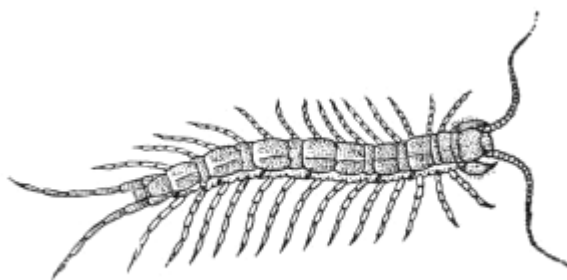


UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
KATEDRA EKOLOGIE A ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Potravní ekologie stonožek (Chilopoda)

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE



Martin RŮŽIČKA

Ochrana a tvorba životního prostředí

Vedoucí práce: Mgr. et Mgr. Ivan H. Tuf, Ph.D.

Olomouc 2005

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Mgr. et Mgr. Ivanu H. Tufovi, Ph.D. za vedení mé práce, poskytnutí potřebné literatury, materiálů a pracovních pomůcek, výpomoc při pořizování obrazových materiálů, užitečné informace, jeho cenný čas a hlavně pak trpělivost. Dále také děkuji RNDr. Petru Hekerovi, Ph.D. za zapůjčení fotografických pomůcek, RNDr. Martinu Rulíkovi, Ph.D. a Evě Stebelské za seznámení s programem LUCIA G, Pavlu Riedelovi za poskytnutí PC, Lence Najmanové za pomoc s překladem abstraktu a také všem dalším, kteří mi s prací nezištně pomáhali.

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškerou použitou literaturu.

V Olomouci 4. srpna 2005

Martin Růžička

Obsah

1. Úvod	4
2. Třída stonožky (Chilopoda).....	6
2.1 Systematické zařazení a dělení třídy stonožky	6
2.2. Základní popis	7
2.2.1. Tělo	7
2.2.2. Hlava.....	9
2.2.3. Trávicí soustava.....	9
2.2.4. Nervová soustava.....	10
2.2.5. Nohy a pohyb	10
2.2.6. Rozmnožování	11
2.2.7. Stanoviště a vnější vlivy prostředí.....	12
2.3. Charakteristika jednotlivých řádů.....	15
2.3.1. Podtřída Notostigmophora.....	15
2.3.2. Podtřída Pleurostigmophora	15
3. Potrava a potravní ekologie stonožek.....	19
3.1. Postavení v potravním řetězci.....	19
3.2. Přehled potravy stonožek.....	20
3.2.1. Měkkýši (Molusca).....	20
3.2.2. Kroužkovci (Annelida).....	20
3.2.3. Hlísti (Nematoda).....	21
3.2.4. Členovci (Arthropoda).....	21
3.2.5. Obratlovci (Vertebrates).....	26
3.2.6. Rostliny (Plantae), houby (Fungi), mrtvá organická hmota	26
3.3. Stonožky jako kořist	28
3.3.1. Obrana před predátory	28
3.3.2. Predátoři stonožek	28
4. Metody studia potravní ekologie stonožek.....	32
4.1. Metoda analýzy obsahu střeva.....	32
4.1.1. Postup při analýze obsahu střeva.....	32
4.1.2. Výhody a nevýhody metody analýzy obsahu střeva	33
4.2. Metoda sérologického vyšetření potravního spektra stonožek.....	33
4.2.1. Postup při metodě sérologického vyšetření potravního spektra stonožek.....	34
4.2.2. Výhody a nevýhody metody sérologického vyšetření potravního spektra stonožek	34
4.3. Zjišťování potravní preference stonožek	34
4.3.1. Postup při zjišťování potravní preference stonožek	34
4.3.2. Výhody a nevýhody preferenčních testů	35
4.4. Pozorování potravního chování stonožek.....	35
4.4.1. Postup při pozorování potravního chování stonožek.....	35
4.4.2. Výhody a nevýhody studia potravní ekologie stonožek.....	36
5. Závěr.....	37
6. Použitá literatura.....	38
7. Abstrakt/Abstract.....	42
8. Přílohy	43

1. Úvod

Stonožky jsou terestriční živočichové s článkovaným tělem řazení mezi členovce. Na světě bylo doposud popsáno okolo 3000 druhů stonožek z pěti řádů (Harrison & Rice 1993), z nichž se čtyři vyskytují i na území České republiky. Jedná se o řády Geophilomorpha (zemivky, mnohočlenky), Lithobiomorpha (různočlenky), Scolopendromorpha (stejnočlenky) a Scutigleromorpha (strašníci). Posledním pátým řádem jsou Craterostigmomorpha, žijící pouze na Novém Zélandu a v Tasmánii. Z České republiky je známo celkem 65 druhů stonožek patřících do osmi čeledí (Tuf & Laška in press).

První stonožky se na naší planetě objevily zhruba před 410 milióny let, což je období pozdního siluru v prvohorách. Od té doby se stihly rozšířit téměř po celé Zemi. Nevyskytují se pouze v polárních oblastech a jejich výskyt za polárními kruhy je spíše sporadický. Směrem k rovníku pak jejich početnost stoupá až do tropických oblastí, které můžeme považovat za těžiště jejich výskytu. Ve vertikální distribuci můžeme stonožky nelézat od pláží mořského pobřeží po vysoké hory (www.myriapoda.org/chilopoda/centipede_general_info.html#anchor1, 9.8.2005).

Stonožky jsou převážně noční živočichové, kteří většinu života tráví pod kameny, kůrou a větvemi stromů, v mechu, v opadance a svrchních vrstvách půdy, kde se s nimi můžeme nejčastěji setkat. Některé druhy se přizpůsobily životu v jeskynních, jiné žijí v blízkosti člověka v domech, sklenících atd.

Chilopoda jsou draví živočichové, jejichž hlavní složku potravy tvoří zejména půdní bezobratlí živočichové jako chvostoscoci, roztoči, máloštětinatci, menší pavouci, sekáči, měkkýši, nebo larvy hmyzu vyvíjející se v půdě. Okolo významu fytofágie a saprofágie některých skupin stonožek se stále vedou spory, zda je tento druh potravy stonožkami přijímán aktivně, nebo bývá pozřen společně s živočišnou potravou.

Všechny stonožky mají vespod hlavy umístěny kusadlové nožky (forcipuly), pomocí nichž uchvacují nebo koušou kořist. Navíc forcipuly obsahují jedové žlázy produkující jed k ochromení nebo usmrcení kořisti. Forcipuly neslouží jen k lovu kořisti, ale i k obraně před predátory. Kousnutí našich stonožek není člověku nebezpečné, ale kousnutí některými velkými, převážně tropickými nebo subtropickými druhy (např. řádu Scolopendromorpha) může způsobit bolest a značné otoky (Harrison & Rice 1993), ve vzácných případech i smrt (www.myriapoda.org/chilopoda/centipede_general_info.html#anchor12, 9.8.2005). Některé druhy stonožek se navíc mohou před predátory bránit vylučováním sekretu ze sternálních žláz, který dokáže predátory odpudit (Borek 1965).

Tělo stonožky je děleno na hlavu a trup, který je složen z jednotlivých článků. Segmentace trupu je homonomní a každý článek nese jeden pár stejných noh. Poslední pár nohou neslouží k pohybu a označuje se jako vlečné nohy, které mohou mít smyslovou nebo obrannou funkci (Harrison & Rice 1993). Počet tělních článků se u jednotlivých řádů značně liší, ale nejvyššího počtu tělních článků dosahují Geophilomorpha a to konkrétně se 191 páry noh druh *Gonibregmatus plurimipes* vyskytující se na souostroví Fidži. Velikost těla se převážně pohybuje v rozmezí 1-10 cm, ale nejdelší druhy patřící do řádu Scolopendromorpha dosahují délky až 25 cm (Harrison & Rice 1993).

Tématem a cílem mé práce bylo podat souhrnný popis o potravní ekologii stonožek a jejího výzkumu formou literární rešerše a částečně také vlastním výzkumem. Při vypracovávání této práce jsem se měl seznámit s jednotlivými metodami výzkumu potravní ekologie stonožek, a potravními nároky a preferencemi běžných druhů.

Moje práce se sestává z literární rešerše, která zahrnuje charakteristiku třídy Chilopoda, její systematiku, základní popis, morfologii, ekologii se zaměřením na potravní ekologii, dopady predace stonožek na populace jejich kořisti a metody studia potravní ekologie bezobratlých.

2. Třída stonožky (Chilopoda)

2.1 Systematické zařazení a dělení třídy stonožky

Třída stonožky je řazena do podkmene stonožkovci (Myriapoda) a kmene členovci (Arthropoda) (www.faunaeur.org/full_results.php?id=11598, 9.8.2005). Dále se pak dělí na dvě podtřídy Notostigmophora a Pleurostigmophora. Do podtřídy Pleurostigmophora jsou řazeny řády Lithobiomorpha, Craterostigmomorpha, Scolopendromorpha a Geophilomorpha. Zbylý řád Scutigermomorpha patří do podtřídy Notostigmophora (Harrison & Rice 1993). Z celkem odhadovaného počtu 8000 druhů stonožek je jich dosud popsáno jen okolo 3000 (Adis & Harvey 2000). Přehled systému třídy Chilopoda viz tab. 1.

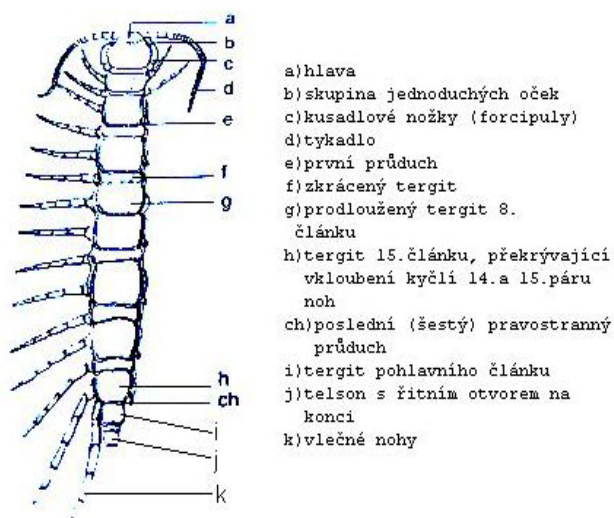
Tabulka 1: Aktuální systematické zařazení a dělení třídy Chilopoda (Převzato a upraveno z www.myriapoda.org, 9.8.2005 a www.faunaeur.org/full_results.php?id=11598, 9.8.2005)

Kmen: Arthropoda
Podkmen: Myriapoda
Třída: Chilopoda
Podtřída: Notostigmophora
Řád: Scutigermomorpha
Čeľad: Pselliodidae
Čeľad: Scutigeridae
Čeľad: Scutigerinidae
Podtřída: Pleurostigmophora
Řád: Lithobiomorpha
Čeľad: Henicopidae
Čeľad: Lithobiidae
Řád: Craterostigmomorpha
Čeľad: Craterostigmidae
Řád: Scolopendromorpha
Čeľad: Scolopendridae
podčeľad: Scolopendrinae
podčeľad: Otostigminae
Čeľad: Scolopocryptopidae
Čeľad: Cryptopidae
Řád: Geophilomorpha
Podřád: Placodesmata
Čeľad: Mecistocephalidae
Podřád: Adesmata
Nadčeľad: 1
Čeľad: Neogeophilidae
Nadčeľad: 2
Čeľad: Geophilidae
Nadčeľad: 3
Čeľad: Geophilidae
Čeľad: Linotaeniidae
Klad 1: (Macronicophilidae + (Aphilodontidae + Dignathodontidae)
Klad 2: Eucratonychidae + Eriphantidae + (Gonibregmat + (Oryidae)
Klad 3: Schendylidae + (Ballophilidae + Himantariidae)

2.2. Základní popis

2.2.1. Tělo

Tělo stonožek se skládá z hlavy a na ní hned navazuje podlouhlý, téměř homonomní trup (Harrison & Rice 1993). Až na řád Scutigermorpha mají stonožky tělo dorzoventrálně zploštělé (www.myriapoda.org/chilopoda/centipede_genera_l_info.html#anchor2, 9.8. 2005). První tělní článek nese kusadlové nožky (forcipuly), které slouží k lovu kořisti a nebo mohou být využity k obraně před predátory. Harrison & Rice (1993) tento článek označují jako



Obrázek 1: Stavba těla *Lithobius forficatus*. (Převzato a upraveno podle Buchara 1997).

forcipulární článek. Hned na něj navazují tělní články, z nichž každý nese po jednom páru kráčivých noh (viz obr. 1). Výjimku tvoří poslední pár noh, který je označován jako vlečné nohy a má převážně smyslovou funkci (Harrison & Rice 1993). Tělo je zakončeno protáhlým pregenitálním článkem nesoucím pohlavní nožky. Na něj navazuje vlastní genitální článek s pohlavními otvory a posledním článkem je telson s řitním otvorem (Buchar 1997).

Tvar, počet a uspořádání článků nesoucích nohy je charakteristický pro každou skupinu stonožek. Články těla jsou kryty sklerity, které se dělí na břišní sternity, boční pleurity a hřbetní tergity. Zatímco sternity jsou na všech článcích utvářeny stejně (Buchar, 1997), u tergitů se projevuje jejich heteronomie, které je nejlépe viditelná u řádů Lithobiomorpha a Scolopendromorpha (www.myriapoda.org/chilopoda/centipede_general_info.html#anchor3, 9.8.2005). Tato heteronomie je způsobena střídáním krátkých a dlouhých tělních článků, které jsou podle toho kryty tergity rozdílných velikostí. Pravidelné střídání těchto kratších a delších článků je zřetelně narušeno ve střední části těla obou řádů (Harrison & Rice 1993), kde po sobě následují dva dlouhé tergity (Buchar 1997). Pravidelné střídání krátkých a dlouhých tělních článků bývá narušeno i u posledního prodlouženého tergitu, který překrývá vkloubení obou posledních párů noh současně, což například Buchar (1997) popisuje u druhu *Lithobius forficatus*. Podobné uspořádání článků jako u obou uvedených řádů mají i Scutigermorpha, s výjimkou redukce tergitů krátkých článků,

které se zdají být zakrnělé, nebo splývají s tergity následujících dlouhých článků (Harrison & Rice 1993).

Počet tělních článků je mezi jednotlivými řády velmi variabilní. K řádům s nejmenším počtem párů noh patří Lithobiomorpha, Scutigleromorpha a Craterostigmomorpha, jejichž jedinci mají v dospělosti 15 párů nohou. Naopak na druhém konci stojí řád Geophilomorpha, jehož jedinci mají v dospělosti od 27 až po rekordní počet 191 párů nohou v případě *Gonibregmatus plurimipes* (www.myriapoda.org/chilopoda/centipede_general_info.html#anchor, 9.8.2005).

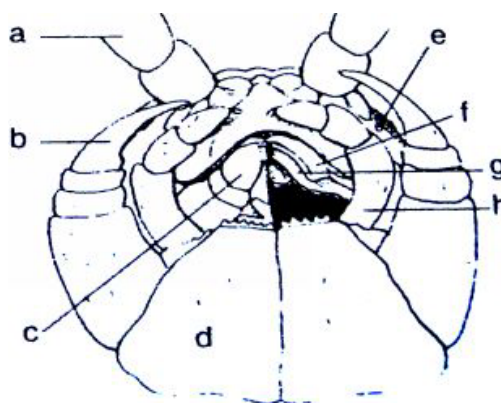
Avšak počet tělních článků se nemusí lišit jen mezi rozdílnými řády, ale i uvnitř řádu. Touto variabilitou se nejvíce vyznačuje řád Geophilomorpha, jehož samice mají ve většině případů větší počet tělních článků než samci. Také jsou u nich velmi časté rozdíly v počtu článků i mezi stejnými pohlavími, což je například typické pro *Himantarium gabrielis* (Minelli & Bortoletto 1988, 1990 in Harrison & Rice 1993).

Stonožky se také někdy dělí podle typu postembryonálního vývoje na skupiny Anamorpha a Epimorpha. Mezi anamorfní stonožky patří řády Scutigleromorpha a Lithobiomorpha, jejichž zástupci se líhnou z vajíčka s neúplným počtem tělních článků, článků tykadel nebo oček (Harrison & Rice 1993). Většina zástupců řádu Lithobiomorpha má po vylíhnutí sedm článků nesoucích nohy, jen zřídka se objevuje počet 6 nebo 8 článků (www.myriapoda.org/chilopoda/centipede_general_info.html#anchor8, 9.8.2005). Ostatní články těla a tykadel dorůstají společně s počtem oček během následujícího larválního a postlarválního vývoje, až do plného počtu v dospělosti (Vaitilingam 1959). Následující dva řády Scolopendromorpha a Geophilomorpha jsou řazeny mezi stonožky s epimorfním vývojem, což znamená, že hned po vylíhnutí mají plný počet tělních článků i všech dalších částí těla a jejich tělo během života v průběhu svlékání pouze roste (Harrison & Rice 1993). Poslední zbývající řád Craterostigmomorpha byl dlouhou dobu řazen mezi stonožky s anamorfním vývojem, ale výzkumy z poslední doby ukázaly, že jsou epimorfní a mají tudíž po narození plný počet článků jako Scolopendromorpha nebo Geophilomorpha (Dohle 1980, 1985, 1990 v Harrison & Rice 1993).

Délka těla stonožek se u většiny druhů pohybuje v rozmezí od jednoho do desíti centimetrů (Harrison & Rice 1993). Obry mezi stonožkami jsou pak někteří tropičtí zástupci řádu Scolopendromorpha, jejichž tělo je výrazně zploštělé a skládá se z 21 – 23 článků. Jako příklad velkého zástupce tohoto řádu si můžeme uvést *Scolopendra gigantea*, žijící v Jižní Americe, která může dorůstat až 27,5 cm a jejich kousnutí je velmi bolestivé (www.myriapoda.org/chilopoda/centipede_general_info.html#anchor10, 9.8.2005).

2.2.2. Hlava

Hlava stonožek je složena ze šesti článků a její svrchní část je kryta hlavovým štítem. V jeho přední části bývá umístěn pár článkovaných tykadla a po bocích oči. U anamorfních druhů se pak ještě na ventrální straně hlavového štítu nachází Tömösvaryho orgán, který slouží jako receptor vlhkosti okolního prostředí. U Lithobiomorpha a Scolopendromorpha jsou oči tvořeny skupinou oček, zatímco u Scutigermorpha jsou vytvořeny velké pseudofacetové oči a u Craterostigmomorpha jsou oči tvořeny jedním ocellem po každé straně hlavy. Slepé jsou pak všechny Geophilomorpha (Eisenbeis & Wichard 1987) a řada zástupců řádu Scolopendromorpha společně s některými jeskynnými druhy Lithobiomorpha (Harrison & Rice 1993).



a) základní články tykadla, b) koncový článek kusadlových nožek (forcipul) s vývodem jedové žlázy pod hrotem, c) maxily 1, d) kyčel kusadlových nožek (coxosternit), e) skupina jednoduchých oček, f) svrchní pysk, g) kusadlo, h) maxily 2

Obrázek 2: Stavba hlavy Lithobius forficatus. (Převzato a upraveno podle Buchar, 1997).

Důležitou součástí hlavy je kousací ústní ústrojí (viz obr. 2). Je složeno z páru mandibul a dvou párů maxil, které obvykle mandibuly překrývají (Harrison & Rice 1993). Mandibuly bývají široké a zakončeny zoubky nebo hřebenem z ostnů. Maxily „1“ jsou uloženy ventrálně na dolní čelisti a skládají se z coxosternitu a dvou telopodů. Maxily „2“ mají podobnou stavbu a bývají zakončeny drápkem (www.life.umd.edu/entm/shultzlab/vtab/chilopoda.htm, 9.8.2005).

Ústní ústrojí bývá zakryto kusadlovými nožkami (forcipuly), což jsou přívěsky tzv. forcipulárního článku, který následuje hned za hlavou. U tohoto článku bývá sternit srostlý s coxami a tvoří forcipulární coxosternit, jehož přední hrana bývá často opatřena výrůstkem, tvořící hřeben. Pohyblivá část forcipul bývá složena ze 3 – 4 článků a je zakončena mohutným drápkem. Téměř na konci drápu, na jeho vnitřním okraji je vyústění jedové žlázy stonožek, jejíž jed slouží pro lov kořisti, nebo k obraně.

2.2.3. Trávicí soustava

Už tvar těla stonožek napovídá, že trávicí trubice bude mít tvar rovného protáhlého válce. Její struktura je podobná stavbě střeva ostatních členovců mající ektodermální stomodeum – přední střevo, mesodermální mesenteron – střední střevo a ektodermální proc-

todeum – zadní střevo. Trávicí trubice je ukončena na telsonu řitním otvorem. Vylučovacími orgány jsou párové Malpighiho trubice (Harrison & Rice 1993).

2.2.4. Nervová soustava

Nejdůležitější součástí nervové soustavy je velký centrální mozkový ganglion, často umístěný nad počátkem trávicí trubice. Ostatní články těla pak mají na břišní straně párovitě založená ganglia, která jsou v řadě za sebou propojena nervovými spojkami tzv. konektivy (Buchar 1997).

2.2.5. Nohy a pohyb

Už název stonožka napovídá, že stonožky mají velký počet nohou a tato vlastnost se odráží i v pojmenování této skupiny u jiných národů: *centipedes* v angličtině, *hundertfüßler* v němčině, *сороканожка* v ruštině nebo *centopiedi* v italštině. Ale „magického“ počtu sto noh dosahuje jen řád Geophilomorpha. Ostatní řády mají noh mnohem méně. Noha bývá složena z coxy – kyčle, trochanteru – příkyčlí, prefemeru - předstehna, femuru – stehna, tibie – holeně a tarsu – nártu, který je složen z jednoho nebo dvou článků a u Scutigermomorpha je bičkovitý, složený z velkého počtu článků. Noha bývá zakončena drápkem (Harrison & Rice 1993). Všechny nohy bývají utvářeny stejně až na poslední pár, který bývá protažen a obvykle neslouží k chůzi a označuje se jako vlečné nohy. Jejich funkce je většinou smyslová či obranná.

Většina stonožek až na Geophilomorpha jsou rychlí draví predátoři. Dosahují rychlosti až 42 cm/s u Scutigermomorpha, nebo 28 cm/s u Lithobiomorpha (Harrison & Rice 1993). Ale aby stonožky mohly dosáhnout této rychlosti, během evoluce u nich muselo dojít k různým adaptačním změnám. Při rychlém pohybu by se jinak jejich dlouhé červovité tělo vlnilo, čímž by docházelo ke ztrátám hnací energie vytvořené nohami (www.myriapoda.org/chilopoda/centipede_general_info.html#anchor3, 9.8.2005), jako například u některých stonoh (*Scolopendra spp.*) (Harrison & Rice 1993). Jednou z možností adaptace je heteronomie tergítů, která je nejlépe vyvinuta u Lithobiomorpha a méně u Scolopendromorpha. Zkrácením některých tergítů a jejich částečným překrýváním dochází ke zpevnění a zkrácení těla, tím je sníženo vlnění a dosaženo efektu, kdy jsou stonožky při menší velikosti těla poháněny stejným počtem nohou. Jinou formu adaptace si vybrali Scutigermomorpha. Dochází u nich ke splývání tergítů, nebo k jejich zapadání do sebe a tím ke zpevnění těla. Navíc Scutigermomorpha mají silnější tělo, které je ještě více

zpevněné v místech, kde by mohlo docházet k vlnění (www.myriapoda.org/chilopoda/centipede_general_info.html#anchor3, 9.8.2005)

Opakem jsou Geophilomorpha, které jsou spíše než pro rychlost přizpůsobeny pro život v zemi a proto se u nich vyvinuly rozdílné adaptace. Jejich tělo, při menší velikosti, bývá obecně složeno z většího počtu malých článků a to jim společně s pružným spojením tergítů a sternitů a s pomocí silně vyvinuté podélné svaloviny dodává mimořádnou ohebnost a flexibilitu, což jsou ideální vlastnosti pro pohyb v půdě, kde si Geophilomorpha vyhrabávají chodbičky (Manton 1958 in Lewis 2003). Sporná otázka zůstává kolem pohybu malých druhů Geophilomorpha, které nejsou schopny se zahrabávat a o jejich způsobu pohybu v půdě se toho ví zatím jen málo. Soudí se však, že jejich schopnost pohybu v půdě je stejně jako u malých Lithobiomorpha dána právě jejich malou velikostí, kdy se mohou bez problému pohybovat mezipůdními prostory (Lewis 2003).

2.2.6. Rozmnožování

Stonožky jsou pohlavní gonochoristé. Partenogeneze je u nich známa jen u *Geophilus proximus* (Palmen 1948), některých Lithobiomorpha jako například *Lithobius macilentus* (Eason 1964) a dvou druhů *Lamyctes* (Palmen 1948).

Samčí pohlavní orgány mají různou stavbu u jednotlivých řádů. Samci Geophilomorpha a Scutigermorpha mají pár varlat umístěných na dorzální straně těla. U Scolopendromorpha jsou varlata složena ze dvou částí sestávající se ze 2 – 13 párů malých varlat (Harrison & Rice 1993). U Lithobimorpha je nepárové varle, které však v těle tvoří dvě kličky (Buchar 1997).

Samičí pohlavní gonády jsou naopak jednodušší. U všech stonožek je jeden vaječník, který se v jeho zadní části dělí na dva vejcovody, které se opět spojují v oblasti genitálního článku. K pohlavnímu ústrojí samic se váže i pár semenných váčků (receptakula) a většinou dva páry přídatných pohlavních žláz (Harrison & Rice 1993).

Vlastní páření je pak velmi odlišné mezi jednotlivými druhy. Oplození je vnitřní, nicméně partneři spolu nekopulují. Spermatofor je předáván pomocí speciálně vytvářených struktur („hedvábné svatební síťky“), které samice nasává do svého pohlavního otvoru a do semenných váčků. Některé druhy před vlastním pářením provozují jakoby zasnubní tanec, kdy například u některých Geophilomorpha se samec se samicí omakávají tykadly a vlečnými nožkami (www.life.umd.edu/entm/shultzlab/vtab/chilopoda.htm, 9.8.2005). U některých druhů rodu *Ethmostigmus* (Scolopendromorpha) vkládají samci spermatofoxy přímo do pohlavního otvoru samice (Lewis 1981).

Jednotlivé řády se odlišují i způsobem kladení vajíček. Anamorfní druhy obecně kladou vajíčka po jednom a obalují je detritem, aby uniklo pozornosti predátorů, protože se dále o potomstvo nestarají. Naopak epimorfní druhy kladou vajíčka do shluků a projevuje se u nich následná rodičovská péče jak o vajíčka (viz obr. 3), tak i o potomstvo, se kterým samice zůstávají po určitou dobu. Toto období může trvat až 50 dní a během této doby samice často nic nežerou (www.life.umd.edu/entm/shultzlab/vtab/chilopoda.htm, 9.8.2005).



Obrázek 3: Samice *Scolopendra heros heros* hlídající snůšku vajíček. (zdroj www.sasionline.org/CENTIPEDE/pages/centipede.html, 18.8.2005)

2.2.7. Stanoviště a vnější vlivy prostředí

Velká rozmanitost druhů a životních forem stonožek je důvodem, že se s nimi můžeme setkat prakticky kdekoliv. Nejčastěji můžeme stonožky najít v lese, kde je řada druhů vázána na svrchní vrstvy půdy a opadanku po celý rok (Blower 1955). Úkryty si v lesích hledají pod spadlými stromy, větvemi, odchlíplou kůrou nebo jak už přímo naznačuje název Lithobiomorpha, tak i pod kameny a skulinami mezi nimi (Buchar 1997). Stonožky však nejsou vázány jen na lesní prostředí, ale můžeme se s nimi setkat i ve městech, v městských parcích, v objektech lidské činnosti jako obytné budovy, vytápěné skleníky, skladiště atd. (www.myriapoda.org/chilopoda/centipede_general_info.html#anchor5, 9.8.2005). Většina zástupců řádu Geophilomorpha si za svoje životní prostředí vybralo svrchní vrstvy půdy, ve kterých si vyhrabávají chodbičky, nebo se pohybují v již existujících mezipůdních prostorech (Lewis 2003). Životu v půdě jsou dokonale přizpůsobeny (viz kapitola 2.2.5. Nohy a pohyb) a život v půdě jim přináší určité výhody. Jedna z výhod je mnohem vyšší vlhkost v půdě než na jejím povrchu a proto se zde mohou stonožky ukrýt před suchem, na které jsou citlivé. Mikroklima půdy navíc snižuje rozdíly vnějších vlivů prostředí a poskytuje jim tak více času pro růst a reprodukci (Lewis 2003). Dalším z důvodů může být i snížení predáčního tlaku. Fründ (1992) zjistil, že u Geophilomorpha z hlubších vrstev půdy jsou mnohem méně nacházeny jizvy po poranění než u jedinců z vrstev blíže povrchu. Na Zemi se vyskytují i druhy, které nejsou přizpůsobeny životu na nebo v půdě a opadance. Příkladem je *Arrhabdotus octosulcatus*, žijící v korunách stromů na Borneu (www.myriapoda.org/chilopoda/centipede_general_info.html#10, 9.8.2005).

Všeobecně si stonožky vyhledávají úkryty s vyšší vlhkostí prostředí, protože jsou velmi citlivé na vysychání a relativní vlhkost prostředí se tak může stát limitujícím faktorem rozšíření druhu (Blower 1955). Avšak rezistence jednotlivých druhů vůči vysychání se značně liší. Zřetelné to je například u rodu *Lithobius*. U nich hraje velikou roli velikost těla jednotlivých druhů (Lewis 2003). Můžeme si to demonstrovat na příkladě *Lithobius forficatus*, která je odolnější vůči vysychání než *Lithobius duboscqui*. *L. forficatus* za to vděčí větší velikosti těla, která jim zajišťuje lepší poměr velikosti těla ku jeho objemu. Velké druhy tak vykazují mnohem větší jednotku objemu těla na jednotku jeho povrchu a proto mnohem pomaleji vysychají. Tato schopnost přežívat vysychání úzce koresponduje se stanovištěm výskytu druhu jak ukázal Roberts (1956). Roberts zkoumal pět druhů rodu *Lithobius* a zjistil, že nejméně odolné druhy jsou *Lithobius duboscqui*, *L. muticus* a *L. lapidicola*, které se vyskytují ve spodních vrstvách opadanky, kde je poměrně stálá vysoká vlhkost. Naopak vyšší toleranci vůči nízké vlhkosti vykazovaly *Lithobius forficatus* a *L. variegatus*, které se vyskytují napříč všemi vrstvami opadanky s různými hodnotami vlhkosti a proto musí být tomuto kolísání přizpůsobeny.

Vůči vysychání jsou mnohem více tolerantnější Geophilomorpha, i když rezistence vůči vysychání u nich značně kolísá (Lewis 2003). Mezi druhy dobře snášející vysychání patří *Geophilus carpophagus*, který dokáže dlouho přežívat i při vlhkosti 56%, což souvisí i s místem výskytu – tento druh můžeme najít jak ve vlhké hrabance, tak i na poměrně suchém místech (Vaitilingam 1959).

Dalším vnějším faktorem, se kterým se stonožky někdy musí na svých stanovištích výskytu vyrovnat, může být naopak nadměrná vlhkost, například při záplavách v lužním lese, nebo při prudkých a dlouhotrvajících deštích. Schopnost přežít zaplavení opět ovlivňuje velikost těla. Malé druhy vykazují na jednotku objemu těla větší jednotku jeho povrchu, což jim zaručuje lepší výměnu plynů a delší dobu přežití při zaplavení (Tufová & Tuf 2005, Lewis 2003). Tento závěr podporují i výsledky Vaitilingama (1959), který zjistil že druhy jako *Lithobius curticeps*, nebo *L. microps* přežívají mnohem déle při zaplavení než *Lithobius forficatus* nebo *L. variegatus*. Vaitilingam (1959) tak ve své práci zjistil, že 12 hodin po ponoření už přežívá jen malé procento *L. variegatus* a *L. forficatus*, zatím co u *L. curticeps* a *L. microps* toto procento přesahovalo 70%.

Stejně jako u vysychání i při ponoření vykazují Geophilomorpha mnohem vyšší rezistenci než Lithobiomorpha (Blower 1955). Vaitilingam (1959) zjistil, že u *Geophilus carpophagus* přežívá po 24 hodinách po ponoření okolo 60 % jedinců, ale po 96 hodinách ještě 40 %. Důležitou roli zde nejspíš hraje relativně propustná avšak nesmáčivá pokožka,

na které se po ponoření drží malé bublinky vzduchu, fungující tak jako fyzikální žábra (Blower 1955, Lewis 2003). Při záplavách může být důležitým faktorem i množství rozpuštěného vzduchu ve vodě (Blower 1955) a také teplota vody, kdy při nižší teplotě dochází ke snížení metabolismu (Tufová & Tuf 2003). Relativně propustná kutikula také umožňuje odvod odpadního dusíku v podobě plynného amoniaku, což bylo například pozorováno u některých stínek jako *Porcelio scaber* nebo *Oniscus asellus* (Sutton 1972 in Lewis 2003). Předpokládá se, že stejný princip by mohl fungovat i u stonožek. Při tomto procesu dochází i k úspoře energie, protože odpadní dusík nemusí být před vyloučením převeden na kyselinu močovou (Hartenstein 1968 in Lewis 2003). U *L. variegatus* může být tímto způsobem vyloučeno 50 – 60 % odpadního dusíku ve formě amoniaku (Bennett & Manton 1963 in Lewis 2003). Dalším faktorem, proč Geophilomorpha přežívají mnohem déle při ponoření do vody, může být množství zásobního kyslíku obsaženého ve vzdušnicích. U Geophilomorpha toto množství může vystačit až na 24 hodin, zatím co u Lithobiomorpha je to mnohem méně (Bonnell 1930 in Vaitilingam 1959).

Různá schopnost druhů přežít při ponoření ve vodě souvisí se stanovišti jejich výskytu. Druhy, které byly uvedeny jako odolné vůči zatopení *G. carpophagus* nebo *L. microps* a *L. curticeps* žijí v hlubších vrstvách opadanky nebo půdy. Jsou to tedy stanoviště, která ku příkladu při prudkých deštích bývají dočasně zatopena, a proto schopnost přežít toto zatopení je životně nezbytná. Naopak povrch půdy bývá mnohem méně častěji zaplaven a tak pro *L. variegatus* nebo *L. forficatus* není tato schopnost až tak nutná (Vaitilingam 1959). Dalším pravidelně zaplavovaným stanovištěm bývají lužní lesy, nebo zaplavované tropické deštné lesy. Záplavy jsou zde dlouhodobějšího charakteru, což nutí organismy si vytvářet další specifické adaptace pro přežití tohoto období. Jednou z nich je přežívání období záplav ve formě vajíček jako u *Lamyctes emarginatus*. Po opadnutí vody se z vajíček líhnou noví jedinci, kteří rychle rostou a na podzim po naklazení vajíček hynou. Další, je už výše uvedená schopnost *L. curtipes* přežít zaplavení po velmi dlouhou dobu a to až dva týdny při teplotě vody 20 °C. Tato doba většinou stačí pro přežití pravidelných jarních záplav (Zulka 1991, 1992, 1996 in Tufová & Tuf 2003). Pravidelné záplavy tak na těchto stanovištích formují specifická společenstva, ve kterých jsou dominantní druhy schopné přežít záplav, jako *L. curtipes* (Tufová & Tuf 2005).

2.3. Charakteristika jednotlivých řádů

2.3.1. Podtřída Notostigmophora

Tato podtřída je zastoupena pouze jediným řádem Scutigeromorpha, který tak reprezentuje celou podtřídu.

Řád Scutigeromorpha



Do tohoto řádu patří okolo 80 dodnes popsaných druhů, náležících do 16 rodů a tří čeledí (viz tab. 1) (Adis & Harvey 2000). Tělo těchto stonožek nebývá dorzoventrálně zploštělé je poměrně krátké, v dospělosti složené z 15 článků nesoucích nohy, které jsou naopak společně s tykadly velmi protáhlé a směrem k zadní části těla se prodlužují. Dlouhá bičíkovitá tykadla se skládají ze dvou bazálních článků s vnitřní svalovinou, které následuje velké množství (až stovky) malých tykadlových článků, bez vnitřní svaloviny. Na hlavě mají pár pseudofacetových očí, podobných složeným očím hmyzu. Břišní sternity jsou vesměs stejné, ale u tergítů krátkých článků často dochází k jejich redukci, nebo splývání s delšími tergity. Od ostatních řádů třídy Chilopoda se odlišují také umístěním stigmat vzdušnic. Průduchy se táhnou středem dorzální strany těla stonožek, a kyslíkem zásobují jen hřbetní cévu, jejíž hemolymfa obsahuje dýchací barvivo. Scutigeromorpha jsou stonožky s anamorfním vývojem, kdy po vylíhnutí z vajíčka mají jen 4 tělní články. Jedná se o obratné a hbité predátory, kteří jsou ze všech stonožek nejrychlejší. U 28 mm dlouhé *Scutigera sp.* byla naměřena rychlost až 420 mm/s (Harrison & Rice 1993, www.myriapoda.org/chilopoda/centipede_general_info.html#anchor6, 9.8.2005).

2.3.2. Podtřída Pleurostigmophora

Do této podtřídy patří zbývající 4 řády: Lithobiomorpha, Geophilomorpha, Scolopendromorpha a Craterostigmomorpha (viz tab. 1). Jsou to stonožky s dorzoventrálně zploštělým tělem, jejichž průduchy jsou na těle umístěny laterálně. Na rozdíl od Scutigeromorpha vzdušnice nezásobují kyslíkem jen hřbetní cévu, ale kyslík je systém vzdušnic rozváděn po celém těle i do jednotlivých tělních přívěsků, a proto hemolymfa neobsahuje dýchací barvivo. U řádů Geophilomorpha, Scolopendromorpha a Craterostigmomorpha je vývoj epimorfni a u řádu Lithobiomorpha anamorfní. Zástupci těchto řádů jsou draví živo-

čichové, rozšíření po celé Zemi, vyjma Craterostigmomorpha, kteří se vyskytují jen na Novém Zélandu a v Tasmánii.

Řád Lithobiomorpha



Jedná se o stonožky rozšířené po celém světě. Řád zahrnuje dvě čeledi (viz tab. 1), odlišitelné podle trnů na nohách. Dále se dělí na 95 rodů s asi 1500 dodnes popsánymi druhy (Adis & Harvey 2000). Pro Lithobiomorpha je typická velmi silná heteronomie tergitů. Tergity 1, 3, 5, 7, 8, 10, 12 a 14 jsou mnohem delší než ostatní, které částečně překrývají. Tykadla bývají dlouhá, složená z 18 a více článků, kterých může být i více než 100. Jako zrakový orgán slouží skupina oček, umístěná po obou stranách hlavy, na boční hraně přední části hlavového štítu. Jen několik, převážně jeskynních druhů je úplně slepých. Vajíčka bývají kladeny jednotlivě, kdy samice ještě čerstvá, lepkavá vajíčka pokrývají částečky půdy, jako maskování před predátory, což zřejmě souvisí s tím, že se o potomstvo nestarají. Lithobiomorpha představují stonožky s anamorfním vývojem, kdy po narození mají většinou 7 článků (Harrison & Rice 1993; Buchar 1997; www.myriapoda.org/chilopoda/centipede_general_info.html#anchor8, 9.8.2005; www.life.umd.edu/entm/shultzlab/vtab/chilopoda.htm, 9.8.2005).

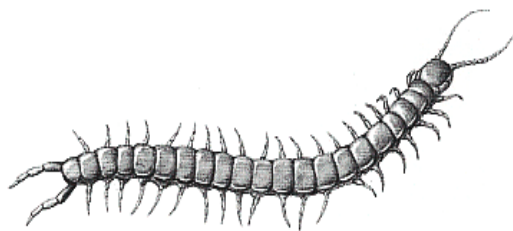
Řád Geophilomorpha



Tento řád je typický svou velkou druhovou rozmanitostí. Obsahuje 14 čeledí (viz tab. 1) zahrnujících 180 rodů s asi 1100 dodnes popsánymi druhy, ale odhaduje se, že by se na světě mohlo vyskytovat až 4000 druhů (Adis & Harvey 2000). Jedná se o stonožky s velmi rozmanitými tvary těla. Počet párů noh se pohybuje v rozmezí od 27, po rekordní počet zaznamenaný u stonožek a to 191 párů noh u *Gonibregmatus plurimipes*. Délka těla se pohybuje v rozmezí 5 – 195 mm. Tělo bývá u některých druhů protáhlé a úzké, zatímco jiné druhy mohou být poměrně široké a krátké. Výhoda dlouhého těla u Geophilomorpha bývá často diskutována a například Lewis (2003) vidí výhodu delšího těla v delším střevě a tím pádem v lepší schopnosti trávení a vstřebávání živin, nebo ve větším prostoru pro vaječníky a tím i zajištění většího počtu mláďat. Na rozdíl od ostatních stonožek nejsou Geophilomorpha přizpůsobeny pro rychlý pohyb po povrchu půdy, ale pro život v zemi, kde je také můžeme nejčastěji najít. Tykadla bývají krátká, složená ze 14 článků a oči jim vždy

chybějí. Samice kladou vajíčka ve shlucích a dál o ně pečují. Samice se obtáčí kolem snůšky vajíček až do jejich vylíhnutí a s vylíhlymi mláďaty zůstávají ještě po nějaký čas. Samice během této doby nic nežerou. Geophilomorpha představují stonožky s epimorfním vývojem. Vyskytují se na všech obydlených kontinentech i oceánských ostrovech. Můžeme se s nimi setkat od úrovně hladiny moře, kdy jsou některé druhy přizpůsobeny litorální zóně až po vysokohorské polohy And a Himaláji (Harrison & Rice 1993; www.myriapoda.org/chilopoda/centipede_general_info.html#anchor11, 9.8.2005; www.life.umd.edu/entm/shultzlab/vtab/chilopoda.htm, 9.8.2005).

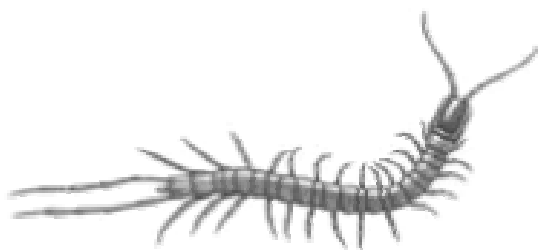
Řád Scolopendromorpha



Mezi zástupci tohoto řádu můžeme najít největší stonožky na světě, jako *Scolopendra gigantea*. Její rekordní exemplář byl nalezen ve Venezuele a měřil 275 mm, ale existují neověřené správy i o jedincích dlouhých až 40 cm (Shelley & Kiser 2000). Systematické dělení tohoto řádu je stále nejasné, ale jsou uváděny 3 čeledě, zahrnující 33 rodů s asi 600 dodnes popsányými druhy (Adis & Harvey 2000). Pro tento řád je typická heteronomie tergitů jako u Lithobiomorpha, kdy tergity 2, 4, 6, 9, 11, 13, 15, 17 a 19 jsou kratší než jiné, ale to je zřetelné jen na předních člancích. Na zadních člancích těla už lze rozdílnou velikost tergitů sjezí poznat. Dalšími charakteristickými znaky tohoto řádu jsou pleurity terminálních článků srůstající s coxami posledních párů nohou a tvořící tak coxopleuru, která rozšiřuje konec těla do výrůstku pokrytého ostny a hrbolky. Poslední pár nohou Scolopendromorpha delší než ostatní páry nohou, je částečně citlivý na dotek a slouží k přidržování nebo štípnutí kořisti a zastrašení a obraně proti útočníkovi. Jedná se opět o rychlé a dravé druhy, až na nepatrné výjimky jako např. krátkonohá *Arrhabdotus octosulcatus* z Bornea žijící na stromech, která se pohybuje velmi pomalu. Zvláštní schopností se vyznačuje i druh *Scolopendra subspinipes*, původně z jihovýchodní Asie, která umí plavat, což je výhodou zvláště v zaplavovaných lesích (Lewis 1981). Tykadla u Scolopendromorpha bývají krátká nebo středně dlouhá, složená ze 17 článků. Jako zrakové orgány, stejně jako u Lithobiomorpha slouží skupina oček, umístěná po obou stranách hlavy, na boční hraně přední části hlavového štítu. Výjimku tvoří některé drobné druhy, které jsou slepé. Mezi zástupci tohoto řádu můžeme najít i druhy, které mohou být pro člověka nebezpečné. Jedná se hlavně o tropické druhy, jejichž kousnutí bývá bolestivé a postižené místo může značně otékat. U lidí citlivých na jed stonožek pak může vzácně dojít i k úmrtí. Bolestivost jejich kousnutí na vlastní kůži pocítili i američtí vojáci během druhé světové

války při bojích v džunglích jihovýchodní Asie, kdy je místy sužovala *Scolopendra subspinipes*, která se stahovala do jejich táborů a zákopů. Vajíčka jsou u Scolopendromorpha většinou kladena ve shlucích a stejně jako u Geophilomorpha se samice některých druhů o ně starají. Scolopendromorpha představují stonožky s epimorfním vývojem. (Harrison & Rice 1993; www.myriapoda.org/chilopoda/centipede_general_info.html#anchor10, 9.8.2005; www.life.umd.edu/entm/shultzlab/vtab/chilopoda.htm, 9.8.2005).

Řád Craterostigmomorpha



Jedná se o nejméně různorodý řád obsahující jednu čeleď, jeden rod a jeden popsáný druh *Craterostigmus tasmanianus* žijící v Tasmánii a na Novém Zélandu (www.myriapoda.org/chilopoda/centipede_general_info.html#anchor9, 9.8.2005). Někteří vědci ale považují jedince z Nového

Zélandu za samostatný druh a taky se tak o něm zmiňují (Harrison & Rice 1993). Dříve byl tento druh uváděn jen z Tasmánie a Jižního ostrova Nového Zélandu, ale v roce 2002 byl objeven i na Severním ostrově (Shelley 2002 in www.myriapoda.org). Tělo je složeno z 15 párů noh a z 15 sternitů, ale tergitů je 21, protože tergity 3, 5, 7, 8, 10, a 12 jsou rozdělené (www.myriapoda.org/chilopoda/centipede_general_info.html#anchor9, 9.8.2005).

Zrakovým orgánem je jeden ocellus na každé straně hlavy. Tykadla jsou složená z 18 článků. Craterostigmomorpha byly dlouhou dobu považovány za anamorfní stonožky, ale Dohle (1980, 1985, 1990) in Harrison & Rice (1993) je zařadil mezi epimorfní stonožky. O kladení vajíček, rodičovské péči a dalších aspektech života tohoto řádu je toho stále velmi málo známo (Harrison & Rice 1993).

3. Potrava a potravní ekologie stonožek

Stonožky jsou téměř výhradně draví živočichové, kteří svou kořist loví převážně v noci pomocí kusadlových nožek s jedovou žlázou. Při kousnutí se do rány dostává jed, který kořist usmrcuje. Jed často obsahuje acetylcholin, histamin, serotonin a další látky (http://library.thinkquest.org/C007974/2_4scol.htm, 9.8.2005). Kořist nebývá jako u pavouků po mimotělním natrávení vysávána, ale je kousacím ústním ústrojím rozmělněna a požitá. Díky této vlastnosti můžeme na základě analýzy rozboru střev zjistit přesné složení potravy.

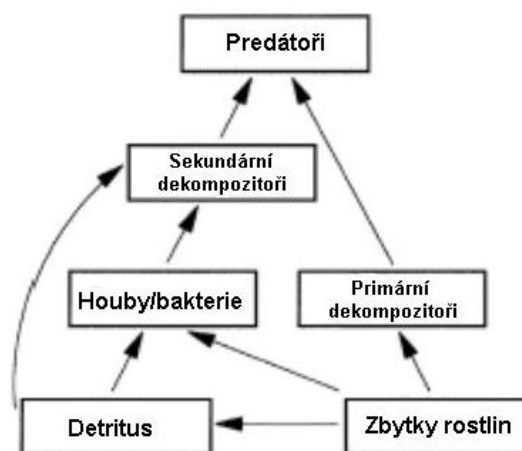
Potravu stonožek tvoří převážně bezobratlí živočichové žijící v zemi nebo na jejím povrchu. Obratlovci se živí jen některé velké druhy řádu Scolopendromorpha (www.myriapoda.org/chilopoda/centipede_general_info.html#anchor1, 9.8.2005).

Predační tlak stonožek se odráží na početnosti jejich kořisti, kdy dochází ke snížení početnosti preferovaného druhu potravy, jako například ke snížení početnosti žížal v bukových lesích ve kterých se vyskytuje *Strigamia acuminata* (Scheu & Schaefer 1998). Naopak, experimentální dodání potravy na stanoviště se projeví zvýšením abundance jak detritofágů, tak i na ně potravně vázaných predátorů, včetně stonožek (Chen & Wise 1999).

Naproti tomu, kořist se snaží snížit možnost ulovení různými adaptacemi ať už fyziologickými nebo etologickými. Ovlivňovat přežívání mohou i mezidruhové vztahy jak potvrdil Salmon et al. (2005), kdy na lokalitách s velkou početností žížal zjistil, že procento přežívání chvostoskoků je vyšší než na lokalitách s menším počtem žížal. Chvostoskoci zde mají možnost využívat chodbičky žížal jako úkryty a snížit tak predací tlak na ně vyvíjený.

3.1. Postavení v potravním řetězci

Stonožky patří mezi půdní makrofaunu a společně s pavouky, dravými roztoči a brouky jsou řazeny do trofické úrovně predátorů prvního řádu. Mezi nimi se pak nachází menší lovci, kteří se specializují na lov dekompozitorů prvního řádu a větší predátoři orientující se na dekompozitory druhého řádu. Není to však pravidlem a větší



Obrázek 4: Půdní potravní řetězec (podle Scheu 2002)

predátoři mohou lovit i menší dekompozitory. Mezi uvedenými trofickými úrovněmi tak vzniká složitá síť vztahů mezi dekompozitory jako potravou a predátory (viz obr. 4). Početnost stonožek a ostatních půdních predátorů se odráží na predaním tlaku na půdní dekompozitory, kterých s větším počtem predátorů ubývá a naopak narůstá množství hub a bakterií. Jestliže je pak půdních predátorů málo, roste počet dekompozitorů a naopak klesá objem hub a bakterií. V obou případech tak může dojít k narušení dekompozičního cyklu a proto je důležité, aby všechny trofické úrovně potravního řetězce byly v rovnováze (Scheu 2002). Stonožky jsou pak jedním z činitelů podílejících se na udržení této rovnováhy. Nejsou však jenom lovci, ale tvoří i složku potravy pro predátory vyšších trofických úrovní, kteří se jimi živí. Tito predátoři pak řídí početnost stonožek ze shora.

3.2. Přehled potravy stonožek

Přehled potravy stonožek viz tabulka 2.

3.2.1. Měkkýši (Molusca)

Měkkýši jsou loveni jen velkými druhy stonožek a to jen jejich dospělými stádii, které si i tak troufnou jen na malé druhy měkkýšů (Roberts 1956; Sergeeva 1983). Roberts (1956) a Lewis (1965) našli zbytky (radulu) měkkýšů ve střevech *Lithobius variegatus* a *L. forficatus*. Sergeeva (1983) je pak potvrdila serologicky u *L. curticeps*. Měkkýši jsou potravou i většiny našich zástupců čeledi Geophilidae (Borek 1965). Keay (1986) pozoroval *Henia vesuviana* lovit měkkýše a také popsal techniku jejich lovu. Stonožka si kořist nejdřív ohmatala tykadly a pak se do ní zakousla. Kořist nepustila do té doby, než se přestala hýbat a neodradily ji ani hleny vypouštěné měkkýšem. Úlovek vyžírала zevnitř, kdy tykadla držela za hlavou, aby zůstala čistá. Z ulovených měkkýšů se většinou jednalo o rody *Capaea*, *Arion* a *Doroceras*. Stonožky nepožirají jen měkkýše, ale i jejich vajíčka. Pozorován byl při tom *Geophilus rubens* (Lewis 1981).

3.2.2. Kroužkovci (Annelida)

Z kroužkovců hrají roli v potravě stonožek máloštětinatci (Oligochaeta) (Lewis 1981; Borek 1965; Roberts 1956), hlavně žížaly (Lumbricidae). Žížaly dosti často nacházel Roberts (1956) u dospělých *L. duboscqui*, a anamorfních stádií *L. variegatus*. Zbytky žížal našel i u dospělých *L. forficatus* a *L. variegatus*. Také zástupci řádu Geophilomorpha se dosti často živí žížalami (Borek 1965; Lewis 1981), jako například *Geophilus flavus*, *Haplophilus subterraneus*, *Strigamia* sp. (Lewis 1981), *H. vesuviana* (Keay 1986) nebo *Geophilus insculptus* a *Strigamia acuminata* (Poser 1990). O *G. insculptus* požirajících žížaly

se zmiňují i Heaviside & Arthur (1999). Žížaly v potravě dále zaznamenali Sergeeva (1983) u *L. curtipes* a Albert (1983) u *L. curtipes* a *L. mutabilis*. Při lovu žížal je pro stonožky důležitá jejich velikost. S největším úspěchem loví žížaly do velikosti vlastního těla, ale jsou schopny ulovit i žížaly dvakrát větší než jsou samy (Lewis 1981). Keay (1986) pozoroval způsob lovu žížal u *H. vesuviana*. Po zaregistrování kořisti se stonožka zakousla do střední části těla žížaly, a nepouštěla ji dokud se nepřestala hýbat. Žížaly velikosti okolo 25 mm umíraly rychle, ale jedinci velcí okolo 100 mm ne zcela podlehlí účinku jedu. Nebyli však schopni úniku a stonožka je požírala ještě za živa. Tykadla při tom držela za hlavou, aby zůstala čistá.

3.2.3. Hlísti (Nematoda)

Půdní hlísti se mohou stát důležitou složkou potravní nabídky stonožek v určitém ročním období, hlavně na jaře. Lewis (1965) je v období května při rozbořech střevních obsahů nacházel u více než 50 % *L. variegatus* a *L. forficatus*. Roberts (1956) našel hlísty ve větším množství jen u *L. muticus* a to více než u 60 %. Na rozdíl od Lewise (1965) je však nenašel u *L. variegatus* a *L. forficatus*, ani u dalších zkoumaných stonožek rodu *Lithobius*.

3.2.4. Členovci (Arthropoda)

Různé skupiny této rozsáhlé taxonomické jednotky se stávají často potravou stonožek. Jedná se hlavně o zástupce žijící na zemi a v půdě, nebo o jejich vývojová stádia, která se v půdě vyvíjí.

Stejnonožci (Isopoda)

Mnoho zástupců tohoto řádu často obývá stejné prostředí jako stonožky, a proto je nacházíme i v jejich potravě. Jejich identifikace metodou střevních rozborů je však složitá, protože stonožky vyžírají jen vnitřní měkkou část těla a silně sklerotizovanou kutikulu s hlavními determinačními znaky nechávají nepozřenou (Keay 1986). Proto je ve svých závěrech uvádí jen málo autorů a většinou se jedná o přímá pozorování. Přímě při lovu tak byla několikrát pozorována *L. variegatus*, požírající *Porcellio scaber* a *Oniscus asselus* (Roberts 1956), nebo *L. forficatus* s uloveným *Oniscus sp.* (Cloudsley-Thompson 1953, 1956 in Lewis 1965), *Armadillidium vulgare* či *Philoscia muscorum* (Sunderland & Sutton 1980). Přímé pozorování u čeledi Geophilidae uvádí i Borek (1965). Příležitostně loví stejnonožce i *S. acuminata*, *G. insculptus* a *L. mutabilis* (Poser 1990). *H. vesuviana* byla pozorována při požívání *Porcellio scaber*, *Armadillidium vulgare*, *Philoscia muscorum* a *Tri-*

choniscus pusillus (Keay 1986). O stejnonožcích v potravě stonožek se zmiňuje už Newport (1845) in Lewis (1965). Nepřímý vliv populace stonožky *Lithobius mutabilis* na početnost drobných stejnonožců (*T. pusillus*) uvádí také Tuf (2003).

Pavoukovci (Arachnida)

V potravní nabídce stonožek mohou hrát důležitější roli hlavně menší druhy pavouků (Araneae) (Roberts 1956). Velké druhy pavouků nejsou stonožky schopny ulovit (Keay 1986) a naopak se někdy sami stávají predátory stonožek (Roberts 1956). Z menších druhů pavouků se hlavně jednalo o zástupce čeledi Linyphiidae, kteří tvořili velkou část potravy dospělých *Lithobius variegatus* a *L. forficatus*, méně pak u *L. lapidicola* (Roberts 1956). U *L. forficatus* a *L. variegatus* potvrdil pavouky jako potravu i Lewis (1965) a Simon (1960) in Lewis (1965). U rodu *Lithobius* uvádí pavouky za potravu ještě Poser (1990) u *L. mutabilis* a Sergeeva (1983) u *Lithobius curtipes*. Z řádu Geophilomorpha pavouky v potravě našla Poser (1990) u *Strigamia acuminata* a *Geophilus insculptus* a Keay (1986), který pozoroval *Henia vesuviana* požírat pavouky rodu *Dysdera* velké okolo 4 mm. Zajímavé je, že jedinci velcí okolo 7 mm už predováni nebyli. Stonožka pavouky napadala ze spodu, když přecházeli po opadance, pod níž byla *H. vesuviana* ukryta. Pavouci byli ihned po kousnutí neschopni úniku a během půl hodiny umíraly. Stonožka byla během té doby schována v opadance a až teprve po smrti pavouka ho začala požírat.

Do stejné třídy Arachnida patří i podtřída roztoči (Acarina) a také oni se stávají poměrně významnou složkou potravy některých druhů stonožek jako *L. lapidicola* (Roberts 1956), *L. mutabilis* (Poser 1990; Albert 1983), *L. forficatus* (Lewis 1965), *L. curtipes* (Sergeeva 1983; Albert 1983). Ale na druhou stranu Roberts (1956) nenašel žádné roztoče u *L. muticus*, která je nepožírala ani při laboratorních testech. Roztoče v potravě zaznamenala Poser (1990) i u Geophilomorpha a to u *S. acuminata* a *G. insculptus*. Při rozboru obsahů střev Roberts (1956) zjistil, že ulovení roztoči zřejmě patří do řádu Oribatida a nebo do některé ze skupin parazitických forem roztočů. Z druhů, které se mu podařilo rozpoznat se jednalo o *Pergamasus crassipes*. Řád Oribatida určila v potravě stonožek i Albert (1983).

Dalším zástupcem třídy Arachnida, uváděným v potravě stonožek, jsou sekáči (Opiliones). Roberts (1956) je nacházel u epimorfních a dospělých stádií *L. variegatus* a *L. forficatus*. Podle zbytků nalezených ve střevech zjistil, že se jednalo ještě o nedospělé jedince. U menších zástupců čeledi Lithobiidae jako *L. muticus* nebo *L. duboscqui* je ale nenašel. Je tedy patrné, že tyto druhy, stejně jako nedospělá vývojová stádia *L. variegatus*

a *L. forficatus* nejsou schopny sekáče ulovit. Sekáče v potravě *L. forficatus* našel i Lewis (1965) a Sergeeva (1983) je objevila u *L. curtipes*. Roberts (1956) ze sekáčů pozřených jako potrava rozpoznal *Oligolophus agrestis* a *Oligolophus meadei*.

Posledním řádem z třídy Arachnida, uváděný jako potrava stonožek jsou štírci (Pseudoscorpiones). Nehrají však v potravě stonožek významnou roli a jsou loveni jen příležitostně, kdy je například omezena nabídka jiné kořisti (Albert 1983).

Stonožkovci (Myriapoda)

Mnohonožky (Diplopoda) bývají v potravě stonožek nacházeny jen zřídka a někteří autoři uvádějí zkušenost, kdy stonožky odmítaly předložené mnohonožky konzumovat (Borek 1965; Keay 1986). Poser (1990) zaregistrovala mnohonožky v potravě jen u *S. acuminata* a *G. insculptus*. Mnohonožkami *Blaniulus guttulatus* velkými okolo 2,3 mm krmili ve své práci Heaviside & Arthur (1999) stonožky *G. insculptus*.

Mezi stonožkami není vzácností požíráni se navzájem. Lewis (1965) při rozborech potravy *L. variegatus* a *L. forficatus* našel zbytky blíže neurčených stonožek Lithobiomorpha a Geophilomorpha. Při požíráni stonožky byly pozorovány tři jedinci *Strigamia acuminata* (Weil 1958 in Lewis 1961). Avšak ne vždycky se stonožky požírají. Při laboratorních testech Roberts (1956) nabízel *L. variegatus* a *L. muticus* zástupce čeledi Geophilidae, kteří nebyli ani v jednom případě pozřeni. Byly zaznamenány i případy kanibalismu, kdy například 18 mm velký jedinec *L. crassipes* napadl druhého o velikosti asi 5 mm (Rawcliffe 1988). Také Cloudsley-Thompson (1945) in Lewis (1965) zaznamenal kanibalismus u *L. forficatus*.

U *L. mutabilis* a *L. curtipes* byly v potravě zaznamenány i stonoženky (Symphyla) (Albert 1983).

Chvostokoci (Collembola)

Chvostokoci (Collembola) bývají velmi často uváděni jako jedna z hlavních složek potravy většiny stonožek i všech jejich vývojových stádií. Roberts (1956) zjistil chvostokoky v potravě *L. variegatus*, *L. forficatus*, *L. duboscqui* a *L. lapidicola*. Z chvostokoků pozřených jako potrava se mu podařilo určit *Folsomia quadrioculata*, *Isotoma viridis*, *Podura minor*, *Orchesella cincta*, *Lepidocyrtus cyaneus*, *Dicyrtoma fusca* a některé další zástupce čeledi Isotomidae. I Albert (1983) našla v potravě *L. mutabilis* a *L. curtipes* velké množství chvostokoků, ale uvádí, že se většinou jedná o menší, méně pohyblivé druhy, čímž se shoduje i s Robertsem (1956). U *L. forficatus* a *L. variegatus* docházelo k požíráni chvostokoků v různé míře během celého roku Lewis (1965). Sergeeva (1983) objevila

chvostoskoky v potravě *L. curtipes*. U *Lamyctes fulvicornis* tvořili chvostoskoci téměř 100 % její potravy (Sunderland 1975). O chvostoskocích lovených stonožkami se dále zmiňuje Poser (1990) u *L. mutabilis*, *S. acuminata* a *G. insculptus* a Cole (1946).

Vidličnatky (Diplura)

Vidličnatky se stávaly poměrně často kořistí *L. mutabilis* a *L. curtipes* (Albert 1983) a byly požírány i *H. vesuviana* (Keay 1986).

Brouci (Coleoptera)

Brouci jsou velmi rozsáhlá skupina, z které jako potrava stonožek slouží jen malé druhy a jejich larvy. Velcí brouci nebývají požíráni vůbec (Albert 1983) a naopak jejich draví zástupci mohou být predátory stonožek (Roberts 1956). Ze stonožek schopných ulovit brouky Poser (1990) uvádí *L. mutabilis*, *S. acuminata* a *G. insculptus*. Všechny tři druhy loví i larvy brouků. *L. mutabilis* a *L. curtipes* jako predátory některých brouků zmiňuje i Albert (1983). Sergeeva (1983) z brouků uvádí drátovce – larvy kovaříků (Elateridae) – požírané *L. curtipes* ve větším množství po určitou část roku, kdy jsou larvy ještě malé a stonožky je jsou schopny ulovit. V průběhu roku, jak larvy rostly, stonožky přecházely na jinou potravu. Brouky je schopná ulovit i *Strigamia sp.* (Lewis 1961).

Škvoři (Dermaptera)

Jako potrava bývají přijímány jen larvy škvorů a loví je například *L. mutabilis* nebo *L. curtipes* (Albert 1983).

Švábi (Blattodea)

Švábi patří mezi poměrně velké zástupce hmyzu a proto se stávají kořistí jen velkých, převážně tropických druhů stonožek řádu Scolopendromorpha, jako *Scolopendra viridis* (Elzinga 1994), nebo *S. subspinipes*, *S. polymorpha* a *S. gigantea* (www.goldenphoenixexotica.com/cent.html, 11.8.2005) a další.

Mšice (Aphididae)

Mšice ve velkém množství nacházel u *L. variegatus* a *L. forficatus* Lewis (1965). Jako častou potravu je udává i Albert (1983) u *L. mutabilis* a *L. curtipes*. Nějaký druh mšic žrala i *H. vesuviana*, která mšice požírala skoro celé až na malé kousky exoskeletu (Keay 1986). Někteří autoři uvádí jako potravu jen drobný hmyz, a proto je možné, že se v této skupině mohou vyskytovat i mšice (Borek 1965, Sergeeva 1983).

Dvoukřídlí (Diptera)

Dvoukřídlí jsou velmi obsáhlá skupina, jejíž taxonomické jednotky se mezi sebou obtížně určují. Kvůli tomu bývají často do potravy stonožek zařazeny souhrnně pod názvem Diptera. Z dvoukřídlych tvoří potravu stonožek dospělci i jejich larvy. Souhrnně uvádí dvoukřídle ve svých pracích jako potravu stonožek Lewis (1965) u *L. variegatus* a *L. forficatus* a také Sergeeva (1983) u *L. curtipes*. Na larvy v potravě se potom zaměřila Poser (1990) u *L. mutabilis*, *G. insculptus* a *S. aucimanata*. Lewis (1961) našel v potravě zástupce rodu *Drosophila* a čeledi Mycetophilidae. Octomilky v potravě objevil i Borek (1965) společně s rodem *Leptomorphus*, dále pak Arthur et al. (2002) a Murakami (1958) in Lewis (1961). Larvy čeledi Tipulidae požírala *H. vesuviana* (Keay 1986), larvy čeledi Fanniidae a Sciaridae pak *L. mutabilis* a *L. curtipes*. Larvy čeledi Muscidae lovila *L. forficatus*, *L. variegatus* a *Lamyctes fulvicornis* (Brade-Birks 1929 in Lewis 1961; Auerbach 1960 in Lewis 1965). *L. forficatus* lovila i larvy rodu *Sarcophaga*. Predátorem čeledi komárovitých (Culicidae) je pak *Thereuonema hilgendorfi* (Makiya 1984).

Motýli (Lepidoptera)

O motýlech jako potravě stonožek je jen málo záznamů a často jde o již historické údaje. Shrnul je Lewis (1965), kde cituje Brittena (1920), který pozoroval *L. forficatus* požírat zástupce čeledi Geometridae a Noctuidae, ale neuvádí, jestli jde o dospělé motýly nebo housenky. Novější údaje pak přináší Borek (1965), který krmil některé naše zástupce čeledi Geophilidae obalečem jablečným (*Cydia pomonella*). Motýli mohou hrát významnou roli v potravě Scutigeroforma (obr. 5). Tito jsou pro lov létající kořisti vybaveni dlouhými citlivými tykadly a nohama, výborným zrakem a také schopností pohybu po vertikálních površích. Navíc je jejich tělo dobře adaptováno k rychlému pohybu.



Obrázek 5: Strašník s uloveným nočním motýlem. (zdroj: <http://cipm.ncsu.edu/ent/ncentsoc/photoco7.htm>, 18.8.2005).

Kobylky (Ensifera)

Nadčeleď kobyly (Tettigonioidea) a cvrčci (Grylloidea) představují velcí a rychlí živočichové, které jsou schopny ulovit jen velké druhy stonožek. Jedná se většinou o tropické zástupce Scolopendromorpha a to *Scolopendra viridis* (Elzinga 1994), nebo *S. sub-*

spinipes, *S. polymorpha* a *S. gigantea* (www.goldenphoenixexotica.com/cent.html, 11.8.2005).

3.2.5. Obratlovci (Vertebrates)

Obratlovci jsou v porovnání se stonožkami velcí živočichové a proto si i na ty nejmenší troufnou jen velké, převážně tropické druhy stonožek z řádu Scolopendromorpha. Z obratlovců se pak na jejich jídelníčku objevují malí savci jako mláďata myši (www.goldenphoenixexotica.com/cent.html, 11.8.2005), malí hadi, ještěrky, mloci, žáby nebo ptáčata (www.myriapoda.org/chilopoda/centipede_general_info.html#anchor1, 11.8.2005).

3.2.6. Rostliny (Plantae), houby (Fungi), mrtvá organická hmota

Ve starších publikacích se často o Lithobiomorpha píše jako o výlučných karnivorech a jen málo autorů se domnívalo, že by mohly být omnivorní (Lewis 1965). Roberts (1956) našel u zkoumaných stonožek rodu *Lithobiidae* velké množství různé organické hmoty, ale uvádí, že se dostala do těla stonožek společně s živočišnou potravou. Tento závěr však nepodložil pádnými argumenty. Lewis (1965) se ve své práci zabýval potravou *L. variegatus* a *L. forficatus* a u obou nacházel v průběhu roku různé množství organické hmoty. U *L. variegatus* nacházel větší množství této hmoty v zimních měsících, ale v ostatních částech roku opět převládala živočišná potrava. U *L. forficatus* byl podíl živočišné a rostlinné potravy v průběhu roku víceméně stejný, až na zimní období, kdy převládaly rostlinné zbytky. Oba druhy tak vykazují větší množství organické hmoty v potravě v zimě, kdy je jen malá nabídka živočišné potravy, což je v rozporu s údaji Robertse (1956), který uvádí, že organický materiál se do střev stonožek dostává právě společně se živočišnou potravou. Velké množství organického materiálu nalezeného Lewisem (1965) v zimě by se tam pak nemělo jak dostat. Z těchto důvodů Lewis (1965) usuzuje, že oba druhy jsou omnivorní. Tento názor podporují i výsledky Nielsena (1962) in Lewis (1965), který zjistil, že *L. forficatus* je schopna v trávicím ústrojí rozložit jednoduché cukry (diglukóza) a získávat tak hodnotné sacharidy ze spor hub, které bývají nacházeny ve střevech stonožek.

U Geophilomorpha je situace jednodušší, protože existují mnohá pozorování, kdy požíraly ovoce, měkké části rostlin, lístky mechů (Borek 1965), nebo byly nalezeny na cibuli, kořenové zelenině a dalších zahradních rostlinách, kde mohou údajně působit i škody jako například *Haplophilus subterraneus* (Lewis 1961).

Tabulka č.2.: Seznam potravy stonožek zjištěný z různých literárních zdrojů.

Měkkýši (Mollusca)	<i>Capaea sp., Arion sp., Doroceras sp.</i>
Kroužkovci (Annelida)	převážně žížaly (Lumbricidae)
Hlísti (Nematoda)	půdní druhy
Členovci (Arthropoda)	stejnonožci (Isopoda) - <i>Porcellio scaber, Oniscus aselus, Armadillidium vulgare, Philoscia muscorum, Trichoniscus pusillus</i>
	pavoukovci (Arachnida) - pavouci (Araneae) - čeleď Linyphiidae, rod <i>Dysdera</i> - roztoči (Acarina) - řád Oribatida, <i>Pergamasus crassipes</i> - sekáči (Opiliones) - <i>Oligolophus agrestis, Oligolophus meadei</i> - štírci (Pseudoscorpiones)
	stonožkovci (Myriapoda) - mnohonožky (Diplopoda) - <i>Blaniulus guttulatus</i> - stonožky (Chilopoda) - řád Lithobiomorpha a Geophilomorpha <i>L. crassipes, L. forficatus</i> - stonoženky (Symphyla)
	chvostokoci (Collembola) - <i>Folsomia quadrioculata, Isotoma viridis, Podura minor</i> <i>Orchesella cincta, Lepidocyrtus cyaneus, Dicyrtoma fusca</i>
	vidličnatky (Diplura)
	brouci (Coleoptera) - jen malí brouci a jejich larvy
	škvoři (Dermaptera) - jen larvy
	švábi (Blattodea)
	mšice (Aphidae)
	dvoukřídlí (Diptera) - čeleď Mycetophilidae, Tulipidae, Fanniidae, Sciaridae, Muscidae, Culicidae, rod <i>Drosophila, Leptomorphus, Sarcophaga</i>
	motýly (Lepidoptera) - čeleď Geometridae, Noctuidae, Tortricidae (<i>Cydia pomonella</i>)
	kobylky (Ensifera) - nadčeleď - kobylky (Tettigonioidea), cvrčci (Grylloidea)
	Obratlovci (Vertebrates)
oobjiveníci (Amphibia) - řád žáby (Anura) a mloci (Caudata)	
třída plazi (Reptilia) - podřád hadi (Serpentes), čeleď ještěrkovití (Lacertidae)	
třída savci (Mamalia) - řád hlodavci (Rodentia)	
Rostliny (Plantae)	kořeny, listy, plody
Houby (Fungi)	spory, hyfy

3.3. Stonožky jako kořist

3.3.1. Obrana před predátory

Hlavní ochranou stonožek před predátory jsou jejich úkryty pod kameny, větvemi a kůrou, v opadance, nebo subteránní prostory. Také převážně noční život snižuje míru predace denními druhy predátorů. Důležitou roli v ochraně před predátory hrají i mimikry, kdy se stonožka snaží splýnout s okolím. Jako příklad může sloužit hnědorezavé zbarvení těla naší běžné stonožky *L. forcitatus*, která tak dokonale splývá se spadáním listů, ve kterém se často pohybuje. U některých jedovatějších tropických druhů slouží jako obrana naopak výrazné výstražné zbarvení. Před malými predátory z řad bezobratlých se stonožky brání pomocí kusadlových nožek, kterými se snaží do útočníka zakousnout a odehnat ho (www.myriapoda.org/chilopoda/centipede_general_info.html#anchor2, 12.8.2005). Stejnou funkci, zastráňovací i obranou mají také vlečné nohy, které stonožky při vyrušení zvedají. U některých stonožek se můžeme setkat i s chemickou obranou, kdy při napadení vylučují ze sternálních žláz na sternitech sekret odpuzující predátory (Borek 1965). Poslední formou jejich obrany je rychlý útěk, kdy mohou před predátorem uniknout do bezpečí.

3.3.2. Predátoři stonožek

Protože jsou stonožky predátory prvního řádu, stojí nad nimi mnoho dalších predátorů vyšších trofických úrovní, mezi nimiž jsou přirozeně i predátoři stonožek. Pro některé z nich jsou stonožky významnou složkou potravní nabídky, například rejsci (Soricinae) (Ortel 1982), u jiných je nacházíme spíše výjimečně jako u křečka bělonohého (*Peromyscus maniculatus*) (Landry 1970). Následuje přehled skupin predátorů, u kterých byly stonožky nalezeny v potravě (viz tab. 3)

Rostliny (Plantae)

Z rostlinné říše se stonožkami přiživují jen tzv. masožravé rostliny, jako jsou rosnatky, láčkovky, špirlice či třeba mucholapka podivná (*Dionaea muscipula*) z čeledi rosnatkovitých (Droseraceae) (viz obr. 6).



Obrázek 6: Mucholapka podivná s ulovenou stonožkou. (Zdroj: <http://www.sarracenia.com/faq/faq1265.html>, 18.8.2005)

Bezobratlí (Invertebrates)

Hlavními bezobratlými predátory stonožek jsou draví brouci čeledi střevlíkovití (Carabidae), kteří se ale spíše zaměřují na jejich larvy. Z dalších bezobratlých predátorů je třeba jmenovat velké pavouky (Aranea) jako například *Amaurobius terrestris*, v jehož síťích byly nalezeny exoskeletony stonožek (Roberts 1956). Predace stonožek stonožkami je popsána v kapitole 3.2.4.

Obojživelníci (Amphibia)

Z obojživelníků jsou potencionálními predátory stonožek žáby (Anura) (Jenssen & Klimstra 1966) a z ocasatých (Caudata) například mlokovití (Salamandridae) (Hickerson et al. 2004).

Plazi (Reptilia)

Z plazů jsou častými predátory bezobratlých ještěří (Sauria), z nichž jako predátory stonožek můžeme jmenovat například ještěřkovité (Lacertidae) (Maryška 2003). Také ostatní skupiny plazů se však stonožkami živí. Např. ve Spojených státech byly stonožky nalezeny v potravě želvy krabičné (*Terapene carolina*) (Klimstra & Newsome 1960).

Ptáci (Aves)

Potencionálními predátory stonožek mohou být prakticky všichni hmyzožraví ptáci, kteří jsou schopni stonožky ulovit, například čeleď síkorovití (Paridae) (Formanowicz & Bradley 1987).

Hmyzožravci (Insectivora)

Hmyzožravci patří k jedné z nejvýznamnějších skupin predátorů stonožek. Nejčastěji se objevují v potravě u jejich nejmenších zástupců a to bělozubek (Crocidae), u kterých mohou být v potravě zastoupeny až 6 % (Bauerová 1988) a u rejsek (Soricidae) bývají v potravě zastoupeny až 15 % (Bauerová 1984). V potravě ježků (Erinaceidae) našli stonožky Obrtel & Holišová (1981), jejich množství v potravě se pohybovalo okolo 3 %. Výzkum však oba prováděli na ježcích žijících v městském prostředí, výsledky proto mohou být zkreslené a ve volné přírodě dosahovat jiných hodnot. Převážně půdní druhy stonožek se mohou stávat potravou krteků (Talpidae). Zmiňuje se o tom už Ford (1935). Více dat o potravě krteků přinesly Beolchini & Loy (2004), které uvádí zastoupení v potravě krteků až 5 %.

Hlodavci (Rodentia)

Hlodavci jsou převážně býložraví živočichové, kteří se rádi zpestřují potravu malými bezobratlými. Stonožky v jejich potravě byly objeveny například u podčeledi hrabovšovití (Arvicolinae) (Obrtel 1973b; Landry 1970), podčeledi myšovité (Murinae) (Obrtel 1973a, Landry 1970), čeledi pytloušovité (Heteromyidae) (Landry 1970) a další.

Letouni (Chiroptera)

Stonožky v potravě netopýrů našla Freeman (1981) a také Whitaker (1976) u nykteris egyptské (*Nycteris thebaica*). Stonožky loví i netopýr pláštíkovaný (*Antrozous pallidus*) (viz obr. 7).



Obrázek 7: Netopýr pláštíkovaný (*Antrozous pallidus*) s ulovenou stonožkou (*Scolopendra polymorpha*). (zdroj: <http://www.animalpicturearchive.com/list.php?qry=spotted%20bat>, 18.8.2005)

Šelmy (Carnivora)

Některé šelmy čeledi lasicovitých (Mustelidae) si také potravu zpestřují hmyzem a potencionálně mohou požírat stonožky. Jedny z nich mohou být jezevci (Melinae), u kterých Sovada et al. (1999) našli v potravě poměrně velké množství hmyzu. Část se jim podařilo určit převážně jako brouky, pavouky nebo dvoukřídle, ale velká část zůstala neurčena a dá se předpokládat, že mezi touto neurčenou potravou mohou být i stonožky.

Potencionálními predátory stonožek se mohou určitě stát i další masožraví savci požírající bezobratlé živočichy jako kunovci (Dasyuromorphia, viz obr. 8), vačice (Didelphimorphia), bércouni (Macroscelidea) a další.



Obrázek 8: Vačinek wongai (*Ningauai ridei*) ulovil stonožku (*Scolopendra* sp.) skrývající se pod kamenem. (Převzato z Edgecombe 2001.)

Tabulka č.3.: Seznam predátorů stonožek sestavený z různých literárních zdrojů.

Bezobratlí (Invertebrates)	brouci (Coleoptera) - jen dravé druhy pavouci (Aranea) - jen větší druhy stonožky (Chilopoda) - <i>L. variegatus</i> , <i>L. forficatus</i> , <i>L. crassipes</i> , <i>S. acuminata</i>
Obojživelníci (Amphibia)	žáby (Annura) ocasatí (Caudata) - mlokovití (Salamandridae)
Plazi (Reptilia)	ještěři (Sauria) - ještěrkovití (Lacertidae) želvy (Testudinata)
Ptáci (Aves)	hmyzožravé druhy
Kunovci (Dasyuromorphia)	vačínek wongai (<i>Ningau ridei</i>)
Hmyzožravci (Insectivora)	běložubky (Crociodurinae) ježci (Erinaceidae) krtci (Talpidae)
Hlodavci (Rodentia)	jen výjimečně
Letouni (Chiroptera)	nykteris egyptská (<i>Nycteris thebaica</i>) netopýr pláštíkovaný (<i>Antrozous pallidus</i>)
Šelmy (Carnivora)	jezevci (Melinae)

4. Metody studia potravní ekologie stonožek

4.1. Metoda analýzy obsahu střeva

Jedná se o metodu nepřímého pozorování potravního spektra stonožek (Sergeeva 1982). Tato metoda je možná jen díky způsobu příjmu potravy stonožkami. Stonožky mají kousací ústní ústrojí, kterým ulovenou kořist mechanicky rozmělní a poté hltají velké kusy potravy. Při analýze střev tak v nich můžeme najít zbytky kutikuly a jiných pevných částí těla potravy se specifickými povrchovými strukturami, které slouží k determinaci. Tuto metodu ve svých pracích například použili Roberts (1956) nebo Lewis (1965).

4.1.1. Postup při analýze obsahu střeva

S touto metodou jsem se seznámil osobně a použil jsem následující postupy a přístroje. Jako studijní materiál mi posloužily různé druhy stonožek nachytané ing. Janou Horákovou v Moravském krasu v roce 2002. Stonožky byly uloženy v konzervačním roztoku (lihu).

Jako první krok jsem vypreparoval celé střevo stonožek. Preparaci jsem prováděl pod lupou značky Olympus SZ40 v Petriho miskách naplněných roztokem lihu, pomocí žiletky a preparačních jehel. Tělo stonožky jsem rozrušoval po bocích krytých pleurity a pružnou pokožkou, která se dá žiletkou snadněji rozříznout. Při pitvě stonožky se mi nejlépe osvědčila tenká preparační jehla vyrobená z entomologického špendlíku tloušťky 00 s malým háčkem na konci. Po rozříznutí těla po celé délce jsem stonožku rozevřel jako "plechovku" a opatrně, aby nedošlo k porušení, jsem vyjmul střevo. Střevo je v těle stonožky snadno rozeznatelné, jako tlustá šedivá trubice táhnoucí se napříč celým tělem (viz příloha 9).

Vypreparované střevo jsem nechal chvíli oschnout od lihu a poté jsem ho umístil na podložní sklíčko do kyseliny mléčné. Důležité je střevo nenechat vyschnout úplně, jinak ztvdne a je pak velmi obtížné z něj vybrat jeho obsah. Preparaci střeva jsem opět prováděl preparační jehlou. Po rozříznutí po celé délce jsem střevo rozevřel a vyprostil z něj jeho obsah, tak aby v něm zůstalo co nejméně zbytků stěny střeva. Vypreparovaný obsah jsem uložil zpátky do lihu, pro pozdější analýzu.

Vlastní analýzu obsahu střeva jsem prováděl pod mikroskopem pod různým zvětšením. Pro důkladný průzkum a následnou prezentaci jsem obraz nalezených zbytků potravy převáděl do počítače pomocí digitálního kamery Nikon DS-5M umístěné na mikroskopu Olympus BX40. Poté v počítačovém programu LUCIA G (Laboratory Universal Com-

puter Image Analysis) jsem jednotlivé zbytky potravy snímkoval (obr. 9, přílohy 1-8 a fotogalerie 1 na přiloženém CD-ROM).

Na základě pořízených snímků jsem se snažil potravní zbytky determinovat. Pro možnost konzultace a větší šance determinace zbytků potravy do taxonomických jednotek, byla část fotek umístěna v podobě prezentace na webové stránce vedoucího této bakalářské práce <http://ekologie.upol.cz/ad/tuf/fotogalerie.php?f=centipede-prey> verze z 13.8.2005,

kde je na základě upozornění mohli shlédnout specialisté zabývající se jednotlivými skupinami bezobratlých.



*Obrázek 9: Snímek zbytku potravy (složené oči) nalezený ve střevech *Lithobius forficatus* odchytené J. Horákovou v Moravském krasu v roce 2002. Snímek byl pořízen v programu LUCIA G.*

4.1.2. Výhody a nevýhody metody analýzy obsahu střeva

Výhodou této metody je, že můžeme zkoumat složení potravy stonožek odchytených ve svém přirozeném prostředí. Z výsledků tak dostaneme data vypovídající o skutečném složení potravy stonožek na studované lokalitě. Tím nedochází ke zkreslení výsledků složení potravy jako například při laboratorních pokusech s předkládáním potravy, kdy stonožky bývají ve stresu a mohou tak odmítat i potravu, kterou by jinak v přírodě za normálních podmínek lovily.

Výhody této metody pak vyvažuje její náročnost časová i pracovní, skládající se z odchyty studijního materiálu, jeho třídění a determinace, preparace střeva a jeho obsahu a následné určení zbytků potravy do co možná nejnižších taxonomických jednotek. Právě tato determinace vyžaduje značné zkušenosti a znalosti anatomie potravy stonožek a ani tak není možné vždy ze zbytků potravy určit o jakou kořist se jednalo anebo se určení podaří jen do vyšších úrovní.

4.2. Metoda sérologického vyšetření potravního spektra stonožek

Jedná se o další z metod nepřímého pozorování složení potravy stonožek. Tato metoda je vhodná pro zjišťování jak potravního spektra predátora, tak i k poznání spektra nepřátel konkrétního druhu kořisti (Sergeeva 1982). Metoda je založena na principu zjištění

přítomnosti kořisti ve střevech stonožky pomocí specifických protilátek (Sergeeva 1983). Metodu ve svých pracích použili například (Sergeeva 1982, 1983) nebo Sunderland & Sutton (1980).

4.2.1. Postup při metodě sérologického vyšetření potravního spektra stonožek

Po vytipování kořisti predátora jsou odchyceni jedinci jednotlivých druhů a z nich laboratorně vyčištěny specifické bílkoviny typické jen pro tento druh kořisti. Po imunizaci králíků těmito bílkovinami se získávají protilátky proti těmto bílkovinám, jako například anti-Colembolla, anti-Tipulidae, anti-Enchytraeidae, anti-Lumbricidae a další (Sergeeva 1982). Obsahy střev stonožek jsou pak testovány těmito látkami a zaznamenávají se pozitivní nebo negativní odezvy. U této metody se musí dávat pozor na některé protilátky, které jsou nespecifické a reagují i proti bílkovinám jiného druhu potravy. Proto se ještě pro přesné zjištění typu potravy uskutečňují doplňující křížové testy na specifiku reakce (Sergeeva 1982, 1983).

4.2.2. Výhody a nevýhody metody sérologického vyšetření potravního spektra stonožek

Stejně jako u analýzy střevního obsahu je výhodou této metody vyšetřování skutečného složení potravy stonožek na studované lokalitě. Použité bílkoviny, respektive antigeny, však jen zřídka umožňují druhově specifický přístup. Výhodou však je poměrně přesné zjištění potravního spektra stonožek i z mikroskopicky neidentifikovatelných zbytků a poměrně rutinní přístup po přípravě specifických protilátek.

Nevýhodou metody jsou potom značné nároky na laboratorní vybavení a s ním i narůstající finanční nároky na výzkum. Metoda je také časově náročná.

4.3. Zjišťování potravní preference stonožek

Jedná se o laboratorní metodu přímého pozorování složení potravy stonožek. Je vhodná jak pro experimentální zjišťování potravního spektra stonožek, tak i pro zjišťování preferovaného typu potravy. Metoda je založena na principu předkládání různých typů potravy a sledování jejich přijímání nebo odmítání.

4.3.1. Postup při zjišťování potravní preference stonožek

Předkládání potravy stonožkám probíhá většinou v různých nádobách, ve kterých jsou stonožky drženy jako například Petriho misky. Do nádoby je pak stonožce předložen vybraný druh potravy a po určité době se provádí kontrola, zda-li stonožka potravu přijala

nebo ne. Jestliže stonožka potravu přijme, tak po jejím vyhladovění můžeme pokus opakovat s jiným druhem potravy a zjistit tak její kompletní potravní spektrum. Při těchto pokusech je důležité stonožkám v nádobě zajistit dostatečnou vlhkost, například vhozením kousku navlhčeného papíru. Preferenční potravní testy jsou v půdní biologii využívány převážně při studiu detritofágních bezobratlých (Tajovský 1989), ale využitelné jsou i pro dravé živočichy.

4.3.2. Výhody a nevýhody preferenčních testů

Hlavní výhodou preferenčních testů je, že přesně víme co stonožkám předkládáme a máme tak přesný přehled o složení jejich potravy. Laboratorně tak můžeme s velkou přesností zjistit kompletní potravní spektrum stonožek a jeho preferované složky.

Nevýhodou je umělé laboratorní prostředí, kde jsou stonožky vystavované různým stresům, například při manipulaci s nimi. Proto může dojít ke zkreslení výsledků, kdy například stonožky odmítají některé druhy potravy, které by v přirozených podmínkách ochotně přijímaly. Naopak může dojít k opačnému efektu, kdy stonožky v laboratoři přijímají i námi předkládanou náhradní potravu, kterou by v přírodě odmítaly, nebo se v místě jejich výskytu neobjevuje.

4.4. Pozorování potravního chování stonožek

Tato pozorování mohou probíhat jen přímými metodami a to buď v přírodě nebo v laboratoři. Pozorování stonožek v přírodě je dosti problematické kvůli jejich skrytému životu v půdě, hrabance, pod kameny, kůrou atd. Největší problém však nastává při sledování stonožek žijících v půdě jako *Geophilomorpha* (Manton 1956 in Lewis 2003). Proto mnohá etologická pozorování probíhají v laboratoři v různých chovných zařízeních za pomoci kamer. Chování stonožek tak například studoval Hopkin & Gaywood (1987) či Potočnik & Kos (1999), pro různé bezobratlé predátory včetně stonožek je použil i Merfield (2000, Merfield et al. 2004).

4.4.1. Postup při pozorování potravního chování stonožek

Pro tento účel jsem si vyrobil komůrky z Petriho misek (viz obr. 10, přílohy 10-11 a a fotogalerie 2 na příloženém CD-ROM). Na jejich dno jsem z modelíny vymodeloval budoucí tvar komůrek. Petriho misku jsem potom vylil sádrou obarvenou rozmělněným dřevěným uhlím a přikryl dnem druhé Petriho misky. Tato metodika byla vyzkoušena Christi-

anem a Bauerem (2005) pro vidličnatky. Po zatvrdnutí sádry jsem svrchní misku odstranil, preparační jehlou vydlabal modelínu a dostal tak hotovou komůrku pro preferenční testy.

Komůrky jsem umístil pod binokulární lupu Olympus SZ40, na kterou byl nainstalovaný digitální fotoaparát Olympus C-5050ZOOM, který snímal videosekvence chování stonožek při setkání s předloženým druhem potravy (viz videogalerie na přiloženém CD-ROM). Na základě studia videosekvencí je potom možné podrobně popsat způsob a techniku lovu jednotlivých typů potravy. Výsledkem experimentu je etogram se zápisem pozorované činnosti stonožky (četnost setkání, útok-útěk, způsob napadení, doba požívání atd.), dokladovaný nejen v protokolu, ale i v uložené videosekvenci.



Obrázek.10: Komůrky pro preferenční testy.

4.4.2. Výhody a nevýhody studia potravní ekologie stonožek

Při studiu chování stonožek v laboratoři je hlavním problémem stejně jako u preferenčních testů umělé prostředí a umělé osvětlení pod binokulárem, které může ovlivňovat některé aspekty chování. I tak ale mají tyto studie vysokou vypovídací hodnotu a umožňují nám blíže poznat různé stránky života stonožek jako reprodukci, lov, obranu před predátory a další.

5. Závěr

Uvedená práce byla zpracována formou literární rešerše a slouží k bližšímu poznání stonožek, jejich potravní ekologie a metod studia potravní ekologie. Práce tak slouží jako podklad pro navazující výzkum potravní ekologie vybraných druhů stonožek naší fauny.

Stonožky jsou řazeny mezi půdní makrofaunu a společně s pavouky, dravými brouky a dalšími dravými zástupci půdní makrofauny tvoří trofickou úroveň predátorů prvního řádu. Hlavní složkou jejich potravy jsou bezobratlí živočichové půdní mezo- a makrofauny, nicméně někteří strašníci jsou schopni lovit i létající hmyz. Jen některé velké druhy řádu Scolopendromorpha dokáží ulovit i malé obratlovce. Spornou otázkou v potravě některých skupin stonožek zůstává jejich fytofágie. Zatímco u Geophilomorpha je dokumentováno mnoho případů, kdy žerou i rostlinnou potravu, tak na druhou stranu u Lithobiomorpha se okolo jejich fytofágie vedly dlouhou dobu spory. Někteří autoři řadili Lithobiomorpha mezi výlučné karnivory a jiní jim přisuzovali omnivorii. Rozluštění přinesla práce Lewise, který v jejich potravě našel velké množství rostlinných zbytků i v zimě, kdy se vyskytuje jen málo živočišné potravy a tím vyvrátil názor Robertse, který tvrdil, že se rostlinné zbytky dostávají do střev stonožek výhradně společně s živočišnou potravou.

Metod výzkumu potravní ekologie stonožek je hned několik a dají se rozdělit na dvě skupiny.

- a) Metody nepřímého studia, kam například patří metoda **analýzy střevních obsahů** nebo metoda **sérologického vyšetření** potravního spektra stonožek.
- b) Metody přímého studia potravní ekologie, kam patří například **testy potravních preferencí** nebo **etologické pozorování potravního chování** stonožek ať už v přírodě nebo v laboratoři.

Na závěr je nutno říci, že ačkoliv míra poznání biologie a ekologie stonožek stále vzrůstá, zůstává mnoho nezodpovězených otázek hlavně z jejich reprodukce, potravní ekologie, dopadů predace stonožek na půdní ekosystém a vztahů mezi stonožkami a půdními živočichy. Na některé z otázek by tak mohla odpovědět navazující práce zabývající se potravní ekologií vybraných druhů stonožek naší fauny experimentálně.

6. Použitá literatura

- ADIS, J., HARVEY, M.S. (2000):** How many Arachnida and Myriapoda are there world-wide and in Amazonia? *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 35: 139-141.
- ALBERT, A.M. (1983):** Characteristics of two populations of Lithobiidae (Chilopoda) Determined in the laboratory and their relevance with regard to their ecological role as predators. *Zoologischer Anzeiger*, 211: 214-226.
- ARTHUR, W., JOHNSTONE, J., KETTLE, CH. (2002):** Ecological and behavioural characteristics of *Geophilus easoni* Arthur et al. and *Carpophagus* Leach. *Bulletin of the British Myriapod and Isopod Group*, 18: 26-32.
- BAUEROVÁ, Z. (1984):** The food eaten by *Sorex araneus* and *Sorex minutus* in a spruce monoculture. *Folia Zoologica*, 33: 125-132.
- BAUEROVÁ, Z. (1988):** The food of *Crocidura suaveolens*. *Folia Zoologica*, 37: 301-308.
- BEOLCHINI, F., LOY, A. (2004):** Diet of syntopic moles *Talpa romana* and *Talpa europaea* in central Italy. *Mammalian Biology*, 69: 140-144.
- BLOWER, J.G. (1955):** Millipedes and centipedes as soil animals. In: D.K.McE. Kevan (ed.): *Soil zoology. Proceedings of the University of Nottingham Second Easter School in Agricultural Science*, Butterworth Scientific Publications: 138-151.
- BOREK, V. (1965):** Naše mnohočlenky. *Živa*, 13: 141-142.
- BUCHAR, J. (1997):** Víte, jak vlastně vypadá stonožka škvorová? *Živa*, 45: 189-191.
- COLE, L.C. (1946):** A study of the cryptozoa of an Illinois woodland. *Ecological Monographs*, 16: 49-86.
- EASON, E.H. (1964):** Centipedes of the British Isles. London, Frederick Warne & Co Ltd.
- EDGECOMBE, G.D. (2001):** Centipedes: The Great Australian Bite. Centipedes were “stone-old when Dinosaurs were young”. *Nature Australia, Autumn*: 42-51.
- EISENBEIS, G., WICHARD, F. (1987):** Atlas on the biology of soil arthropods. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo.
- ELZINGA, R.J. (1994):** The use of legs as grasping structures during prey capture and feeding by the centipede *Scolopendra viridis* Say (Chilopoda: Scolopendridae). *J. Kansas Entomol. Soc.*, 67: 369-372.
- FORD, J. (1935):** A preliminary investigation on the ecology of the common mole (*Talpa europea*). *The Journal of Animal Ecology*, 4: 88-89.
- FORMANOWICZ, D.R. JR, BRADLEY, P.J. (1987):** Fluctuations in prey density: effects on the foraging tactics of scolopendrid centipedes. *Animal Behavior*, 35: 453-461.
- FREEMAN, W. P. (1981):** Correspondence of food habits and morphology in insectivorous bats. *Journal of Mammalogy*, 62: 166-173.
- HARRISON, F.W., RICE, M.E. (EDS.) (1993):** Microscopic anatomy of invertebrates 12. Onychophora, Chilopoda, and lesser Protostomata. Wiley-Liss, New York.
- HEAVISIDE, A., ARTHUR, W. (1999):** Size-selective predation by *Geophilus insculptus* on *Blaniulus guttulatus*. *Bulletin of the British Myriapod Group*, 15: 5-8.

- HOPKIN, S.P., GAYWOOD, M.J. (1987):** Encounters between the geophilid centipede *Henia (Chaetechelyne) vesuviana* (Newport) and the Devil's Coach Horse beetle *Staphylinus olens* (Mueller). Bulletin of the British Myriapod Group, 4: 22-26.
- CHEN, B, WISE, D.H. (1999):** Bottom-up limitation of predaceous Arthropods in a detritus-based terrestrial food web. Ecology, 80: 761-772.
- CHRISTIAN, E., BAUER, T. (2005):** Food acquisition and food processing in Campodeidae and Japygidae (Diplura). In: Pižl V. et al. (eds.): 8th Central European Workshop on Soil Zoology, abstract book with programme and list of participants: 16.
- JENSSEN, A.T., KLIMSTRA, W.D. (1966):** Food habits of the green frog *Rana clamitans* in southern Illinois. American Midland Naturalist, 76: 169-182.
- KEAY, A.N. (1986):** Predation and prey in *Henia (Chaetechelyne) vesuviana* (Newport) (Chilopoda, Geophilomorpha). Bulletin of the British Myriapod Group, 3: 21-25.
- KLIMSTRA, W.D., NEWSOME, F. (1960):** Some observations on the food coactions of the common box turtle, *Terrapene c. carolina*. Ecology, 41: 639-647.
- LANDRY, S.O. JR (1970):** The Rodentia as omnivores. The Quarterly Review of Biology, 45: 351-372.
- LEWIS, J.G.E. (1965):** The food and reproductive cycles of the centipedes *Lithobius variegatus* and *Lithobius forficatus* in a Yorkshire woodland. Proceedings of the Zoological Society of London, 144: 269-283.
- LEWIS, J.G.E. (1981):** The biology of centipedes. Cambridge, Cambridge University Press
- LEWIS, J.G.E. (2003):** Water relations, habitat and size in lithobiomorph and geophilomorph centipedes. Bulletin of the British Myriapod and Isopod Group, 19: 51-56.
- MAKIYA, K. (1984):** House centipede, *Thereuonema hilgendorfi*, as a predator of mosquitoes. Japanese Journal of Sanitary Zoology, 33: 33-39.
- MARYŠKA, Z. (2003):** Potravní ekologie ještěrky obecné (*Lacerta agilis* Linnaeus, 1758) na dvou lokalitách v blízkosti Olomouce. Bakalářská práce, Univerzita Palackého, PřF, Olomouc.
- MERFIELD, C.N. (2000):** Predator interactions within a trophic level: *Phalangium opilio* L. (Arachnida: Opiliones) and mites (Arachnida: Acari). Thesis, Lincoln University, Australia.
- MERFIELD, C.N., WRATTEN, S.D., NAVNTOFT, S. (2004):** Video analysis of predation by polyphagous invertebrate predators in the laboratory and field. Biological Control, 29: 5-13.
- OBRTTEL, R. (1973a):** Animal food of *Apodemus flavicollis* in a lowland forest. Zoologické Listy, 22: 15-30.
- OBRTTEL, R. (1973b):** Animal food of *Clethrionomys glareolus* in a lowland forest. Zoologické Listy, 22: 111-126.
- OBRTTEL, R., HOLIŠOVÁ, V. (1981):** The diet of hedgehogs in a urban environment. Folia Zoologica, 30: 193-201.
- PALMÉN, E. (1948):** The Chilopoda of eastern Fennoscandia. Annales Zoologici Societatis Zoologicae-Botanicae Fennicae 'Vanamo', 13: 1-48.

- POSER, G. (1990):** Die Hundertfüßer (Myriapoda, Chilopoda) eines Kalkbuchenwaldes: Populationsökologie, Nahrungsbiologie und Gemeinschaftsstruktur. Dissertation arbeit, Göttingen, 211 pp.
- POTOČNIK, H., KOS, I. (1999):** Predation strategy of some sympatric lithobiid species (Lithobiomorpha, Chilopoda). In: Wytwer J. (ed.): 11th International Congress of Myriapodology, Abstracts: 48.
- RAWCLIFFE, C.P. (1988):** Cannibalism in a lithobiid centipede. Bulletin of the British Myriapod Group, 5: 39.
- SALMON, S., GEOFFROY, J.-J., PONGE, J.-F. (2005):** Earthworms and collembola relationships: effects of predatory centipedes and humus forms. Soil Biology & Biochemistry, 37: 487–495.
- SERGEEVA, T.K. (1982):** Methods and present state of studies of trophic relations between predatory invertebrates: a serological analysis of feeding. Zoologičeskij žurnal, 61: 109-119.
- SERGEEVA, T.K. (1983):** Zoophagia in *Monotarsobius curtipes* (Chilopoda, Lithobiomorpha) in the spruce forests of the Moscow district. Zoologičeskij žurnal, 62: 1003-1008
- SHELLEY, R.M., KISER, S.B. (2000):** Neotype designation and a diagnostic account for the centipede, *Scolopendra gigantea* L. 1758, with an account of *S. galapagoensis* Bollman 1889 (Chilopoda Scolopendromorpha Scolopendridae). Tropical Zoology, 13: 159-170.
- SCHEU, S. (2002):** The soil food web: structure and perspectives. European Journal of Soil Biology, 38: 11-20.
- SCHEU, S., SCHAEFER, M. (1998):** Bottom-up Control of the Soil Macrofauna Community in a Beechwood on Limestone: Manipulation of food Resources. Ecology, 79: 1573-1585.
- SOVADA, F.A., ROALDSON, J.M., SARGEANT, A.B. (1999):** Food of american badgers in west-central Minnesota and southeastern North Dakota during the duck nesting season. American Midland Naturalist, 142: 410-414.
- SUNDERLAND, K.D. (1975):** The diet of some predatory arthropods in cereal crops. Journal of Applied Ecology, 12: 507-516
- SUNDERLAND, K.D., SUTTON, S.L. (1980):** A serological study of arthropod predation on woodlice in a dune grassland ecosystem. Journal of Animal Ecology, 49: 987-1004.
- TAJOVSKÝ, K. (1989):** Mnohonožky (Diplopoda) a suchozemští stejnonožci (Oniscidea) v sekundární sukcesní řadě hnědých půd. Kandidátská disertační práce, ÚPB ČSAV, České Budějovice. Ms. 172 pp.
- TUF, I.H. (2003):** Development of the community structure of terrestrial isopods (Crustacea, Isopoda, Oniscidea) after a summer flood. In: Sfenthourakis, S., de Araujo, P.B., Hornung, E., Schmalzfuss, H., Taiti, S., Szlávecz, K. (eds.): The biology of terrestrial isopods V. (Crustaceana Monographs, 2). Brill Academic Publisher, Leiden: 231-242.

- TUF, I.H., LAŠKA, V. (in press):** Present knowledge on centipedes in the Czech Republic: a zoogeographic analysis and bibliography 1820-2003. *Peckiana*, 37 pp.
- TUFOVÁ, J., TUF, I.H. (2003):** Půdní fauna zaplavovaných oblastí. In: Měkotová, J., Štěřba, O. (eds.): Říční krajina, sborník příspěvků z konference / River landscape, proceedings of conference. Univerzita Palackého, PřF, Olomouc: 67-74.
- TUFOVÁ, J., TUF, I.H. (2005):** Survival under water – comparative study of millipedes (Diplopoda), centipedes (Chilopoda) and terrestrial isopods (Oniscidea). In: Tajovský, K., Schlaghamerský, J. & Pižl, V. (eds.): Contributions to Soil Zoology in Central Europe I. ISB AS CR, České Budějovice: 195-198.
- VAITILINGAM, S. (1959):** The ecology of the centipedes of some Hampshire Woodlands. Thesis, Univ. Southampton.
- WHITAKER, J.O., BLACK, H. (1976):** Food habits of cave bats from Zambia, Africa. *Journal of Mammalogy*, 57: 199-204.

7. Abstrakt

Název práce: **Potravní ekologie stonožek (Chilopoda)**
Autor: **Martin Růžička**
Vedoucí práce: **Mgr. et Mgr. Ivan H. Tuf, Ph.D.**
Rozsah: **43 stránek, 10 obrázků a 3 tabulky v textu, 11 obrázků v přílohách, CD-ROM**

Stonožky jsou živočichové půdní makrofauny řazeny do trofické úrovně predátorů prvního stupně. Hlavní složku jejich potravy tvoří půdní bezobratlí živočichové a částečně i rostliny nebo houby. Práce je sestavena na základě literární rešerše (studia literatury) zaměřené na potravní ekologii stonožek. Blíže seznamuje s jejich anatomii, potravní ekologií, hlavními složkami potravy, nejvýznamnějšími predátory a metodami studia potravní ekologie.

Klíčová slova: Chilopoda, stonožka, potravní ekologie, predace, potrava

Abstract

Title: **Food ecology of centipedes (Chilopoda)**
Author: **Martin Růžička**
Supervisor: **Mgr. et Mgr. Ivan H. Tuf, Ph.D.**
Range: **43 pages, 10 pictures and 3 tables in text, 11 pictures in appendices, CD-ROM**

Centipedes are members of soil macrofauna. They are classified, according to trofic levels, as predators I. The principal components of their food are soil invertebrates, partly herbs and fungi. Study is based on a literature retrieval and focused on food ecology of centipedes. Study acquaints with their anatomy, food ecology, principal components of food, their predators and methods of study of food ecology.

Key words: Chilopoda, centipede, food ecology, predation, prey

8. Přílohy

Seznam příloh

- Příloha 1 – snímek zbytku potravy.
- Příloha 2 – snímek zbytku potravy.
- Příloha 3 – snímek zbytku potravy.
- Příloha 4 – snímek zbytku potravy.
- Příloha 5 – snímek zbytku potravy.
- Příloha 6 – snímek zbytku potravy.
- Příloha 7 – snímek zbytku potravy.
- Příloha 8 – snímek zbytku potravy.
- Příloha 9 – snímek vypreparovaného střeva stonožky.
- Příloha 10 – *Geophilus sp.* v preferenční komůrce.
- Příloha 11 – snímek výroby preferenčních komůrek.

- CD-ROM: fotogalerie 1 – snímky zbytků potravy z analýzy střevních obsahů stonožek.
fotogalerie 2 – preferenční komůrky.
videogalerie – potravní chování stonožek.
Ruzicka_2005.pdf – text práce v PDF.
ar700-CZ.exe – instalační soubor Acrobat Reader (freeware).



Příloha 1: Snímek zbytku potravy (nohy) nalezený ve střevech *Lithobius forficatus* odchycené J. Horákovou v Moravském krasu v roce 2002. Snímek byl pořízen v programu LUCIA G.



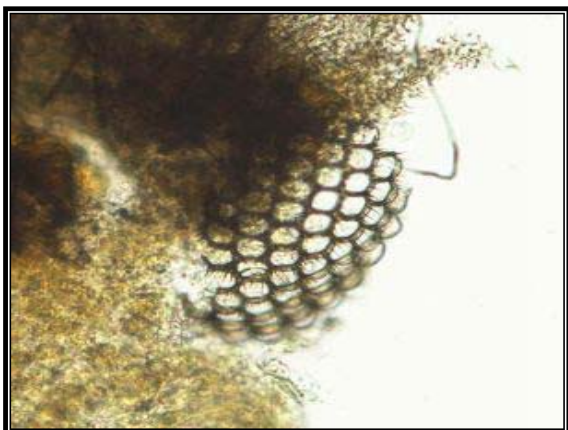
Příloha 2: Snímek zbytku potravy (článek nohy) nalezený ve střevech *Lithobius forficatus* odchycené J. Horákovou v Moravském krasu v roce 2002. Snímek byl pořízen v programu LUCIA G.



Příloha 3: Snímek zbytku potravy (dráp na noze) nalezený ve střevech *Lithobius forficatus* odchycené J. Horákovou v Moravském krasu v roce 2002. Snímáno přes binokulární lupu Olympus.



Příloha 4: Snímek zbytku potravy (drápky na noze) nalezený ve střevech *Lithobius forficatus* odchycené J. Horákovou v Moravském krasu v roce 2002. Snímek byl pořízen v programu LUCIA G.



Příloha 5: Snímek zbytku potravy (složené oči) nalezený ve střevech *Lithobius forficatus* odchycené J. Horákovou v Moravském krasu v roce 2002. Snímek byl pořízen v programu LUCIA G.



Příloha 6: Snímek zbytku potravy (tykadlo) nalezený ve střevech *Lithobius forficatus* odchycené J. Horákovou v Moravském krasu v roce 2002. Snímek byl pořízen v programu LUCIA G.



Příloha 7: Snímek zbytku potravy (složené oči) nalezený ve střevech *Lithobius forficatus* odchycené J. Horákovou v Moravském krasu v roce 2002. Snímek byl pořízen v programu LUCIA G.



Příloha 8: Snímek zbytku potravy (kutikula) nalezený ve střevech *Lithobius forficatus* odchycené J. Horákovou v Moravském krasu v roce 2002. Snímek byl pořízen v programu LUCIA G.



Příloha 9: Vypreparované střevo stonožky *Lithobius forficatus* odchycené J. Horákovou v Moravském krasu v roce 2002. Snímek byl pořízen v programu LUCIA G.



Příloha 10: Snímek *Geophilus sp.* v preferenční komůrce.



Příloha 11: Výroba preferenčních komůrek.