovody a chámojemy a u matek vejcovody). [5]

### **3.4.4 CHOV VČELY MEDONOSNÉ**

#### **3.4.4.1 ÚLY**

Včely chováme v úlech, což jsou příbytky včel, které zajišťují včelstvu možnost správného rozvoje, chrání včelstvo před vnějšími vlivy a nebezpečím a umožňují využití všech včelích schopností včelařem. Po mnoho generací včelařů prošly úly dlouhým vývojem a ani dnes není jejich vývoj zcela ukončen. [4]

Úly dělíme na stojany (kde medník umísťujeme nad plodištěm) a na ležany (kde jsou medníky po stranách plodiště).

Úly většinou stojí volně v přírodě na podstavcích. Říkáme, že jsou rozmístěné volně. Pokud jsou sformovány do řad, můžeme hovořit o uspořádání úlů včelnicovém. Za nejvhodnější uspořádání úlů pokládáme skupinky tří až pěti úlů (ve včelnicích). Další formou uspořádání úlů je uspořádání ve zděných budovách. To jsou včelíny. Tyto mohou být zděné, nebo jen lehké stavby z prken a trámků. V současnosti můžeme vidět kočovné vozy poblíž polí v období kvetení kultur, které jsou umístěny na dobu květu určených rostlin. Včely mají možnost ve zvýšené míře využít zdroj snůšky a dokonaleji tím zajistí opylení rostlin. [4]

V posledních desetiletích zažívá včelaření mohutný rozvoj praktických nástavkových úlů. Cílem tohoto typu včelaření je racionalizace chovu směrem k přirozeněji vedeným a silnějším včelstvům, která nevyžadují tolik zásahů. Největší výhodou těchto úlů je možnost přizpůsobovat velikost prostoru snůšce a potřebám včelstva. Vhodně volený prostor umožňuje nahradit práci s jednotlivými rámkami manipulací s celými nástavkami. Stanovenému cíli úl tím více odpovídá, čím níž je umístěn rámeček (až k úlům nízkonástavkovým), zatímco s rostoucí výškou plástu se metodika včelaření nutně blíží tradičnímu pojetí. Zvolením určité formy nástavkového úlu klademe tedy současně hranici technologie, kterou budeme používat ve svém včelařském provozu. [7]



10. Nástavkový úl

<http://vcelky-vyskov.webnode.cz/products/nastavkovy-ul-39x24/> - staženo 13.4. 2016

Občas se ještě můžeme setkávat s tradičními typy úlů, které jsou jistě vzhlednější, avšak o to méně praktické. Většinou mají název podle jejich autorů. Jako příklady můžeme uvést úly WBC (kostruktér William B. Carr), Dartington, Dadant nebo úl Langstroth, který si nechal v roce 1852 patentovat americký pastor L. L. Langstroth a tím odstartoval éru nástavkových úlů a novou technologii včelaření.

#### **3.4.4.2 VČELAŘENÍ V ZÁVISLOSTI NA ROČNÍM OBDOBÍ**

Chov včel má svá jasná pravidla, která jsou závislá na ročním období (venkovní teplota, kvetoucí rostliny atd.)

My si nyní projdeme chov včel od jara do podzimu.

Předjaří (únor) – V tomto období podle teploty vzduchu bedlivě kontrolujeme, zda je

všechno v pořádku a rozšiřujeme česna. V opačném případě se musíme podívat do úlu. V případě, že včely nemají blízko úlu zdroj vody, musíme jim ho zajistit.

Dále kontrolujeme známky chorob u včel.

Jaro (březen – duben) – Zjišťujeme, zda je v pořádku matka a sílu včelstva.

Zjišťujeme, zda včely nosí nektar a pyl. Je možné v tomto včely podporovat.

Vrcholné jaro (květen) – Všechny úly musíme minimálně každý týden obejít a včely zkontrolovat. Můžeme případně rozšířit plodiště a sledujeme, zda v úlu nevzniká rojová nálada.

Časné léto (květen - červen) – Včely vpouštíme dovnitř medníků. V tuto dobu můžeme odchovávat matky a stáčet první med (po odkvetení řepky).

Léto (červen – červenec) – Období medobraní - stáčíme med a ošetřujeme proti varroáze.

Podletí (červenec – září) – Určujeme a měníme slabé matky a čistíme medníky.

Časný podzim (září) – Do září krmíme včely. Zmenšujeme plodiště na „zimní“ velikost.

Podzim (říjen) – Zúžíme česna a tím zabráníme vniknutí ptáků a hlodavců.

Touto dobou se líhne poslední plod. Kontrolujeme vodotěsnost úlu a rozumně zateplujeme. Kontrolujeme a tlumíme varroázu.

Začátek zimy (listopad – prosinec) – Opravujeme úly, rámky a mezistěny a další přípravné práce.

Vrcholná zima (prosinec) - Nezasahujeme do včel, pouze je občas sluchem kontrolujeme. Kontrolujeme také, zda nejsou zavátá česna.

Konec zimy (leden) - Dbáme, aby včely měly dostatečný prostor a nerušily je vnější vlivy.[4]

### 3.4.4.3 PLEMENA VČELY MEDONOSNÉ

Včela medonosná patří do řádu blanokřídlých (*Hymenoptera*), patří do něj také např. včely, vosy či mravenci. Příslušníci tohoto řádu pracují a žijí ve skupinách, jedná se tedy o hmyz společenský s různým stupněm složitosti organizace společenstva. Taxonomie řádu blanokřídlých je poměrně velmi složitá, a tím pádem i nejednotná. My si zjednodušeně můžeme říct, že do čeledi včelovití (*Apidae*) a podčeledi včely (*Apinae*) řadíme např. Tribus (skupinu) včely (*Apini*), čmeláci (*Bombini*) a bezžihadlé včely (*Meliponini*). Jako první začaly žít společensky patrně



bezzihadlé včely, původní včely tropických oblastí Jižní a Střední Ameriky. [2]

Do rodu *Apis* spadá necelá desítka druhů. Pro člověka má zdaleka největší význam včela medonosná. Nyní si přiblížíme jednotlivé poddruhy.

**Včela medonosná (*Apis mellifera*)** – Původní výskyt jen v Evropě, dnes po celém světě. Chováme ji pro med a jako významného opylovače.

**Včela medonosná vlašská (*A. Mellifera ligustica*)** – Jinak můžeme nazvat včela italská. Domníváme se, že její původ je na Apeninském poloostrově, ale dnes jí můžeme najít v Austrálii, Americe a na Novém Zélandu. Špatně snáší studené zimy. Charakteristický je pro ni žlutý nebo černo-žlutý zadeček.

**Včela medonosná kraňská (*A. Mellifera carnica*)** – Obdobný název je korutanská. Barva je šedá nebo hnědo-šedá. Jedná se o nejrozšířenější plemeno u nás.

**Včela medonosná tmavá (*A. Mellifera mellifera*)** – Pochází z Evropy, odkud se rozšířila na východ až do Asie. Dnes můžeme najít spíše než čistou formu této včely její křížence s včelou kraňskou a vlašskou. Můžeme ji chovat v drsnějších podmínkách (tuhé zimy) a je to včela poměrně agresivní.

**Včela medonosná iberská (*A. Mellifera iberica*)** – Pochází z Pyrenejského poloostrova. Hodí se do oblastí s nedostatkem vláhy. Má poměrně značně vyvinuté včely strážkyně, které útočí někdy ještě i den po vyrušení včelstva.

**Včela východní (*Apis cerana*)**- Nejproduktivnější včelí druh. Vyskytuje se hlavně ve střední Asii.

**Afrikanizovaná včela (*AHB*)** – Jedná se o hybrid, který se vyvinul v padesátých letech 20. století v Brazílii. Tato včela je typická značnou agresivitou.

#### 3.4.4.4 CHOROBY A ŠKŮDCI VČEL

Jako každý živočišný druh ohrožují včely nejrůznější nákazy a škůdci. Mezi nejrozšířenější patří virové nákazy (virová nákaza včelího plodu, virová paralýza včel a další), bakteriální nákazy (rickettsióza, hniloba včelího plodu, mor včelího plodu a septikemie včel), houbové onemocnění (zvápenatění včelího plodu a zkamenění včelího plodu) a invazní nemoci (měňavková nákaza včel, nosematóza, roztočiková nákaza včel, tumidóza, včelomorkovitost nebo varroáza).

My se zaměříme na nejpalcivější problémy, které v současnosti trápí včelaře a tou jsou varroáza a mor včelího plodu.

## VARROÁZA

Varroáza patří mezi parazitární onemocnění, které může postihnout jak včelí plod, tak včely dospělé. Způsobuje ho roztoč *Varroa destructor*.

Výskyt nemoci - Tak jak pronikala do oblastí přirozeného výskytu včely indické včela medonosná, tj. do východní a jihovýchodní Asie, přešel tento roztoč i na tuto včelu a postupně se s převozem včelstev a prodejem matek rozšířil i do oblastí, kde se včela indická nevyskytuje. Na začátku padesátých let byl výskyt tohot roztoče zjištěn v Číně a v šedesátých letech byl zavlečen dokonce do SSSR a dál na dálný východ. Z těchto oblastí se roztoč rozšířil velmi rychle i do Evropy. V roce 1976 byl zavlečen až na území Maďarska a ve stejném roce pronikl do nejvýchodnějších okresů Slovenska. V Německu byl zjištěn v roce 1977, kam byl zavlečen dovozem indické včely z oblasti Pákistánu, a v roce 1982 se vyskytl i ve Francii. Podle literatury se v tehdejší Československu roztoč objevil v roce 1981. [5]

Původce nemoci - Roztoč *Varroa destructor* patří do čeledi *Dermanyssidae*. Samičky tohoto roztoče, se kterými se nejčastěji setkáváme, jsou viditelné pouhým okem. Mají příčně oválný tvar, široké 1,5 – 1,9 mm a dlouhé 1,1 – 1,5 mm. Zkraje života jsou žlutobílé, později hnědé až červenohnědé. Jsou lesklé a s dozráváním se u nich vyvine tvrdý, hnědý hřbetní štít. Nečlánekovaný hřbetní štít plně překrývá ústní ústrojí a čtyři páry noh. Samečci jsou dlouzí 0,8 mm a mají šedobílou barvu s měkkou pokožkou. Tělo je má okrouhlý tvar. Zatím bylo prokázáno, že jedinými hostiteli roztoče *Varroa destructor* jsou 2 druhy. Jedná se o *Apis cerana* (včela indická) a *Apis mellifica* (včela medonosná). [5]

Roztoč je charakteristickým napadáním dospělých včely i plodu. Napadenému jedinci vysává hemolymfu a tím ho oslabuje. [2]

Šíření nemoci : Dělnice, trubci a popřípadě matky přenesou do včelstva oplozené samičky roztoče *Varroa destructor* a tím vlastně zanesou celou novou kolonii do úlu. Nejvíce jsou ve včelstvu napadeni trubci. Ti přenášejí původce nemoci při zalétávání do cizích včelstev. Dělnice přenášejí roztoče *Varroa* do včelstev při zalétávání, loupežích a rojením. Touto cestou se nemoc šíří ročně 5-10 km v závislosti na terénu. [5]

Příznaky : Příznaky nemoci se projeví za poměrně dlouhou dobu od nakažení. Rozmnožování roztoče je pomalé. Z tohoto důvodu se klinické příznaky zjišťují

nejdříve za 2 roky od nakažení. V případě, že počet roztočů dosáhne řádů tisíce, jsou včely tak napadeny, že včelstvo většinou nepřežije zimu. Bývá to tak při napadení asi 50 % podletního plodu. V některých případech hyne včelstvo i při nižším stupni napadení. Dojde-li během léta k masivnímu rozmnožení parazita, hyne včelstvo po nakrmení do zimy. [5]

Diagnostika : Varroázu včel se diagnostikujeme průkazem samiček parazita v měli. V zimě, kdy ve včelstvu schází plod, žijí samičky na včelách. V zimním období část roztočů hyne. Tyto uhynulé roztoče lze najít v měli. Z tohoto důvodu se před zimou vkládají na dna úlů podložky, z nichž se před prvním jarním proletem získá veškerá měl a tím vzorky, ze kterých zjistíme přítomnost roztoče. V měli se nachází značné množství mrtvolek včel a musíme ji tedy přesít přes mateří mřížku, popřípadě včely z měli vybrat, abychom získali měl čistou. Nikdy na tento proces nepoužíváme menší sítko, než s očky 4mm. Měl zbavenou včel nasypeme do krabiček a odešleme do laboratoře k vyšetření. [5]

Opatření : Varroázu tlumíme plošně léčebnými metodami, které Státní veterinární správa ČR upřesňuje v interním metodickém pokynu a provádějí je pověřeni vyškolení pracovníci Českého svazu včelařů. Tato opatření mají zákonný charakter a jsou povinná pro všechny včelaře, takže i pro ty, kteří nejsou evidováni v Českém svazu včelařů. Léčba obnáší ošetření včelstev v období bez plodu v zimě. Fumigací (v podobě kouře) jsou do včelstva vpravovány účinné látky. Případně aplikujeme aerosolem (jemná mlha). Léčení třikrát opakujeme. Zimní opatření a jejich účinnost se kontroluje vyšetřením měli ze dna úlů, na jehož základě okresní veterinární lékař rozhodne o dalším postupu. V lokalitách, kde je silná intenzita nákazy je nutné nařídit letní léčení po vytočení medu. Toto provádíme dotykovými pásky s dlouhodobým účinkem na bázi pyrethroidů, které vkládáme do uliček mezi plodové pláсты na 3 – 4 týdny. [5]

Aktuální informace o roztoči se můžeme dozvědět z odborných časopisů, kde publikují nejen odborníci, ale také chovatelé. Dostávají se k nám touto cestou pokyny, jak s varroázou bojovat. Jako příklad si uvedeme článek z časopisu Včelařství.

„Státní veterinární správa (SVS) připravuje pro rok 2016 změnu Mimořádných veterinárních opatření (MVO) proti varroáze. Tato opatření (jarní a letní ošetření

včelstev proti varroáze), již nebudou ukládána pro území celých okresů jako doposud, ale pouze pro **území obcí**, přičemž územím obce se míní všechna katastrální území obce. Mimořádná veterinární opatření se tak cíleně týkají jen těch obcí, na jejichž území byla vyšetřením zimní měli zjištěna vysoká incidence roztoče. Cílem je zamezit neúčelnému používání léčivých prostředků a možnému vzniku reziduí ve včelích produktech. Tato změna si vyžaduje, aby bylo možno každé stanoviště včelstev přiřadit ke kódu katastrálního území, na kterém se nachází. Tento kód doposud v odesílaných formulářích žádanek nebyl.“ [8]



11. Varroáza na těle včely

<http://www.souhorky.cz/ns-vcela-medonosna> – staženo 13.4. 2016

## MOR VČELÍHO PLODU

Mor včelího plodu patří mezi nejnebezpečnější nemoci larev. Tato choroba je typická tím, že jakmile se určité lokalitě jednou objeví, je velmi těžké jí potlačit. Má totiž velmi odolné spory.

Výskyt nákazy: Mor včelího plodu se vyskytuje celosvětově. U nás bývalo napadení výrazně menší než ve zbytku Evropy, velký nárůst této choroby však pozorujeme v posledních letech .

Původce nákazy: Původcem moru včelího plodu je grampozitivní sporulující mikrob *Paenibacillus larvae larvae*. Je to tyčinkovitá bakterie dlouhá až 8,5  $\mu\text{m}$  a široká až 0,8  $\mu\text{m}$ . Pohyb zajišťují dlouhé bičíky, které jí rostou po celém těle. Tyto

tyčinky mohou po určité době zduřit, což znamená, že se vytvoří se vřetenovité nebo kyjovité sporangium a v něm oválná spora o velikosti 1,2 – 1,9 x 0,4 – 0,9 µm. Spory jsou chráněné před vnějším vlivem prostředím několikanásobným obalem. *P. l. Larvae* produkuje velké množství proteáz (enzymů štěpících bílkoviny), z nichž některé jsou pro larvy včel toxické. [5]

Šíření nákazy: Včelí larvy se nakazí spory *P. l. Larvae* s potravou. Nej náchylnější jsou larvy ve věku do jednoho dne. Do 24 hodin spory v žaludku vyklíčí a rychle se množí. [5]

Diagnostika: Nezbytná pro potvrzení podezření na mor včelího plodu je profesionální laboratorní diagnostika. Z příškvarků připravujeme roztěry. V táhnuocí se tmavohnědé hmotě rozložených larev můžeme najít všechna stadia bacila: spory, vegetativní tyčinky i sporangia. V roztěru příškvarků nacházíme pouze spory *P. l. Larvae*; velikost i jejich tvar jsou pro původce moru typické. [5]

Opatření: Při zjištění vzniku nákazy musí zajistit příslušné pracoviště Státní veterinární správy ve spolupráci s obecním úřadem všechna potřebná opatření a to zejména:

- Určí ohnisko a pásmo ochrany, kde nařídí prohlídky včelstev odborně způsobilým pracovníkem.
- Nařídí karanténu ohniska a ochranného pásma a zakáže přesuny včelstev uvnitř ochranného pásma a ohniska.
- Nařídí likvidaci nakaženého včelstva, spálení plástů s plodem a zásobami, mrtvolek a rezervních souší, úlů a veškerého spalitelného příslušenství, jež přišlo do styku s nakaženým včelstvem, a efektivní dezinfekci nespalitelných předmětů včetně asanace prostoru okolo včelínu. [5]

Sporná je otázka likvidace ohnisek jeho výskytu, zvláště to, zda ohniska moru pálit celá, či pouze jejich část. Uniká nám přitom fakt, že abychom mohli účinně proti moru zasáhnout, abychom mohli pálit, tak především musíme vědět, kde ten vlastní mor vlastně máme. Nejen mor, který je patrný již při pohledu na plásty, zejména ale ten, který je ještě skrytý, tedy zatím v latentní podobě. [9]

Náhodná, lokální likvidace pouze jednotlivých výskytů je dnes již jen ztrátou času a finančních prostředků. To je zřejmé. K potlačení choroby se musí přistupovat za koordinace Státní veterinární správy systematicky na území celého státu. Samozřejmě půjde o peníze. O značnou částku, kterou bude nutné zaplatit, aby tato

choroba ustoupila. Jen když přesvědčíme všechny zainteresované složky, pak budeme úspěšní. Obzvláště státní správu a kraje, ale také včelaře o nutnosti vynaložit tyto finanční prostředky právě na boj s morem. Jedna z dalších podmínek úspěchu je odsouhlasená, dobře připravená a všemi přijatá a realizovaná metodika. Poté by měla následovat lokalizace ohnisek moru (vyhledání všech ohnisek jeho výskytu). Teprve pak by se mělo přistoupit k uskutečnění všech, v metodice uvedených a schválených protimorových opatření. Obstarat finance a stejně tak i přesvědčit chovatele, že boj s touto chorobou je především jejich vlastní záležitostí, nebude snadné. Nebude se totiž jednat o jednorázovou levnou akci, ale o dlouhodobou práci všech zainteresovaných složek. [9]

#### **3.4.4.5 OTRAVY VČELSTEV**

Současné zemědělství a intenzifikační metody s sebou přinášejí mimo jiné i rizika zasažení mnoha druhů hmyzu (a tím i včely medonosné) chemickými přípravky. O tomto problému se poměrně často můžeme informovat v časopisu Včelařství.

Pesticidním ošetřováním rostlin dochází každý rok k otravám včel, kdy jsou celá včelstva zasažena látkami pesticidního charakteru většinou z okolního porostu. Významným úbytkem včel či jejich úplná ztráta značí otravu včelstva. Obvykle jsou zasaženy létavky, které mohou hynout následně po zasažení v porostu, nebo může po návratu do úlu dojít k projevům otravy. Tyto chemické látky mohou způsobovat nehybnost, neschopnost letu, křeče apod. Chovatel by měl bedlivě pozorovat, zda v úlu není množství mrtvolek či na česně a v jeho okolí. Obvykle bývají nejvíce postižena včelstva silná, která mají mnoho létavek. Abychom dokázali úhyn včelstev vlivem pesticidů, je důležité podezření co nejdříve ohlásit. Pouze tehdy má analýza smysl, pokud se vzorky do dvou dnů po aplikaci zmrazí a dopraví do laboratoře. Laboratornímu výzkumu významně usnadníme, pokud nahlásíme, který postřik (účinná látka) byla pro ošetření použita. Dále nesmí chovatel zapomenout postiženým včelstvům věnovat dostatečnou pozornost (spojování slabých včelstev, nouzové krmení atd.). Otravy včelstev znamenají jednak závažné ekologické problémy a také finanční ztráty včelařů. Předpokládáme, že pokud byla včelstva zasažena, mohly být poškozeny i ostatní organismy. [10]



12. Otrava včelstva

<http://vetweb.cz/podezreni-na-otravu-vcelstev/> - staženo 13.4. 2016

### 3.4.5 VZTAH VČELY MEDONOSNÉ A BIODIVERZITY

Včely jsou nedílnou součástí našeho ekosystému. Podporují opylování a tím biodiverzitu přírody. Nejprve se seznámíme s pojmem biodiverzita.

#### 3.4.5.1 BIODIVERZITA

Biologická diverzita nebo také **biodiverzita** představuje v nejjednodušším pojetí rozrůzněnost života na Zemi. Světový fond na ochranu přírody (WWF) definuje biodiverzitu jako „*bohatství života na Zemi, miliony rostlin, živočichů a mikroorganismů, včetně genů, které obsahují, a složité ekosystémy, které vytvářejí životní prostředí*“. [11]

Obdobných definic, které se snaží vysvětlit pojem biodiverzita, známe mnoho. Ať definujeme biodiverzitu jakkoliv, zůstává faktem, že pro život na naší planetě je rozrůzněnost života je typickým znakem.

Diverzitu lze dělit různě – z hlediska času, typu stanovišť, komplexity, funkce v krajině apod. Konceptní a zažité členění nahlíží na biologickou diverzitu na třech úrovních. Základní je **diverzita genetická**, jež zahrnuje genovou variabilitu v rámci celého druhu nebo populace. Základními jednotkami, určující funkce a stavbu organismů, nazýváme geny, proto je jejich rozmanitost zásadní. Prakticky uchopitelná je pak **diverzita druhová**, jejímž měřítkem je rozmanitost rostlinných a živočišných druhů a její dynamika v čase a prostoru. Na úrovni stanovišť a společenstev hovoříme o **diverzitě ekosystémové**. [11]

#### 3.4.5.2 VČELY A OPYLOVÁNÍ

V současnosti vzrůstá význam včelařství. Základní činnost včel, nutná pro zachování a udržení jejich života, je sběr pylu. Předpokládáme, že až 95 % podíl na zajištění opylování hmyzosubných rostlin mají včely, zbývající opylení zajišťuje ostatní hmyz. Se zvyšující se chemizací bude podíl včel nadále narůstat, protože na jaře v období květu rostlin se nevyskytuje žádný jiný hmyz v dostatečném množství, aby tuto činnost mohl obstarat. Každé včelstvo v období květu sadů uvolní pro sběr pylu kolem pěti tisíc létavek. [4]

Podobně jako člověk i včely a také většina létajícího hmyzu, patří mezi organismy, kteří se orientují především pomocí zraku. Mají pro toto dobře vyvinuté složené oči a na temeni tři jednoduchá očka. Obdobně jako u lidí obsahují i včelí oči tzv. čípky – receptory na barevné rozpoznání. Člověk má čípky na zelenou, modrou a červenou barvu, zatímco včely mají místo receptoru na červenou barvu receptor na ultrafialové zbarvení. Lidské spektrum vidění světla je tak podobně široké jako včelí, ale posunutě opačným směrem. Červená je tedy barva pro včely nerozeznatelná a včela sedící na vlčím máku našla tento květ díky jeho ultrafialovému zbarvení. Vlčí mák je tedy vlastně dvoubarevný – ultrafialový (pro včelu) a červený (pro člověka) a řada dalších pro nás červeně kvetoucích rostlin také. [11]

K opylování kulturních plodin se velmi dobře hodí také proto, že je věrna při své sběrací činnosti jen jednomu druhu květů. Rozdíl mezi motýlem, čmelákem, jiným hmyzem a včelou je ten, že včely z květu na jakýkoliv další květ nepřeletují, aby získaly pyl, ale navštěvují po celý den stále stejný druh rostlin. V době, kdy kvetou současně smetanka lékařská a jabloně, jedny včely navštěvují květy smetanky, jiné jen květy jabloní. Motýl, čmelák ani jiný hmyz se takto nechovají. [4]



Ke každému hektaru pole porostu ovocných stromů a hmyzosubných druhů plodin by měla být přisunuta 2 až 3 včelstva (dvojnásobný počet k semenným porostům jetele lučního – červeného a vojtěšky). [12]

Na jemně ochlupeném těle včely dobře ulpívají pylová zrna a má také zvláštní zařízení pro přenášení a sběr pylu. Květy rostlin nepoškozuje při svých návštěvách, jelikož vlastní tupá kusadla. Při vstupu do květu za nektarem prochází kolem pohlavních orgánů květu a samovolně se svými chloupky s pylem dotýká částí, které setrou pyl z chloupků a zajistí tak opylení. Rozhodující je to, že pyl je základní potravní složkou včel, a sběru pylu a jeho přenášení v přírodě zajišťují tedy samovolně v zájmu zajištění výživy budoucích generací včel. Až 10 000 květů navštíví včelstvo za jediný den. [4]

### 3.4.5.3 VYČÍSLENÍ EKOSYSTÉMOVÉ SLUŽBY OPYLOVAČŮ

Je logické, že se člověk snaží spočítat a převést na finanční prostředky ekosystémovou službu opylovačů. Získá tím nadhled a může zhodnotit, zda a do jaké míry se mu vyplatí opylovače podporovat.

Tým entomologů pod vedením Shelley Rogersové z North Carolina State University se věnoval opylení na plantážích brusnice chocholičnaté (*Vaccinium corymbosum*). Jiný název je kanadská borůvka. Tým hodnotil vliv biodiverzity hmyzích opylovatelů na následnou sklizeň plodů. Některé větve keřů brusnice vědci nechali volně přístupné všem opylovatelům. Naopak jiné větve před opylovateli chránili. Další větve keřů zpřístupnili jen jednomu druhu, a to pouze na jedinou návštěvu. V pravidelně se opakujících intervalech sledoval tým Rogersové druhy blanokřídlého hmyzu, které opylovaly květy brusnice na plantážích na území státu Severní Karolína. Výsledky této studie publikované ve vědeckém časopise PloS ONE potvrdily logický předpoklad, že nejčastějším opylovatelem je i v případě severokarolinských porostů brusnice chocholičnaté včela medonosná (*Apis mellifera*). Na opylení se podíleli na plantážích i původní severoameričtí čmeláci, a to nejčastěji čmelák *Bombus bimaculatus* a čmelák *Bombus impatiens*. K dalším významným opylovačům brusnice chocholičnaté patřila i a drvodělka viržinská (*Xylocopa virginica*) a včela druhu *Habropoda laboriosa*. [13]

Experiment dovolil také zhodnotit výnosy brusnice z hlediska významu opylovatelů a tím i spočítat jejich profit.

Tak se vědcům nabízela i možnost poměrně přesně zhodnotit efekt biodiverzity opylovatelů na úrodu brusnice. Výsledky jsou v některých ohledech velmi překvapivé. Ukázalo se, že s počtem druhů, kteří měli přístup ke květům brusnice, rostl počet semen v plodu. Platí, že u brusnice chocholičaté, čím vyšší je počet semen v bobuli, tím je také bobule mohutnější. To znamená, že biodiverzita opylovatelů bezprostředně ovlivňuje produkci plodů brusnice chocholičnaté a tím i velikost sklizně a tržby za plody. V případě, že brusnici opylovaly dva různé druhy opylovatelů, dosáhla tržba za sklizené bobule 311 dolarů z akru. Pokud se na opylení podílely tři druhy, byla tržba za sklizeň z identické plantáže 622 dolarů. Při pokusu s opylením čtyřmi druhy už tržba dosahovala 933 dolarů na akr. Tým Rogersové celkem logicky předpokládal, že růst produkce a tržeb bude narůstat jen do určité míry, pak se stabilizuje a další nárůst druhové pestrosti opylovatelů už na něj nebude mít vliv. Jenže nic takového se nestalo. Následně každý další přibývajících druh opylovače přinášel zvýšení tržeb za sklizeň. Rogersová odhadla, že v podmínkách Severní Karoliny přináší každý další druh opylovače růst tržeb za plody brusnice chocholičnaté o 1,4 milionu dolarů. [13]

## **3.5 VOLNĚ ŽIJÍCÍ VČELY**

### **3.5.1 ŽIVOT VOLNĚ ŽIJÍCÍCH VČEL**

Mezi opylovače z řádů blanokřídlých samozřejmě nepatří jen včela medonosná, ale mnoho dalších volně žijících druhů (takzvaných včel samotářek).

Samotářské druhy včel tvoří druhově nejpočetnější včelí skupinu. Na našem území se vyskytuje více než 600 druhů. Jedná se vesměs o hmyz teplomilný. Proto přibývá absolutní početnosti samotářek (i početnosti druhové) směrem k jihovýchodu. Největší počet se jich nachází na jižním Slovensku. V Čechách jsou už méně hojné. [5]

Samotářky žijí jednodušším sociálním systémem než včela medonosná. Mají jen samce a samice a postrádají dělnice. Samička se po oplození odebere k hnízdění. Začne stavět buňku (hnízd), kde tvoří směs pylu a nektaru. Naklade na ní vajíčka.

Larvy některých druhů prodělají ještě téhož roku proměnu a vylétají už jako druhá generace. Jiné druhy mají přezimující mladé včely v buňkách a vylétují až na jaře následujícího roku. Některé druhy zimují jako larvy a kuklí se v následujícím roce.

Samotářky mají až na výjimky do roka jen jednu generaci. [5]

Samotářky dělíme podle stylu sběru pylu na dvě skupiny : břichosběrné a nohosběrné. Způsoby hnízdění samotárek jsou velmi různorodé. Některé druhy budují zemní hnízda, která najdeme nejnadhěji na místech s tužší půdou, většinou prosluněných např. na polních cestách. Malým kopečkem vyhrabané zeminy s dobře patrným centrálním vchodem se hnízdo snadno prozradí. Jiné samotářky hnízdí v hliněných stěnách a svazích z hliněných cihel. Další druhy samotárek používají hotové dutiny, které si pouze upraví a přizpůsobí. Můžeme hnízda samotárek najít v dutinkách střešních tašek, v dřevěných rámech a v stéblech rákosu a v opuštěných chodbách po larvách jiného hmyzu a dokonce i v prázdných ulitách měkkýšů. [5]

### 3.5.2. OPYLOVACÍ SLUŽBA VČELY SAMOTÁŘKY

Na první pohled žijí samotářky nenápadně a skrytě, významně však zajišťují opylování mnoha druhů rostlin, a tím i pro udržování přírodní druhové rovnováhy. V posledních desetiletích se vědci zabývají včelou samotářkou v souvislosti s opylením vojtěšky. Prokázali, že samotářka je významnější opylovatel než včela medonosná. Horší výnosy této rostliny lze zvýšit počtem přirozených opylovatelů. Z tohoto důvodu se experimentuje s množím samotářských včel. V tomto odvětví dosáhly nejnádnamnějších úspěchů USA a v Kanada, kde byly již před mnoha lety vypracovány metody k odchovu dvou výkonných opylovatelů vojtěšky: zemní včely druhu *Nomia melanderi* Ckll. a čalounice mateřidouškové (*Megachile rotundata* F.). Pro zemní včelu se tvoří v blízkosti polí s vojtěškou zemní umělá hnízdiště, která se osazují bloky půdy s kuklami samotářských včel. Obtížnější je situace s čalounicemi. Larvy čalounic se musí během roku udržovat při poměrně nízkých teplotách a před kvetením vojtěšky líhnout uměle.[5]

### 3.5.3. VČELY SAMOTÁŘKY

Dalšími opylovateli z čeledi Apidae jsou samotářské včely. Oproti druhům včel, které žijí v trvalých společenstvích a patří do jediného rodu *Apis*, známe 14 rodů samotářských včel, které vytvářejí obrovský počet druhů (jen u nás jich žije cca 70). [14]



13. Hedvábnice jarní (*Colletes cunicularis*)

<http://www.vcelynastrese.cz/atlas/hedvabnice.html> – staženo 13.4. 2016

#### **COLLETIDAE** (hedvábnicovití)

Druhy hedvábnicovitých jsou malé až středně velké. Nacházíme je hlavně na jižní polokouli. Dělíme na pět podčeledí, z nichž dvě z nich (*Colletinae* a *Hylaeinae*), každá po jednom rodu, jsou zastoupeny i v ČR.

**Colletiane** (hedvábnice) – Hnízdí v zemi. Opylují například řebříček, vrby nebo vratič. Zástupce : *Colletes cunicularis* (hedvábnice jarní)

**Hylaeinae** (maskonosky) – Nemají pylosběrný aparát. Hnízdí v přirozených dutinách (ve skalách, v zemi, mezi kameny). Opylují například pcháče nebo ostružiníky. Zástupce : *Hyleus communis* (maskonoska obecná) [1]

#### **ANDRENIDAE** (pískorypkovití)

Pískorypkovití jsou malé až středně velké druhy. Charakteristické jsou pro ně dvě krátké rýhy spojující tykadlo s čelním štítkem. Mají sběrací kartáče na pyl na zadních nohou (příkyčlí, stehně, holeně). Samotářské nebo komunální druhy. Existují 4 podčeledi, u nás se nachází dvě – *Andreninae* a *Panurginae*.

**Andreninae** (pískorypky) – v ČR jediný rod – *Andrena*. Jsou to malé až středně velké včely, tmavě zbarvené a velmi hustě ochlupené. Hnízdí jednotlivě, ale známe i komunální druhy (často i několik set samic v jednom hnízdě). Vícekomorová hnízda vyhrabávají ve vegetaci spoře porostlé zemi. Opylují mnoho druhů rostlin,

například vrbu, chřest, rozrazil a mnohé brukvovité a bobovité. [1]

Zástupce : *Andrena fulva* ( pískorypka ryšavá)



14. Pískorypka ryšavá (*Andrena fulva*)

<http://www.naturfoto.cz/piskorypka-rysava-fotografie-17089.html> – staženo 13.4.2016

**Panurginae** (pískohrabky) – Mají podobnou stavbu těla jako pískorypky – jediný rozdíl je v holých krátkých rýhách u horních okrajů očí. Hnízdí na svažitém nebo rovném podkladu v zemi písčitého charakteru. Opyluje například pcháče a chrpy.

Zástupce : *Panurgus banksianus* (pískohrabka kosmatá) [1]

#### **HALICTIDAE** (ploskočelovítí)

Ploskočelovítí patří mezi středně velké, převážně tmavě, často i kovově zbarvené druhy. Samci velmi štíhlí a samice poměrně robustní. Charakteristická je zvláštní transformace vnitřní sanice.

Známe více druhů pylosběrného aparátu u ploskočelovitých. Hnízdí v trouchnivém dřevě nebo v zemi. Je popsáno více typů sociálního chování (komunální, primitivně eusociální, hnízdně parazitické). Opylují například zvonkovité. V ČR se vyskytují 4 podčeledi.

**Rophitinae** (trnočelky) – u nás 10 druhů. Zástupce : *Rophites quinquespinosus* (trnočelka měřnicová)

**Nomiinae** (šupiněnky) – U nás jen jeden druh. Zástupce : *Pseudapis femoralis* (šupiněnka jižní)

**Nomioidinae** (nicotěnky) – Vyskytuje se v pouštních oblastech a polopouštních oblastech. Zástupce : *Nomioides minutissimus* (nicotěnka nejměňší)

**Halictinae** (ploskočelky) – Jedná se o samotářské, komunální i eusociální druhy. U nás 3 rody s více než 100 druhy. Hnízdí obvykle v hlinitých podkladech na stepních biotopech. Opyluje větší květy a často také úbory bylin a dřevin. Zástupce : *Halictus quadricinctus* (ploskočelka čtyřpásá) [1]



15. Ploskočelka čtyřpásá (*Halictus quadricinctus*)

<http://www.houbareni.cz/disc.php?start=1334> – staženo 13.4. 2016

#### **MELITTIDAE** (pilorožkovití)

Pilorožkovití jsou čeleď různorodá, zahrnující samotářské, převážně oligolektické druhy, které hnízdí v zemi. Ústní ústrojí mají poměrně krátké. Samice mají často mohutně vyvinuté holenní sběrací kartáče. Obličej samice je bez jamek.

**Dasypodaniae** (chluponožky) – Chluponožky hnízdí v zemi a opylují hvězdicovité rostliny, chrastavce a hlaváče. Zástupce : *Dasypora altercator* (chluponožka čekanková)

**Macropidinae** (olejnice) – Mají zavalitější tělo a bělavé sběrací kartáče. Zástupce : *Macropis europaea* (olejnice vrbinová)

**Melittinae** (pilorožky) – Pilorožky patří mezi středně velké druhy vzhledově podobné pískorypkám. Odlišují se absencí sběracího kartáče. Hnízdí v hlinité nebo písčité půdě na mírném svahu nebo rovině. Opyluje vojtěšku nebo zvonky. Zástupce : *Melitta haemorrhoidalis* (pilorožka zvonková) [1]

#### **MEGACHILIDAE** (čalounicovití)

Čalounicovití patří mezi malé až velké druhy. Přední křídla mají se dvěma vřeteními poli, pylosběrný aparát mají na spodní straně těla. Hnízdí v různorodém podkladu (ve dřevě, v opuštěných chodbách hmyzu, ve stoncích rostlin, v zemi, v rozmanitých přirozených dutinách nebo volně na kamenech, zdivu, větvičkách či listech rostlin).

U nás se vyskutují zástupci dvou podčeledí Lithurginae a Megachilinae.

Druhá z těchto podčeledí je u nás zastoupená čtyřmi triby – Anthidiini (vlnařky), Dioxyni (ostnoštitky), Osmiini (zednice) a Megachilini (čalounice). [1]

**Lithurginae** (drvice) – Jsou charakteristické zavalitým tělem. Opylují pcháče a bodláky. Hnízdí většinou v mrtvém dřevě. Zástupce : *Lithurgus chrysorum* (drvice jižní)

**Anthidiini** (vlnařky) – Poznáme podle zavalitého těla s bohatou žlutou kresbou. Opylují bobovité. Hnízdí na pasekách a kamenitých stráních. Zástupce : *Anthidiellum strigatum* (smolanka skvrnitá)

**Dioxyni** (ostnoštitky) – Jedná se o malé druhy, které nejsou ochlupené. Ostnoštitky jsou většinou hnízdní parazité. Zástupce : *Dioxys cincta* (ostnoštitka červená)

**Osmiini** (zednice) – Jsou to malé až středně velké druhy. Hnízdí v prázdných chodbách hmyzu a dutinách v mrtvém dřevě nebo zemi. Opylují růže, hrušně a slivoně. Zástupce : *Osmia rufa* (zednice rezavá)

**Megachilini** (čalounice) – Jsou to menší až velké druhy. Tělo mají ochlupené. Hnízdí v přirozených dutinách. Opylují hvězdicovité (pcháč, bodlák, chrpa). Zástupce : *Megachile centuncularis* (čalounice obecná) [1]

## **APIDAE** (včelovití)

Morfologicky i bionomicky se jedná o velmi různorodou čeleď, zahrnující malé i velké druhy. Poznáme je podle dlouhého jazyka a vyššího počtu vaječnicků (čtyři a více) zatímco u ostatních včelích čeledí jsou jen tři. Hnízdní bionomie je velmi pestrá, do čeledi spadají solitérní, komunální i eusociální druhy, sociální hnízdní parazité. [1]

**Xylocopinae** (drvodělky) – Jsou to naše největší včely. Charakteristické zakrnělým pylosběrným aparátem. Přenášejí pyl ve voleti. Hnízda si staví v suchých dutých lodyhách. Některé samotářské druhy si hromadí zásoby potravy pro vlastní potřebu, což je u samotářských včel velice unikátní znak. Druhy vyskytující se u nás jsou samotářské. Drvodělky opylují mnoho druhů rostlin, záleží na tom kterém druhu včely. Časté jsou hvězdicovité, bobovité a hluchavkovité. Zástupce : *Xylocopa violacea* (drvodělka fialová) [1]

**Nomadinae** (nomády) – Jedná se o malé až středně velké druhy. Tělo mají poměrně řídké ochlupené. Nomády postrádají sběračky (jsou to hnízdní parazité). Zástupce : *Nomada fucata* (nomáda obecná) [1]

**Apinae** (včely) – Včely jsou velmi různorodá skupina, která zahrnuje malé až velké, často zavalité druhy. Tyto včely jsou hustě ochlupené se sběračky na zadních holeních určenými jak k transportu pylu, tak rostlinné pryskyřice (propolisu) nebo zeminy. Patří sem stepnice (Euceriny), pelonosky (Anthophorini), čmeláci (Bombini) a vlastní včely (Apini) [1]

1 – Euceriny (stepnice) – Jsou to hustě ochlupené, zavalité druhy. Samci jsou charakterističtí nápadně prodlouženými tykadly. Opylují hlavně hvězdnicovité a brutnákovité. Hnízdí v zemi na mírně svažitém nebo rovném a písčitém nebo hlinitém terénu. Zástupce : *Eucera nigrescens* (stepnice jarní) [1]

2 – Anthophorini (pelonosky) – Jedná se o malé, středně velké až velké, zavalité, převážně hustě ochlupené druhy vzhledově nápadně podobné čmelákům. Opylují hlavně bobovité, hluchavkovité a brutnákovité rostliny. Hnízdí buď skupinově nebo jednotlivě ve vlastních vyhrabaných hnízdech, která se nachází v kolmých hlinitých stěnách. Zástupce : *Anthophora plumipes* (pelonoska hluchavková) [1]

3 – Bombini (čmeláci) – Čmeláci mají tělo středně velké až velké a poměrně zavalité. Hlava je s výraznými lícemi a krátkým svrchním pyskem. Tělo je hustě, často výrazně barevně ochlupené. Charakteristický je u čmeláků poměrně dlouhý sosák. V naší republice se vyskytuje 38 druhů čmeláků a pačmeláků, 11 z nich je vymizelých nebo kriticky ohrožených. Zástupce : *Bombus lapidarius* (čmelák skalní) [1]

Tam kde včela medonosná chybí například kvůli roztočům, poskytují divoké včely a čmeláci opylení. Rozptýlení čmeláků a divokých včel má zásadní vliv pro maximální výnos semen v plodinách a divoce kvetoucích rostlinách, stejně tak pro zachování genetické variability.[25]



16. Čmelák obrovský (*Bombus fragrans*)

<http://www.cmelaci.cz/> - staženo 13.4. 2016



4 – Apini (vlastní včely) – O vlastních včelách pojednává kapitola Včela medonosná.

### 3.6 PODÍL VOLNĚ ŽIJÍCÍCH VČEL NA OPYLOVÁNÍ

Zemědělci importovali po celá staletí kolonie evropských včel (*Apis mellifera*) k opylování do sadů a polí. Tyto včelí kolonie se stávají vlivem různých onemocnění, pesticidů a dalších vlivů stále vzácnější. Ačkoliv divoké včely také prokazují opylovací službu, jejich přesný vliv doposud nebyl přesně vyčíslen. [18]

Oproti tomu máme přínos včely medonosné vyčíslen poměrně přesně a stále se tato data upravují a upřesňují.

V současnosti zemědělci, hospodařící na farmách nebo ve sklenících spoléhají celosvětově na méně než 11 ze 20 000-30 000 včelích druhů. Hodnota ekosystémové služby nejdůležitějšího opylovače, včely medonosné (*Apis mellifera*), je přibližně 5-14 miliard dolarů ročně ve jen Spojených státech. [18]

Bylo zjištěno, že divoké včely by na ekofarmách v okolí přirozeného prostředí mohly poskytovat plnou opylovací službu i pro plodiny s těžšími požadavky na opylení (meloun, vodní meloun). Tím myslíme opylení bez přispění včel medonosných. [18]

Biodiverzita ubývá po celém světě závratným tempem. Výhody, které lidem ohrožené druhy včel poskytují, nazýváme ekosystémovými službami. V momentě, kdy byla stanovena ekonomická hodnota této služby, mohla být zohledněna v obchodních trzích. Tyto ekonomické hodnoty pak mohou být potencionálně použity na podporu zachování biologické rozmanitosti v rámci politiky. Ekonomický přínos opylovačů na rostlinnou produkci je významný a včely jsou obecně považovány za nejdůležitější opylovače plodin. Bylo zjištěno, že divoké včelí komunity přispívají v průměru více než 3000\$ h<sup>-1</sup> k výrobě hmyzem opylovaných plodin. Z 90 vypracovaných studií je patrné, že celkem 73 649 shromážděných jednotlivých včel, které opylovaly květiny, patří do 785 druhů. To je pouze 12,6 % druhů, které známe. [17]

Znalost ekonomického přínosu přírodních opylovačů k příjmu zemědělských podniků poukazuje na vysoký potenciál, neboť umožňuje určit nákladová opatření, která zvyšují výnosy plodin podporou populací divokých opylovačů.

Nicméně, naše výsledky také jasně zdůrazňují omezení argumentu ekosystémové služby ve prospěch zachování biologické rozmanitosti, protože jsme zjistili, že pouze malá skupina běžných druhů včel opyluje většinu plodin. Zjistili jsme, že je zapotřebí jen málo druhů, které poskytují ekosystémové služby. 80 % druhů opylovaných plodin opyluje jen 2 % včelích druhů, přičemž se jedná o druhy běžné, nikoliv ohrožené nebo chráněné. [17]

Upozorňování na ekonomický přínos může být pro lidi nebo instituce silná motivace k zachování biodiverzity. Nicméně, přílišné zaměření na služby poskytované opylovači může vést k přijetí postupů, které nebudou mít prospěch pro druhy, které by mohly přispět v měnících se zemědělských podmínkách, ani pro druhy, které nikdy nepřispívají k opylování plodin. Jasným příkladem jsou Úmluvy o biologické rozmanitosti a strategie EU v oblasti biologické rozmanitosti ro roku 2020 (ref. 8) [17]

Opylení je základním krokem v produkci semen řepky. Toto je dosahováno pomocí různých pylových vektorů, ale především včely medonosné. Výsledky výzkumů prokázaly zlepšení výtěžku semen o 46% v přítomnosti tří včelích úlů na hektar, ve srovnání s absencí úlů. [24]

### **3.7 VÝZNAM STRUKTURY KRAJINY A INTENZIFIKACE ZEMĚDĚLSTVÍ PRO ZACHOVÁNÍ BIODIVERZITY OPYLOVAČŮ**

Vzhledem ke zvyšování nároků na potraviny došlo za posledních zhruba 50 let ke značné intenzifikaci zemědělství. Na prvním místě stojí maximální výnos. Toho je dosahováno použitím chemických přípravků. Jedná se o průmyslově vyráběná hnojiva, regulátory růstu, pesticidy, herbicidy, insekticidy a fungicidy. To samozřejmě ovlivnilo druhovou skladbu původních živočichů a také hmyzu. Výzkumem vlivu fungicidů a insekticidů na opylovače (hlavně včelu medonosnou) se zabýval například Richard Schmuck v Argentině.

Chloronicotinyly jsou novou skupinou insekticidů, které jsou vysoce účinné proti různým druhům škůdců. Některé z těchto insekticidů jsou vysoce toxické pro včelu

medonosnou a nesmí být použity, zatímco plodina kvete. [21]

Včely jako zásadní opylovači jsou pod tlakem parazitických roztočů, virových nemocí, ztráty přirozeného prostředí a pesticidů. Intenzivnější zemědělské postupy, ztráta lokality a agrochemikálie jsou považovány za jedny z hlavních hrozeb v oblasti životního prostředí pro včelu medonosnou a divoké včely. Zemědělská politika musí snížit tyto tlaky a zajistit adekvátní populaci opylovačů (Kuldne a kol. 2009). Ve Velké Británii, z 95 případů otravy včel (kde příčina mohla být identifikována) v letech 1995 až 2001 způsobily organofosfáty 42%, karbamáty 29% a pyrethroidy 14% případů (Fletcher a Barnett 2003). [22]

Dalším faktorem ve změně diverzity je struktura krajiny. Tím myslíme velké monokultury plodin (které jsou spojené s velkochovy zvířat) a zavlažování. Dalšími negativními dopady intenzivního zemědělství jsou například používání těžké techniky nebo pěstování geneticky upravených organismů (GMO). [21]

Tím dochází k již zmíněným změnám v diverzitě a hnízdním stanovištím hmyzu. Hmyz si nachází v některých případech v krajině antropogenní prvky a staví s v nich hnízda. Pískovny, výsypky, kamenolomy, odkaliště a podobné těžební prostory nebo deponie představují pro žahadlové blanokřídle významná stanoviště, nahrazující v dnešní lesnické a zemědělsky intenzivně využívané krajině jimi dřívě obývané přirozené duny, stepi a jiné biotopy. [15]

V souvislosti s písečnými dunami, bych rád zmínil, že v místě mého bydliště se nachází v rámci CHKO Třeboňsko chráněný Písečný přesyp u Vlкова. Jedná se o dunu o rozměrech přibližně 60 x 80 metrů a nad terénem se tyčí do výšky 4 metry. Vznik datujeme 10 000 – 8 500 let před naším letopočtem. Vznikla navátím písku řeky Lužnice a je domovem vzácné flory (suchomilné rostliny) a fauny (teplomilné druhy blanokřídleho hmyzu). Významné jsou kolonie včely *Andrena vaga*, hrabalek a kutilek. [23]

Řada druhů se z volné krajiny přesunuje na náhradní stanoviště pro úbytek vhodných biotopů na velmi malé procento dřívější rozlohy (dokonce i o méně než jednu desetinu). [15]

Řada žahadlových blanokřídle vyžaduje oblasti prakticky bez dřevin a především s řídkou vegetací (mozaiku porostů bylin a holé půdy), kterou je nezbytné neustále narušovat. V opačném případě rychle zarůstá. Z toho důvodu současně patří např. stepnice rodů *Eucera* a *Tetralonia*, specializované na tato stanoviště mezi jedny z nejohroženějších druhů žahadlových blanokřídle. Druhotné bezlesé biotopy

vzniklé činností člověka nazýváme postindustriální stanoviště. Jedná se o mimořádně vhodná místa pro život žahadlových blanokřídlých, především teplomilných druhů otevřených stanovišť. [15]

Obecně platí, že v souvislosti se zemědělstvím existují pro opylovače dvě hrozby. Za prvé zničení přírodních nebo polopřírodních stanovišť. Za druhé intenzifikační využití půdy. To může mít významné dopady na opylavače a jejich službu. [25]

Popílková odkaliště – Jedná se o místa odpadu z uhelných elektráren, tepláren a větších továren. V prestižním zahraničním vědeckém časopise *Biological conservation* byla zveřejněna studie blanokřídlého hmyzu, zahrnující mimo jiné i důležité opylovače (např. včely) a predátory škodlivého hmyzu (kutilky a hrabalky) obývajících dvě velká popílková odkaliště ve východních Čechách – elektráren v Chvaleticích a v Opatovicích. Výsledky jsou poměrně překvapivé : na obou odkalištích bylo nalezeno celkem 227 druhů blanokřídlého hmyzu, z nichž je plných 72 druhů na našem území ohroženo. Ještě významnější však je, že 4 z těchto druhů jsou na území ČR považovány za vyhynulé a dalších 13 druhů je u nás kriticky ohroženo. Obě odkaliště jsou díky tomu naprosto klíčovými lokalitami pro ochranu středoevropské biodiverzity a svým významem převyšují i mnohá chráněná území. [16]



17. Popílkové odkaliště

Pískovny – Pískovny nahrazují především dříve časté váté písky a říční náplavy, Přirozené sesuvy pak mohou být nahrazeny pískovými stěnami. Typičtí zástupci jsou např. různé druhy včeláků (kriticky ohrožení včeláci *Tachysphex helveticus* a *T. Nitidus*, či zranitelný *T. Obscuripennis*) [15]

Kamenolomy – Význam každé lokality z ochrannářského hlediska závisí na

pokročilosti sukcese v daném lomu. Ta zde probíhá v porovnání s dalšími stanovišti obvykle výrazně pomaleji. Význam rovněž závisí na charakteru substrátu, který vzniká z původní rozpadající se horniny. U Vinařic na Kladensku se nachází lomy, kde byl zaznamenán kriticky ohrožený kontinentální stepní trubčík kašmírský (*Astata kashmirensis*), které jsou pro něj jedinou současnou lokalitu u nás. Dále se zde vyskytuje hrabalka skalní (*Agenioideus nubecula*), která se u nás vyskytuje jen velmi vzácně mimo původní skalní stepi. [15]

Výsypky – Výsypky nahrazují písčiny, odkryté prašové stěny nebo přirozené stepi, a tak hostí mnoho jedinečných ohrožených druhů, často výrazně teplomilných a specializovaných na písčité a sprašové substráty. Patří mezi ně např. kriticky ohrožený kutík hladký (*Lindenius laevis*), ohrožená kutilka červenonohá (*Ammophila heydeni*) nebo kriticky ohrožená dlouhorečka krátkokřídlá (*Bembix tarsata*). [15]

Opuštěná nebo nerekonstruovaná nádraží – Jedná se opět o místa s dalekosáhlým významem pro hnízdění žahadlového blanokřídlého hmyzu. Jedním z hlavních důvodů je vhodná potravní nabídka. Tou je především přítomnost kvetoucích rostlin. Dále jsou zde výhodná místa k hnízdění, například škvír ve zdi, blízkost drobných holých ploch vhodných k hnízdění v zemi a otvorů ve dřevě trámů. Patrně proto byly např. kriticky ohrožená kodulka dagestánská (*Physetopoda daghestanica*) nebo vzácnější kodulka různobarvá (*P. cingulata*) a kodulka štítkatá (*P. scutellaris*) u nás v posledních letech zaznamenané téměř výhradně na nádražních lokalitách. [15]

## 4 METODIKA

Cílem bylo nacytat pomocí žlutých Moerickeo pastí ve volné přírodě opylovače (zejména divoké včely) a následně je poslat k určení.

Připravil jsem si pět plastových misek o obsahu cca 5 l. Aby byl odchyt úspěšný, nabarvil jsem misky na žluto. Dvě jsem umístil poblíž pole řepky, 2 na louku a jednu mezi rybník a les. Všechny pasti jsem dal na dřevěný podstavec nebo je jinak připevnil do výšky cca 1 m. Do misek jsem nalil do jedné třetiny vodu s hrstkou soli a 10 cl prostředku k mytí nádobí. Sůl včely konzervuje a prostředkem k mytí nádobí se zvyšuje soudržnost - tense vody. Tím se včely nemohou „odlepit“ od hladiny.

Misky jsem umístil na stanoviště poslední květnový týden a každý následující týden až do konce srpna jsem prováděl odběr vzorků. Odchycené exempláře jsem odnášel domů a tam je vysušil a pomocí špendlíku je připevnil na polystyrenovou desku a přesně vše evidoval.

Lokalita se nachází v Třeboňské pánvi a je součástí CHKO Třeboňsko. Poblíž se nachází Nadějská rybníční soustava, takže je zde velké zastoupení vodních ploch. Zemědělská půda je zde poměrně oligotrofní, takže se většinou využívá k pastvě nebo pěstování nenáročných plodin (brambory, řepka).



18. Mapka umístění pastí

## 5 VÝSLEDKY

Všech 64 chycených vzorků po určení vyšlo jako včelu medonosnou (*A. Mellifera*).

týdny	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
Past 1	0	0	3	0	1	0	0	1	3	1	1	0	0	0	<u>10</u>
Past 2	2	1	0	0	2	5	1	0	0	0	1	2	0	0	<u>14</u>
Past 3	1	1	3	5	2	1	1	4	2	1	1	3	1	1	<u>27</u>
Past 4	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	<u>3</u>
Past 5	2	0	0	0	1	1	0	1	0	0	3	0	2	0	<u>10</u>
															<u>64</u>

19. tabulka výsledků odchyť

## 6 DISKUZE

Výsledek odchytu si vysvětluji hlavně tím, že v okolí pastí jsou tři včelaři a mají zde umístěné své úly. Proto je hlavní opylovač v této lokalitě včela medonosná (*A. Mellifera*).

Ačkoliv jsem pasti kontroloval (vysychání vody) a dvakrát změnil barvu (jiný odstín žluté) a mírně jsem je i přesouval v rámci stanoviště, výsledek byl vždy totožný. V pastích zůstávala včela medonosná (*Apis mellifera*).

## 7 ZÁVĚR

V experimentální části se nezdařil odchyt samotářských druhů včel, respektive všechny vzorky se ukázaly být včelou medonosnou. Z toho důvodu nemohu více popsat biodiverzitu opylovačů a následně jejich opylovací službu v určené lokalitě. Práci jsem proto zaměřil hlavně na rešerši.

## 8 SEZNAM POUŽITÉ LITARATURY

- 1 - Macek J. a kol. (2010) : Blanokřídle České republiky I. - žahadlovití. Praha, Academia
- 2 – Cramp D. (2013) : Včelařství. Praha, REBO
- 3 – Veselý V. a kol. (1999) : Včelaření. Praha, Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR v Praze
- 4 – Hanousek L. (1991) : Začínáme včelařit. Praha, Zemědělské nakladatelství Brázda
- 5 – Veselý V. a kol. (2013) : Včelařství. Praha, Brázda, s.r.o.
- 6 – Žďárek J. (1997) : PROČ vosy, včely, čmeláci, mravenci a termity...? aneb HMYZÍ STÁTY . Praha 6, Decibel Production. Chotouchov
- 7 – Kamler Fr. a kol. (1988) : Nástavkové včelaření. Nové město n. C., Ministerstvo zemědělství a výživy ČSR
- 8 – Pantůček B. (2016). Vyšetření směsných vzorků zimní měli na varroázu a změny v tvorbě a odesílání objednávek na vyšetření v roce 2016. *Včelařství*, 69 : 20

- 9 – Pavlíček A. (2014) : Šíření moru včelího plodu je možné zastavit. *Včelařství*, 67 : 340
- 10 – Taxl P., Semerád Z. (2015) : Otravy včelstev způsobené přípravky na ochranu zemědělských plodin. *Včelařství*, 68 : 188 – 189
- 11 – Šarapatka B. a kol (2010) : Agroekologie. Olomouc, Bioinstitut, o.p.s.
- 12 – Drašar J. (1978) : Včelařství. Praha, Státní zemědělské nakladatelství
- 13 – Petr J. (2014) : Biodiverzita opylovatelů zvyšuje produkci ovoce. *Včelařství*, 67 : 246 – 247
- 14 – Kubišová S., Háslbachová H. (1992) : Včelařství. Vysoká škola zem. v Brně
- 15 – Tropek R., Řehounek J. (2011) : Bezobratlí postindustriálních stanovišť: Význam, ochrana a management. Entomologický ústav AV ČR
- 16 – Tropek R., Černá I. (2013) : Is coal combustion the last chance for vanishing insect of inland drift sand dunes in Europe? *Biological conservation*, 162 : 60 - 64
- 17 - Klein A.M. a kol. 2007: Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proc.R.Soc. B*, 274: 303-313.
- 18 - Kremen C. a kol. 2002: Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.262413599](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.262413599) (staženo 20.2. 2016)
- 19 - <http://www.biolib.cz/cz/taxon/id17473> (staženo 5.4. 2016)
- 20 - <http://www.biolib.cz/cz/taxon/id17229> (staženo 5:4: 2016)
- 21 – Schmuck R. a kol, (2003) : Field relevance of a synergistic effect observed in the laboratory between an EBI fungicide and a chloronicotinyl insecticide in the honeybee (*Apis mellifera* L, Hymenoptera). *Pest Management Science*, 59: 279 - 286
- 22 – Isenring R. (2010) : Pesticides and the loss of biodiversity. [www.pan-europe.info](http://www.pan-europe.info) (staženo 3.4.2016)
- 23 - <http://www.trebonsko.cz/pisecny-presyp-u-vlkova> (staženo 23.3.2016)
- 24 – Sabbahi R., De Oliveira D., Marceau J. (2005) : Influence of Honey Bee (Hymenoptera: Apidae ) Density on the production of Canola (Crucifera: Brassicaceae). *J. Econ. Entomol.* 98 (2) : 367 – 372
- 25 – Walther-Hellwig K. , Frankl R. (2000) : Foraging habitats and foraging distances of bumblebees, *Bombus* spp. (Hym., Apidae), in an agricultural landscape. *J. Appl. Ent.* 124, 299-306 (2000)
- 26 – Steffan-Dewenter I., Westphal C. (2008) : The interplay of pollinator diversity, pollination services and landscape change. *J. Appl. Ent.* 45, 737 - 741



## 9 SEZNAM OBRÁZKŮ

1. Příklad hydrochorie – leknín bílý (*Nymphaea ampla*) -  
<https://www.semenaonline.cz/523-lekniny> – staženo 12.4. 2016
2. Zástupce blanokřídlých – sršeň obecná (*Vespa crabro*) – <http://zemepis-a-prirodopis-online.webnode.cz/products/hmyz-s-promenou-dokonalou> – staženo 12.4.2016
3. Zástupce dvoukřídlých – komár písklavý (*Culex pipiens*) -  
[http://www.gymta.cz/kabinety/kab\\_biologie/videoatlas/hmyz/dvoukridli.html](http://www.gymta.cz/kabinety/kab_biologie/videoatlas/hmyz/dvoukridli.html) – staženo 12.4.2016
4. Zástupce motýlů – Otakárek Fenyklový (*Papilio machaon*)-  
<http://www.motyli.websnadno.cz/Deleni-motyly.html> – staženo 13.4. 2016
5. Zástupce lišajovitých – Lišaj smrtihlav (*Acherontia atropos*) -  
<http://kvmuz.cz/typ/priroda-karlovarska/lisaj-smrtihlav-acherontia-atropos> - staženo 13.4. 2016
6. Včela medonosná (*Apis mellifera*) - [http://www.orso.cz/foto/foto\\_35012/img00004.htm](http://www.orso.cz/foto/foto_35012/img00004.htm) – staženo 13.4. 2016
7. stavba těla včely medonosné (*Apis mellifera*)-  
<http://beckotc.webnode.cz/prirodoveda/zivocichove-na-jare/> staženo 13.4. 2016
8. noha včely medonosné -  
<http://media1.webgarden.cz/images/media1:5105268547ce7.jpg/v%C4%8Dela5.jpg> – staženo 13.4. 2016
9. žihadlo včely medonosné - <http://www.zoochleby.cz/vcela-medonosna-5952/> - staženo 13.4. 2016
10. Nástavkový úl - <http://vcelky-vyskov.webnode.cz/products/nastavkovy-ul-39x24/> - staženo 13.4. 2016
11. Varroáza na těle včely - <http://www.souhorky.cz/ns-vcela-medonosna> – staženo 13.4. 2016
12. Otrava včelstva - <http://vetweb.cz/podezreni-na-otravu-vcelstev/> - staženo 13.4. 2016
13. Hedvábnice jarní (*Colletes cunicularis*)  
<http://www.vcelynastrese.cz/atlas/hedvabnice.html> – staženo 13.4. 2016
14. Pískorypka ryšavá (*Andrena fulva*) - <http://www.naturfoto.cz/piskorypka-rysava-fotografie-17089.html> – staženo 13.4. 2016
15. Ploskočelka čtyřpásá (*Halictus quadricinctus*) - <http://www.houbareni.cz/disc.php?start=1334> – staženo 13.4. 2016
16. Čmelák obrovský (*Bombus fragrans*) - <http://www.cmelaci.cz/> - staženo 13.4. 2016

17. Popílkové odkaliště - <http://ziva.avcr.cz/2009-6/trinecke-odkaliste-jako-refugium-zajimavych-druhu.html> – staženo 13.4. 2016

18. Mapka umístění pastí - <https://mapy.cz/#!/zakladni?x=14.4545000&y=49.0537990&z=11> – staženo 13.4. 2016