

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ



**Analýza společenstva pavouků a jejich parazitodů ze skupiny
Polysphincta na břehových porostech dvou geograficky vzdálených
lokalit**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce:

Mgr. Stanislav Korenko, Ph.D.

Autor práce:

Bc. Josef Arnošt, DiS.

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Josef Arnošt, DiS.

Krajinné inženýrství

Název práce

Analýza společenstva pavouků a jejich parazitoidů ze skupiny Polysphincta na břehových porostech dvou geograficky vzdálených lokalit

Název anglicky

Analysis of spider community and their parasitoids (Polysphincta group) of bank vegetation in two geographically different localities

Cíle práce

Cílem práce je porovnat společenstva pavouků a jejich parazitoidů na břehových porostech na dvou geograficky vzdálených lokalitách v rámci Evropy. Jedna lokalita se nachází v České republice a druhá v Itálii.

Metodika

Srovnají se společenstva pavouků a jejich parazitoidů na břehových porostech dvou geografických lokalit, jedné české a jedné italské. Obe lokality budou stejného typu habitatu (nepoškozený břehový porost jezera nebo rybníku), aby bylo výsledky možné porovnat. Vzorky budou sbírány za pomoci smýkací sítě, sklepávacího a individuálně. Pavouci budou dle možností determinováni do druhu/rodu. Parazitování pavouci budou chováni v zajetí za účelem dochování larev parazitoidů do stádia dospělosti a následné determinace. Výsledky budou analyzovány standardními postupy a statistikou používanou v daném typu studie. Bude testována hypotéza: Společenstvo pavouků i jejich parazitoidů je charakterizováno typem habitatu, který je významnějším faktorem než geografická vzdálenost mezi lokalitou v České republice (střední Evropa) a severní částí Itálie (východní část jižní Evropy).

Doporučený rozsah práce

50-70 stran

Klíčová slova

interakce, populace, parazitizmus, pavoučí hostitel, preference hostitele

Doporučené zdroje informací

- Eberhard, W.G. 2000. The natural history and behavior of *Hymenoepimecis argyraphaga* (Hymenoptera: Ichneumonidae) a parasitoid of *Plesiometa argyra* (Araneae: Tetragnathidae). *Journal of Hymenoptera Research*, 9, 220–240.
- Fitton, M.G., Shaw, M.R., Austin, A.D. 1987. The Hymenoptera associated with spiders in Europe. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 90, 65-93.
- Foelix, R. 1996. *Biology of Spiders*. Oxford University Press, USA, p. 336
- Korenko, S., Michalková, V., Zwakhals, K., Pekár, S. 2011. Host specificity and temporal and seasonal shifts in host preference of a web-spider parasitoid (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Journal of Insect Science*, 11, 101.
- Korenko, S., Pekár, S. 2011. A parasitoid wasp induces overwintering behaviour in its spider host. *PLoS ONE* 6(9), e24628.
- Nentwig, W. 1987. *Ecophysiology of Spiders*. Springer-Verlag, p. 448.

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – FŽP

Vedoucí práce

Mgr. Stanislav Korenko, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra agroekologie a biometeorologie

Elektronicky schváleno dne 30. 8. 2016

prof. Ing. Josef Soukup, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 31. 8. 2016

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 18. 04. 2017

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci Analýza společenstva pavouků a jejich parazitodů ze skupiny Polysphincta na břehových porostech dvou geograficky vzdálených lokalit vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Dále prohlašuji, že jsem neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 15.4.2017

Poděkování

Rád bych poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce, Mgr. Stanislavu Korenkovi, Ph.D, který mi poskytl celou řadu cenných informací, zdrojů a moji práci vedl svědomitě. Dále všem mým přátelům a rodině za to, že mi byli oporou po dobu psaní této práce i během studia.

Abstrakt

Analýza společenstva pavouků a jejich parazitoidů ze skupiny *Polysphincta* na břehových porostech dvou geograficky vzdálených lokalit

Tato práce analyzuje a porovnává společenstva pavouků a na ně asociovaných parazitoidů ze skupiny *Polysphincta* group v břehových porostech na dvou geograficky vzdálených lokalitách. První lokalita leží na břehu Mlýnského rybníka u obce Třtice ve Středočeském kraji a druhá na břehu jezera Maggiore u obce Fondotoce v kraji Piedmont na severu Itálie.

V podzimních měsících let 2012 až 2015 byly na lokalitách provedeny odběry vzorků společenstev pavouků pomocí metody sklepáváním, která byla doplněna smýkáním a individuálním sběrem. Nasbírané vzorky pavouků a jejich parazitoidů byly následně determinovány pomocí několika dostupných metod. Pavouky s přichycenou larvou parazitoida bylo nutno dochovat v domácích podmínkách, aby parazitoid mohl dosáhnout dospělosti a mohl se determinovat.

Obě lokality jsou porovnávány z hlediska klimatu – průměrných teplot, srážek a lokálních vlivů. Dále je také diskutováno počasí České republiky v roce 2015, které mohlo na lokalitě ve Třticích silně ovlivnit zkoumaná společenstva živočichů.

V rámci obou lokalit je analyzováno druhové složení potenciálních hostitelů - síťových pavouků a jejich parazitoidů. Je určena dominance druhů a pomocí indexů podobnosti srovnáváno druhové složení společenstev neparazitovaných i parazitovaných pavouků a samotných parazitoidů. Dále je také testována hypotéza, že „Společenstvo pavouků i jejich parazitoidů je charakterizováno typem habitatu, který je významnějším faktorem než geografická vzdálenost mezi lokalitou v České republice (střední Evropa) a severní části Itálie (východní část jižní Evropy)“.

Výsledkem práce je zjištění, že podle vypočítaných indexů jsou si společenstva parazitoidů na obou lokalitách druhově podobná, zatímco společenstva parazitovaných i neparazitovaných pavouků si druhově podobná nejsou. Nastavenou hypotézu tedy nelze potvrdit.

Práce přináší navíc záznamy o novém výskytu parazitických vosiček jak na území České republiky, tak i v Itálii. Konkrétně se jedná o druhy *Acrodactyla carinator* pro Českou republiku i Itálii, *Acrodactyla degener* pro Itálii a *Zatypota anomala* pro Čechy.

klíčová slova: výskyt druhu, členovci, parazitizmus, pavoučí hostitel, preference hostitele

Abstract

Analysis of spider community and their parasitoids (*Polysphincta* group) of bank vegetation in two geographically different localities

This work compares two communities of spiders and their parasitoids of *Polysphincta* group in bank vegetation of two geographically distant localities. The first study site is located on the bank of Mlýnský pond near Třtice in the Central Bohemian region and the second site is on the bank of Lago Maggiore near Fondotoce in the region of Piedmont in Northern Italy.

The spiders were collected in the autumn of the years 2012 – 2015. The method of beating canopies, sweeping and individual collection was used. Collected specimens of spiders and their parasitoids were then determined with using several available methods. Spiders found with attached larvae were reared in home conditions so the parasitoid could reach its adulthood and thereafter be determined.

Both study sites are compared in terms of climate – average temperatures, rainfall and local influences. The extreme weather in Czech Republic in 2015 and its potential impact on specimens is also discussed.

The study analyzes species composition of potential web-spinning spider hosts and their parasitoids. There is also the dominance of species analyzed as well as the comparison of the species similarity indexes of both unparasitised and parasitised spiders as well as their parasitoids among the localities. The study also validates the hypothesis of „The community of spiders and their parasitoids is characterised by the type of their habitat, which is more important factor than the geographical distance“.

The main result of this work is the comparison itself and that – by means of calculated species similarity indexes – the hypothesis can not be confirmed. According to indexes, both unparasitised and parasitised spider communities are not similar while parasitoid communities are.

In addition, the diploma work brings new records of appearance of parasitic wasps *Acrodactyla carinator* for both countries, *Acrodactyla degener* for Italy and *Zatypota anomala* for Bohemia.

keywords: species occurrence, arthropods, parasitism, spider host, host specificity

Obsah

1 Úvod	10
2 Cíle práce	11
3 Literární rešerše	12
3.1 Diverzita a podobnost společenstev	12
3.2 Rozšíření druhů	12
3.3 Paraziti a parazitoidi	13
3.4 Parazitoidi ze skupiny Polysphincta group	14
3.5 Dosavadní diverzita Polysphincta group v ČR a Itálii	16
3.6 Pavoučí hostitelé a jejich ekologie	17
3.7 Potenciální hostitelé – síťoví pavouci v ČR a Itálii (kraj Piedmont)	18
4 Metodika	19
4.1 Sledované lokality	19
4.2 Místa odběru vzorků	21
4.3 Metody sběru a determinace, chov	24
4.4 Dominance	25
4.5 Index podobnosti	25
5 Výsledky práce	27
5.1 Analýza společenstev pavouků na zkoumaných lokalitách	29
5.2 Parazitace na lokalitách	29
5.2.1 Zastoupení parazitovaných jedinců	29
5.2.2 Zastoupení parazitoidů	29
5.3 Druhová podobnost společenstev síťových pavouků a jejich parazitoidů – indexy podobnosti	30
6 Diskuze	30
6.1 Porovnání lokalit	30
6.2 Klima na lokalitě Třtice v roce 2015	33
6.3 Indexy podobnosti v porovnání s nastolenou hypotézou	35
6.4 Pavoučí hostitelé na zkoumaných lokalitách	35
6.5 Parazitoidi na lokalitách	35
6.5.1 Parazitické vosičky rodu Acrodactyla	35
6.5.2 Parazitické vosičky rodu Zatypota	37
6.6 Záznamy o novém výskytu druhů parazitických vosiček	39
7 Závěr	41
8 Seznam literatury	42

1 Úvod

Na Zemi žije cca 8,7 milionů druhů živočichů (More et al., 2011). Jednotlivé druhy mají různé nároky na prostředí, ve kterém žijí a jejich výskyt je tedy ovlivněn celou řadou faktorů. Tyto faktory dělíme na abiotické a biotické. Abiotickými faktory jsou zejména světlo, teplota, vlhkost, počasí, podnebí a další chemické a fyzikální vlastnosti prostředí. Mezi biotické faktory ovlivňující výskyt jednotlivých druhů živočichů patří vnitrodruhové a mezidruhové vztahy (Begon et al., 1997). Prostředí, ve kterém druh pobývá a přežívá, se nazývá habitat. Habitat je typ stanoviště, soubor biotopů (Buchar et Růžicka, 2002).

Pavouci (Araneae) jsou živočichové, kteří jsou schopni trvale obývat téměř jakýkoli habitat, dokonce i vodní prostředí (druh *Argyroneta aquatica* – vodouch stříbřitý). Jsou jednou z druhově nejrozmanitějších skupin a na světě se jich vyskytuje asi 113 čeledí (Coddington et Levi, 1991; World Spider Catalog, 2017). Jsou výjimeční tím, že jejich strategií obživy je čistě predace (Coddington et Levi, 1991). Velká část z nich se živí lovem hmyzu (Cardoso et al., 2011). Tím mohou přispívat k ekologické rovnováze prostředí (Buchar et Kůrka, 2001), kterou ale ve výsledku nezajišťují jen redukováním počtů hmyzu, ale i tím, že jsou na ně vázány další druhy predátorů (Coddington et Levi, 1991).

Vedle ptáků jsou hlavními predátory pavouků parazitické vosičky z řádu Hymenoptera (blanokřídlí) (Ronquist, 1999). Tyto vosičky nazýváme parazitoidy, neboť na rozdíl od parazitů žijí paraziticky pouze ve svém larválním stádiu. Proto pro dovršení dospělosti musejí svého hostitele usmrtit (Šálek et al., 2005). Tito parazitoidi si vyvinuli nejrozumnější strategie pro „lov“ budoucí kořisti a zajištění přežití svého druhu.

Vrcholem evoluce způsobů parazitace a hostitelské specializace a zároveň unikátní skupinou v rámci čeledi Ichneumonidae (řád Hymenoptera) jsou parazitické vosičky spadající do skupiny *Polysphincta* group (Ephialtini), kteří jsou koinobiontními ektoparazitoidy, kteří se ve svém larválním stádiu vyvíjejí na aktivních pavoucích (Fitton et al., 1987, 1988; Nielsen, 1923; Gauld et Dubois, 2006; Eberhard, 2000a).

Jelikož jsou pavouci jednou z nejpočetnějších skupin na světě, dalo by se předpokládat, že díky jejich výskytu na úrovni společenstev půjde posuzovat podobnost, případně kvalita různých habitatů.

2 Cíle práce

Cílem práce je porovnat společenstva pavouků a jejich parazitoidů na břehových porostech dvou geograficky vzdálených lokalit v rámci Evropy. Jedna lokalita se nachází v České republice a druhá v severní části Itálie. Bude testována hypotéza: Společenstvo pavouků i jejich parazitoidů je charakterizováno typem habitatu, který je významnějším faktorem než geografická vzdálenost mezi lokalitou v České republice (střední Evropa) a severní části Itálie (východní část jižní Evropy).

3 Literární rešerše

3.1 Diverzita a podobnost společenstev

Diverzita bývá chápána buď jako samotný počet druhů ve společenstvu (druhovná bohatost), nebo jako komplexní charakteristika struktury společenstva, která neobsahuje jen početnost druhů ve společenstvu, ale i vyrovnanost jejich rozložení. Whittaker (1972) rozdělil diverzitu na tři úrovně podle měřítka:

Alfa – diverzita popisuje druhovou diverzitu na jednom stanovišti (habitatu) nebo v rámci jednoho společenstva. Je charakterizována buď pouhým počtem druhů nebo některým z tzv. indexů diverzity, nejčastěji Simpsonovým nebo Shannon – Weaverovým.

Beta – diverzita pak popisuje druhové složení mezi společenstvy podle určitého gradientu prostředí nebo zeměpisné šířky.

Gama – diverzita popisuje druhovou diverzitu velkých geografických celků.

Na úrovni beta – diverzity lze mezi sebou provádět kvalitativní srovnávání různých společenstev. K tomu nám slouží tzv. **indexy podobnosti**.

3.2 Rozšíření druhů

Evropa spadá včetně Islandu, Asie bez indomalajské oblasti, severní Afriky (včetně Sahary a Kanárských ostrovů) a s větší částí Arabského poloostrova do Paleartické zoogeografické oblasti, která má rozlohu cca 52 milionů km². Na severu této oblasti je sněžné (nivální) pásmo, dále tajgy a tundry. Střední část Asie pokrývají rozsáhlé stepi a pouště a v nejvlhčích částech na východě jsou druhově bohaté listnaté lesy. V Evropě se nacházejí také listnaté lesy, ale nejsou tak druhově bohaté jako ty ve východní části palearktu (Buchar, 1983).

Území, které je obýváno jednotlivými taxony, se nazývá areál. Areály rozdělujeme různými způsoby - například podle velikosti, hustoty nebo podle souvislosti. Některé druhy živočichů mají kosmopolitní areál výskytu, jiné druhy mají naopak velmi úzký areál výskytu. Velikost areálu a tedy rozšíření jednotlivých druhů nebo vyšších taxonů ovlivňuje mnoho faktorů – od klimatických přes ekologické, geologické až po antropogenní (Buchar, 1983).

Nejpočetnější skupinou živočichů na Zemi je kmen členovců. Do tohoto kmene se řadí třída Insecta (hmyz), který jen u nás obsahuje přes 27900 druhů (Buchar, 1983). Nejpočetnějším řádem třídy Insecta je řád Hymenoptera (blanokřídlí). Zástupci řádu Hymenoptera jsou rozšířeni prakticky po celém světě a v téměř všech typech prostředí. Jejich tělo je děleno na hlavu, hrud' a zadeček, mají dva páry většinou průsvitných křídel,

některé druhy jsou bezkřídlé (např. bezkřídlí mravenci). Pro přijímání potravy jim slouží kusadla nebo lízavě-sací ústrojí.

Řád Hymenoptera se dělí na podřád Symphyta (širopasí) a Apocrita (štíhlopasí). Podřád Apocrita se dále rozděluje na Aculeata (žahadlové) a Parasitica (parazitické) (Ronquist, 1999).

3.3 Paraziti a parazitoidi

Živočichové, kteří žijí na úkor jiných organismů, se nazývají paraziti. Jsou to predátoři, kteří po celou dobu svého života ze svých hostitelů získávají živiny a je pro ně důležité, aby jejich hostitel přežil aspoň po dobu dospívání parazita. Jelikož je parazit na živinách ze svého hostitele zcela závislý, s předčasnou smrtí hostitele by nejpravděpodobněji zemřel také (Begon et al., 1997).

Aby parazit přežil a hlavně zajistil existenci svého druhu i do budoucna, velmi často nějakým způsobem ovlivňuje chování svého hostitele (Biron et al., 2005; Libersat et al., 2009). Změny v chování hostitele indukované parazitem mohou být až neobyčejně výrazné (Maure et al., 2011). Nejčastěji se jedná o dva typy manipulovaného chování, a to „přinucení“ k sebevraždě, nebo k péči o potomky (Arnošt, 2014).

K sebevraždě manipuluje například motolice kopinatá - *Dicrocoelium dendriticum* své přechodné hostitele z řad mravenců. Finálním hostitelem tohoto parazita jsou spásací – skot, například ovce. Aby se motolice dostala do ovce, manipuluje chování mravence tak, že mravenec vylézá na stébla trávy, kde se přidržuje kusadly a čeká, dokud ho ovce nepozře (Libersat et al., 2009).

Příkladem manipulace k péči o potomky pak může být housenka motýla *Maculinea rebeli*, která parazituje v mravenčích koloniích. Mezi mravence vypouští chemické látky, které ji před mravenci maskují jako jejich larvu. Mravenci se o ní pak starají, krmí a chrání ji (Akino et al., 1999). Ve stádiu dospělosti ale tento motýl žije neparaziticky. Takovému typu parazita se říká parazitoid.

Parazitoidi jsou tedy organismy, které se živí paraziticky jen ve svých larválních stádiích a v dospělosti se živí neparaziticky nebo potravu vůbec nepřijímají (Šálek et al., 2005).

Parazitoidi se podle způsobu využívání hostitele dělí na idiobionty a koinobionty. Larva idiobionta požírá svého hostitele bezprostředně po napadení, zatímco koinobiont

svého hostitele ponechává dalšímu vývoji, živí se z něj postupně a usmrcuje ho, až když dosáhne potřebného stádia vývoje (Kaeslin et al., 2005).

Dospělé samice kladou vajíčka na (nebo do) těla hostitelů, které předtím často paralyzují žihadlem. Larvy se po vylíhnutí živí obsahem těl hostitelů a tímto je odsuzují k zániku (např. Šálek et al., 2005). Někteří parazitoidi, například čeled' Acroceridae (řád Diptera), kladou vajíčka volně v prostředí a čerstvě vylíhnuté larvy musejí svého hostitele samy najít (Schlinger, 1987).

Velmi dobře lze pozorovat manipulace chování u hostitelů napadaných parazitickými vosičkami čeledi Ichneumonidae z řád Hymenoptera (Eberhard, 2000b).

3.4 Parazitoidi ze skupiny *Polysphincta* group

Strategie výběru hostitele parazitických vosiček pravděpodobně procházela takovým vývojem, kdy se vosičky nejprve orientovaly na fytofágní druhy řádu Hymenoptera a napadaly jejich hedvábné kokony. Gauld et Dubois (2006) a Dubois et al. (2002) pak uvádí, že nejprve u rodů *Tromatobia*, *Zaglyptus* a *Clistopyga* došlo k přechodu na parazitaci pavouků. Tyto rody napadají kokony pavouků a jejich larvy se živí vajíčky ukrytými uvnitř. Dnes jsou však řazeny do sesterské skupiny *Tromatobia* group (Takasuka et al., in prep.)

Další fází přechodu k plnému koinobiontismu lze považovat chování, kdy některé samičky rodu *Zaglyptus* před kladením svých vajíček často střežícího pavouka usmrtí a jejich larvy se pak živí přímo na něm (Nielsen, 1935; Rotterová, 2015).

Zatím posledním stupněm vývoje je již plná hostitelská specializace, kterou vykazují parazitické vosičky ze skupiny *Polysphincta* group (Fitton et al., 1987; Nielsen, 1923; Gauld et Dubois, 2006).

Všichni zástupci skupiny *Polysphincta* group (Hymenoptera, Ichneumonidae) jsou asociovaní výlučně s pavoučími hostiteli (Fitton et al., 1987, 1988; Eberhard, 2000a). Jejich taxonomické zařazení ještě stále není jednoznačné (Dubois et al., 2002), v současnosti jsou tyto parazitoidi řazeni do monofyletického kmene Ephialtini (Gauld et al., 2002). Někteří zástupci *Polysphincta* group se orientují na pavouky, kteří loví kořist aktivně a jiní na pavouky, kteří si pro lov kořisti tkají sítě. Někteří napadají samotné pavouky a kladou vajíčka přímo na jejich tělo, jiní zase kladou svá vajíčka do pavoučích kokonů.

Prozatím finálním stádiem vývoje specializace na pavouky je plný koinobiontismus. Tito koinobiontní ektoparazitoidi přichycují své vajíčko na tělo živého pavouka. Z vajíčka

se vylihne larva, která ze svého hostitele po dobu jeho dalšího života saje hemolymfu a postupně se vyvíjí (Eberhard, 2000a, b; Korenko et Pekár, 2011).

Lumci z *Polysphincta* group napadající pavouky lovce (hunting spiders)

Některé rody parazitoidů z *Polysphincta* group napadají pavouky, kteří svoji kořist loví aktivně. Zatím však není známo mnoho informací o asociacích konkrétních druhů ani o průběhu parazitace a případné manipulace hostitele jako u parazitoidů vázaných na pavouky síťové.

Lumci z *Polysphincta* group napadající síťové pavouky (web-building spiders)

Průběh parazitace se velmi dobře sleduje na síťových pavoucích, neboť právě na architektuře jejich pavučin lze dobře vysledovat případné změny chování způsobené larvou parazitoida v posledním instaru (Korenko, in litt.). Když larva dosáhne posledního vývojového stádia, musí se zakuklit. V období kuklení je ale velice zranitelná, proto do svého hostitele, do kterého je celý svůj dosavadní život zakousnutá, vpraví zatím neidentifikované chemické látky (Eberhard, 2000a; Korenko, 2014), které způsobí změnu snovací činnosti pavouka. Ten pak často buď modifikuje svoji lapací síť redukcí některých vláken a zesilováním jiných (Korenko et al., 2011), nebo uplete zcela novou, pro svůj druh netypickou síť. Taková síť pak výborně slouží pro zajištění přežití parazitoida v období jeho kuklení (Matsumoto, 2009; Eberhard, 2010). Tyto modifikované sítě chrání kukly před padajícími nečistotami (Eberhard, 2001), prudkým deštěm (Fincke et al., 1990), ale i před ostatními predátory (Matsumoto, 2009).

Některé druhy parazitických vosiček mají široký areál výskytu – např. parazitická vosička druhu *Zatypota percontatoria*, která obývá celou holarktickou oblast (Korenko et al. 2016b). Jiné druhy mohou mít naopak velmi úzký areál výskytu – např. druh *Zatypota kerstinae*, která je známá zatím pouze z Finska (Fritzén, 2010).

Areál výskytu úzce souvisí se specializací těchto parazitoidů na konkrétní čeledi nebo dokonce druhy hostitelů. Druh *Zatypota kerstinae* byla nalezena pouze na jednom konkrétním druhu pavouka, a to snovačce *Theridion palmgreni*, zatímco vosička druhu *Zatypota percontatoria* si pro naklazení svých vajíček a vývoj larev vybírá různé druhy z čeledi Theridiidae.

3.5 Dosavadní diverzita *Polysphincta* group v ČR a Itálii

Některé vosičky z *Polysphincta* group parazitují snůšky vajíček nesít'ových pavouků, jiné parazitují jen sít'ové pavouky. Vosičky z této skupiny bývají velmi úzce specializované – např. *Polysphincta longa* parazituje pouze křížáka *Araneus angulatus*, jiné naopak mají v rámci *Polysphincta* group značně širší spektrum hostitelů, typicky *Zatypota anomala*.

Soupis druhů vosiček z *Polysphincta* group v ČR a Itálii ukazuje tabulka 1.

Tab.1: Výskyt druhů z *Polysphincta* group vázaných na sít'ové pavouky v Čechách (B), na Moravě (M), na Slovensku (S) a v Itálii (IT); (Holý, 2016; Yu, 2012; Korenko et al., in prep.)

rod	druh	výskyt			
<i>Acrodactyla</i>	<i>degener</i> (Haliday 1838)	B			
	<i>polita</i> (Forster, 1871)				IT
	<i>quadrisculpta</i> (Gravenhorst 1820)		M	S	IT
<i>Megaetaira</i>	<i>madida</i> (Haliday, 1838)		M	S	IT
<i>Oxyrrhexis</i>	<i>carbonator</i> (Gravenhorst, 1807)	B	M	S	IT
<i>Polysphincta</i>	<i>boops</i> Tschek, 1869	B	M	S	
	<i>longa</i> Kasparyan, 1976				IT
	<i>rufipes</i> Gravenhorst, 1829	B			IT
	<i>tuberosa</i> Gravenhorst, 1830	B	M		IT
<i>Sinarachna</i>	<i>nigricornis</i> (Holmgren 1860)		M		
	<i>pallipes</i> (Holmgren 1860)	B	M		
<i>Zatypota</i>	<i>albicoxa</i> (Walker, 1874)	B	M		IT
	<i>anomala</i> (Holmgren, 1860)		M	S	
	<i>bohemani</i> (Holmgren, 1860)	B	M	S	
	<i>discolor</i> (Holmgren, 1860)	B	M	S	
	<i>percontatoria</i> (Müller, 1776)	B	M	S	IT
	<i>picticollis</i> (Thomson, 1888)				IT

3.6 Pavoučí hostitelé a jejich ekologie

Vědci dělí pavouky do různých skupin podle nejrůznějších kritérií. Asi nejhlavnějším kritériem dělení pavouků jsou jejich strategie lovu. V základu jsou tedy pavouci rozděleni do dvou velkých skupin na **lovce** (hunting spiders), kteří kořist chytají přímo do svých končetin či kusadel a **sít'ové pavouky** (web-building spiders), kteří pro lov kořisti používají dvoj- nebo trojrozměrné lapací sítě (Uetz et al., 1999; Cardoso et al., 2011). Cardoso et al. (2011) vytvořili pro výše zmíněné hlavní skupiny globálně použitelnou podrobnější klasifikaci a pavouky rozdělili do dvakrát čtyř skupin, tzv. gild (Arnošt, 2014).

Lovci (hunting spiders)

Pavouci, kteří loví kořist bez lapacích sítí, ale přímo svými končetinami a kusadly bývají vybaveni velmi dobrým zrakem, např. čeledi Salticidae a Thomisidae. Pavučinová vlákna jim slouží jako jištění pro případ pádu nebo při stavbě úkrytu (Arnošt, 2014). Skupina pavouků lovců obsahuje následující gildy (Cardoso et al., 2011; Arnošt 2014):

- specialisté (specialists) – čeledi Mimetidae, Zodariidae, Dysderidae aj.
- pozemní lovci (ground hunters) – čeledi Oonopidae, Gnaphosidae, Lycosidae aj.
- ostatní lovci (other hunters) – čeledi Anyphaenidae, Miturgidae, Salticidae aj.
- útočníci ze zálohy (ambush hunters) – čeledi Thomisidae, Sicariidae, Microstigmatidae aj.

Sít'oví pavouci (web-building spiders)

Lapací sítě mohou být vertikální i horizontální, pravidelné dvojrozměrné i nepravidelné trojrozměrné změní lepidých lapacích a nelepivých nosných vláken (např. Eberhard, 2001; Blackledge et al., 2003; Korenko et al., 2014; Korenko et al., 2015a). Vývoj tvaru pavučin z dvojrozměrného na trojrozměrný byl historicky zřejmě ovlivněn snahou pavouků o zvýšení ochrany před predátory a zefektivnění polapení kořisti (Blackledge et al., 2003). Skupina sít'ových pavouků tedy obsahuje gildy, které byly vytvořeny na základě typů lapacích sítí, které jednotlivé čeledi pavouků snovají (Cardoso et al., 2011; Arnošt, 2014):

- pavouci žijící pod kameny nebo v zemních norách vystlaných jemnou pavučinou a zakončených víčkem, punčoškou, či jinou konstrukcí z vláken, která upozorňuje pavouka na kořist (sensing web weavers) – čeledi Filistatidae, Atypidae, Ctenizidae aj.
- stavitelé plachtových sítí (sheet web weavers) – čeledi Agelenidae, Cybaeidae, Hahniidae aj.
- stavitelé prostorových pavučin (space web weavers) – čeledi Theridiidae, Pholcidae, zčásti Linyphiidae aj.
- stavitelé kruhových pavučin (orb web weavers) – čeledi Araneidae, Nephilidae, Tetragnathidae aj.
-

3.7 Potenciální hostitelé – síťoví pavouci v ČR a Itálii (kraj Piedmont)

Tato práce se orientuje na společenstva parazitoidů a jejich potenciálních hostitelů ze skupiny síťových pavouků. Obě země jsou si co do zastoupení čeledí, velmi podobné. Druhově nejpočetnější čeledí síťových pavouků na obou sledovaných územích je čeleď Linyphiidae - plachetnatkovití. Druhou nejpočetnější čeledí pak Theridiidae - snovačkovití a třetí nejpočetnější čeledí je pak čeleď Araneidae - křížákovití. Obě země mají i podobnou procentuální druhovou početnost u těchto tří čeledí (viz. tab. 2).

Tab.2: Zastoupení nejpočetnějších čeledí síťových pavouků společných pro ČR a Itálii; (Isaia et al., 2007; Kůrka et al., 2015)

čeleď		druhová početnost		druhová početnost [%]	
lat	cz	ČR	IT	ČR	IT
Linyphiidae	plachetnatkovití	308	427	62,60	61,35
Theridiidae	snovačkovití	69	105	14,02	15,09
Araneidae	křížákovití	44	60	8,94	8,62
Agelenidae	pokoutníkovití	13	49	2,64	7,04
Amaurobiidae	cedivkovití	5	28	1,02	4,02
Tetragnathidae	čelistnatkovití	15	10	3,05	1,44
Dictynidae	cedivečkovití	23	9	4,67	1,29
Hahniidae	příčnatkovití	11	4	2,24	0,57
Pholcidae	třesavkovití	4	4	0,81	0,57
suma		492	696	100	100

4 Metodika

Práce je zaměřená na analýzu společenstev síťových arboreálních pavouků a na ně asociovaných parazitoidů na břehových porostech dvou geograficky vzdálených lokalit.

4.1 Sledované lokality

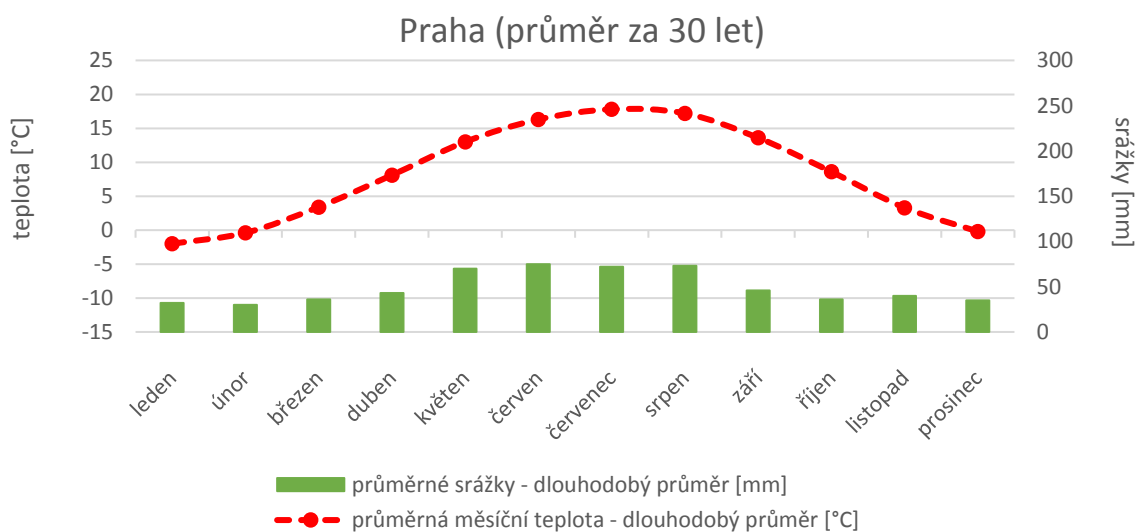
Třtice

První lokalitou a místem odběru vzorků byl břehový porost u Mlýnského rybníka nedaleko obce Třtice, která se nachází ve Středočeském kraji, v okrese Rakovník, 6 kilometrů severozápadně od Nového Strašecí a leží ve výšce zhruba 440 metrů nad mořem.

Klimatické poměry lokality Třtice

Podle Quitta (1971) náleží okres Rakovník do mírně teplé klimatické oblasti (MT 11), podoblasti s charakterem suchého klimatu a okrsku mírně teplého a suchého, s mírnými zimami. Podle celosvětové Köppen - Geigerovy klasifikace (1936) je podnebí na lokalitě vlhké kontinentální - Dfb.

Teplotně nejstabilnějším měsícem je listopad, největší výkyvy teplot jsou v květnu (Strategický plán rozvoje města Rakovník; ČHMÚ, 2016). Průměrné roční srážky jsou s hodnotami 480 až 550 mm o cca 100 mm nižší, než je typický srážkový normál pro oblast s danou nadmořskou výškou (graf 1). Příčinou je srážkový stín, který vytváří hřeben Krušných hor (Strategický plán rozvoje města Rakovník; Quitt, 1971). Nejbližší meteorologickou stanicí je Praha – Ruzyně.



Graf 1: Dlouhodobý průměr měsíčních teplot vzduchu a srážek; (ČHMÚ, 2016)

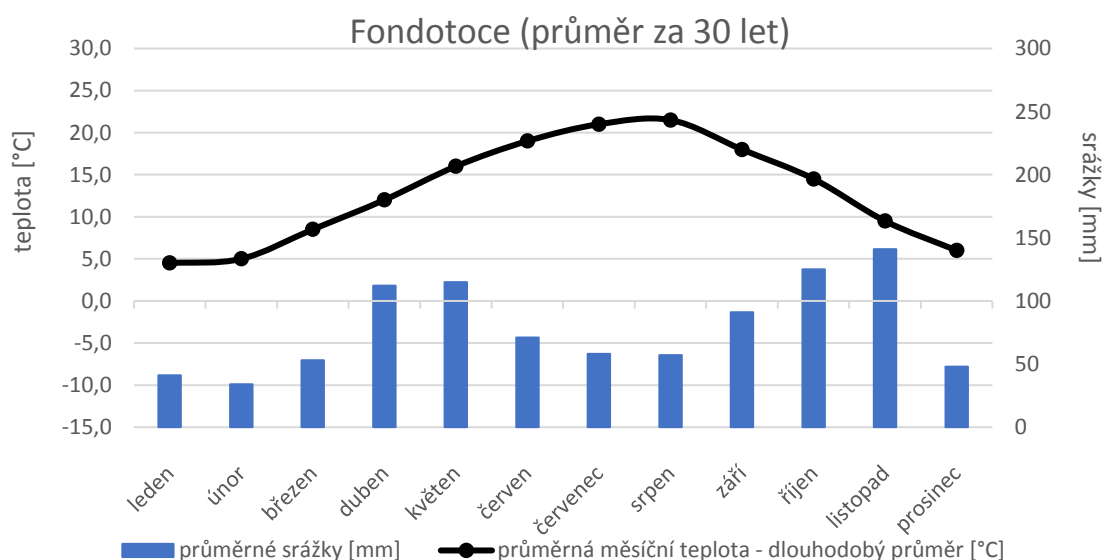
Fondotoce

Druhou lokalitou byla část obce Verbania, pojmenovaná Fondotoce. Obec leží v podhůří Alp na severu Itálie, v kraji Piedmont, v nadmořské výšce zhruba 200 metrů nad mořem.

Klimatické poměry lokality Fondotoce

Klima u jezera Maggiore je označeno jako vlhké subtropické, označení Cfa dle Köppen - Geigerovy klasifikace (1936). V zimě pomáhá jezero udržovat vyšší průměrnou teplotu, naopak v létě je prostředí ochlazováno severními větry (lagomaggioreonline.it, 2015).

Průměrné roční srážky činí cca 950mm, průměrné teploty jsou pak 13°C. Nejvíce srážek spadne v jarních a podzimních měsících. Historická data o klimatu na této lokalitě byla získána ze simulovaného modelu počasí (viz. graf 2).



Graf 2: Dlouhodobý průměr měsíčních teplot vzduchu a srážek - simulovaná data; (meteoblue.com, 2016)

4.2 Místa odběru vzorků

Tato práce porovnává druhovou diverzitu síťových pavouků a na ně asociovaných parazitoidů na dvou geograficky poměrně vzdálených lokalitách (obr. 1). První lokalita leží v České republice ve Středočeském kraji u obce Třtice (obr. 2) a druhá se pak nachází na severu Itálie v oblasti Piemonte u města Fondotoce (obr. 3). Tyto lokality byly zvoleny z mnoha jiných vytipovaných lokalit na základě zkušeností S. Korenka, který zde během předchozích výzkumů objevil ve srovnání s okolím nadměrný počet případů parazitace právě síťových pavouků. Obě lokality sdílejí velmi podobný habitat, tedy břehový porost a převážně nízké listnaté dřeviny.

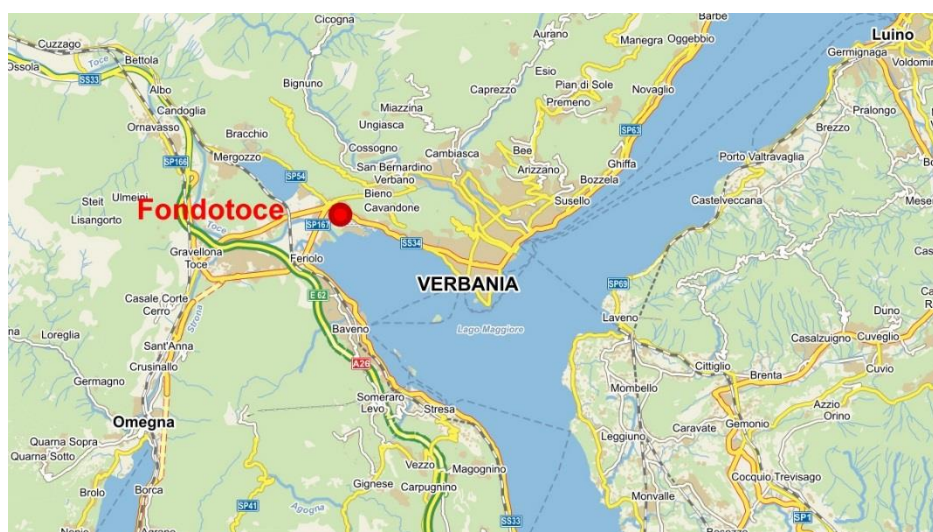
Vzorky byly shromažďovány během podzimních měsíců let 2012 až 2015. Sběr na lokalitě u Třtic jsem zajistil sám, vzorky z Itálie mi pak poskytl můj vedoucí diplomové práce, Mgr. Stanislav Korenko, Ph.D.



Obr.1: Vyznačení lokalit v rámci Evropy; (mapy.cz, 2017)



Obr. 2: Vyznačení obce Třtice v rámci středočeského kraje; (mapy.cz, 2017)



Obr. 3: Vyznačení obce Fondotoce v rámci kraje Piedmont; (mapy.cz, 2017)

Třtice

Na lokalitě Třtice byla zvolena celkem dvě místa odběru (obr. 4, 5). Na prvním (Lok_R_01; souřadnice 50°10'53"N, 13°53'14"E) byl prováděn oklep a individuální sběr v břehovém porostu přímo u vody. Druhé odběrové místo (Lok_R_02; souřadnice 50°11'8"N, 13°53'8"E) se nacházelo pod vzrostlým dubem cca 10 metrů od břehu Mlýnského rybníka a na přilehlých nízkých dřevinách u louky, tam byl oklep a individuální sběr vzorků doplněn smýkáním. Odběr probíhal v měsících září a říjnu let 2014 a 2015.



Obr 4: Vyznačení míst odběru u Mlýnského rybníka nedaleko obce Třtice; (mapy.cz, 2017)



Obr. 5: Ortofoto Mlýnského rybníka a nejbližšího okolí odběrných míst; (mapy.cz, 2017)

Fondotoce

Místem odběru vzorků u obce Fondotoce byl listnatý les a břehový porost nedaleko vtoku řeky Toce do jezera Maggiore (obr. 6, 7). Na lokalitě (Lok_F; souřadnice $45^{\circ} 56' 16''$ N, $8^{\circ} 29' 37''$ E) byl prováděn oklep vegetace a individuální sběr v břehovém porostu. Sběr vzorků probíhal vždy v říjnu v letech 2012 a 2014.



Obr. 6: Vyznačení míst odběru nedaleko obce Fondotoce; (mapy.cz, 2017)



Obr. 7: Ortofoto lokality nedaleko obce Fondotoce; (mapy.cz, 2017)

4.3 Metody sběru a determinace, chov

Metodika sběru vzorků byla zaměřena na sběr arboreálních pavouků. Na obou lokalitách byly vzorky shromažďovány z vyšší vegetace (od 30 do 200 cm nad zemí) sklepáváním na plátno čtvercového tvaru o ploše 1 m². Další vzorky se získávaly z nízké vegetace pomocí smýkací sítě a individuálním sběrem. Jednotliví pavouci byli pak shromažďováni odsávací do baněk, kde se fixovali 70% roztokem lihu. Pavouci byli determinováni do úrovně rodu či druhů pomocí Nentwig et al. (2014).

Během sběru pavouků byla prováděna vizuální kontrola pro zjištění přítomnosti parazitoidů. Jedince s přichycenou larvou parazitoida bylo potřeba ponechat na živu. Parazitické vosičky se dají determinovat až ve fázi dospělosti, proto bylo potřeba napadené pavouky dochovat, aby se přichycené larvy mohly vyvinout do posledního instaru a zakuklit.

Jednotliví parazitovaní pavouci byli chováni v domácím prostředí uvnitř experimentálních arén z plexiskla o rozměrech 22 x 22 x 2 cm. Arény byly uvnitř potaženy papírovou páskou, sloužící pavoukovi pro snadnější přichycení sítě. Pavouci byli chováni v domácích podmínkách při pokojové teplotě $22\pm 3^{\circ}\text{C}$ a krmení převážně octomilkami *Drosophila melanogaster* Meigen, 1830.

Determinace parazitoidů probíhala třemi způsoby. Na základě znalostí o specializaci některých parazitoidů na jednu konkrétní čeleď pavouků - například víme, že vosička druhu *Zatypota anomala* se specializuje na pavouky čeledi Dictynidae. Dále byla provedena determinace na základě morfologie pomocí identifikačního klíče od Fittona et al. (1988), kdy výsledky revidoval Ing. Kamil Holým, Ph.D z VÚRV. Nakonec se na vzorcích prováděla sekvenace jejich DNA. Extrakce DNA byla uskutečněna ve spolupráci s BTU AV ČR, díky RNDr. Vlastě Korenkové Ph.D. Poté vzorky zpracovala firma SEQme s.r.o. Finální analýzu provedla a fylogenetický strom sestavila Seraina Klopstein, Ph.D. z Universität of Bern.

4.4 Dominance

Pro vyjádření procentuálního složení společenstev pavouků byla vypočítána dominance podle vzorce:

$$D = n.100/s$$

Kde D je dominance, n je počet jedinců daného druhu a s je počet všech jedinců.

Dominance se pak klasifikuje pěti stupni:

- Eudominantní druh – více než 10%
- Dominantní druh – 5 – 10%
- Subdominantní druh – 2 – 5%
- Recedentní druh – 1 – 2%
- Subrecedentní – méně než 1%

4.5 Index podobnosti

Nejčastěji se používá například Jaccardův nebo Sørensenův index. Jde o výpočty podle jednoduchých vzorců, do kterých vstupují data o počtu druhů v prvním a druhém srovnávaném společenstvu a počtu druhů shodných pro obě společenstva. Interval výsledků je pak [0, 1], případně [0, 100] pokud chceme procentuální výsledek. Čím vyšší číslo vyjde, tím více jsou si dvě srovnávaná společenstva podobná a tím menší je mezi nimi druhová

diverzita. Dá se říci, že společenstva jsou si podobná, pokud vychází Jaccardův index podobnosti $IS_J > 0,5$ (nebo $IS_J > 50\%$), případně Sørensenův index podobnosti $IS_S > 0,7$ (nebo $IS_S > 70\%$) (Jarkovský et al., 2012).

- **Jaccardův index**

$$IS_J = \frac{c}{A + B - c} \cdot 100$$

- **Sørensenův index**

$$IS_S = \frac{2c}{A + B} \cdot 100$$

Kde A je počet druhů na první lokalitě, B je počet druhů na druhé lokalitě a c je počet druhů, které jsou přítomny na obou lokalitách.

Společenstva jsou si podobná, pokud Jaccardův index vychází nad 50% a Sørensenův nad 70%.

5 Výsledky práce

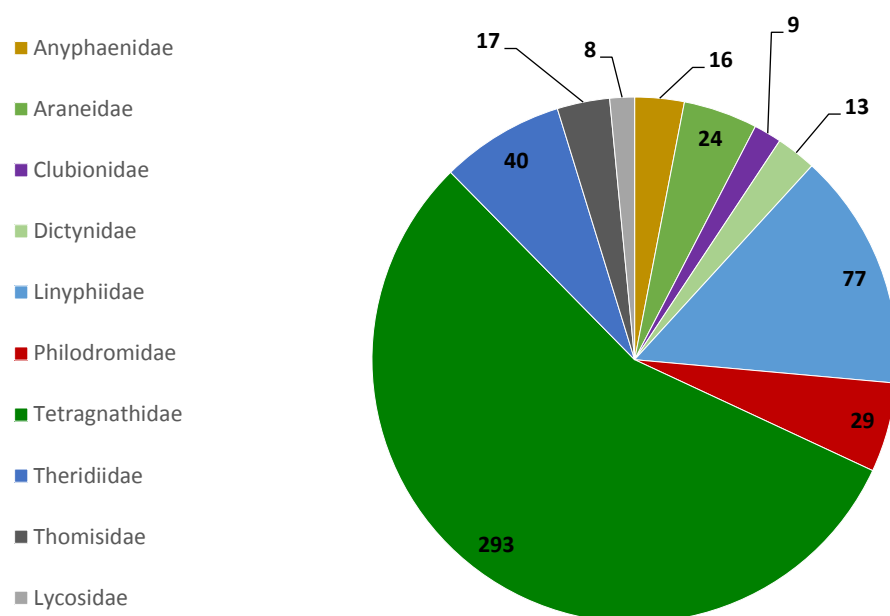
5.1 Analýza společenstev pavouků na zkoumaných lokalitách

Při analýze determinovaných vzorků z obou lokalit bylo zjištěno, že je zastoupení čeledí pavouků na obou lokalitách velmi podobné (viz. graf x.x).

Na lokalitě Třtice bylo nasbíráno celkem 526 jedinců pavouků. Eudominantními čeleděmi jsou Tetragnathidae (55,7% z celkového počtu nalezených jedinců; zejména rody *Tetragnatha* a *Metellina*) a Linyphiidae (14,6%, rod *Nerienne*, mnoho jedinců ale nebylo možno determinovat). Dominantními čeleděmi jsou Theridiidae (7,6%, zejména rody *Theridion* a *Padiscura*) a Philodromidae (5,5%). Subdominantními čeleděmi jsou Araneidae (4,6%), Thomisidae (3,2%), Anyphaenidae (3%), Dictynidae (2,5%). Recedentními čeleděmi jsou pak Clubionidae (1,7%) a Pisauridae (1,5%) (graf 3).

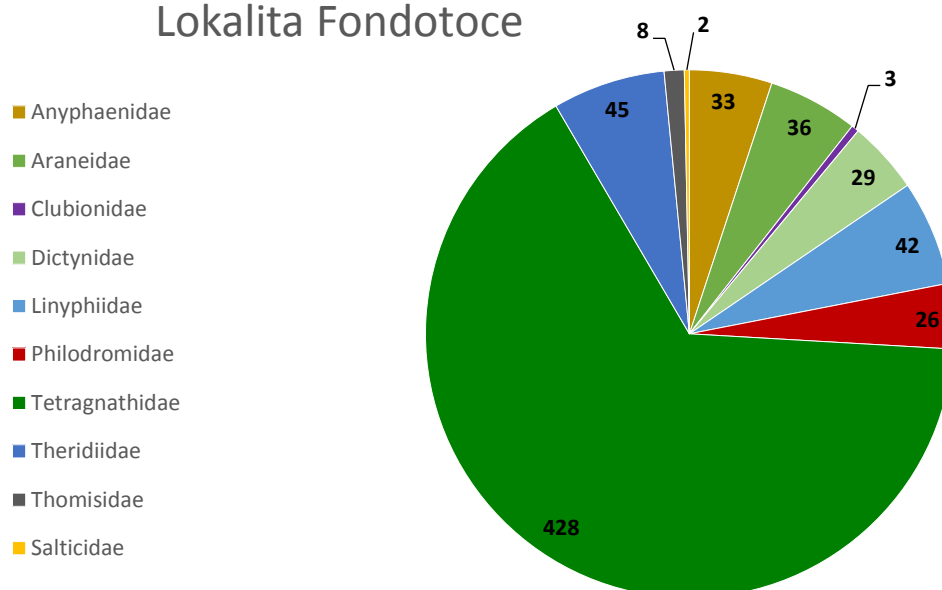
Na lokalitě Fondotoce, kde bylo nasbíráno celkem 652 jedinců, jsou eudominantní čeledi pouze Tetragnathidae (65,6% z celkového počtu nalezených jedinců, převážně rodu *Tetragnatha*), dominantními čeleděmi jsou pak Theridiidae (6,9%), Linyphiidae (6,4%), Araneidae (5,5%), Anyphaenidae (5,1%). Subdominantními čeleděmi jsou Dictynidae (4,4%) a Philodromidae (4%). Recedentní čeledí je čeleď Thomisidae (1,2%). Do skupiny subrecedentních čeledí pak patří Clubionidae a Salticidae s dominancí 0,5 a 0,3% (graf 4).

Lokalita Třtice



Graf 3: Znázornění počtu jedinců jednotlivých čeledí na lokalitě Třtice.

Lokalita Fondotoce



Graf 4: Znázornění počtu jedinců jednotlivých čeledí na lokalitě Fondotoce.

5.2 Parazitace na lokalitách

5.2.1 Zastoupení parazitovaných jedinců

Na lokalitě Třtice byli z celkových 4 případů napadení 2 infikovaní jedinci z čeledi Tetragnathidae. Dále byl nalezen 1 infikovaný zástupce čeledi Theridiidae a 1 zástupce čeledi Dictynidae. Lokalita Fondotoce byla, co se případů parazitace týče, znatelně štedřejší. Z celkových 87 napadených jedinců jich 68 náleželo čeledi Tetragnathidae, 11 parazitovaných jedinců bylo pak zaznamenáno u čeledi Araneidae, 5 u čeledi Theridiidae, 2 u čeledi Dictynidae a 1 případ u čeledi Linyphiidae (tab. 3, 4).

Tab. 3: 10 nejpočetnějších čeledí pavouků a jejich parazitace na lokalitě Třtice.

Třtice - čeledi pavouků	počet jedinců	Počet parazitovaných jedinců	zastoupení parazit. jedinců [%]	zastoupení parazit. jedinců celkem v populaci [%]
Anyphaenidae	16	0	0,00	0,00
Araneidae	24	0	0,00	0,00
Clubionidae	9	0	0,00	0,00
Dictynidae	13	1	25,00	0,19
Linyphiidae	77	0	0,00	0,00
Philodromidae	29	0	0,00	0,00
Tetragnathidae	293	2	50,00	0,38
Theridiidae	40	1	25,00	0,19
Thomisidae	17	0	0,00	0,00
Pisauridae	8	0	0,00	0,00
suma	526	4	100,00	0,76

Tabulka 4: 10 nejpočetnějších čeledí pavouků a jejich parazitace na lokalitě Fondotoce.

Fondotoce - čeledi pavouků	počet jedinců	počet parazitovaných jedinců	zastoupení parazit. jedinců [%]	zastoupení parazit. jedinců celkem v populaci [%]
Anyphaenidae	33	0	0,00	0,00
Araneidae	36	11	12,64	1,69
Clubionidae	3	0	0,00	0,00
Dictynidae	29	2	2,30	0,31
Linyphiidae	42	1	1,15	0,15
Philodromidae	26	0	0,00	0,00
Tetragnathidae	428	68	78,16	10,43
Theridiidae	45	5	5,75	0,77
Thomisidae	8	0	0,00	0,00
Salticidae	2	0	0,00	0,00
suma	652	87	100,00	13,34

5.2.2 Zastoupení parazitoidů

Na lokalitě Třtice byly nalezeny a determinovány celkem tři druhy parazitoidů, ve Fondotoce pak bylo přítomno druhů pět, viz. tabulka 5.

Tabulka 5: Druhy parazitických vosiček a napadané čeledi pavouků na obou lokalitách.

druhy parazitoidů	čeledi napadených pavouků	zastoupení parazitovaných pavouků [%]	
		Třtice	Fondotoce
<i>Acrodatyla carinator</i>	Tetragnathidae	50	78,16
<i>Acrodactyla degener</i>	Linyphiidae	0	1,15
<i>Zatypota anomala</i>	Dictynidae	25	2,3
<i>Zatypota percontatoria</i>	Theridiidae	25	5,75
<i>Zatypota picticollis</i>	Araneidae	0	12,64
suma		100	100

5.3 Druhová podobnost společenstev síťových pavouků a jejich parazitoidů – indexy podobnosti

Z počtu druhů neparazitovaných a parazitovaných pavouků a jejich parazitoidů byly vypočítány indexy podobnosti (tab. 6).

Tabulka 6: Druhová podobnost společenstev síťových pavouků a jejich parazitoidů.

síťoví pavouci na lokalitách	počet druhů potenciálních hostitelů	počet druhů napadených hostitelů	počet druhů parazitoidů
A - Třtice	16	3	3
B - Fondotoce	13	8	5
c - na obou lokalitách zároveň	6	3	3
ISj [%] =	26,09	37,50	60,00
ISs [%] =	41,38	54,55	75,00

Druhová podobnost společenstev síťových pavouků

Jaccardův index podobnosti **ISj = 26,09%**

Sørensenův index podobnosti **ISs = 41,38%**

⇒ Lokality jsou si co do druhového složení síťových pavouků **nepodobné**.

Druhová podobnost společenstev napadených síťových pavouků

Jaccardův index podobnosti **ISj = 37,5%**

Sørensenův index podobnosti **ISs = 54,55%**

⇒ Lokality jsou si co do druhového složení parazitovaných síťových pavouků **nepodobné**.

Druhová podobnost společenstev parazitoidů

Jaccardův index podobnosti **ISj = 60%**

Sørensenův index podobnosti **ISs = 75%**

⇒ Lokality jsou si co do druhového složení parazitoidů **podobné**.

6 Diskuze

6.1 Porovnání lokalit

Tato práce porovnává společenstva pavouků a jejich parazitoidů ve dvou podobných habitatech na dvou geograficky vzdálených lokalitách. V kapitole 4.1 se nachází podrobný popis obou lokalit z hlediska zeměpisné polohy a klimatu, tabulka 7 zde podává jednoduchý souhrn pro porovnání.

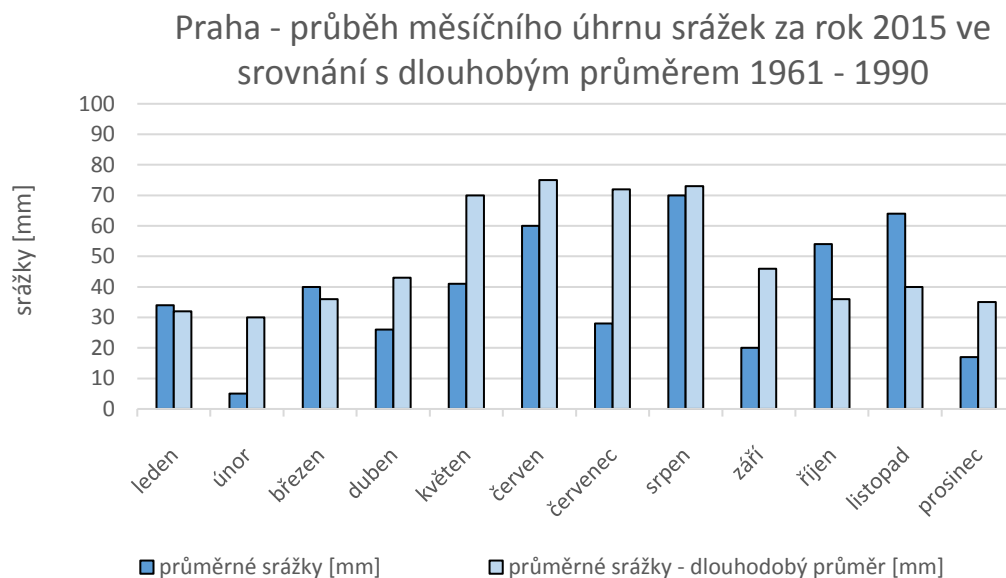
Tab. 7: Shrnutí klíčových faktorů obou lokalit.

	Třtice (2015)	Fondotoce
geografická poloha	50°10'53"N, 13°53'14"E	45° 56' 16" N, 8° 29' 37" E
nadmořská výška [m n.m.]	440	200
průměrná teplota 30-letý průměr (rok 2015) [°C]	8,2 (10,2)	13,0
roční srážky 30-letý průměr (rok 2015) [mm]	588 (459)	946
podnebí dle Köppen - Geigera	Dfb	Cfa
lokální vlivy	vliv hřebene Krušných hor	vliv jezera Maggiore

Jak je tedy vidět, lokalita Třtice má vyšší geografickou polohu i více než dvojnásobnou nadmořskou výšku než lokalita v italském Fondotoce. S tím souvisejí průměrné roční teploty, které jsou o téměř 5 °C nižší. Silný vliv má na lokalitu hřeben Krušných hor, který v oblasti kolem Nového Strašecí a Třtic vytváří srážkový stín. Ten má za následek téměř poloviční průměrný roční srážkový úhrn než je udáván na lokalitě ve Fondotoce. Silný účinek na lokální klima má pak ve Fondotoce samotné jezero Maggiore, které udržuje středomořský charakter lokálního klimatu.

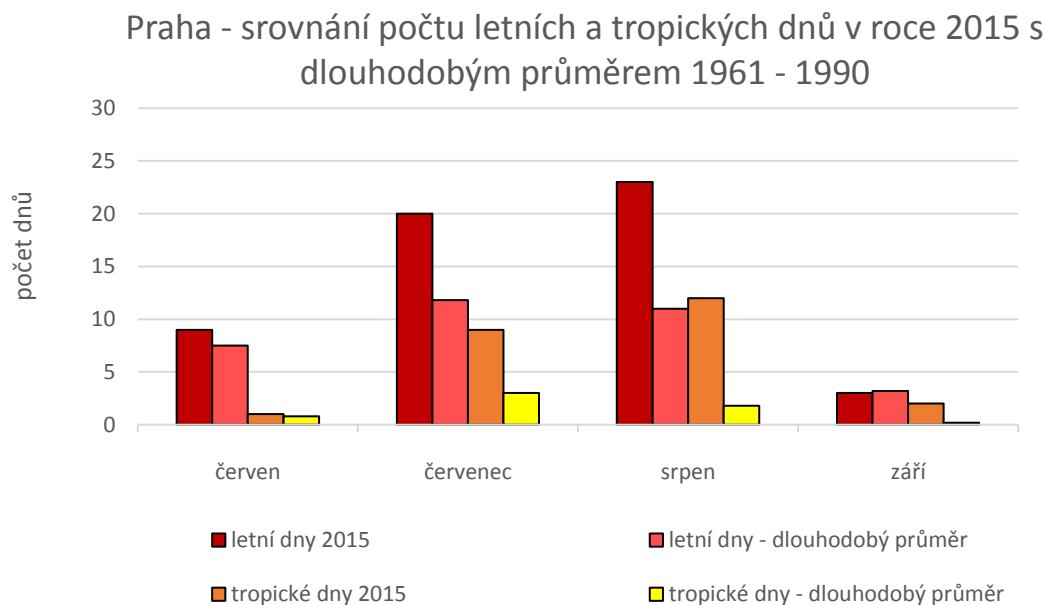
6.2 Klima na lokalitě Třtice v roce 2015

Je potřeba zmínit, že co se klimatu a měsíčních srážek týče, byl rok 2015, ve kterém probíhal sběr vzorků na lokalitě Třtice, poměrně specifický. Úhrn srážek byl od května do září silně podprůměrný, čehož si lze všimnout z grafu 3.



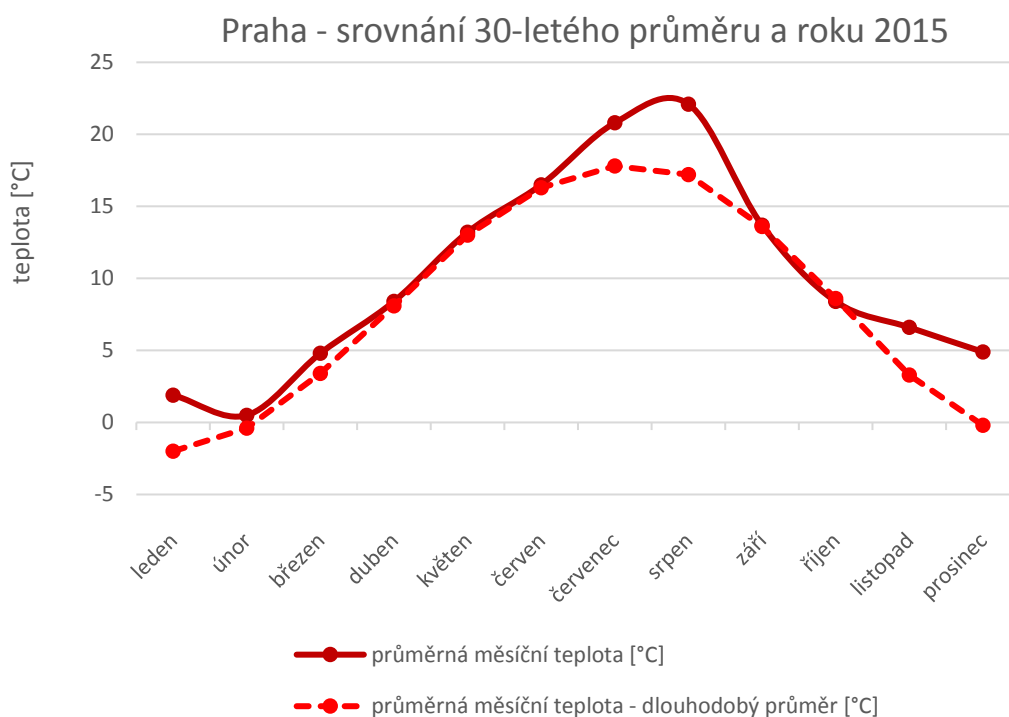
Graf 3: Průběh měsíčního úhrnu srážek v roce 2015 ve srovnání s třicetiletým průměrem; (ČHMÚ, 2016)

Během léta byl zaznamenán nadprůměrný počet tzv. letních dnů, tedy dnů, kdy maximální teplota dosáhne anebo překročí 25 °C. Dlouhodobý průměrný počet letních dnů pro červenec je v této lokalitě necelých 12, ale v červenci 2015 bylo takových dnů 20. Průměr pro srpen byl překročen dokonce více než dvojnásobně, a to počtem 23 dnů oproti průměru, který činí 11 dnů. Počet tropických dnů (dnů, kdy maximální teplota přesáhne 30 °C) byl v červenci překročen trojnásobně s počtem 9 dnů v roce 2015, v srpnu bylo pak tropických dnů 12, zatímco průměrný počet takových dnů pro tento měsíc činí zhruba 2 (graf 4) (Český hydrometeorologický ústav, 2016).



Graf 4: Měsíční počet letních a tropických dnů v roce 2015 ve srovnání s dlouhodobým průměrem z let 1961 až 1990; (ČHMÚ, 2016)

Tato data napovídají, že i průměrná teplota na lokalitě se celkově oproti dlouhodobému průměru značně lišila – konkrétně o 3°C v červenci a $4,9^{\circ}\text{C}$ v srpnu (viz. graf 5) (Český hydrometeorologický ústav, 2016).



Graf 5: Průběh měsíčních teplot vzduchu; (ČHMÚ, 2016)

Tento vývoj klimatu na lokalitě mohl mít značný vliv jak na schopnost dospělých parazitoidů přežít, či úspěšně naklást vajíčka na vhodné hostitele a vytvořit druhou generaci v rámci jednoho roku, tak na úspěšný vývoj larev. To mohlo být důvodem výrazně nižší parazitace na lokalitě ve Třticích ve srovnání s lokalitou v italském Fondotoce.

6.3 Indexy podobnosti v porovnání s nastolenou hypotézou

Z kapitoly výsledků je patrné, že podle indexů podobnosti se lokality nepodobají ani s ohledem na samotná společenstva pavouků, ani s ohledem na již napadené druhy. Až indexy podobnosti společenstev parazitoidů naznačují podobnost obou srovnávaných lokalit. **Z toho vyplývá, že hypotézu „Společenstvo pavouků i jejich parazitoidů je charakterizováno typem habitatu, který je významnějším faktorem než geografická vzdálenost mezi lokalitou v České republice (střední Evropa) a severní části Itálie (východní část jižní Evropy)“ stanovenou na začátku práce nelze s jistotou potvrdit.**

Negativní výsledky při porovnávání druhových podobností společenstev parazitovaných a neparazitovaných pavouků však mohly být ovlivněny již zmíněným extrémním počasím v ČR v roce 2015 nebo také nemožnou determinací některých jedinců pavouků až na úroveň druhu.

6.4 Pavoučí hostitelé na zkoumaných lokalitách

Podle dostupných zdrojů (např. Gauld et Dubois, 2006; Eberhard, 2013; Zwakhals, 2006; Korenko et al., 2014, 2015a, b, 2016; Matsumoto et Takasuka, 2010; Takasuka et Matsumoto, 2011; Arnošt, 2014) bývají parazitoidy nejčastěji napadány čeledi Araneidae, Agelenidae Dictynidae, Linyphiidae, Tetragnathidae a Theridiidae.

Na zkoumaných lokalitách se vyskytovali napadení pavouci z celkem pěti čeledí, a to Araneidae (křížákovití), Dictynidae (cedivečkovití), Linyphiidae (plachetnatkovití), Tetragnathidae (čelistnatkovití) a Theridiidae (snovačkovití). Největší počet parazitovaných jedinců přitom na obou lokalitách náležel čeledi Tetragnathidae.

Pavoučí hostitelé na lokalitě Třtice

Nejvíce napadených jedinců náleželo čeledi Tetragnathidae, rod *Tetragnatha*. Po dochování o dospělosti byla potvrzena přítomnost druhu *T. montana*, který je pravděpodobně na lokalitě dominantním druhem. Přítomnost ostatních druhů znemožnila s jistotou determinovat

juvenilní jedince. Další napadenou čeledí byla čeleď Theridiidae, skupina druhů *Theridion group* a nakonec Dictynidae, druh *Dictyna pussila*.

Pavoučí hostitelé na lokalitě Fondotoce

Nejvíce napadených jedinců náleželo čeledi Tetragnathidae, rod *Tetragnatha*, druhy *Tetragnatha montana* a blíže neurčený *Tetragnatha sp.* Druhou nejvíce napadanou čeledí byla čeleď Araneidae, nejčastěji rod *Zilla*, druh *Zilla diodia* a jeden případ parazitace u rodu *Araniella*, blíže neurčený druh *Araniella sp.* Třetí parazitovanou čeledí byla čeleď Theridiidae, skupina *Theridion group*, čtvrtou infikovanou čeledí byla čeleď Dictynidae, s druhem hostitele *Dictyna pussila*. Posledním parazitovaným jedincem byl druh *Nerienne montana* z čeledi Linyphiidae.

Zástupci čeledi **Araneidae (křížákovití)** jsou malými až středně velkými pavouky s kratšíma nohama, plochou hlavohrudí a vejčitým až kulovitým zadečkem. Jejich zbarvení je většinou pestré. Obývají otevřené i zastíněné, vlhké i suché biotopy od nížin až do horských oblastí. Staví si dvojrozměrné kruhové sítě složené z nosných paprsků a lepivých spirál (Lissner, 2011a; Kůrka et al., 2015). Cardoso et al. (2011) je řadí do gildy zvané „orb web weavers“ = stavitelé kruhových pavučin (Arnošt, 2014).

Dictynidae (cedivečkovití) jsou drobnými kribelátními pavouky s nevýrazným zbarvením. Mají reflexní vrstvu ve vedlejších očích a oválný zadeček, který lehce překrývá hlavohrud' (Kůrka et al., 2015). Díky svému kribelu dokáží produkovat vlákna až 500x tenčí než jsou tradiční jisticí vlákna. Těmto vláknům se říká „kribelové vlákna“. Mají výbornou přilnavost a to je v kombinaci s velice hustou pavučinou velmi výhodné pro chytání kořisti (Foelix, 1996; Arnošt, 2014). Cardoso et al. (2011) je ve své práci řadí do gildy zvané „space web weavers“ = stavitelé prostorových pavučin (Arnošt, 2014).

Linyphiidae (plachetnatkovití) jsou čeledí pavouků malých až drobných se štíhlými dlouhými nohama a podlouhlým zadečkem. Obývají otevřené i zastíněné, suché i vlhké biotopy od nížin až do hor. Stavějí si vodorovné plachtovité sítě bez úkrytu. Pavouk spočívá zavěšen zespodu na své síti. Někdy jsou plachtovité struktury doplněny nepravidelnými svislými lepkavými vlákny, které slouží pro podporu pavučiny a zároveň napomáhají lapení letícího hmyzu, který je těmito vlákny srážen na hlavní část sítě (Kůrka et al., 2015; Lissner, 2011b). Cardoso et al. (2011) řadí také čeleď Linyphiidae do gildy zvané „space web weavers“ = stavitelé prostorových pavučin (Arnošt, 2014).

Tetragnathidae (čelistnatkovití) jsou čeledí pavouků malých až středně velkých, se štíhlýma dlouhýma nohama a podlouhlým zadečkem s často pestrým zbarvením. Obývají většinou vlhčí biotopy od nížin až po horské oblasti. Jejich sítě jsou často ploché – dvojrozměrné (Kůrka et al., 2015). Čelistnatky si nevyrábějí žádný úkryt a zdržují se uprostřed své sítě, nedospělí jedinci si stavějí vedlejší (tzv. odpočinkové) sítě, kde probíhá jejich ekdyze (Eberhard, 2013; Arnošt 2014). Cardoso et al. (2011) je řadí do gildy zvané „orb web weavers“ = stavitelé kruhových pavučin (Arnošt, 2014).

Čeď Theridiidae (snovačkovití) obsahuje drobné až středně velké, pestře zbarvené pavouky s výrazným kulovitým zadečkem a většinou štíhlýma delšíma nohama. Jejich sítě jsou trojrozměrné, nepravidelné a hustě tkané. Skládají se z nosných vláken a vertikálně napnutých vláken (tzv. „gumfootů“), které jsou na vzdálenějším konci opatřeny kapkami hlenovitěho lepu, který slouží k přichycení kořisti (Takasuka et Matsumoto, 2011; Kůrka et al., 2015). Podle Cardoso et al. (2011) se čeď Theridiidae řadí spolu s čeleděmi Dytinidae a Linyphiidae do gildy zvané „space web weavers“ = stavitelé prostorových pavučin (Arnošt, 2014).

6.5 Parazitoidi na lokalitách

Na obou sledovaných lokalitách byly v nasbíraných vzorcích nalezeny, dochovány a determinovány parazitické vosičky náležející rodům *Acrodactyla* a *Zatypota*.

Parazitoidi na lokalitě Třtice

Na lokalitě Třtice byl nalezen jeden zástupce rodu *Acrodactyla*, a to druh *Acrodactyla carinator* (Aubert 1965). Rod *Zatypota* pak měl mezi vzorky hned dva zástupce, a to *Z. anomala* (Holmgren 1860) a *Z. percontatoria* (Müller, 1776).

Parazitoidi na lokalitě Fondotoce

Na Italské lokalitě byly nalezeny dva druhy rodu *Acrodactyla* - *A. carinator* (Aubert 1965) a *A. degener* (Haliday, 1838) a dále tři druhy vosiček rodu *Zatypota* - *Z. anomala* (Holmgren 1860), *Z. percontatoria* (Müller, 1776) a *Z. picticollis* (Thomson 1888).

6.5.1 Parazitické vosičky rodu *Acrodactyla*

Rod *Acrodactyla* dělí Gauld et Dubois (2006) na dvě skupiny nazvané podle typických zástupců, tedy *Quadrisculpta* a *Degener*. Podle Korenka (2015b) se tyto dvě skupiny navzájem taxonomicky velmi liší. První skupina je asociována výhradně s čelistnatkami

(pavouci čeledi Tetragnathidae), zatímco druhá skupina je zaměřena na parazitaci plachetnatek (čeleď Linyphiidae) (Gauld et Dubois, 2006).

1. Skupina – „*Quadrisculpta*“:

Acrodactyla quadrisculpta (Gravenhorst, 1820)

U druhu *A. quadrisculpta* dosud byla zdokumentována asociace například na druhy čelistnatek *Tetragnatha montana* (Simon, 1874), *T. obtusa* (C. L. Koch, 1837), *T. extensa* (Linnaeus, 1758) (Nielsen, 1937; Fitton et al., 1988; Korenko, 2015b). Larvy v nižším instaru na svém hostiteli přezimují, jak je pozorováno u většiny zástupců skupiny *Polysphincta* (Fitton et al., 1987).

Acrodactyla carinator (Aubert, 1965)

Chování a druhová specializace vosičky *A. carinator* dosud nebyla dokumentována. Morfologicky je velmi podobná druhu *A. quadrisculpta*, proto může dojít k záměně (Korenko in litt., 2016; Miller et al., 2013). Molekulární determinace vzorků nalezených na obou zkoumaných lokalitách ukázala, že prakticky všechny druhy parazitoidů, pokládáné nejprve za *A. quadrisculpta*, jsou ve skutečnosti druhem *A. carinator*.

Korenko et al. (2015b) zdokumentovali průběh parazitace čelistnatky druhu *Tetragnatha montana* parazitickou vosičkou druhu *Acrodactyla quadrisculpta* (nově opraveno na *A. carinator*) z lokality Fondotoce.

Poté, co dosáhne larva *A. carinator* přichycená k čelistnatce svého posledního instaru, zhruba 8 – 9 hodin před započítím kuklení, začne manipulovat chování svého hostitele. Čelistnatka takto pod vlivem dosud neznámých chemikálií (Korenko, 2014) upřede unikátní „kokonovou“ pavučinu tvořenou zesíleným vodorovným vláknem (z cca 50 až 60 jednoduchých vláken), které je napnuto pomocí jednoho bočního vlákna. Když je kokonová síť hotová, parazitoid navede svého hostitele doprostřed zesíleného vlákna, kde ho pozře a započne proces svého kuklení. Během 30 hodin je kokon hotov, je uchycen podélně s hlavním vláknem kokonové sítě a za cca 10 dnů se líhne dospělec (Korenko, 2015b).

2. Skupina – „*Degener*“:

Acrodactyla degener (Haliday, 1838)

Na lokalitě Fondotoce byla nalezena larva druhu *A. degener* přichycená na plachetnatce *Neriere montana* (Di Giovanni et Korenko, in prep.). Manipulované kokonové pavučiny

jsou tvořeny trojrozměrnou zmočtí vláken, uprostřed kterých posléze visí kokon s larvou parazitoida (Korenko, IV. 2014, in litt.).

Druh *A. degener* parazituje výhradně pavouky čeledi Linyphiidae (Fitton a kol., 1988; Korenko et al., 2014), například druh *Linyphia obscura* (Thorell, 1875), *Linyphia triangularis* (Clerck, 1757) nebo *Tenuiphantes tenebricola* (Wider, 1834) (Nielsen, 1923; Arnošt, 2014).

6.5.2 Parazitické vosičky rodu *Zatypota*

Na lokalitě Fondotoce byli nalezeni tři zástupci rodu *Zatypota* a každý na jiném rodu hostitele, ve Třticích byly pak dva zástupci na různých hostitelích.

Rod *Zatypota* je se svými 47 druhy největším rodem ve skupině *Polysphincta* group (Yu et Horstmann, 1997; Gauld et Dubois, 2006; Matsumoto et Takasuka, 2010). O vosičkách rodu *Zatypota* je známo, že parazitují převážně pavouky čeledi Theridiidae, najdou se ale i výjimky, které parazitují čeledi Araneidae, Dictynidae a Linyphiidae (Korenko et al., 2015a).

Zatypota anomala (Holmgren, 1860)

Ve Třticích byla nalezena larva přichycená na druhu *Dictyna* sp. a ve Fondotoce byla nalezena na hostiteli druhu *Dictyna pussila* (Di Giovanni et Korenko, in prep.).

Tento druh parazituje podle dosavadních zjištění pouze pavouky čeledi Dictynidae (Miller et al., 2013; Korenko, unpub.). Zdá se, že drobné rozměry jsou morfologickou výhodou, kterou *Z. anomala* využívá pro snažší pohyb v husté a lepidé síti kribelátních pavouků (Korenko, IV. 2014, in litt.). Zatím však chybí bližší studie způsobu manipulace hostitele larvou tohoto druhu (Arnošt, 2014).

Zatypota percontatoria (Müller, 1776)

Hostitel z Fondotoce byl determinován jako *Theridion varians* (Di Giovanni et Korenko, in prep.), ve Třticích pak byl určen pouze do rodu: *Theridion* sp.

Druh *Z. percontatoria* je typickým zástupcem čeledi *Zatypota*, který parazituje výhradně snovačky čeledi Theridiidae. Tento druh parazitoida ve svém hostiteli indukuje takové chování, jako mají neparazitovaní jedinci v prostředí s klesající teplotou. Pro ochranu před nízkými teplotami a pro ochranu svých kokonů tito pavouci snovají trojrozměrné kupolovité struktury obestavěné kolem suchého listí nebo pod kůrou stromů (Korenko et Pekár, 2011; Arnošt, 2014).

***Zatypota picticollis* (Müller, 1776)**

Na lokalitě Fondotoce byla nalezena larva *Z. picticollis* na křížákově druhu *Zilla diodia*.

Tento druh parazituje středně velké stromové druhy pavouků čeledi Araneidae, kteří si stavějí dvojrozměrné ploché, kruhové sítě (Zwakhals, 2006; Korenko et al, 2015a).

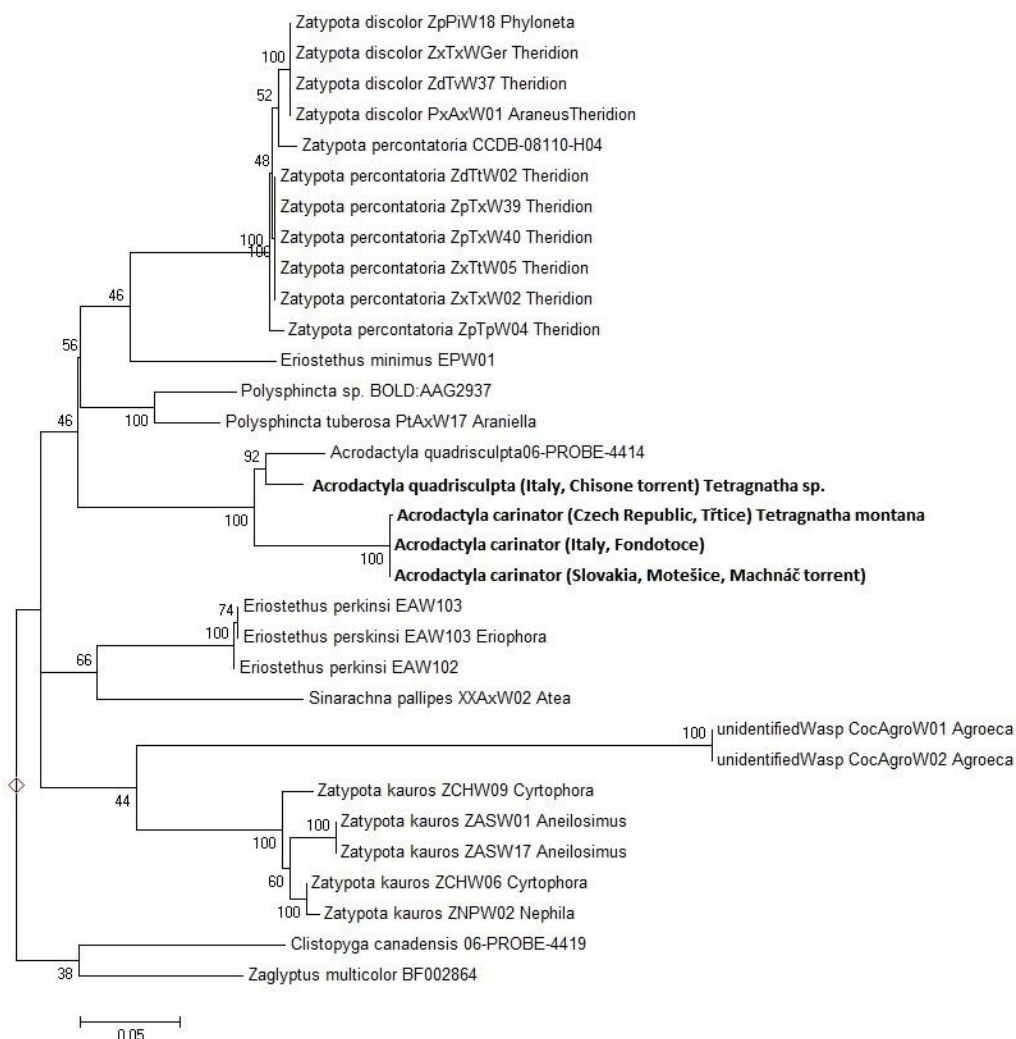
Výzkum Korenka et al. (2015) ukazuje, že křížák *Zilla diodia* konstruuje pod vlivem manipulace larvou *Zatypota picticollis* zjednodušenou kokonovou pavučinu podobnou té, kterou vytváří čelistnatka *Tetragnatha montana* manipulovaná larvou *Acrodactyla carinator*. Rozdíl je v uchycení kokonu, který není podélně, ale visí ve vertikální poloze kolmo na horizontální zesílené vlákno.

6.6 Záznamy o novém výskytu druhů parazitických vosiček

Determinace nasbíraného materiálu přinesla nové poznatky o výskytu hned tří druhů.

Acrodactyla carinator (Aubert, 1965)

Díky determinaci a revizi druhů parazitických vosiček ze vzorků nasbíraných na sledovaných lokalitách v letech 2012 až 2015 a jejich molekulární analýze bylo zjištěno, že se na obou zkoumaných lokalitách vyskytuje druh, který zde dosud nebyl popsán. V nasbíraných vzorcích byla objevena vosička druhu *Acrodactyla carinator*. Jedná se o první záznam o výskytu tohoto druhu v České republice i v Itálii (viz. obr. x). Larva byla přichycena na čelistnatkách druhu *Tetragnatha montana*.



Obr. x: Fylogenetický ML strom se zvýrazněnými novým druhem pro Českou republiku a Itálii – *A. carinator*.

Datum sběru v Itálii: 28.10. 2014; dva dochovaní dospělí samci se vylíhnuli 20. – 21.11.2014 (Di Giovanni et Korenko, in prep.).

Datum sběru v ČR: 20.9.2014; dochovaný samec se vylíhnul 13.10.2014.

Revize materiálu ze dřívějších studií Korenka et al. (2015b) a Belgerse et al. (2013) ukázala, že se nejedná o parazitické vosičky druhu *Acrodactyla quadrisculpta*, ale o nově zjištěný druh *Acrodactyla carinator* (Korenko, personal com.). O možné chybovosti určení a snadné záměně druhů *A. carinator* a *A. quadrisculpta* informuje i Miller et al. (2013).

***Acrodactyla degener* (Haliday, 1838)**

Ve vzorcích z italského Fondotoce byl nově objeven druh *Acrodactyla degener*. Larva přichycená na plachetnatce *Nerienne montana*. Datum sběru: 28.10. 2014; dochovaný dospělý samec se vylíhnul 23.12.2014 (Di Giovanni et Korenko, in prep.).

***Zatypota anomala* (Holmgren, 1860)**

Na lokalitě Třtice byl nalezen jeden parazitovaný jedinec z rodu *Dictyna* s přichycenou larvou. Šlo o arborální druh, takže se pravděpodobně jedná o *Dictyna pussila*. Tu se bohužel nepodařilo dochovat, ale z dosavadních studií víme, že se na tento rod specializuje pouze jeden druh parazitických vosiček, a to *Zatypota anomala*. Dosud byl tento druh popsán pouze v rámci Moravy a Slovenska, pro Čechy se tedy jedná o první záznam o výskytu. Výskyt tohoto parazitoida v Čechách je ale třeba ještě hlouběji prozkoumat.

7 Závěr

Cílem práce bylo porovnat společenstva pavouků a jejich parazitoidů na břehových porostech dvou geograficky vzdálených lokalit v rámci Evropy a otestovat hypotézu, která zní: „Společenstvo pavouků i jejich parazitoidů je charakterizováno typem habitatu, který je významnějším faktorem než geografická vzdálenost mezi lokalitou v České republice (střední Evropa) a severní části Itálie (východní část jižní Evropy)“. Tato hypotéza předpokládá podobnost habitatů na obou sledovaných lokalitách a na základě toho i podobnost obou společenstev. Na základě porovnání druhové podobnosti společenstev se ukázalo, že tuto hypotézu nelze potvrdit, protože druhově navzájem podobná jsou pouze společenstva parazitoidů. Společenstva neparazitovaných i parazitovaných pavouků jsou si navzájem podobná pouze na úrovni čeledí, na každé lokalitě se ale vyskytovaly jiné druhy.

Determinace jednotlivých parazitoidů přinesla záznamy o novém výskytu hned tří druhů parazitoidů. Konkrétně se jedná o nový výskyt druhu *Acrodactyla carinator* pro Českou republiku i Itálii, *Acrodactyla degener* pro Itálii a *Zatypota anomala* pro Českou republiku.

8 Seznam literatury

Akino, T., Knapp J. J., Thomas J. A. et Elmes G.W., 1999: Chemical mimicry and host specificity in the butterfly *Maculinea rebeli*, a social parasite of *Myrmica* ant colonies. *Proceedings of the royal society of London. Series b*, 266: 1419-1426.

Arnošt, J., 2014: Manipulace chování pavouků parazity a parazitoidy. Bakalářská práce (Bc.). Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta životního prostředí.

Begon M., Harper J. L. et Townsend C. R., 1997: Ekologie - jedinci populace a společenstva. Vydavatelství Univerzity Palackého, Olomouc.

Biron D. G., Marché L., Ponton F., Loxdale H. D., Galéotti N., Renault L., Joly C. et Thomas F., 2005: Behavioral manipulation in a grasshopper harbouring hairworm: a proteomics approach. *Proceedings of The Royal Society B* 272: 2117-2126.

Blackledge T. A., Coddington J. A. et Gillespie R. G., 2003: Are three-dimensional spider webs defensive adaptations? *Ecology Letters* 6: 13–18.

Buchar J., 1983. Zoogeografie. Státní pedagogické nakladatelství, Praha.

Buchar J. et Kůrka A., 2001: Naši pavouci. Academia Praha. ISBN: 80-200-0331-2.

Buchar J. et Růžička V., edited by Merrett P., 2002: Catalogue of spiders of the Czech Republic. Praha: Peres. ISBN 80-86360-25-3.

Coddington J. A. et Levi H. W., 1991: Systematics and Evolution of Spiders (Araneae). *Annual Review of Ecology and Systematics*. Vol. 22 (1991), 565-592.

Český hydrometeorologický ústav, 2016: Historická data. Online: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/zakladni-informace>, citováno 10.3.2017.

Cardoso P., Pekár S., Jocqué R. et Coddington J. A., 2011: Global Patterns of Guild Composition and Functional Diversity of Spiders. PLoS ONE 6(6): e21710.

Di Giovanni F. et Korenko S., 2017: Annotated checklist of Pimplinae parasitoids of spiders in Italy with notes on host association. In preparation.

Dubois J., Rollard C., Villemant C. a Gauld I.D., 2002: The phylogenetic position of parasitoids of spiders within Pimplinae (Hymenoptera, Ichneumonidae). In: Samu F., Szinetár Cs. (eds.) Proceedings of the 20th European Colloquium of Arachnology, Szombathely 22-26 July 2002, 27-35.

Eberhard W. G., 2000a: Spider manipulation by a wasp larva. Nature 406(6793): 255-256.

Eberhard W. G., 2000b: The natural history and behavior of *Hymenoepimecis argyraphaga* (Hymenoptera: Ichneumonidae) a parasitoid of *Plesiometa argyra* (Araneae: Tetragnathidae). Journal of Hymenoptera Research 9: 220-240.

Eberhard W. G., 2001: Under the influence: Webs and building behavior of *Plesiometa argyra* (Araneae, Tetragnathidae) when parasitized by *Hymenoepimecis argyraphaga* (Hymenoptera, Ichneumonidae). Journal of Arachnology 29: 354-366.

Eberhard W. G., 2010: New Types of Behavioral Manipulation of Host Spiders by a Parasitoid Wasp. Psyche, 2010.

Eberhard W. G., 2013: The Polysphinctine Waps *Acrotaphus tibialis*, *Eruga* ca. *Gutfreundi*, and *Hymenoepimecis tedfordi* (Hymenoptera, Ichneumonidae, Pimplinae) Induce Their Host Spiders to Build Modified Webs. Annals of the Entomological Society of America 106(5): 652-660.

Fincke O.M., Higgins L. et Rojas E., 1990: Parasitism of *Nephila clavipes* (Araneae: Tetragnathidae) by an Ichneumonid (Hymenoptera, Polysphinctini) in Panama. J. Arachnol., 18:321-329.

Fitton M. G., Shaw M. R. et Austin A. D., 1987: The Hymenoptera associated with spiders in Europe. Zoological Journal of the Linnean Society: 65 – 93.

Fitton M. G., Shaw M. R. et Gauld I. D., 1988: Pimpline ichneumon-flies. Handbooks for the Identification of British Insects 7: 1–110.

Foelix R. F., 1996: Biology of spiders, second edition. Oxford, Oxford university press.

Fritzén N. R.: 2010: Natural history and description of *Zatypota kerstinae* sp.nov.

(Hymenoptera: Ichneumonidae) reared from *Theridion palmgreni* Marusik et
Tsellarius (Araneae: Theridiidae) in Finland. Zootaxa, 2487, 52–60.

Gauld I. D., Wahl D. B. et Broad G. R. 2002: The suprageneric groups of the Pimplinae (Hymenoptera: Ichneumonidae): a cladistic re-evaluation and evolutionary biological study. Zool. J. Linn. Soc. 136 (3): 421–485.

Gauld I. D. et Dubois J., 2006: Phylogeny of the Polysphincta group of genera (Hymenoptera: Ichneumonidae; Pimplinae): a taxonomic revision of spider ectoparasitoids. Systematic Entomology: 529 – 564.

Holý K., 2016: Hymenoptera of the Czech Republic. Online: <http://hymenoptera.cz/index.htm>, citováno 22.3.2017.

Isaia M., Pantini P., Beikes S. et Badino G., 2007: Catalogo ragionato dei ragni (Arachnida, Araneae) del Piemonte e della Lombardia. Memorie dell'Associazione naturalistica piemontese – Vol. 9

Jarkovský J., Littnerová S. et Dušek L., 2012: Statistické hodnocení biodiverzity. Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., Brno.

Kaeslin M., Pfister-Wilhelm R. et Lanzrein B., 2005: Influence of the parasitoid *Chelonus inanitus* and its polydnavirus on host nutritional physiology and implications for parasitoid development. *Journal of Insect Physiology* 51: 1330-1339.

Korenko S. et Pekár S., 2011: A Parasitoid Wasp Induces Overwintering Behaviour in Its Spider Host. *PLoS ONE* 6(9): e24628.

Korenko S., Michalková V., Zwakhals K. et Pekár S., 2011: Host specificity and temporal and seasonal shifts in host preference of a web-spider parasitoid (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Journal of Insect Science*, 11(101):1-12.

Korenko S., Isaia M., Satrapová J. et Pekár S., 2014: Parasitoid genus-specific manipulation of orb-web host spiders (Araneae, Araneidae). *Ecological Entomology*, 39(1):30-38.

Korenko S., Satrapová J. et Zwakhals K., 2015a: Manipulation of araneid spider web structure by the polysphinctine parasitoid *Zatypota picticollis* (Hymenoptera, Ichneumonidae). *Entomological Science* 18: 383–388.

Korenko S., Korenková B., Satrapová J., Hamouzová K. et Belgers D., 2015b: Modification of *Tetragnatha montana* (Araneae, Tetragnathidae) web architecture induced by larva of the parasitoid *Acrodactyla quadrisculpta* (Hymenoptera, Ichneumonidae, Polysphincta genus-group). *Zoological Studies* 2015 54:40.

Korenko S., 2016a: Web architecture alteration of the orb web weaving spider *Metellina merianae* (Araneae, Tetragnathidae) induced by the parasitoid *Megaetaira madida* (Ichneumonidae, Polysphincta group). *Arachnology Letters* 52: 35-37.

Korenko S., Potopová V., Satrapová J. et Pekár S., 2016b: Life history of the spider parasitoid *Zatypota percontatoria* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Entomological Science*, 19: 104–111.

Köppen, W., 1936: Das geographische System der Klimate. Handbuch der Klimatologie (ed. by W. Köppen and R. Geiger), Vol 1 Part C pp. 1-44. Verlag von Gebrüder Borntraeger, Berlin.

Kůrka A., Řezáč M., Macek R. et. Dolanský J., 2015: Pavouci České republiky. Academia, Praha

Lago Maggiore Online, 2015: lagomaggioreonline.it. Online:

<http://www.lagomaggioreonline.it/lake.maggiore.htm>, citováno 10.3.2017.

Libersat F., Delago A. et Gal R., 2009: Manipulation of Host Behavior by Parasitic Insects and Insect Parasites. Annual Review of Entomology 54: 189-207.

Lissner J., 2011a: The Spiders of Europe and Greenland. Images and Species Descriptions. Online: <http://www.jorgenlissner.dk/Araneidae.aspx>, citováno 15.3.2017.

Lissner J., 2011b: The Spiders of Europe and Greenland. Images and Species Descriptions. Online: <http://www.jorgenlissner.dk/Linyphiidae.aspx>, citováno 15.3.2017.

Matsumoto R., 2009: “Veils” Against Predators: Modified Web Structure of a Host Spider Induced by an Ichneumonid Parasitoid, *Brachyzapus nikkoensis* (Uchida) (Hymenoptera). Journal of Insect Behavior 22: 39-48.

Matsumoto R. et Takasuka K., 2010: A revision of the genus *Zatypota* Förster of Japan, with descriptions of nine new species and notes on their hosts (Hymenoptera: Ichneumonidae: Pimplinae. Zootaxa 2522: 1–43.

Maure F., Brodeur J., Ponla N., Doyon J., Firlej A., Elguero E. et Thomas F., 2011: The cost of a bodyguard. The Royal Society.

Meteoblue, 2016: meteoblue.com. Online:

https://www.meteoblue.com/en/weather/forecast/modelclimate/fondotoce_italy_8714246, citováno 10.3.2017

Miller, J. A., Belgers, J. D. M., Beentjes, K. K., Zwakhals, K. et van Helsdingen, P., 2013: Spider hosts (Arachnida, Araneae) and wasp parasitoids (Insecta, Hymenoptera, Ichneumonidae, Ephialtini) matched using DNA barcodes. Biodiversity Data Journal, (1), e992. Advance online publication. <http://doi.org/10.3897/BDJ.1.e992>

Mora C., Tittensor D. P., Adl S., Simpson A. G. B., Worm B., 2011: How Many Species Are There on Earth and in the Ocean? PLoS Biology 9(8): e1001127. Online: <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001127>, citováno 20.3.2017.

Nielsen E., 1923: Contributions to the life history of the pimpline spider parasites (Polysphincta, Zaglyptus, Tromatobia) (Hym. Ichneumon.). Entomologiske Meddelelser 14: 137-205.

Nielsen E., 1935. A third supplementary note upon the life histories of the Polysphinctas (Hym. Ichneumon.). Entomologiske Meddelelser 19, 191-215.

Nielsen E., 1937: A fourth supplementary note upon the life histories of the polysphincta (Hym. Ichneumon.). Entomologiske Meddelelser 20: 25- 28.

World Spider Catalog, 2017: World Spider Catalog. Natural History Museum Bern. Online: <http://wsc.nmbe.ch>, citováno 17.4.2017.

Ronquist F., 1999: Phylogeny of the Hymenoptera (Insecta): The state of the art. Zoologica Scripta 28: 3-11.

Rotterová S., 2015: Biologie blanokřídlých parazitoidů (Ichneumonidae, Polysphincta group) asociovaných s pavouky v Palearktu. Bakalářská práce (Bc.). Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Katedra agroekologie a biometeorologie.

Schlinger E. I., 1987: The Biology of Acroceridae (Diptera): True Endoparasitoids of Spiders. In: Ecophysiology of Spiders. Berlin, Springer-Verlag: 319 – 326.

Šálek M., Růžička J. et Mandák B., 2005: skripta Ekologie. Česká Zemědělská Univerzita v Praze, Praha.

Takasuka K. et Matsumoto R., 2011: Lying on the dorsum: unique host-attacking behaviour of *Zatypota albicoxa* (Hymenoptera, Ichneumonidae). Japan Ethological Society and Springer 2011: 29:203–207.

Takasuka K. et Korenko S., in prep.: Systematics and biology of spider-associated parasitoids in Ephialtini Hellen 1915 (Hymenoptera, Ichneumonidae, Pimplinae) with special reference to the host web manipulation. In preparation.

Uetz G. W., Halaj J. et Cady A. B., 1999: Guild structure of spiders in major crops. The Journal of Arachnology 27: 270–280.

Whitaker R. H., 1972: Evolution and Measurement of Species Diversity. International Association for Plant Taxonomy, Vol. 21, No. 2/3: 213-251.

Yu D.S. et Horstmann K., 1997: A catalogue of world Ichneumonidae (Hymenoptera). Memoirs of the American Entomological Institute, 58: 1–1558.

Yu D. S. K., 2012: Home of Ichneumonoidea. Online: <http://www.taxapad.com/index.php>. Citováno 22.3.2017.

Zwakhals K., 2006: The European species of the genera *Zatypota* and *Sinarachna* (Hymenoptera: Ichneumonidae, Pimplinae, Polysphinctini). Entomologische Berichten 66(2): 34-37.