

**Univerzita Karlova**

**Přírodovědecká fakulta**

**Katedra zoologie**



**Minoritní skupiny hmyzu jako opylovači a návštěvníci květů**

**Minor groups of insects as pollinators and flower visitors**

Bakalářská práce

**František Janda**

Školitelka: Mgr. Zuzana Varadínová

Konzultantka: Mgr. Blanka Vlasáková Ph.D.

Praha, 2013

**Prohlášení:**

Prohláuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 17. 5. 2013

Podpis

## **Podkování**

Rád bych podkovoal své –kolitelce Mgr. Zuzan Varadínové za vedení mé práce, dále bych rád podkovoal za poskytnuté rady konzultantce Mgr. Blance Vlasákové Ph.D. a svému kolegovi Bc. Michaelu Kotykovi. Nejv t-í dík ale pat í mým rodi m, kte í m vedli k lásce k p írod a v-emořn m v mém zájmu podporovali.

## **Abstrakt**

Má bakalářská práce je o vztazích mezi hmyzem (vyjma majoritních řádů, tedy blanokřídlých, brouků, dvoukřídlých a motýlů) a květy rostlin. V práci je kladen důraz na opylování, ale jsou zmíněny i další interakce mezi květem a hmyzem, jako je herbivorie květu, nektarivorie, palynivorie, ale také situace, kdy je květu stanovena míra. Největší část práce je věnována řádu třískokřídlých (Thysanoptera), protože u tohoto řádu je velké množství opylovačů, na druhou stranu existují i opylovači z řádů Blattodea, Mecoptera, Neuroptera i Hemiptera. U těchto řádů hmyzu bylo opylování objeveno relativně nedávno a lze tedy předpokládat, že množství nám známých opylujících druhů se bude ještě zvětšovat. Mnohé řády hmyzu jsou v práci pouze zmíněny anebo úplně chybí, u těchto řádů je interakce s květy minimální, nebo není známa. V práci je také krátká zmínka o fosilním záznamu minoritních skupin opylovačů.

## **Klíčová slova**

Opylování, třískokřídlí, vábci, síťokřídlí, srpice, polokřídlí, kvoří, rovnokřídlí, chrostíci

## **Abstract**

The aim of my bachelor thesis is to review flower-insect interactions in those insect orders which are traditionally recognized as minor groups of insect pollinators. This means Coleoptera, Diptera, Hymenoptera and Lepidoptera orders are excluded.

The emphasis is on the occurrence of pollination relationship, but palynivory, nectarivory, flower herbivory and flowers as hunting-site are discussed too. Much of the research is just listing the species which were found on flowers without any deeper study of their relationship with the flower. These non-specified interactions are recognised as flower visitors. Most of this bachelor thesis is about the order of Thrips (Thysanoptera), because of the large number of pollinators in this order. On the other hand many other orders are only mentioned or they even are missing. There is little interaction by some orders, or the interactions are missing or they are unknown. Also fossil flower-insect interactions are mentioned too.

## **Key words**

Pollination, Thrips, Cockroaches, Lacewings, True bugs, Scorpionflies, Earwigs, Orthoptera, Caddisflies

## 1. Obsah

<b>1. OBSAH.....</b>	<b>4</b>
<b>2. ÚVOD.....</b>	<b>5</b>
<b>3. VZTAHY KE KVĚTĚM.....</b>	<b>6</b>
<b>3.1. HERBIVORIE KVĚTÍ.....</b>	<b>6</b>
<b>3.2. NEKTARIVORIE.....</b>	<b>7</b>
<b>3.3. PALYNIVORIE.....</b>	<b>7</b>
<b>3.4. OPYLOVÁNÍ.....</b>	<b>8</b>
<b>3.5. KVĚTĚ JAKO STANOVIŠTĚ.....</b>	<b>9</b>
<b>3.6. NÁVŠTĚVNÍCI.....</b>	<b>10</b>
<b>4. INTERAKCE VE FOSILNÍM ZÁZNAMU.....</b>	<b>12</b>
<b>5. OPYLOVAČI.....</b>	<b>15</b>
<b>5.1. BLATTODEA.....</b>	<b>15</b>
<b>5.2. COLLEMBOLA.....</b>	<b>16</b>
<b>5.3. DERMAPTERA.....</b>	<b>17</b>
<b>5.4. HEMIPTERA.....</b>	<b>17</b>
<b>5.5. MECOPTERA.....</b>	<b>18</b>
<b>5.6. NEUROPTERA.....</b>	<b>19</b>
<b>5.7. ORTHOPTERA.....</b>	<b>20</b>
<b>5.8. PSOCOPTERA.....</b>	<b>20</b>
<b>5.9. THYSANOPTERA.....</b>	<b>21</b>
<b>5.10. TRICHOPTERA.....</b>	<b>23</b>
<b>6. DISKUSE.....</b>	<b>25</b>
<b>7. ZÁVĚR.....</b>	<b>28</b>
<b>8. LITERATURA.....</b>	<b>29</b>
<b>9. PŘÍLOHA.....</b>	<b>35</b>

## 2. Úvod

Opylování je děj, při kterém je pyl přenesen z prašníku na bliznu (Gullan & Cranston, 2005), tento proces bývá nejčastěji prováděn větrem nebo živočichy. Opylování může být způsobeno ptáky (Brown et al., 2011), savci (Christianini et al., 2013), plazy (Whitaker, 1987) i hmyzem. K opylování mohou patřit mnoho druhů hmyzu, jako jsou včely, meláci, motýli, mouchy, brouci (lesknáci) a tesaříci (Pelikán, 1994). Opylování hmyzem je nejčastěji způsob opylování, květy opylované hmyzem nazýváme entomofilní nebo entomogamické.

Nejpočetnější řady, což se potvrdí u hmyzu brouci (Coleoptera), motýli (Lepidoptera), blanokřídlí (Hymenoptera) a dvoukřídlí (Diptera). Tyto čtyři řady tvoří téměř 80% známých druhů hmyzu (Grimaldi & Engel, 2006). Dospělci těchto řad jsou také nejčastějšími opylovači (Daly et al., 1998). Ostatní skupiny hmyzu proto lze považovat za minoritní, nejen co se potvrdí u druhů, ale co se týká i množství opylovačů. V tomto smyslu jsou ostatní skupiny hmyzu nazvány minoritními v práci Kevana a Bakera (1983), tohoto pojmenování se budu držet i ve své práci. Jako minoritní jsou tedy tyto řady nejen, co se potvrdí u druhů, ale i co se týká množství druhů opylujících. Je potřeba neopomíjet si minoritní skupinu opylovačů s minoritním opylovačem, tj. takovým, který hraje méně významnou roli při opylování. Majoritním opylovačem (pro rostlinu nejdříve) tedy může být i zástupce minoritní skupiny hmyzu.

Předpokládá se, že před vodním přenosem pylu převládá vítr. Ale občas byla rostlina opylena náhodně fytofágním hmyzem, který se flvil na jejích květech. Teprve později vznikl mutualistický vztah mezi opylovačem a opylovanou rostlinou (Daly et al., 1998). Z tohoto předpokladu vycházím i ve své práci, kde se snažím zjistit nejen druhy, které prokazatelně opylují, ale také ty, které mají nějakou jinou interakci s květem rostlin, která by náhodně mohla vést k opylení.

Cílem práce je sumarizovat současně znalosti o vztazích mezi minoritními skupinami hmyzu a květy rostlin.

### 3. Vztahy ke květenám

#### 3.1. Herbivorie květen

Na které druhy hmyzu se flíví celými květy, nebo jejich částmi. Tím mohou bránit rostlinám v rozmnožování, proto by se tyto druhy hmyzu daly nazvat destruktory květen. Tento vztah s rostlinami není příliš často zkoumán a jeví se, že je málo, proto uvedu jen několik málo příkladů, jakým způsobem jsou květy rostlin poškozovány.

Jedním z možných způsobů poškození je požíráání andrecea, okvětních lístků a celých částí rozvíjejících květen, takto poškozují rostlinu například zástupci čeledi cvrčovití (Gryllidae). Podobné je i chování ušáků druhu *Epilampra sodalis*, který se krmí pouze na samičích květech, kde požírá prašníky, oba tyto případy jsou známy díky pozorování opylovací rostliny *Clusia blattophila* (Vlasakova et al., 2008). Podobně se také choval blížící neurčený zástupce řádu rovnokřídlí (Orthoptera), který se flívil korunou a tyčinkami rostliny druhu *Jacquemontia montana* (Silva et al., 2010). Jeden zástupce čeledi saranovití (Acrididae: Orthoptera) má například na svobodě zničených 13% květen bromélie druhu *Encholirium heloisae* (Bromeliaceae) (Christianini et al., 2013).

Na květenstvích zmijovce druhu *Amorphophallus commutatus* byli zaznamenáni ušáci (Blaberidae, Panesthiinae), kteří se flívali na sterilních částech květenství, ale nebylo pozorováno poškození fertálních částí. Je zajímavé, že na dalších zkoumaných druzích rostlin rodu *Amorphophallus* se tyto ušáci nevyskytovali (Punekar & Kumaran, 2010).

Poškozením květenám může být i jejich narušení, kdy vznikají na květech černé skvrny. Takto poškozují trásnokřídlí květy rostlin čeledi Fabaceae zkoumané v práci Zamara a de Romana (2012). Toto poškození vznikalo například při jímu potravy, bohužel nebylo specifikováno, čím se trásnokřídlí flívali.

V nichž kterých případech není úplně jasná úloha, kterou hmyz pro rostlinu vykonává. Například zástupci řádu rovnokřídlí (Orthoptera: Tettigoniidae; Gryllidae; Tridactylidae; Acrididae) byli pozorováni v květech některých rostlin z těchto čeledí: Commelinaceae, Compositaceae, Euphorbiaceae a Gramineae. Rovnokřídlí se zde flíví prašníky, čímž poškozují květy a mohou i znemožnit přenos pylu v elami. Byl ale také pozorován jejich pohyb mezi jednotlivými květy, proto by se mohlo jednat i o opylování (Schuster, 1974).

### 3.2. Nektarivorie

Nektar a jiné květní exudáty mohou sloužit jako potrava. Jednou z prvních návrhů v hmyzu na květech je získání této potravy. Některé druhy flivců se touto potravou nebyly prokázány jako opylovači a zdá se, že rostlin nepředávají žádný užitek. Takto se například zástupci čeledi cvrkovití (Gryllidae) fliví stigmatickými exudáty na rostlině *Uvaria elmeri* (Nagamitsu & Inoue, 1997). Podobně se chovají včelky na chlebovníku (*Artocarpus ssp.*) (Momose et al., 1998b).

Zajímavý jev je nektarivorie u predátorů, kteří ji používají jako alternativní potravní strategii. Nektarivorie byla například prokázána u zlatooky druhu *Chrysoperla plorabunda* (Neuroptera: Chrysopidae). Neonátní larvy tohoto druhu se, mimo obvyklé kořisti (jiní členovci), fliví i na extraflorálních nektariích bavlníku druhu *Gossypium hirsutum* L.. Mezi predací mšic *Aphis gossypii* (Heteroptera: Aphididae), která je obvyklou kořistí, a nektarivorií panuje nepřímá úmrtí, kdy se stoupajícím množstvím kořisti klesá množství krmění na nektariích (Limburg & Rosenheim, 2001). I pokusy, prováděné na dravé plošnici druhu *Phymata pennsylvanica*, potvrzují, že jedinci tohoto druhu jsou schopni dlouhodobě přežít bez přísunu kořisti, mají-li k dispozici nektar. Také byl prováděn pokus, kdy si dospělí, jeden den vyhladovělí jedinci, měli vybrat buď vodu anebo cukerný roztok. Dospělci obvykle volili cukerný roztok, z čehož se dá vyvozovat, že jsou schopni rozpoznat nektar a krmít se jím (Yong, 2003). Další pokus s nektarivorií a predátory prováděl Portillo et al. (2012), z čehož pokus na klopuce-krabokové (*Macrolophus pygmaeus*; Heteroptera: Miridae) vyplývá, že dospělé samice krmené extraflorálním nektarem přežívají stejně dlouho, jako samice krmené flivouinou potravou. Množství vyprodukovaných vajíček je ale výrazně nižší než u flivouiné potraviny. Z pokusu také vyplývá, že extraflorální nektar je vhodnější potravou než pyl, což se délky flivota samic týká. Nektarivorie byla také pozorována u řádu váflky (Odonata), z čehož zástupci se flivili nektarem mangovníku indického (*Mangifera indica*) (De Siqueira et al., 2008). Další skupinou, u které byla pozorována nektarivorie je řád chrostíci (Trichoptera). Z tohoto řádu je nektarivorní chrostík druhu *Tinodes waeneri*. Imaga tohoto druhu se fliví nektarem převážně na rostlinách čeledi miřkovité (Apiaceae). Krmí se jím jak samci, tak i samice a zdá se, že je to jejich jediná potrava (Pettersson & Hasselrot, 1994).

### 3.3. Palynivorie

Palynivorie, neboli požíráání pylu, může být alternativním potravním chováním, stejně jako nektarivorie, u některých predátorů. Toto chování bylo zaznamenáno například u kudlanky *Tenodera aridifolia sinensis*. Z prováděných experimentů vyplývá, že tyto kudlanky jsou



schopny dlouhodobě přežít na potravě složené pouze z pylu. Pokud se jím nymfy pouze přikrmovaly, dosahovaly dokonce lepších výsledků (vyšší hmotnost), než jedinci, kteří byli na dietě jen z hmyzu. U dospělých samic neměla strava vliv na množství vajíček. Dospělé samice přikrmované pylem, ale měly menší spotřebu hmyzu (Beckman & Hurd, 2003).

Pylem se také mohou živit některé potencionální opylovače. Na krušinoletce (*Frangula alnus*) byly pozorovány dva blízce neurčené druhy řádu Thysanoptera. Jedinci těchto druhů se v květech rostliny živili pylem, také měli tendenci zůstávat v květní trubce a poufňovali ji jako úkryt (Medan, 1994).

Thysanoptera byli také nalezeni v květecheledi Rosaceae (Jesse et al., 2006) a podle práce Williamse et al. (2001) byli pozorováni také na květecheledí Anacardiaceae, Arecaceae, Celastraceae, Cunoniaceae, Ebenaceae, Elaeocarpaceae, Escalloniaceae, Flacourtiaceae, Lauraceae, Monimiaceae, Moraceae, Myrthaceae, Myrsinaceae, Rhamnaceae, Rutaceae, Sapindaceae a Smilacaceae. V některých případech se živili pylem a také se pravděpodobně mohlo jednat o opylovače.

Palynivorie také může být potravní specializací. Například stuholetka jiflní (*Nemoptera sinuata*) je zástupce řádu síkovec (Neuroptera), jehož imago se živí pouze pylem a má k tomu přizpůsobené kousací ústní ústrojí. Stejně je na tom celá řada stuholetkovitých (Nemopteridae). Hlavní úlohu při požívání potravy hrají maxily a labium. Dospělci preferují fluk zbarvené květy a hroznovitá květenství. Palynivorie stuholetky byla pozorována například u druhu *Achillea coarctata* (Asteraceae) (Popov, 2002).

Palynivorie je často spojena s nektarivorií. Obligátním nektarivorem a palynivorem je druh *Zaprochilus australis* (Orthoptera: Tettigoniidae: Zaprochilinae), který je endemitem Austrálie a živí se pylem a nektarem různých rostlin (například trávy a eukalypty). Nejvíce je tento druh přitahován rostlinami rodu flukokap (*Xanthorrhoea*), jejichž květenství silně voní a květy jsou bílé. Podobně se chová druh *Anthophiloptera dryas* (Orthoptera: Tettigoniidae: Zaprochilinae), který se přirozeně vyskytuje na rostlině *Angophora floribunda*, na jejichž květech se také živí (Rentz & Clyne, 1983).

Palynivorie byla pozorována také u švába, konkrétně u druhu *Latiblatella lucifrons*, který se na juce druhu *Yucca elata* (Asparagaceae) krmil nejen pylem, ale i mrtvými živočichy (Ball et al., 1942).

### 3.4. Opylování

Opylování je mutualistický vztah opylovače a opylované rostliny, tento vztah je poměrně běžný a pro mnoho rostlin je opylování hmyzem velmi důležitě pro úspěšnou reprodukci.

Vzhledem k této důležitosti a specifitě je tomuto vztahu v nově samostatná kapitola 5. Opylovači. Tento vztah je také hlavním tématem v diskusi.

Za opylovače jsou obvykle považovány druhy, které se v květech vyskytují často, jsou schopny pohybu mezi jednotlivými květy i rostlinami a dostávají se do kontaktu s prašníky a bliznou. Auto i jednotlivých výzkumů se poměrně rozcházejí v tom, kdy je třeba považují hmyz za opylovače a kdy jindy ne. Například Kato et al. (Kato et al., 1990) nazval ve své práci navíc vníky květy jak pylivory, tak i nektarivory a mošňové opylovače, nikoli herbivory květy i predátory. Z takovéto práce pak nejsem schopen zařadit hmyz do správné kategorie vztahu ke květu.

### 3.5. Květy jako stanoviště

Květy rostlin slouží jako stanoviště pro predátory, kteří zde hledají na kořisti. Yong (2005) dělal pokusy na hranatce druhu *Phymata pennsylvanica* Handlirsch (Heteroptera), patří do řádu zákeřnicovitých (Reduviidae). Cílem jeho pokusů bylo, aby zjistil, zda je květy jako stanoviště pro predátora vhodnější než nekvetoucí rostlina. Z výsledků pokusu vyplývá, že mezi stanovišti nebyl rozpoznán rozdíl v množství ulovené kořisti ani v její velikosti. Květy jako stanoviště predátora ale mohou mít výhodu dostupnosti alternativní potravy jako je například nektar (Yong, 2003) nebo pyl (Beckman & Hurd, 2003).

Na které druhy hmyzu také mohou napodobovat květy. To je například kudlanka *Gongylus gongyloides*, která má na ventrální straně předohrudí azurovou skvrnu, s čímž se podobá květu. Tato kudlanka loví zavěšená na rostlině, tak aby skvrna lákala opylovače, tedy kořisti. Tato kudlanka často loví i na rostlinách s jinou barvou květu než je modrá (Williams, 1904). Je to výraznější je napodobování květu u dospělých kudlanek druhu *Hymenopus bicornis*, které napodobují růžové květy rostliny rodu *Melastoma* (Shelford, 1902). Napodobování květu může mít i funkci ochrany před predátory. Blíže neurčení zástupci skupiny Homoptera napodobují květy a poupata rostlin, toto maskování je možné pokud tyto jedinci vytvoří shluk, který může potencionálního predátora zmást (Hinde, 1902).

Květy také mohou sloužit jako výhodné místo, jako je tomu u rostliny druhu *Alocasia macrorrhizos* (Araceae). U ní byla prokázána termogeneze, která probíhala v květenstvích. Tepla této rostliny vyvolává hmyz druhu *Labidura truncata* (Dermaptera), který se v květenstvích vyhřívá (Ivancic et al., 2005).

V květech rostlin může také docházet k rozmnožování hmyzu, který zde také může prodloužit celý vývoj. Například na rostlinách (druzích *Arachis hypogaea*, *Phaseolus mungo*, *Phaseolus vulgaris*, *Vigna catjang*, *Cajanus cajan*, *Tephrosia purpurea*, *Sesbania aegyptiaca*,

*Pongamia glabra*, *Crotalaria* sp.) eledi bobovité (Fabaceae) flijí dva druhy t ásnok ídlých a to *Megalurothrips distalis* a *Frankliniella schultzei*. T ásnok ídlí se p esouvají mezi rostlinami podle období kvetení a množí se v nich. Jsou to také opylova i t chto rostlin (Annadurai & Velayudhan, 1986).

### 3.6. Náv-t vníci

V této skupin se bohuffel mohou mimo náhodných náv-t vník kv t ocitnout i jedinci potencionáln pat ící mezi opylova e, palynivory, nektarivory, herbivory nebo i predátory. Mnoho ád bylo v jednotlivých studiích pouze zmín no, ale nebyla zji- ována interakce s kv tem. Jako náv-t vníci kv t byly zaznamenány ády Blattodea, Collembola, Dermaptera, Hemiptera, Isoptera, Mantodea, Neuroptera, Orthoptera, Phasmatodea, Psocoptera, Thysanoptera (Anderson et al., 1988; Boulter et al., 2005; Carrington et al., 2003; Consiglio & Bourne, 2001; Cornara et al., 2005; Lach, 2008; Listabarth, 1996; Mawdsley & Sithole, 2010).

Náhodnými náv-t vníky kv t jsou nap íklad u rostliny *Angraecum cadetii* zástupci eledi cvr kovití (Gryllidae) a ádu -vábi (Blattodea), kte í ale rostlinu nijak nepo-kozují (Micheneau et al., 2010). Podobn se chovají i zástupci ádu polok ídlí (Hemiptera) na rostlin *Uvaria elmeri* (Nagamitsu & Inoue, 1997).

*Polyalthia coffeoides* a *P. korinti* (Annonaceae) jsou dva sympatrické druhy rostlin, rostoucích na Srí Lance. Na druhu *P. coffeoides* byly nalezeny pouze 4 druhy náv-t vník kv t , z nichfl 2 byli z ádu -vábi (Blattodea). Pouze jeden z t chto dvou blífle neur ených druh -váb se vyskytoval na *P. korinti*. Tito -vábi se nejeví jako opylova i t chto rostlin, protofle u nich nebyl pozorován pohyb mezi kv ty a navíc byli v kv tech mimo jejich receptivní fázi (Ratnayake et al., 2006).

Dal-ím p ípadem, kdy není znám vztah rostliny a hmyzu je p ípad z Jiflní Ameriky. Na endemické rostlin *Chuquiraga erinacea* (Asteraceae) zde byl z kv t popsán nový druh t ásnok ídlého hmyzu a to *Desertathrips chuquiraga* (De Borbon, 2008). Domnívám se, fle by se mohlo jednat o opylova e této rostliny.

Také zástupci eledi klopu-kovití (Heteroptera: Miridae) byli nalezeni na kv tenstvích. Byli pozorováni na druzích *Bactris monticola* (Arecaceae) a *B. gasipaes*, jak sají na sam ích poupatech b hem sami í fáze kv tenství. Na druhou stranu se na kv tenstvích v sam í fázi vyskytovali jen výjime n (Listabarth, 1996). Na sam í i sami í fázi kv tenství druhu *Prestoea schultzeana* (Arecaceae) byli nalezeni k ísi (Auchenorrhyncha: Hemiptera), kte í se

na nich vyskytují vzácně a zřejmě proto o jejich vztahu ke květenství autoi neudávají bližší informace (Ervik & Feil, 1997).

Zajímavý názor na návěť v květenství druhu *Onychostyus notulatus* mají autoi Kawakita a Kato (2002), kteří udávají jako důvod této návěť vydatelný atraktant, kterým mohlo pro návěť být červené světlo, kterým si rostlinu osvětlovali.

Kato et al. (1990) zaznamenali na květech rostlin zástupce řádů Ephemeroptera, Plecoptera, Orthoptera, Hemiptera (Pentatomidae, Lygaeidae, Anthocoridae, Miridae, Cercopidae, Tomaspidae, Tettigellidae, Evancanthidae, Agalliidae, Deltocephalidae, Derbidae, Achilidae, Cixiidae, Psyllidae), Neuroptera, Mecoptera a Trichoptera. Tyto řády pozorovali autoi na více druzích rostlin z různých čeledí. Na rostlinách se z těchto řádů vyskytovali nejčastěji polokřídlí, údajně pouze o herbivory a predátory. Ostatní řády byly sbírány z květenství vzácně a jejich vztah k rostlinám nebyl zkoumán. Chrostíci byli například na rostlinách čeledí Rosaceae (ruřovitě) a Hydrangeaceae (hortenziovitě). Na poslední jmenované čeledi byla spatřena také jepice (Ephemeroptera) a sílokřídlý hmyz, z obou řádů pouze jediný exemplář. Rovnokřídlí byli například na křídatce japonské (*Reynoutria japonica*: Polygonaceae) a také na zástupcích čeledí Hydrangeaceae, Vittaceae a Oxalidaceae. Počvatky (Plecoptera) byly nalezeny na kerblíku *Anthriscus aemula* (Apiaceae), ale také na zástupcích čeledí Rosaceae a Symplocaceae. Srpice byly také na čeledi Symplocaceae a také na stejném druhu kerblíku jako počvatky, ale byly i na čeledích Violaceae a Celastraceae.

#### 4. Interakce ve fosilním záznamu

V této kapitole se zmíním o vztazích hmyzu a rostlin ve fosilním záznamu. Nejsou zde zmíněny pouze opylovači, nýbrž i další vztahy k rostlinám. Vzhledem k tomu, že u recentních druhů rostlin lze, v některých případech, jen těžko určit, zda se jedná o opylovače i nikoli (viz podkapitola Dermaptera), je určení vztahu již vyhynulých rostlin a živočichů je obtížnější. Například o palynivorii existují přímé důkazy, pyl byl nalezen jak v koproliitech, tak ve stěvech hmyzu, ale o nektarivorii přímé důkazy neexistují, protože se trus nektarivora zachovává jako koprolit a ve stěvech fosilií není možné nektar rozpoznat (Labandeira, 1998).

Hmyz pravděpodobně mohl přenášet spory rostlin již v paleozoiku (570-245 milion let). Je však známo, že vztah s krytosemennými rostlinami začal až v mezozoiku (245-65 mil. let), protože nejstarší nalezené zbytky těchto rostlin pocházejí až z období křída (124 mil. let). Vývoj krytosemenných rostlin byl v tomto období velmi rychlý a do konce křída se vyvinulo 67 % těchto rostlin (Daly et al., 1998).

Nejstarší vztahy s generativními částmi rostlin pocházejí pravděpodobně z období pozdního siluru (412 mil. let) až spodního devonu (390 mil. let, paleozoikum), kdy se miniaturní, blížící se nespecifikovaní, zástupci kmene Arthropoda živili sporamai. Doklad o tomto chování pochází z koprolitů (fosilního trusu), podle velikosti nalezených koprolitů Edwards et al. (1995) usuzuje, že trus je pravděpodobně od zástupců skupiny Myriapoda, nikoli tedy od hmyzu. Domnívá se tak na základě porovnání velikosti koprolitů a lenovců. Existuje i možnost, že tyto lenovci spory také přenášeli (Edwards, 1996).

Palynivorii dokládá fosilní záznam již z období permu. Z tohoto období je tato potravní strategie známa u skupin Hypoperlida (Rasnitsyn & Krassilov, 1996; podle Krassilova et al., 2007), Psocida (Krassilov et al., 1999), Grylloblattida (Afonin, 2000; podle Krassilova et al., 2007) a Miomoptera (Palaeomanteida) (Krassilov et al., 2007). Některé zástupci těchto skupin byli dokonce monofágní, zatímco další druhy byly polyfágní. Mezi polyfágní druhy patří například druhy *Parapsocidium uralicum* (Psocida) (Krassilov et al., 1999), *Sojanidelia floralis* (Grylloblattida) a *Idelopsocus diradiatus* (Hypoperlida). Monofágním byl druh *Selarsioptis conspicula* (Miomoptera) (Krassilov et al., 2007).

Nektarivorie společně s palynivorií byla přítomná od triasu až do období křída u osmi hlavních skupin mezozoického fosilního záznamu. Z minoritních skupin hmyzu to jsou tyto skupiny: Orthoptera (Krassilov et al., 1997), Phasmatodea (Krassilov & Rasnitsyn, 1999; podle Labandeiry et al., 2007), Embioptera (Rasnitsyn & Krassilov, 2000; podle Labandeiry

et al. 2007), Mecopteroidea (Ren et al., 2010). Příkladem palynivorie z tohoto období jsou dva druhy rodu *Abouilus* (Orthoptera), v jejichž stěvech se vyskytoval pyl. Tyto dva druhy (*A. amplus* a *A. cf. dilutus*) žily v období pozdní jury a jejich fosilie byly nalezeny v jižním Kazachstánu (Krassilov et al., 1997). Tento záznam o palynivorii také podporuje Grinfeldovu myšlenku, že nejstaršími nesespecializovanými opylovači nejsou brouci, nýbrž zástupci podobní kobyly (Orthoptera: Ensifera). Také předpokládá, že palynivorie je u předků již u ancestrálních forem (Grinfeld, 1962; podle Krassilova et al., 1997).

Pravidlo podobné opylování je známo ze skupiny Mecopteroidea u několika fosilních druhů, jako je například *Jeholopsyche liaoningensis* (Aneuretopsychidae), který má ústní ústrojí pro izpřímou příjem tekuté stravy. Pravidlo podobné se živil exudáty a sekrety z reprodukčních částí nahosemenných rostlin. Jde o fosilní druh rané křídy (Ren et al., 2011). Podobná je situace u druhů *J. maxima*, *J. bella* a *J. completa* (Qiao et al., 2012). Podobné je na tom také rod *Sinopolycentropus* (Pseudopolycentropidae), který pochází ze střední jury (Shih et al., 2011) a druhy *Lichnomesopsyche gloriae* (Mesopsychidae), *L. daohugouensis*, které žily ve stejném období. Druh *Vitimopsyche kozlovi* žil v období rané křídy a byl pravidlo podobný také opylovačem (Ren et al., 2010).

První záznamy o řádu Thysanoptera pocházejí z pozdního triasu (rody *Triassothrips* a *Kazachothrips*). Z křídy existuje záznam o druhu (*Cretothrips antiquus*, Aeolothripidae), který patří do skupiny příbuzné dnešnímu rodu *Cycadothrips*. U tohoto fosilního druhu korelují některé rysy s recentními tělními (poměr velikosti těla a křídel) (Grimaldi et al., 2004). Záznam o specializovaných opylovačích řádu Thysanoptera pochází z rané křídy. Opylovači byly druhy *Gymnopollisthrips maior* a *G. minor*. Pyl pozorovaný na fosilních jedincích patří do rodu *Cycadopites* (Penalver et al., 2012).

Je zajímavé, že vztahy minoritních skupin hmyzu nejsou zmišleny u fosilních krytosemenných rostlin, jako je tomu například v práci Grimaldiho (1999). Vztah tělních s krytosemennými rostlinami předpokládá Penalver et al. (2012) u druhů *Tethysthrips hispanicus* a *T. libanicus*, které popsali Nel et al. (2010) z období rané křídy.

V mesozoiku existovala dvě základní morfologická přípřímá, která umožňují živočichům dostat se ke špatně dostupnému pylu a pylovým kapkám a příbuzným roztokům, které mohou být v generativních orgánech nahosemenných rostlin. Prvním přípřímým je malá velikost, kdy se jedinci dostávají do generativních orgánů celí (např. Thysanoptera), druhý přípřímý je prodloužený proboscis (Mecopteroidea). Zástupci skupin Aneuretopsychidae, Mesopsychidae a Pseudopolycentropidae (Mecopteroidea) byli pravidlo podobní bazální parafyletickou skupinou k recentním zástupcům Mecoptera. Jejich ústní ústrojí bylo prodloužené a mělo

0,3 až 1,4 cm. tvořili se relativně nepřístupnými částmi generativních orgánů (sekrety, pylvé kapky). Také patří k opylovačím rostlinám. Nálezy jednotlivých skupin jsou z období triasu až křídy (Labandeira et al., 2007).

## 5. Opylova i

V této kapitole budou probráni prokazatelní opylova i. Pokud není n která skupina hmyzu uvedena, nebylo u ní doposud popsáno i pozorováno opylování. Ve jmenovaných skupinách jsou zmín ni prokazatelní opylova i, ale existují i dal-í záznamy o druzích z t chto skupin, které byli nalezeny v kv tech. Tyto záznamy jsou zmín ny v kapitolách p íslu-ných k danému chování v kv tech. U ád Collembola, Dermaptera, Psocoptera a Trichoptera nebylo sice opylování stoprocentn prokázáno, ale v t chto p ípadech lze o opylování uvařlovat. Jednotlivé podkapitoly jsou se azeny abecedn , podle v deckého názvu ádu opylova . Souhrnná tabulka je uvedena v p íloze (Tabulka 1).

### 5.1. Blattodea

Existuje jen n kolik málo známých p ípad , p i nichřl -váb funguje jako opylova . První záznam o opylování neur eným druhem -vába pochází z roku 1997, kdy Nagamitsu a Inoue (1997) zkoumali opylova e rostliny *Uvaria elmeri* z eledi Annonaceae. Výzkum probíhal v oblasti Sarawak na Borneu. Na rostlin bylo provád no pozorování náv-t v, jako mořní opylova i se ukázali -vábí (Blattodea), kte í byli pozorováni na sam í i sami í fázi kv t . -vábí ast ji náv-t vují sam í fázi kv t a krom exudát se zde fliví i pylem. Ukázalo se, ře -vábí jsou v tomto p ípad dokonce majoritními opylova i.

Dal-í p ípad opylování -váby je znám z jifního Japonska, kde opylují rostliny *Balanophora tobiracola* (Balanophoraceae). Na -vábovi druhu *Margattea satsumana* byla nelezena pylová zrna, proto je tento -váb považován za opylova e této rostliny (Kawakita & Kato, 2002).

Prozatím poslední doposud známý záznam, o prokazatelném opylování -váby, je z Francouzské Guyany, kde -vábí druhu *Amazonina platystylata* opylují rostlinu *Clusia* aff. *sellowiana* (Clusiaceae) (Vlasakova et al., 2008), která byla v roce 2011 pojmenována jako *Clusia blattophila* (Vlasakova & Gustafsson, 2011), dále bude rostlina zmi ována jako *C. blattophila*. Tento vztah probíhá na inselberzích, cořl jsou místa s extrémním mikroklimatem (Vlasakova & Gustafsson, 2011). Druh *Amazonina platystylata*, byl pozorován jak na sam ích, tak i na sami ích kv tech. Na n kolika -vábích byla pozorována i pylová zrna. Jak se ukázalo, -váb *A. platystylata* je majoritním opylova em rostliny *C. blattophila* (Vlasakova et al., 2008). Jelikořl se -váb *A. platystylata* vyskytuje na podstatn v t-ím areálu (Brazílie, Guyana, Francouzská Guyana) (Hebard, 1921) neřl *C. blattophila*, která je známa pouze z jednoho inselbergu a jeho okolí ve Francouzské Guyan (Vlasakova & Gustafsson, 2011), nelze u tohoto druhu -vába p edpokládat specializaci na rostlinu *C. blattophila*.



Starší záznamy sice neprokázaly opylování váby, ale nelze jej vyloučit. Zmínka o možném opylování druhem *Parathropes bilunata* pochází z Kostariky. Tento druh byl pozorován na květenstvích rostliny *Dendropanax arboreus* (Araliaceae) a v jejich nejbližším okolí, ale nebyl pozorován na jiných částech rostliny. Váb byl pozorován na květenství 34 metr nad zemí, ale populace tohoto vába se vyskytuje na zemi. Rostlina má v ní množství opylovačů a *P. bilunata* by mohl být jedním z nich (Perry, 1978). Taktéž u rostliny *Syzygium cormiflorum* (Myrtaceae) patří mezi návštěvníky květenství vábi (blíže neurčený druh). Květy navštívili v noci a byly v nich zaznamenány opakované návštěvy. Jedinci byli pozorováni i při pohybu mezi jednotlivými květy a byl na nich nalezen pyl. Hlavními opylovači této rostliny jsou letouni a mýry, ale opylují ji i ptáci (Crome & Irvine, 1986). Květy rostlin, které opylují vábi, jsou fluté, stejně jako celá nadzemní část rostliny (Kawakita & Kato, 2002), fluto-zelené (Vlasakova et al., 2008) nebo krémově bílé až hnědé (Nagamitsu & Inoue, 1997). Květy všech těchto opylovaných druhů rostlin také voní (Kawakita & Kato, 2002; Nagamitsu & Inoue, 1997; Vlasakova et al., 2008). Je zajímavé, že tyto záznamy o opylování pocházejí z ostrovů (Kawakita & Kato, 2002; Nagamitsu & Inoue, 1997) nebo z extrémního stanoviště, jakým je inselberg (Vlasakova et al., 2008). Předpokládám, že vábi nedisponují morfologickými adaptacemi pro opylování. A ani nejsou na opylovaných rostlinách potravně závislí, což mohu potvrdit u druhu *Amazonina platystylata* (osobní pozorování). Domnívám se, že vábi slouží jako opylovači i v místech kde je nedostatek jiných potenciálních opylovačů.

## 5.2. Collembola

Jedním z řádů, jehož zástupci byli prokazatelně na květech, jsou chvostokoci. Zástupci tohoto řádu byli pozorováni například na rostlině *Arisaema triphyllum* (Araceae), chvostokoci na sobě měli dokonce pyl této rostliny, ale autoři výzkumu je za opylovače nepovažují (Barriault et al., 2010). Na tomto druhu rostliny pozoroval chvostokoky také Rust (1980), proto si myslím, že nebyli nalezeni jen náhodou a v květech této rostliny se vyskytují pravidelně. Rust dokonce našel druhy chvostokoků, kteří byli na květech, jednalo se o druhy *Sminthurinus henshawi*, *Lepidocutus paradoxum* a *Tomocerus elongatus*. Chvostokoci byli také na květech cibule kuchyňské (*Allium cepa*: Amaryllidaceae), bohužel v této práci byli vichni členovci pod 3 mm zahrnuti do jedné skupiny, která hrála roli minoritních opylovačů cibule, proto není možné určit, zda chvostokoci cibuli opylují i nikoli (Walker et al., 2011), chvostokoci v tomto případě nebyli blíže určeni.

### 5.3. Dermaptera

Thrávci sice již byli nalezeni v květenstvích na kterých rostlin, například *Orbignya phalerata* (Anderson et al., 1988), ale opylování zatím nebylo úplně prokázáno. Nejpravděpodobnější záznam o opylování květky pochází z ostrova Espiritu Santo (Vanuatu), kde byla zkoumána termogeneze květné rostliny *Alocasia macrorrhizos* a také její opylovači. Jedním z možných opylovačů je květko *Labidura truncata*. Autoři výzkumu uvádí nekompatibilitu vajíček s vlastním pylem, tím je znemožněno samoopylení (Ivancic et al., 2005). Myslím si, že květko je v tomto případě opylovačem, neboť byl na jeho květku zaznamenán pyl a byl také pozorován pohyb mezi jednotlivými květenstvími. Největší problém ve stanovení jeho schopnosti opylovat spočívá v tom, že není známo, je-li pyl rostliny nekompatibilní pouze v rámci jednoho jedince nebo v rámci celých trsů vegetativně vzniklých jedinců, tedy klonů. Pokud by se květko přesunulo na květenství nepříbuzné rostliny, mohl by jí i opylit. Tento druh květky se na květenstvích *A. macrorrhizos* nejen krmí pylem, ale také se na nich vyžívá.

### 5.4. Hemiptera

Hemiptera jsou poměrně nápadní a často návtvňivci nejen rostlin, ale i jejich květek. Jsou to opylovači na kterých rostlin rodu *Macaranga* (Fiala et al., 2011; Ishida et al., 2009), druhu *Dysoxylum spectabile* (Anderson, 2003), dvou druhů rodu *Mallotus* (Yamasaki & Sakai, 2013), pravděpodobně také tykvice stříkavé *Ecballium elaterium* (Fahn & Shimony, 2001) a druhu *Stachytarpheta maximiliani* (Barbola et al., 2006). Nymfy polokřídlých byly nalezeny také na rostlině *Arisaema triphyllum*, ale nebyly na jejich květenstvích břídné. Ovšem na pozorovaných jedincích byl pyl této rostliny (Barriault et al., 2010).

Na Novém Zélandu byli zjištěni opylovači na několika druhů rostlin a mezi návtvňivky květek patří i břídné nespecifikovaní zástupci řádu polokřídlí (Hemiptera). Ti byli nalezeni na květkách rostlin *Vitex lucens*, *Sophora microphylla* a *Dysoxylum spectabile*. Na jejich květkách byl zaznamenán pyl poslední jmenované rostliny, proto je možné, že se podílejí na jejím opylování. Dlehlit již roli nehl polokřídlí hrají při opylování všech tří jmenovaných rostlin tavní ptáci (medosavka, tui, oba druhy patří do řádu kystrákovití) a další řády hmyzu (Anderson, 2003).

Další případy opylování polokřídlými pochází z malajského deštného lesa, kde byl prováděn výzkum opylovačů rostlin rodu *Macaranga* (Euphorbiaceae). U druhu *M. pruinosa* byli z 20% návtvňivky tvořeny zástupci Heteroptera (Miridae a Anthocoridae), zatímco u druhů *M. hosei* a *M. pearsonii* to bylo pouze 6%. Na druhu *M. heynei* (skupina Javanica) dominovali dospělci a nymfy zástupců řádu polokřídlí. Na tomto druhu byli pozorováni jiní zástupci

polok ídlých (Hemiptera), také blífle neur ení, neřl na d íve jmenovaných družích rodu *Macaranga*, ale stejní jako na družích *M. trichocarpa* a *M. tanarius* (skupina Tanarius). Polok ídlí na *M. heynei* a *M. tanarius* na sob m li pyl, dokonce i kdyřl byli odchyceni na sami ích kv tenstvích (Fiala et al., 2011).

Opylování rostlin druhu *Macaranga tanarius* na ostrovech Okinawa a Amami provád jí zástupci skupiny Hemiptera. Jedná se o druhy *Orius atratus* (Anthocoridae) a *Decomioides schneirlai* (Miridae). Oba druhy m ly na sob pyl v sam ích kv tenstvích, ale na sami ích kv tenstvích na sob m l pyl pouze druh *O. atratus*. Jako potrava polok ídlým slouřl nektar, který sařl z kv t , navíc nebylo pozorováno, řle by tito opylova i kv ty n jakým zp sobem po–kozovali. Druh *O. atratus* je majoritním opylova em *M. tanarius*. Role druhu *D. schneirlai* není jistá, m řle být kompetitorem *O. atratus* nebo také minoritním opylova em. Auto i udávají, řle oba druhy pat í do jinak dravých skupin, obvykle preduřících zástupce řadu Thysanoptera. Kv ty rostliny rodu *Macaranga* nav–t vované polok ídlými byly zelené nebo hn dé (Ishida et al., 2009).

Jedním z opylova rostliny *Dioscorea rotundata* (Dioscoreaceae) je druh *Dysdercus superstitionis* (Hemiptera: Pyrrhocoridae). Rostlina je opylována v t–ím mnořstvím druh hmyzu, p esto není mnořství plod p řli– vysoké. Mnořství plod ale bylo jen o málo niř–í neřl p i opylování lov kem (Segnou et al., 1992).

Polok ídlí jsou také mořnými opylova i druh *Mallotus japonicus* a *M. wrayi* (Euphorbiaceae), které jsou opylovány v trem a hmyzem. Oba druhy rostlin nemají okv tí, cofl je p izp sobení v trospra–nosti. Polok ídlí jsou u t chto druh minoritními opylova i, a to díky jejich nízkému po tu pozorovanému na kv tech (Yamasaki & Sakai, 2013).

Blífle neur ení polok ídlí z eledi hlav nkovití (Geocoridae) byli nalezeni na tykvici st řkavé (*Ecballium elaterium*: Cucurbitaceae). Nalezení jedinci se v kv tech pravd podobn řivili nektarem. Také na sob m li pyl této rostliny, proto by mohli být jejími opylova i (Fahn & Shimony, 2001). Podobn se na kv tech rostliny z eledi Verbenaceae, chovali t i blífle neur ené druhy řadu polok ídlí. Krmili se na rostlin *Stachytarpheta maximiliani* nektarem, z pobytu v kv tech jim na p edních nohou ulpřval pyl (Barbola et al., 2006), takřle by se pravd podobn mohlo jednat i o opylova e.

## 5.5. Mecoptera

Z pozorování provád ných na kru–in ol–ové (*Frangula alnus*: Rhamnaceae), je mořné usuzovat, řle srpice druhu *Panorpa cf. meridionalis* (Mecoptera) pat í mezi mořné opylova e této rostliny. Dosp lci tohoto druhu byli, spole n s dal–ími 4 druhy hmyzu, jedinými

náv-t vníky obou zkoumaných populací rostlin. Krom toho srpice *Panorpa cf. meridionalis* byly pozorovány na rostlinách ve t ech r zných dnech na dvou r zných lokalitách, což vyvrací možnost náhodné náv-t vy. Tato rostlina má zelenobílé kv ty tvo ící kv tenství a jako odm nu opylova nabízí pyl a men-í množství nektaru. (Medan, 1994). Vzhledem k tomu, že rostlinu opyluje v t-í množství druh hmyzu, nelze p edpokládat, že tato rostlina je p izp sobena pro opylování srpicemi a navíc srpice tvo íly pouze 1% náv-t v, proto nelze p edpokládat specializaci ani u nich.

## 5.6. Neuroptera

U sí ok ídlých (Neuroptera) je nejpravd podobn j-í opylování dosp lci, kv li jejich lep-í pohyblivostí. Dosp lci tohoto ádu byli pozorováni nap íklad na kv tech rostliny *Gaura villosa* (Onagraceae). Kv ty této rostliny nav-t vovalo dokonce 6 druh sí ok ídlých a množství náv-t v touto skupinou inilo tém tvrtinu z celkového po tu náv-t v kv t . Druh *Scotoleon minusculus* byl druhým nej ast j-ím náv-t vníkem, a v kv tech se flivil nektarem, který je pro tento druh pravd podobn velmi d leflitý, protože dosp lci riskovali p ístání na kv tech i p es hrozící predaci pavouky. Z množství pylu, který byl na odchycených jedincích ádu sí ok ídlí, je z ejmé, že jsou opylova i tohoto druhu rostliny. Sí ok ídlí totiž p ená-eli více než polovinu z množství pylu, který byl na odchyceném hmyzu. Nejvíce pylu bylo na jedincích druhu *S. minusculus*, proto je tento druh pravd podobn majoritním opylova em u této rostliny. Dal-ím zástupcem nalezeným na této rostlin byl dravý druh *Vella fallax*, který se zde pravd podobn flivil m rami, ale také na n m byla nalezena pylová zrna a dokonce byl i v kontaktu s n lkou. Tento jedinec byl ov-em jediným zástupcem svého druhu pozorovaným v kv tech, proto je jeho efektivita jako opylova e velmi diskutabilní. Dal-í druhy sí ok ídlých, které nav-tívily rostlinu *G. villosa* a byl na nich nalezen pyl, byly *Brachynemurus hubbardi* a *Paranthaclisis hageni*, tyto druhy v-ak nep ená-ely takové množství pylu jako *S. minusculus*. P i sledování rostliny druhu *G. coccinea* nebyli sí ok ídlí nalezeni, ale auto i udávají, že neprovád li pozorování mezi p lnocí a svítáním, proto nemuseli n které opylova e pozorovat (Clinebell et al., 2004).

Dal-í záznam o možném opylování blíže neur eným zástupcem ádu Neuroptera pochází z Nového Zélandu, kde byla provád na pozorování na n kolika druzích p vodních rostlin. Zástupci tohoto ádu byli pozorováni na rostlin *Sophora microphylla*, na pozorovaných jedincích byl i pyl této rostliny (Anderson, 2003).

Dravý druhu *Climaciella brunnea* var. *instabilis* (Neuroptera) zeledi pakudlankovití (Mantispidae), který sedí v kv tech a íhá tam na ko ist, byl pozorován, jak loví na spodní

stran list a květ rostlin, například rodu *Asclepias* (Apocynaceae). Boyden (1983) také pozoroval, jak tento druh sají nektar z květ rostlin, na kterých žil na kořist. Také odchytil několik jedinců *C. brunnea* a našel na nich pyl rostliny *A. syriaca*, na které se i flvil nektarem.

### 5.7. Orthoptera

Prvním a doposud jediným spolehlivě doloženým opylovačem je z rovnokřídlých (Orthoptera) druh *Glomeremus orchidophilus*, patří do podřádu kobylky (Ensifera) a fljí na ostrov Réunion. Opylovanou rostlinou je *Angraecum cadetii*, která je zeledi Orchideaceae, jak ostatně napovídá druhové jméno jejího opylovače. *G. orchidophilus* se flví na opylované rostlině nektarem, také nebylo pozorováno ni ení pra-ník i celých květ tímto druhem, na druhou stranu byl pozorován přenos pylu. Reprodukční úspěch rostliny se na Réunionu zdá být závislý na opylování druhem *G. orchidophilus*. Na druhou stranu *G. orchidophilus* není potravně závislý na orchideji *A. cadetii*, protože fludky nalezených zvířat obsahovaly semena, pyl, ale i části flivořich. Orchidej *A. cadetii* se vyskytuje na ostrovech Réunion a Mauricius, zatímco *G. orchidophilus* se vyskytuje pouze na Réunionu, proto vznikla domněnka, fl na Mauriciu by mohl být opylovačem druh *G. paraorchidophilus*. Tento předpoklad se zatím nepodařilo potvrdit (Hugel et al., 2010). Orchideje *A. cadetii* a *A. leonis* (opylována mrami) produkují v ní předeve-ím v noci, zatímco ptáky opylované druhy *A. striatum* a *A. bracteosum* v ní neprodukují vbec. Zdá se, fl rostlina je přizpůsobena na opylování tímto hmyzem. Nektaria jsou uložená v květu tak, aby došlo ke kontaktu hlavy s pylem, který je v brylkách. Tato rostlina má v této úspěšnost opylení nelpřibuzné druhy opylované ptáky. *G. orchidophilus* se ke květu dostává bu vyplháním po rostlině, nebo skokem z okolní vegetace (Micheneau et al., 2010).

### 5.8. Psocoptera

Pisivky jsou v květech je-t vzácně a nelpřichvostoskoci, Barriault et al. (2010) pozorovali v květu *Arisaema triphyllum* pouze jedinou. Mohlo by se pravděpodobně jednat o opylovače, ale v práci Walkera et al. (2011) nejsou rozlišení drobní členovci podle skupin, ale jejich vliv na opylování je brán jako od jedné skupiny. Tito členovci, velikostně pod 3mm byli minoritními opylovači cibule kuchyňské.

## 5.9. Thysanoptera

T ěsnok ědlě pat ě mezi v bec nej ast j-ě opylova e z minoritněch skupin hmyzu. Opylověně těmto ědem bylo prokězěno u n kterěch druh Ń rostlin z eledě Amaryllidaceae (Walker et al., 2011), Annonaceae (Momose et al., 1998a; Webber & Gottsberger, 1996), Araceae (Rust, 1980), Dioscoreaceae (Mizuki et al., 2005; Segnou et al., 1992), Dipterocarpaceae (Sakai et al., 1999), Ericaceae (Garcia-Fayos & Goldarazena, 2008; Hagerup & Hagerup, 1953), Euphorbiaceae (Fiala et al., 2011; Moog et al., 2002), Fabaceae (Annadurai & Velayudhan, 1986), Chloranthaceae (Luo & Li, 1999), Lauraceae (Danieli-Silva & Varassin, 2013), Lecythidaceae (Frame & Durou, 2001), Meliaceae (Howard et al., 1995), Monimiaceae (Williams et al., 2001), Moraceae (Sakai, 2001; Zerega et al., 2004), Moringaceae (Bhattacharya & Mandal, 2004), Myristicaceae (Momose et al., 1998b; Sharma & Shivanna, 2011), Myrtaceae (Boulter et al., 2005), Primulaceae (Schwartz-Tzachor et al., 2006), Ranunculaceae, Rosaceae (Baker & Cruden, 1991), Sapindaceae (Tal, 2009), Solanaceae (Velayudhan & Annadurai, 1986), Thymelaeaceae (Cornara et al., 2005), Winteraceae (Pellmyr et al., 1990) a Zamiaceae (Mound & Terry, 2001; Terry, 2001). T ěsnok ědlě jsou tedy pom rn ě astěmi opylova i, a hrajě roli jak majoritněch (Danieli-Silva & Varassin, 2013; Mound & Terry, 2001; Sakai, 2001), tak i minoritněmi opylova ě (Boulter et al., 2005; Sakai et al., 1999).

Na druhou stranu je opylověně t ěsnok ědlěmi pravd podobn ě limitověno pohyblivostě jedinc Ń. Z pokus Ń na t ěsn nce zěpadně (*Frankliniella occidentalis*), je zněmo, jakě disperze je tento druh schopně. Věsledky t chto pokus Ń dokazujě, Ńe lěpe se tento druh ě-ě na krětkě vzdělenosti (Rhains et al., 2005). Z toho lze usuzovat, Ńe t ěsnok ědlě jsou efektivněmi opylova i rostlin rostoucěch nahlou en , zatěmco u druh Ń s velkou vzdělenostěi mezi jedinci jsou efektivně měn . Takě se zdě, Ńe jedinci osidlujě nejbliŃ-ě mofnou rostlinu (Rhains & Shipp, 2004). Tomu ale odporujě vězkumy Mooga et al. (2002), kte ě nachězeli pyl i na pom rn ě vzděleněch rostliněch. McLeish et al. (2003) uděvajě schopnost disperze u herbivorněho druhu *Oncothrips tepperi* i na věce neŃ 100 m. Pokud byly rostliny nahlou eně, bylo opyleně Ńsp -n j-ě (Sakai, 2001), ale se vzr stajěcěi vzdělenostěi rostlin klesala ětnost opyleně (Momose et al., 1998a). Jak se budou t ěsnok ědlě schopni ě-ě it a opylovat zěleŃě pravd podobn ě jak na druhu t ěsnok ědlěch, tak i na lokělněch podměnkěch. T ěsnok ědlě takě hrajě roli opylova ě p i samoopyleně rostlin (Baker & Cruden, 1991), kdy není nutně opu-t ěně kv tu a tuděŃ rostlina není zěvislě na jejich pohyblivosti.

Rostliny opylovaně t ěsnok ědlěmi ěasto voně (Frame & Durou, 2001; Momose et al., 1998b; Mound & Terry, 2001; Pellmyr et al., 1990; Webber & Gottsberger, 1996), jejich kv ty

mohou být –patn p ístupné (Frame & Durou, 2001; Momose et al., 1998a). Zbarvení kv t m fle být bílé (Frame & Durou, 2001; Pellmyr et al., 1990), zelenavé (Danieli-Silva & Varassin, 2013; Webber & Gottsberger, 1996) ale také r flovo fialové (Schwartz-Tzachor et al., 2006). Opylování t ásnok ídlými je mořné, do jisté míry, predikovat t mito kv tními charakteristikami. Takto predikovali Momose et al. (1998a) opylova e u rostliny *Popowia pisocarpa*. Protofle jsou kv ty této rostliny –patn p ístupné, m fle se pouze malý hmyz dostat do jejich kv t . Také pyl této rostliny je men–í neř u ostatních Asijských zástupc eledi Annonaceae, které nejsou opylovány t ásnok ídlými. Podle osobní zku–enosti autor je také v n *P. pisocarpa* a –vábem opylovaného druhu *Uvaria elmeri* odli–ná od ostatních zástupc eledi Annonaceae, ale n které druhy z oblasti Sarawak, opylované brouky, mají v ni podobnou. U této rostliny se v kv tech vyskytují 4 druhy t ásnok ídlých, jsou to druhy *Thrips brevistylus*, *T. florum*, *T. cf. pectiniprivus* a jeden blíře neur ený druh rodu *Thrips*. Podobné charakteristiky jako *P. pisocarpa* má i rostlina *Napoleonaea vogelii* (Lecythidaceae), která je opylována ale pouze jediným druhem t ásnok ídlých a to druhem *Ceratothripoides brunneus*. Úsp –nost opylení této rostliny není p ři– velká. Kv ty této rostliny jsou velké, –patn p ístupné bílé a voní (Frame & Durou, 2001).

Jeden z nejzajímav j–ích p ípad opylování t ásnok ídlými pochází z Austrálie, kde je tímto ádem opylována nahosemenná rostlina eledi Zamiaceae. Jedná se o rostlinu *Macrozamia mcdonnellii*, na které řijí larvy a dosp lci t ásn nky druhu *Cycadothrips albrechti*. Tyto t ásn nky se na sam ích –i–ticích rostliny řiví pylem, také jejich vývoj probíhal v sam ích –i–ticích. Dosp lci *C. albrechti* odlétali ze sam ích –i–tic ve velkých rojích, v n kolika r zn velkých vlnách. B hem pokusu p ířál pouze jeden roj *C. albrechti* na sami í –i–tici, ale také to byla jediná sami í –i–tice, která von la podobn jako sam í –i–tice, z toho auto i usuzují, fle dal–í sami í –i–tice byly pravd podobn jřl oplozeny. Oba druhy na sob jsou v centrální Austrálii závislé (Mound & Terry, 2001). Jiný australský druh z rodu *Macrozamia* a to *M. communis* je opylován jedním druhem brouka a jedním druhem t ásnok ídlých. Opylova em z ádu t ásnok ídlí je zde druh *Cycadothrips chadwicki*. Tento druh se na sam ích –i–ticích i rozmnořuje a řiví se zde pylem. Na jiných rostlinách se vyskytovali samostatní jedinci *C. chadwicki* a to pouze výjime n . Proto je pravd podobné, fle tento druh t ásnok ídlých ve zkoumané lokalit řije pouze na druhu *M. communis* (Terry, 2001).

Jiným p ípadem je opylování rostliny *Dioscorea japonica* na Japonském ostrov Kjóto, kde je opylována druhem *Ernothrips lobatus*. V t–í specializaci obou druh totif nelze p edpokládat, protofle areály jejich výskytu nejsou shodné na celém území. Navíc nebyly nalezeny larvy

t ásnok ídlých v kv tech této rostliny, proto je p edpoklad, že se vyvíjejí na jiném druhu rostlin (Mizuki et al., 2005).

T ásnok ídlí mohou být pom rn efektivními opylova i. Nej ast j-ími náv-t v níky rostliny *Castilla elastica* (Moraceae) byli dva druhy t ásnok ídlých a to *Frankliniella diversa* a *F. insularis*, oba druhy se vyskytovaly na sam ích i sami ích kv tenstvích. Na kv tenstvích se vyskytovalo víc samic neřl samc t ásnok ídlých. Ti se na sam ích kv tenstvích řivili pylem, také se zde pravd podobn rozmnořovali. Vzhledem k tomu, že nebyl rozpoznán řládný dal-í moflný opylova a vzhledem k provád ěným pokus m se zdá, že t ásnok ídlí hrají u tohoto druhu majoritní roli b hem opylování. Pravd podobn díky vysoké hustot rostlin bylo opylování na zkoumané lokalit v Panam úsp -né (Sakai, 2001). Podobný p ípad úsp -nosti opylování t ásnok ídlými je znám z Brazílie, kde byla zkoumána chrán ěná rostlina druhu *Ocotea porosa* (Lauraceae). Jediným pozorovaným náv-t v níkem kv t je druh *Frankliniella gardeniae* (Thysanoptera), který se na této rostlin krmí pylem. Obvykle se druh *F. gardeniae* po nakrmení v jednom kv tu p esunul do jiného, asto ve stejném kv tenství. Podle po tu plod je ale z ejmé, že *F. gardeniae* je efektivním a ve zkoumané lokalit je i jediným opylova em (Danieli-Silva & Varassin, 2013).

Mezi rostlinami eledi Fabaceae a t ásnok ídlými byla pozorována synchronicita mezi obdobím kvetení a řivotním cyklem t ásnok ídlých. T ásnok ídlí byli v tomto p ípad také opylova i t chto rostlin. Úsp -nost opylení samotnými t ásnok ídlými byla o n co niř-í neřl úsp -nost za obvyklých podmínek (bez vylou ění dal-ích moflných opylova ). Z toho se dá vyvozovat, že nejsou pro rostliny jedinými opylova i (Annadurai & Velayudhan, 1986).

Zajímavý p ípad je opylování rostlin *Arisaema triphyllum* (Araceae), u které udává Rust (1980), že je opylována druhem *Heterothrips arisaemae*. Z práce Barrialta et al. (2010) pro zm nu vyplývá, že opylova i této rostliny jsou n kte í dvouk ídlí. V této práci byl druh *H. arisaemae* sice také pozorován, ale na kv tenstvích byl pom rn vzácný. 60% kv tenství pozorovaných b hem této práce nebylo nav-tívono v bec řládným druhem hmyzu.

#### 5.10. Trichoptera

Podobná situace jako u -kvor je i u chrostík , u nichřl zatím není opylování taktěřl prokazatelné. Je známo, že chrostíci p ená-ějí na svých t lech pyl rostlin rodu narcis (*Narcissus*). Nebylo u nich sice opylování prokázáno, ale vzhledem k tomu, že byli odchyceni dosp lci s pylem na jejich t lech i mimo kv ty narcis , není moflné vylou it, že by v tomto p ípad mohli chrostíci slouřit jako opylova i. Narcis druhu *N. marvieri* byl nav-t ován v Maroku jedním druhem chrostíka a narcis *N. cuatrecasasi* byl nav-t ován ve Třman lsku



jiným chrostíkem. Ani jeden z obou druhů chrostíků nebyl blíže určen (Perez-Barrales et al., 2006). Podle toho, že na chrostících byl nalezen pyl i mimo květy se domnívám, že se jedná o opylování těchto rostlin. Další záznam o navštívení květu a květenství chrostíky pochází ze Švédska, kde byli chrostíci pozorováni na rostlinách zeledníkovité (Apiaceae). Tento chrostík, druhu *Tinodes waeneri*, se na květenstvích živil nektarem (Petersson & Hasselrot, 1994). Na tomto chrostíkovi byly zkoumány rozmnožovací strategie, nikoli, zda je tento druh opylovačem. proto nelze vyloučit možnost, že by tento druh mohl být také opylovačem rostlin, na kterých se živí.

## 6. Diskuse

Z dosud známých informací je jisté, že opylovači jsou zastoupeni nejen ve 4 majoritních řádech, ale i v minoritních řádech hmyzu. Nejbohatšími opylovači z minoritních hmyzích skupin jsou zástupci řádu tásnoků idlí. Nezdá se však, že by tyto opylovači disponovali nějakými, ani zdánlivými, morfologickými adaptacemi pro opylení, jako tomu bylo u jejich fosilních příbuzných, kteří měli na zadečku chlupy, na nichž se zachytával pyl (Penalver et al., 2012). Tásnok idlí mají asymetrické bodavě savé ústní ústrojí (Gullan & Cranston, 2005). Druhou nejčastěji opylující skupinou jsou polok idlí, tato skupina má také bodavě savé ústní ústrojí (Gullan & Cranston, 2005) a proto může dobírat nektar. Bodavě savé ústní ústrojí může být výhodou oproti kousacímu, protože minoritní řády s kousacím ústním ústrojím jsou v porovnání opylovači za polok idlí. Po adí v dalších opylujících řádech, podle tohoto druhu, je sílok idlí, vábí a rovnok idlí. U dalších řádů není opylování jisté, jde o řády kvoří, chrostíci, chvostoskoci a pisivky. Ostatní minoritní hmyzí řády mají jen minimální interakci s květy rostlin, ale nelze vyloučit, že bude v budoucnu objeven opylovači z některého dalšího řádu hmyzu.

Podle květních charakteristik rostlin, zmínovaných v literatuře, předpokládám, že rostliny opylované minoritními skupinami hmyzu budou mít květy vonící, zabarvené bíle až hnědými, spíše bez červených barviv a budou menší anebo hlubší. Tyto charakteristiky platí především pro tásnok idlé, pro ostatní řády by květy měly být lépe přístupné, zbarvení by mělo být podobné a tyto květy by také měly vonět. Jako odměna bude hmyzu nabízen pyl (především pro tásnok idlé), případně nektar (především pro druhy se sacím ústním ústrojím, jako jsou polok idlí). V některých případech se může jednat o velmi starý mutualistický vztah (především tásnok idlí (Penalver et al., 2012)), ale také může jít o nově vzniklý vztah mezi rostlinou a hmyzem. Nově vzniklé opylování lze předpokládat spíše na ostrovech, i extrémních stanovištích. Dále mohou minoritní skupiny hmyzu hrát roli minoritních opylovačů na rostlinách, které mají široké spektrum opylovačů, a tudíž nejsou specializované. U fládného hmyzu z minoritních řádů u recentních zástupců nebyla prokázána tak silná adaptace pro opylování, jako mají například mnozí blanok idlí. Určitá příspůbení mohla vzniknout spíše u rostlin a to především na ostrovech a extrémních stanovištích, kde může být nedostatek obvyklých opylovačů. Například na ostrov Réunion se pravděpodobně rostlina *Angraecum cadetii* příspůbenila opylování rovnok idlími druhu *Glomeremus orchidophilus*. Tato rostlina, na rozdíl od nejbližších příbuzných druhů (opylovány ptáky), voní, aby lákala

opylování (Micheneau et al., 2010), stejně jako méně početné druhy, které jsou opylovány mramrem.

U minoritních druhů hmyzu lze předpokládat opylování spíše u dospělých, kteří jsou díky letu pohyblivější, toto platí například pro tlesáky, ale i síkálky a chrostíky. Pohyblivost tlesáků a jejich schopnost opylovat byla zkoumána v několika studiích (Rhainds & Shipp, 2004; Rhainds et al., 2005), podle kterých nejsou ani dospělci příliš pohybliví. Z pozorování ve volné přírodě (McLeish et al., 2003; Moog et al., 2002) se zase tlesáky jeví jako celkem pohybliví. Z ostatních druhů hmyzu opylují i nelétavé druhy jako je *Glomeremus orchidophilus* (Hugel et al., 2010) i nymfy, například u váby *Amazonina platystylata* (Vlasakova et al., 2008), jedinci tohoto druhu jsou ovšem velmi pohybliví.

Opylování u těchto minoritních druhů je v mnoha případech známé až z poledních let, jako je tomu například u opylování rovnokrápnými (Micheneau et al., 2010), nebo vábami (Nagamitsu & Inoue, 1997). U některých druhů doposud nebylo prokazatelně doloženo, jako je tomu například u kvorů a chrostků. Mnohé druhy nebyly zkoumány (i spíše brány v potaz) při zjišťování opylování včel, nebo jen minimálně jako je tomu u písníků a chvostoků. Lze tedy předpokládat, že mnoho druhů opylováno z minoritních hmyzích skupin je čeká na své objevení. Tuto domněnku také lze podložit množstvím článků, v roce 1983 vyšlo review (Kevan & Baker) o opylovačích, ve kterém je 26 citací o minoritních hmyzích skupinách, zatímco jen v samotné kapitole o tlesáky cituji přes 30 zdrojů a celkem jich používám v kapitole opylovačů přes 50, viz také Tabulka 1. Jelikož došlo v posledních letech k obrovskému nárůstu prací o opylování, v nichž jsou zmíněny minoritní skupiny hmyzu, lze si položit otázku, proč nebyly tyto skupiny objeveny dříve? Jednou z příčin mohlo být neúmyslné přehlížení zástupců těchto druhů, kteří mohli být považováni za parazity rostlin, nebo predátory, kteří jsou na květech jen omylem (obě situace mohou nastat například u polokrápných, kteří jsou známí predátoři i rostlinní parazité) a nikoliv za opylovače. U skupin, které opylují rostliny, známe poměrně často pouze názvy vyšších taxonomických jednotek než je druh (často jsou zmíněny pouze druhy). Tato nevýhoda je pravděpodobně způsobena tím, že výzkum opylovačů provádějí v první řadě primárně botanicky zaměření výzkumníci, pro něž je identifikace hmyzu obtížná, ne-li nemožná. Intenzivnější spolupráce mezi botaniky a entomologií se zdá do budoucna nevyhnutelná.

Jedním z problémů se kterými jsem se potýkal, bylo malé množství uvedených informací, například v díle *The biotic associations of cockroaches* (Roth & Willis, 1960), je mnoho různých druhů váb, kteří byli na mnoha rostlinách. Bohužel velmi často byly informace zjednodušeny jen na druh váby a druh rostliny, na které byl. Takto strohou informací pak

samozejm není možné pouflít, pokud nás zajímá přesný vztah hmyzu s květy rostlin. Dalším problémem je, že poměrně běžné jevy nejsou příliš publikovány a pokud publikovány jsou, jedná se o velmi staré články. Takto jsem našel článek o kudlance rodu *Hymenopus* z roku 1902 (Shelford), ale novější článek o chování této kudlanky jsem jifi nenalezl.

Vzhledem k obsáhlosti tohoto tématu si jsem vědom toho, že mnoho opylovačů z minoritních skupin hmyzu mohlo uniknout mé pozornosti a proto nejsou v práci zmíněni, pravděpodobně budou také v dohledné době také objeveni noví opylovači z minoritních řádů hmyzu, proto jejich výčet nemůže být nikdy úplný.

## 7. Závěr

Jak vyplývá z informací z vdeckých článků, jsou opylovači i v dalších ádech hmyzu, nejen v ádech brouci, blanok ídlí, dvouk ídlí a motýli. Nejmá jím opylovači z minoritních ád hmyzu jsou bezesporu tásnky, které jsou velmi ásto zmi ovány nejen jako opylovači, ale také jako náv-t vníci kv t i herbivoři. U dalších ád hmyzu je opylovači výrazn mén neví je tomu u tásnok ídlých. Právd podobn druhým nej má ji opylujícím ádem jsou polok ídlí, ale podobn s mnofstvím opylujících druh jsou na tom také sí ok ídlí a -vábi. Prokazateln bylo opylování doloeno je-t u ádu rovnok ídlí, u kterých je doposud znám pouze jediný opylující druh.

U ád chrostíci a -kvoři je opylování velmi právd podobné, nebylo ov-em p esv d iv doloeno. Existují i ády, které byly v kv tech pozorovány, a právd podobn by jejich zástupci mohli být opylovači, bohufel jim ásto není v nována pozornost. Jedná se p edev-ím o ád chvostokoci, na kterých byl nalezen pyl, ale také o ád pisivky, které byly v kv tech nalézány také. P ehled opylujících druh je v p íloze (Tabulka 1), také jsou v této p íloze zmín ny druhy, u kterých je mófnost, že jsou opylovači, ale jejich úloha není momentáln úpln z ejmá.

Dal-í vztahy jako je palynivorie a nektarivorie jsou u minoritních ád také pom rn b fné, ale rozhodn se nejedná o dominantní potravní strategii t chto ád . Pom rn zajímavou informací je nektarivorie u ádu váflky (De Siqueira et al., 2008), u kterých bych tuto potravní strategii neo ekával.

Vzhledem k tomu že nejaktuáln j-í citované články jsou z leto-ního roku, lze tedy p edpokládat, že informací nejen o minoritních skupinách hmyzu jako opylova ích a opylova ích celkov , bude i nadále p íbývat.

## 8. Literatura

- Afonin SA (2000) Pollen grains of the genus *Cladaitina* extracted from the gut of the Early Permian insect *Tillyardemia* (Grylloblattida). *Paleontologicheskii Zhurnal*: 105-109.\*
- Anderson AB, Overal WL & Henderson A (1988) POLLINATION ECOLOGY OF A FOREST-DOMINANT PALM (*ORBIGNYA-PHALERATA* MART) IN NORTHERN BRAZIL. *Biotropica* 20: 192-205. doi:10.2307/2388234.
- Anderson SH (2003) The relative importance of birds and insects as pollinators of the New Zealand flora. *New Zealand Journal of Ecology* 27: 83-94.
- Annadurai RS & Velayudhan R (1986) POLLINATION POTENTIAL OF THRIPS (INSECTA, THYSANOPTERA) IN SOME FABACEOUS PLANTS. *Proceedings of the Indian Academy of Sciences-Animal Sciences* 95: 745-750.
- Baker JD & Cruden RW (1991) THRIPS-MEDIATED SELF-POLLINATION OF 2 FACULTATIVELY XENOGAMOUS WETLAND SPECIES. *American Journal of Botany* 78: 959-963. doi:10.2307/2445174.
- Ball ED, Tinkham ER, Flock R & Vorhies CT (1942) *The Grasshoppers and Other Orthoptera of Arizona*.
- Barbola ID, Laroca S, de Almeida MC & do Nascimento EA (2006) Floral biology of *Stachytarpheta maximiliani* Scham. (Verbenaceae) and its floral visitors. *Revista Brasileira De Entomologia* 50: 498-504.
- Barriault I, Barabe D, Cloutier L & Gibernau M (2010) Pollination ecology and reproductive success in Jack-in-the-pulpit (*Arisaema triphyllum*) in Quebec (Canada). *Plant Biology* 12: 161-171. doi:10.1111/j.1438-8677.2009.00192.x.
- Beckman N & Hurd LE (2003) Pollen feeding and fitness in praying mantids: The vegetarian side of a tritrophic predator. *Environmental Entomology* 32: 881-885.
- Bhattacharya A & Mandal S (2004) Pollination, pollen germination and stigma receptivity in *Moringa oleifera* Lamk. *Grana* 43: 48-56. doi:10.1080/00173130310016211.
- Boulter SL, Kitching RL, Howlett BG & Goodall K (2005) Any which way will do - the pollination biology of a northern Australian rainforest canopy tree (*Syzygium sayeri*; Myrtaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 149: 69-84. doi:10.1111/j.1095-8339.2005.00430.x.
- Boyden TC (1983) MIMICRY, PREDATION AND POTENTIAL POLLINATION BY THE MANTISPID, *CLIMACIELLA-BRUNNEA* VAR *INSTABILIS* (SAY) (MANTISPIDAE, NEUROPTERA). *Journal of the New York Entomological Society* 91: 508-511.
- Brown M, Downs CT & Johnson SD (2011) Covariation of flower traits and bird pollinator assemblages among populations of *Kniphofia linearifolia* (Asphodelaceae). *Plant Systematics and Evolution* 294: 199-206. doi:10.1007/s00606-011-0443-1.
- Carrington ME, Gottfried TD & Mullahey JJ (2003) Pollination Biology of Saw Palmeto (*Serenoa repens*) in Southwestern Florida. *PALMS* 47: 95-103.
- Christianini AV, Forzza RC & Buzato S (2013) Divergence on floral traits and vertebrate pollinators of two endemic *Encholirium* bromeliads. *Plant Biology* 15: 360-368. doi:10.1111/j.1438-8677.2012.00649.x.
- Clinebell RR, Crowe A, Gregory DP & Hoch PC (2004) Pollination ecology of *Gaura* and *Calylophus* (Onagraceae, Tribe Onagreae) in western Texas, USA. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 91: 369-400.
- Consiglio TK & Bourne GR (2001) Pollination and breeding system of a neotropical palm *Astrocaryum vulgare* in Guyana: a test of the predictability of syndromes. *Journal of Tropical Ecology* 17: 577-592.
- Cornara L, Borghesi B, Caporali E, Casazza G, Roccotiello E, Troiano G & Minuto L (2005) Floral features and reproductive ecology in *Thymelaea hirsuta* (L.) Endl. *Plant Systematics and Evolution* 250: 157-172. doi:10.1007/s00606-004-0236-x.
- Crome FHJ & Irvine AK (1986) 2 BOB EACH WAY - THE POLLINATION AND BREEDING SYSTEM OF THE AUSTRALIAN RAIN-FOREST TREE *SYZYGIUM-CORMIFLORUM* (MYRTACEAE). *Biotropica* 18: 115-125. doi:10.2307/2388754.

- Daly HV, T. DJ & Purcel III AH (1998) Introduction to insect biology and diversity. 2 edn. Oxford University Press.
- Danieli-Silva A & Varassin IG (2013) Breeding system and thrips (Thysanoptera) pollination in the endangered tree *Ocotea porosa* (Lauraceae): implications for conservation, Vol. 28: Plant species biology (ed., pp. 31-40).
- De Borbon CM (2008) *Desertathrips chuquiraga* gen. et sp. n. (Thysanoptera, Thripidae) from Argentina. *Zootaxa*: 25-34.
- De Siqueira KMM, Kiill LHP, Martins CF, Lemos IB, Monteiro SP & Feitoza EDA (2008) Comparative study of pollination of *Mangifera indica* L. in conventional and organic crops in the region of the submedio Sao Francisco valley. *Revista Brasileira De Fruticultura* 30: 303-310.
- Edwards D (1996) New insights into early land ecosystems: A glimpse of a Lilliputian world. *Review of Palaeobotany and Palynology* 90: 159-174. doi:10.1016/0034-6667(95)00081-x.
- Edwards D, Selden PA, Richardson JB & Axe L (1995) COPROLITES AS EVIDENCE FOR PLANT-ANIMAL INTERACTION IN SILURO-DEVONIAN TERRESTRIAL ECOSYSTEMS. *Nature* 377: 329-331. doi:10.1038/377329a0.
- Elberling H & Olesen JM (1999) The structure of a high latitude plant-flower visitor system: the dominance of flies. *Ecography* 22: 314-323. doi:10.1111/j.1600-0587.1999.tb00507.x.
- Ervik F & Feil JP (1997) Reproductive biology of the monoecious understory palm *Prestoea schultzeana* in Amazonian Ecuador. *Biotropica* 29: 309-317. doi:10.1111/j.1744-7429.1997.tb00432.x.
- Fahn A & Shimony C (2001) Nectary structure and ultrastructure of unisexual flowers of *Ecballium elaterium* (L.) a. Rich. (Cucurbitaceae) and their presumptive pollinators. *Annals of Botany* 87: 27-33. doi:10.1006/anbo.2000.1287.
- Fiala B, Meyer U, Hashim R & Maschwitz U (2011) Pollination systems in pioneer trees of the genus *Macaranga* (Euphorbiaceae) in Malaysian rainforests. *Biological Journal of the Linnean Society* 103: 935-953. doi:10.1111/j.1095-8312.2011.01680.x.
- Frame D & Durou S (2001) Morphology and biology of *Napoleonaea vogelii* (Lecythidaceae) flowers in relation to the natural history of insect visitors. *Biotropica* 33: 458-471. doi:10.1111/j.1744-7429.2001.tb00199.x.
- Garcia-Fayos P & Goldarazena A (2008) The role of thrips in pollination of *Arctostaphylos uva-ursi*. *International Journal of Plant Sciences* 169: 776-781. doi:10.1086/588068.
- Grimaldi D (1999) The co-radiations of pollinating insects and angiosperms in the Cretaceous. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 86: 373-406. doi:10.2307/2666181.
- Grimaldi D & Engel MS (2006) *Evolution of the Insects. II.* edn. Cambridge University Press, Hong Kong.
- Grimaldi D, Shmakov A & Fraser N (2004) Mesozoic thrips and early evolution of the order Thysanoptera (insecta). *Journal of Paleontology* 78: 941-952. doi:10.1666/0022-3360(2004)078<0941:mtaeeo>2.0.co;2.
- Grinfeld E (1962) *Origin of Anthophyly in Insects.* Leningrad University, Leningrad, USSR.\*
- Gullan PJ & Cranston PS (2005) *The Insects an outline of entomology.* 3 edn. Blackwell publishing Ltd, United Kingdom.
- Hagerup E & Hagerup O (1953) Thrips Pollination of *Erica Tetralix*. *New Phytologist* 52: 1-7.
- Hebard M (1921) South American Blattidae from the Museum National d'Histoire Naturelle, Paris, France. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 73: 229-232.
- Hinde SL (1902) The Protective Resemblance to Flowers borne by an African Homopterous Insect, *Plata nigrocincta*, Walker. *Trans. Ent. Soc. London*: 695-698.
- Howard FW, Nakahara S & Williams DS (1995) THYSANOPTERA AS APPARENT POLLINATORS OF WEST-INDIES MAHOGANY, *SWIETENIA-MAHAGONI* (MELIACEAE). *Annales Des Sciences Forestieres* 52: 283-286. doi:10.1051/forest:19950308.
- Hugel S, Micheneau C, Fournel J, Warren BH, Gauvin-Bialecki A, Pailler T, Chase MW & Strasberg D (2010) *Glomeremus* species from the Mascarene islands (Orthoptera, Gryllacrididae) with the description of the pollinator of an endemic orchid from the island of Reunion. *Zootaxa*: 58-68.

- Ishida C, Kono M & Sakai S (2009) A new pollination system: brood-site pollination by flower bugs in *Macaranga* (Euphorbiaceae). *Annals of Botany* 103: 39-44. doi:10.1093/aob/mcn212.
- Ivancic A, Rounsard O, Garcia JQ, Lebot V, Pochyla V & Okpul T (2005) Thermogenic flowering of the giant taro (*Alocasia macrorrhizos*, Araceae). *Canadian Journal of Botany-Revue Canadienne De Botanique* 83: 647-655. doi:10.1139/b05-040.
- Jesse LC, Moloney KA & Obrycki JJ (2006) Insect pollinators of the invasive plant, *Rosa multiflora* (Rosaceae), in Iowa, USA. *Weed Biology and Management* 6: 235-240. doi:10.1111/j.1445-6664.2006.00221.x.
- Kato M, Kakutani T, Inoue T & Itino T (1990) Insect-flower Relationship in the Primary Beech Forest of Ashu, Kyoto: An Overview of the Flowering Phenology and the Seasonal Pattern of Insect Visits. *Contributions from the Biological Laboratory* 27: 309-375.
- Kawakita A & Kato M (2002) Floral biology and unique pollination system of root holoparasites *Balanophora kuroiwai*, and *B-tobiracola* (Balanophoraceae). *American Journal of Botany* 89: 1164-1170. doi:10.3732/ajb.89.7.1164.
- Kevan PG & Baker HG (1983) INSECTS AS FLOWER VISITORS AND POLLINATORS. *Annual Review of Entomology* 28: 407-453. doi:10.1146/annurev.en.28.010183.002203.
- Krassilov VA & Rasnitsyn AP (1999) Plant remains from the guts of fossil insects: Evolutionary and palaeoecological inferences: Proceedings of the first Palaeoentomological Conference (ed. by P Vr-anský) Bratislava: AMBA Projects, Moscow, 1998, pp. 65-72.\*
- Krassilov VA, Rasnitsyn AP & Afonin SA (1999) Pollen morphotypes from the intestine of a Permian booklouse. *Review of Palaeobotany and Palynology* 106: 89-96. doi:10.1016/s0034-6667(99)00002-0.
- Krassilov VA, Rasnitsyn AP & Afonin SA (2007) Pollen eaters and pollen morphology: co-evolution through the Permian and Mesozoic. *African Invertebrates* 48(1): 3-11.
- Krassilov VA, Zherikhin VV & Rasnitsyn AP (1997) Classopollis in the guts of Jurassic insects. *Palaeontology* 40: 1095-1101.
- Labandeira CC (1998) Early history of arthropod and vascular plant associations. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* 26: 329-377. doi:10.1146/annurev.earth.26.1.329.
- Labandeira CC, Kvacek J & Mostovski MB (2007) Pollination drops, pollen, and insect pollination of Mesozoic gymnosperms. *Taxon* 56: 663-695.
- Lach L (2008) Argentine ants displace floral arthropods in a biodiversity hotspot. *Diversity and Distributions* 14: 281-290. doi:10.1111/j.1472-4642.2007.00410.x.
- Limburg DD & Rosenheim JA (2001) Extrafloral nectar consumption and its influence on survival and development of an omnivorous predator, larval *Chrysoperla plorabunda* (Neuroptera : Chrysopidae). *Environmental Entomology* 30: 595-604.
- Listabarth C (1996) Pollination of *Bactris* by *Phyllotrox* and *Epurea*. Implications of the palm breeding beetles on pollination at the community level. *Biotropica* 28: 69-81. doi:10.2307/2388772.
- Luo YB & Li ZY (1999) Pollination ecology of *Chloranthus serratus* (Thunb.) Roem. et Schult. and *Ch-fortunei* (A. Gray) Solms-Laub. (Chloranthaceae). *Annals of Botany* 83: 489-499.
- Mawdsley JR & Sithole H (2010) Diversity and abundance of insect visitors to flowers of trees and shrubs in a South African savannah. *African Journal of Ecology* 48: 691-698. doi:10.1111/j.1365-2028.2009.01166.x.
- McLeish MJ, Perry SP, Gruber D & Chapman TW (2003) Dispersal patterns of an Australian gall-forming thrips and its host tree (*Oncothrips tepperi* and *Acacia oswaldii*). *Ecological Entomology* 28: 243-246. doi:10.1046/j.1365-2311.2003.00496.x.
- Medan D (1994) REPRODUCTIVE-BIOLOGY OF *FRANGULA-ALNUS* (RHAMNACEAE) IN SOUTHERN SPAIN. *Plant Systematics and Evolution* 193: 173-186. doi:10.1007/bf00983549.
- Micheneau C, Fournel J, Warren BH, Hugel S, Gauvin-Bialecki A, Pailler T, Strasberg D & Chase MW (2010) Orthoptera, a new order of pollinator. *Annals of Botany* 105: 355-364. doi:10.1093/aob/mcp299.
- Mizuki I, Osawa N & Tsutsumi T (2005) Thrips (Thysanoptera : Thripidae) on the flowers of a dioecious plant, *Dioscorea japonica* (Dioscoreaceae). *Canadian Entomologist* 137: 712-715.



- Momose K, Nagamitsu T & Inoue T (1998a) Thrips cross-pollination of *Popowia pisocarpa* (Annonaceae) in a lowland dipterocarp forest in Sarawak. *Biotropica* 30: 444-448. doi:10.1111/j.1744-7429.1998.tb00078.x.
- Momose K, Yumoto T, Nagamitsu T, Kato M, Nagamasu H, Sakai S, Harrison RD, Itioka T, Hamid AA & Inoue T (1998b) Pollination biology in a lowland dipterocarp forest in Sarawak, Malaysia. I. Characteristics of the plant-pollinator community in a lowland dipterocarp forest. *American Journal of Botany* 85: 1477-1501. doi:10.2307/2446404.
- Moog U, Fiala B, Federle W & Maschwitz U (2002) Thrips pollination of the dioecious ant plant *Macaranga hullettii* (Euphorbiaceae) in Southeast Asia. *American Journal of Botany* 89: 50-59. doi:10.3732/ajb.89.1.50.
- Mound LA & Terry I (2001) Thrips pollination of the central Australian cycad, *Macrozamia macdonnellii* (Cycadales). *International Journal of Plant Sciences* 162: 147-154. doi:10.1086/317899.
- Nagamitsu T & Inoue T (1997) Cockroach pollination and breeding system of *Uvaria elmeri* (Annonaceae) in a lowland mixed-dipterocarp forest in Sarawak. *American Journal of Botany* 84: 208-213. doi:10.2307/2446082.
- Nel P, Penalver E, Azar D, Hodebert G & Nel A (2010) Modern thrips families Thripidae and Phlaeothripidae in Early Cretaceous amber (Insecta: Thysanoptera). *Annales De La Societe Entomologique De France* 46: 154-163.
- Pelikán J (1994) Nej ast j-í termíny v ekologii (10), Vol. 4: fiiva (ed., p. 24.
- Pellmyr O, Thien LB, Bergstrom G & Groth I (1990) POLLINATION OF NEW CALEDONIAN WINTERACEAE - OPPORTUNISTIC SHIFTS OR PARALLEL RADIATION WITH THEIR POLLINATORS. *Plant Systematics and Evolution* 173: 143-157. doi:10.1007/bf00940859.
- Penalver E, Labandeira CC, Barron E, Delclos X, Nel P, Nel A, Tafforeau P & Soriano C (2012) Thrips pollination of Mesozoic gymnosperms. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 109: 8623-8628. doi:10.1073/pnas.1120499109.
- Perez-Barrales R, Vargas P & Arroyo J (2006) New evidence for the Darwinian hypothesis of heterostyly: breeding systems and pollinators in *Narcissus* sect. *Apodanthi*. *New Phytologist* 171: 553-567. doi:10.1111/j.1469-8137.2006.01819.x.
- Perry DR (1978) PARATROPES-BILUNATA (ORTHOPTERA BLATTIDAE) AN OUTCROSSING POLLINATOR IN A NEOTROPICAL WET FOREST CANOPY. *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 80: 656-657.
- Petersson E & Hasselrot AT (1994) MATING AND NECTAR FEEDING IN THE PSYCHOMYIID CADDIS-FLY TINODES-WAENERI. *Aquatic Insects* 16: 177-187. doi:10.1080/01650429409361553.
- Popov A (2002) Autecology and biology of *Nemoptera sinuata olivier* (Neuroptera : Nemopteridae). *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 48: 293-299.
- Portillo N, Alomar O & Wackers F (2012) Nectarivory by the plant-tissue feeding predator *Macrolophus pygmaeus* Rambur (Heteroptera: Miridae): Nutritional redundancy or nutritional benefit? *Journal of Insect Physiology* 58: 397-401. doi:10.1016/j.jinsphys.2011.12.013.
- Punekar SA & Kumaran KPN (2010) Pollen morphology and pollination ecology of *Amorphophallus* species from North Western Ghats and Konkan region of India. *Flora* 205: 326-336. doi:10.1016/j.flora.2009.12.024.
- Qiao X, Shih CK & Ren D (2012) Three new species of aneuretopsychids (Insecta: Mecoptera) from the Jehol Biota, China. *Cretaceous Research* 36: 146-150. doi:10.1016/j.cretres.2012.03.004.
- Rasnitsyn A & Krassilov V (1996) First find of pollen grains in the gut of Permian insects. *PALEONTOLOGICAL JOURNAL C/C OF PALEONTOLOGICHESKII ZHURNAL* 30: 484-490.\*
- Rasnitsyn AP & Krassilov VA (2000) The first documented occurrence of phyllophagy in Pre-Cretaceous insects: Leaf tissues in the gut of the Upper Jurassic insects from southern Kazakhstan. *Paleontologicheskii Zhurnal*: 73-81.\*
- Ratnayake R, Gunatilleke I, Wijesundara DSA & Saunders RMK (2006) Reproductive biology of two sympatric species of *Polyalthia* (Annonaceae) in Sri Lanka. I. Pollination by curculionid beetles. *International Journal of Plant Sciences* 167: 483-493. doi:10.1086/502715.

- Ren D, Labandeira CC & Shih CK (2010) New Mesozoic Mesopsychidae (Mecoptera) from Northeastern China. *Acta Geologica Sinica-English Edition* 84: 720-731.
- Ren D, Shih CK & Labandeira CC (2011) A well-preserved aneuretopsychid from the Jehol Biota of China (Insecta, Mecoptera, Aneuretopsychidae). *Zookeys*: 17-28. doi:10.3897/zookeys.129.1282.
- Rentz DCF & Clyne D (1983) A NEW GENUS AND SPECIES OF POLLEN-FEEDING AND NECTAR-FEEDING KATYDIDS FROM EASTERN AUSTRALIA (ORTHOPTERA, TETTIGONIIDAE, ZAPROCHILINAE). *Journal of the Australian Entomological Society* 22: 155-160.
- Rhains M & Shipp L (2004) Dispersal of adult western flower thrips (Thysanoptera : Thripidae) in greenhouse crops. *Canadian Entomologist* 136: 241-254.
- Rhains M, Shipp L, Woodrow L & Anderson D (2005) Density, dispersal, and feeding impact of western flower thrips (Thysanoptera : Thripidae) on flowering chrysanthemum at different spatial scales. *Ecological Entomology* 30: 96-104. doi:10.1111/j.0307-6946.2005.00663.x.
- Roth LM & Willis ER (1960) The biotic associations of cockroaches. *Smithsonian miscellaneous collections* 141: 1-470.
- Rust RW (1980) POLLEN MOVEMENT AND REPRODUCTION IN ARISAEMA-TRIPHYLLUM. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 107: 539-542. doi:10.2307/2484085.
- Sakai S (2001) Thrips pollination of androdioecious *Castilla elastica* (Moraceae) in a seasonal tropical forest. *American Journal of Botany* 88: 1527-1534. doi:10.2307/3558396.
- Sakai S, Momose K, Yumoto T, Kato M & Inoue T (1999) Beetle pollination of *Shorea parvifolia* (section *Mutica*, Dipterocarpaceae) in a general flowering period in Sarawak, Malaysia. *American Journal of Botany* 86: 62-69. doi:10.2307/2656955.
- Schuster JC (1974) Saltatorial Orthoptera as Common Visitors to Tropical Flowers. *Biotropica* 6: 138-140. doi:10.2307/2989827.
- Schwartz-Tzachor R, Dafni A, Potts SG & Elsikowitch D (2006) An ancient pollinator of a contemporary plant (*Cyclamen persicum*): When pollination syndromes break down. *Flora* 201: 370-373. doi:10.1016/j.flora.2005.07.011.
- Segnou, Fatokun CA, Akoroda MO & Hahn SK (1992) STUDIES ON THE REPRODUCTIVE-BIOLOGY OF WHITE YAM (*DIOSCOREA-ROTUNDATA POIR*). *Euphytica* 64: 197-203. doi:10.1007/bf00046049.
- Sharma MV & Shivanna KR (2011) Pollinators, pollination efficiency and fruiting success in a wild nutmeg, *Myristica dactyloides*. *Journal of Tropical Ecology* 27: 405-412. doi:10.1017/s0266467411000174.
- Shelford R (1902) Observations of some mimetic insects and spiders from Borneo and Singapore. *Proceedings of the Zoological society of London* 2: 230-284.
- Shih CK, Yang XG, Labandeira CC & Ren D (2011) A new long-proboscid genus of Pseudopolycentropodidae (Mecoptera) from the Middle Jurassic of China and its plant-host specializations. *Zookeys*: 281-297. doi:10.3897/zookeys.130.1641.
- Silva FO, Kevan SD, Roque N, Viana BF & Kevan PG (2010) Records on floral biology and visitors of *Jacquemontia montana* (Moric.) Meisn. (Convolvulaceae) in Mucuge, Bahia. *Brazilian Journal of Biology* 70: 671-676. doi:10.1590/s1519-69842010000300027.
- Tal O (2009) *Acer pseudoplatanus* (Sapindaceae): Heterodichogamy and thrips pollination. *Plant Systematics and Evolution* 278: 211-221. doi:10.1007/s00606-008-0141-9.
- Terry I (2001) Thrips and weevils as dual, specialist pollinators of the Australian cycad *Macrozamia communis* (Zamiaceae). *International Journal of Plant Sciences* 162: 1293-1305. doi:10.1086/321929.
- Velayudhan R & Annadurai RS (1986) POLLINATION POTENTIAL OF THRIPS (INSECTA, THYSANOPTERA) IN SOME SOLANACEOUS PLANTS. *Proceedings of the Indian Academy of Sciences-Animal Sciences* 95: 109-116.
- Vlasakova B & Gustafsson MHG (2011) *Clusia blattophila* sp nov (Clusiaceae) from an inselberg in French Guiana. *Nordic Journal of Botany* 29: 178-181. doi:10.1111/j.1756-1051.2011.01061.x.

- Vlasakova B, Kalinova B, Gustafsson MHG & Teichert H (2008) Cockroaches as pollinators of *Clusia* aff. *sellowiana* (Clusiaceae) on inselbergs in French Guiana. *Annals of Botany* 102: 295-304. doi:10.1093/aob/mcn092.
- Walker MK, Howlett BG, Wallace AR, McCallum JA & Teulon DAJ (2011) The diversity and abundance of small arthropods in onion, *Allium cepa*, seed crops, and their potential role in pollination. *Journal of Insect Science* 11.
- Webber AC & Gottsberger G (1996) Floral biology and pollination of *Bocageopsis multiflora* and *Oxandra euneura* in Central Amazonia, with remarks on the evolution of stamens in Annonaceae, Vol. 106: Fedders repertorium (ed., pp. 515-524.
- Whitaker AH (1987) THE ROLES OF LIZARDS IN NEW-ZEALAND PLANT REPRODUCTIVE STRATEGIES. *New Zealand Journal of Botany* 25: 315-328.
- Williams CE (1904) Notes on the life history of *Gongylus gongylodes*, a mantis of the tribe Empusides and a floral simulator. *Transactions of the Entomological Society of London*: 125-138.
- Williams GA, Adam P & Mound LA (2001) Thrips (Thysanoptera) pollination in Australian subtropical rainforests, with particular reference to pollination of *Wilkiea huegeliana* (Monimiaceae). *Journal of Natural History* 35: 1-21. doi:10.1080/002229301447853.
- Yamasaki E & Sakai S (2013) Wind and insect pollination (ambophily) of *Mallotus* spp. (Euphorbiaceae) in tropical and temperate forests. *Australian Journal of Botany* 61: 60-66. doi:10.1071/bt12202.
- Yong TH (2003) Nectar-feeding by a predatory ambush bug (Heteroptera : Phymatidae) that hunts on flowers. *Annals of the Entomological Society of America* 96: 643-651. doi:10.1603/0013-8746(2003)096[0643:nbapab]2.0.co;2.
- Yong TH (2005) Prey capture by a generalist predator on flowering and nonflowering ambush sites: Are inflorescences higher quality hunting sites? *Environmental Entomology* 34: 969-976.
- Zamar MI & de Roman LEN (2012) Thysanoptera (Insecta)-*Vicia faba* (Fabaceae) association in Prepuna and Puna in Jujuy, Argentina. *Revista De Biología Tropical* 60: 119-128.
- Zerega NJC, Mound LA & Weiblen GD (2004) Pollination in the New Guinea endemic *Antiaropsis decipiens* (Moraceae) is mediated by a new species of thrips, *Thrips antiaropsidis* Sp nov (Thysanoptera : Thripidae). *International Journal of Plant Sciences* 165: 1017-1026. doi:10.1086/423869.

\*sekundární citace

## 9. Příloha

**Tabulka 1:** Seznam minoritních skupin hmyzu, které opylují, nebo je u nich opylování velmi pravděpodobné. Kategorie opylování (typ) jsou stanoveny takto: autor článku považuje hmyz za opylovače - ano, pravděpodobně (prav) by mohl opylovat (autor si není jistý, ale na tomhle hmyzu byl pyl, nebo byli v květech), pokud vztah s rostlinou nebyl zkoumán, ale je domněnka (závislost na vzájemnosti s jiným opylovačem), je v kategorii nezkoumáno (nz). V kategorii nejisté, jsou druhy, které byly v květech, ale byly například málo početné, nebo na nich nebyl pozorován pyl. Řády hmyzu jsou seřazeny abecedně, podle vědeckého názvu, jsou v pořadí -vábi - Blattodea (B), chvostoskoci - Collembola (C), -kvoři - Dermaptera (D), polokřídlí - Hemiptera (H), srpice - Mecoptera (M), síťokřídlí - Neuroptera (N), rovnokřídlí - Orthoptera (O), píslivky - Psocoptera (P), tásňokřídlí - Thysanoptera (Th), chrostíci - Trichoptera (Tri).

<b>opylova</b>	<b>typ</b>	<b>ád</b>	<b>opylovaná rostlina</b>	<b>ele</b>	<b>autor</b>
<i>Hemithyrsochera sp.</i>	nejisté	B	<i>Uvaria elmeri</i>	Annonaceae	(Nagamitsu & Inoue, 1997)
<i>ssp.</i>	ano	B	<i>Uvaria elmeri</i>	Annonaceae	(Nagamitsu & Inoue, 1997)
<i>Parathropes bilunata</i>	prav	B	<i>Dendropanax arboreus</i>	Araliaceae	(Perry, 1978)
<i>Margattea satsumana</i>	ano	B	<i>Balanophora tobiracola</i>	Balanophoraceae	(Kawakita & Kato, 2002)
<i>Amazonina platystylata sp.</i>	ano	B	<i>Clusia blattophila</i>	Clusiaceae	(Vlasakova et al., 2008)
<i>sp.</i>	nejisté	B	<i>Syzygium cormiflorum</i>	Myrtaceae	(Crome & Irvine, 1986)
<i>sp.</i>	nejisté	C	<i>Allium cepa</i>	Ammaryllidaceae	(Walker et al., 2011)
<i>Lepidocutus paradoxum</i>	nejisté	C	<i>Arisaema triphyllum</i>	Araceae	(Rust, 1980)
<i>Smithurinus henshawi sp.</i>	nejisté	C	<i>Arisaema triphyllum</i>	Araceae	(Rust, 1980)
<i>Tomocerus elongatus</i>	prav	C	<i>Arisaema triphyllum</i>	Araceae	(Barriault et al., 2010)
<i>Labidura truncata</i>	nejisté	C	<i>Arisaema triphyllum</i>	Araceae	(Rust, 1980)
<i>Aphididae</i>	prav	D	<i>Alocasia macrorrhizos</i>	Araceae	(Ivancic et al., 2005)
<i>sp.</i>	nejisté	H	<i>Allium cepa</i>	Ammaryllidaceae	(Walker et al., 2011)
<i>Geocoridae</i>	prav	H	<i>Arisaema triphyllum</i>	Araceae	(Barriault et al., 2010)
<i>Dysdercus superstitionis</i>	ano	H	<i>Ecballium elaterium</i>	Cucurbitaceae	(Fahn & Shimony, 2001)
<i>black</i>	ano	H	<i>Dioscorea rotundata</i>	Dioscoreaceae	(Segnou et al., 1992)
<i>brown</i>	prav	H	<i>Macaranga trichocarpa</i>	Euphorbiaceae	(Fiala et al., 2011)
<i>Decomioides schnerlai</i>	prav	H	<i>Macaranga heynei</i>	Euphorbiaceae	(Fiala et al., 2011)
<i>green</i>	nejisté	H	<i>Macaranga tanarius</i>	Euphorbiaceae	(Ishida et al., 2009)
<i>Orius atratus sp.</i>	prav	H	<i>Macaranga tanarius</i>	Euphorbiaceae	(Fiala et al., 2011)
<i>sp.</i>	ano	H	<i>Macaranga tanarius</i>	Euphorbiaceae	(Ishida et al., 2009)
<i>sp.</i>	prav	H	<i>Mallotus japonicus</i>	Euphorbiaceae	(Yamasaki & Sakai, 2013)
<i>sp.</i>	prav	H	<i>Mallotus wrayi</i>	Euphorbiaceae	(Yamasaki & Sakai, 2013)
<i>sp. 1</i>	prav	H	<i>Dysoxylum spectabile</i>	Meliaceae	(Anderson, 2003)
<i>sp. 2</i>	prav	H	<i>Stachytarpheta maximiliani</i>	Verbenaceae	(Barbola et al., 2006)
<i>sp. 3</i>	prav	H	<i>Stachytarpheta maximiliani</i>	Verbenaceae	(Barbola et al., 2006)
<i>Panorpa cf. meridionalis</i>	nejisté	H	<i>Stachytarpheta maximiliani</i>	Verbenaceae	(Barbola et al., 2006)
<i>Climaciella brunnea var. instabilis sp.</i>	ano	M	<i>Frangula alnus</i>	Rhamnaceae	(Medan, 1994)
<i>Brachynemurus hubardi</i>	prav	N	<i>Asclepias syraica</i>	Asclepiaceae	(Boyden, 1983)
<i>Chrysopidae sp.</i>	prav	N	<i>Sophora microphylla</i>	Fabaceae	(Anderson, 2003)
<i>Paranthaclisis hageni</i>	prav	N	<i>Gaura villosa villosa</i>	Onagraceae	(Clinebell et al., 2004)
<i>Scotoleon minusculus</i>	prav	N	<i>Gaura v. villosa</i>	Onagraceae	(Clinebell et al., 2004)
<i>Vella fallax</i>	prav	N	<i>Gaura v. villosa</i>	Onagraceae	(Clinebell et al., 2004)
<i>Glomeremus orchidophilus</i>	ano	N	<i>Gaura v. villosa</i>	Onagraceae	(Clinebell et al., 2004)
<i>Glomeremus paraorchidophilus sp.</i>	ano	O	<i>Angraecum cadetii</i>	Orchideaeceae	(Hugel et al., 2010; Micheneau et al., 2010)
<i>sp.</i>	nz	O	<i>Angraecum cadetii</i>	Orchideaeceae	zmi uje (Hugel et al., 2010)
<i>sp.</i>	nejisté	P	<i>Allium cepa</i>	Ammaryllidaceae	(Walker et al., 2011)
<i>sp.</i>	nejisté	Th	<i>Allium cepa</i>	Ammaryllidaceae	(Walker et al., 2011)
<i>sp.</i>	ano	Th	<i>Bocageopsis</i>	Annonaceae	(Webber & Gottsberger,

<i>sp.</i>	nejisté	Th	<i>multiflora</i> <i>Oxandra euneura</i>	Annonaceae	1996) (Webber & Gottsberger, 1996)
<i>Thrips brevistylus</i>	ano	Th	<i>Popowia pisocarpa</i>	Annonaceae	(Momose et al., 1998a)
<i>Thrips cf. pectiniprivus</i>	ano	Th	<i>Popowia pisocarpa</i>	Annonaceae	(Momose et al., 1998a)
<i>Thrips florum</i>	ano	Th	<i>Popowia pisocarpa</i>	Annonaceae	(Momose et al., 1998a)
<i>Thrips sp.</i>	ano	Th	<i>Popowia pisocarpa</i>	Annonaceae	(Momose et al., 1998a)
<i>Heterothrips arisaemae</i>	ano	Th	<i>Arisaema triphyllum</i>	Araceae	(Rust, 1980)
<i>Limnophilus sp.</i>	nejisté	Th	<i>Diapensia laponica</i>	Diapensiaaceae	(Elberling & Olesen, 1999)
<i>Ernothrips lobatus</i>	ano	Th	<i>Dioscorea japonica</i>	Dioscoreaceae	(Mizuki et al., 2005)
<i>Haplothrips gowdeyi</i>	ano	Th	<i>Dioscorea japonica</i>	Dioscoreaceae	(Mizuki et al., 2005)
<i>Larothrips dentipes</i>	ano	Th	<i>Dioscorea rotundata</i>	Dioscoreaceae	(Segnou et al., 1992)
<i>Scirtothrips dorsalis</i>	nejisté	Th	<i>Dioscorea japonica</i>	Dioscoreaceae	(Mizuki et al., 2005)
<i>Thrips corolatus</i>	ano	Th	<i>Dioscorea japonica</i>	Dioscoreaceae	(Mizuki et al., 2005)
<i>Thrips hawaiiensis</i>	ano	Th	<i>Dioscorea japonica</i>	Dioscoreaceae	(Mizuki et al., 2005)
<i>Thrips corolatus</i>	ano	Th	<i>Shorea parviflora</i>	Dipterocarpaceae	(Sakai et al., 1999)
<i>Thrips hawaiiensis</i>	nejisté	Th	<i>Shorea parviflora</i>	Dipterocarpaceae	(Sakai et al., 1999)
<i>Cetathrips ericaceae</i>	ano	Th	<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	Ericaceae	(Garcia-Fayos & Goldarazena, 2008)
<i>Frankliniella intosa</i>	ano	Th	<i>Erica tetralix</i>	Ericaceae	(Hagerup & Hagerup, 1953)
<i>Haplothrips setiger</i>	prav	Th	<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	Ericaceae	(Garcia-Fayos & Goldarazena, 2008)
<i>Limnophilus sp.</i>	nejisté	Th	<i>Rhododendron lapponicum</i>	Ericaceae	(Elberling & Olesen, 1999)
<i>Orothrips priesneri</i>	nejisté	Th	<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	Ericaceae	(Garcia-Fayos & Goldarazena, 2008)
<i>Taeniothrips ericae</i>	ano	Th	<i>Erica tetralix</i>	Ericaceae	(Hagerup & Hagerup, 1953)
<i>Dolichothrips sp. 1</i>	ano	Th	<i>Macaranga motleyana</i> , <i>M. beccariana</i> , <i>M. hypoleuca</i> , <i>M. pachyphylla</i> , <i>M. conifera</i> , <i>M. diepenhorstii</i> , <i>M. winkleri</i> , <i>M. angulata</i> , <i>M. hulletii</i> , <i>M. depressa</i> , <i>M. triloba</i> , <i>M. indisticta</i> , <i>M. trachyphylla</i> , <i>M. glandibracteolata</i> , <i>M. bancana</i> , <i>M. petanostylata</i>	Euphorbiaceae	(Fiala et al., 2011)
<i>Dolichothrips sp. 2</i>	ano	Th	<i>Macaranga hoisei</i> , <i>M. pearsonii</i> , <i>M. pruinosa</i> , <i>M. gigantea</i> , <i>M. heynei</i>	Euphorbiaceae	(Fiala et al., 2011)
<i>Dolichothrips ssp.</i>	ano	Th	<i>Macaranga tanarius</i> , <i>M. trichocarpa</i>	Euphorbiaceae	(Fiala et al., 2011)
<i>Neoheegeria sp.</i>	ano	Th	<i>Macaranga hulletii</i>	Euphorbiaceae	(Moog et al., 2002)
Thripidae	ano	Th	<i>Macaranga griffithiana</i>	Euphorbiaceae	(Fiala et al., 2011)
<i>Thrips sp.</i>	nejisté	Th	<i>Macaranga hulletii</i>	Euphorbiaceae	(Moog et al., 2002)

<i>Frankliniella schultzei</i>	ano	Th	<i>Arachis hypogaeae</i> , <i>Phaseolus mungo</i> , <i>P. vulgaris</i> , <i>Vigna catjang</i> , <i>Cajanus cajan</i> , <i>Tephrosina purpurea</i> , <i>Sesbania aegyptiaca</i> , <i>Pongamia glabra</i> , <i>Crotalaria sp.</i>	Fabaceae	(Annadurai & Velayudhan, 1986)
<i>Megalurothrips distalis</i>	ano	Th	<i>Arachis hypogaeae</i> , <i>Phaseolus mungo</i> , <i>P. vulgaris</i> , <i>Vigna catjang</i> , <i>Cajanus cajan</i> , <i>Tephrosina purpurea</i> , <i>Sesbania aegyptiaca</i> , <i>Pongamia glabra</i> , <i>Crotalaria sp.</i>	Fabaceae	(Annadurai & Velayudhan, 1986)
<i>sp.</i>	nejisté	Th	<i>Astragalus alpinus</i>	Galegeae	(Elberling & Olesen, 1999)
<i>Haplothrips sp.</i>	ano	Th	<i>Chloranthus fortunei</i> , <i>Ch. serratus</i>	Chloranthaceae	(Luo & Li, 1999)
<i>Thaeniothrips eucaharii</i>	ano	Th	<i>Chloranthus fortunei</i>	Chloranthaceae	(Luo & Li, 1999)
<i>Thaeniothrips eucaharii</i>	prav	Th	<i>Chloranthus serratus</i>	Chloranthaceae	(Luo & Li, 1999)
<i>Frankliniella gardeniae</i>	ano	Th	<i>Ocotea porosa</i>	Lauraceae	(Danieli-Silva & Varassin, 2013)
<i>Ceratothripoides brunneus</i>	ano	Th	<i>Napoleonaea vogelii</i>	Lecythidaceae	(Frame & Durou, 2001)
<i>Frankliniella bispinosa</i>	ano	Th	<i>Swietenia mahagoni</i>	Meliaceae	(Howard et al., 1995)
<i>Frankliniella sp.</i>	prav	Th	<i>Swietenia mahagoni</i>	Meliaceae	(Howard et al., 1995)
<i>Thrips setipennis</i>	ano	Th	<i>Wilkiea huegeliana</i>	Monimiaceae	(Williams et al., 2001)
<i>Frankliniella diversa</i>	ano	Th	<i>Castilla elastica</i>	Moraceae	(Sakai, 2001)
<i>Frankliniella insularis</i>	ano	Th	<i>Castilla elastica</i>	Moraceae	(Sakai, 2001)
<i>Thrips antiaropsidis sp.</i>	ano	Th	<i>Antiaropsis decipiens</i>	Moraceae	(Zerega et al., 2004)
	ano	Th	<i>Moringa oleifera</i>	Moringaceae	(Bhattacharya & Mandal, 2004)
Phlaeothripidae	ano	Th	<i>Myristica dactyloides</i>	Myristicaceae	(Sharma & Shivanna, 2011)
Thripidae	ano	Th	<i>Myristica dactyloides</i>	Myristicaceae	(Sharma & Shivanna, 2011)
<i>sp.</i>	ano	Th	<i>Syzygium sayeri</i>	Myrtaceae	(Boulter et al., 2005)
více druh	ano	Th	<i>Cyclamen persicum</i>	Primulaceae	(Schwartz-Tzachor et al., 2006)
<i>sp.</i>	ano	Th	<i>Ranunculus sceleratus</i>	Ranunculaceae	(Baker & Cruden, 1991)
<i>sp.</i>	ano	Th	<i>Potentilla rivalis</i>	Rosaceae	(Baker & Cruden, 1991)
<i>sp.</i>	nejisté	Th	<i>Dryas octopetala</i>	Rosaceae	(Elberling & Olesen, 1999)
<i>sp.</i>	nejisté	Th	<i>Potentilla crantzii</i>	Rosaceae	(Elberling & Olesen, 1999)
<i>Limnophilus sp.</i>	nejisté	Th	<i>Salix reticulata</i>	Salicaceae	(Elberling & Olesen, 1999)
<i>Taeniothrips inconsequens sp.</i>	ano	Th	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Sapindaceae	(Tal, 2009)
<i>sp.</i>	nejisté	Th	<i>Saxifraga aizoides</i>	Saxifragaceae	(Elberling & Olesen, 1999)
<i>Frankliniella schultzei</i>	ano	Th	<i>Capsicum frutescens</i> , <i>Solanum melongela</i> , <i>S. xanthocarpum</i> , <i>S. torvum</i> , <i>S. trilobatum</i> , <i>S. nigrum</i>	Solanaceae	(Velayudhan & Annadurai, 1986)
<i>Taeniothrips major</i>	ano	Th	<i>Solanum melongela</i> , <i>S. xanthocarpum</i> , <i>S. trilobatum</i> , <i>S. nigrum</i>	Solanaceae	(Velayudhan & Annadurai, 1986)
Thripidae	ano	Th	<i>Thymelaea hirsuta</i>	Thymelaeaceae	(Cornara et al., 2005)

<i>Taeniothrips novocaledonensis</i>	ano	Th	<i>Belliolum pancheri</i> , <i>B. rivulare</i> , <i>B. sp.</i>	Winteraceae	(Pellmyr et al., 1990)
<i>Cycadothrips adalbrechti</i>	ano	Th	<i>Macrozamia mcdonnellii</i>	Zamiaceae	(Mound & Terry, 2001)
<i>Cycadothrips chadwicki</i>	ano	Th	<i>Macrozamia communis</i>	Zamiaceae	(Terry, 2001)
<i>sp. 1</i>	prav	Tri	<i>Narcissus cuatrecasasi</i>	Ammaryllidaceae	(Perez-Barrales et al., 2006)
<i>sp. 2</i>	prav	Tri	<i>Narcissus marvieri</i>	Ammaryllidaceae	(Perez-Barrales et al., 2006)
<i>Tinodes waeneri</i>	nz	Tri	více druh	Apiaceae	(Petersson & Hasselrot, 1994)