



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Pedagogická fakulta
Katedra biologie

Bakalářské práce

Semiakvatické ploštice jako predátoři a kořist a jejich využití ve výuce přírodopisu

Vypracoval: Václav Janda
Vedoucí práce: RNDr. Tomáš Ditrich, Ph.D.

České Budějovice 2014

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum: 13. 7. 2004

Václav Janda

.....

Děkuji RNDr. Tomášovi Ditrichovi Ph.D. za odborné vedení, za ochotu, čas a trpělivost, kterou mi věnoval při psaní této práce.

Děkuji své rodině a Anně Mynářové za podporu, péči a trpělivost během psaní této práce.

Abstrakt:

Janda V., 2014: Semiakvatické ploštice jako predátoři a kořisti a jejich využití ve výuce přírodopisu. Bakalářská práce, PF JU, České Budějovice. 39s.

Tato bakalářská práce má za cíl vytvořit přehled doposud zaznamenaných informací o kořisti a predátorech semiakvatických ploštic (Gerromorpha), jejich potravním chování a strategiích obrany před predátory. Semiakvatické ploštice jsou uzpůsobeny pro život na hladině různých vodních těles od kaluží až po otevřený oceán. Většina z nich se živí hmyzem spadlým na vodní hladinu nebo hmyzem na hladině se svlékajícím či korýši menších rozměrů. K vyhledání kořisti používají především zrak a vnímání vibrací vodní hladiny způsobených kořistí. Jako efektivní obrana před predátory se mezi nimi vyvinula strategie tzv. „školek“. Některé druhy mají složené oči se specializovanými ommatidii, které umožňují vidět jak kořist na hladině, tak predátora pod hladinou.

Součástí této práce je i návrh využití semiakvatických ploštic při výuce přírodopisu. Gerromorpha jsou pro vyučování přírodopisu vhodná, jelikož je na nich možné pozorovat použití bodavě sacího ústrojí a potravní vztahy jako jsou predace, kanibalismus či kleptoparazitismus. Nenáročnost chovu zástupců infrařádu Gerromorpha zároveň umožňuje snadnou realizaci pokusů a pozorování ve školním prostředí.

Abstract:

Janda V., 2014: Semiaquatic bugs as predators and prey and their use in natural history teaching. Bachelor thesis, University of South Bohemia, Faculty of Education, České Budějovice. 39 pp.

The aim of this thesis is to create an overview of scientific findings about the prey and the predators of the representatives of infraorder Gerromorpha, their feeding habits and defence strategies against predators. Gerromorphans are adapted for life on the surface of various water bodies ranging from puddles to open ocean. Majority of water striders feed on insect fallen upon water surface, hatching larvae of aquatic insect or micro-crustacean. Gerromorphans locate their prey by sight and by sensory detection of ripples at water surface caused by prey. Gathering in schools turned out to be an efficient defence strategy against predators. Some species have compound eyes with specialized ommatidia which enable them to see prey on the surface as well as predator under surface.

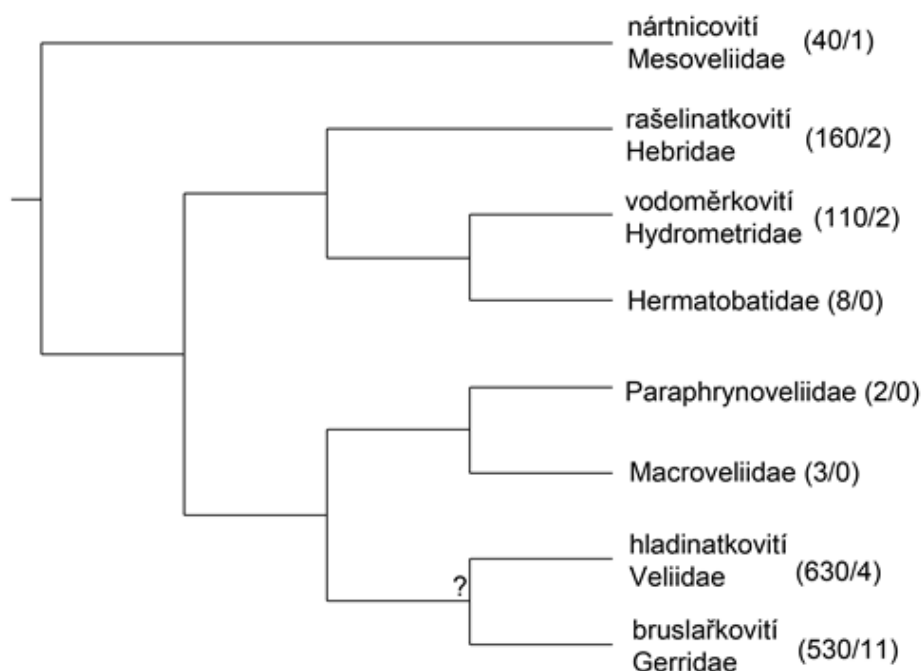
A proposal of the use of Gerromorpha in natural history teaching is part of this thesis. Gerromorphans are convenient for teaching of natural history thanks to the possibility of observation of piercing and sucking mouthparts and various food relations such as predation, cannibalism or kleptobiotic relation. Undemanding rearing of gerromorphans enables easy realization of experiments and observations under school conditions.

Obsah

1	Úvod	1
2	Gerromorpha jako predátoři	3
2.1	Gerridae - Bruslařkovití.....	3
2.2	Hydrometridae - vodoměrkovití	7
2.3	Veliidae – hladinatkovití.....	9
2.4	Mesoveliidae – nártnicovití	13
2.5	Hebridae – rašelinatkovití.....	13
2.6	Hermatobatidae	13
2.7	Macroveliidae a Paraphrynoveliidae.....	13
3	Kleptoparazitismus	15
4	Kanibalismus a vnitrocechovní predace	18
5	Gerromorpha jako kořist	21
5.1	Predátoři mořských druhů Gerromorpha.....	24
5.2	Predátoři sladkovodních druhů Gerromorpha	25
6	Využití Gerromorpha při výuce přírodopisu	27
7	Závěr	30
8	Seznam literatury.....	32

1 Úvod

Semiakvatické ploštice (Heteroptera: Gerromorpha) náleží do řádu Hemiptera. Jeho zástupci jsou výjimeční svou schopností chodit po vodní hladině, proto zní jeden z anglických názvů *Jesus bug*. Schopnost chodit po vodě jim umožňují vodoodpudivé chloupky, které jsou rozprostřeny po celém těle (Andersen, 1976 in Andersen, 1982). Tento infrařád se dělí na osm čeledí: Gerridae, Veliidae, Hermatobatidae, Hebridae, Hydrometridae, Macroveliidae, Paraphrynoveliidae a Mesoveliidae. Jejich evoluční vztahy jsou znázorněny na obr. 1.



Obr. 1: Kladogram infrařádu Gerridae. Otazník označuje nejasné fylogenetické postavení některých Veliidae a Gerridae. V závorkách jsou uvedené počty popsáných druhů jednotlivých čeledí vyskytujících se ve světě a v České republice. Autor schématu Tomáš Ditrich.

Stejně jako ostatní ploštice mají Gerromorpha bodavě sací ústrojí. Všechny známe gerromorfni ploštice se živí živočišnou potravou, především hmyzem a jinými členovci. Kořist nabodnou rostrem a poté ji vysávají maxilárními stylety, kterými také vypouští toxické sliny pro natrávení vnitřku kořisti. Díky pohyblivosti styletů může ploštice vysávat svou kořist od hlavy až k zadečku (Cheng, 1967 in Cobben, 1978). Jednotlivé druhy se mezi sebou liší způsobem hledání a výběrem kořisti a také ochranou před predátorem. Živí se zpravidla hmyzem spadlým na vodní hladinu (Andersen, 1982). V laboratorních podmínkách jsou ploštice většinou krmeny octomilkami (*Drosophila*) (Jamieson a Scudder, 1977; Erlandsson, 1988;

Lanciani, 1991). Semiakvatické ploštice se mohou krmit společně i jako jednotlivci (Cheng, 1985; Spence a Andersen, 1994). Pokud je to možné, přenáší svou kořist na pevninu. Například *Velia caprai* je tedy schopná jíst kořist jak na vodě, tak na souši (Ditrich a Papáček, 2009).

U infrařádu Gerromorpha je patrný morfologický vývoj, který má význam i pro potravní chování. Při tomto vývoji se některé morfologické znaky ploštic objevují společně. Objevují se druhy s krátkým rostrem, krátkou hlavou, krátkými tykadly a velkýma očima. Tito jedinci většinou patří do čeledí Gerridae, Veliidae nebo Hermatobatidae. Jedinci s dlouhými tykadly, protáhlou hlavou a rostrem většinou náleží do ostatních čeledí. Vyvinutýma složenýma očima s mnoha ommatidii s téměř rovnými rohovkovými čočkami jsou známí zástupci čeledi Gerridae a některé druhy Veliidae (*Velia*, *Rhagovelia* spp.) (Andersen, 1982). Složené oči jim umožňují lépe vnímat pohyb, posuzovat vzdálenost a vnímat detaily (Wigglesworth, 1965). U *Gerris* bylo dokonce zjištěno, že ommatidia směřující do stran a vzhůru jsou specializovaná na polarizované světlo, zatímco ommatidia směřující dolů k vodní hladině jsou uzpůsobeny k pozorování předmětů pod vodní hladinou (Schneider a Langer, 1969). Díky této specializaci jsou bruslařky schopné vnímat jak kořist na vodní hladině, tak predátora pod hladinou. Mesoveliidae mají rovněž velké oči, ty jsou však často redukováné, či rudimentární (např. *Cavaticovelia aaa*, *Cryptovelia terrestri*, *Speovelia* spp.) Jedinci z čeledí Hebridae, Paraphrynoveliidae, Macroveliidae, Hydrometridae a Hermatobatidae mají oči malé (Andersen, 1982).

Tato bakalářská práce má za cíl vytvořit přehled doposud zaznamenaných poznatků o kořisti a predátorech semiakvatických ploštic, jejich potravních vztahů a strategiích lovu a obrany před predátory. První kapitola *Gerromorpha jako predátoři* bude rozdělena na podkapitoly, z nichž každá se bude věnovat kořisti a způsobu lovu jedné čeledi semiakvatických ploštic. Na konci kapitol budou vytvořeny tabulky shrnující kořist dané čeledi. V následujících kapitolách bude pojednáno o dalších potravních vztazích, kterých se Gerromorpha účastní; jsou to kanibalismus a kleptoparazitismus. Další kapitola uvádí predátory semiakvatických ploštic a jejich strategie obrany před predátory. Je rozdělena na dvě části; první kapitola se věnuje predátorům mořských druhů a druhá predátorům ploštic obývajících sladkovodní habitaty. Poslední částí práce bude návrh využití chovu semiakvatických ploštic při výuce přírodopisu. Tato práce má také za úkol

navrhnout možné směry dalšího výzkumu.

2 Gerromorpha jako predátoři

2.1 Gerridae - Bruslařkovití

Kořist rodu *Gerris*, pravděpodobně i ostatních sladkovodních bruslařkovitých, se skládá z rozličných měkkých členovců, zejména hmyzu na vodní hladině, ať už se jedná o terestrický hmyz sfouknutý ze břehu, nebo líhnoucí se akvatické larvy. Menší druhy bruslařkovitých a nymfy větších druhů se mohou také živit mikroskopickými korýši (Hungerford, 1919; Ekblom, 1926 in Andersen, 1982; Wilson, 1958 in Andersen, 1982). V laboratorních podmínkách jsou bruslařkovití schopni přijmout téměř jakýkoli druh živočišné stravy. Často se používá již zmíněná octomilka (*Drosophila*). Kromě ní byly bruslařky *G. lacustris* a *G. argentatus* při pokusu krmení zavíječem moučným (*Ephestia kuehniella*) (Erlandsson, 1992). Je zaznamenáno, že byly bruslařky krmeny i zmraženými krevetami¹ (Andersen, 1982).

Bruslařkovití zaznamenávají kořist na základě dvou podnětů. Jejich důležitost se mění druh od druhu. První podnět je vnímání vibrací vodní hladiny, způsobených například chyceným hmyzem na povrchovém blance (Murphey, 1971a). Receptor na vnímání vibrací umístěný na končetinách umožňuje rozlišit různé frekvence. Například *Aquarius remigis* jsou citlivé na vlnění o frekvenci 20-30 Hz a 150-200 Hz (Murphey, 1971b). Druhý podnět je vizuální. Bruslařkovití mají dobře vyvinuté složené oči. Tento smysl je využíván zvláště u druhů preferujících nepohyblivou kořist (Jamieson a Scudder, 1979).

Zástupci rodu *Gerris* častěji napadají živou kořist. Mohlo by jim tudíž zdánlivě stačit jen vnímání vibrací. Důležité je ovšem i to, aby se kořist objevila před nimi. Pokud se musí otočit za obětí o více než 100°, většinou ji ignorují. Tento úhel se může měnit v závislosti na míře vyhladovění (Jamieson a Scudder, 1979).

Ke kořisti se bruslařkovití přibližují relativně přímo. Uchopí kořist pevně loupeživými končetinami a vysávají, dokud nedosáhnou nasycení (Andersen, 1982).

¹V originále je použit pojem Shrimps, který popisuje zástupce podřádu *Natantia*. Takže se může jednat o garnáty i krevety.

Jamieson a Scudder (1977) zkoumali, jak dlouho probíhá krmení dosyta u 5 druhů *Gerris*. Jako potrava byla použita *Drosophila* v neomezeném množství. Maximální délka krmení se pohybovala mezi dvěma až dvěma a půl hodinami pro všechny bruslařkovité vážící více než 10 mg. Pro jedince pod touto váhovou hranicí délka krmení logaritmicky klesala. Menší jedinci (dospělci i nymfy) potřebují pro vyvolání útoku menší vzdálenost kořisti než jedinci větší. To platí nezávisle na druhu (Jamieson a Scudder, 1979).

Čím více se bruslařky pohybují, tím častěji se setkávají s kořistí. Frekvence pohybů je pro každý druh specifická. Například *A. remigis* žijící na potocích se pohybuje 4-6násobně častěji než jedinci žijící na stojatých vodách (Jamieson a Scudder, 1979).

Lovící Gerridae se často shlukují do tzv. „školek“². Jejich účelem je zvýšení pravděpodobnosti nalezení potravy. Polapení kořisti jedním přivolá pozornost okolních jedinců, kteří se přidají k vysávání. Větší kořisti jsou tedy vysávány více plošticemi najednou (Jamieson a Scudder, 1979). Do „školek“ se sdružují i *Halobates robustus*. Jejich jedinci ale loví samostatně – oddělí se od „školky“ a pohybují se dlouhými rychlými pohyby s častým otáčením a prozkoumávají plovoucí předměty (Foster a Treherne, 1980). Účelem „školek“ u *H. robustus* je ochrana před predátorem, která je popsána v kapitole *Gerromorpha jako kořist*.

Vlivem rozličnosti habitů obývaných bruslařkami jsou i jejich preference typů potravy poměrně rozmanité. Rozdíly nastávají ve výběru živé či mrtvé kořisti, způsobu lovu, délce, místě a času stravování a konkrétních druzích kořistí.

Jedinci z rodu *Halobates* žijící na pobřeží preferují podobnou stavbu stravy, jakou vyhledávají sladkovodní bruslařkovití. Polovinu potravy *Halobates robustus* tvořili dospělci dvoukřídlých včetně ovádovitých (Tabanidae), kteří jsou dvakrát větší než *H. robustus*. Téměř všechny identifikované oběti žijí na pobřeží. Kromě jednoho pavouka tvoří potravu *H. robustus* hmyz. Nejčastěji loví při přílivu, jelikož voda vyplavuje hmyz z porostu (Foster a Treherne, 1980). Druhy rodu *Halobates* žijící na otevřeném oceánu byly pozorováni, jak se krmí mrtvými pelagickými láčkovci (Radiata), sasankami (Actiniaria), planktonními korýši a rybími vajíčky

²V anglické literatuře je používán pojem *school*.

plovoucími na hladině (Andersen a Polhemus, 1976).

Halobates se většinou pohyblivé kořisti vyhýbají (Riley, 2006; Foster a Treherne, 1980). Přibližují se ke kořistem pohyblivým i nepohyblivým, ale pokud se kořist začne bránit, hned od ní utečou. Cheng (1985) ale uvádí dvě výjimky - *H. sobrinus* a *H. sericeus*, které preferují pohyblivou kořist. Foster a Treherne (1980) přisuzují vyhýbání se živé kořisti nedostatečné velikosti těla *Halobates* pro souboj, který by je stál zbytečně mnoho energie. Počká si tedy, až se kořist přestane bránit. Výsledkem je čerstvá kořist bez boje. V přirozeném prostředí bylo toto chování pozorováno na *H. robustus* (Foster a Treherne, 1980) či na *H. fijiensis*, která se zpravidla živí mrtvými dospělci pakomárů *Tanytarsus halophilae*, jejichž larvy se vyvíjejí ve vegetaci v pásmu přílivu (Foster a Treherne, 1986). Nabízí se ale otázka, zda druhy rodu *Halobates*, žijící na otevřeném rozvlněném oceánu³, mají na vybranou, co se týče volby potravy.

Naopak sladkovodní většinou preferují pohyblivou kořist (Jamieson a Scudder 1977, 1979). Pravděpodobně se totiž na klidných hladinách mohou více spoléhat na vnímání vibrací než na zrak (Foster a Treherne, 1980). Dokumentuje to pokus s *Limnogonus luctuosus*. Pokud byla vystavena nepohyblivé kořisti, trvalo jí více než dvakrát déle⁴, než kořist našla (Riley, 2006).

Další rozdíly se objevují v místě sháněné potravy. *Aquarius remigis* se snaží dostat na část potoka s nejrychlejším prouděním, které přináší nejvíc potravy. Platí zde pravidlo, že čím větší rychlost proudění je v daném místě, tím větší samice se na něm vyskytují. U samců záleží na velikosti prvních párů končetin. Samci s největším končetinami zabírají také část potoka s nejrychleji proudící vodou, ale s klesající rychlostí se už velikost končetin míjí a nezáleží na ní. Toto rozložení má vliv i na páření. Samci v největším proudu mají větší pravděpodobnost, že se jim podaří spářit s některou z větších samic (Rubenstein, 1984). Odlišné místo pro shánění potravy si vybírá například bruslačka říční *Aquarius najas*, která se živí potravou nahloučenou v malé zátocce. Většinu její kořisti tvořil mrtvý terestrický hmyz malých rozměrů. Pokoušela se napadnout i pilatkovité (Tenthredinidae), ale

³Těchto druhů je pravděpodobně pouze 5 ze všech 40 druhů rodu *Halobates* (Senta, Kimura a Kanbara, 1993).

⁴Průběrná doba přibližování *L. luctuosus* byla u pohyblivé oběti 36,6 sekundy. U nepohyblivé 98 sekund.

vždy je obratem opustila (Lumsden, 1949).

Pravidelnost přísunu potravy ovlivňuje životní strategii. *Gerris thoracicus* představuje životní strategii bruslařkovitých, kteří žijí v prostředí s nepředpověditelným přísunem potravy. V období dostatku jídla se rychle rozmnožují, ale délka jejich života se zkracuje, zatímco v případě nedostatku potravy redukují rozmnožování a tím prodlužují délku života. Oproti tomu existují bruslařky, které žijí v trvalejších prostředích s pravidelným přísunem potravy. Nedostatek potravy u nich redukuje jak rozmnožování, tak délku života. Příkladem druhé životní strategie je *G. lacustris* (Kaitala, 1987).

Dospělci *G. lacustris* se živili na uhynulém vodním plži (*Lymnea* sp.) a také byli pozorováni při konzumaci uhynulé plotici (*Rutilus rutilus*) společně s *G. argentatus* (T. Ditrich, ústní sdělení).

Predace bruslařek může mít význam i pro člověka. Bruslařka *Limnogonus nitidus* loví škůdce na rýžových polích *Nilaparvata lugens* (Delphacidae) (Samal a Misra, 1982).

Tab. 1. Potrava zástupců čeledi Gerridae (+ významný podíl potravy, - výjimečný výskyt v potravě).

Zástupce	Laboratorní podmínky	Přirozené podmínky
<i>Gerris</i>	octomilky (<i>Drosophila</i>), mražené krevety (Andersen, 1982)	hmyz na vodní hladině, korýši menších rozměrů (Hungerford, 1919; Ekblom, 1926 in Andersen, 1982; Wilson, 1958 in Andersen, 1982)
<i>G. argentatus</i>	zavijec moučný (<i>Ephestia kuehniella</i>) (Erlandsson, 1992)	uhynulá plotice (<i>Rutilus rutilus</i>) (T. Ditrich, ústní sdělení)
<i>G. lacustris</i>	zavijec moučný (<i>Ephestia kuehniella</i>) (Erlandsson, 1992)	uhynulá plovatka (<i>Lymnaea</i> sp.), uhynulá plotice (<i>Rutilus rutilus</i>) (T. Ditrich, ústní sdělení)
<i>Halobates</i> spp.		Láčkovci (Radiata), sasanky (Actiniaria), planktonní korýši, rybí vajíčka (Andersen a Polhemus, 1976).
<i>H. fijiensis</i>		Mrtví dospělci pakomárů <i>Tanytarsus halophilae</i> + (Foster a Treherne, 1986)
<i>H. robustus</i>		dospělci dvoukřídlých: pakomáři (Chironomidae), lovilky (<i>Chersodromia</i>), <i>Paracanace cavagnaroi</i> +, <i>Paratrechina longicornis</i> a <i>Glenanthe</i> , kruháč americký (<i>Oecobius concinnus</i>) - (Foster a Treherne, 1980)
<i>Limnogonus nitidus</i>		<i>Nilaparvata lugens</i> (Samal a Misra, 1982)

2.2 Hydrometridae - vodoměrkovití

Vodoměrkovití žijí na okrajích stojatých vod s bohatou vegetací, velmi pomalu plynoucích potocích či na rašeliništích (Maier, 1977; Coulianos a kol., 2008). Proto se často živí pakomáry (Chironomidae), pakomárci (Ceratopogonidae) a komáry. *Hydrometra stagnorum* loví mrtvé a polomrtvé pakomáry (Ekblom, 1926 in Andersen, 1982). *Hydrometra martini* kromě dospělých pakomárů loví komáří larvy a kukly a nymfy klešťanek (Coroxidae) (Hungerford, 1919; Sprague, 1956 in Andersen, 1982). *H. championiana* vysává kukly pakomárcovitých (Ceratopogonidae) a korýše mikroskopických rozměrů (Maier, 1977). Vodoměrky obecně loví žijící perloočky (Cladocera) a lasturnatky (Ostracoda) (Andersen,

1982). Kořist nabodnou přes povrchovou blánu rychlým pohybem (Hungerford, 1919).

H. martini loví i chvostoskoky (Collembola) (Lanciani 1991; Taylor a Wood, 2000). V případě, že byla *H. australis* v laboratorních podmínkách krmená pouze octomilkou (*Drosophila*), se vyvinulo z vajíček do dospělců jen 40% jedinců. Naopak v případě krmení chvostoskoky se vyvinuli od prvního instaru nymf do dospělce všichni jedinci (Lanciani, 1991). Nasvědčuje to faktu, že octomilky používané při experimentech nemusí být vhodná potrava pro všechny druhy semiakvatických ploštic.

Zdá se, že se neobjevuje žádná preference co do pohyblivosti kořisti. Vodoměrka *H. championiana* se živí jak živými živočichy, tak již uhynulými. Mrtvou kořist většinou tvoří dospělé jepice a terestrický hmyz (Maier, 1977 in Andersen, 1982).

Eklblom (1926 in Andersen, 1982) popisuje postup lovu vodoměrek na *H. stagnorum*. Ta kořist nejdříve důkladně prozkoumá tykadly, pak si připraví rostrum na probodnutí, které má do té doby schované pod hrudí. Pokud to váha kořisti dovoluje, odnese si ji nabodnutou na rostru na pevninu. V případě, že se kořist začne pohybovat během prozkoumávání tykadly, vodoměrka se poplašeně stáhne. Průměrná váha kořistí napadených živých byla v průměru nižší než napadených mrtvých (Maier, 1977).

Tab. 2. Potrava zástupců čeledi Hydrometridae (+ významná podíl potravy).

Zástupce	Laboratorní podmínky	Přirozené podmínky
Hydrometridae		perloočky (Cladocera) a lasturnatky (Ostracoda) (Andersen, 1982)
<i>H. australis</i>	chvostoskoci (Collembola)+ (Lanciani, 1991)	chvostoskoci (Collembola) (Lanciani, 1991)
<i>H. championiana</i>		kukly pakomárcovitých (Ceratopogonidae), korýši mikroskopických rozměrů (Maier, 1977)
<i>H. martini</i>		dospělci pakomárů, komáří larvy a kukly, nymfy klešťanek (Coroxidae) (Hungerford, 1919; Sprague, 1956 in Andersen, 1982), chvostoskoci (Collembola) (Lanciani 1991; Taylor a Wood, 2000)
<i>H. stagnorum</i>		mrtví a téměř mrtví pakomáři (Ekblom, 1926)

2.3 Veliidae – hladinatkovití

Hladinatkovití tvoří nejpočetnější čeleď infrařádu Gerromorpha. Díky tomu se jejich potravní preference a strategie různí podobně jako u Gerridae.

Hladinatky využívají při lokalizaci kořisti především vnímání vibrací hladiny způsobené živočichem, který spadl na vodní hladinu. *Velia caprai* reaguje na vizuální podnět, pouze pokud je doprovázen vibracemi hladiny ze stejného směru (Meyer, 1971 in Andersen, 1982). Při pokusu se dokonce *Microvelia macgregori* k mrtvé octomilce nepřibližovala. Všimla si jí, až když do ní omylem narazila. Pokud ale byla použita místo octomilky větší moucha (*Musca domestica*), hladinatky se k ní přibližovaly, ačkoli se nehýbala (Jackson a Walls, 1998). Tento pokus poukazuje na skutečnost, že oproti Gerridae mají hladinatkovití zrak méně vyvinutý. Objevuje se mezi nimi dokonce hladinatka s noční aktivitou *Velia saulii* (Coulianos a kol., 2008).

Jackson a Walls (1998) popisují postup lovu: k pohyblivé kořisti se *M. macgregori* přiblížila na vzdálenost 20 mm. Jakmile se přestala hýbat, hladinatka se rychle přiblížila na 2 mm, narovнала rostrum a propíchlá kořist. Pokud se ale kořist začala energicky bránit, stáhla rostrum zpět a prchla. V případě, že se kořist bránila méně, nasunula si ji více na stylet pomocí předních nohou. Pokud si jí do toho okamžiku

nevšimla jiná hladinatka, pohybovala se co nejméně nebo vůbec, pravděpodobně proto, aby se nemusela dělit o svou kořist. Andersen (1982) ještě dodává, že než hladinatky propíchnou kořist, nejdřív vyhledávají rostrem nejvhodnější místo.

Pokud hladinatky kořist přenáší na břeh, menší kořist si nabodnou na rostrum a schovají pod hrud'. Větší kořist přenáší mezi předníma nohama (Andersen, 1982).

Hladinatky, které obývají rychleji tekoucí části potoků, jako jsou *Rhagovelia spp.* a *Velia spp.*, se shlukují v semknuté „školky“ v místech, na něž proud přináší plovoucí předměty včetně potravy (Andersen, 1982). Přebývání ve skupině přináší pro hladinatku *Microvelia australina* výhodu v podobě větší jistoty, že najde potravu (Travers, 1993). Nicméně stejně tak jistě se o ni pak bude muset dělit, v případě, že kořist uloví sama.

U hladinatek se také objevuje kanibalismus na vlastních nymfách (Miyamoto, 1953 in Andersen, 1982) nebo napadání vlastních dospělců, které většinou končí neúspěšně (Andersen, 1982).

Dospělci hladinatek *Microvelia spp.* se živí korýši malých rozměrů (např. lasturnatkami) (Carayon, 1971 in Andersen, 1982), rozličnými druhy mrtvého či tonoucího hmyzu, živými chvostoskoky (Collembola) (Jordan, 1932 in Andersen, 1982; Pickard, 1978 in Andersen, 1982), čerstvě nakladenými vajíčky komárů a larvami komárů rodu *Anopheles* (Frick, 1949) a *Culex* (Laird, 1956 in Andersen, 1982). Preferují larvy čerstvě vylíhnuté, jelikož ještě nemají pevný obal (Jenkins, 1964 in Miura a Takahashi, 1988). Tuto preferenci ale sdílí i s ostatními zástupci Gerromorpha. *Microvelia pulchella* loví lasturnatky (Ostracoda), hrotnatky (Daphnie), octomilky (*Drosophila*) (Polhemus a Chapman, 1979b) a křísy (Auchenorrhyncha) (Miura a Takahashi, 1988). Hungerford (1919) dokonce popisuje, že nymfa prvního instaru zvládla ulovit lasturnatku větší, než byla ona sama. Při konzumaci komárů (*Culex quiquefasciatus*) je schopná využít vše kromě exoskeletu, který nechává prázdný. Hladinatce *M. pulchella* mohou larvy komárů sloužit jako jediný druh potravy, při jehož konzumaci se může plnohodnotně vyvinout i rozmnožit, aniž by potřebovala konzumovat jiné druhy. Loví také mrtvou kořist. Bez potravy nepřežije *M. pulchella* více než týden (Miura a Takahashi, 1988).

Rhagovelia se živí malým hmyzem a korýši chycenými na hladině. V laboratorních

podmínkách jsou však schopny živit se hmyzem větším (Bacon, 1956 in Andersen, 1982) či dokonce běžným krmením pro rybičky obsahujícím rozdrčený hmyz (Cheng a Fernando, 1971 in Andersen, 1982).

Potrava *Velia caprai* se skládá z kříسů (Auchenorrhyncha), pakomárů (Chironomidae), dospělců střečatek (*Sialis*) a chrostíků (Trichoptera) (Ekblom 1926 in Andersen, 1982; Popham 1945 in Andersen, 1982). *V. caprai* predovala i na posledním instaru pošvatky *Diura bicaudata* (T. Ditrich, ústní sdělení). Brouky většinou odmítnou po krátkém prozkoumání. Větší organismy musí být mrtvé nebo bezmocné, aby je *Velia* napadla (Andersen, 1982). V laboratorních podmínkách se může *V. caprai* krmit octomilkou (*Drosophila*) a mouchou domácí (*Musca domestica*) (Erlandsson 1988).

Pobřežní druhy *Halovelina* se živí pobřežními druhy klanonožců (Copepoda), roztočů (Acari), chvostoskoků (Collembola), pakomáry (Chironomidae) a křísy (Auchenorrhyncha), kteří byli spláchnuti z trávy rostoucí nad vodou (Esaki, 1924 in Andersen, 1982; Kellen, 1959 in Andersen, 1982). Menší kořist si někdy odnášeli před vysátím na skálu. Čas potřebný na zpracování kořisti je velice rozmanitý, ale většinou netrval déle než pět minut.

Tab. 3. Potrava zástupců čeledi Veliidae.

Zástupce	Laboratorní podmínky	Přirozené podmínky
<i>Halovelina</i>		pobřežní druhy klanonožců (Copepoda), roztočů (Acari), chvostoskoků (Collembola), pakomárů (Chironomidae) a křísů (Auchenorrhyncha) (Esaki, 1924 in Andersen, 1982; Kellen, 1959 in Andersen, 1982)
<i>Microvelia</i> spp.		korýši malých rozměrů (např. lasturnatkami) (Carayon, 1971 in Andersen, 1982), rozličné druhy mrtvého či tonoucího hmyzu, živí chvostoskoci (Collembola) (Jordan, 1932 in Andersen, 1982; Pickard, 1978 in Andersen, 1982), vajíčka a larvy komárů rodu <i>Anopheles</i> (Frick, 1949) a <i>Culex</i> (Laird, 1956 in Andersen, 1982)
<i>M. macgregori</i>	octomilky (<i>Drosophila</i>), mouchy (<i>Musca domestica</i>) (Jackson a Walls, 1998)	
<i>M. pulchela</i>	larvy komárů (Miura a Takahashi, 1988)	lasturnatky (Ostracoda), hrotnatky (<i>Daphnia</i>) (Polhemus a Chapman, 1979), křísy (Auchenorrhyncha) (Miura a Takahashi, 1988), komáři (<i>Culex quiquefasciatus</i>) (Miura a Takahashi, 1988)
<i>Rhagovelina</i>	krmení pro rybičky obsahující rozdrčený hmyz (Cheng a Fernando, 1971 in Andersen, 1982).	hmyz menších rozměrů, korýši (Bacon, 1956 in Andersen, 1982)
<i>Velia caprai</i>	octomilky (<i>Drosophila</i>), moucha domácí (<i>Musca domestica</i>) (Erlandsson 1988), nymfa pošvatky <i>Diura bicaudata</i> (T. Ditrich, ústní sdělení)	Křísi (Auchenorrhyncha), pakomáři (Chironomidae), dospělci střechatek (<i>Sialis</i>) a chrostíků (Trichoptera) (Ekblom 1926 in Andersen, 1982; Popham 1945 in Andersen, 1982)

U následujících čeledí je potravní chování a kořist nedostatečně zdokumentovaná, proto jsou následující poznámky jen útržkovité. Tabulka shrnující potravu je pro tyto čeledě spojená.

2.4 Mesoveliidae – nártnicovití

Nártnicovití se živí mrtvými a částečně mrtvými zástupci čeledi komárovitých (Culicidae) a pakomárovitých (Chironomidae) (Ekblom, 1930 in Andersen, 1982) a živými larvami a kuklami komárů (Brooks a Kelton, 1967 in Bennett a Cook, 1981). Loví korýše mikroskopických rozměrů (Hungerford, 1917 in Bennett a Cook, 1981). *Mesovelia* loví lasturnatku (Ekblom, 1930 in Andersen, 1982). Hungerford (1919) předpokládá, že lasturnatky (Ostracoda) a perloočky (Cladocera) tvoří podstatnou část jejich potravy, obzvláště jejich nymf. V laboratorních podmínkách byli krmeni chvostoskokem *Sminthurus*, travaříkem (*Crambus*), stehnatkou (Chalcididae) a vodoměrkou (Hungerford, 1919).

Nejčastěji vyhledávají potravu prozkoumáváním stébel, listů, předmětů plovoucích na vodní hladině a jejich dutin a záhybů. Při lovu používají své přední nohy, stejně jako Gerridae (Ekblom, 1930 in Andersen, 1982).

2.5 Hebridae – rašelinatkovití

Zástupci čeledi Hebridae byli krmeni mšicemi (Aphidinae), komáry (Culicidae) a pakomáry (Chironomidae) (Hungerford, 1919), korýši mikroskopických rozměrů (Porter, 1950 in Bennett a Cook, 1981) a byli pozorováni, jak se krmí chvostoskoky (Collembola) (Brooks a Kelton, 1967 in Bennett a Cook, 1981). Krmí se ve skupinách (Hungerford, 1919).

2.6 Hermatobatidae

Jediná zmínka o potravě Hermatobatidae popisuje *Hermatobates*, který lovil chvostoskoky (Polhemus, 1982). *Hermatobates* při přílivu zalézají do skulin korálových útesů, kde zůstanou ponořeni. Proto při odlivu loví jak ve dne tak v noci (Cheng a Leis, 1980).

2.7 Macroveliidae a Paraphrynoveliidae

Polhemus a Chapmen (1979a) píší, že potravu zástupců čeledi Macroveliidae ještě nikdo nesledoval. Zdá se, že od té doby nebyly napsány žádné další články o jejich potravě. O potravě čeledi Paraphrynoveliidae se nikdo nezmiňuje.

Tab. 4. Potrava zástupců čeledí Mesoveliidae, Hebridae, Hermatobatidae.

Zástupce	Laboratorní podmínky	Přirozené podmínky
Mesoveliidae		živé larvy a kukly komárů (Brooks a Kelton, 1967 in Bennett a Cook, 1981), mrtví a částečně mrtví komárovití (Culicidae) a pakomárovití (Chironomidae) (Ekblom, 1930 in Andersen, 1982), koryši menších rozměrů (Hungerford, 1917 in Bennett a Cook, 1981)
<i>Mesovelgia</i>	chvostoskok (<i>Smythurus</i>), travařík (<i>Crambus</i>), stehnatka (Chalcididae), vodoměrkou (Hungerford, 1919)	lasturnatky (Ostracoda) +, perloočky (Cladocera) + (Hungerford, 1919)
Hebridae	mšice (Aphidinae), komáři (Culicidae) a pakomáry (Chironomidae) (Hungerford, 1919), koryši mikroskopických rozměrů (Porter, 1950 in Bennett a Cook, 1981)	chvostoscoci (Collembola) (Brooks a Kelton, 1967 in Bennett a Cook, 1981)
<i>Hermatobates</i>		Chvostoscoci (Collembola) (Polhemus, 1982)

3 Kleptoparazitismus

Rothschild a Clay (1952), kteří pojem kleptoparazitismus poprvé použili (cleptoparasitism), ho definují jako krádež potravy, která byla již ulovena jedincem jiného druhu. Brockmann a Barnard (1979) však později poukázali na to, že se v podstatě neliší od vnitrodruhových krádeží potravy. Obecně platí, že kleptoparazit je schopný ulovit si svou kořist sám, ale místo toho útočí na ostatní predátory a ti svou kořist buď upustí, nebo vyvrhnou své poslední jídlo (Brockmann a Barnard, 1979). Kleptoparazitismus může představovat jak ukradení celé kořisti (Erlandsson, 1988), tak i případy, kdy se tzv. „první predátor“⁵ musí o svou kořist dělit (Vollrath, 1984). Podmínkou kleptoparazitismu je přítomnost prvního predátora, který má dostatečně viditelnou kořist. Druhou podmínku je nedostatek potravy, který donutí *scroungera*⁶ ke kleptoparazitismu (Brockmann a Barnard, 1979). Jak ale níže uvidíme, může se jednat o vyhýbání se nebezpečí spojenému s lovem.

Mnoho autorů používá jiné pojmy, například: pirátství – piracy, potravní parazitismus - food parasitism, krádeže – pilfering, loupeže – robbery či kleptobiotic relationship (převzato z Andersen, 1982).

Společné krmení na jedné kořisti je mezi semiakvatickými plošticemi poměrně rozšířené (Maier, 1977), ale loví vždy jednotlivci (Ekblom 1926 in Andersen, 1982; Kellen 1959 in Andersen 1982; Wheelwright a Wilkinson 1985). To znamená, že se u ploštic jedná o kleptoparazitismus. Jedná se ale o typ kleptoparazitismu, při kterém lovec nepřijde o celou kořist ale jen o část. Na rozdíl od ostatních živočichů jsou ploštice s výjimkou Gerridae vnitrodruhová kleptoparazité (Erlandsson, 1988, 1992).

U některých společenstev živočichů existuje hierarchie, která určuje, zda se od určitého jedince očekává, že bude lovit jako první, nebo se přidá až ke konzumaci ulovené kořisti. U hladinatek (pravděpodobně se toto tvrzení dá rozšířit i na ostatní čeledi *Gerromorpha*) taková hierarchie neexistuje. Kdo uloví kořist je zřejmě určeno mírou vyhladovění daného jedince. Tato míra vyhladovění je pokaždé jiná a proto se „prvním predátorem“ může stát kterýkoli jedinec

⁵Z anglického *first predator*.

⁶V anglické literatuře se pro kleptoparazita mezi semiakvatickými plošticemi používá pojem *Scrounger*, který by se dal přeložit jako žebrák nebo vyžírka. Pro vystihnutí podstaty kleptoparazitismu mezi plošticemi se více hodí druhý pojem, který však pro tuto práci není vhodný a proto je použit původní pojem.

(Erlandsson 1988).

Scroungeři pravděpodobně zaregistrují ulovenou kořist na základě rozvlnění vodní hladiny bránící se kořistí i prvním predátorem (Erlandsson 1988). Z počátku vysávání kořisti bývá rozdíl v intenzitě vibrací vodní hladiny dán skutečností, jestli je chycena kořist mrtvá či živá. S přibývajícím počtem *scroungerů* se tento rozdíl stírá (Jackson a Walls, 1998).

Způsob obrany před kleptoparazitismem byl pozorován na hladinatce *V. caprai*, která si svou kořist odnese schovanou pod hrudí tak, aby ji nemohli ukrást ostatní jedinci. Odnášení kořisti usnadňuje, pokud je břeh snadno dostupný. Odnesení je ale možné, jen pokud je kořist lehčí než 7,90 mg. Komplikace mohou nastat, pokud má kořist dlouhá křídla či nohy. Při vyšší hmotnosti ji lovec neuzvedne a je tak nucen se o ni dělit s ostatními jedinci, nebo o ni bojovat (Erlandsson, 1988). *Scroungeři M. macgregori* připlují a vyvolají „boj“ s prvním predátorem tím, že se k němu přiblíží s nataženým rostrem, jako by se přibližovali ke kořisti. Poté se oba chytí předníma a středníma nohama a následuje krátký boj (přibližně do 2 sekund), kdy opakovaně vyklápí rostrum dopředu a tak naráží do protivníka. Kořist se prvním predátorům ale většinou nepodaří ubránit. *Scroungeři* nejprve utvoří kroužek okolo kořisti. Ti, kteří připlují později, nejdříve hledají místo na kořisti. Pokud ho nenajdou, snaží se vklínit mezi ostatní. Ti je ale odhánějí kopáním zadníma nohama. Svou pozici si *scroungeři* hlídají. Když potřebují přemístit své rostrum, nikdy neztrácí kontakt s kořistí předníma nohama. Změnit své místo u kořisti se odváží, jen je-li počet *scroungerů* natolik nízký, že se o místo u kořisti nemusí bát (Jackson a Walls, 1998).

Pro ploštice je tedy výhodnější lovit menší kořist navzdory tomu, že z ní přijme méně energie, jelikož je jednodušší na zpracování a rychleji dochází k paralyzování slinami. Dále má ploštice větší pravděpodobnost, že se jí podaří odnést kořist na břeh, kde ji pozře sama (Erlandsson, 1988).

Nevýhody prvního predátora oproti jedincům, kteří připlují až k ulovené kořisti, jsou značné. Při lovu totiž první predátor riskuje, že se sám stane kořistí ryby, či ptáka. Navíc poměr vydané a přijaté energie je pro něj nepříznivý. Jedinec, který se připojí jako druhý, je vystaven potenciálnímu riziku ulovení predátorem kratší dobu a nemusí vydávat energii potřebnou na lov. Navíc je možné, že vnitřnosti

kořisti jsou již částečně natrávené slinami prvního predátora, což urychluje konzumaci. Z těchto důvodů se plošnice lovu vyhýbají a loví většinou ten, kdo je nejvíce vyhladovělý (Erlandsson, 1988).

Erlandsson (1992) také popisuje případ kleptoparazitismu, kdy se bruslařky *G. lacustris* a *G. argentatus* živily kořisti ulovenou vírníkem *Gyrinus substriatus* simultánně s ním, ale jen po omezený čas. Vírníci totiž nerozpouští vnitřek kořisti toxickými slinami jako bruslařky, ale ukusují ji odzadu, takže se kořist často ještě brání, čímž přiláká pozornost bruslařek. Vírník nedokáže svou kořist odnést, a tak ji musí sníst co nejrychleji, aby mu bruslařky vysály co nejmenší část kořisti. Vírník je sice znatelně dominantnější predátor v porovnání s bruslařkami, jejich koexistence je však umožněna dvěma jevy. Prvním z nich je fakt, že pokud je dominantní druh nasycený, nemá potřebu lovit, a tak se ke kořisti dostane i méně dominantní druh. Zadruhé, bruslařky jsou schopné sdílet kořist ulovenou vírníkem, či mu ji dokonce ukrást. Erlandsson (1992) se také domnívá, že v přirozených podmínkách mohou být méně dominantní druhy zvýhodněny rozprostřením kořisti, která je ovlivněna větrem a vlnami.

4 Kanibalismus a vnitrocehovní predace⁷

Kanibalismus je chápaný jako požívání jedinců vlastního druhu (Fox, 1975). O vnitrocehovní predaci se jedná, pokud predátor požívá jedince ze stejného cechu⁸ (Polis a kol., 1989). Cech představuje skupinu živočichů, kteří sdílejí stejný habitat a druh potravy (Root, 1967 in Simberloff a Dayan, 1991). Vnitrocehovní predaci lze tedy chápat jako nadřazený pojem pro kanibalismus.

Kanibalismus je mezi živočichy poměrně běžný a má veliký ekologický význam, a to od prvoků po savce (Polis, 1981). Může ovlivňovat zastoupení věkových skupin, prostorové rozložení a populační dynamiku. Předpokládá se, že má ve velkém měřítku vliv i na strukturní a behaviorální znaky a tzv. life-history⁹ populací predátorů (Spence a Cárcamo, 1991). Kanibalismus způsobuje potíže při chování semiakvatických ploštic v laboratorních podmínkách (Riley, 1922).

U semiakvatických ploštic loví dospělci a starší nymfy mladší nymfy (Andersen, 1982), čímž snižují počet přeživších, ale zároveň zvedají pravděpodobnost, že přežijí ony samotné. Kanibalismus tedy přináší predátorovi dvojí užitek. Zprvė získá přímo nutriční a zadruhé eliminuje případného kompetitora ze svého stanoviště (Spence a Cárcamo, 1991). Tento dvojí užitek se dá zobecnit i na vnitrocehovní predaci.

Kanibalismus je podmíněný geneticky a enviromentálně. Daný živočich musí mít pro kanibalismus genetický základ, jenž je pak utlumován či spouštěn okolními podmínkami (Polis, 1981).

Ploštice si vybírají kořist přiměřenou svým schopnostem. Spence a Cárcamo (1991) při experimentu s *Gerris pingreensis* zjistili, že dospělcům nejvíce vyhovují první instary nymf. Predace mezi dospělci a prvními instary totiž byla vyšší než mezi třetími a prvními, pátými a třetími instary. Nymfy jsou zranitelné, zejména když se svlékají (Andersen, 1982). U rodu *Halobates* je kanibalismus běžný, nicméně nikdy nebyly zaznamenány útoky na dospělé (Cheng, 1985).

Kanibalismus bruslařky *G. pingreensis* se pozitivně odráží na její váze po

⁷Anglický ekvivalent pro vnitrocehovní predaci je *Interguild predation*.

⁸V anglické literatuře se používá pojem *guild*.

⁹Anglický pojem *life-history* nemá dostatečně vystihující ekvivalent. Dal by se přeložit jako průběh života. Zahrnuje například, jak velká se rodí mláďata, kdy dospívají, kdy mají vlastní mláďata, délka života.

vysvělečení v dospělce. Naopak velice negativně se tato skutečnost projevila na počtech nymf nižších instarů. Na délku vývoje predátorů neměl kanibalismus dopad (Spence a Cárcamo, 1991). Spence (1986) ale provedl dříve stejný pokus na bruslařce *G. buenoi* a výsledky se významně lišily - váha samic, které mohly provádět kanibalismus, byla po vylíhnutí nižší než těch z kontrolní skupiny. Z toho vyplývá, že se užitek z kanibalismu nedá generalizovat pro všechny druhy (Spence a Cárcamo, 1991). Chování *G. buenoi* odpovídá jejímu habitu, v němž je více vystavena predaci jiných bezobratlých (Spence, 1986) a tak si nemůže dovolit snižovat své počty kanibalismem.

G. pingreensis je dominantním druhem na západokanadském jezeru George, což bylo zdůvodňováno vnitrocechovní predací. Spence a Cárcamo (1991) nenašli žádný důkaz zvýšené predace na ostatních druzích a tak se domnívají, že dominance je daná vlivem life-history strategií. Bezokřídle jedinci *G. pingreensis* totiž přezimují při březích permanentních habitů (Spence, 1989). *G. pingreensis* se na jaře vylíhne velice brzo díky nízkému teplotnímu prahu pro zahájení vývoje (Spence a kol., 1980). V čase, kdy se objevují ostatní kompetitoři, jsou už nymfy ve fázi pozdějších instarů. Tento náskok jim umožní být dominantním druhem, přestože poměrově predují více na svém vlastním druhu než na ostatních Gerridae. Znamená to, že být se nabízí vnitrocechovní predace jako výrazný činitel v populační dynamice, nemůže se s jeho významem počítat, dokud není experimentálně ověřen (Spence a Cárcamo, 1991).

Mezi eusociálním a semisociálním hmyzem bylo pozorováno rozlišování příbuzných jedinců (Waldman, 1988). Mezi nesociálním hmyzem se rozlišování objevilo pouze ve výjimečných případech, kdy bylo výsledkem zlepšení inkluzivní fitness jedinců (Hamilton, 1964 in Cárcamo a Spence, 1994).

Nummelin (1989) prováděl experiment s bruslařkami *Gerris thoracicus*, *G. swakopensis* a *Limnoporus rufoscutellatus*, kterým se snažil zjistit, zda bruslařky při kanibalismu rozlišují své potomky. Dospělci byli v akváriu jen se svými larvami a následně s larvami jiných druhů. Rozdíly v poměru ulovených larev vlastních a cizích (ve prospěch cizích) byly pozorovány u samců *L. rufoscutellatus*, samic *G. thoracicus* a nejvíce u samic *G. swakopensis*.

Spence a Cárcamo (1994) poukázali na to, že se jednalo o laboratorní podmínky.

Nummelin se sám podílí na článku (Nummelin a kol., 1984), který popisuje, že se mikrohabity jednotlivých stádií vývoje druhu u bruslařkovitých nepřekrývají. První instary se ukrývají v hustějším porostu blíže ke břehu a pokročilejší instary se přemísťují do řidšího porostu až k otevřené vodě. Společný habitat je ale důležitý předpoklad pro schopnost rozlišovat své potomky (Waldman, 1988). Další skutečností, která znemožňuje setkávání různých vývojových stádií stejného druhu, je pohyb dospělců na jiná stanoviště při páření a při pokládání vajíček. Prostorovou oddělenost vidí Cárcamo a Spence (1994) jako hlavní důvod, proč nedůvěřovat výsledkům Nummelina (1989) jako důkazu pozitivní diskriminace vlastních potomků a příbuzných v přírodních podmínkách. Cárcamo a Spence (1994) tedy provedli pokus s bruslařkami *Aquarius remigis* a *Limnoporos dissortis*. *A. remigis* žije na klidnějších místech potoků a nemá křídla, což ji izoluje najednom místě (Fairbairn, 1985). Proto Cárcamo a Spence (1994) předpokládali, že pokud se objeví rozdíl, pak právě *A. remigis* bude rozpoznávat své nymfy od ostatních. Na rozdíl od okřídlené *L. dissortis*, která žije na dočasných habitatech a tudíž je pro ni běžné přelétávání (Spence, 1989), což, jak bylo výše vysvětleno, představuje při rozlišování problém. Experimenty ale ukazují, že v predaci na vlastních a cizích nymfách nejsou žádné významné rozdíly. Cárcamo a Spence (1994) tedy předpokládají, že prostorová segregace chrání před kanibalismem, následně ale zabraňuje rozlišování vlastních mláďat.

Nabízí se jiné řešení, v rámci něhož by bruslařky rozlišovat uměly, ale nerozlišovaly. Tuto situaci popisuje Waldman (1988). Existují situace, kdy živočich umí rozpoznat svého potomka, ale potenciální užitek z kanibalismu je větší než z případného vyššího fitness způsobeného rozlišováním potomků; a tak se jejich schopnost rozlišovat příbuzné a nepříbuzné jedince neprojeví. Rozlišováním se semiakvatické ploštice rovněž nemusí řídit například kvůli riziku, že si spletou nevlastního jedince s vlastním potomkem, což by vedlo ke zbytečnému hladovění a tudíž i k snížení fitness (Waldman, 1987).

Mezi jednotlivými druhy Gerromorpha existují samozřejmě rozdíly. Starší nymfy *A. najas* predují na vlastních nymfách mladších instarů poměrně často (Brinkhurst, 1966) a 15% potravy *H. robustus* tvoří jedinci z jejího druhu (Cheng, 1985). Oproti tomu jsou nymfy *G. buenoi* kanibalismem ohrožovány minimálně (Spence, 1986).

5 Gerromorpha jako kořist

Predátoři semiakvatických ploštic pochází z nejrůznějších taxonů, počínaje bezobratlými, přes ryby, plazy a netopýry, konče ptáky. Právě ptáci spolu s rybami představují nejběžnější predátory *Gerromorpha* (Riley, 2006). Velkou nevýhodou představuje fakt, že jejich habitat je většinou v podstatě pouze dvourozměrný, pokud se nachází na větším vodním tělese. Jejich predátoři však využívají trojrozměrné prostředí, takže mohou napadat *Gerromorpha* jak ze stran, tak shora a zespoda. Před predátory se semiakvatické ploštice mohou schovat jedině na břeh nebo plovoucí předměty, například listy. Proto se mezi nimi vyvinuly různé jiné způsoby obrany před predátory.

Aquarius remigis se vyhýbá nebezpečí predace tím, že přebývá na částech potoků, kde nejsou predující ryby (Haskins a kol., 1997). V případě, že byla *A. remigis* vystavena predujícím rybám, stáhla se ze středu potoka ke kraji a zredukovala délku i frekvenci páření (Sih a Krupa, 1995 in Haskins a kol., 1997). Protikladem *A. remigis* je *A. conformis*, která je na přítomnost dravých ryb zvyklá a má poměrově delší nohy, takže může predátorovi rychleji utéct do stran a také umí skákat vertikálně. Tato schopnost ji chrání před predací ryb. Pokud si mohla *A. conformis* zvolit mezi nádrží s dravou rybou a *A. remigis*, vybrala si nádrž s rybou. V přítomnosti *A. remigis* bylo redukováno její páření (Haskins a kol., 1997).

Aquarius najas se vyhýbá setkání s predátorem ukrytím se ve vegetaci v čase, kdy je její predátor aktivní. Svensson a kol. (2002) pozoroval stanoviště, kde *A. najas* tvořila 97% hmyzu, ale zároveň představovala méně než 1% potravy netopýra *Myotis daubentonii*, který se specializuje na hmyz na hladině a 30 cm nad ní, jelikož vodní hladina neodráží zpět zvuky, ale vrací se jen od břehu a kořisti. Bylo vyzkoušeno, že *A. najas* nereaguje na ultrazvuk netopýra, ani že si netopýr nevybírám jinou kořist záměrně. Pokud byl totiž netopýr krmený *A. najas*, pozřel ji opakovaně dobrovolně. *A. najas* není ani příliš malá pro lov, jelikož jiné kořisti netopýra byly menší než ona. Svensson zjistil, že v době soumraku a několik hodin po něm, tedy v době, kdy netopýři *M. daubentonii* loví, je *A. najas* schovaná u břehu pravděpodobně v trávě. Jejich chování není způsobeno úbytkem světla, jelikož o půlnoci jsou bruslařky znovu aktivní.

Přirozenou ochranou strategií před predací je útek (Andersen, 1982). V rychlosti

útěku pravděpodobně nejvíce vyniká *Hermatobates*, který se pohybuje po vodní hladině tak rychle, že nebylo možné ho sledovat pouhým okem (Polhemus, 1982).

Některé druhy z čeledi Veliidae a mnoho druhů z Gerridae tvoří „školky“¹⁰. Jedná se o skupiny s počtem pohybujícím se v řádu desítek až stovek jedinců (Andersen, 1982). Tyto skupiny jim podle Treherne a Foster (1981) poskytují větší bezpečí podle principu rozředění rizika, který popisuje fakt, že čím je skupina větší, tím je nižší pravděpodobnost, že se určitý jedinec stane kořistí. Dále se objevuje princip zmatení, tj. případ, kdy se „školka“ rozprchne. Pro predátora je pak složité vypořádat se s mnohočetnou kořistí, kde se každá část pohybuje jiným směrem (Hilton a kol., 1999). Další výhodou přebývání ve „školkách“ nazvali Treherne a Foster (1981) trafalgarským efektem¹¹. Pokud predátor napadne „školku“, ostatní jedinci, kteří predátora ještě nezaregistrovali, jsou na něj upozorněni častějšími srážkami s ostatními jedinci, což u nich vyvolá častější pohyb, změny směru či útěk dříve, než si predátora všimnou sami. Výhody přebývání ve „školkách“ jsou ilustrovány výsledky pozorování predace sardinek na *Halobates robustus*. Pokud se jedinci oddělili od „školky“, byl úspěšný každý pátý pokus o predaci. Ve „školce“ s počtem jedinců od 50 do 70 byl úspěšný pouze každý padesátý pokus o predaci. Ve „školce“ s víc než 150 členy nebyl případ úspěšné predace zaznamenán. (Treherne a Foster, 1982)

Semiakvatické ploštice mají metasternální zápašnou žlázu¹², uvolňující těkavou, často zapáchající tekutinu. Mnoho autorů si proto myslí, že jsou díky ní ploštice pro predátory nechutné. Tuto žlázu však postrádají nymfy i někteří dospělci¹³ (Andersen a Polhemus, 1976). Výměšky pižmové žlázy mohou být důvodem, proč pstruh obecný (*Salmo trutta*) neloví hladinatku *V. caprai*. Pokud *Veli* omylem ulovil, většinou ji vyvrhl zpět. Autoři pozorování se domnívají, že přebývání ve „školkách“ snižuje riziko predace hladinatek, jelikož časté setkávání predátorů a kořisti zajišťuje, že si predátoři zapamatují špatnou chuť hladinatek (Brönmark a kol., 1984).

¹⁰V originále jsou nazvané *schools*.

¹¹Pojmenováno podle bitvy u Trafalgaru, kde byl admirál Nelson díky řetězci menších válečných lodí sahající až za obzor informován o vyplutí francouzsko-španělského loďstva dopředu.

¹²V originále je nazvána *scent gland*.

¹³Výjimku tvoří nymfy *Mesoveliidae* a *Hermatobates* a dospělci *Rheumatobates*.

Jednotlivé obrané strategie mohou být u ploštic kombinované. Bruslačkám *Aquarius najas* v ochraně před predátorem pomáhají kromě rychlého útěku, umožněného dlouhými nohama, také rychlé změny směru pohybu, silný exoskelet, velké globulární oči, chloupky uzpůsobené k vnímání vibrací a výběr habitatu¹⁴. Díky těmto obranným prvkům pravděpodobně nemá přirozeného predátora (Brinkhurst, 1966).

Predátoři nemusí ovlivnit početnost populace semiakvatických ploštic predací pouze přímo. Pouhá přítomnost pstruha duhového (*Oncorhynchus mykiss*) zahнала samice *A. remigis* na okraj rybníčků, což bruslačkám zredukovalo možnosti lovu. Omezený lov má za následek snížení průměrné váhy samic na podzim před přezimováním, což může mít výrazný vliv na jejich přežití během zimy. Přítomnost pstruha ale neměla žádný vliv na váhu samců (Cooper, 1984). Další nepřímý vliv přítomnosti predátora na početnost společenstev semiakvatických ploštic zaznamenali Krupa a Sih (1998). Při pokusu vystavili bruslačku *A. remigis* přítomnosti slunečnice zelené (*Lepomis cyanellus*) a lovčíka proužkovaného (*Dolomedes vittatus*). Oba predátoři měli negativní vliv délku trvání páření. Přítomnost slunečnice redukovala i frekvenci páření bruslaček. K největší redukci páření však došlo, pokud byla bruslačka vystavena oběma predátorům najednou.

Lovčík *D. vittatus* útočí z převislé vegetace či kamenů nad břehem. Jeho přítomnost vedla samce bruslaček *A. remigis* k přemístění se od břehu. Oproti tomu přítomnost slunečnice *L. cyanellus* vedla samce bruslačky ke stažení se na břeh, či do peřejí. Pokud byla bruslačka vystavena oběma predátorům najednou, chovala se podobně jako v případě, kdy byla vystavena samotné slunečnici. Naopak přítomnost slunečnice nemá téměř žádný vliv na chování samic *A. remigis*, jelikož i v její nepřítomnosti hodně času stráví prcháním před dotírajícími samci.

Velká část vědeckých článků zmiňujících predaci zástupců Gerromorpha je bohužel zaměřena na predátory a proto jsou zástupci Gerromorpha často zařazováni pouze na úroveň čeledí.

Han a Jablonski (2009) popisují výjimečný případ *Gerris gracilicornis*, jejíž

¹⁴*A. najas* osidluje kamenité břehy řek.

samci přítomnost predátora využívají. U Samic *G. gracilicornis* se k obraně před dotírající samci vyvinuly ukryté pohlavní orgány, které jsou pro samce dostupné, jen pokud je samice vysunou. Samci používají strategii zastrašování samice tím, že nohama vytváří vibrace hladiny podobné těm, které jsou vytvářeny při páření. Tyto vibrace přivolávají pozornost predátorů. Jelikož jsou samci při páření na samicích, hrozí samicím větší nebezpečí predace zespoda. Samice proto raději umožní páření, aby snížili riziko predace.

5.1 Predátoři mořských druhů Gerromorpha

Na moři se vyskytují zástupci čtyř čeledí Gerromorpha. Z čeledi Gerridae jsou to rody *Halobates*, *Asclepios*, *Stenobates*, *Rheumatometroides* a *Rheumatobates*. Z čeledi Veliidae rod *Halovelina*, *Xenobates*, *Trochopus* a *Husseyella*, z čeledi Mesovelidae rody *Mesovelina* a *Speovelina* a z čeledi Hermatobatidae jediný druh *Hermatobates* (Andersen a Polhemus, 1976).

Predace mořských ryb je zaznamenána jen na rodu *Halobates*. Mezi rybí predátory *Halobates robustus* patří sardinka tečkovaná (*Sardinops sagax*) a parmice¹⁵. V jednom případě byl pozorován i čtverzubec *Arothron annulatus*, jak preduje na bruslačkách (Treherne a Foster, 1982). Kranas šestiprstý (*Caranx sexfasciatus*) loví *Halobates micans* a *H. germanus* v poměru 2:1 a tvoří tak výjimku z ostatních kranasovitých (Carangidae) žijících v tropickém západním Tichém oceánu, kteří bruslačky *Halobates* neloví. Další významný predátor v téže oblasti je tlošťovka modravá (*Kyphosus cinerascens*) (Senta a kol., 1993).

Mezi nejvýznamnější ptačí predátory patří nody šedý (*Procelsterna cerulea*), který loví *Halobates sericeus*. V jeho útrokách se výjimečně objevovali i *H. micans*. Ostatky zástupců rodu *Halobates* byly nalezeny v 81% vzorků obsahu žaludku nodyho (Cheng a Harrison, 1983), který se po určitý čas dokáže živit výhradně bruslačkami rodu *Halobates* (Cheng, 1985). Další velmi významní ptačí predátoři jsou buňňák Bulwerův (*Bulweria bulwerii*), buňňák boninský (*Pterodroma hypoleuca*) (Harrison a kol., 1983) a rybák tichomořský (*Onychoprion lunatus*), kteří predují hlavně na *H. sericeus* (Cheng a Harrison, 1983). Tato bruslačka je také potravou nodyho obecného (*Anous stolidus*), buňňáčka Tristramova (*Oceanodroma tristrami*), buňňáka klínoocasého (*Puffinus*

¹⁵V originále je popsána jako *mullet*.

pacificus), albatrosa laysanského (*Phoebastria immutabilis*) a albatrosa černonohého (*Phoebastria nigripes*), ale tvoří jen malý podíl jejich stravy (Cheng a Harrison, 1983; Harrison a kol., 1983). U některých druhů mořských ptáků mohou však tvořit bruslařky *H. sericeus* až 22% potravy. Buňák tichomořský a dlouhokřídlý (*Pterodroma alba*, *P. macroptera gouldii*) rovněž loví bruslařky *Halobates*, které ale tvoří pouze zlomek jejich potravy (Imber, 1973).

Lesňáček žlutý (*Setophaga petechia*) loví *H. robustus* na břehu i za letu. Žije na pobřeží, kde se obvykle posadí na kořeny mangrovů a loví bruslařky přímo z hladiny. Bruslařky přechájej vždy, když zaregistrují lesňáčka zobajícího z vodní hladiny či když nad nimi přelétával. Oproti tomu se nebránily útokům ryb, jelikož si jich nevšimli, dokud ryby nenarušila vodní hladinu. Stejně tak nebylo nikdy pozorováno, že by útočili na potravu ponořenou pod hladinou (Foster a Treherne, 1980). *H. robustus* pravděpodobně není schopná sledovat dění pod vodní hladinou, což zvětšuje pravděpodobnost její predace. Je zaznamenán i případ, kdy byly bruslařky *H. robustus* uloveny plazem (*Microlophus albemarlensis*).

5.2 Predátoři sladkovodních druhů Gerromorpha

Pstruh duhový (*Oncorhynchus mykiss*) je známým sladkovodním predátorem semiakvatických ploštic (Cooper, 1984; Metcalf a kol., 1997). Cooper (1984) zaznamenal jeho predaci na bruslařce *Aquarius remigis*. Pstruh je bruslařkám kromě predátora i kompetitorem, jelikož se také živí hmyzem na vodní hladině. Bruslařky se před ním schovávají u břehu, což zvyšuje vnitrodruhovou kompetici. Tento fakt se zdá být částečně kompenzován predací pstruha na kompetitorech bruslařek, jako jsou například znakoplavkovití (Cooper, 1984). Dalšími sladkovodními predátory z řad ryb jsou tetrovití (Characidae), kteří loví hladinatky. Příkladem je tetra pebaská (*Ctenobrycon hauxwellianus*). Navíc byla v obsahu žaludku tetry pruhované (*Astyanax fasciatus*) a tetry ouklejotvaré (*Aphyocharax alburnus*) nalezena těla zástupců čeledi Gerridae. Rovněž trahir krátkoocasý (*Erythrinus erythrinus*) loví bruslařky (Saul, 1975). Jeleček velkohlavý (*Pimephales promelas*) a slunečnice zelená (*Lepomis cyanellus*) loví z čeledi Gerridae bruslařku *Aquarius remigis* (Sih a Krupa, 1996). Úmrtnost bruslařky v přítomnosti slunečnice zelené činí 15-20% (Kupa a Sih, 1998).

Predace na semiakvatických plošticích ze strany žab byla zaznamenána u skokana volského (*Lithobates catesbeianus*), který loví z řádu Hemiptera

nejčastěji zástupce čeledi Gerridae a v menší míře zástupce Veliidae, což platí v menším měřítku i o skokanu žlutohém (*Rana boylii*) (Hothem a kol., 2009). Zástupci čeledi Gerridae byli rovněž nalezeni téměř v 9% případů v útrokách skokana černoskvřnného (*Pelophylax nigromaculatus*), který loví na březích rýžových polí (Hirai a Matsui, 1999). Skokan smrdutý (*Lithobates septentrionalis*) loví převážně dospělé i nymfy čeledi Veliidae, dále také zástupce Gerridae a v ojedinělých případech i zástupce Mesoveliidae a Hebridae. Semiakvatické ploštice se ovšem musejí nacházet ve skupině, aby se mohly stát kořistí skokana smrdutého, jelikož jednotlivci jsou příliš malí a skokan si jich nevšimne (Hedeen, 1972). V Severní Americe loví samci rosničky chórové (*Pseudacris triseriata*) zástupce bruslařkovitých, ale jen v malé míře (Whitaker, 1971). Z plazů loví dospělé Gerridae kajmanka dravá (*Chelydra serpentina osceola*) (Punzo, 1975).

Ptáci spojení se sladkými vodami neloví Gerromorpha tak často jako mořští ptáci. Je zaznamenán lov bruslařky čírkou kaštanovou (*Anas castanea*) (Norman a Mumford, 1982) a výjimečně polákem vlnkovaným (*Aythya affinis*) (Anderson, 1959) a juvenilními jedinci poláků proužkozobých (*Aythya collaris*), kteří loví i zástupce čeledi Mesoveliidae (McAuley a Longcore, 1988).

A. najas je lovena cedivkou sklepní (*Amaurobius similis*). Tato kořist má však pro cedivku malý význam. Bruslařka přezimuje jako dospělec v menších dutinách nad vodní hladinou. Cedivka pokryje vchody do těchto dutin pavučinou, do které se bruslařky chytí na jaře. Cedivka tak může lovit v podstatě jen jednou za rok (Brinkhurst, 1966). Mezi predátory ze skupiny bezobratlých se také může řadit znakoplavka obecná (*Notonecta glauca*), která byla pozorována při konzumaci dospělého *Aquarius paludum* v přirozených podmínkách. V laboratorních podmínkách byla pozorována i konzumace bruslařky *A. paludum* splešťulí blátivou (*Nepa cinerea*) (T. Ditrich, ústní sdělení)

6 Využití Gerromopha při výuce přírodopisu

Semiakvatické ploštice se jeví jako vhodné živočichové pro využití při výuce přírodopisu na základní škole. Je možné na nich sledovat celou řadu potravních vztahů jako je predace, kanibalismus nebo kleptoparazitismus¹⁶. Nummelin (1989) si při pozorování kanibalismu mezi bruslačkami všiml jevu, který může pomoci v rozlišování ploštic zemřelých od ulovených jinou plošticí. Jedná se o rozdíl v barvě očí zemřelých bruslařek a obětí kanibalismu. Zemřelé bruslařky si zachovaly stejnou barvu očí, zatímco do obětí byly vstříknuty toxické sliny, které rozložily oční pigmenty, a tak byly jejich oči vybledlé. Na semiakvatických plošticích je možné také ukázat používání bodavě sacího ústního ústrojí.

Bezkrídle ploštice je možné pozorovat kdykoli je potřeba, jelikož jejich prostředí je dvoudimenzionální a ony se tudíž nemohou schovat (Treherne a Foster, 1982). Stejně tak se dají zástupci Gerromorpha pozorovat snadno i v přírodních podmínkách, jelikož obývají téměř všechny vodní habitaty.

Ploštice jsou v porovnání s jinými predátory nenáročné na chov. Akváriem je vybavena většina základních škol; výhodou je, pokud jsou již v akváriu chovány rybičky, žáci mohou sledovat, zda ryby z jejich akvária loví ploštice. Je velmi pravděpodobné, že jejich ryba ještě nebyla zaznamenána jako predátor semiakvatických ploštic. V případě, že jsou ploštice rybou loveny, mohou žáci získat dojem, že zjistili informace, které vědci zkoumající predátory vodního hmyzu ještě nezaznamenali. Tento pocit může žáky nadchnout pro další zkoumání. Mohou provést podobný pozorování, při kterém však budou ploštice predátory. Pro tento pokus si mohou žáci hmyz opatřit sami za pomoci smýkačky. Hmyz se mohou žáci pokusit určit za pomoci determinačních klíčů.

Na plošticích je možné pozorovat estivaci. Hladinatka *V. gridellii* žije v horských potocích a estivuje pod kameny ve vlhku, když potoky vysychají (Cianferoni a Santini 2012). Takovéto vysychání prostředí se dá ve školním akváriu také snadno simulovat.

Pro seznámení s potravním chováním semiakvatických ploštic nebo upevnění

¹⁶Teoreticky je možné na semiakvatických plošticích pozorovat i parazitismus (Arnqvist a Mäki, 1990), ale toto pozorování by bylo pro žáky základních škol příliš složité.

poznatků již získaných může žákům posloužit následující hra.

Věková skupina: 11-16 let

Počet hráčů: 20-30

Délka: 90 minut (s přestávkou uprostřed)

Potřeby: propisky pro každého hráče, karty s kořistí, osobní karta pro každého hráče, jsou vhodné i mobilní telefony s kalkulačkou.

Hra se snaží simulovat potravní chování semiakvatických ploštic. Jedná se o hru pohybového charakteru, která může být použita při projektovém vyučování, při škole v přírodě nebo jiných školních akcích. Je navržena na hraní v lese, na louce nebo na jejich rozhraní. Při vybírání prostoru je nutné myslet na bezpečnost dětí, ale také je vhodné, aby byl terén členěný, dostatečně rozlehlý, s přirozenými hranicemi, jako je třeba konec lesa nebo cesta. Hráči jsou v roli samic semiakvatických ploštic. Smyslem hry je nasbírat co nejvíc potravy a tak zvětšit svou schopnost se rozmnožit. V herním prostoru jsou rozmístěné papírky s názvy kořistí. U každé kořisti je napsáno číslo, které určuje hodnotu získané potravy a zároveň i čas, který musí hráč pro konzumaci kořisti strávit na místě, kde kořist našel. Výjimkou jsou kořisti, které neváží více než 8 mg. V takovém případě může být kořist po ulovení odnesena na odlehlejší místo. Kořist musí být ulovena pouze jediným hráčem. Hráč si kartu kořisti přečte. Pokud se ji rozhodne ulovit, musí to dát najevo vzpažením obou rukou na 5 sekund, což představuje dobu lovu, během které nemůže hráč utíkat před predátorem. Po ulovení následuje krmení, ke kterému se mohou přidat ještě další čtyři hráči. Zisk potravy i doba krmení se pak dělí počtem hráčů, kteří se kořistí krmili. Během krmení nesmí hráči od kořisti utéct před predátorem. Hráči mohou být během krmení chyceni. Po skončení krmení mají však hráči přibližně 30 sekund na spočítání a zapsání množství získané potravy do svých osobních karet, kdy chycení být nemohou.

Mezi hráči se pohybují postavy predátorů (učitelé, instruktoři). Ti mohou lovit hráče dotykem. Hráč, který je uloven, musí odevzdat svou osobní kartu a vytvořit si novou. Hráči se mohou před predátory chránit útekem nebo vytvořením skupin. Platí pravidlo, že čím je skupina větší, tím méně je napadána predátory. Členové skupiny nesmí být od sebe vzdáleni více než metr.

Po 45 minutách hry následuje přestávka. Během ní mají hráči čas na oddych a

doplnění tekutin. Instruktoři mohou upravit pravidla podle schopností a energie hráčů. O přestávce také instruktoři vysvětlí pravidla nového prvku hry – kanibalismu. Hráč se může pokusit ulovit jiného hráče tak, že se ho dotkne a sdělí mu, že ho chce ulovit. Protihráč musí pravdivě sdělit, jaké množství potravy má momentálně zapsáno na své osobní kartě. Pokud má útočící hráč na kartě zapsáno více potravy než napadený, probíhá lov stejně jako lov kořisti na papírku s tím, že čas na krmění i množství získané potravy je pouze polovina množství potravy, kterou má ulovený hráč zapsanou na své osobní kartě. Pokud má útočník potravy méně než napadený, pokus o lov se mu nezdařil. Navíc může původně napadený hráč útok oplatit s jistotou, že vyhraje. Hráči, kteří sčítají nebo porovnávají množství potravy při kanibalistickém útoku, nemohou být napadeni. Na konci se vyhlásí výsledky jednotlivců. Vyhrává hráč s nejvyšším množstvím ulovené potravy na své aktuální osobní kartě.

7 Závěr

Cílem této práce bylo vytvořit přehled kořisti, predátorů a potravního chování infrařádu Gerromorpha. Přehled kořisti a strategie lovu jsou popsány v kapitole *Gerromorpha jako predátoři*, která je rozdělena do podkapitol, které se zabývají jednotlivými čeleděmi. Za podkapitolami věnujícími se více prozkoumaným čeledím jsou vytvořeny tabulky poskytující přehledný souhrn kořisti, rozdělené na kořist lovenou v podmínkách laboratorních a přirozených (viz tab. 1, 2 a 3). Kořist méně prozkoumaných čeledí je shrnuta v jedné tabulce (viz tab. 4). V následujících dvou kapitolách je popsán kanibalismus a kleptoparazitismus. Další kapitola předkládá souhrn predátorů semiakvatických ploštic a popisuje strategie obrany ploštic proti predátorům. Poslední kapitola obsahuje návrhy využití Gerromorpha při výuce přírodopisu. Součástí této kapitoly je i popis pravidel hry pohybového charakteru, která je inspirována potravním chováním semiakvatických ploštic.

Kořist semiakvatických ploštic je z největší části tvořena hmyzem spadlým na vodní hladinu nebo se na hladině líhnoucím, jako například: vajíčky a larvami pakomárovitých (Chironomidae); vajíčky a larvami komárovitých (Culicidae); dále pak křísy (Auchenorrhyncha) a chvostoskoky (Collembola). Z korýšů si ploštice jako potravu vybírají lasturnatky (Ostracoda), perloočky (Cladocera) a klanonožce (Copepoda). Pokud předmětem vědeckého pozorování není vlastní výběr potravy semiakvatických ploštic, bývají v laboratorních podmínkách nejčastěji krmeny octomilkou (*Drosophila*) nebo mouchou domácí (*Musca domestica*). Na semiakvatických plošticích nejčastěji predují ryby a ptáci. *Gerromorpha* se také stávají kořistí žab a želv.

Mezi semiakvatickými plošticemi se objevuje kanibalismus, který může mít velký vliv na početnost jedinců v populacích. Vědci zkoumali, zda jsou ploštice schopné při kanibalismu rozpoznávat své potomky od jiných jedinců téhož druhu. Výsledky nejsou zcela jednoznačné, s velkou pravděpodobností lze ale předpokládat, že své potomky nerozlišují. Dalším potravním vztahem, kterého se Gerromorpha účastní, je kleptoparazitismus. Pro *scroungery* je to výhodný způsob nasycení, při kterém nejsou vystaveni riziku predace během lovu. Lovci se proti kleptoparazitismu snaží bránit odnesením kořisti, což ale není vždy možné kvůli váze kořisti.

Následující výzkum by se mohl zaměřit na menší a méně známé skupiny; jako jsou Mesoveliidae, Macroveliidae, Hermatobatidae a Paraphrynoveliidae. Často je u těchto čeledí dobře popsána morfologie, jelikož její popis nevyžaduje pozorování ve volné přírodě. Nedostatek informací o těchto čeledích je pochopitelný vzhledem k méně častému výskytu těchto jedinců. Jako zajímavé téma se jeví nejen podrobnější výzkum složení potravy zástupců méně probádaných čeledí, ale i strategie jejich lovu a obrany před predátory. Dále by mohla být vyřešena otázka schopnosti rozpoznávání vlastních potomků při kanibalismu; zda ploštice nejsou schopny rozpoznání svých potomků, nebo schopny jsou, ale nijak se rozpoznáním neřídí. Další zajímavé téma představuje vyhladovění a jeho vliv na chování semiakvatických ploštic.

Zástupci infrařádu Gerromorpha představují vhodné živočichy pro demonstraci různých potravních vztahů a užití bodavě sacího ústrojí při výuce přírodopisu. Výhodou je jejich nenáročný chov a dvourozměrný habitat, díky kterému je jejich pozorování snazší.

8 Seznam literatury

Andersen N. M., 1976: A comparative study of locomotion on the water surface in semiaquatic bugs (Insecta, Hemiptera, Gerromorpha). *Videnskabelige Meddelelser Dansk Naturhistorisk Forening*, 139, str. 337-396.

Andersen N. M., 1982: The Semiaquatic Bugs (Hemiptera, Gerromorpha). Phylogeny, adaptations, biogeography and classification. *Entomonograph*, 3, str. 1-455.

Andersen N. M., Polhemus J. T., 1976: Water-striders (Hemiptera: Gerridae, Veliidae, etc.). In Cheng L. (ed.), *Marine Insects*. New York: sole distributors for the U.S.A. and Canada, American Elsevier Pub. Co., str. 187-224.

Anderson H. G., 1959: Food habits of migratory ducks in Illinois. *History Survey Bulletin*, 27, str. 289-344.

Arnqvist G., Mäki M., 1990: Infection rates and pathogenicity of trypanosomatid gut parasites in the water strider *Gerris odontogaster* (Zett.) (Heteroptera: Gerridae). *Oecologia*, 84, str. 194-198.

Bacon J. A., 1956: A taxonomic study of the genus *Rhagovelia* of the Western Hemisphere. *Kansas University science bulletin*, 38, str. 695-913.

Bennett D.V., Cook E. F., 1981: The Semiaquatic Hemiptera of Minnesota (Hemiptera: Heteroptera). *Tech. Bull. Agr. Exp. Stat.*, 332, str. 1-59.

Brinkhurst R. O., 1966: Population Dynamics of the Large Pond-Skater *Gerris najas* Degeer (Hemiptera-Heteroptera). *Journal of Animal Ecology*, 35, str. 13-25.

Brockmann H. J., Barnard C. J., 1979: Kleptoparasitism in birds. *Animal Behaviour*, 27, str. 487-514.

Brönmark C., Malmqvist B., Otto C., 1984: Anti-predator adaptations in neustonic insect (*Velia caprai*). *Oecologie*, 61, str. 189-191.

Brooks A. R., Kelton L. A., 1967: Aquatic and semiaquatic Heteroptera of Alberta, Saskatchewan and Manitoba. *Memoirs of the Entomological Society of Canada*, 51, str. 1-92.

Carayon J., 1971: *Microvelia reticulata*, Hémiptère pêcheur d'Ostracodes. *Entomologiste*. 27, str. 102-104.

Cárcamo H. A., Spence J. R., 1994: Kin Discrimination and Cannibalism in Water Striders (Heteroptera: Gerridae): Another Look. *Oikos*, 70, str. 412-416.

Cianferoni F., Santini G., 2012: Ecology and life histories of two Alpine-Apenninic species of *Velia* (Hemiptera: Heteroptera: Veliidae). *European Journal of Entomology*, 109, str. 427-434.

- Cobben R. H., 1978: Evolutionary trends in heteroptera. Part II. Mouthpart-structures and feeding strategies. *Meded. LandbHoogesch, Wageningen*, 75: str. 1-407.
- Cooper S. D., 1984: The Effects of Trout on Water Striders in Stream Pools. *Oecologia*, 63, str. 376-379.
- Coulianos C.-C., Økland J., Økland K.A., 2008: Norwegian water bugs. Distribution and ecology (Hemiptera–Heteroptera: Gerromorpha and Nepomorpha). *Norwegian Journal of Entomology*, 55, str. 179–222.
- Damgaard J., 2008: Evolution of the semi-aquatic bugs (Hemiptera: Heteroptera: Gerromorpha) with a re-interpretation of the fossil record. *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragar*, 48, str. 251-268.
- Ditrich T., Papáček M., 2009: Correlated traits for dispersal pattern: Terrestrial movement of the water cricket *Velia caprai* (Heteroptera: Gerromorpha: Veliidae). *European Journal of Entomology*, 106, str. 551–555.
- Eklom T., 1926: Morfological and biological studies of the Swedish families of Hemiptera-Heteroptera. Part I. The families Saldidae, Nabidae, Lygaeidae, Hydrometridae, Veliidae and Gerridae. *Zoologiska bidrag fran Uppsala*, 10, str. 29-179.
- Eklom T., 1930: Morphological and biological studies of the Swedish families of Hemiptera-Heteroptera. Part II. The families Mesoveliidae, Coreidae and Corixidae. *Zoologiska bidrag fran Uppsala*, 12, str. 113-150.
- Erlandsson A., 1988: Food-Sharing vs Monopolising Prey: A Form of Kleptoparasitism in *Velia Caprai* (Heteroptera). *Oikos*, 53, str. 203-206.
- Erlandsson A., 1992: Asymmetric Interactions in Semiaquatic Insects. *Oecologia*, 90, str. 153-157.
- Esaki T., 1924: On the Curious Halophilous Water Strider, *Halovelia Maritima* Bergroth: Hemiptera: Gerridae. *Bulletin oh the Brooklyn Entomological Society*, 19, str. 29-34.
- Fairbairn. D. J., 1985: Comparative ecology of *Gerris remigis* (Hemiptera: Gerridae) in two habitats: a paradox of habitat choice. *Canadian Journal of Zoology*, 63, str. 2594-2603.
- Foster W. A., Treherne J. E., 1980: Feeding, predation and aggregation behaviour in marine insect, *Halobates robustus* Barber (Hemiptera: Gerridae), in the Galapagos Iaslands. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B. Biological Sciences*, 209, str. 539-553.
- Foster W. A., Treherne J. E., 1986. The ecology and behaviour of a marine insect, *Halobates fijiensis* (Hemiptera: Gerridae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 86, str. 391-412.
- Fox L. R., 1975: Cannibalism in Natural Populations. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 6, str. 87-106.

- Frick K. E., 1949: The biology of *Microvelia capitata* Guérin, 1857, in Panama Canal Zone and its role as a predator on Anopheline larvae. *Annals of the Entomological Society of America*, 42, str. 77-100.
- Hamilton W. D., 1964: The genetical evolution of social behaviour. *Journal of Theoretical Biology*, 7, str. 1-52.
- Han Ch. S., Jablonski P. G., 2009: Female Genitalia Concealment Promotes Intimate Male Courtship in a Water Strider. *PLoS ONE*, 4, e5793.
- Harrison C. S., Hida T. S., Seki M. P., 1983: Hawaiian seabird feeding ecology. *Wildlife Monographs*, 85, str. 3-71.
- Haskins K. E., Sih A., Krupa J. J., 1997: Predation risk and social interference as factors influencing habitat selection in two species of stream-dwelling waterstriders. *Behavioral Ecology*, 8, str. 351-363.
- Hedeen S. E., 1972: Food and Feeding Behavior of the Mink Frog, *Rana septentrionalis* Baird, in Minnesota. *American Midland Naturalist*, 88, str. 291-300.
- Hilton G. M., Cresswell W., Ruxton G. D., 1999: Intraflock variation in the speed of escape flight response on attack by an avian predator. *Behavioral Ecology*, 10, str. 391-395.
- Hirai T., Matsui M., 1999: Feeding habits of the pond frog, *Rana nigromaculata*, inhabiting rice fields in Kyoto, Japan. *Copeia*, str. 940-947.
- Hothem R. L., Meckstroth A. M., Wegner K. E., Jennings M. R., Crayon J. J., 2009: Diets of three species of anurans from the Cache Creek Watershed, California, USA. *Journal of Herpetology*, 43, str. 275-283.
- Hungerford H. B., 1917: The life-history of *Mesovelia mulsanti* White. *Psyche*, 24, str. 73-84.
- Hungerford H. B., 1919: The biology and ecology of aquatic and semiaquatic Hemiptera. *Kansas University science bulletin*, 11, str. 1-341.
- Cheng L., 1967: Studies on the biology of the Gerridae (Hem., Heteroptera) I. Observations on the feeding of *Limnogonus fossarum* (F.). *Entomologist's monthly Magazine*, 102, str. 121-129.
- Cheng L., 1985: Biology of *Halobates* (Heteroptera: Gerridae). *Annual Review of Entomology*, 31, str. 111-135.
- Cheng L., Fernando C. H., 1971: Life history and biology of the riffle bug *Rhagovelia obesa* Uhler in southern Ontario. *Canadian Journal of Zoology*, 49, str. 435-442.
- Cheng L., Harrison C. S., 1983: Seabird Predation on the Sea-Skater *Halobates sericeus* (Heteroptera: Gerridae). *Marine insect*, 72, str. 303-309.

- Cheng L., Leis E. W., 1980: Notes on the Seabug *Hermatobates hawaiiensis* China (Heteroptera: Herbatobatidae). *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society*, 23, str. 193-197.
- Imber M. J., 1973: The food of grey-faced petrels (*Pterodroma macroptera gouldi* (Hutton)), with special reference to diurnal vertical migration of their prey. *The Journal of Animal Ecology*, 42, str. 645-662.
- Jackson R. R., Walls E. I., 1998: Predatory and scavenging behaviour of *Microvelia macgregori* (Hemiptera: Veliidae), a water-surface bug from New Zealand. *New Zealand Journal of Zoology*, 25, str. 23-28.
- Jamieson G. S., Scudder G. C. E., 1977: Food Consumption in *Gerris* (Hemiptera). *Oecologia*, 30, str. 23-41.
- Jamieson G. S., Scudder G. C. E., 1979: Predation in *Gerris* (Hemiptera): reactive distances and locomotor rates. *Oecologia*, 44, str. 13-20.
- Jenkins D. W., 1964: Pathogens, parasites and predators of medically important arthropods. Annotated list and bibliography. *Bulletin of the World Health Organization*, 30 (supple.), 150 s.
- Jordan K. H. C., 1932: Zur Kenntnis des Eies und der Larven von *Microvelia schneideri* Schltz. *Zeitschrift für Wissenschaftliche Insektenbiologie Berlin*, 27, str. 18-22.
- Kaitala A., 1987: Dynamic Life-History Strategy of the Waterstrider *Gerris thoracicus* as an Adaptation to Food and Habitat Variation. *Oikos*, str. 125-131.
- Kellen W. R., 1959: Notes on the biology of *Halovelia marianarum* Usinger in Samoa (Veliidae: Heteroptera). *Annals of the Entomological Society of America*, 52, str. 53-62.
- Krupa J. J., Sih A., 1998: Fishing spiders, green sunfish and a stream-dwelling water strider: male-female conflict and prey responses to single versus multiple predator environments. *Oecologia*, 117, str. 258-265.
- Laird M., 1956: Studies of Mosquitoes and Freshwater Ecology in the South Pacific. *Bulletin of the Royal Society of New Zealand*, 6, str. 1-126.
- Lanciani C. A., 1991: Laboratory rearing of *Hydrometra australis* (Hemiptera: Hydrometridae). *Florida Entomologist*, 74, str. 356-357.
- Lumsden H. R., 1949: Note on the ecology of *Gerris* (*Aquarius*) *najas* (Degeer) (Hemiptera, Gerridae) with special reference to its prey. *Entomologist's Monthly Magazine*, 85, str. 169-173.
- Maier Ch. T., 1977: The Behavior of *Hydrometra championana* (Hemiptera: Hydrometridae) and Resource Partitioning with *Tenagogonus quadrilineatus* (Hemiptera: Gerridae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 50, str. 263-271.

- McAuley D. G., Longcore J. R., 1988: Foods of Juvenile Ring-Necked Ducks: Relationship to Wetland pH. *The Journal of Wildlife Management*, 52, str. 177-185.
- Metcalf C., Pezold F., Crump B. G., 1997: Food habits of introduced rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in the upper Little Missouri River drainage of Arkansas. *The Southwestern Naturalist*, 42, str. 148-154.
- Meyer H. W., 1971: Visuelle Schlüsselreize für die Auslösung der Beutefanghandlung beim Bachwasserläufer *Velia caprai* (Hemiptera, Heteroptera). *Zeitschrift für Vergleichende Physiologie*, 72, str. 298-342.
- Miyamoto S., 1953: Biology of *Microvelia diluta* Distant, with description of its brachypterous form and larval stages. *Sieboldia*, 1, str. 113-133.
- Miura T., Takahashi R., 1988: Predation of *Microvelia pulchella* (Hemiptera: Veliidae) on mosquito larvae. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 4, str. 91-93.
- Murphey R. K., 1971a: Motor control of orientation to prey by the waterstrider, *Gerris remigis*. *Zeitschrift für vergleichende Physiologie*, 72, str. 150-167.
- Murphey R. K., 1971b: Sensory aspects of the control of orientation to prey by the waterstrider, *Gerris remigis*. *Zeitschrift für vergleichende Physiologie*, 72, str. 168-185.
- Norman F. I., Mumford L., 1982: Food of the Chestnut Teal, *Anas Castanea*, in the Gippsland Lakes Region of Victoria. *Wildlife Research*, 9, str. 151-155.
- Nummelin M., 1989: Cannibalism in waterstriders (Heteroptera: Gerridae): is there kin recognition? *Oikos*, 56, str. 87-90.
- Nummelin M., Vepsäläinen K., Spence J. R., 1984: Habitat partitioning among developmental stages of waterstriders (Heteroptera: Gerridae). *Oikos*, 42, str. 267-275.
- Pickard S., 1978: Un prédateur des Collemboles aquatiques *Microvelia reticulata* (Bur.) Hémiptère Hétéroptère, Veliidae. *Revue d'Écologie et de Biologie du Sol*, 15, str. 103-112.
- Polhemus J. T., 1982: Marine Hemiptera of the northern territory, including the first fresh-water species of *Halobates* Eschscholtz (Gerridae, Veliidae, Hermatobatidae and Coroxidae). *Journal of the Australian Entomological Society*, 21, str. 5-11.
- Polhemus J. T., Chapman H. C., 1979a: Family Macroveliidae [California]. *Bulletin-California Insect Survey*, 21, Str. 46-48.
- Polhemus J. T., Chapman H. C., 1979b: Family Veliidae: small water striders, water crickets, riffle bugs [California]. *Bulletin-California Insect Survey*, 21, Str. 49-57.
- Polis G. A., 1981: The Evolution and Dynamics of Interspecific Predation. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 12, str. 225-251.

- Polis G. A., Myers Ch. A., Holt R. D., 1989: The Ecology and Evolution of Intraguild Predation: Potential Competitors That Eat Each Other. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 20, str. 297-330.
- Popham E.J., 1945: Some observations on the distribution of *Velia currens* (Hemiptera). *Entomologist*, 78, str. 145-148.
- Porter T. W., 1950: Taxonomy of the American Hebridae and the natural history of selected species. *Dizertační práce, University of Kansas, Entomology*, 185 s.
- Punzo F., 1975: Studies on the feeding behavior, diet, nesting habits and temperature relationships of *Chelydra serpentina osceola* (Chelonia: Chelydridae). *Journal of Herpetology*, 9, str. 207-210.
- Riley C. F., 1922: Food during captivity of the water-striders, *Gerris remigis* Say and *Gerris marginatus* Say. *Entomological News*, 33, str. 86-88.
- Riley M. K., 2006: Comparison of Food Preference and Behavior of Two Waterstriders *Halobates Hawaiiensis* and *Limnogonus Luctuosus* (Hemiptera: Gerridae) in Moorea, French Polynesia. *Water Resources Center Archives, Biology and Geomorphology of Tropical Islands (ESPM 107/ IB 158)*, str. 1-12.
- Root R. B., 1967: The niche exploitation pattern of the blue-gray gnatcatcher. *Ecological Monographs*, 37, str. 317-350.
- Rothschild M., Clay T., 1952: *Fleas, Flukes and Cuckoos: A study of bird parasites*. London: Collins, 21 s.
- Rubenstein D. I., 1984: Resource Acquisition and Alternative Mating Strategies in Water Striders. *American Zoologist*, 24, str. 345-353.
- Samal P., Misra B.C., 1982: Biological notes on the waterstrider *Limnogonus nitidus* (Mayr), as predator on the rice brown planthopper, *Nilaparvata lugens* Stal. *Annals of the Entomological Society of America*, 75, str. 12-13.
- Saul W. G., 1975: An ecological study of fishes at a site in upper Amazonian Ecuador. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 127, str. 93-134.
- Senta T., Kimura M., Kanbara T., 1993: Predation of Fishes on Open-ocean Species of Sea-skaters (*Halobates* spp.). *Japanese Journal of Ichthyology*, 40, str. 193-198.
- Schneider L., Langer H., 1969: Die Struktur des Rhabdoms im „Doppelauge“ des Wasserläufers *Gerris lacustris*. *Zeitschrift für Zellforschung und Mikroskopische Anatomie*, 99, str. 538-559.
- Sih A., Krupa J. J., 1995: Interacting effects of predation risk and male and female density on male/female conflicts and mating dynamics of stream water striders. *Behavioral Ecology*, 6, str. 316-325.
- Sih A., Krupa J. J., 1996: Direct and indirect effects of multiple enemies on water strider mating dynamics. *Oecologia*, 105, str. 179-188.

- Simberloff D., Dayan T., 1991: The Guild Concept and the Structure of Ecological Communities. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 22, str. 115-143.
- Spence J. R., 1986: Relative impacts of mortality factors in field populations of the waterstrider *Gerris buenoi* Kirkaldy (Heteroptera: Gerridae). *Oecologia*, 70, str. 68-76.
- Spence J. R., 1989: The habitat templet and life history strategies of pondskaters (Heteroptera: Gerridae): reproductive potential, phenology and wing dimorphism. *Canadian Journal of Zoology*, 67, str. 2432-2447.
- Spence J. R., Adersen N. M., 1994: Biology of Water Striders: Interactions Between Systematics and Ecology. *Annual Review of Entomology*, 39, str. 101-128.
- Spence J. R., Cárcamo H. A., 1991: Effects of cannibalism and interguild predation on pondskater (Gerridae). *Oikos*, 62, str. 333-341.
- Spence J. R., Spence D. H., Scudder G. G. E., 1980: The effects of temperature on growth and development of water-strider species (Heteroptera: Gerridae) of central British Columbia and implications for species packing. *Canadian Journal of Zoology*, 58, str. 1813-1820.
- Sprague I. B., 1956: The biology and morphology of *Hydrometra martini* Kirkaldy. *Kansas University science bulletin*, 38, str. 579-693.
- Svensson A. M., Danielsson I., Rydell J., 2002: Avoidance of bats by water striders (*Aquarius najas*, Hemiptera). *Hydrobiologia*, 489, str. 83-90.
- Taylor S. J., Wood D. L., 2000: Rearing *Hydrometra martini* (Heteroptera: Hydrometridae): Food and Substrate Effects. *The Florida Entomologist*, 83, str. 17-25.
- Travers S. E., 1993: Group foraging facilitates food finding in a semi-aquatic hemipteran, *Microvelia austrina* Bueno (Hemiptera: Veliidae). *Pan-Pacific entomologist*, 69, str. 117-121.
- Treherne J. E., Foster W. A., 1981: Group transmission of predator avoidance behavior in a marine insect: the Trafalgar effect. *Animal Behaviour*, 29, str. 911-917.
- Treherne J. E., Foster W. A., 1982: Group size and anti-predator strategies in marine insect. *Animal Behaviour*, 32, str. 536-542.
- Vollrath F., 1984: Kleptobiotic interactions in invertebrates. In Barnard C. J. (ed.), *Producers and scroungers, strategies of exploitation and parasitism*. Chapman & Hall, New York, str. 61-94.
- Waldman B., 1987: Mechanisms of kin recognition. *Journal of Theoretical Biology*, 128, str. 159-185.
- Waldman B., 1988: The ecology of kinrecognition. *Annual Review of Ecological Systems*, 19, str. 543-571.

Wheelwright N. T., Wilkinson G. S., 1985: Space use by a neotropical water strider (Hemiptera: Gerridae): sex and age-class difference. *Biotropica*, 17, str. 165-169.

Whitaker Jr, J. O., 1971: A Study of the Western Chorus Frog, *Pseudacris triseriata*, in Vigo County, Indiana. *Journal of Herpetology*, 5, str. 127-150.

Wigglesworth V. B., 1965: *The principles of Insect Physiology*. London: Methuen and Co., 741 str.

Wilson C. A., 1958: Aquatic and Semiaquatic Hemiptera of Mississippi. *Tulane Studies in Zoology*, 6, str. 115-170.