

Univerzita Karlova
Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Biologie

Studijní obor: Biologie se zaměřením na vzdělávání – Matematika se zaměřením na vzdělávání



Karolína Malá

Preference hlavních skupin opylovačů k funkčním vlastnostem květů

Preferences of the main groups of pollinators for the functional floral traits

Bakalářská práce

Vedoucí závěrečné práce: RNDr. Zdeněk Janovský, Ph.D.

Praha, 2021

Poděkování

Ráda bych poděkovala svému školiteli RNDr. Zdeňku Janovskému, Ph.D. za mnoho cenných rad a připomínek, ale také za velikou ochotu a trpělivost, které během vypracovávání této práce se mnou měl. Mé další slova díky patří rodině, které mě po celou dobu studia velmi podporovala.

Prohlášení

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

V Praze dne, 13.08.2021

Podpis

Abstrakt

Bakalářská práce se zaměřuje na shrnutí preferencí hlavní funkčních skupin opylovačů vůči květním vlastnostem rostlin. Díky koevoluci a vzájemně vyvíjeným selekčním tlakům, se tyto dvě formy života na sebe začaly adaptovat a vytvářet znaky, na kterých je závislá budoucnost jejich života. Rostlina se snaží své opylovače zaujmout a zajistit tak svému druhu efektivní přenos pylu, respektive rozmnožení. K tomu, aby motivovala k návštěvě svých květů, slouží atraktanty. Pomocí těchto atraktantů poskytují opylovačům buď přímou odměnu (potrava, úkryt, plodiště), nebo odměnu v podobě smyslových vjemů (barva, vůně, morfologie). V poslední době se ukazuje, že největší vliv na výběr opylovače má barva květu, morfologie a typ potravinové odměny, kterou květ nabízí. Na základě preferencí vůči atraktantům můžeme uspořádat několik funkčních skupin, jejichž zástupci mají stejné nebo podobné volby.

Klíčová slova

Opylovací syndromy, opylovač, selekční tlaky, znaky rostlin, koevoluce, preference, věrnost, dvoukřídlí, blanokřídlí, motýli, brouci, ptáci, barva, morfologie, odměny

Abstract

This bachelor thesis summarizes the preferences of the main functional groups of pollinators towards floral traits of plants. Due to coevolution and mutual selection pressures, these two life forms have begun to adapt to each other and develop traits on which the future of their life depends. The plant seeks to attract its pollinators, thus ensuring efficient pollen transfer or reproduction for its species. Attractants are used to motivate visitors to its flowers. These attractants provide pollinators with either direct rewards (food, shelter, brood) or rewards in the form of sensory perceptions (colour, scent, morphology). Recently, it has become apparent that flower colour, morphology and the type of food reward offered by the flower have the greatest influence on pollinator choice. Based on preferences towards attractants, we can organize several functional groups whose representatives have the same or similar choice preferences.

Key words

Pollination syndromes, pollinator, selection pressures, plant traits, coevolution, preferences, fidelity, diptera, coleoptera, lepidoptera, hymenoptera, birds, colour, morphology, rewards

Obsah

1. Úvod	1
2. Preference opylovačů.....	2
2.1. Primární atraktanty	2
2.1.1. Nektar	2
2.1.2. Pyl	3
2.2. Sekundární atraktanty.....	3
2.2.1. Barva.....	3
2.2.2. Morfologie	4
3. Funkční skupiny opylovačů a jejich preference.....	4
3.1. Blanokřídlí (Hymenoptera)	4
3.1.1. Včely	5
3.1.2. Mravenci.....	5
3.1.3. Ostatní blanokřídlí	6
3.2. Dvoukřídlí (Diptera)	7
3.2.1. Dlouhoroží (Nematocera).....	7
Bedlobytkovití (Mycetophilidae) a smutnicovití (Sciaridae)	8
Muchnicovití (Bibionidae) a komárovití (Culicidae)	8
3.2.2. Krátkoroží	9
Dlouhososkovití (Bombyliidae).....	9
Kroužilkovití (Empididae).....	9
Pestřenkovití (Syrphidae)	9
Mouchovití (Muscidae) a květilkovití (Anthomyiidae)	10
Kuklicovití (Tachinidae)	10
Bzučivkovití (Calliphoridae)	11
3.3. Motýli (Lepidoptera).....	11
3.3.1. Denní motýli	11
3.3.2. Noční motýli	12
3.4. Brouci (Coleoptera)	12
3.5. Obratlovci (Vertebrata)	12
3.5.1. Opylování ptáky.....	13
3.5.2. Opylování letouny	14
4. Závěr.....	16
5. Seznam literatury	18

1. Úvod

Ekologie opylování je vědní oblastí, jíž je věnována vzrůstající pozornost od 60. let 20. století (Kevan a Baker, 1983). Opylování je proces, během kterého se přenáší pyl z tyčinky jednoho květu na bliznu (obvykle jiného) květu stejného druhu rostliny. Mezi rostlinami se pyl může nechat přenášet hned několika způsoby, a to například vodou (hydrogamie), větrem (anemogamie), ale nejčastěji se tak děje za pomoci živočichů (zoogamie; Fægri a van der Pijl, 1979). Právě opylování živočichy (především hmyzem) převládá až u 78-94 % druhů rostlin, přičemž vyšší podíly jsou nacházeny v tropických oblastech, nižší pak v temperátním podnebí (Ollerton et al., 2011). Hmyz, ptáci, savci a plazi hrají roli při opylování zemědělských plodin a planě rostoucích rostlin, přičemž primárními opylovači jsou hmyz, a v jeho rámci se nejčastěji uvažují včely (Potts et al., 2010). Na hmyzu závisí produkce závisí produkce 70 % ze 124 hlavních plodin spotřebovaných lidmi na celém světě, poskytují tak zásadní přínos pro výživu člověka (Klein et al., 2007; Eilers et al., 2011). Ukazuje se však, že opylovačů celosvětově ubývá (Potts et al., 2010).

Obecně se opylování živočichy považuje za mutualistický vztah, kdy zvířata šíří pyl a samy od rostlin získávají odměnu buď v podobě potravy (pyl, nektar aj.), nebo jako místo úkrytu, takticky výhodné území, zdroj tepla (Fægri a van der Pijl, 1979), či plodiště (Sakai, 2002; Hembry a Althoff, 2016). Mezi těmito dvěma formami života probíhala vzájemná koevoluce (Crepet, 1984), kdy vznikaly různé typy přizpůsobení. Adaptace mohou být dvojího typu: pozitivní (adaptace na návštěvníka zlepšujícího opylení) a negativní (adaptaci proti návštěvníku snižujícímu efektivitu opylení; Fægri a van der Pijl, 1979).

Vábění živočichů v kombinaci s květními znaky se řešilo už ve 2. pol. 19. století (Fægri a van der Pijl, 1979). Ukazuje se, že jednotlivé skupiny opylovačů si vybírají rozdílné skupiny květních znaků, a dávají tak vzniknout tzv. opylovacím syndromům (Fægri a van der Pijl, 1979). Obecně lze ale opylovací syndromy definovat jako soubory určitých konvergentních vlastností květů (barva, morfologie, odměna, aj.), kterými se na funkční skupinu svých opylovačů rostliny specializovaly (Fenster et al., 2004; Ollerton et al., 2009; Smith a Kriebel, 2018; Dellinger et al., 2019). Neexistuje však přesná definice vymezení opylovacích syndromů a jednotlivé definice se mezi sebou liší (Dellinger, 2020).

Tato bakalářská práce se zabývá strategií rozmnožování vyšších rostlin opylovaných živočichy a jakými květními znaky se rostliny adaptují na jednotlivé funkční

skupiny opylovačů. Zaměřuje se jednotlivé charakteristiky květů, jako je barva, morfologie a odměna. Jak ale ovlivňuje výběr opylovače barva květu? Jak morfologie? Má vůbec nějaký vliv na opylování odměna, kterou květ nabízí?

2. Preference opylovačů

K tomu, aby mohl být květ opylen, jej musí nějaký opylovač navštívit. Jedním z aspektů, kterým může navštěvovanost ovlivňovat, je zvyšováním své atraktivity vůči návštěvníkovi. Opylovač si pak tvoří určité preference vůči některým charakteristickým vlastnostem květů. Preferenci opylovačů můžeme definovat jako určitou pravděpodobnost výběru sledovaného druhu rostliny opylovačem nezávisle na její populační hustotě (Gegeer a Laverty, 2005) a předchozích rostlinách navštívených opylovačem (Waser, 1986; Lunau a Maier, 1995). To, do jaké míry je rostlina pro opylovače atraktivní, a tudíž roste její navštěvovanost opylovačem, souvisí mimo jiné s vlastnostmi jejích květů. Tyto vlastnosti květů dělíme na primární a sekundární atraktanty (Fægri a van der Pijl, 1979).

2.1. Primární atraktanty

Primárními atraktanty se myslí znaky květů, které představují pro opylovače přímou odměnu. Jsou hlavní motivací, díky níž si opylovači dané rostliny vybírají k přistání (Fægri a van der Pijl, 1979). Řadíme sem především pyl, nektar a olej (Woodcock et al., 2014; Ambruster, 2011). Dále sem také může patřit poskytování opylovačům plodiště, či útočiště v květech (Fægri a van der Pijl, 1979). Navštěvovanost opylovače úzce souvisí s kvantitou, kvalitou, ale i typem odměny (Real a Rathcke, 1991).

2.1.1. Nektar

Nektar je jednou z nejběžnějších odměn, které může rostlina živočichům nabídnout (Fægri a van der Pijl, 1979). Obsahuje různé složky jako jsou sacharidy, voda, aminokyseliny, vitamíny, lipidy, aj. (Ambruster, 2011). Cukry, na které je nektar bohatý, opylovačům poskytují dospělcům potřebnou energii k přežití a aktivnímu letu (Gilbert, 1981; Haslett, 1989). Složení výrazně ovlivňuje, kteří opylovači rostlinu navštěvují (Kevan a Baker, 1983), ale vliv na opylovače má i to, kde jsou uložena a jak jsou přístupná nektaria (Adler, 2000).

2.1.2. Pyl

Druhou nejčastější odměnou pro živočichy je pyl (Fægri a van der Pijl, 1979). Skládá se v různých poměrech z bílkovin, sacharidů, lipidů, aminokyselin, minerálů a vitamínů (Stanley a Linskens, 1974). Pyl je mnohem výživnější než nektar a jeho dostupnost například umožňuje pestřenkám (Syrphidae) pohlavní zrání obou pohlaví a produkci vajec u samic (Gilbert, 1981; Haslett, 1989), blanokřídlí jej pak využívají pro krmení larev.

Od ostatních typů odměn se pyl liší i tím, že je pro rostliny mnohem energeticky náročnější na tvorbu (Kevan a Baker, 1983). Jedním z důvodů je obsah proteinů, na něž se spotřebovává mnoho, pro rostlinu nedostatkových, živin. Další nevýhodou pylu jsou ztráty možných samčích gamet (Ambruster, 2011).

2.2. Sekundární atraktanty

Sekundární atraktanty mají za úkol upoutat pozornost opylovače na „slibovanou“ odměnu. Na smyslovém aparátu opylovače spouští kaskádu přímých a nepřímých reakčních řetězců, na základě čehož se rozhodují o návštěvě květu, či nikoli (Fægri a van der Pijl, 1979). Pomáhají také živočichům v orientaci a učení se daný typ květu rozpoznávat (Menzel et al., 1997). Mezi sekundární atraktanty řadíme například vůni, barvu, morfologii, velikost (Fægri a van der Pijl, 1979). Z vyjmenovaných vlastností se dále nebudu příliš zabývat vůní. Tento faktor se velmi těžko zkoumá, a tak není k dispozici příliš mnoho informací.

2.2.1. Barva

V rámci vyjmenovaných je pravděpodobně asi nejzkoumanějším a nejdůležitějším znakem, který rozhoduje o výběru budoucí návštěvy opylovače, barva (Menzel et al., 1997). Je to proto, že si opylovač může asociovat barvu květu s kvalitou a kvantitou odměny (Chittka et al., 1997; Muth et al., 2016), a tak se zvyšují, respektive snižují, preference k dané rostlině. V některých případech dokonce hraje klíčovou roli při hledání potravy (Dafni et al., 1990; Heiling et al., 2003; Ômura a Honda, 2005; Dötterl et al., 2014). Byla pozorována i vrozená preference určitých barev (Lunau a Maier, 1995; Raine et al., 2006; Raine a Chittka, 2007). Barvu tak můžeme považovat za důležitý prediktor funkční skupiny opylovačů (Fenster et al., 2004). Na druhé straně barevné preference předpovídané opylovacími syndromy ne vždy odpovídají vrozeným barevným preferencím (Lunau a Maier, 1995). Navíc vrozené preference se mohou lišit na nižších taxonomických úrovních (rod, druh), zatímco barevné preference bývají uvažovány jako jednotné pro celé funkční skupiny opylovačů (Raine et al., 2006). Je

nepochybně jasné, že konečný výběr květu nezávisí jen na barvě, ale na kombinacích různých faktorů.

2.2.2. Morfologie

Další z důležitých sekundárních atraktantů je morfologie, tedy to, jakou stavbu, velikost a tvar, květy mají. Všechny tři zmíněné vlastnosti hrají významné role při výběru opylovačů. Někteří opylovači, konkrétně například netopýři, mají rádi velké květy (van der Pijl, 1961). Naopak mravenci dávají přednost malým květům (Hickman, 1974). Fenster (2004) uvádí, že ve většině případů platí čím větší květ, tím více odměny (nektaru, pylu, či obojího). Dále se zkoumá symetrie květů. Møller (1995), Møller a Sorci (1998) a Wignall a kol. (2006) tvrdí, že jsou preferovány symetrické květy. Z jiných studií je zase patrné, že symetrie o preferenci nerozhoduje (Midgley a Johnson, 1998; West a Laverty, 1998). Dalším studovaným prvkem je, jestli je květ aktinomorfní (= pravidelný, tedy takový, kterým lze proložit 2 a více rovin souměrnosti), nebo zygomorfní (= souměrný, tedy, lze jím proložit pouze jednu rovinu souměrnosti). Některé studie vykazují vyšší atraktivitu květu aktinomorfního (Wignall et al., 2006), některé naopak zygomorfního (Rodríguez et al., 2004). V neposlední řadě i vzhled korunních trubek (šířka, délka) hraje velkou roli. Opylovači si často vybírají květ, potažmo délku trubky podle toho, jak dlouhý je jejich sosák (Inouye, 1980; Tiple et al., 2009). Opylovači mají raději rostliny s květenstvím, které má větší květní plochu než jednotlivé dílčí květy (Grindeland et al., 2005). Morfologie má vliv na funkčních skupiny a jakákoli změna v květu odráží změnu u svého opylovače, respektive funkční skupiny (Fenster et al., 2004).

3. Funkční skupiny opylovačů a jejich preference

Funkční skupina opylovačů je definována jako skupina opylovačů, kteří se specializují na podobnou kombinaci květních znaků (Fenster et al., 2004). Rosas-Guerrero a kol. (2014), Ashworth a kol. (2015), ale i Ollerton a kol. (2009) vymezili jedenáct takovýchto funkčních skupin, a to: včely, ptáky, netopýry, mouchy, vosy, mûry, motýly, mouchy s dlouhým jazykem, brouky, saprofágní mouchy a nelétavé savce.

3.1. Blanokřídílí (Hymenoptera)

Jeden z druhově nejbohatších hmyzích řádů (Gaston, 1991). Patří mezi ně i včely, které jsou považovány za nejdůležitější opylovače na Zemi (Potts et al. 2010). Můžeme je rozdělit na dvě hlavní skupiny: širopasé (Symphyta) a štíhlopasé (Apocrita; Kevan a Baker, 1983).

Charakteristickým znakem štíhloпасích je výrazná zúženina mezi prvním a druhým článkem zadečku, která je vysvětlována jako adaptace na parazitický způsob života, zlepšením pohyblivosti zadečku při kladení vajíček, nebo jako adaptace k obraně (Vilhelmsen, 2001; Zuparko, 2008). Řadíme sem nejdůležitější a nejznámější opylovače, kterými jsou včely, ale také mravence a květy navštěvuje i podstatná část ostatních blanokřídlých (Fægri a van der Pijl, 1979). Blanokřídlé, kteří nemají pas, lze seskupit do parafyletické skupiny širopasých (Vilhelmsen, 2001). Nemají nijak pro návštěvy květům specializovaná ústní ústrojí. Často je nalezneme na větších květech (Schemske a Bradshaw, 1999). Živí se nektarem, pylem, ale také květními částmi (Kevan a Baker, 1983).

3.1.1. Včely

Představují nejlépe přizpůsobenou skupinou na rostliny (Fægri a van der Pijl, 1979). Mají velmi dobře adaptované ústní ústrojí, které jim umožňuje sát nektar, a těla, která jim pomáhají při sběru pylu. Můžeme je rozdělit na dvě skupiny dle délky sosáku na: včely s dlouhým a s krátkým sosákem. Včely se téměř výhradně (ať ve stádiu larev, nebo dospělců) živí pylem a nektarem (Mitroiu et al., 2015). K sání nektaru využívají sosák, jehož délka koreluje s délkou trubky. To, jak moc hluboká trubka je ovlivňuje například čmeláky.

Výběr květu u včel nejvíce závisí na jeho morfologii, a teprve druhotně na barvě (Fenster et al., 2004). Obecně spíše navštěvují zygomorfni květy s hůře přístupnými odměnami (nektarem nebo pylem; Kevan a Baker, 1983). Což neplatí o včelách medonosných, které upřednostňují květy aktinomorfni (Wignall et al., 2006). Z hlediska barevných preferencí, vnímají včely různé barvy v různých situacích (Dellinger et al., 2019; Fægri a van der Pijl, 1979; Chytrý et al., 2021), to lze připisovat jejich schopnosti rozlišovat a učit se (Kevan a Baker, 1983). Z květních vzorů je pro včely asi nejatraktivnější paprskovitý vzor, který upřednostňují jak čmeláci (Orbán a Plowright, 2013), tak včely medonosné (Heuschen et al., 2005), nebo bezžihadlové včely (Meliponini) (Biesmeijer et al., 2005).

Specifikem čmeláků a některých dalších včel pak je schopnost umět užívat vibrace k opylování (tzv. opylování bzukotem; King, 1993). Ty jim slouží k uvolnění pylu z tyčinek otevírajících se jen malými póry (Vallejo-Marín, 2019)

3.1.2. Mravenci

Mravenci jsou jedni z častých návštěvníků rostlin, u kterých bylo prokázáno, že opylují (Gómez 2000; Ibarra-Isassi a Sendoya 2016). Obecně to jsou všežravá zvířata (Mitroiu et al., 2015),

kteřá využijí jakýkoli zdroj potravy, aby získali cukr (části květů, ale třeba i mšice; Fægri a van der Pijl, 1979). Díky tomu, že mají malá a tvrdá těla, která nejsou příliš uzpůsobena k transportu pylu, nepovažují se za příliš efektivní opylovače. Jejich drobná velikost a hladký povrch jim umožňují dostat se do květu a zase ven, aniž by se dotkli prašníků a blizen a mohou tak působit spíše jako zloději nektaru (Fægri a van der Pijl, 1979). Mravenci působí jako opylovači jednak v tropech (Ibara-Isassi a Sendoya 2016) a jednak v prostředích obecně chudých na opylovače, jako např. hory (Gómez a Zamora 1992).

Hickman (1974) popsal opylování mravenců u *Polygonum cascadenſe*. Zde uvádí, že lezení mravenců vyžaduje relativně málo energie a jedná se tak o nízkoenergetický systém. Dále poskytl přehled toho, co musí rostlina splňovat, aby mravenci představovali podstatnější část jejího spektra opylovačů: 1) musí růst v suchých a horkých terénech, kde je vysoká frekvence a aktivita mravenců, 2) nektária musí být snadno přístupná malému hmyz s krátkým jazykem, 3) rostlina musí být nízká, popř. se pnout po povrchu, 4) populace rostliny musí být hustá nebo musí okolní porosty obsahovat málo druhů, 5) na rostlině nesmí kvést více květů najednou (synchronně), 6) musí obsahovat méně pylu, semen i nektaru, 7) květy musí být malé a minimální vizuální přitažlivost. Gómez a Zamora (1992) a Gómez a kol. (1996) nesouzní s prvním bodem, protože své průzkumy opylování mravenci vedli v jižním Španělsku ve vysokohorském prostředí Sierry Nevady.

3.1.3. Ostatní blanokřídli

Zahrnují skutečné vosy (Vespidae), ale také kutilkovité (Sphecidae), kodulkovité (Mutillidae) a hrabalkovité (Pompilidae) a různé zástupce dříve řazené jako Parasitica - chalcidky (Chalcidoidea), zlatěnkovité (Chrysididae), lumčikovité (Braconidae), žlabatkovité (Cynipidae) a lumkovité (Ichneumonoidea) (Fægri a van der Pijl, 1979; Akre a Reed 2002, Kevan 1973). Mají krátký, plochý sosák uzpůsobený pouze k sání nektaru, typicky z květů s dobře dostupnými nektarii (Kevan a Baker, 1983). Všechny sem řazené skupiny štíhlopasých jsou převážně dravé, přesto nektar tvoří doplňkovou složku jejich stravy a dospělci jsou častými návštěvníky květů (Spradbery, 1973).

Květy opylované touto funkční skupinou nemají obvykle žádnou jednu specifickou barvu, ale objevují se mezi nimi i květy nenápadných barev, jako jsou zelená či hnědá (Fægri a van der Pijl, 1979; Kevan a Baker 1983). Mnohem výraznější roli však zřejmě hrají vůně květů, zejména u vos

uvádí, že čichové nárážky hrají výraznější roli pro vosy. Existují mimo jiné orchideje, které klamou vosy a lákají je na vzhled podobný kořisti (Brodmann et al., 2008), nebo na specifickou vůni (Brodmann et al., 2009). Efektivita návštěv některých Parasitic je ale značně ovlivněna jejich tělesnou konstrukcí, jako je malá velikost u chalcidek, nebo štíhlost (Kevan a Baker, 1983).

Některá Parasitica však mají nezastupitelné úlohy v opylování určitých druhů rostlin. Jsou to například fíkovnicovití (Agaonidae) mají důležitou úlohu při opylování fiků (Galil a Eisikowitch, 1971) nebo zástupci lumkovitých (konkrétněji *Lissopimpla semipunctata*) u orchideje *Cryptostylis leptochila* (Coleman 1938).

3.2. Dvoukřídlí (Diptera)

Jedná se o velmi důležitou, avšak nepříliš prozkoumanou a, až na pár dílčích skupin, přehlíženou součást naší opylující biodiverzity (Ssymank et al., 2008; Woodcock et al., 2014; Orford et al., 2015). Dle Papeho (2011) obsahuje přibližně 160000 popsáných druhů, díky čemuž se řadí mezi jedny z nejdiversifikovanějších skupin organismů na Zemi (Skevington a Dang, 2002). Dvoukřídlí jsou druhým nejdůležitějším řádem navštěvujícím a opylujícím květy napříč hmyzí říší (Larson et al., 2001). Rostliny, které si většina much vybírá k návštěvě, produkují nektar, k jehož sání mají mouchy upravené ústní ústrojí, sosák (Krenn et al., 2005).

Dvoukřídle můžeme rozdělit na dlouhorohé (Nematocera) a krátkorohé (Brachycera), přičemž krátkorozí jsou monofyletický taxon, kdežto dlouhorozí je taxon parafyletický. Jako nejdůležitější čeledi, u kterých je prokázáno opylování rostlin, jsou pestřenkovití (Syrphidae), kulatěnkovití (Acroceridae), očnatkovití (Conopidae), dlouhososkovití (Bombyliidae), mouchovití (Muscidae), květilkovití (Anthomyiidae), bzučivkovití (Calliphoridae), masařkovití (Sarcophagidae) a kuklicovití (Tachinidae; Gilbert a Jervis, 1998; Larson et al., 2001) O pestřenkovitých, kulatěnkovitých, očnatkovitých, mouchovitých, květilkovití, kuklicovitých a části dlouhososkovitých se předpokládá, že navštěvují květy vykazující „mouchový“ opylovací syndrom. Naopak bzučivkovití a masařkovití jsou spojované s opylovacím syndromem saprofágních much.

3.2.1. Dlouhorozí (Nematocera)

Skupina, do které se řadí alespoň 26 čeledí (Oosterbroek a Courtney, 1995). Zástupci dlouhorohých jsou charakterizováni primitivním lízacím a sacím ústním ústrojí a krátkým sosákem. Právě díky krátkému sosáku jsou obecně omezení na otevřené květy, které produkují nektar, a na květy, které mají koruny s krátkými trubkami (Larson et al., 2001).

Pravděpodobně se ale jedná o skupinu, která rostliny navštěvuje, ale není významnější, co se opylování týče, důležitá (Larson et al., 2001). Jakkoliv, například Mesler (1980) ve své studii uvádí, že bedlobytkovití (Mycetophilidae) a smutnicovití (Sciaridae) jsou dominantními návštěvníky rostlin v podrostu sekvojových lesů v severní Kalifornii. Předpokládá se tedy, že v této oblasti jsou důležitými opylovači. Mezi ty nejběžnější návštěvníky rostlin z této skupiny řadíme, mimo výše zmíněné bedlobytkovité a smutnicovité, ještě například muchnicovité (Bibionidae) a komárovité (Culicidae; Woodcock et al., 2014).

Bedlobytkovití (Mycetophilidae) a smutnicovití (Sciaridae)

Tyto dvě čeledi mají z pohledu opylování podobnou ekologii. Jedná se o malé, málo létající hmyz. Vyskytují se ve vlhkých lesích (Mesler; 1980), či v pobřežních oblastech (Mochizuki a Kawakita, 2018). Opylují výhradně ve dne (Okuyama et al., 2004). Považují se za ne moc efektivní opylovače, a to hlavně kvůli jejich velikosti, malé či žádné stálosti a slabým schopnostem létání (Mesler et al., 1980; Larson et al., 2001).

Předpokládá se, že tito opylovači preferují rostliny, které napodobují místa na kladení vajíček, protože jsou na květech často vajíčka pozorována (Vogel, 1978; Sugawara, 1988). Jiné rostliny je sexuálně klamou (Blanco a Barboza, 2005; Phillips et al., 2014; Gaskett et al., 2017). Bylo pozorováno, že z odměn si nejraději vybírají nektar (Ackerman a Mesler, 1979; Mesler et al., 1980; Goldblatt et al., 2004; Okuyama et al., 2004). Jimi preferované květy mají tmavě červenou nebo zelenou barvu, popř. tmavé skvrny na korunách a jsou malé s krátkými tyčinkami a dobře přístupným nektarem (Fægri a van der Pijl, 1979; Shuttleworth et al., 2017; Mochizuki a Kawakita, 2018; Okuyama et al., 2004). Dále se předpokládá, že u takovýchto opylovačů hraje důležitou roli vůně (Vogel a Martens, 2000; Okamoto et al., 2015; Katsuhara et al., 2017).

Muchnicovití (Bibionidae) a komárovité (Culicidae)

Tyto dvě čeledi mají delší sosák než bedlobytkovití a smutnicovití a předpokládá se, že navštěvují květy s hlubšími trubkovitými korunami (Kevan a Baker, 1983). Jako potravu vyhledávají jak pyl, tak nektar (Kevan a Baker, 1983; Krenn et al. 2005). Oproti tomu Gilbert a Jervis (1998) jako hlavní potravu komárovitých řadí u samic krev, někdy nektar, a u samců nektar.

Obecně je o vlastnostech jimi opylovaných květů známo jen velmi málo. Zástupci muchnicovitých byly pozorováni v jižní Africe na rostlině *Melasmaerula ramosa*, která má

zygomorfní, drobné květy, a jsou pravděpodobně jejími jedinými opylovači (Goldblatt et al., 2005). Borkent a Harder (2007) uvádí, že komárovití byli jedni z nejhojnějších opylovačů v Albertě v Kanadě na dvoudomých *Clematis ligusticifolia* a *Shepherdia canadensis*.

3.2.2. Krátkorozí

Krátkorozí navštěvují převážně stejné květy jako dlouhorozí, avšak existují i zástupci, kteří mají dlouhý sosák (např. část čeledi dlouhososkovitých). Ti tak mohou navštěvovat i hluboké trubkovité květy (Kevan a Baker, 1983).

Dlouhososkovití (Bombyliidae)

Dlouhososky se vyskytují na celém světě, zejména pak ve středomořském podnebí, kde dosahuje největší diversity (Yeates, 1994). Charakterizuje je dlouhý sosák, který je zvláště vhodný pro návštěvu trubkovitých květin. Ne všechny dlouhososky ale mají dlouhé specializované ústní ústrojí, některé mají krátké sosáky přizpůsobené k lízání otevřených květů (Kevan a Baker, 1983).

Dlouhososky převážně navštěvují květy, které mají fialovou, modrou a bílou barvu. Naopak jako méně atraktivní vnímají žlutou, sytě růžovou a načervenalou barvu květů (Kastinger a Weber, 2001). Upřednostňují spíše květy aktinomorfní, před zygomorfními (Kastinger a Weber, 2001) a vyhledávají v květech jako odměnu nektar (Fægri a van der Pijl, 1979).

Kroužilkovití (Empididae)

Role kroužilek jakožto opylovačů ale dosud není plně objasněna (Larson et al., 2001). Jejich bodavě sací ústní ústrojí je primárně přizpůsobeno dravému způsobu života, může ovšem sloužit srovnatelně k extrakci nektaru z otevřených do krátce trubkovitých květů (Kevan a Baker, 1983). Navštěvují převážně bílé, či žluté květy (Dicks et al. 2002).

Pestřenkovití (Syrphidae)

Pestřenky jsou jednou z druhově nejpočetnějších, nejhojnějších a nejprozkoumanějších čeledí dvoukřídlých (Pape et al., 2011). Nejspíše se jedná o nejvýznamnější dvoukřídlé navštěvující květy navštěvují (Larson et al., 2001). Přesto jejich rozmanitost a důležitost je podceňována (Chisausky et al., 2020). Jako odměnu vyhledávají pyl nebo nektar, ale také mohou sbírat obě tyto odměny (Larson et al., 2001).

Výběr květiny, kterou navštíví, ovlivňuje jeden nebo více faktorů (Ambrosino et al., 2006). Při krmení se pestřenky spoléhají hlavně na sekundární atraktanty, jako je velikost (Conner a

Rush, 1996; Sutherland et al., 1999), tvar (Gong a Huang, 2009) a především barvy (Sutherland et al., 1999; Dinkel a Lunau, 2001; Laubertie et al., 2006; Day et al., 2015) květů.

Pestřenky silně preferují žlutou barvu (Haslett, 1989a; Lunau a Wacht, 1994; Sutherland et al., 1999; Laubertie et al., 2006; Chytrý et al. 2021), a dokonce u některých vyvolává vrozenou reakci v podobě vysunutí sosáku směrem ke žlutému objektu (Dinkel a Lunau, 2001; Lunau a Wacht, 1994). Z terénních dat se jeví, že pestřenky upřednostňují žluté a bíložluté květy (Dicks et al., 2002).

Kromě větších květů (Conner a Rush, 1996; Sutherland et al., 1999) preferují pestřenky rovněž rostliny s více květy (Rodríguez-Gasol et al., 2019), což může být pro samotný vyšší počet květů a související vyšší pravděpodobností nalezení odměny (Conner a Rush, 1996; Rodríguez-Gasol et al., 2019). Na druhou stranu se může jednat o způsob dosažení větší plochy (Sutherland et al., 1999). Rodríguez-Gasol (2019) uvádí, že jako nejatraktivnější květy považují takové, které mají zaoblené a ploché tvary.

Mouchovití (Muscidae) a květilkovití (Anthomyiidae)

Pravděpodobně druhá nejvýznamnější dvoukřídlí opylovači, hned po pestřenkách (Rader et al., 2020). V arktických a horských oblastech jsou zřejmě obzvláště důležití (Kevan, 1972; Totland, 1994). Mají krátké lízací nebo sací ústrojí, což zužuje jejich možnost výběru na otevřené květy (Pont, 1993; Kevan a Baker, 1983). Krmí se jak nektarem (Kevan a Baker, 1983; Gilbert a Jervis, 1998), tak pylem (Kevan, 1972; Larson et al., 2001). Podle Chytrého a kol. (2021) by také mohli mít preference ke žluté barvě květů. Na to, s jakou abundancí je na rostlinách nalezneme, tak o jejich roli opylování nevíme prakticky nic (Pont, 1993).

Kuklicovití (Tachinidae)

Kuklice jsou parazitický hmyz s dlouhým sosákem navštěvující pravidelně květy (Kevan a Baker, 1983). V západním Coloradu je identifikovali jako jediné nečelí návštěvníky (Tepedino et al., 2012). Dále jsou velmi důležitými opylovači v jižní Africe (Goldblatt a Manning, 1999; 2000; Goldblatt et al., 2000; 2001). V podmínkách temperátním louky nejvíce jimi navštívených rostlin mělo bíložlutou barvu, ale byli v nějaké míře zaznamenáni i na růžových květech (Dicks et al., 2002).

Bzučivkovití (Calliphoridae)

Tito opylovači mají krátké sosáky a vybírají si častěji otevřené květy. Dávají přednost živení se na mršinách a exkrementech, je ovšem dokázáno, že navštěvují pro potravu i květy. Z květních odměn preferují nektar (Larson et al., 2001). Dále je velmi přitahuje vůně sapromyofilních rostlin, jako je například *Rafflesia* (Beaman et al., 1988) a žlutá (Kevan a Baker, 1983), či žlutobílá barva (Dicks et al., 2002).

3.3. Motýli (Lepidoptera)

Rovněž motýli jsou výrazně diverzifikovanou skupinou, s dosud okolo 158000 popsáných druhů (van Nieukerken et al., 2011). Z hlediska opylování je můžeme rozdělit na dvě velké skupiny: denní a noční (můry) motýly (Kevan a Baker, 1983). Vyznačují se speciálně uzpůsobeným ústním ústrojím, prodlouženými sosáky, které jim slouží k sání nektaru, který je hlavní potravou dospělců, i když některé druhy se živí i jinými tekutinami (květními i jinými, Kevan a Baker 1983). Sosák představuje výraznou evoluční adaptaci motýlů k sání nektaru. Ancestrální druhy motýlů, které pojídaly pyl, jej nesdílejí (Krenn, 2010). Sosák do značné míry předurčuje, že motýly preferované květy jsou často trubkovité a hluboké (Hansman, 2001; Fenster et al., 2004).

3.3.1. Denní motýli

Mezi nejčastější návštěvníky květů z řad denních motýlů patří čeledi babočkovitých (Nymphalidae), modráskovitých (Lycaenidae) a běláskovitých (Pieridae, Subedi et al., 2021). Denní motýli mají velmi dobré barevné vidění (Wardhaugh, 2015), a tak rostliny jimi opylované investují spíše do zbarvení než do vůně (Hansman, 2001; Fenster et al., 2004). Nelze říci, že by preferovaly některou konkrétní barvu, přesněji v různých prostředích preferují vždy jinou od modréa fialové, přes růžovou a červenou po bílé a žluté (Jennersten 1984, Subedi et al. 2021, Dicks et al. 2002, Goldblatt a Manning 2002). Naopak po stránce morfologie, konsistentně preferují květy trubkovité morfologie (Subedi et al. 2021, Jennersten 1984, Kevan a Baker 1983), přičemž byla dokonce zjištěna korelace délky sosáku s délkou korunní trubky (Subedi et al., 2021). Více vyhledávají zygomorfní květy než aktinomorfnní (Jennersten, 1984; Dicks et al., 2002).

3.3.2. Noční motýli

Těmto motýlům se často lidově říká „můry“ a drtivá většina je aktivní v noci (Kevan a Baker, 1983). Hlavními čeledmi jsou vřetenuškovití (Zygaenidae), bourcovití (Lasiocampidae), martináčovití (Saturniidae), můrovití (Noctuidae) a lišajovití (Sphingidae). Nejvýznamnějšími opylovači z nich jsou pravděpodobně lišajové (Wardhaugh, 2015). Vzhledem k noční aktivitě, můrami opylované květy silně voní a jsou matně zbarvené (Hansman, 2001; Fenster et al., 2004). Kevan a Baker (1983) potvrzují podstatnou roli vůně, ale zároveň uvádějí, že obvykle navštěvují květy bledých barev, bílé, či žluté. Goldblatt a Manning (2002) pak kromě těchto barev ještě uvádějí fialovou až hnědou. Titiíž autoři rovněž uvádějí preferenci zygomorfních květů před aktinomorfními.

3.4. Brouci (Coleoptera)

Brouci čítají okolo 400000 popsáných druhů (Slipinski et al., 2011), ale stejně jako u ostatních hmyzích řádů se očekává toto číslo mnohokrát vyšší. Považují se za pravděpodobné opylovače prvních generalizovaných entomofilních rostlin (Bernhardt a Thien, 1987; Bernhardt, 2000; Frame, 2003), za což asi může jejich velmi raná adaptace na květy a vznik specializovaných systémů (Qiu et al., 1999; Bernhardt, 2000)...

Během svého vývoje si na rostliny vytvořili různé strukturální adaptace, jako je prodloužená předohrud' a krk, delší maxilární štětinky a možnost vyklonění hlavy. To jim umožňuje lépe dosáhnout na nektar uložený hlouběji v květu a snadněji jej sát (Kevan a Baker, 1983). Nektar není ale jejich jedinou obživou. Mohou sát i jiné tekutiny z květu a jíst pyl i květní části (Fægri a van der Pijl, 1979). Herrero (2020) uvádí, že upřednostňují rostliny s jedním květem a tyto květy navštěvují především kvůli pylu, nektaru (květ neobsahuje nektarové návodníky, ani není nijak chráněný) a částem květů, které jim slouží jako potrava. Květy mají matnou a nevýraznou, často nazelenalou nebo špinavou bílou barvu (Fægri a van der Pijl, 1979). Dicks (2002) druhou část podporuje, ve svém výzkumu totiž navštívené rostliny brouky měly bílou až žlutou barvu. Chytrý a kol. (2021) se také zaměřují převážně na žluté a bílé květy

3.5. Obratlovci (Vertebrata)

Druhou větví opylovačů jsou obratlovci, které není věnovaná taková pozornost jako hmyzu (Ratto et al., 2018). Na rozdíl od bezobratlých mají obratlovci, zejména pak ti teplotkrevní, mnohem vyšší a složitější nároky na potravu. Kromě sacharidů a tuků potřebují velké množství bílkovin. To zvířata kompenzují jinými zdroji potravy, avšak existují i někteří ptáci a letouni,

kteří bílkoviny získávají částečně nebo zcela z pylu. Nic ale nenasvědčuje tomu, že by byl pyl hlavním, primárním, lákadlem pro návštěvu květů obratlovcem. Dalším velkým rozdílem mezi obratlovci a bezobratlými je jejich délka života. Obratlovci žijí podstatně déle. Díky tomu potřebují mít zabezpečenou potravu přes celý rok. Proto jsou významnější při opylování především v tropech, kde jsou květy k dispozici celý rok. Ptáci mohou do jisté míry sezónní nedostatek květů kompenzovat migracemi (Fægri a van der Pijl, 1979). Mezi obratlovci ovšem ptáci a letouni nejsou jedinými opylovači. Opylují i nelétaví savci, jako jsou primáti, hlodavci a vačnatci, jejichž návštěvy jsou potvrzeny u alespoň 85 druhů rostlin po celém světě (Carthew a Goldingay, 1997). Dále pak například Ratto (2018) uvádí, že i hlodavci, jako jsou krysy, myši a vačnatci, opylují rostliny. Regan (2015) ve své studii zaznamenal 1430 druhů opylujících obratlovců, přičemž 1089 druhů bylo ptáků a 341 savců (ze savců nejvíce bylo letounů – 236 druhů).

3.5.1. Opylování ptáky

Je známo, že více než 920 druhů ptáků opyluje rostliny kvetoucí ve dne (Fægri a van der Pijl, 1979), a to napříč takřka všemi kontinenty (Whelan et al., 2008). Mezi nejhojnější čeledi opylujících ptáků řadíme zcela jasně kolibříkovité (Trochilidae), strdimilovité (Nectarinidae), kystráčkované (Meliphagidae), dále pak také loriovité (Loridae) a kruhoočkové (Zosteropidae, Whelan et al., 2008; Regan et al., 2015). Kolibříci jsou dominantní v neotropické oblasti, strdimilovité ve Starém světě a kystráčkované v Austrálii (Fleming a Muchhala, 2008). Typicky se pohybuje míra opylování ptáky v rozmezí: přibližně 5% flóry v regionech, nebo 10% ostrovní flóry (Kato a Kawakita, 2004; Anderson et al., 2006; Bernardello et al., 2006). Bylo zjištěno, že specializovaní nektarivorní ptáci jsou častými návštěvníky rostlin, které se na ně nespécializují (Araujo a Sazima, 2003; Maruyama et al., 2013) a mohou zde působit jako zloději nektaru (Rocca a Sazima, 2006; Janeček et al., 2007; Padyšáková et al., 2013), nebo mohou opylovat spolu s jinými opylovači (Wolff et al., 2003; Freitas et al., 2006; Aguilar-Rodríguez et al., 2016). Naopak, ačkoli rostliny vykazují opylovací syndromy ptáků a jsou jimi opravdu často opylované (Johnson a Wester, 2017), mohou hostit i jiné návštěvníky, např. čmeláky (Pleasants a Wasser, 1985; Urcelay et al., 2006), či včely (Wilson et al., 2004; Schmid et al., 2011).

Opylovací syndromy ptáků se však liší podle oblasti výskytu (Brown a Hopkins, 1995; Fleming a Muchhala, 2008) nebo třeba nadmořské výšky (Araujo a Sazima, 2003; Krömer et al., 2006; Dalsgaard et al., 2011; Partida-Lara et al., 2018), či množství srážek (Dalsgaard et

al., 2011; Maruyama et al., 2013). Část rostlin je však přizpůsobena generalizovanému opylovacímu systému, což nám znemožňuje předpovídat jejich primárního opylovače na základě fenotypu (Waser et al., 1996; Fenster et al., 2004; Ollerton et al., 2009; Dellinger, 2020). To podporuje například tvrzení (Collias a Collias, 1967; Miller a Miller, 1971), který tvrdí, že kolibříci (nejvíce specializovaní nektariovní ptáci, nepreferují červenou barvu, stejně tak však červená barva květu vylučuje návštěvu včel (Bergamo et al., 2016; Coimbra et al., 2020). Meléndez-Ackerman a kol. (1997) své studii porovnávali návštěvnost květů kolibříky, které se lišily pouze barvou a zjistili, že červené květy jsou kolibříky přehlíženější častěji než bílé.

Obecně se však většina vědců shoduje, že ornitofilní rostliny mívají nejčastěji červenou nebo oranžovou barvu, trubkovitý květ a jsou bohaté na nektar, zároveň však postrádají znaky spojené s jinými syndromy, jako je silná vůně nebo přítomnost nektarových návodníků (Fægri a van der Pijl, 1979; Fenster et al., 2004; Cronk a Ojeda, 2008; Fenster et al., 2015). Studie od Chmela a kol. (2021) potvrdila, že významnými prediktory návštěv ptáků byly takové květy, které obsahovaly zvýšené množství cukru, měly delší trubku a neměly nektarové návodníky. Naopak říká, že frekvence návštěv byla ovlivněna vůní (čím intenzivnější vůně, tím vyšší četnost) a barva a velikost ji nijak neovlivňovaly.

3.5.2. Opylování letouny

Mezi savci jsou hlavními opylovači letouni (Fægri a van der Pijl, 1979) a dokonce by mohli být až 4x efektivnější v přenosu pylu než ptáci (Muchhala a Potts 2007). Kunz a kol. (2011) uvádí, že je jimi opylováno více než 500 druhů rostlin po celém světě jsou opylovány letouny. Nejčetnější čeledi jsou kaloňovití (Pteropodidae), vyskytující se hlavně v Asii a Austrálii a listonosovití (Phyllostomidae), kteří se vyskytující se v neotropické oblasti (Fleming a Muchhala, 2008). Jejich charakteristickými znaky jsou prodloužený čumák, menší zuby, kterých je méně, nebo dlouhý jazyk zakončený chlupatými papilami, sloužící k rychlému sběru nektaru během krátkých návštěv květin (Freeman, 1995).

Letouni jsou aktivní za šera a v noci, proto rostliny jimi opylovávané rozkvétají během noci a často právě jednou (Tschapka a Dressler, 2002). Typicky rostou na větvích, či kmenech stromů (kauliflorie), nebo jsou zavěšené na dlouhých stonkách (flageliflorie) (Fægri a van der Pijl, 1979; Aguilar-Rodríguez et al., 2019), to letounům napomáhá pro lepší vstupu (van der Pijl, 1961). Květy mají velké a robustní a obsahují velké množství nektaru (van der Pijl, 1961). Ten je bohatý na hexózy (Fægri a van der Pijl, 1979; Krömer et al., 2008; Aguilar-Rodríguez

et al., 2019). Zároveň, ale produkují i velké množství pylu (van der Pijl, 1961). Často bývají trubkovité a preferenci v pravděpodobně souměrnosti nemají (Fægri a van der Pijl, 1979; Aguilar-Rodríguez et al., 2019). Obecně mají světlejší a jemné barvy, převážně bílé, světlezelené, žluté (Fægri a van der Pijl, 1979; Aguilar-Rodríguez et al., 2019), ale byli pozorováni i na růžových nebo tmavě červených květech (van der Pijl, 1961; Tschapka a Dressler, 2002; Aguilar-Rodríguez et al., 2019). Tyto květy typicky nevábně zapáchají (Fægri a van der Pijl, 1979; Tschapka a Dressler, 2002).

4. Závěr

Cílem této práce bylo vytvořit souhrnný předpis preferencí hlavních funkčních skupin opylovačů. Hlavní funkční skupiny opylovačů byly rozřazeny podle řádů, do kterých spadají, přičemž většina těchto řádů obsahuje více funkčních skupin opylovačů s odlišnými preferencemi. Studovanými aspekty byly převážně odměny, barva a morfologie.

Řád blanokřídlí byl rozdělen na včely, mravence a ostatní blanokřídlé. Včely, které jsou nejnámějšími opylovači, vykazovaly vyšší preference k zygomorfním květům různých barev a v rámci odměn nebyly vyhraněné, vyhledávaly jak nektar, tak pyl. Mravenci preferovali rostliny s malým snadno přístupnými květy, které nebyly nijak vizuálně atraktivní, produkovaly menší množství odměny, kterou jim byly jak nektar, tak pyl. Dále ostatní blanokřídlí se specializovali převážně na otevřené květy matné, hnědé (v ojedinělých případech zelené) barvy a nabízely nektar.

Dvoukřídlí si jako odměnu nejčastěji napříč všemi čeleděmi vybírají nektar tvořící květy. Nejprozkoumanější preference jsou u pestřenek, které si vybírají žluté, větší, zaoblené a ploché květy, které se na rostlině vyskytují ideálně ve větším počtu pospolu. Na typu odměny pestřenkám příliš nezáleží, protože si snědí oboje. Dále jsou známy preference dlouhosek, které mají raději trubkovité květy s fialovou, modrou a bílou barvu, které jsou aktinomorfni a nabízejí nektar. O ostatních čeledích a jejich specializacích víme jen velmi málo, nebo vůbec.

Funkční skupiny denních a nočních motýlů se pochopitelně mezi sebou lišily, ale měly společné preference nektaru a zygomorfních květů s dlouhými trubkami. Denní motýli se rozhodovali primárně na základě barev květů, ale jejich preference se lišily v různých ekosystémech. Naopak noční motýli si vybírají rostliny na základě silné vůně a jimi opylované květy mají často nevýrazné, matné zbarvení, jako jsou hnědá, bílá a fialová.

Z toho, co se ví o preferencích broučích, je velmi málo, ale je prokázáno, že nejčastěji upřednostňují rostliny s jedním květem, kvůli odměnám v podobě pylu a nektaru, nebo květních částí. Květ takovýchto rostlin není nijak chráněný, tedy je pro něj snadno přístupný. Barevné preference si zakládá na matných a nevýrazných barvách, mívají typicky nazelenalou nebo špinavě bílou a žlutou barvu.

V rámci obratlovců ptáci mají preference k trubkovitým květům bohatým na nektar, nejčastěji červené nebo oranžové barvy. Speciálním případem jsou kolibříci, kteří upřednostňují květy bílé. Letouni se nejčastěji v květech živí nektarem. Jejich oblíbené rostliny mají velké a robustní nejčastěji trubkovité květy, přičemž barva u nich není příliš rozhodující,

povětšinou se jedná o spíše světlé až bledé barvy (bílé, světlezelené, žluté, růžové). Mnoho letouny opylovaných rostlin má zatuchlou, nevábnou, plesnivou vůni.

Obecně lze shrnout, že o opylovacích syndromech a funkčních skupinách opylovačů jsou naše znalosti nerovnoměrné. Jsou funkční skupiny, jejichž preference známe dobře (včely, pestřenky, motýli) a o jiných nevíme prakticky nic (většina dvoukřídlých, nevčeloví blanokřídlí). Podobně je tomu u opylovacích syndromů, existuje jich vylišené velké množství, ale pořád podstatná část rostlin jimi není pokryta, nebo spadá do některých široce až vágně definovaných opylovacích syndromů (Wardhaugh 2015), jako je např. ten „včelí“.

5. Seznam literatury

- ACKERMAN, James D. a Michael R. MESLER, 1979. Pollination Biology of *Listera cordata* (Orchidaceae). *American Journal of Botany* [online]. **66**(7), 820. ISSN 00029122. Dostupné z: doi:10.2307/2442469
- ADLER, Lynn S., 2000. The ecological significance of toxic nectar. *Oikos* [online]. **91**(3), 409–420. ISSN 00301299. Dostupné z: doi:10.1034/j.1600-0706.2000.910301.x
- AGUILAR-RODRÍGUEZ, Pedro. A., Thorsten KRÖMER, Jose G GARCIA-FRANCO a María C. MACSWINEY G., 2016. From dusk till dawn: Nocturnal and diurnal pollination in the epiphyte *Tillandsia heterophylla* (Bromeliaceae). *Plant Biology* [online]. **18**(1), 37–45. ISSN 14388677. Dostupné z: doi:10.1111/plb.12319
- AGUILAR-RODRÍGUEZ, Pedro A., Thorsten KRÖMER, Marco TSCHAPKA, Jose G. GARCÍA-FRANCO, Jeanett ESCOBEDO-SARTI a M. Cristina MACSWINEY G, 2019. Bat pollination in Bromeliaceae. *International Journal of Acarology* [online]. **12**(1), 1–19. ISSN 17551668. Dostupné z: doi:10.1080/17550874.2019.1566409
- AMBROSINO, M. D., John. M. LUNA, Paul. C. JEPSON a Stephen. D WRATTEN, 2006. Relative frequencies of visits to selected insectary plants by predatory hoverflies (Diptera: Syrphidae), other beneficial insects, and herbivores. *Environmental Entomology* [online]. **35**(2), 394–400. ISSN 0046225X. Dostupné z: doi:10.1603/0046-225X-35.2.394
- AMBRUSTER, W. S., 2011. *Evolution of Plant – Pollinator Relationships*. B.m.: United States of America by Cambridge University Press, New York. ISBN 9780521198929.
- ANDERSON, Sandra, Dave KELLY, Alastair ROBERTSON, Jenny LADLEY a John INNES, 2006. Birds as pollinators and dispersers: a case study from New Zealand. *Acta Zoologica Sinica*. **52**(1), 112–115. ISSN 0001-7302.
- ARAUJO, Andréa Cardoso a Marlies SAZIMA, 2003. The assemblage of flowers visited by hummingbirds in the „capões" of Southern Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brazil. *Flora* [online]. **198**(6), 427–435. ISSN 03672530. Dostupné z: doi:10.1078/0367-2530-00116
- ASHWORTH, L., R. AGUILAR, S. MARTÉN-RODRÍGUEZ, M. LOPEZARAIZA-MIKEL, G. AVILA-SAKAR, V. ROSAS-GUERRERO a M. QUESADA, 2015. Pollination Syndromes: A Global Pattern of Convergent Evolution Driven by the Most Effective Pollinator. In: *Evolutionary Biology: Biodiversification from Genotype to Phenotype* [online]. s. 203–224. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-319-19932-0_11
- BEAMAN, Reed S., Pamla J. DECKER a John H. BEAMAN, 1988. Pollination of *Rafflesia* (Rafflesiaceae). *American Journal of Botany* [online]. **75**(8), 1148–1162. ISSN 0002-9122. Dostupné

z: doi:10.1002/j.1537-2197.1988.tb08828.x

BERGAMO, Pedro J., André R. RECH, Vinícius L.G. BRITO a Marlies SAZIMA, 2016. Flower colour and visitation rates of *Costus arabicus* support the „bee avoidance" hypothesis for red-reflecting hummingbird-pollinated flowers. *Functional Ecology* [online]. **30**(5), 710–720. ISSN 13652435. Dostupné z: doi:10.1111/1365-2435.12537

BERNARDELLO, Gabriel, Gregory J. ANDERSON, Tod F. STUESSY a Daniel J. CRAWFORD, 2006. The angiosperm flora of the Archipelago Juan Fernandez (Chile): Origin and dispersal. *Canadian Journal of Botany* [online]. **84**(8), 1266–1281. ISSN 00084026. Dostupné z: doi:10.1139/B06-092

BERNHARDT, P., 2000. Convergent evolution and adaptive radiation of beetle-pollinated angiosperms. *Plant Systematics and Evolution* [online]. **222**(1), 293–320. ISSN 00015970. Dostupné z: doi:10.1007/BF00984108

BERNHARDT, Peter a Leonard B. THIEN, 1987. Self-isolation and insect pollination in the primitive angiosperms: New evaluations of older hypotheses. *Plant Systematics and Evolution* [online]. **156**(3–4), 159–176. ISSN 03782697. Dostupné z: doi:10.1007/BF00936071

BIESMEIJER, Jacobus C., Martin GIURFA, Dirk KOEDAM, Simon G. POTTS, Daniel M. JOEL a Amots DAFNI, 2005. Convergent evolution: Floral guides, stingless bee nest entrances, and insectivorous pitchers. *Naturwissenschaften* [online]. **92**(9), 444–450. ISSN 00281042. Dostupné z: doi:10.1007/s00114-005-0017-6

BLANCO, Mario A. a Gabriel BARBOZA, 2005. Pseudocopulatory pollination in *Lepanthes* (Orchidaceae: Pleurothallidinae) by fungus gnats. *Annals of Botany* [online]. **95**(5), 763–772. ISSN 03057364. Dostupné z: doi:10.1093/aob/mci090

BORKENT, Christopher J. a Lawrence D. HARDER, 2007. Flies (Diptera) as pollinators of two dioecious plants: Behaviour and implications for plant mating. *The Canadian Entomologist* [online]. **139**(2), 235–246. ISSN 19183240. Dostupné z: doi:10.4039/n05-087

BRODMANN, Jennifer, Robert TWELE, Wittko FRANCKE, Gerald HÖLZLER, Qing He ZHANG a Manfred AYASSE, 2008. Orchids Mimic Green-Leaf Volatiles to Attract Prey-Hunting Wasps for Pollination. *Current Biology* [online]. **18**(10), 740–744. ISSN 09609822. Dostupné z: doi:10.1016/j.cub.2008.04.040

BRODMANN, Jennifer, Robert TWELE, Wittko FRANCKE, Luo YI-BO, Song XI-QIANG a Manfred AYASSE, 2009. Orchid Mimics Honey Bee Alarm Pheromone in Order to Attract Hornets for Pollination. *Current Biology* [online]. **19**(16), 1368–1372. ISSN 09609822. Dostupné z: doi:10.1016/j.cub.2009.06.067

BROWN, Eleanor D. a M. J.G. HOPKINS, 1995. A test of pollinator specificity and morphological convergence between nectarivorous birds and rainforest tree flowers in New Guinea. *Oecologia*

[online]. **103**(1), 89–100. ISSN 00298549. Dostupné z: doi:10.1007/BF00328429

CARTHEW, S. M. a R. L. GOLDINGAY, 1997. Non-Flying mammals as pollinators. *Trends in Ecology & Evolution* [online]. **12**(3), 104–108. Dostupné z: doi:https://doi.org/10.1016/S0169-5347(96)10067-7

CHISAUSKY, Jacob L., Nathan M. SOLEY, Leila KASSIM, Casey J. BRYAN, Gil Felipe Gonçalves MIRANDA, Karla L. GAGE a Sedonia D. SIPES, 2020. Syrphidae of Southern Illinois: Diversity, floral associations, and preliminary assessment of their efficacy as pollinators. *Biodiversity Data Journal* [online]. **8**(1), 1–32. ISSN 13142828. Dostupné z: doi:10.3897/BDJ.8.e57331

CHITTKA, Lars, Andreas GUMBERT a Jan KUNZE, 1997. Foraging dynamics of bumble bees: Correlates of movements within and between plant species. *Behavioral Ecology* [online]. **8**(3), 239–249. ISSN 10452249. Dostupné z: doi:10.1093/beheco/8.3.239

CHMEL, Kryštof, Francis Luma EWOME, Guillermo Uceda GÓMEZ, Yannick KLOMBERG, Jan E.J. MERTENS, Robert TROPEK a Štěpán JANEČEK, 2021. Bird pollination syndrome is the plant's adaptation to ornithophily, but nectarivorous birds are not so selective. *Oikos* [online]. **130**(8), 1411–1424. ISSN 16000706. Dostupné z: doi:10.1111/oik.08052

CHYTRÝ, Milan, Jiří DANIHELKA, Zdeněk KAPLAN, Jan WILD, Dana HOLUBOVÁ, Petr NOVOTNÝ, Marcela ŘEZNÍČKOVÁ, Martin ROHN, Pavel DŘEVOJAN, Vít GRULICH, Jitka KLIMEŠOVÁ, Jan LEPŠ, Zdeňka LOSOSOVÁ, Jan PERGL, Jiří SÁDLO, Petr ŠMARDA, Petra ŠTEPÁNKOVÁ, Lubomír TICHÝ, Irena AXMANOVÁ, Alena BARTUŠKOVÁ, Petr BLAŽEK, Jindřich CHRTEK, Felícia M. FISCHER, Wen-Yong GUO, Tomáš HERBEN, Zdeněk JANOVSÝ, Marie KONEČNÁ, Ingolf KÜHN, Lenka MORAVCOVÁ, Petr PETŘÍK, Simon PIERCE, Karel PRACH, Helena PROKEŠOVÁ, Milan ŠTECH, Jakub TĚŠITEL, Tamara TĚŠITELOVÁ, Martin VEČEŘA, David ZELENÝ a Petr PYŠEK, 2021. Pladias database of the czech flora and vegetation. *Preslia* [online]. **93**(1), 1–87. ISSN 00327786. Dostupné z: doi:10.23855/preslia.2021.001

COIMBRA, Gabriel, Carina ARAUJO, Pedro J. BERGAMO, Leandro FREITAS a Miguel A. RODRÍGUEZ-GIRONÉS, 2020. Flower Conspicuousness to Bees Across Pollination Systems: A Generalized Test of the Bee-Avoidance Hypothesis. *Frontiers in Plant Science* [online]. **11**. ISSN 1664462X. Dostupné z: doi:10.3389/fpls.2020.558684

COLEMAN, Edith, 1938. Further observations on the pseudocopulation of the male *Lissopimpla semipunctata kirby* (Hymenoptera Parasitica) with the Australian orchid *Cryptostylis leptochila* F. v. M. *Proceedings of the Royal Entomological Society of London. Series A, General Entomology* [online]. **13**(4–6), 82–83. Dostupné z: doi:https://doi.org/10.1111/j.1365-3032.1938.tb00422.x

COLLIAS, Nicholas E. a Elsie C. COLLIAS, 1968. Anna's hummingbirds tried to select different colors in feeding. *The Condor* [online]. **70**(3), 273–274. Dostupné z: doi:https://doi.org/10.2307/1366705

- CONNER, Jeffrey K. a Scott RUSH, 1996. Effects of flower size and number on pollinator visitation to wild radish, *Raphanus raphanistrum*. *Oecologia* [online]. **105**(4), 509–516. ISSN 00298549. Dostupné z: doi:10.1007/BF00330014
- CREPET, William L., 1984. Advanced (Constant) Insect Pollination Mechanisms: Pattern of Evolution and Implications Vis-a-Vis Angiosperm Diversity. *Annals of the Missouri Botanical Garden* [online]. **71**(2), 607–630. Dostupné z: doi:10.2307/2399041
- CRONK, Quentin a Isidro OJEDA, 2008. Bird-pollinated flowers in an evolutionary and molecular context. *Journal of Experimental Botany* [online]. **59**(4), 715–727. ISSN 00220957. Dostupné z: doi:10.1093/jxb/ern009
- DAFNI, A., P. BERNHARDT, A. SHMIDA, Y. IVRI, S. GREENBAUM, Ch. O'TOOLE a L. LOSITO, 1990. Red bowl-shaped flowers: convergence for beetle pollination in the mediterranean region. *Israel Journal of Botany* [online]. **39**(1–2), 81–92. Dostupné z: doi:10.1080/0021213X.1990.10677134
- DALSGAARD, Bo, Else MAGÅRD, Jon FJELDSÅ, Ana M.Martín GONZÁLEZ, Carsten RAHBEK, Jens M. OLESEN, Jeff OLLERTON, Ruben ALARCÓN, Andrea Cardoso ARAUJO, Peter A. COTTON, Carlos LARA, Caio Graco MACHADO, Ivan SAZIMA, Marlies SAZIMA, Allan TIMMERMANN, Stella WATTS, Brody SANDEL, William J. SUTHERLAND a Jens Christian SVENNING, 2011. Specialization in Plant-Hummingbird Networks is Associated With Species Richness, Contemporary Precipitation and Quaternary Climate-Change Velocity. *PLoS ONE* [online]. **6**(10), 1–7. ISSN 19326203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0025891
- DAY, R. L., J. M. HICKMAN, R. I. SPRAGUE a S. D. WRATTEN, 2015. Predatory hoverflies increase oviposition in response to colour stimuli offering no reward: Implications for biological control. *Basic and Applied Ecology* [online]. **16**(6), 544–552. ISSN 16180089. Dostupné z: doi:10.1016/j.baae.2015.05.004
- DELLINGER, Agnes S., 2020. Pollination syndromes in the 21st century: where do we stand and where may we go? *New Phytologist* [online]. **228**(4), 1193–1213. ISSN 14698137. Dostupné z: doi:10.1111/nph.16793
- DELLINGER, Agnes S., Silvia ARTUSO, Susanne PAMPERL, Fabián A. MICHELANGELI, Darin S. PENNEYS, Diana M. FERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, Marcela ALVEAR, Frank ALMEDA, W. SCOTT ARMBRUSTER, Yannick STAEDER a Jürg SCHÖNENBERGER, 2019. Modularity increases rate of floral evolution and adaptive success for functionally specialized pollination systems. *Communications Biology* [online]. **2**(1), 1–11. ISSN 23993642. Dostupné z: doi:10.1038/s42003-019-0697-7
- DICKS, L. V., S. A. CORBET a R. F. PYWELL, 2002. Compartmentalization in plant-insect flower visitor

webs. *Journal of Animal Ecology* [online]. **71**(1), 32–43. ISSN 00218790. Dostupné z: doi:10.1046/j.0021-8790.2001.00572.x

DINKEL, T. a K. LUNAU, 2001. How drone flies (*Eristalis tenax* L., Syrphidae, diptera) use floral guides to locate food sources. *Journal of Insect Physiology* [online]. **47**(10), 1111–1118. ISSN 00221910. Dostupné z: doi:10.1016/S0022-1910(01)00080-4

DÖTTERL, Stefan, Ulrike GLÜCK, Andreas JÜRGENS, Joseph WOODRING a Gregor AAS, 2014. Floral reward, advertisement and attractiveness to honey bees in dioecious *Salix caprea*. *PLoS ONE* [online]. **9**(3). ISSN 19326203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0093421

EILERS, Elisabeth J., Claire KREMEN, Sarah Smith GREENLEAF, Andrea K. GARBER a Alexandra Maria KLEIN, 2011. Contribution of pollinator-mediated crops to nutrients in the human food supply. *PLoS ONE* [online]. **6**(6). ISSN 19326203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0021363

FAEGRI, K. a L. VAN DER PIJL, 1979. *The Principles of Pollination Ecology*. [online]. 3rd vyd. Oxford: Burlington : Elsevier Science. ISBN 978-0-08-023160-0. Dostupné z: doi:https://doi.org/10.1016/C2009-0-00736-3

FENSTER, Charles B., W. Scott ARMBRUSTER, Paul WILSON, Michele R. DUDASH a James D. THOMSON, 2004. Pollination syndromes and floral specialization. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* [online]. **35**(1), 375–403. ISSN 00664162. Dostupné z: doi:10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132347

FENSTER, Charles B., Richard J. REYNOLDS, Christopher W. WILLIAMS, Robert MAKOWSKY a Michele R. DUDASH, 2015. Quantifying hummingbird preference for floral trait combinations: The role of selection on trait interactions in the evolution of pollination syndromes. *Evolution* [online]. **69**(5), 1113–1127. ISSN 15585646. Dostupné z: doi:10.1111/evo.12639

FLEMING, Theodore H. a Nathan MUCHHALA, 2008. Nectar-feeding bird and bat niches in two worlds: Pantropical comparisons of vertebrate pollination systems. *Journal of Biogeography* [online]. **35**(5), 764–780. ISSN 03050270. Dostupné z: doi:10.1111/j.1365-2699.2007.01833.x

FRAME, Dawn, 2003. Generalist flowers, biodiversity and florivory: Implications for angiosperm origins. *Taxon* [online]. **52**(4), 681–685. ISSN 00400262. Dostupné z: doi:10.2307/3647343

FREEMAN, P. W., 1995. Nectarivorous feeding mechanisms in bats. *Biological Journal of the Linnean Society* [online]. **56**(3), 439–463. ISSN 10958312. Dostupné z: doi:10.1111/j.1095-8312.1995.tb01104.x

FREITAS, L., L. GALETTO a M. SAZIMA, 2006. Pollination by hummingbirds and bees in eight syntopic species and a putative hybrid of Ericaceae in Southeastern Brazil. *Plant Systematics and Evolution*

[online]. **258**(1–2), 49–61. ISSN 03782697. Dostupné z: doi:10.1007/s00606-005-0392-7

GALIL, J. a D. EISIKOWITCH, 1971. Studies on Mutualistic Symbiosis between *Syconia Sycophilous* Wasps in Monoecious Figs. *New Phytologist* [online]. **70**(4), 773–787. ISSN 14698137. Dostupné z: doi:10.1111/j.1469-8137.1971.tb02578.x

GASKETT, A. C., J. A. ENDLER a R. D. PHILLIPS, 2016. Convergent evolution of sexual deception via chromatic and achromatic contrast rather than colour mimicry. *Evolutionary Ecology* [online]. **31**(2), 205–227. ISSN 02697653. Dostupné z: doi:10.1007/s10682-016-9863-2

GASTON, Kevin J., 1991. The Magnitude of Global Insect Species Richness. *Conservation Biology* [online]. **5**(3), 283–296. ISSN 15231739. Dostupné z: doi:10.1111/j.1523-1739.1991.tb00140.x

GEGEAR, Robert J. a Terence M. LAVERTY, 2005. Flower constancy in bumblebees: A test of the trait variability hypothesis. *Animal Behaviour* [online]. **69**(4), 939–949. ISSN 00033472. Dostupné z: doi:10.1016/j.anbehav.2004.06.029

GILBERT, Francis a Mark JERVIS, 1998. Functional, evolutionary and ecological aspects of feeding-related mouthpart specializations in parasitoid flies. *Biological Journal of the Linnean Society* [online]. **63**(4), 495–535. ISSN 00244066. Dostupné z: doi:https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.1998.tb00327.x

GILBERT, Francis S., 1981. Foraging ecology of hoverflies: morphology of the mouthparts in relation to feeding on nectar and pollen in some common urban species. *Ecological Entomology* [online]. **6**(3), 245–262. ISSN 13652311. Dostupné z: doi:10.1111/j.1365-2311.1981.tb00612.x

GOLDBLATT, P., P. BERNHARDT, P. VOGAN a J. C. MANNING, 2004. Pollination by fungus gnats (Diptera: Mycetophilidae) and self-recognition sites in *Tolmiea menziesii* (Saxifragaceae). *Plant Systematics and Evolution* [online]. **244**(1–2), 55–67. ISSN 03782697. Dostupné z: doi:10.1007/s00606-003-0067-1

GOLDBLATT, Peter, Peter BERNHARDT a John C. MANNING, 2000. Adaptive radiation of pollination mechanisms in *Ixia* (Iridaceae: Crocoideae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* [online]. **87**(4), 564–577. Dostupné z: doi:https://doi.org/10.2307/2666146

GOLDBLATT, Peter a John C. MANNING, 2002. Evidence for moth and butterfly pollination in *Gladiolus* (Iridaceae-Crocoideae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* [online]. **89**(1), 110–124. ISSN 00266493. Dostupné z: doi:10.2307/3298660

GOLDBLATT, Peter, John C. MANNING a Peter BERNHARDT, 2005. The floral biology of *Melasphaerula* (Iridaceae: Crocoideae): Is this monotypic genus pollinated by march flies (Diptera: Bibionidae)? *Annals of the Missouri Botanical Garden* [online]. **92**(2), 268–274. ISSN 00266493. Dostupné z: doi:10.2307/3298518

GOLDBLATT, Peter a John C MANNING, 1999. The Long-Proboscid Fly Pollination System in Gladiolus (Iridaceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* [online]. **86**(3), 758–774. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.2307/2666153>

GOLDBLATT, Peter a John C MANNING, 2000. The Long-Proboscid Fly Pollination System in Southern Africa. *Annals of the Missouri Botanical Garden* [online]. **87**(2), 146–170. Dostupné z: <https://doi.org/10.2307/2666158>

GOLDBLATT, Peter, John C . MANNING a Peter BERNHARDT, 2001. Radiation of Pollination Systems in Gladiolus (Iridaceae: Crocoideae) in Southern Africa. *Annals of the Missouri Botanical Garden* [online]. **88**(4), 713–734. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.2307/3298641>

GÓMEZ, J. M., 2000. Effectiveness of ants as pollinators of *Lobularia maritima*: effects on main sequential fitness components of the host plant. *Oecologia* [online]. **122**(1), 90–97. Dostupné z: doi:[10.1007/PL00008840](https://doi.org/10.1007/PL00008840)

GÓMEZ, J. M. a R. ZAMORA, 1992. Pollination by ants: consequences of the quantitative effects on a mutualistic system. *Oecologia* [online]. **91**(3), 410–418. ISSN 00298549. Dostupné z: doi:[10.1007/BF00317631](https://doi.org/10.1007/BF00317631)

GÓMEZ, José M., Regino ZAMORA, José A. HÓDAR a Daniel GARCÍA, 1996. Experimental study of pollination by ants in Mediterranean high mountain and arid habitats. *Oecologia* [online]. **105**(2), 236–242. ISSN 00298549. Dostupné z: doi:[10.1007/BF00328552](https://doi.org/10.1007/BF00328552)

GONG, Yan-Bing a Shuang-Quan HUANG, 2009. Floral symmetry: Pollinator-mediated stabilizing selection on flower size in bilateral species. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* [online]. **276**(1675), 4013–4020. ISSN 14712970. Dostupné z: doi:[10.1098/rspb.2009.1254](https://doi.org/10.1098/rspb.2009.1254)

GRINDELAND, J. M., N. SLETVOLD a R. A. IMS, 2005. Effects of floral display size and plant density on pollinator visitation rate in a natural population of *Digitalis purpurea*. *Functional Ecology* [online]. **19**(3), 383–390. ISSN 02698463. Dostupné z: doi:[10.1111/j.1365-2435.2005.00988.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2005.00988.x)

HANSMAN, D. J., 2001. Floral biology of dry rainforest in north Queensland and a comparison with adjacent savanna woodland. *Australian Journal of Botany* [online]. **49**(2), 137–153. ISSN 00671924. Dostupné z: doi:[10.1071/BT00017](https://doi.org/10.1071/BT00017)

HASLETT, J. R., 1989a. Interpreting patterns of resource utilization : randomness and selectivity in pollen feeding by adult hoverflies. *Oecologia* [online]. **78**(4), 433–442. Dostupné z: doi:[10.1007/BF00378732](https://doi.org/10.1007/BF00378732)

HASLETT, John R., 1989b. Adult feeding by holometabolous insects: pollen and nectar as complementary nutrient sources for *Rhingia campestris* (Diptera: Syrphidae). *Oecologia* [online]. **81**(3),

361–363. ISSN 00298549. Dostupné z: doi:10.1007/BF00377084

HEILING, Astrid M., Marie E. HERBERSTEIN a Lars CHITTKA, 2003. Pollinator attraction: Crab-spiders manipulate flower signals. *Nature* [online]. **421**(6921), 334. ISSN 00280836. Dostupné z: doi:10.1038/421334a

HEMBRY, David H. a David M. ALTHOFF, 2016. Diversification and coevolution in brood pollination mutualisms: Windows into the role of biotic interactions in generating biological diversity. *American Journal of Botany* [online]. **103**(10), 1783–1792. ISSN 00029122. Dostupné z: doi:10.3732/ajb.1600056

HERRERA, Carlos M., 2020. Flower traits, habitat, and phylogeny as predictors of pollinator service: a plant community perspective. *Ecological Monographs* [online]. **90**(2), 1–27. ISSN 15577015. Dostupné z: doi:10.1002/ecm.1402

HEUSCHEN, B., A. GUMBERT a K. LUNAU, 2005. A generalised mimicry system involving angiosperm flower colour, pollen and bumblebees' innate colour preferences. *Plant Systematics and Evolution* [online]. **252**(3–4), 121–137. ISSN 03782697. Dostupné z: doi:10.1007/s00606-004-0249-5

HICKMAN, James C., 1974. Pollination by ants: A low-energy system. *Science* [online]. **184**(4143), 1290–1292. ISSN 00368075. Dostupné z: doi:10.1126/science.184.4143.1290

IBARRA-ISASSI, Javier a Sebastián Felipe SENDOYA, 2016. Ants as floral visitors of *Blutaparon portulacoides* (A. St-Hil.) Mears (Amaranthaceae): an ant pollination system in the Atlantic Rainforest. *Arthropod-Plant Interactions* [online]. **10**(3), 221–227. ISSN 18728847. Dostupné z: doi:10.1007/s11829-016-9429-9

INOUYE, David W., 1980. The effect of proboscis and corolla tube lengths on patterns and rates of flower visitation by bumblebees. *Oecologia* [online]. **45**(2), 197–201. ISSN 00298549. Dostupné z: doi:10.1007/BF00346460

JANEČEK, Štěpán, Záboj HRÁZSKÝ, Michael BARTOŠ, Jakub BROM, Jiří REIF, David HOŘÁK, Dagmar BYSTRICKÁ, Jan RIEGERT, Ondřej SEDLÁČEK a Michal PEŠATA, 2007. Importance of big pollinators for the reproduction of two *Hypericum* species in Cameroon, West Africa. *African Journal of Ecology* [online]. **45**(4), 607–613. ISSN 01416707. Dostupné z: doi:10.1111/j.1365-2028.2007.00779.x

JENNERSTEN, O., 1984. Flower visitation and pollination efficiency of some North European butterflies. *Oecologia* [online]. **63**(1), 80–89. ISSN 00298549. Dostupné z: doi:10.1007/BF00379789

JOHNSON, Steven D. a Petra WESTER, 2017. Stefan Vogel's analysis of floral syndromes in the South African flora: An appraisal based on 60 years of pollination studies. *Flora: Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* [online]. **232**, 200–206. ISSN 03672530. Dostupné z: doi:10.1016/j.flora.2017.02.005

- KASTINGER, C. a A. WEBER, 2001. Bee-flies (*Bombylius* spp., Bombyliidae, Diptera) and the pollination of flowers. *Flora* [online]. **196**(1), 3–25. ISSN 03672530. Dostupné z: doi:10.1016/S0367-2530(17)30015-4
- KATO, Makoto a Atsushi KAWAKITA, 2004. Plant-pollinator interactions in new caledonia influenced by introduced honey bees. *American Journal of Botany* [online]. **91**(11), 1814–1827. ISSN 00029122. Dostupné z: doi:10.3732/ajb.91.11.1814
- KATSUHARA, Koki R., Shumpei KITAMURA a Atushi USHIMARU, 2017. Functional significance of petals as landing sites in fungus-gnat pollinated flowers of *Mitella pauciflora* (Saxifragaceae). *Functional Ecology* [online]. **31**(6), 1193–1200. ISSN 13652435. Dostupné z: doi:10.1111/1365-2435.12842
- KEVAN, P. G. a H. G. BAKER, 1983. Insects as flower visitors and pollinators. *Annual Review of Entomology* [online]. **1**(165), 407–453. ISSN 0066-4170. Dostupné z: doi:10.1146/annurev.en.28.010183.002203
- KEVAN, Peter G., 1972. Insect Pollination of High Arctic Flowers. *The Journal of Ecology* [online]. **60**(3), 831. ISSN 00220477. Dostupné z: doi:10.2307/2258569
- KING, Marcus J., 1993. Buzz foraging mechanism of bumble bees. *Journal of Apicultural Research* [online]. **32**(1), 41–49. ISSN 20786913. Dostupné z: doi:10.1080/00218839.1993.11101286
- KLEIN, Alexandra Maria, Bernard E. VAISSIÈRE, James H. CANE, Ingolf STEFFAN-DEWENTER, Saul A. CUNNINGHAM, Claire KREMEN a Teja TSCHARNTKE, 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* [online]. **274**(1608), 303–313. ISSN 14712970. Dostupné z: doi:10.1098/rspb.2006.3721
- KRENN, Harald W., 2010. Feeding mechanisms of adult lepidoptera: Structure, function, and evolution of the mouthparts. *Annual Review of Entomology* [online]. **55**(36), 307–327. ISSN 00664170. Dostupné z: doi:10.1146/annurev-ento-112408-085338
- KRENN, Harald W., John D. PLANT a Nikolaus U. SZUCSICH, 2005. Mouthparts of flower-visiting insects. *Arthropod Structure and Development* [online]. **34**(1), 1–40. ISSN 14678039. Dostupné z: doi:10.1016/j.asd.2004.10.002
- KRÖMER, T., M. KESSLER, G. LOHAUS a A. N. SCHMIDT-LEBUHN, 2008. Nectar sugar composition and concentration in relation to pollination syndromes in Bromeliaceae. *Plant Biology* [online]. **10**(4), 502–511. ISSN 14358603. Dostupné z: doi:10.1111/j.1438-8677.2008.00058.x
- KRÖMER, Thorsten, Michael KESSLER a Sebastian K. HERZOG, 2006. Distribution and flowering ecology of bromeliads along two climatically contrasting elevational transects in the Bolivian Andes. *Biotropica* [online]. **38**(2), 183–195. ISSN 00063606. Dostupné z: doi:10.1111/j.1744-7429.2006.00124.x

- KUNZ, Thomas H., Elizabeth Braun DE TORREZ, Dana BAUER, Tatyana LOBOVA a Theodore H. FLEMING, 2011. Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York Academy of Sciences* [online]. **1223**(1), 1–38. ISSN 17496632. Dostupné z: doi:10.1111/j.1749-6632.2011.06004.x
- LARSON, B. M.H., P. G. KEVAN a D. W. INOUE, 2001. Flies and flowers: Taxonomic diversity of anthophiles and pollinators. *Canadian Entomologist* [online]. **133**(4), 439–465. ISSN 19183240. Dostupné z: doi:10.4039/Ent133439-4
- LAUBERTIE, E. A., S. D. WRATTEN a J. R. SEDCOLE, 2006. The role of odour and visual cues in the pan-trap catching of hoverflies (Diptera: Syrphidae). *Annals of Applied Biology* [online]. **148**(2), 173–178. ISSN 00034746. Dostupné z: doi:10.1111/j.1744-7348.2006.00046.x
- LUNAU, K. a E. J. MAIER, 1995. Innate colour preferences of flower visitors. *Journal of Comparative Physiology A* [online]. **177**(1), 1–19. ISSN 03407594. Dostupné z: doi:10.1007/BF00243394
- LUNAU, K. a S. WACHT, 1994. Optical releasers of the innate proboscis extension in the hoverfly *Eristalis tenax* L. (Syrphidae, Diptera). *Journal of Comparative Physiology A* [online]. **174**(5), 575–579. ISSN 03407594. Dostupné z: doi:10.1007/BF00217378
- MARUYAMA, Pietro K., Genilda M. OLIVEIRA, Carolina FERREIRA, Bo DALSGAARD a Paulo E. OLIVEIRA, 2013. Pollination syndromes ignored: Importance of non-ornithophilous flowers to Neotropical savanna hummingbirds. *Naturwissenschaften* [online]. **100**(11), 1061–1068. ISSN 00281042. Dostupné z: doi:10.1007/s00114-013-1111-9
- MELÉNDEZ-ACKERMAN, Elvia, Diane R. CAMPBELL a Nickolas M. WASER, 1997. Hummingbird behavior and mechanisms of selection on flower color in *Ipomopsis*. *Ecology* [online]. **78**(8), 2532–2541. ISSN 00129658. Dostupné z: doi:10.2307/2265912
- MENZEL, Randolph, Andreas GUMBERT, Jan KUNZE, Avi SHMIDA a Misha VOROBYEV, 1997. Pollinators' strategies in finding flowers. *Israel Journal of Plant Sciences* [online]. **45**(2–3), 141–156. ISSN 22238980. Dostupné z: doi:10.1080/07929978.1997.10676680
- MESLER, Michael R., James D ACKERMAN a Karen L LU, 1980. The Effectiveness of Fungus Gnats as Pollinators. *Wiley* [online]. **67**(4), 564–567. Dostupné z: doi:10.2307/2442297
- MIDGLEY, J. J. a S. D. JOHNSON, 1998. Some pollinators do not prefer symmetrically marked or shaped daisy (Asteraceae) flowers. *Evolutionary Ecology* [online]. **12**(1), 123–126. ISSN 02697653. Dostupné z: doi:10.1023/A:1006515225337
- MILLER, Richard S. a Richard Elton MILLER, 1971. Feeding Activity and Color Preference of Ruby-Throated Hummingbirds. *The Condor* [online]. **73**(3), 309–313. ISSN 00105422. Dostupné z: doi:10.2307/1365757

MITROIU, Mircea Dan, John NOYES, Aleksandar CETKOVIC, Guido NONVEILLER, Alexander RADCHENKO, Andrew POLASZEK, Fredrick RONQUIST, Mattias FORSHAGE, Guido PAGLIANO, Josef GUSENLEITNER, Mario Boni BARTALUCCI, Massimo OLMI, Lucian FUSU, Michael MADL, Norman F. JOHNSON, Petr JANSTA, Raymond WAHIS, Villu SOON, Paolo ROSA, Till OSTEN, Yvan BARBIER a Yd DE JONG, 2015. Fauna Europaea: Hymenoptera - Apocrita (excl. Ichneumonoidea). *Biodiversity Data Journal* [online]. **3**(1). ISSN 13142828. Dostupné z: doi:10.3897/BDJ.3.e4186

MOCHIZUKI, Ko a Atsushi KAWAKITA, 2018. Pollination by fungus gnats and associated floral characteristics in five families of the Japanese flora. *Annals of Botany* [online]. **121**(4), 651–663. ISSN 10958290. Dostupné z: doi:10.1093/aob/mcx196

MOLLER, A. P. a G. SORCI, 1998. Insect preference for symmetrical artificial flowers. *Oecologia*. **114**(1), 37–42.

MØLLER, Anders Pape, 1995. Bumblebee preference for symmetrical flowers. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* [online]. **92**(6), 2288–2292. ISSN 00278424. Dostupné z: doi:10.1073/pnas.92.6.2288

MUCHHALA, Nathan a Matthew D. POTTS, 2007. Character displacement among bat-pollinated flowers of the genus *Burmeistera*: Analysis of mechanism, process and pattern. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* [online]. **274**(1626), 2731–2737. ISSN 14712970. Dostupné z: doi:10.1098/rspb.2007.0670

MUTH, Felicity, Jacob S. FRANCIS a Anne S. LEONARD, 2016. Bees use the taste of pollen to determine which flowers to visit. *Biology Letters* [online]. **12**(7). ISSN 1744957X. Dostupné z: doi:10.1098/rsbl.2016.0356

OKAMOTO, T., Yudai OKUYAMA, R. GOTO, M. TOKORO a M. KATO, 2015. Parallel chemical switches underlying pollinator isolation in Asian *Mitella*. *Journal of Evolutionary Biology* [online]. **28**(3), 590–600. ISSN 14209101. Dostupné z: doi:10.1111/jeb.12591

OKUYAMA, Yudai, Makoto KATO a Noriaki MURAKAMI, 2004. Pollination by fungus gnats in four species of the genus *Mitella* (Saxifragaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* [online]. **144**(4), 449–460. ISSN 00244074. Dostupné z: doi:10.1111/j.1095-8339.2003.00259.x

OLLERTON, Jeff, Ruben ALARCON, Nickolas M. WASER, Mary V. PRICE, Stella WATTS, Louise CRANMER, Andrew HINGSTON, Craig I. PETER a John ROTENBERRY, 2009. A global test of the pollination syndrome hypothesis. *Annals of Botany* [online]. **103**(9), 1471–1480. ISSN 10958290. Dostupné z: doi:10.1093/aob/mcp031

OLLERTON, Jeff, Rachael WINFREE a Sam TARRANT, 2011. How many flowering plants are pollinated

by animals? *Oikos* [online]. **120**(3), 321–326. ISSN 00301299. Dostupné z: doi:10.1111/j.1600-0706.2010.18644.x

ÔMURA, Hisashi a Keiichi HONDA, 2005. Priority of color over scent during flower visitation by adult *Vanessa indica* butterflies. *Oecologia* [online]. **142**(4), 588–596. ISSN 00298549. Dostupné z: doi:10.1007/s00442-004-1761-6

OOSTERBROEK, PJOTR a GREG COURTNEY, 1995. Phylogeny of the nematoceros families of Diptera (Insecta). *Zoological Journal of the Linnean Society* [online]. **115**(3), 267–311. ISSN 10963642. Dostupné z: doi:10.1111/j.1096-3642.1995.tb02462.x

ORBÁN, Levente L. a Catherine M.S. PLOWRIGHT, 2013. The effect of flower-like and non-flower-like visual properties on choice of unrewarding patterns by bumblebees. *Naturwissenschaften* [online]. **100**(7), 621–631. ISSN 00281042. Dostupné z: doi:10.1007/s00114-013-1059-9

ORFORD, Katherine A., Ian P. VAUGHAN a Jane MEMMOTT, 2015. The forgotten flies: The importance of non-syrphid Diptera as pollinators. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* [online]. **282**(1805). ISSN 14712954. Dostupné z: doi:10.1098/rspb.2014.2934

PADYŠÁKOVÁ, Eliška, Michael BARTOŠ, Robert TROPEK a Štěpán JANEČEK, 2013. Generalization versus Specialization in Pollination Systems: Visitors, Thieves, and Pollinators of *Hypoestes aristata* (Acanthaceae). *PLoS ONE* [online]. **8**(4), 1–8. ISSN 19326203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0059299

PAPE, THOMAS, VLADIMIR BLAGODEROV a MIKHAIL B. MOSTOVSKI, 2011. Order Diptera Linnaeus, 1758. In: Zhang, Z.-Q. (Ed.) *Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness*. *Zootaxa* [online]. **3148**(1), 222. ISSN 1175-5326. Dostupné z: doi:10.11646/zootaxa.3148.1.42

PARTIDA-LARA, Ruth, Paula L. ENRÍQUEZ, José Raúl VÁZQUEZ-PÉREZ, Esteban Pineda Diez DE BONILLA, Miguel MARTÍNEZ-ICO a José L. RANGEL-SALAZAR, 2018. Pollination syndromes and interaction networks in hummingbird assemblages in El Triunfo Biosphere Reserve, Chiapas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology* [online]. **34**(5), 293–307. ISSN 14697831. Dostupné z: doi:10.1017/S0266467418000263

PHILLIPS, Ryan D., Daniela SCACCABAROZZI, Bryony A. RETTER, Christine HAYES, Graham R. BROWN, Kingsley W. DIXON a Rod PEAKALL, 2014. Caught in the act: Pollination of sexually deceptive trap-flowers by fungus gnats in *Pterostylis* (Orchidaceae). *Annals of Botany* [online]. **113**(4), 629–641. ISSN 10958290. Dostupné z: doi:10.1093/aob/mct295

PLEASANTS, J.M. a N.M. WASSER, 1985. Bumblebee foraging at a „hummingbird" flower: reward

economics and floral choice. *The American Midland Naturalist* [online]. **114**(2), 283–291. Dostupné z: doi:10.2307/2425603

PONT, A. C., 1993. Observations on anthophilous muscidae and other diptera (Insecta) in abisko national park, sweden. *Journal of Natural History* [online]. **27**(3), 631–643. ISSN 14645262. Dostupné z: doi:10.1080/00222939300770361

POTTS, Simon G., Jacobus C. BIESMEIJER, Claire KREMEN, Peter NEUMANN, Oliver SCHWEIGER a William E. KUNIN, 2010. Global pollinator declines: Trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology and Evolution* [online]. **25**(6), 345–353. ISSN 01695347. Dostupné z: doi:10.1016/j.tree.2010.01.007

QIU, Yin Long, Jungho LEE, Fabiana BERNASCONI-QUADRONI, Douglas E. SOLTIS, Pamela S. SOLTIS, Michael ZANIS, Elizabeth A. ZIMMER, Zhiduan CHEN, Vincent SAVOLAINEN a Mark W. CHASE, 1999. The earliest angiosperms: Evidence from mitochondrial, plastid and nuclear genomes. *Nature* [online]. **402**(6760), 404–407. ISSN 00280836. Dostupné z: doi:10.1038/46536

RADER, R., S. A. CUNNINGHAM, B. G. HOWLETT a D. W. INOUE, 2020. Non-bee insects as visitors and pollinators of crops: Biology, ecology, and management. *Annual Review of Entomology* [online]. **65**, 391–407. ISSN 00664170. Dostupné z: doi:10.1146/annurev-ento-011019-025055

RAINE, Nigel E. a Lars CHITTKA, 2007. The adaptive significance of sensory bias in a foraging context: Floral colour preferences in the bumblebee *Bombus terrestris*. *PLoS ONE* [online]. **2**(6), 1–8. ISSN 19326203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0000556

RAINE, Nigel E., Thomas C. INGS, Anna DORNHAUS, Nehal SALEH a Lars CHITTKA, 2006. Adaptation, Genetic Drift, Pleiotropy, and History in the Evolution of Bee Foraging Behavior. *Advances in the Study of Behavior* [online]. **36**(06), 305–354. ISSN 00653454. Dostupné z: doi:10.1016/S0065-3454(06)36007-X

RATTO, Fabrizia, Benno I. SIMMONS, Rebecca SPAKE, Veronica ZAMORA-GUTIERREZ, Michael A. MACDONALD, Jennifer C. MERRIMAN, Constance J. TREMLETT, Guy M. POPPY, Kelvin S.H. PEH a Lynn V. DICKS, 2018. Global importance of vertebrate pollinators for plant reproductive success: a meta-analysis. *Frontiers in Ecology and the Environment* [online]. **16**(2), 82–90. ISSN 15409309. Dostupné z: doi:10.1002/fee.1763

REAL, Leslie A. a Beverly J RATHCKE, 1991. Individual Variation in Nectar Production and Its Effect on Fitness in *Kalmia Latifolia* [online]. **72**(1), 149–155. Dostupné z: <http://www.jstor.org/stable/1938910>

REGAN, Eugenie C, Luca SANTINI, Lisa INGWALL-KING, Michael HOFFMANN, Carlo RONDININI, Andy SYMES, Joseph TAYLOR a Stuart H.M. BUTCHART, 2015. Global trends in the status of bird and mammal pollinators. *Conservation Letters* [online]. **8**(6), 396–403. Dostupné z: doi:10.1111/conl.12162

- ROCCA, Márcia A. a Marlies SAZIMA, 2006. The dioecious, sphingophilous species *Citharexylum myrianthum* (Verbenaceae): Pollination and visitor diversity. *Flora: Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* [online]. **201**(6), 440–450. ISSN 03672530. Dostupné z: doi:10.1016/j.flora.2006.02.001
- RODRÍGUEZ-GASOL, N., J. AVILLA, S. ALEGRE a G. ALINS, 2019. Document downloaded from: *International Organization for Biological Control* [online]. (c). Dostupné z: doi:10.1007/s10526-019-09928-2
- RODRÍGUEZ, Ivana, Andreas GUMBERT, Natalie Hempel DE IBARRA, Jan KUNZE a Martin GIURFA, 2004. Symmetry is in the eye of the „beeholder”: Innate preference for bilateral symmetry in flower-naïve bumblebees. *Naturwissenschaften* [online]. **91**(8), 374–377. ISSN 00281042. Dostupné z: doi:10.1007/s00114-004-0537-5
- ROSAS-GUERRERO, Víctor, Ramiro AGUILAR, Silvana MARTÉN-RODRÍGUEZ, Lorena ASHWORTH, Martha LOPEZARAIZA-MIKEL, Jesús M. BASTIDA a Mauricio QUESADA, 2014. A quantitative review of pollination syndromes: Do floral traits predict effective pollinators? *Ecology Letters* [online]. **17**(3), 388–400. ISSN 1461023X. Dostupné z: doi:10.1111/ele.12224
- SAKAI, S., 2002. A review of brood-site pollination mutualism: plants providing breeding sites for their pollinators. *Journal of Plant Research* [online]. **115**, 161–168. ISSN 00332674. Dostupné z: doi:10.1007/s102650200021
- SCHEMSKE, Douglas W a H D BRADSHAW, 1999. Pollinator preference and the evolution of floral traits in monkeyflowers (*Mimulus*). *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* [online]. **96**(21), 11910–11915. ISSN 0027-8424. Dostupné z: doi:https://doi.org/10.1073/pnas.96.21.11910
- SCHMID, Simone, Volker S. SCHMID, Anne ZILLIKENS a Josefina STEINER, 2011. Diversity of flower visitors and their role for pollination in the ornithophilous bromeliad *Vriesea friburgensis* in two different habitats in Southern Brazil. *Ecotropica*. **17**(1), 91–102. ISSN 09493026.
- SHUTTLEWORTH, Adam, Steven D. JOHNSON a Andreas JÜRGENS, 2017. Entering through the narrow gate: A morphological filter explains specialized pollination of a carrion-scented stapeliad. *Flora: Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* [online]. **232**, 92–103. ISSN 03672530. Dostupné z: doi:10.1016/j.flora.2016.09.003
- SKEVINGTON, Jeffrey H. a P. T. DANG, 2002. Exploring the diversity of flies (Diptera). *Biodiversity* [online]. **3**(4), 3–27. ISSN 21600651. Dostupné z: doi:10.1080/14888386.2002.9712613
- SLIPINSKI, S.A., R.A.B. LESCHEN a J.F. LAWRENCE, 2011. An Outline of Higher-Level Classification and

Survey of Taxonomic Richness. Order Coleoptera Linnaeus, 1758. *Zootaxa*. **3148**(1), 203–208.

SMITH, Stacey D. a Ricardo KRIEBEL, 2018. Convergent evolution of floral shape tied to pollinator shifts in Iochrominae (Solanaceae)*. *Evolution* [online]. **72**(3), 688–697. ISSN 15585646. Dostupné z: doi:10.1111/evo.13416

SPRADBERY, J, 1973. *Wasps : an account of the biology and natural history of solitary and social wasps, with particular reference to those of the British Isles*. 1st vyd. London: University of Washington Press. ISBN 0283979380.

SSYMANK, Axel, C. A. KEARNS, Thomas PAPE a F. Christian THOMPSON, 2008. Pollinating flies (diptera): A major contribution to plant diversity and agricultural production. *Biodiversity* [online]. **9**(1–2), 86–89. ISSN 21600651. Dostupné z: doi:10.1080/14888386.2008.9712892

STANLEY, R. G. a H. F. LINSKENS, 1974. *Pollen Biology Biochemistry Management* [online]. ISBN 978-3-642-65907-2. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-642-65905-8

SUBEDI, Bandana, Alyssa B. STEWART, Bijaya NEUPANE, Sudha GHIMIRE a Hari ADHIKARI, 2021. Butterfly species diversity and their floral preferences in the Rupa Wetland of Nepal. *Ecology and Evolution* [online]. **11**(5), 2086–2099. ISSN 20457758. Dostupné z: doi:10.1002/ece3.7177

SUGAWARA, T., 1988. Floral Biology of *Heterotropa tamaensis* (Arisolochiaceae) in Japan. *Plant Species Biology* [online]. **3**(1), 7–12. Dostupné z: doi:10.1111/J.1442-1984.1988.TB00166.X

SUTHERLAND, Jamie P., Matthew S. SULLIVAN a Guy M. POPPY, 1999. The influence of floral character on the foraging behaviour of the hoverfly, *Episyrphus balteatus*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* [online]. **93**(2), 157–164. ISSN 00138703. Dostupné z: doi:10.1046/j.1570-7458.1999.00574.x

TEPEDINO, Vincent J., William R. BOWLIN a Terry L. GRISWOLD, 2012. Pollinators complicate conservation of an endemic plant: *Physaria obcordata* (cruciferae) in the piceance Basin, Colorado. *Natural Areas Journal* [online]. **32**(2), 140–148. ISSN 08858608. Dostupné z: doi:10.3375/043.032.0202

TIPLE, Ashish D., Arun M. KHURAD a Roger L.H. DENNIS, 2009. Adult butterfly feeding-nectar flower associations: Constraints of taxonomic affiliation, butterfly, and nectar flower morphology. *Journal of Natural History* [online]. **43**(13–14), 855–884. ISSN 00222933. Dostupné z: doi:10.1080/00222930802610568

TOTLAND, Örjan, 1994. Intra-seasonal variation in pollination intensity and seed set in an alpine population of *Ranunculus acris* in southwestern Norway. *Ecography* [online]. **17**(2), 159–165. ISSN 16000587. Dostupné z: doi:10.1111/j.1600-0587.1994.tb00089.x

- TSCHAPKA, Marco a Stefan DRESSLER, 2002. Chiropterophily: On bat-flowers and flower-bats. *Curtis's Botanical Magazine* [online]. **19**(2), 114–125. ISSN 1355-4905. Dostupné z: doi:10.1111/1467-8748.00340
- URCELAY, Carlos, Carolina L. MORALES a Vanina R. CHALCOFF, 2006. Relationship between corolla length and floral larceny in the South American hummingbird-pollinated *Campsidium valdivianum* (Bignoniaceae). *Annales Botanici Fennici*. **43**(3), 205–211. ISSN 00033847.
- VALLEJO-MARÍN, Mario, 2019. Buzz pollination: studying bee vibrations on flowers. *New Phytologist* [online]. **224**(3), 1068–1074. ISSN 14698137. Dostupné z: doi:10.1111/nph.15666
- VAN DER PIJL, L., 1961. Ecological Aspects of Flower Evolution. II. Zoophilous Flower Classes. *Evolution* [online]. **15**(1), 44. ISSN 00143820. Dostupné z: doi:10.2307/2405842
- VAN NIEUKERKEN, Erik J., Lauri KAILA, Ian J. KITCHING, Niels P. KRISTENSEN, David C. LEES, JOËL MINET, Charles MITTER, Marko MUTANEN, Jerome C. REGIER, Thomas J. SIMONSEN, Niklas WAHLBERG, Shen-Horn YEN, Reza ZAHIRI, David ADAMSKI, Joaquin BAIXERAS, Daniel BARTSCH, Bengt Å. BENGTSSON, John W. BROWN, Sibyl R. BUCHELI, Donald R. DAVIS, Jurate PRINS, Willy de PRINS, EPSTEIN, MARC E., Patricie GENTILI-POOLE, Cees GIELIS, Peter HÄTTENSCHWILER, Axel HAUSMANN, Jeremy D. HOLLOWAY, Axel KALLIES, Ole KARSHOLT, Akito Y. KAWAHARA, Sjaak J. C. KOSTER, Mikhail V. KOZLOV, J. Donald LAFONTAINE, Gerardo LAMAS, Jean-François LANDRY, Sangmi LEE, Matthias NUSS, Kyu-Tek PARK, Carla PENZ, Jadranka ROTA, Alexander SCHINTLMEISTER, B. Christisn SCHMIDT, Jae-Cheon SOHN, M. Alma SOLIS, Gerhard M. TARMANN, Andrew D. WARREN, Susan WELLER, Roman V. YAKOVLEV, Vadim V. ZOLOTUHIN a Andreas ZWICK, 2011. Order Lepidoptera Linnaeus, 1758. In: Zhang, Z.-Q. (Ed.) Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. *Zootaxa* [online]. **3148**(1), 212. ISSN 1175-5326. Dostupné z: doi:10.11646/zootaxa.3148.1.41
- VILHELMOSEN, Lars, 2001. Phylogeny and classification of the extant basal lineages of the hymenoptera (insecta). *Zoological Journal of the Linnean Society* [online]. **131**(4), 393–442. ISSN 00244082. Dostupné z: doi:10.1006/zjls.2000.0255
- VOGEL, Stefan, 1978. Pilzmückenblumen als Pilzmimeten. *Flora* [online]. **167**(3–4), 329–366. ISSN 03672530. Dostupné z: doi:10.1016/s0367-2530(17)31124-6
- VOGEL, Stefan a Jochen MARTENS, 2000. A survey of the function of the lethal kettle traps of *Arisaema* (Araceae), with records of pollinating fungus gnats from Nepal. *Botanical Journal of the Linnean Society* [online]. **133**(1), 61–100. ISSN 00244074. Dostupné z: doi:10.1006/bojl.1999.0317
- WARDHAUGH, Carl W., 2015. How many species of arthropods visit flowers? *Arthropod-Plant*

- Interactions* [online]. **9**(6), 547–565. ISSN 18728847. Dostupné z: doi:10.1007/s11829-015-9398-4
- WASER, Nickolas M., 1986. The university of Chicago. *The American Society of Naturalists* [online]. **127**(5), 593–603. ISSN 00219584. Dostupné z: doi:10.2307/j.ctvb6v6k6.16
- WASER, Nikolas M, Lars CHITTKA, Mary V PRICE a Neal M WILLIAMS, 1996. Emphasizing new ideas to stimulate research in ecology. Generalization in pollination systems, and why it matters. *Ecology*. **77**(4), 1043–1060. ISSN 00129658.
- WEST, E. L. a T. M. LAVERTY, 1998. Effect of floral symmetry on flower choice and foraging behaviour of bumble bees. *Canadian Journal of Zoology* [online]. **76**(4), 730–739. ISSN 00084301. Dostupné z: doi:10.1139/z97-246
- WHELAN, Christopher J., Daniel G. WENNY a Robert J. MARQUIS, 2008. Ecosystem Services Provided by Birds. *Annals of the New York Academy of Sciences* [online]. **1134**(1), 25–60. ISSN 17496632. Dostupné z: doi:10.1196/annals.1439.003
- WIGNALL, Anne E., Astrid M. HEILING, Ken CHENG a Marie E. HERBERSTEIN, 2006. Flower Symmetry Preferences in Honeybees and their Crab Spider Predators. *Ethology* [online]. **112**(5), 510–518. ISSN 01791613. Dostupné z: doi:10.1111/j.1439-0310.2006.01199.x
- WILSON, Paul, Maria C. CASTELLANOS, James N. HOGUE, James D. THOMSON a W Scott ARMBRUSTER, 2004. A multivariate search for pollination syndromes among penstemons. *Oikos* [online]. **104**(2), 345–361. Dostupné z: doi:10.1111/j.0030-1299.2004.12819.x
- WOLFF, D., M. BRAUN a S. LIEDE, 2003. Nocturnal versus diurnal pollination success in *Isertia laevis* (Rubiaceae): A sphingophilous plant visited by hummingbirds. *Plant Biology* [online]. **5**(1), 71–78. ISSN 14358603. Dostupné z: doi:10.1055/s-2003-37977
- WOODCOCK, Thomas S., Brendon M. H. LARSON, Peter G. KEVAN, David W. INOUE a Klaus LUNAU, 2014. Flies and flowers II: Floral attractants and rewards. *Journal of Pollination Ecology* [online]. **12**(8), 63–94. ISSN 19207603. Dostupné z: doi:10.26786/1920-7603(2014)5
- YEATES, David K., 1994. The Cladistics and Classification of the Bombyliidae (Diptera: Asiloidea). *Bulletin of the American Museum of Natural History* [online]. **219**(219), 1–191. ISSN 1937-3546. Dostupné z: <http://digitallibrary.amnh.org/dspace/handle/2246/826%5Cnhttp://ci.nii.ac.jp/naid/10011390565>
- ZUPARKO, Robert L, 2008. Parasitic Hymenoptera (Parasitica). In: John L CAPINERA, ed. *Encyclopedia of Entomology* [online]. Dordrecht: Springer Netherlands, s. 2730–2736. ISBN 978-1-4020-6359-6. Dostupné z: doi:10.1007/978-1-4020-6359-6_2768

