

□
Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká fakulta

katedra zoologie



**Struktura společenstva půdních roztočů a potravní biologie dominantních
druhů v lokalitě Rendez-Vous (Valtice)**

Diplomová práce

Petra Režňáková

Školitel: prof. RNDr. Jaroslav Smrž, CSc.

Praha 2010

Prohlašuji, že jsem předkládanou diplomovou práci vypracovala samostatně a použitou literaturu jsem řádně citovala.

V Praze 1. 5. 2010

Petra Režňáková

Tímto bych velice ráda poděkovala hlavně svému vedoucímu a školiteli diplomové práce, panu prof. RNDr. Jaroslavu Smržovi, CSc. za cenné rady, trpělivost při konzultacích, optimismus a v neposlední řadě i za ochotné zapůjčení potřebné literatury.

Díky také patří panu Zdenkovi Janovskému za vstřícné rady, pohotovost a vysvětlení obtížnějších částí statistických programů a metodik při řešení statistické části práce.

Obsah

1	Literární přehled.....	8
1.1	Pancířníci v lesních ekosystémech	8
1.2	Potravní biologie.....	9
1.3	Trávicí soustava.....	13
2	Materiál a metodika.....	14
2.1	Charakteristika sledovaného území.....	14
2.2	Charakteristika studovaných ploch.....	18
2.3	Odběr vzorků	18
2.4	Extrakce pancířníků	18
2.5	Metodika ekologické části	19
2.5.1	Abundance.....	19
2.5.2	Dominance.....	19
2.5.3	Diverzita – Shannon-Wienerův index diverzity	20
2.5.4	Diverzita – Simpsonův index.....	20
2.5.5	Ekvitabilita – druhová vyrovnanost založená na Simpsonovu indexu	21
2.5.6	Podobnost společenstev - Sørensenův index	21
2.6	Metodika statistické analýzy.....	21
2.6.1	Metodika jednorozměrných analýz	22
2.6.2	Metodika mnohorozměrných analýz.....	22
2.7	Metodika mikroanatomické části	23
3	Výsledky	26
3.1	Seznam nalezených taxonů roztočů v chráněné lokalitě Rendez-vous (Lednicko-valtický areál)	26
3.2	Výsledky ekologické části.....	28
3.2.1	Výsledky jednorozměrných analýz.....	32
3.2.2	Výsledky mnohorozměrných analýz	33
3.2.3	Výsledky - tabulky a grafy	35
3.3	Výsledky mikroanatomické části.....	51
4	Diskuse	52
4.1	Diskuse ekologické části.....	52
4.1.1	Výskyt některých nalezených druhů, vazba na mikrohabitat	52

4.2	Diskuse mikroanatomické části	56
4.2.1	Potravní biologie.....	56
5	Závěr.....	59
6	Seznam použité literatury	60
7.	Fotografické přílohy	68

Úvod

Roztoči jsou asi nejhojnější skupinou členovců ve většině půd. Chořko (1982) uvádí, že půdní roztoči hrají velkou roli v lesních biogeocenózách, kde osidlují převážně vrchní vrstvu půdy, zejména její humusový horizont. Jejich množství je zde až čtyřnásobně vyšší, než v polních biocenózách. Ve zralých lesních půdách jsou Oribatida často nejpočetnější skupinou členovců vůbec. Podle Wallworka (1976) jejich populační hustota dosahuje až 500 000 jedinců na m². I když jsou roztoči velmi malí (0,2 až 2mm), jejich kvantum a tedy i biomasa, jakož i širší potravních preferencí, jim propůjčují jednu z významných rolí přímých i nepřímých dekompozitorů nejrůznějších materiálů v půdě.

Wallwork (1967) naznačuje, že roztoči jsou velmi důležitou složkou v procesu promíchávání jednotlivých vertikálních vrstev lesních půd, kde zajišťují smíchání mrtvé organické hmoty a fekálních konglomerátů s minerální vrstvou, kde bakterie a houby, které jsou zde hojně zastoupeny, mohou pokračovat v rozkladném procesu na mechanicky rozrušeném substrátu. Kromě toho pancířníci šíří spory hub na těle i ve střevě, a zasahují i do procesů mykostáze a bakteriostáze (Macfadyen, 1964; Butcher et al., 1971). Toto má velký význam hlavně v půdách, kde nacházíme jen velmi málo jiných živočichů (např. žížaly v lese), a roztoči zde dosahují největšího druhového bohatství a tím i biologického a ekologického významu.

Ve srovnání s biotopy lučními, lesní prostředí zahrnuje podstatně více habitatů a mikrohabitatů, zejména díky vertikálnímu rozčlenění lesa, mnoha zdrojů rozkládajících se substrátů (dřevo) i mechových a lišejníkových nárostů na stromech. Z těchto faktorů vyplývá jak odlišnost struktury společenstva, tak potravní nabídka (Wallwork, 1967, 1983).

Hypotéza

Každý biotop je složen z množství mikrohabitátů. Jsou potvrzeny jako součást biotopu a liší se mírně od sebe abiotickými poměry, ale zejména ve smyslu faktorů biotických – hlavně v potravní biologii organismů v nich žijících.

Cíle práce

- Zjistit struktury společenstev půdních saprofágních roztočů v jednotlivých mikrohabitátech a rozdíly či shody mezi nimi, jakož i sezónní dynamiku alespoň dominantních druhů.
- Zjistit možné rozdíly v diverzitě a vyrovnanosti těchto společenstev.
- Zkoumat potravní biologii vybraných druhů roztočů a její případnou sezónní dynamiku.

1 Literární přehled

1.1 Pancířníci v lesních ekosystémech

Luxton (1972, 1975, 1981a, b, c, d) zpracoval ucelenou sérii studií společenstva pancířníků bukového lesa v Dánsku. Zabýval se potravní biologii a metabolismem jednotlivých druhů, strukturovou a prostorovou různorodostí společenstva i vertikální distribucí a sezónní dynamikou jednotlivých druhů. Konstatoval rozdíly mezi jednotlivými mikrohabitaty. Weigmann (1991) a Weigmann a Kratz (1981) na příkladu studie společenstev pancířníků na gradientu od rašeliniště po suchý borový les ukázali, že pancířníci, podobně jako ostatní zoedafon, reagují hlavně na půdní vlhkost jakožto jeden z hlavních abiotických faktorů.

Maraun a Scheu (2000) provedli analýzu struktury celkové početnosti společenstev pancířníků ve dvaceti vybraných biotopech (pole, travnaté biotopy, lesy s různým typem podkladu). Ve své práci dospěli k závěru, že nejvyšší početnosti dosahují pancířníci v jehličnatých lesích s morovým typem humusu (zřejmě absence konkurence a s ní spojené disturbance vlastních obyvatel). K podobným závěrům došel ve své studii i Starý (1999), který dlouhodobě pozoroval společenstva pancířníků v sekundární sukcesní řadě půd. Společenstva pancířníků pozdních sukcesních stádií (acidofilní doubravy) vykazovala nejvyšší diverzitu a zároveň nejvyšší stabilitu v čase, naopak, největší výkyvy ve složení společenstva byly zaznamenány na nejranějších sukcesních stádiích (úhorech).

Anderson (1978b) studoval vztah mezi mikrohabitaty nadložního humusu a druhovou diverzitou společenstva pancířníků, které je obývají. Strukturální, prostorová a chemická diverzita mikrohabitátů a diverzita společenstev pancířníků spolu jistojistě souvisejí. Nejvyšší hodnoty obě veličiny dosahují ve fermentační vrstvě (F). Schenker (1984) srovnával prostorovou distribuci pancířníků na různorodém stanovišti smíšeného lesa (lokalita vymezená třemi kmeny různých druhů stromů). Zjistil velké rozdíly v závislosti na druhu stromu a vzdálenosti od kmene. Na stejném stanovišti pak popsal i sezónní dynamiku jednotlivých druhů. Choťko (1982) zjistil, že ve vlhčích lesních půdách s mohutným humusovým horizontem dosahují pancířníci nejvyšších populačních denzit ($100000 - 400000/m^2$), ovšem horizontální rozmístění roztočů v půdě bylo nerovnoměrné, se silnou tendencí k agregacím. Ty potvrdil i Mitchell (1978) v osikovém lese.

Wallwork (1983) shrnul poznámky o diverzitě, abundanci (početnosti) a struktuře společenstev lesních pancířníků a jejich roli v ekosystému. Z jeho studie vyplývá, že pancířníci dosahují nejvyšších abundancí v bučinách, naopak v borech je o něco nižší druhová bohatost. Tento autor přisuzuje pancířníkům poměrně malý význam v přímé dekompozici rostlinného opadu. Dekompozici však velmi významně ovlivňují nepřímo – v rámci interakcí s mikroflórou (disperze spór hub, selektivní spásání hyf a spor a mobilizace živin vázaných v nich). Celkově z výše uvedených prací vyplývá, že

společenstva roztočů velmi citlivě reagují na jak na celkovou podobu habitatu (bučina x bor) tak i na lokální podmínky daného mikrohabitatu (opad u paty stromu x kmen stromu).

1.2 Potravní biologie

Z výrazné odlišnosti lesních a lučních biotopů ve smyslu abiotickém vyplývá odlišnost v potravní nabídce.

I rozmanitost svrchní vrstvy půdy je velmi různorodá, značně se liší jeden lesní typ opadu od druhého (variabilita bude např. větší ve smíšených lesích než v monokulturách a v listnatých lesích bude variabilita větší než v jehličnatých, ale také díky přítomnosti různého podrostu - cévnaté rostliny, mechy na zemi, ale i houby). Navíc, povaha a tedy i rozklad podzemních částí rostlin (stromů) se liší vzájemně, a pochopitelně, opět i od louky (Coleman et al., 2004).

Navzdory této heterogenitě jednotlivých stanovišť autoři ve starší literatuře předpokládají minimální potravní specializaci skupiny půdních saprofágních roztočů. Teprve koncem padesátých let se objevují první doklady jejich potravní selektivity. Z počátku se tak dělo na základě morfologie (Schuster, 1956). Podobný přístup použil i Kaneko (1988). Prvotní pokusy o stanovení typu pohlčené potravy vycházely z projasnění těla pancířníků v kyselině mléčné (Hartenstein, 1962a-g). Další práce již zmíněný jev dokazovaly experimentálně, a to jak metodou jednodruhového (one-way) či preferenčního (cafeteria) testu (Czajkowska, 1970; Pankiewicz-Nowicka et al., 1984, Koukol et al., 2009).

Schuster (1956), navíc, poprvé použil slova "makrofytofág" a „mikrofytofág“, jimiž popisoval vztah pancířníků k rozkladu rostlinného materiálu či hub, řas a jiných mikroorganismů:

makrofytofág – živí se striktně na rostlinném materiálu (xylofág – živí se na dřevěných tkáních, fylofág – živí se na listových tkáních). Některé druhy makrofytofágních roztočů mohou upřednostňovat listy určitého druhu stromu (Berthet 1964; Murphy 1952, 1953) či určitou fázi rozpadu listů (Hayes 1963; Wallwork 1958), nebo určité části vyšších rostlin (Wallwork 1958). Navíc lze říci, že makrofytofágní roztoči často požadují, aby jejich potrava byla poněkud provlhlá a postupně napadána houbami (Jacot 1939; Murphy 1953; Hayes 1963). Tedy, dodnes není jasno, zda konzumují listy pro jejich vlastní skladby nebo dle stupně dekompozice právě mikroorganismy.

mikrofytofág – konzumuje striktně mikrofóru (mykofág – konzumace hub a kvasinek, bakteriofág – konzumace bakterií, fykofág – živí se řasami). V tomto příadě zůstává otázkou substrát, na kterém mikroorganismy rostou (Koukol et al., 2009).

Velkou skupinu půdních roztočů označil Schuster (1956) jako „nespecializované“. Dále rozpracoval toto rozdělení Luxton (1972), který „nespecializované“ roztoče označil jako:

panfytofágy – kombinující oba druhy potravy a prosperující na nich. Panfytofágové mohou konzumovat širokou škálu potravy, která je k dispozici v jejich prostředí. A opět zde mohou existovat určité preference (někteří mohou upřednostňovat listový opad dle druhu a následně dle dekompozice).

Wallwork (1958) používal termín "neselektivní" pro druhy konzumující různé složky a "selektivní" pro ty, kteří upřednostňují některý typ potravy. Potravní selekce však může zdánlivě scházet, byť třeba jen dočasně nebo její rozsah se může lišit v detailech.

Proto můžeme rozlišovat i další kategorie:

zoofág – konzumuje živý materiál živočišného původu (dravec, predátor);

nekrofág – konzumace mršin (jedná se často o náhodný výskyt v závislosti na okolnostech, např. hladovění, druh mikroorganismu na mršině). Pouze v jediném případě byla nekrofágie hlášena jako preferovaný druh potravy Wallwork (1958), a to u nymfy *Fuscozetes fuscipes*.

koprofág – konzumace trusu různého původu. Pro některé roztoče je výhodnější krmit se trusem, z důvodů obsahu látek v něm. Některé druhy mohou být obligatorní koprofágové (živí se trusem dřevokazného hmyzu – *Scheloribates laevigatus* (Wallwork, 1958).

Luxton (1972) položil základy detailnímu studiu potravní biologie pancířníků aplikací metody enzymových testů. Ve velkém spektru pozorovaných druhů stanovil jasně skupiny konzumentů, ale zejména vhodnost (stravitelnost, palatabilitu) přijaté potravy. Jinými slovy, studoval nejen vlastní pohlcení, ale i zužitkování potravy. Palatabilitou tedy rozumíme vhodnost z hlediska trávení a zužitkování potravy pro budování biomasy, zisku energie a následně reprodukce druhu. Vzhledem k současné neexistenci českého ekvivalentu se prozatím používá počestělý výraz anglický. Cestou Luxtonovou, tedy enzymových testů, se pak dalo i několik dalších autorů (Haq, 1981; Siepel a Ruiter-Dijkman, 1993; Smrž, 1998, 2002, 2003, 2007, 2010a; Smrž and Norton, 2004; Smrž a Soukalová, 2008). Siepel a Ruiter-Dijkman (1993) pak odvodili i systém tzv. potravních guild, ovšem nejen ve vztahu k potravě, ale i k půdnímu prostředí vůbec. Vyšli z testu aktivity tří karbohydráz: celulóza (enzym rozkládající celulózu – buněčná stěna zelených rostlin), chitináza (enzym rozkládající buněčnou stěnu hub), trehalóza (enzym rozkládající obsah buňky hub).

Bylo ustanoveno 5 potravních guild (opět používám anglické termíny, do češtiny prozatím přesně nepřeložitelné):

- býložraví grazers – vykazují celulózovou aktivitu, konzumují a tráví zelené rostliny (včetně řas). Jsou schopni strávit jak buněčnou stěnu, tak obsah.
- býložraví browsers – bez celuláz.

- houbožraví grazers – chitinázová i trehalózová aktivita. Jsou schopni trávit buněčnou stěnu i obsah buňky hub
- houbožraví browsers – jsou schopni trávit pouze obsah buňky houby (jen trehalózová, bez chitinázové aktivity)
- houbovo-rostlinní grazers – aktivita všech tří vybraných enzymů. Jsou schopni se živit rostlinným i houbovým materiálem

Z dosavadních studií vyplývá, že nutriční biologie pancířníků se skládá z několika jevů různého charakteru (vyhledávání potravy, tedy její atrakce pro roztoče, její pohlcení a trávení). K tomu pak přistupují doprovodné a následné kroky, především interakce s externími, ale i interními mikroorganismy, produkce charakteristických metabolitů a depozit zásobních látek, konkrétně glykogenu (Smrž, 2002; Smrž a Materna, 2000). Ukládání glykogenu do mesenchymu představuje významný údaj o vysoké nutriční hodnotě dané potravy. Naopak, absence depozice glykogenu naznačuje nízké výživné hodnoty pozřené potravy. Navíc, každý jev může mít mnoho dalších rovin. Některé druhy pozřené potravy mohou být stráveny důkladně, jiné jen částečně (a některé vůbec ne), (Anderson, 1973, 1975, 1978). Konzumace potravy tedy není synonymem k její vysoké nutriční hodnotě. Řada roztočů je schopna přežít na potravě nižší kvality nebo nižším obsahu živin, v extrémních případech i na svých exkrementech (Smrž, 2003). Tato potrava je vhodná pouze pro přežití, nikoliv pro optimální vývoj a rozmnožování, a byla nazvána "poustevníckou stravou" (Smrž, 2002a). Interakce s mikroorganismy se pak vztahuje jednak na bakterie a houby rostoucí na konzumované potravě (listy, kořeny) a trávit tento substrát vně těla roztočů, čímž i zvyšují atraktivitu pro roztoče (Jacot 1939; Murphy 1953; Hayes 1963). Vnitřní interakce pak dodávají enzymy, zejména ty, které není živočišný organismus schopen syntetizovat, např. chitinázu. Řada autorů pochybuje o takové asociaci bakterie a roztoče a předpokládá autochtonnost enzymu (Zinkler, 1972). V několika pracích však produkce chitinolytických enzymů interními extraintestinálními asociovanými bakteriemi byla nad pochyby prokázána (Smrž, 2000, 2003, 2010a; Smrž a Soukalová, 2008). Pro komplexní pohled na osud potravy v trávicím traktu se ukazuje výhodnou nejen metoda enzymových testů, ale zejména mikroanatomické analýzy získané histologickou cestou. Pro tyto účely pak byl vytvořen systém hodnocení vhodnosti (palatability) přijaté potravy (Smrž, 2002a), podle kterého lze jako vhodnou označit potravu vykazující níže uvedené charakteristiky:

- potravinový bolus je přítomen ve dvou nebo všech třech částech trávicí trubice (mesenteron, colon, rectum), (Smrž, 2002);
- činnost stěny mesentera a mesenterálních caec na histologických řezech patrná (enzymová aktivita – tmavé granule enzymů a vakuoly);
- hemocyty kolem trávicí trubice (Smrž, 1995, 2006a);
- glykogen kolem trávicí trubice (Smrž a Materna, 2000);

- krystalická deposita guaninu ve stěně trávicí trubice nebo v mesenchymální tkáni (Smrž, 2002);
- sdružení bakterií v mesenchymu kolem trávicí trubice (zejména u mykofágických roztočů), (Smrž, 2003).

Některé druhy roztočů jsou schopny se za optimální a upřednostňovanou potravou přesunout do jiného mikrohabitatu. Jedná se především o potravní specialisty, jako jsou obligátní mykofágové (např. *Damaeus*, *Belba* nebo *Metabelba*), (Pauly, 1956; Luxton, 1972; Smrž, 2007, 2010b) a algofágové (Littlewood, 1969). Mykofágické rody obývají převážně mikrohabitaty, které jsou v kontaktu s půdou (Smrž, 2010b) a jsou zřídka nalézány ve vyšších patrech v nárostech mechů na stromech.). Naopak algofágické druhy mohou pronikat i do lišejníků (Littlewood, 1969).

Dříve byli roztoči, u kterých se nacházely houbové fragmenty ve střevech, považováni přímo za mykofágy. Přítomnost samotných houbových propagulí však nepotvrzuje skutečné trávení hub. Jako mykofágy označujeme ty druhy roztočů, kteří umí dusík získat z rozkladu chitinu, tedy rozkladem houbových buněčných stěn. Tato trávicí činnost je však u živočichů velmi vzácná a chitinolytické enzymy pocházejí především z činnosti symbiotických bakterií, které můžeme nalézt ve střevě roztočů. Pokud se tedy budeme bavit pouze o napichování a vysávání buněk hub, nebudeme uvažovat mykofágické druhy – tento způsob trávení houby nepotvrzuje mykofágii. Pokud živočich dokáže natrávit pouze buněčný obsah houby, nepotřebuje k tomu chitinázovou, ale stačí mu jen trehalázová aktivita. Trehaláza se navíc, nachází u mnohých dalších organismů, nejen u hub (Wigglesworth, 1974). Ovšem ani pohlčení fragmentů mycelia se nemusí krýt s mykofágií, neboť z nich lze obsah buněk opět pouze vysát bez porušení buněčné stěny (Smrž, 2010a; Smrž a Soukalová, 2008).

Kromě pravých mykofágů (*Damaeus*, *Belba*, *Metabelba*, *Tyrophagus*), existují i všežraví roztoči, kteří se dokážou po nějakou dobu přizpůsobit striktně houbové dietě. Toto je možné po déle trvající pastvě na houbách, ale zejména díky adaptacím jinak nesespecializovaného roztoče (Smrž, 2010b; Smrž a Norton, 2004). Tyto adaptace zřejmě spočívají právě v asociaci s bakteriemi s chitinolytickou aktivitou. (Smrž, 2010a)

Jestliže má zkoumaný druh roztoče vysoký podíl houbových propagulí (spóry, úlomky mycélia) ve střevech, známky trávení ve střevě (amorfní hmota v tzn. částech střeva na rozdíl od propagulí v mesenteru) a v trusu mrtvé strávené části hub (červeně svítící pod fluorescenčním mikroskopem), jedná se zřejmě o mykofága.

1.3 Trávicí soustava

Stavbu trávicího traktu pancířníků, popsal Michael (1884, 1888). Cenné jsou především údaje o rozměrech a uspořádání jednotlivých orgánových soustav různých zástupců, získané pitvou. Za základ mikroanatomických studií pomocí histologických metod nutno brát práci Woodringa a Cooka (1962) na druhu *Ceratozetes cisalpinus*. Na větším množství druhů pancířníků studovali trávicí soustavu histologicky Hoebel-Mävers (1967) a Tarman (1968).

Trávicí soustava začíná chelicerami, kde jsou také soustředěny mohutné vnitřní svaly. Následuje hltan (pharynx), který má u všech pancířníků téměř uniformní strukturu (Smrž, 1989, 1991). Tvoří jej dvě sklerotizované lamely, které mají na průřezu poloměsíčitý tvar a vějířovité vnější svaly. Funkce pharyngu spočívá v nasávání potravy a také zajišťuje její další posun.

Na pharynx navazuje jícen (oesophagus) s minimálně vyvinutou svalovinou. Ten prochází circumesophageálním gangliem; v této oblasti jej zpevňují chitinózními zduženinami a pak ústí do mesentera. Vstup jícnu do mesentera je obklopen valvami, které zabraňují zpětnému pohybu potravy (Smrž, 1991). Tato struktura je známa např. u čeledi Damaeidae (Smrž, 1991).

Mesenteron tvoří největší a nejnápadnější část trávicí soustavy. Nebyla zde pozorována žádná chitinózní výstelka, je entodermálního původu (Smrž 1989, 1991). Ve stěně mesentera byly pozorovány nápadné, velké, vakuolizované buňky, jejichž objem, vnitřní granulace a vakuolizace úměrně vzrůstaly s množstvím potravy nalezené v mesenteru. V případě nepřítomnosti potravy byla stěna mesentera tenká, bez vakuolizovaných buněk.

Mesenteron kaudálně vybíhá ve dva velké slepé výběžky – mesenterální caeca, která u většiny druhů zaujímají značnou část opistosomatu (Smrž, 1991). Stěny mesenterálních caec vykazují silnou sekreční aktivitu a produkují velké množství trávicích enzymů apokrinním způsobem. Enzymové granule jsou peristalticky transportovány do lumina mesentera. Potravní bolus ani fragmenty potravy se v mesenterálním caecu nevyskytují.

Jednodílný colon je tvořen buňkami cylindrického epitelu. Napojuje se na mesenteron v jeho dorzální části mezi caecy a kaudálně přechází v rectum. V colonu byly nacházeny potravní boly formované do uceleného tvaru za současné resorpce vody.

Rectum je většinou (Smrž, 1989) jednodílné, silnostěnné, s vysokým řasinkovým epitelem. Tento typ epitelu naznačuje další resorpční procesy, čemuž nasvědčuje i další výrazná koncentrace fekálního pelletu, jakož i dlouhá doba jeho pobytu v této části soustavy (Hoebel-Mävers, 1967). Kulovitý exkrement (obalený membránou) je zde vypuzován stahy svalů (cirkulární a longitudiální svaly) a tlakem tělní tekutiny z těla ven.

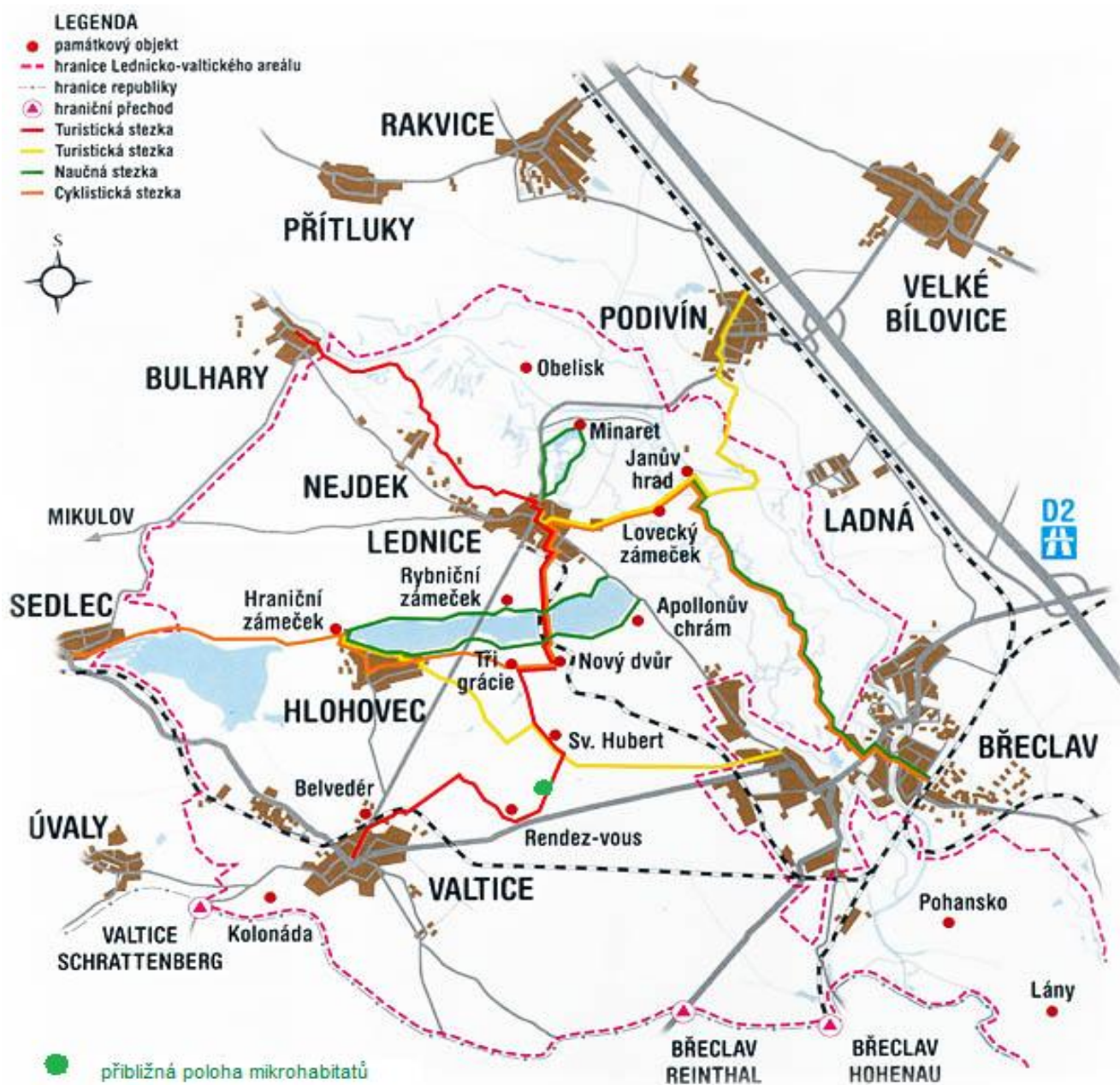
2 Materiál a metodika

2.1 Charakteristika sledovaného území

Lokalita Rendez-Vous spadá pod Jihomoravský kraj, do území okresu Břeclav, v provincii Západopanonské pánve, subprovincii Vídeňské pánve a celku Dolnomoravský úval, ve Valtické pahorkatině 1,8km východně od města Valtice, na okraji Milovického lesa. Lokalita má písčité podklad, kde se daří přirozené teplomilné květeně a také dubu céru, žije zde i mnoho ohrožených druhů xylofágního hmyzu, či populace páchníka hnědého (*Osmoderma eremita*). Odborníci z řad mykologů si cení území jako jedinečné lokality s výskytem vzácných druhů dřevokazných hub. Reliéf má charakter mírně členité pahorkatiny, s nadmořskou výškou v průměru 200 m n. m. Jsou zde vyvinuty zejména kambizemě - hnědé půdy, tvořící největší podíl půdního pokryvu v ČR. Vyskytují se na různých substrátech, v oblasti pahorkatin i vrchovin, mají značně odlišné vlastnosti a původně byly pokryty lesními porosty. V menší míře jsou doplňovány pseudoglejemi - pro které je charakteristické časté střídání silného provlhčení a vysychání v horní části půdy. Mohly vzniknout i geologickými pochody, při kterých byl na jílovitý sediment uložen zrnitostně lehčí materiál, např. sprašová hlína. (www.nature.cz)

Typické léto v této oblasti je suché a velmi dlouhé, přechodné období krátké s teplým jarem a podzimem. Zima ve studované oblasti bývá mírně teplá a suchá až velmi suchá s krátkým trváním sněhové pokrývky. Průměrné roční teploty se v jižní části pohybují mezi 9,0 °C (obec Lednice) až 9,3 °C. Roční srážkové úhrny v okolí Břeclavi (550mm) jsou přibližně o 30 mm nižší, než by podle nadmořské výšky měly být. Za rok je ve studované oblasti v průměru 142,5 dnů se srážkami, oblast tedy často trpí nedostatkem srážek. (www.nature.cz).

Odběrová stanoviště leží na 16°47'18" východní délky, 48°44'58" severní šířky v nadmořské výšce přibližně 210 m n. m. Přibližná poloha jednotlivých odběrových stanovišť je vyznačena na mapě (obrázek 1, 2).



Obrázek 1: Mapa lednicko-valtického areálu a přibližná poloha místa odběru



Obrázek 2: Mapa Rendez-vous a přibližná zaznamenaná poloha jednotlivých mikrohabitátů (P, T1, T2 a T3).



Obrázek 3 a 4: odběrové stanoviště tisu a pařezu

2.2 Charakteristika studovaných ploch

Organickou vrstvu opadu v lokalitě **T1, T2, T3** (Obrázek 3) tvoří hromada jehličí, větviček a kůry tisu červeného (*Taxus baccata*) v různých fázích rozkladu. Na povrchu hromady (T1) převládá opad tisu v mírném stadiu rozkladu, stejně jako u její paty (T3). Mikrohabitat T2 měl amorfní strukturu následkem déle trvajících rozkladných procesů. Lze nalézt i mrtvá těla zvířat (hmyz, roztoči, roupice, štírci, atd.). V místě odběru **P** (pařez; obrázek 4) se svrchní vrstva skládá z odumřelých listů dubu ceru (*Quercus cerris*), dubové kůry a dřeva, hub a místy i mechů. Poklad byl dost vlhký a bohatý na organické látky.

2.3 Odběr vzorků

Po dobu jednoho roku (2008 – 2009) byly pravidelně odebírány vzorky půdy z každého mikrohabitatu. Počty odebraných vzorků v jednotlivých typech mikrohabitatů shrnuje souhrnná tabulka 1 (na DVD v příloze). Jde tedy celkem o 144 půdních vzorků, z nichž jsem získala 9043 roztočů. Jednotlivé druhy byly určovány podle Kunsta (1968, Giljarova a Krivolutskeho (1975) a interního, nepublikovaného klíče. Nomenklatura se řídí podle práce Starého (2000). Přehled taxonů roztočů vyskytujících se v odebraných vzorcích shrnuje seznam na straně 23.

Vzorky o objemu 1dm³ byly v mikrotenových sáčcích transportovány do laboratoře a založeny k extrakci.

2.4 Extrakce pancířníků

K extrakci půdních živočichů byl použit modifikovaný Berlese-Tullgrenův termeklektor. Podstatou této metody je pozitivní geotaxe – migrace živočichů do spodních vrstev vzorku – a únik před klesající vlhkostí s následným propadem do nádoby s fixační tekutinou. Jako zdroj tepla a světla byly použity žárovky o výkonu 40W. První tři dny probíhala extrakce za laboratorní teploty, potom byly žárovky rozsvíceny a vzorky ponechány po dalších sedm dní v extraktoru. Jako fixační tekutina fungovala Bouin-DeBosque-Brasil tekutina modifikovaná pro pancířníky (Smrž, 1989). Kyselina pikrová byla rozpuštěna v propanolu, který je ve srovnání s alkoholem méně drastický (odebírání vody z tkání – menší smršťování v důsledku prudké dehydratace).

2.5 Metodika ekologické části

Následující zpracování vycházelo ze společenstev roztočů extrahovaných (Přílohová tabulka 1).

Metodika popisu struktury společenstev roztočů (diverzita a dominance)

Jako parametry vystupovaly:

- abundance
- dominance druhů
- diverzita (Shannon-Wienerův index + Simpsonův index diverzity)
- vyrovnanost (equitabilita)
- Sørensenův index similarity

2.5.1 Abundance

Udává množství jedinců daného taxonu v daném odebraném směsném vzorku.

2.5.2 Dominance

Udává procentuální podíl počtu jedinců daného taxonu ku celkovému počtu jedinců v daném vzorku (popř. v sérii vzorků)

Lze ji vypočítat podle vztahu

$$D = n * 100 / s$$

n – počet jedinců určitého druhu

s – celkový počet jedinců všech druhů

(Losos a kol., 1985)

V práci byla použita dominance klasifikována pěti třídami (Tischler, 1976; Losos a kol., 1985)

Eudominantní druh	$D \geq 10\%$	EU
Dominantní druh	$5\% \leq D < 10\%$	DO
Subdominantní druh	$2\% \leq D < 5\%$	SD
Recedentní druh	$1\% \leq D < 2\%$	R

2.5.3 Diverzita – Shannon-Wienerův index diverzity

Druhá diverzita vyjadřuje poměr počtu druhů ku počtu jedinců. Nejvyšší diverzity dosahuje společenstvo při zastoupení všech druhů stejným počtem jedinců. Tradičně se pro měření diverzity používají Simpsonův index diverzity a Shannon-Wienerův index diverzity. Simpsonův index diverzity vychází z pravděpodobnosti mezidruhového setkání (jaká je pravděpodobnost, že jedinec vybraného druhu potká jedince cizího druhu, nikoliv vlastního), (Simpson, 1949). Naopak Shannon-Wienerův index je založen na teorii informace (jinými slovy, kolik informací se průměrně dozvíme, determinujeme-li jednoho jedince ze společenstva; Shannon, 1948).

Shannon-Wienerův index diverzity byl počítán podle následujícího vzorce:

$$H' = - \sum (n_i / N) \times \log_2 (n_i / N)$$

H' - index druhové diverzity

N – počet jedinců všech druhů

n_i – počet jedinců i-tého druhu

(Shannon, 1948)

2.5.4 Diverzita – Simpsonův index

Simpsonův index diverzity byl počítán podle následujícího vzorce:

$$D = 1 - \sum (p_i)^2$$

D – hodnota Simpsonova hodnota diverzity (nabývá hodnot 0 – 1)

p_i - procentuální zastoupení i-tého druhu ve společenstvu

2.5.5 Ekvitabilita – druhová vyrovnanost založená na Simpsonovu indexu

Hodnotí míru rovnoměrnosti zastoupení jednotlivých druhů. Zde byla odvozena ze Simpsonova indexu druhové diverzity (Simpson, 1949), a to jako podíl dosažené hodnoty indexu diverzity a maximální možné hodnoty pro daný počet druhů. Řešíme dle tohoto vztahu:

$$E = D/D_{\max}$$

$$D_{\max} = 1 - 1/S$$

E – hodnota ekvitability

D – hodnota Simpsonova indexu diverzity pro dané společenstvo

D_{\max} – maximální možná hodnota D pro daný počet druhů

S – počet druhů ve společenstvu

2.5.6 Podobnost společenstev - Sørensenův index

Pro porovnání druhové podobnosti jednotlivých mikrohabitatů mezi sebou bylo použito Sørensenova indexu podobnosti, který je pro půdní zoologii nejužívanější (Wallwork, 1976). 100% similaritu vykazují mikrohabitaty, které mají všechny druhy společné, 0% similaritu naopak ty, které nemají jediný společný druh. Hodnota Sørensenova indexu byla vypočtena podle vztahu:

$$\beta_{\text{sor}} = 2a / (2a + b + c)$$

β_{sor} – hodnota Sørensenova indexu podobnosti

a – počet druhů společných oběma společenstvím

b, c – druhy unikátní jednomu či druhému společenstvu

(Sørensen, 1948, Koleff et al., 2003)

2.6 Metodika statistické analýzy

Získaná data byla uspořádána do klasické ekologické matice (odběry x druhy, viz přílohová tabulka 1). Takto uspořádaná data byla následně zpracovávána ve volně dostupném statistickém balíku R, verze 2.10.0 (R development core team 2009; jednorozměrné analýzy) a CANOCO programu 4.56 (Ter Braak, 1988, Lepš et Šmilauer, 2003; mnohorozměrné analýzy). V rámci programu R byl kromě základní sady balíčků použit ještě balíček Vegan 1.17-1 (Oksanen et al., 2010).

2.6.1 Metodika jednorozměrných analýz

Vazby jednotlivých druhů roztočů na mikrohabitaty byly zkoumány za pomoci Fisherova exaktního testu. Zkoumanou odpovědní proměnnou byly výskyty (0/1) v jednotlivých odběrech z daného mikrohabitu.

Rozdíly v počtech druhů, jakož i rozdíly v celkových počtech jedinců, byly testovány pomocí analýzy variance (ANOVA) na netransformovaných datech. Normalita rozdělení byla ověřována pomocí Shapiro-Wilkova testu. Normalita reziduálů a heteroskedasticita byly ověřovány vizuálně na základě diagnostických grafů reziduálů. Stejný postup byl aplikován i na ekvitabilitu. Rozdíly v hodnotách Shannon-Wienerova a Simpsonova indexu diverzity nebyly testovány, neboť nebyl splněn předpoklad normality rozdělení.

Vysvětlující proměnné byly mikrohabitat a jednotlivé měsíce odběru. Interakce těchto faktorů nebyla studována, neboť v daném měsíci byl na daném mikrohabitu pouze jeden vzorek, a tudíž pro zkoumání vlivu interakce neměl zkoumaný soubor dostatečný počet stupňů volnosti. K následnému zjištění které jednotlivé mikrohabitaty se od sebe odlišují, byla použita mnohonásobná porovnávání, tzv. Tukeyův test (Tukey HSD).

2.6.2 Metodika mnohorozměrných analýz

Prvním krokem mnohorozměrných analýz bylo provedení detrendované korespondenční analýzy (DCA), za účelem zjištění délek gradientů v datech a následného adekvátního výběru lineárních či unimodálních analýz (Lepš et Šmilauer, 2003). Vzhledem k tomu, že zjištěná délka gradientu první osy byla 3,584, byly dále zkoumány grafy odezvočných křivek pro tuto osu (species response curves). Na základě jejich unimodality bylo rozhodnuto o dalším použití unimodálních technik.

Popisné charakteristiky společenstev roztočů z jednotlivých odběrů (počty druhů, diverzita, atd.) byly promítány do ordinací pouze jako pasivní proměnné.

Vysvětlující proměnné, tj. tzv. proměnné prostředí, byly příslušnost k mikrohabitu a jednotlivé měsíce. Z důvodu omezení daných vlastnostmi programu byly tyto proměnné kódovány jako dvě skupiny 4 (mikrohabitat) resp. 12 (měsíce) binárních vysvětlujících proměnných.

Vliv těchto dvou skupin faktorů byl zkoumán pomocí série tří kanonických korespondenčních analýz (CCA). V první analýze vystupovaly jako proměnné prostředí obě skupiny faktorů (mikrohabitat, měsíc). Následující dvě analýzy sloužily ke zjištění parciálního vlivu obou těchto faktorů, a tudíž byl

vždy jeden faktor zvolen jako proměnná prostředí a druhý jako kovariáta. Kombinace těchto tří analýz mi umožnila provést rozklad variability vysvětlené danými faktory. Rozklad variability bylo potřeba učinit z toho důvodu, že některé odběry neobsahovaly žádné roztoče (program CANOCO je nebral v potaz), čímž byla narušena ortogonalita designu studie.

Signifikance výsledků byla vždy testována pomocí permutačního testu všech kanonických os. Používaný počet permutací byl 4999. Permutace byly omezeny bloky tvořenými jednotlivými kategoriemi (binárními faktory) kovariáty. Hladina signifikance permutačních testů byla stanovena na 0,05. Tyto testy byly prováděny pouze u analýz parciálního vlivu po ošetření kovariátami, aby byla testována signifikace čistého vlivu daného faktoru. Množství variability vysvětlené jednotlivými skupinami faktorů (mikrohabitat, měsíc) bylo vztahováno vždy k celkové variabilitě datového souboru (total inertia), to znamená před ošetřením kovariátami.

Série odběrů na grafu 8 spojují vzorky v rámci mikrohabitatu chronologicky.

2.7 Metodika mikroanatomické části

K přípravě histologických řezů, bylo odebráno 281 jedinců druhu *Gymnodamaeus bicostatus*, 40 jedinců druhu *Spatiodamaeus verticillipes* a 45 jedinců druhu *Platynothrus peltifer*.

Objekty fixované v Bouin-DeBosque-Brasil tekutině byly převedeny do trvalého parafínu:

80% ethanol	24h (3dny, po každých 24h proběhla výměna do nové lázně)
propanol	24h (3dny, po každých 24h proběhla výměna do nové lázně)
histochoice	24h (3dny, po každých 24h proběhla výměna do nové lázně)
parafín (prosyncování)	24h (2dny, po každých 24h proběhla výměna do nové lázně)
parafín (uzavírání)	

Objekty zalité do bločků parafínu (obvykle 3 – 5 roztočů na jeden bloček) byly řezány na rotačním mikrotomu Leica 2155 (5 µm silné řezy). Pásky parafínových řezů byly transportovány na sklíčko, které bylo potřeno glycerin-bílkem, štětečkem.

Tyto řezy byly poté nabarveny.

Cílem barvení bylo zvýraznit a barevně diferencovat tkáňové struktury, a tak je připravit pro histologická pozorování. Pro barvení byly vybrány dva barvicí postupy – Massonův trichrom a hematoxylin-eosin (Jírovec, 1958).

Barvení:

Spatiodamaeus verticillipes, Platynothrus peltifer: (Massonův trichrom)

1. Histochoice (Sigma-Aldrich)	10min
2. Histochoice	10min
1. Propanol	10min
2. Propanol	10min
80%etOH	10min
60%etOH	10min
Destilovaná voda	10min
Harrisův hematoxylin	40min
Oplach tekoucí vodovodní vodou – zmodrání řezů	
Diferenciace kyselým stoh (5 kapek 1M HCl do 100ml 80% etOH)	
Diferenciace ukončena ponořením skla do tekoucí vodovodní vody	
Oplach destilovanou vodou	
Červený barvicí roztok (1%Ponceau de xylidin+0,5% kyselý fuchsin+1% kyselina octová)	10-20s
Oplach destilovanou vodou (vyměnit po každých 5 sklech)	
Diferenciace 1% kyselinou fosfowolframovou (fosfomolybdenovou)	15min
Oplach destilovanou vodou	
Zelený barvicí roztok (1% světlá zeleň + 1% kyselina octová)	10min
1. Propanol	10min
2. Propanol	10min
1. Xylen substitute	10min
2. Xylen substitute	10min
Montáž do kanadského balzámu	
Vzorky nechat alespoň 4 dny zaschnout	

Gymnodamaeus bicostatus: (hematoxylin-eosin)

1. Histochoice	10min
2. Histochoice	10min
1. Propanol	10min
2. Propanol	10min

80%etOH	10min
60%etOH	10min
Destilovaná voda	10min
Harrisův hematoxylin	40min
Oplach tekoucí vodovodní vodou – zmodrání řezů	
Diferenciace kyselým stoh (5 kapek 1M HCl do 100ml 80% etOH)	
Diferenciace ukončena ponořením skla do tekoucí vodovodní vody	
Oplach destilovanou vodou	
Eosin	
1. Propanol	10min
2. Propanol	10min
1. Xylen substitute	10min
2. Xylen substitute	10min
Montáž do kanadského balzámu	
Vzorky nechat alespoň 4 dny zaschnout	

Preparáty jsem prohlížela a dokumentovala v mikroskopu AX-70 Provis (Olympus) včetně použití Nomarskiho DIC.

3 Výsledky

3.1 Seznam nalezených taxonů roztočů v chráněné lokalitě Rendez-vous (Lednicko-valtický areál)

ACARIDA: ORIBATIDA

Achipteriidae

Achipteria coleoptrata (Linnaeus, 1758)

Camisiidae

Camisia segnis (Hermann, 1804)

Heminothrus targionii (Berlese, 1885)

Platynothrus peltifer (C. L. Koch, 1839)

Carabodidae

Carabodes marginatus (Michael, 1884)

Carabodes ornatus Štorkán, 1925

Carabodes coriaceus C. L. Koch, 1836

Carabodes areolatus Berlese, 1916

Ceratozetidae

Trichoribates trimaculatus (C. L. Koch, 1836)

Damaeidae

Hypodamaeus (Damaeus) riparius. (Nicolet, 1855)

Metabelba pulverosa Strenzke, 1953

Spatiodameus verticillipes (Nicolet, 1855)

Eremaeidae

Eremaeus silvestris Forsslund, 1956

Euphthiracaridae

Rhysotritia duplicata (Grandjean, 1953)

Euzetidae

Euzetes globulus (Nicolet, 1855)

Gymnodamaeidae

Gymnodamaeus bicostatus (C. L. Koch, 1836)

Tenuialidae

Hafenrefferia gilvipes (C. L. Koch, 1839)

Liacaridae

Adoristes ovatus (C. L. Koch, 1839)

Neolioididae

Poroliodes farinosus (C. L. Koch, 1839)

Nothridae

Nothrus silvestris Nicolet, 1855

Oppiidae

Oppia sp.

Oribatulidae

Oribatula tibialis (Nicolet, 1855)

Phthiracaridae

Phthiracarus sp.

Phenopelopidae

Eupelops occultus (C. L. Koch, 1836)

Scheloribatidae

Scheloribates laevigatus (C. L. Koch, 1836)

Liebstadia similis (Michael, 1888)

Tectocepheidae

Tectocepheus velatus (Michael, 1880)

Xenillidae

Xenillus tegeocranus (Hermann, 1804)

Zetorchestidae

Zetorchestes flabrarius (Grandjean, 1951)

ACARIDA: ACARIDIDA: ACARIDIDAE

Tyrophagus putrescentiae Schrank, 1781

ACARIDA: MESOSTIGMATA: UROPODIDAE

Uropoda sp.

3.2 Výsledky ekologické části

Za sledované období (říjen 2008 až září 2009) bylo odebráno a zpracováno 144 půdních vzorků ze čtyř biotopů. Určována do druhu byla většina zástupců podřádu Oribatida a druh *Tyrophagus putrescentiae*. Rod *Oppia* (Oribatida) a *Uropoda* (Mesostigmata) pro složitost taxonomie byly ponechány na rodové úrovni. Jednotliví roztoči extrahovaní ze sledovaných mikrohabitátů jsou uvedeni v seznamu v kapitole 3.1 a v následujícím přehledu (jednotlivé druhy jsou seřazeny od nejpočetnějšího zastoupení v daném mikrohabitatu po nejméně zastoupené):

Pařez (P):

Carabodes areolatus

C. coriaceus

C. ornatus

Platynothrus peltifer

Uropoda sp.

Oppia sp.

Achipteria coleoptrata

Scheloribates laevigatus

Phthiracarus sp.

Metabelba pulverosa

Tectocepheus velatus

Oribatula tibialis

Spatiodamaeus verticillipes

Hafenrefferia gilvipes

Rhisotritia duplicata

Zetorchestes flabrarius

Xernillus tegeocranus

Adoristes ovatus

Tis povrch (T1):

Oribatula tibialis

Scheloribates laevigatus

Tyrophagus putrescentiae

Eremaeus silvestris
Oppia sp.
Carabodes marginatus
Tectocephus velatus
Gymnodamaeus bicostatus
Uropoda sp.
Metabelba pulverosa
Achipteria coleoptrata
Poroliodes farinosus
Hafenrefferia gilvipes
Eupelops occultus
Adoristes ovatus
Nothrus silvestris
Heminothrus tarponi
Spatiodamaeus verticillipes
Rhisotritia duplicita
Phthiracarus sp.
Liebstadia similis
Eusetes globulus

Tis střed (T2):

Schelorbates laevigatus
Tyrophagus putrescentiae
Eremaeus silvestris
Oribatula tibialis
Carabodes marginatus
Gymnodamaeus bicostatus
Metabelba pulverosa
Tectocephus velatus
Adoristes ovatus
Trichoribates laevigatus
Achipteria coleoptrata
Uropoda sp.
Nothrus silvestris

Poroliodes farinosus

Rhisotritia duplicita

Hafenrefferia gilvipes

Sezónní kolísání celkových početností roztočů odchycených v jednotlivých mikrohabitátech, je uvedeno v grafu 4.

Diverzita na jednotlivých biotopech během roku kolísala. To se projevilo i na vyrovnanosti a sezónní dynamice biotopů. Nejnížší hodnoty indexů diverzity jsem zjistila na mikrohabitatu T2, největší diverzita a vyrovnanost mezi studovanými mikrohabitaty jsem zjistila v T3.

Gymnodamaeus bicostatus se v mikrohabitatu P vůbec nevyskytoval. V T1 dosahoval nejvyšší populační hustoty v listopadu, v T2 se jeho největší výskyt (při velmi nízkém počtu jedinců) omezil na měsíce únor a hlavně srpen. Vůbec největší počet jedinců jsem mohla pozorovat v mikrohabitatu T3, kde jeho sezónní dynamika vykazovala značné extrémy – po celý rok byla populační hustota takřka stálá (největší hodnoty dosahovala v říjnu a dubnu), ale v březnu došlo k rapidnímu snížení populace tohoto roztoče až na nulový výskyt.

Platynothrus peltifer měl na lokalitě pařez (P) určité projevy populačního maxima v prosinci, žádná další nápadnější maxima nebyla sledována. Na mikrohabitatu T1 a T2 se vůbec nevyskytoval, v T3 byl *Platynothrus peltifer* pozorován v říjnu.

Spatiodamaeus verticillipes dosahoval největší populační hustoty v lokalitě P v prosinci a listopadu. V mikrohabitatu T1 byl jeho výskyt takřka nulový, v mikrohabitatu T2 se vůbec nevyskytoval, ale v mikrohabitatu T3 byla jeho sezónní dynamika velmi pestrá. Největší počet jedinců jsem zaznamenala v chladnějších měsících roku (říjen, listopad, prosinec), ale také na začátku jara (duben).

Všechny hodnoty a grafické znázornění lze nalézt v příloze Sezónní dynamika společenstev. Tyto grafy znázorňují sezónní dynamiku společenstev roztočů během sledovaného období od října 2008 do září 2009. Jednotlivé rody v rámci biotopu jsou řazeny abecedně.

Popisné statistiky pozorovaných společenstev

Počty roztočů z jednotlivých mikrohabitátů za sledované časové období:

tis povrch (T1)	2399 jedinců
tis střed (T2)	310 jedinců
tis země (T3)	4101 jedinců
pařez (P)	2233 jedinců

Dominantním roztočem z hlediska všech stanovišť byl *Scheloribates laevigatus* (2411 jedinců).

Z hlediska jednotlivých mikrohabitátů byli dominantní tyto druhy roztočů:

Stanoviště pařez (P), (*Carabodes areolatus* 419, *Carabodes ornatus* 344, *Carabodes coriaceus* 117)

Stanoviště tis povrch (T1), (*Oribatula tibialis*, 681)

Stanoviště tis střed (T2), (*Scheloribates laevigatus*, 143)

Stanoviště tis země (T3), (*Scheloribates laevigatus*, 1598)

Největší diverzita (druhová bohatost) byla zaznamenána v mikrohabitatu (T3, 26 druhů celkem, viz graf 1 a – d), nejmenší naopak v (T2, 16 druhů celkem). Nejvyšší kolísání v počtu druhů mezi jednotlivými měsíci bylo zaznamenáno na mikrohabitatu (T1 – 0 až 17 druhů).

Ekvitabilita byla nejvyšší v mikrohabitatu T3, a nejnižší v mikrohabitatu T2. Nejvyšší kolísání bylo opět zaznamenáno v mikrohabitatu T1.

Celkově nejbohatším, co do počtu nalezených roztočů, se jeví mikrohabitát T3 kde v daném období bylo zjištěno 4101 jedinců.

Naopak nejchudším byl mikrohabitát T2, s 310 zaznamenanými jedinci.

V mikrohabitatu T1 bylo nejvíce roztočů extrahováno v měsíci srpnu (525 jedinců), nejméně v březnu (0 jedinců).

V mikrohabitatu T2 bylo nejvíce roztočů extrahováno v měsíci září (72 jedinců), zatímco v květnu bylo zaznamenáno nula jedinců.

V mikrohabitatu (T3) bylo nejvíce pancířníků extrahováno v měsíci prosinci (557 jedinců), naopak nejméně v měsíci květnu (95 jedinců).

V mikrohabitatu (P) bylo nejvíce pancířníků extrahováno v měsíci prosinci (457 jedinců), minimum bylo zaznamenáno v červnu (15 jedinců).

Vazba jednotlivých druhů a rodů roztočů na mikrohabitaty:

V tabulce 1 jsou uvedeny výsledky Fisherova exaktního testu testující rovnoměrnost výskytu jednotlivých druhů v odběrech z jednotlivých mikrohabitátů. Odpovídající četnosti odchycených jedinců jsou uvedeny v tabulce 3.

Achipteria coleoptrata zřejmě preferuje zemní mikrohabitaty (protože je v P a T3).

Eremaeus silvestris má zvýšený výskyt v mikrohabitatu T1 a T2,

Eupelops occultus se ve zvýšené míře vyskytoval v mikrohabitatu T3 (země pod tisovým opadem).

Rovněž *Gymnodamaeus bicostatus* měl zvýšený výskyt v mikrohabitátech T1 a T3

Hafenrefferia gilvipes se vyskytoval relativně rovnoměrně ve všech mikrohabitátech s výjimkou T2

Heminothrus targionii se vyskytoval ve větších abundancích pouze v mikrohabitátech T1 a T3

Metabelba pulverosa se ve větších abundancích vyskytoval v mikrohabitacích T1 a P (zemní mikrohabitaty)

Nothrus silvestris měl zvýšený výskyt v mikrohabitatu T3. V T2 a T1 se vyskytoval spíše sporadicky

Rod *Phthiracarus* se ve zvýšené míře vyskytoval pouze v mikrohabitacích P a T3 (zemní mikrohabitaty)

Platynothus peltifer výrazně preferuje pařez, méně se pak vyskytuje i v mikrohabitatu T3 (zemní mikrohabitacích tisu)

Poroliodes farinosus se vyhýbá mikrohabitatu P, na rozdíl od ostatních mikrohabitacích

Rhysotritia duplicata preferuje mikrohabitacích T3, na ostatních se vyskytuje pouze vzácně

Scheloribates laevigatus se vyskytuje ve všech habitacích, avšak v tísavých mikrohabitacích je hojnější, obzvláště v mikrohabitatu T3

Spatiodamaeus verticillipes preferuje zemní habitacích (P, T3), avšak občasně se vyskytuje i v mikrohabitatu T1

Tyrophagus putrescentiae se vyskytuje v tísavých mikrohabitacích (T1, T2, T3)

V tabulce 2 jsou uvedeny výsledky Fisherova exaktního testu testující rovnoměrnost výskytu jednotlivých druhů rodu *Carabodes* v odběrech z jednotlivých mikrohabitacích. Odpovídající četnosti odchycených jedinců jsou uvedeny v tabulce 4.

Druhy *C. areolatus*, *C. coriaceus* a *C. ornatus* se vyskytovaly pouze v mikrohabitatu pařezu (P) pro který mají preferenci

Naopak *C. marginatus* se vyskytoval pouze na tísavých mikrohabitacích T1 – T3, přičemž preferoval především mikrohabitacích T3.

3.2.1 Výsledky jednorozměrných analýz

Druhová bohatost byla nejvyšší v mikrohabitatu T3, nejnižší naopak v T2. Druhová bohatost mikrohabitatu P a T1 byla v průměru pouze o dva až tři druhy vyšší než u mikrohabitatu T2. Sezónní dynamika druhové bohatosti byla sice značně rozkolísaná, avšak docházelo zde k vysokému překryvu variability, a proto byly signifikantní rozdíly pouze mezi druhovou bohatostí v březnu (nejnižší) a v srpnu (nejvyšší). Mikrohabitacích vysvětloval poměrně velkou část variability (53,4%, viz tabulka 5), naopak variabilita vysvětlená měsíci byla vzhledem k počtu stupňů volnosti (11) tohoto faktoru relativně nízká (19,9%).

Celkové počty jedinců kolísaly mnohem více, než druhová bohatost. Nejnižší byly opět na mikrohabitatech T2 nejvyšší na mikrohabitatech T3. Počty jedinců na mikrohabitatech T1 a P byly srovnatelné, ale počty na mikrohabitatech T1 nebyly statisticky odlišné od nejbohatšího mikrohabitatech T3. Množství variability vysvětlené mikrohabitatem bylo nižší, než v případě druhové bohatosti (40,1%, viz tabulka 6). Diverzita společenstev měřená jako ekvitalita (vyrovnanost) byla opět nejvyšší v mikrohabitatech T3, nejnižší v mikrohabitatech T2. Mikrohabitaty T1 a P dosahovaly středních hodnot vyrovnanosti a nebyly od sebe statisticky odlišné. Množství variability ve vyrovnanosti vysvětlené mikrohabitatem bylo srovnatelné s množstvím variability vysvětleným v případě druhové bohatosti (51,8%, viz tabulka 7). Hodnoty Simpsonova a Shannon-Wienerova indexu (viz graf 8) diverzity poskytují podobný obrázek jako ekvitalita a druhová bohatost, s tím rozdílem, že hodnoty pro mikrohabitat T2 jsou blíže hodnotám pro mikrohabitat P a T1.

3.2.2 Výsledky mnohorozměrných analýz

Nepřímá ordinace matice výskytu druhů v jednotlivých odběrech naznačuje (viz graf 9), že zejména druhy *Trichoribates trimaculatus* a *Liebstadia similis* mají odlišný výskyt od všech ostatních druhů. Naopak rody *Damaeus* a druhy *Camisia segnis* a *Tectocepheus velatus* mají velmi podobné vzorce výskytu. Druh *Liebstadia similis* se vyskytuje v málo druhově bohatých společenstvech, naopak druhy *Trichoribates laevigatus*, *Damaeus*, *Camisia segnis* a *Tectocepheus velatus* se častěji vyskytují v druhově bohatých společenstvech. Z podrobněji studovaných druhů roztočů je zajímavá pozice druhu *Platynothrus peltifer*, který se častěji vyskytoval v druhově vyrovnanějších společenstvech. Celkové množství variability vysvětlené prvními dvěma osami (34,0%) je pro daný počet taxonů (28) a dané množství odběrů je relativně vysoké.

Ordinační diagram časových posloupností vývoje druhového složení na jednotlivých mikrohabitatech (viz graf 10) naznačuje, že sezónní dynamika v mikrohabitatech T1 až T3 je si navzájem velmi podobná, naopak sezónní dynamika složení společenstva na mikrohabitatech P se s předchozími v podstatě nepřekrývá. Nejmenší sezónní kolísání složení společenstva vykazuje mikrohabitat T3.

Výsledky přímých analýz (CCA) ukázaly, že obě studované skupiny faktorů mají signifikantní vliv a společně vysvětlují 51,0% (viz tabulka 9) variability v druhovém složení studovaných společenstev. Překryv vysvětlené variability pro oba tyto faktory je pouze nízký (0,7%). Variabilita společenstev mezi mikrohabitatech je mírně vyšší (26,7%) než variabilita mezi měsíci (23,6%). Vzhledem k tomu, že první

osa přímé analýzy (CCA) vysvětlila 18,1% variability a první osa nepřímé analýzy (DCA) vysvětlila pouze 21,7% variability lze předpokládat, že faktory měsíc a mikrohabitat dostatečně postihují nejdůležitější variabilitu v pozorovaných společenstvech roztočů.

Z parciální analýzy vlivu měsíců na složení společenstev (viz graf 11) vyplývá, že podobnou strukturu společenstev mají měsíce duben, srpen a září a druhou skupinu přibližně tvoří měsíce říjen, listopad a prosinec. Rod *Tyrophagus* se výrazně častěji vyskytoval v měsících lednu, únoru a červenci. *Gymnodamaeus bicostatus*, *Spatiodamameus verticillipes* a *Platynothrus peltifer* jsou druhy roztočů, kteří nevykazují významnější sezónní dynamiku. V měsících dubnu, srpnu a září byla celkově společenstva roztočů druhově bohatší a vyrovnanější.

Analýza vlivu mikrohabitatů (pro výsledky viz graf 12) poukázala na zvýšenou podobnost druhového složení společenstev mikrohabitatů T1a T2. Podrobněji sledované druhy roztočů *Gymnodamaeus bicostatus* a *Spatiodamameus verticillipes* se v rámci diagramu umístili do pozic vyplývajících z jejich výskytu v rámci mikrohabitatů, tj. v blízkosti centroidu mikrohabitatu T3, který preferují. Naopak *Platynothrus peltifer* se umístil v blízkosti centroidu mikrohabitatu P.

3.2.3 Výsledky - tabulky a grafy

Tabulka 1: Přehled přítomnosti roztočů v jednotlivých měsíčních odběrech podle mikrohabitatů. P – pařez, T1 – tis povrch, T2 – tis střed, T3 – tis země. P hodnota - Fisherův exaktní test (H0 = druhy se vyskytují rovnoměrně v rámci habitatů) n.s – nesignifikantní (nulová hypotéza nebyla zamítnuta). Hranice signifikance je menší než 0.05.

	P	T1	T2	T3	p hodnota
<i>Adoristes</i>	1	1	1	3	n.s.
<i>Achipteria</i>	9	3	2	12	<0.001
<i>Camisia</i>	0	0	0	2	n.s.
<i>Damaeus</i>	0	0	0	1	n.s.
<i>Eremaeus</i>	0	10	7	3	<0.001
<i>Eupelops</i>	0	2	0	6	0,002
<i>Euzetes</i>	0	1	0	3	n.s.
<i>Gymnodameus</i>	0	9	2	11	<0.001
<i>Haferfferia</i>	4	5	1	8	0,034
<i>Heminothrus</i>	0	4	0	7	<0.001
<i>Liepstadia</i>	0	1	0	0	n.s.
<i>Metabelba</i>	6	2	3	11	<0.001
<i>Nothrus</i>	0	2	2	11	<0.001
<i>Oppia</i>	5	5	0	3	0,066
<i>Oribatula</i>	3	8	3	3	n.s.
<i>Phtiracarus</i>	6	2	0	6	0,007
<i>Plathynothrus</i>	10	0	0	3	<0.001
<i>Poroliodes</i>	0	6	2	4	0,025
<i>Rhysotrichia</i>	2	2	1	9	0,002
<i>Scheloribates</i>	6	9	9	12	0,047
<i>Spatiodamaeus</i>	8	4	0	9	<0.001
<i>Tectocepheus</i>	1	1	2	4	n.s.
<i>Trichoribates</i>	0	0	1	0	n.s.
<i>Tyrophagus</i>	0	5	2	5	0,040
<i>Uropoda</i>	9	4	1	8	0,002
<i>Xernilus</i>	2	0	0	1	n.s.
<i>Zetorchestes</i>	2	0	0	0	n.s.

Tabulka 2: přehled přítomnosti druhů rodu *Carabodes* v jednotlivých měsíčních odběrech podle mikrohabitátů P – pařez, T1 – tis povrch, T2 – tis střed, T3 – tis země. p hodnota - Fisherův exaktní test (H0 = druhy se vyskytují rovnoměrně v rámci habitatů) n.s – nesignifikantní (nulová hypotéza nebyla zamítnuta). Hranice signifikance (α) je stanovena na -0.05.

	P	T1	T2	T3	p-hodnota
<i>C. areolatus</i>	9	0	0	0	<0.001
<i>C. coriaceus</i>	9	0	0	0	<0.001
<i>C. marginatus</i>	0	3	2	9	<0.001
<i>C. ornatus</i>	11	0	0	0	<0.001

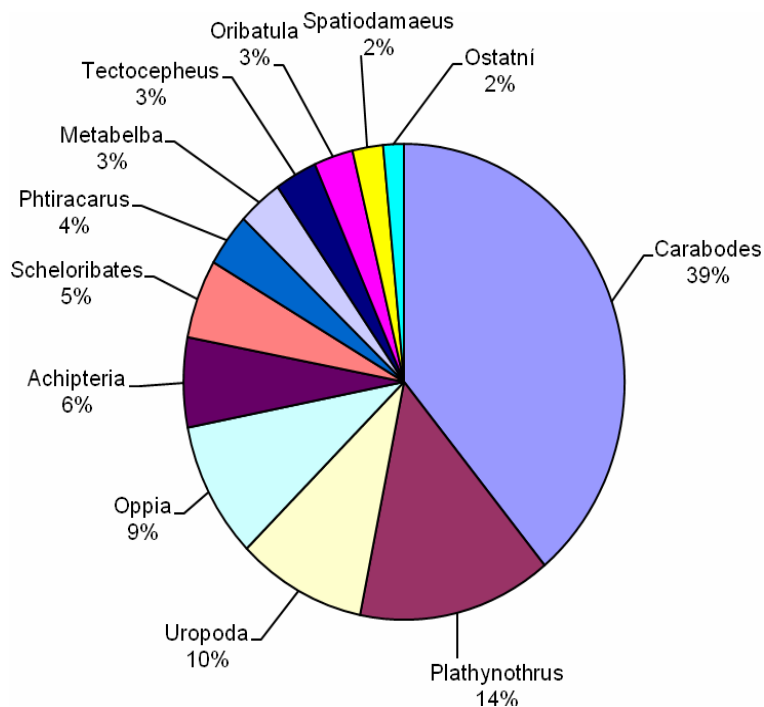
Tabulka 3: Přehled četnosti jednotlivých druhů a rodů roztočů v jednotlivých měsíčních odběrech podle mikrohabitátů P – pařez, T1 – tis povrch, T2 – tis střed, T3 – tis země.

	P	T1	T2	T3
<i>Adoristes</i>	2	11	5	12
<i>Achipteria</i>	136	13	3	217
<i>Camisia</i>	0	0	0	19
<i>Damaeus</i>	0	0	0	10
<i>Eremaeus</i>	0	208	39	14
<i>Eupelops</i>	0	11	0	41
<i>Euzetes</i>	0	2	0	15
<i>Gymnodameus</i>	0	49	10	222
<i>Haferfferia</i>	12	12	1	39
<i>Heminothrus</i>	0	10	0	85
<i>Liepstadia</i>	0	2	0	0
<i>Metabelba</i>	73	23	8	343
<i>Nothrus</i>	0	10	2	98
<i>Oppia</i>	207	131	0	62
<i>Oribatula</i>	64	681	25	91
<i>Phtiracarus</i>	81	4	0	25
<i>Plathynothrus</i>	317	0	0	25
<i>Poroliodes</i>	0	12	2	9
<i>Rhysotrichia</i>	8	8	2	88
<i>Schelorbates</i>	120	550	143	1598
<i>Spatiodamaeus</i>	50	9	0	144

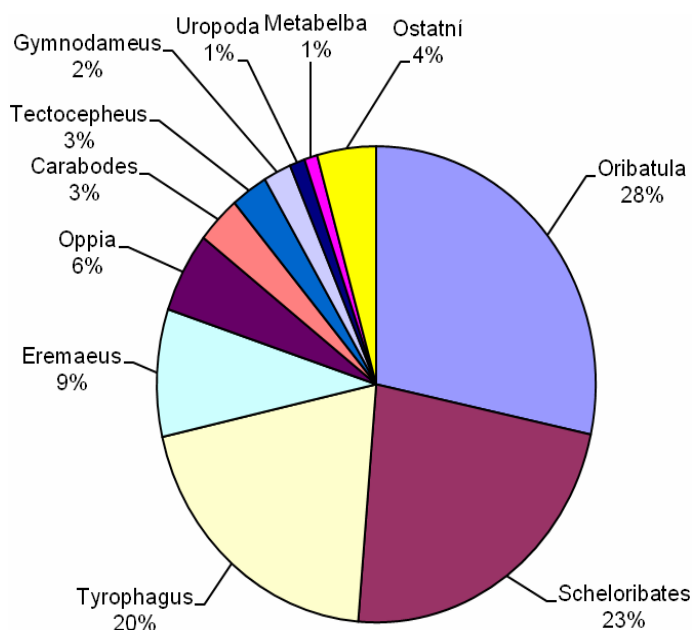
<i>Tectocepheus</i>	69	65	7	45
<i>Trichoribates</i>	0	0	5	0
<i>Tyrophagus</i>	0	483	43	520
<i>Uropoda</i>	211	27	3	83
<i>Xernilus</i>	5	0	0	22
<i>Zetorchestes</i>	7	0	0	0

Tabulka 4: Přehled četnosti rodu *Carabodes* v jednotlivých měsíčních odběrech podle mikrohabitátů P – pařez, T1 – tis povrch, T2 – tis střed, T3 – tis země.

	P	T1	T2	T3
<i>C. areolatus</i>	419	0	0	0
<i>C. coriaceus</i>	117	0	0	0
<i>C. marginatus</i>	0	78	12	274
<i>C. ornatus</i>	344	0	0	0



P

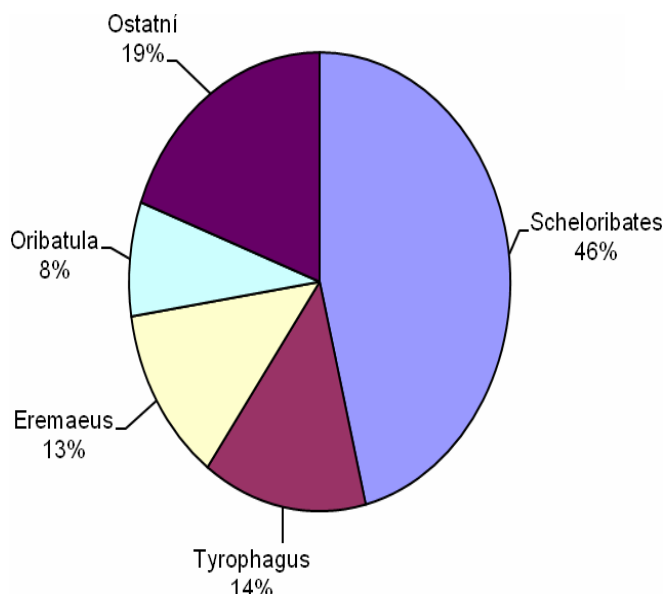


T1

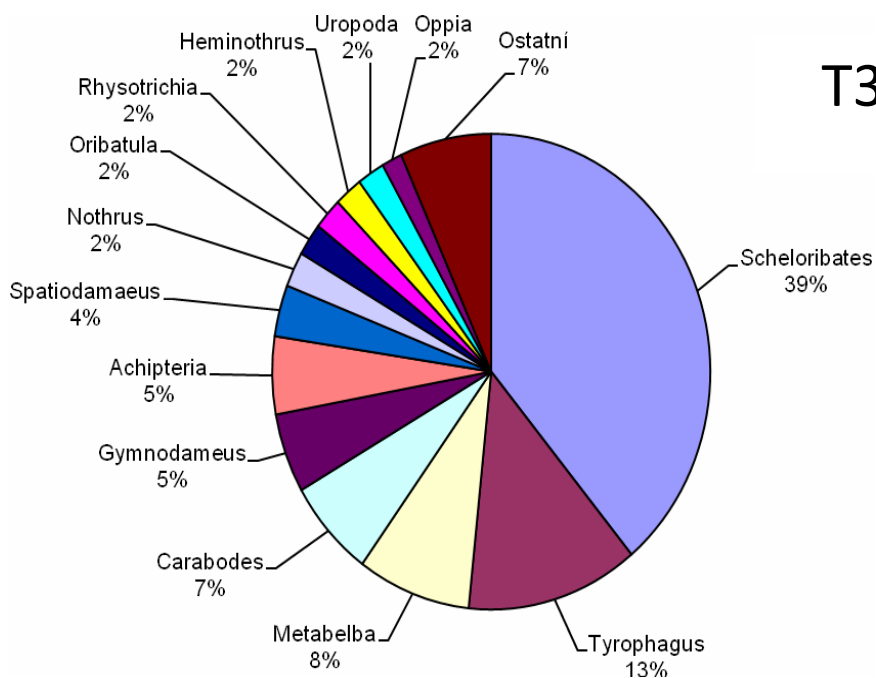
Graf 1: procentuální složení společenstev roztočů na jednotlivých mikrohabitátech. Druhy pod kolonkou Ostatní jsou shrnuty níže. Jedná se o roztoče, u nichž nebylo odchyceno více než 20 jedinců (P, T1 a T2), respektive 50 jedinců (T3). P – pařez, (rod carabodes zahrnuje tři druhy, viz tab. 2,4) T1 – tis povrch, T2 – tis střed, T3 – tis země. Ostatní:

P: *Hafenrefferia gilvipes*, *Rhysotritia duplicata*, *Zetorchestes flabrarius*, *Xernillus tegeocranus*, *Adoristes ovatus*
T1: *Achipteria coleoptrata*, *Poroliodes farinosus*, *Hafenrefferia gilvipes*, *Eupelops occultus*, *Adoristes ovatus*, *Nothrus silvestris*, *Heminothrus targioni*, *Spatiodamaeus verticillipes*, *Rhysotritia duplicata*, *Phthiracarus* sp., *Liebstadia similis*, *Eusetes globulus*.

T2



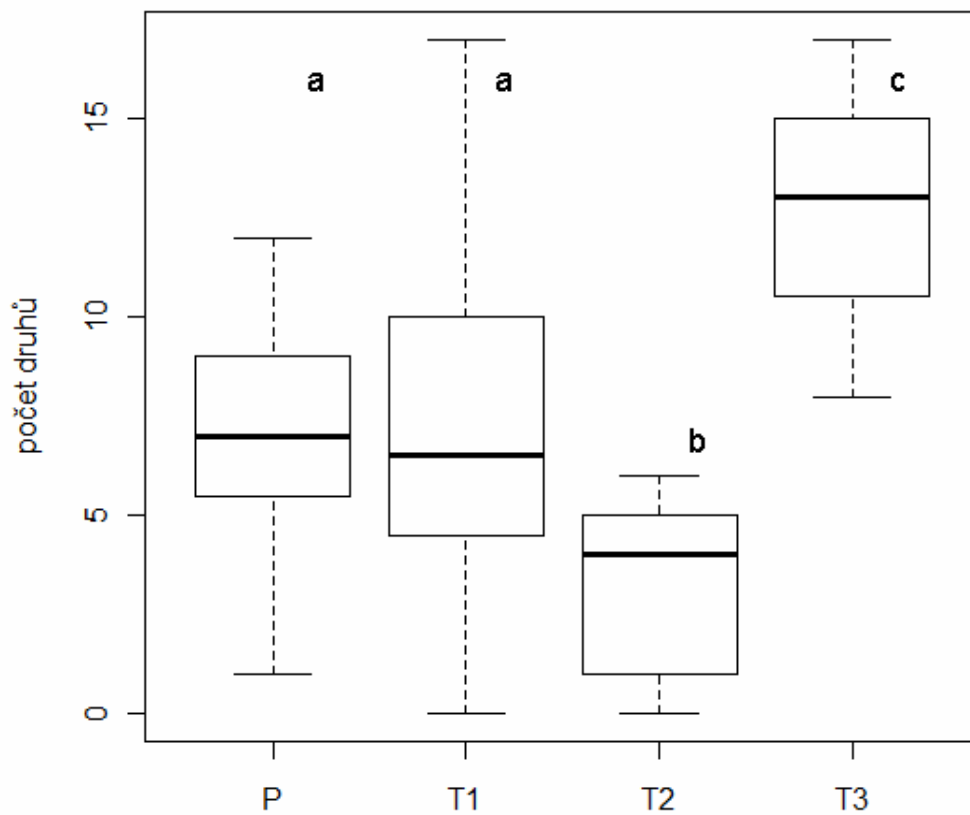
T3



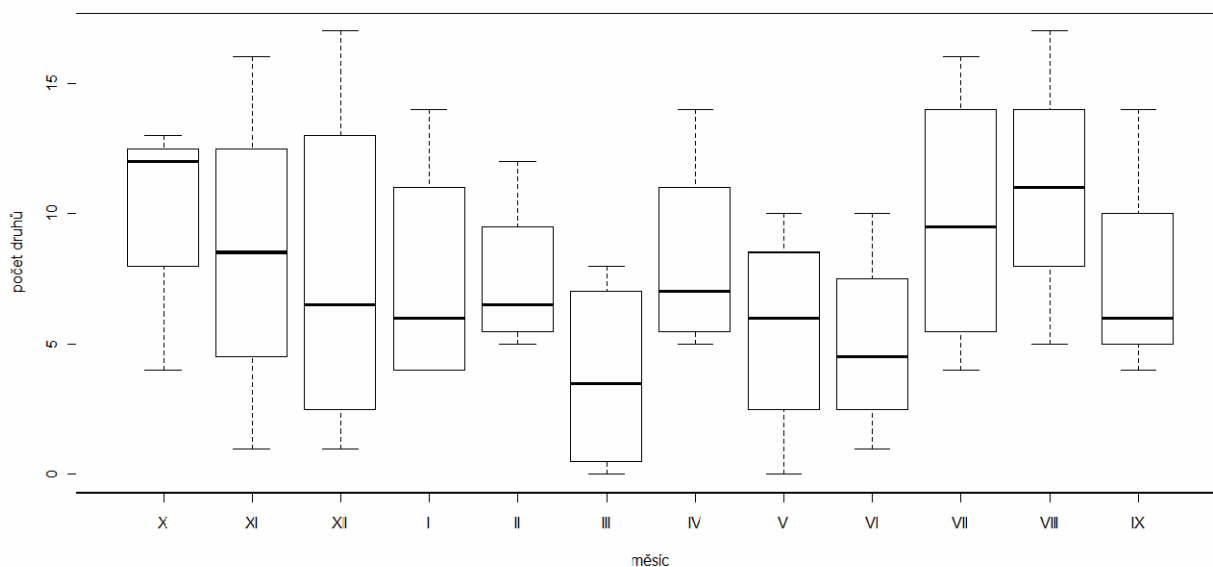
Graf 1: procentuální složení společenstev roztočů na jednotlivých mikrohabitátech. Druhy pod kolonkou Ostatní jsou shrnuty níže. Jedná se o roztoče, u nichž nebylo odchyceno více než 20 jedinců (P, T1 a T2), respektive 50 jedinců (T3). P – pařez, T1 – tis povrch, T2 – tis střed, T3 – tis země. Ostatní:

T2: *Carabodes marginatus*, *Gymnodamaeus bicostatus*, *Metabelba pulverosa*, *Tectocepheus velatus*, *Adoristes ovatus*, *Trichoribates laevigatus*, *Achipteria coleoptrata*, *Uropoda* sp., *Nothrus silvestris*, *Poroliodes farinosus*, *Rhisotritia duplicata*, *Hafenrefferia gilvipes*.

T3: *Tectocepheus velatus*, *Eupelops occultus*, *Hafenrefferia gilvipes*, *Phthiracarus* sp., *Platynothrus peltifer*, *Xernilus tegeocranus*, *Camisia segnis*, *Eusetes globulus*, *Eremaeus silvestris*, *Adoristes ovatus*, *Damaeus* sp., *Poroliodes farinosus*



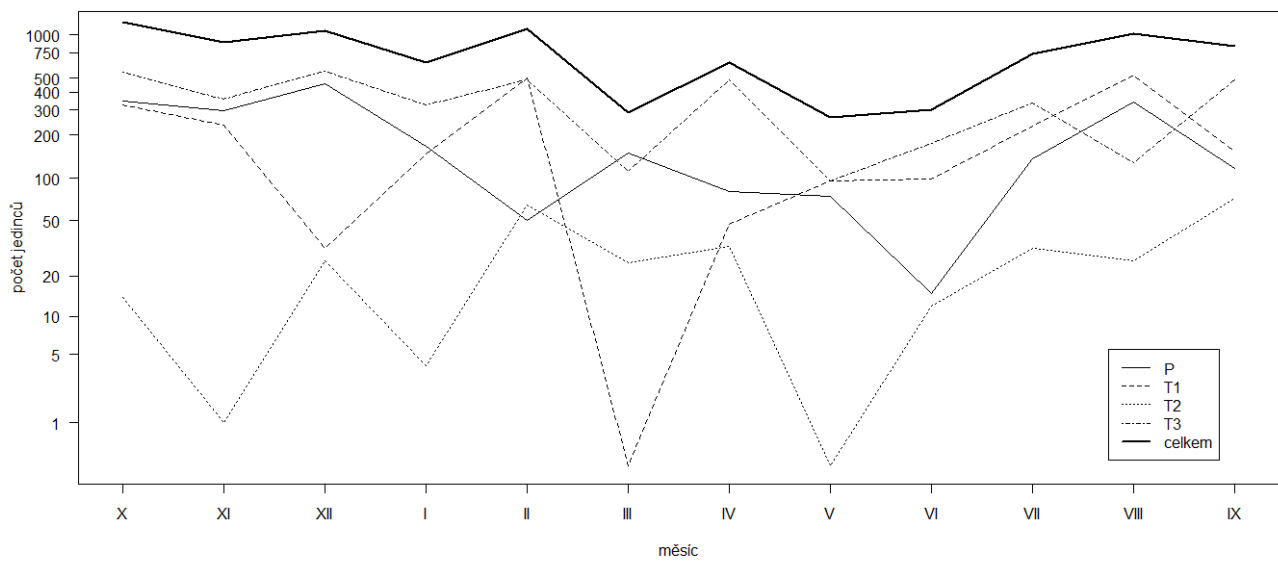
Graf 2: Variabilita zjištěných počtů druhů (v jednotlivých měsících) podle mikrohabitátů. P – pařez, T1 – tis povrch, T2 – tis střed, T3 – tis země. Boxploty: Střední linky - medián (tlusté), krabice – mezikvartilové rozpětí, úsečky – rozpětí pozorovaných hodnot, písmena značí signifikantní rozdíly podle Tukeyho mnohonásobných porovnání (Tukey HSD).



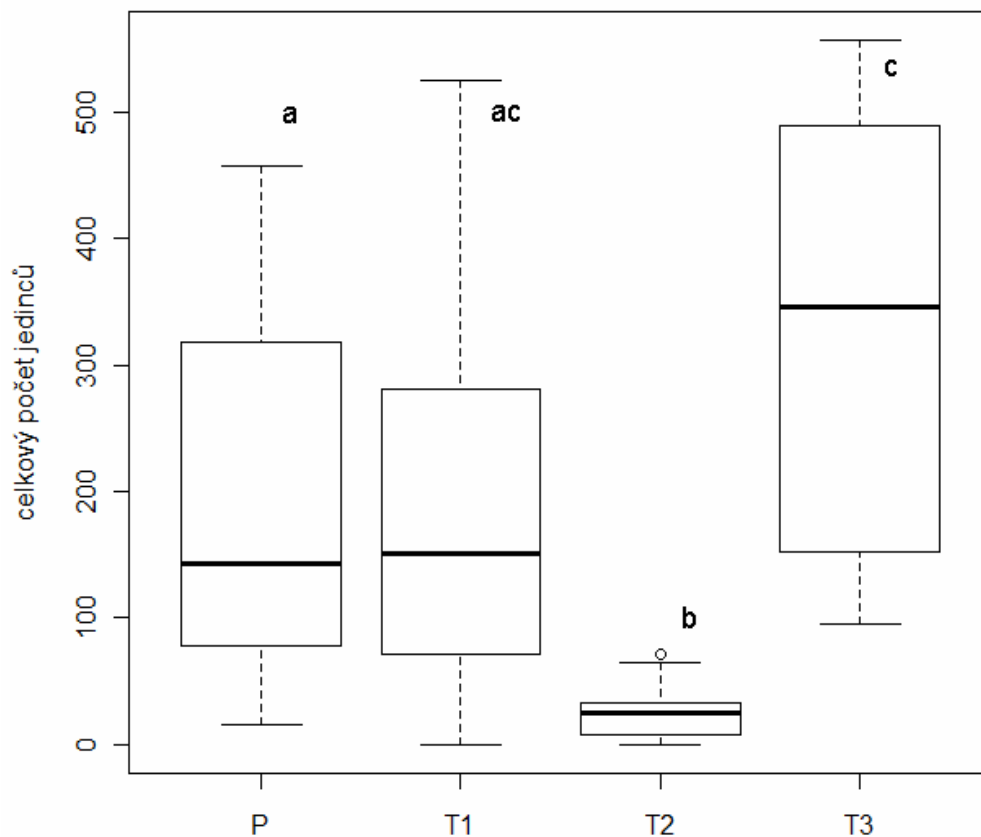
Graf 3: Variabilita zjištěných počtů druhů (mezi mikrohabitaty) podle jednotlivých měsíců. P – pařez, T1 – tis povrch, T2 – tis střed, T3 – tis země. Boxploty: Střední linky - medián (tlusté), krabice – mezikvartilové rozpětí, úsečky – rozpětí pozorovaných hodnot. V rámci mnohonásobných porovnaní (Tukey HSD) byl signifikantní rozdíl sledán pouze u dvojice měsíců VIII a III.

Tabulka 5: Výsledky analýzy variance (ANOVA) v závislosti počtu druhů na mikrohabitatu a měsíci. Df- stupně volnosti, SS – suma čtverců (množství vysvětlené variability daným faktorem) MS – průměrný čtverec

	df	SS	% variability	MS	F-hodnota	p-hodnota
mikrohabitat	3	541,9	53,4%	180,6	22,01	<0.001
měsíce	11	201,6	19,9%	18,3	2,23	0,037
residuály	33	270,9	26,7%	8,2		



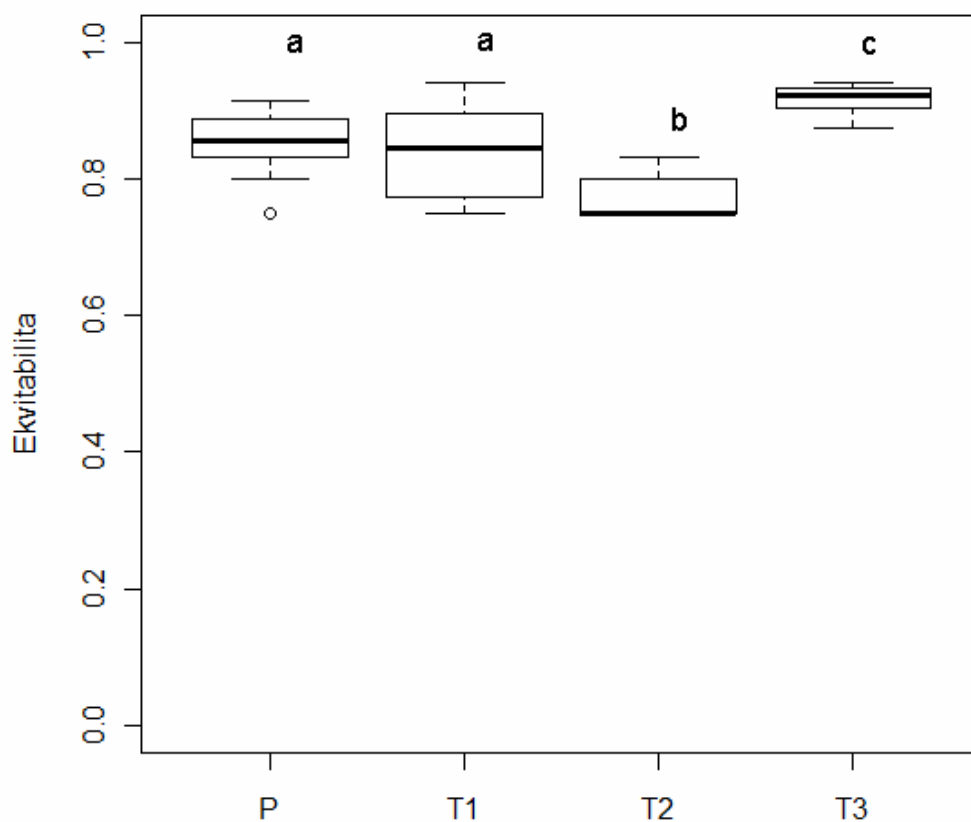
Graf 4: sezónní dynamika celkového počtu odchytených jedinců podle jednotlivých mikrohabitátů a celkového součtu. Pozn: osa y je v logaritmické škále



Graf 5: Variabilita zjištěných počtů jedinců (mezi měsíci) podle jednotlivých mikrohabitatů. P – pařez, T1 – tis povrch, T2 – tis střed, T3 – tis země. Boxploty: Střední linky - medián (tlusté), krabice – mezikvartilové rozpětí, úsečky – rozpětí pozorovaných hodnot, písmena značí signifikantní rozdíly podle Tukeyho mnohonásobných porovnání (Tukey HSD).

Tabulka 6: Výsledky analýzy variance v závislosti počtu jedinců na mikrohabitatě a měsíci. Df- stupně volnosti,) SS – suma čtverců (množství vysvětlené variability daným faktorem) MS – průměrný čtverec, n.s. – nesignifikantní

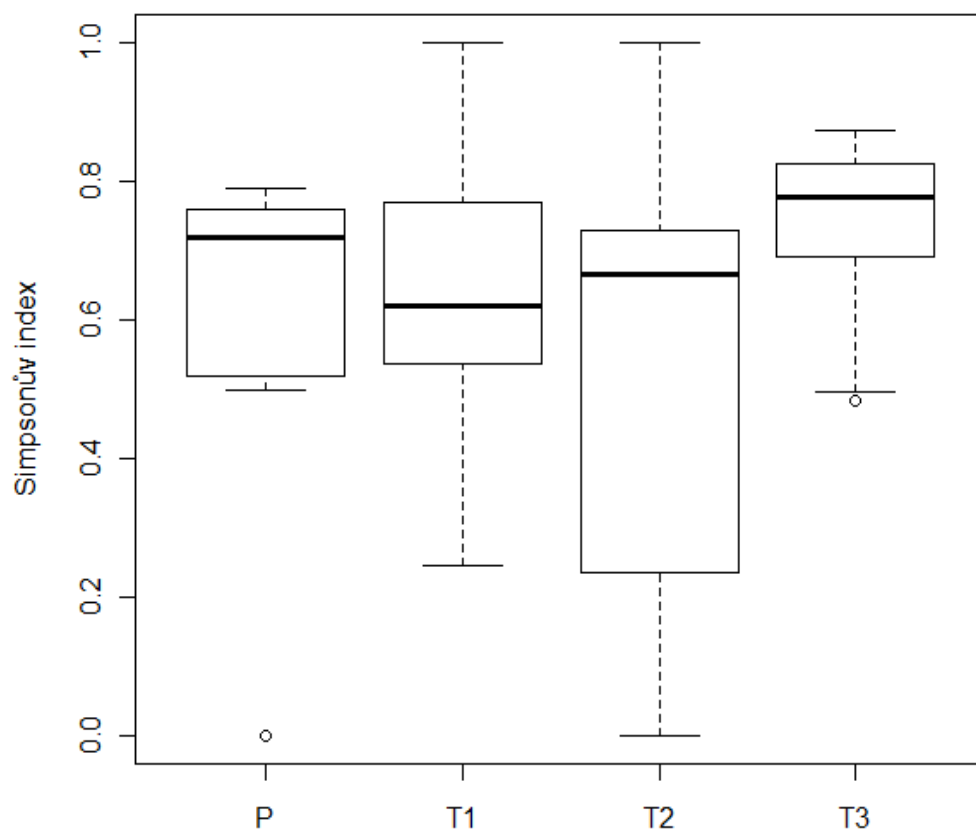
	df	SS	% variability	MS	F-hodnota	p-hodnota
mikrohabitat	3	600986	40,1%	200329	11,27	<0.001
měsíce	11	310406	20,7%	28219	1,59	n.s.
residuály	33	586456	39,2%	17771		



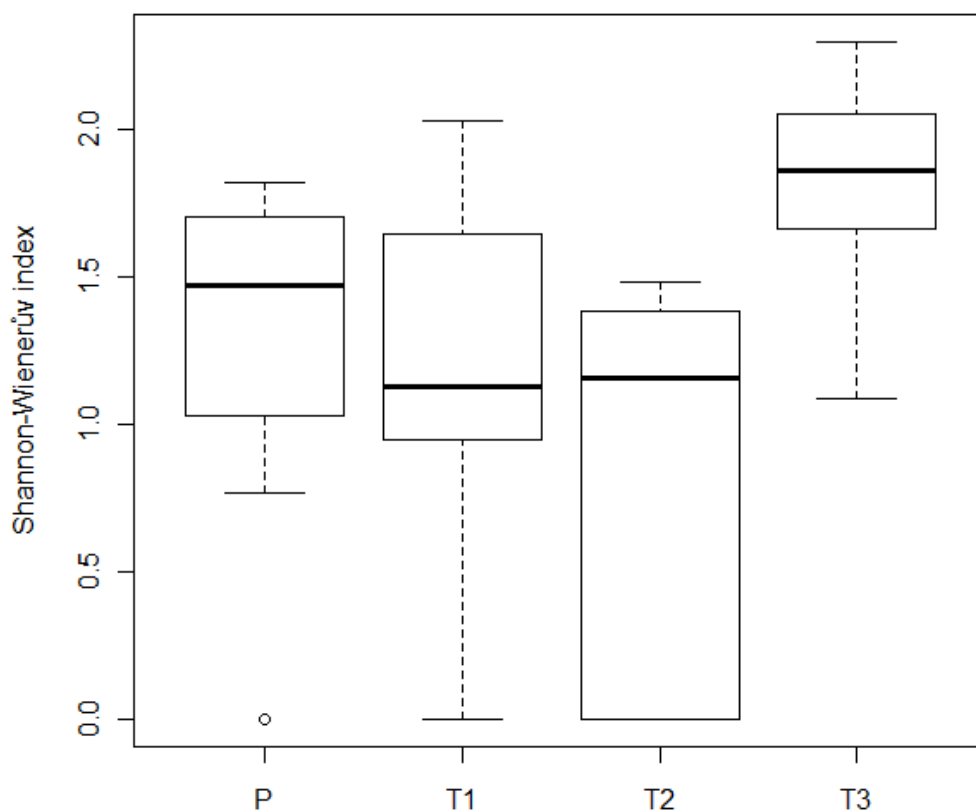
Graf 6: Ekvitabilita (vyrovnanost) společenstev roztočů (mezi měsíci, podle mikrohabitátů). P – pařez, T1 – tis povrch, T2 – tis střed, T3 – tis země. Písmena značí signifikantní rozdíly podle Tukeyho mnohonásobných porovnání (Tukey HSD).

Tabulka 7: Výsledky analýzy variance v závislosti ekvitability na mikrohabitatu a měsíci. Pozn. 27 stupňů volnosti u reziduálů je způsobeno tím, že ekvitabilita není definována při počtu druhů 0 a 1 a tudíž měl základní soubor méně pozorování.

	df	SS	% variability	MS	F-hodnota	p-hodnota
mikrohabitat	3	0,0895	51,8%	0,0298	13,30	<0.001
měsíce	11	0,0227	13,1%	0,0021	0,92	n.s.
residuály	27	0,0606	35,1%	0,0022		



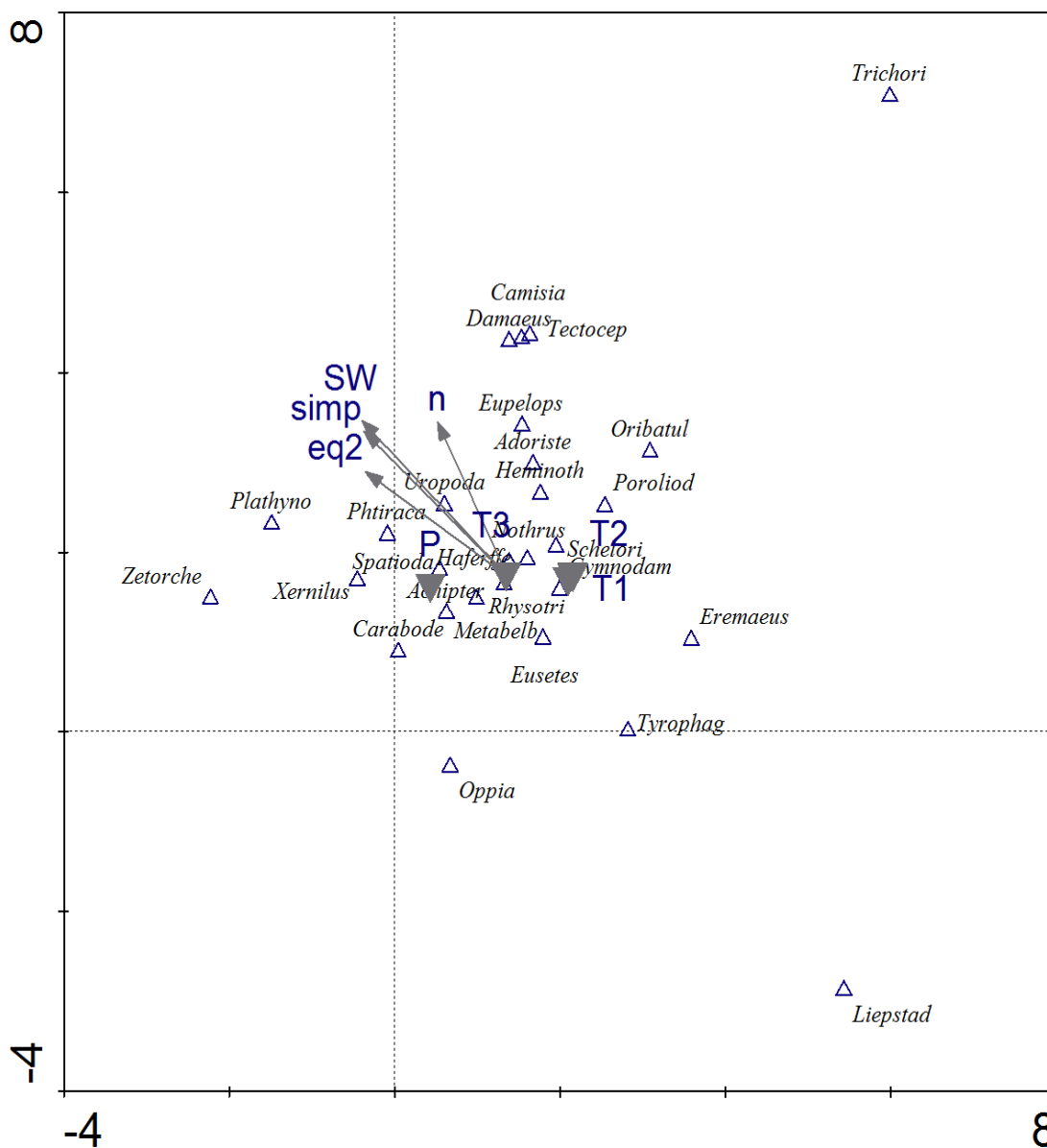
Graf 7: Simpsonův index diverzity společenstev roztočů (mezi měsíci, podle mikrohabitatů). P – pařez, T1 – tis povrch, T2 – tis střed, T3 – tis země.



Graf 8: Shannon-Wienerův index diverzity společenstev roztočů roztočů (mezi měsíci, podle mikrohabitátů). P – pařez, T1 – tis povrch, T2 – tis střed, T3 – tis země.

Tabulka 8: Matice podobnosti jednotlivých mikrohabitátů vyjádřené Sørensenovým indexem. Hodnoty se pohybují mezi 0 až 1 a vyjadřují podíl společných druhů v obou porovnávaných mikrohabitátech.

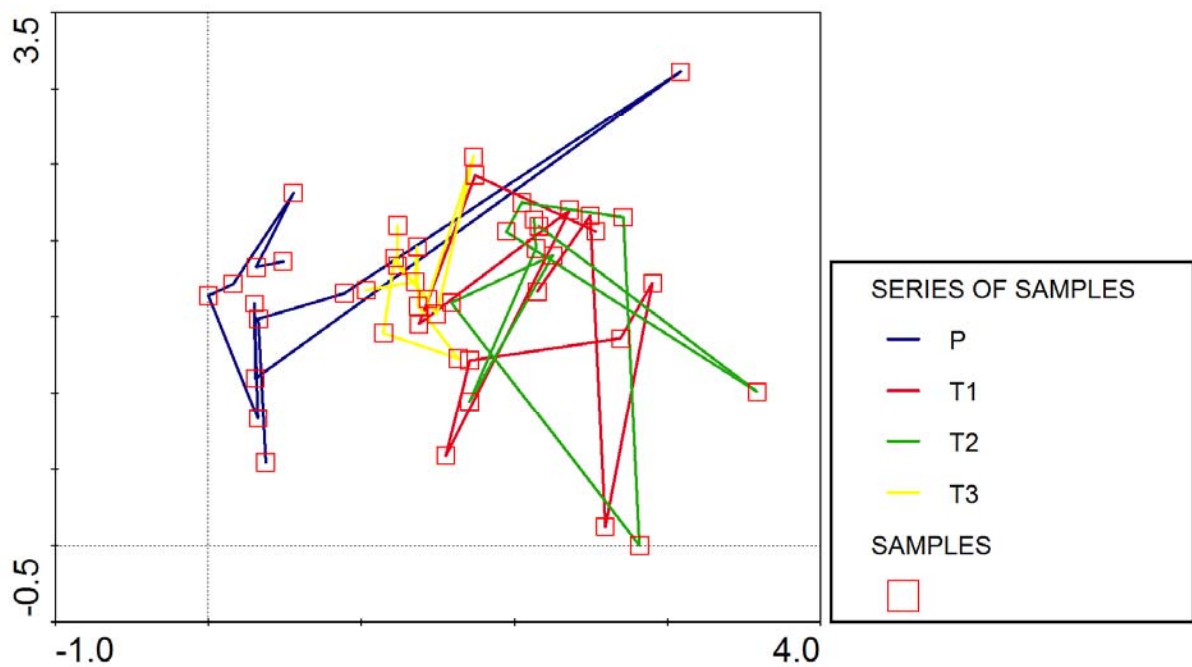
	P	T1	T2	T3
P	1			
T1	0,68	1		
T2	0,63	0,79	1	
T3	0,73	0,89	0,73	1



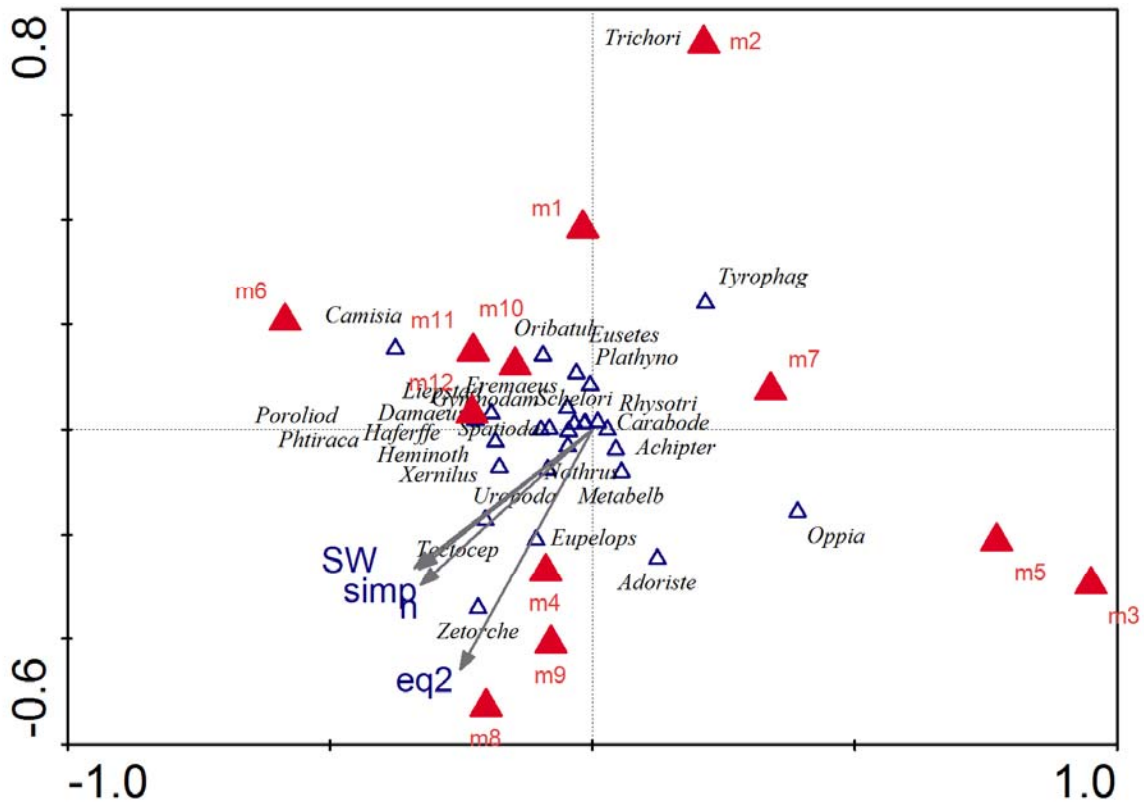
LieB

stadia

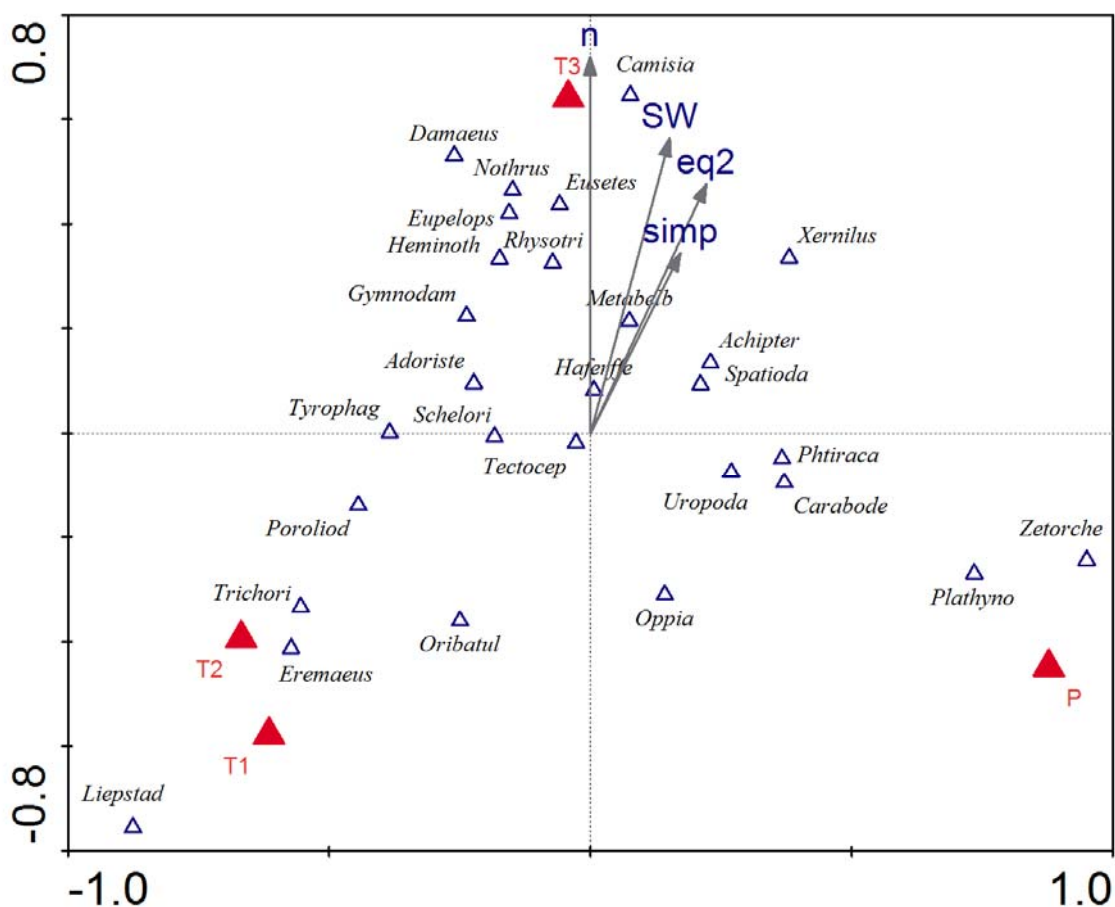
Graf 9: Ordinační diagram detrendované korespondenční analýzy (DCA) společenstev roztočů pro druhy. Proměnné prostředí (všechny šedé trojúhelníky a šipky jsou pouze pasivně promítnuty do ordinačního prostoru – neovlivňují analýzu). P – pařez, T1 – tis povrch, T2 – tis střed, T3 – tis země. První osa vysvětluje 21,7% variability, druhá osa vysvětluje 12,3% variability. Celková variability souboru (Total inertia) 1,752. Počet druhů a diverzita roste směrem (viz šipky). Eq2 – ekvilibrita, SW – Shannon-Wienerův index, simp – Simpsonův index diverzity, n – počet druhů v odběru. Jména rodů roztočů jsou v grafu zkrácena na 8 znaků z důvodů vlastností programu CANOCO for Windows 4.56



Graf 10: Ordinační diagram detrendované korespondenční analýzy (DCA) společenstev roztočů pro odběry. P – pařez, T1 – tis povrch, T2 – tis střed, T3 – tis země. První osa vysvětluje 21,7% variability, druhá osa vysvětluje 12,3% variability. Celková variability souboru (Total inertia) 1,752. Čarou jsou spojeny po sobě chronologicky navazující odběry.



Graf 11: Ordinační diagram kanonické korespondenční analýzy (CCA) společenstev roztočů pro druhy a proměnné prostředí (měsíce, kovariátou jsou mikrohabitáty). Druhy jsou značeny trojúhelníky (modrými), proměnné prostředí červenými trojúhelníky. Pasivní proměnné prostředí (šedé trojúhelníky a šipky, jsou pouze pasivně promítnuty do ordinačního prostoru – neovlivňují analýzu). První osa vysvětluje 6,7% variability, druhá osa vysvětluje 4,4% variability). Eq2 – ekvitabilita, SW – Shannon-Wienerův index, simp – Simpsonův index diverzity, n – počet druhů v odběru. m1 až m12 značí měsíce odběru. Signifikance všech kanonických os, $p = 0,0076$



Graf 12: Ordinační diagram kanonické korespondenční analýzy (CCA) společenstev roztočů pro druhy a proměnné prostředí (mikrohabitaty, kovariátou jsou měsíce). Druhy jsou značeny trojúhelníky (modrými), proměnné prostředí červenými trojúhelníky. Pasivní proměnné prostředí (šedé trojúhelníky a šipky, jsou pouze pasivně promítnuty do ordinačního prostoru – neovlivňují analýzu). P – pařez, T1 – tis povrch, T2 – tis střed, T3 – tis země. První osa vysvětluje 15,8% variability, druhá osa vysvětluje 8,8% variability). Eq2 – ekvitabilita, SW – Shannon-Wienerův index, simp – Simpsonův index diverzity, n – počet druhů v odběru. Signifikance všech kanonických os, $p = 0,0002$.

Tabulka 9: Rozklad a překryv variability vysvětlené měsíci a mikrohabitaty v rámci kanonických korespondenčních analýz (CCA).

souhrnný vliv měsíce a mikrohabitu	51,0%
měsíc - parciální vliv	23,6%
habitat - parciální vliv	26,7%

3.3 Výsledky mikroanatomické části

Histologické řezy prokazují, že *Gymnodamaeus bicostatus* je příležitostným mykofágem (foto 3, 4, 8, 9, 10, 13). Houbovou stravu preferuje zejména v chladnějších měsících (listopad, prosinec, leden), kdy byl u tohoto druhu roztoče zaznamenána i intenzivní činnost pohlavních orgánů. Tvorba těles asociovaných bakterií v mesenchymu se vyskytla v měsících sušších a teplejších (foto 10, 11). Na mnoha snímcích lze pak vidět i hemocyty (foto 10, 14, 15). Glykogen se však ukládal, překvapivě minimálně. (foto 14). Vývoj pohlavních buněk v tomto, tedy sušším období byl nepatrný, navíc v září pak hemocyty trávily vaječné buňky. (foto 16). Parazitace tohoto druhu roztoče hromadinkami (Eugregarinida) proběhla v měsících říjnu a květnu (foto 1, 14).

Spatiodamaeus verticillipes se živil houbami. (Foto 22, 23, 24, 26, 27), a to prakticky bez sezónní dynamiky – potrava se vyskytovala stále minimálně v jedné části trávicí soustavy. Zajímavostí opět zůstává nepřítomnost glykogenu, jakožto zásobní látky

Platynothrus peltifer vykazoval sklon k makrofytofágní výživě. Řezy 17, 19, 20 ilustrují trávení makrofytofágních komponent. Tento roztoč (foto 19) byl také parazitován hromadinkami. Ani jeden z mikroanatomických řezů nezaznamenal přítomnost houbové stravy v trávicím traktu či přítomnost glykogenu.

4 Diskuse

4.1 Diskuse ekologické části

4.1.1 Výskyt některých nalezených druhů, vazba na mikrohabitat

Weigmann a Kratz (1981) studovali faunu mnoha biotopů (močály, louky, lesy) a zkoumali na nich výskyt mnoha druhů roztočů. V porovnání s jejich prací, a to hlavně v části, která se soustřeďovala na výskyt roztočů v lesích, jsem došla k několika zajímavým zjištěním:

Gymnodamaeus bicostatus je poměrně málo rozšířený druh roztoče, který se v jejich studii vyskytoval pouze na vytrvalých rudéralech a pasekách a na místech s velmi chudou vegetací. Naproti tomu v mém výzkumu mohu prokázat výskyt tohoto druhu i na acidofilních lesních biotopech.

Spatiodamaeus verticillipes se ve srovnávané práci vyskytoval poměrně běžně na mnoha biotopech, avšak v malém počtu. Opět mohu potvrdit výskyt tohoto roztoče na mezofilních a acidofilních biotopech lesního ekosystému.

Platynothrhus peltifer v této studii výrazně preferuje pařez, méně se pak vyskytuje i v mikrohabitatu T3 (zemní mikrohabitat tisů). Podle výše zmíněné práce je to roztoč velmi hojný. Můžeme jej nalézt v biotopech mezofilních a acidofilních lesů (což potvrzuje můj výzkum), ale také v močálových, lučních a podmáčených biotopech.

Carabodes marginatus byl velmi zajímavý, co se týče výskytu, na mnou sledovaných čtyřech mikrohabitatech. Vyskytoval se ve všech třech vrstvách tisového opadu, ale nikdy neosídloval dubový pařez. To by mohla téměř potvrdit i mnou srovnávaná práce Weigmanna a Kratze (1981), kteří uvádějí výskyt tohoto druhu roztoče v acidofilních smíšených lesích. Tisový opad dosahuje nižšího pH než dubový (Pelíšek, 1964).

Carabodes coriaceus, *C. areolatus* a *C. ornatus* naproti tomu nebyly nalezeny na mikrohabitatech tisových, ale pouze na dubovém mikrohabitatě. To by souhlasilo i s pozorováním zmíněných autorů, kteří u těchto druhů uvádějí výskyt spíše v mezofilních lesích.

Adoristes ovatus se v jejich studii také prokazatelně objevoval ve smíšených acidofilních a mezofilních lesích.

Camisia spinifer upřednostňovala močály, bažinné lesíky a acidofilní les. Jedná se o prokazatelně lesního pancířníka. Rovněž mým výzkumem se potvrdila přítomnost druhu *Camisia spinifer* v acidofilních lesích.

Scheloribates laevigatus je druh roztoče, který je ve větší míře rozšířen dle práce citovaných autorů na mnoha biotopech (pobřežní vegetace, louky a pastviny, podmáčené lesy), avšak v acidofilních a mezofilních lesích, které jsou srovnatelné z hlediska biotopu s mými mikrohabitaty, tohoto roztoče nacházeli jen ve velmi malém počtu. Jedná se však o ubiquitousního pancířníka, tedy jeho ekologická valence mu dovoluje obývat široké spektrum biotopů (Hubert, 1996).

U opět lesního druhu *Nothrus silvestris* se shodují mé výsledky a citovaná práce – jedná se o obyvatele mezofilních a acidofilních stanovišť (Berthet, 1964). *Nothrus silvestris* měl zvýšený výskyt v mikrohabitatu T3. V T2 a T1 se vyskytoval spíše sporadicky.

Ubiquitní *Achipteria coleoptrata* zřejmě preferuje zemní mikrohabitaty lesa (Smrž, 2010b). Dle Weigmanna a Kratze (1981) obývá acidofilní smíšené lesy (což je ve shodě s mými výsledky), ale i louky včetně podmáčených ale naopak i suché louky nebo stepi (Smrž, 2007).

Metabelba pulverosa se ve zvýšené míře vyskytovala v mikrohabitacích T1 a P (zemní mikrohabitaty). Opět je to obyvatel acidofilních a mezofilních lokalit s výraznou preferencí houbové potravy.

Rod *Phthiracarus* se ve zvýšené míře vyskytoval pouze v mikrohabitacích P a T3 (zemní mikrohabitaty). Celá skupina Ptyctimina, kam patří i tento rod konzumuje hlavně jehličky konifer (Hartenstein, 1962f; Dinsdale, 1974), proto jeho výskyt v lese nepřekvapuje.

Poroliodes farinosus se vyhýbá mikrohabitatu P, na rozdíl od ostatních mikrohabitátů. Dle autorů Weigmanna a Kratze (1981) se jedná opět o obyvatele mezofilních půd, kde jsem jej také v mém výzkumu našla. Tento druh vyhledává lišejníkové nárosty (Kunst, 1968), proto jeho přítomnost ve studovaných biotopech lze očekávat.

Rhysotritia duplicata preferuje mikrohabitat T3, na ostatních se vyskytuje pouze vzácně. Wigmann a Kratz (1981) však svou studií prokázali, že se jedná o běžného roztoče mezofilních i acidofilních biotopů, biotopů luk a polí. Jeho preference lesů vyplývá z výše zmíněné charakteristiky skupiny Ptyctimina (Zelenková, 1986; Mourek, 2002).

Práce Smrže a Starého (1995) uvádí mnoho druhů roztočů nalezených na jižní Moravě, konkrétně v oblasti Pálavy. Ve mnou zkoumaných mikrohabitacích se však nacházeli také roztoči *Camisia segnis*, *Carabodes ornatus*, *C. areolatus*, *Eremaeus silvestris*, *Poroliodes farinosus* a *Zetorchestes flabrarius*

Graf 12 znázorňující vázbu druhu roztoče na mikrohabitat jasně ukazuje, že některé druhy roztočů (*Platynothrus peltifer*) inklinují jasně k určitému mikrohabitatu (pařez). Tento roztoč byl nalezen pouze v několika málo případech (při dvou odběrech z 12 v mikrohabitatu T3) na jiné lokalitě než dubové což mě vede k závěru, že *Platynothrus peltifer* je vázán na mikrohabitat, který je úzce spjat se zemním biotopem a inklinuje k dubovému opadu, a to ať už z hlediska potravní nabídky nebo

vhodných abiotických faktorů. Jeho výskyt pouze na jednom z mikrohabitátů jednoho lesního biotopu kontrastuje s jeho povahou ubiquista v lesích (Berthet, 1964; Weigmann a Kratz, 1981).

Gymnodamaeus bicostatus je pak vázán na tisové mikrohabitaty (a to hlavně na mikrohabitat T3). Jeho omezený výskyt ovšem potvrzují i Weigmann a Kratz (1981), kteří jej ovšem registrují pouze v ruderálech či obecně otevřených plochách, nikoliv v lese. Jedno z vysvětlení může spočívat i v záměně dvou posléze odděleně popsaných druhů - *Gymnodamaeuch bicostatus* a *G. barbarossa* (Weigmann a Mourek, 2008). Zmíněný rod přesto patří k méně hojným a jeho vyšší abundance i frekvence na studované lokalitě jsou pozoruhodné.

V porovnání s předchozími dvěma roztoči je *Spatiodamaeus verticillipes* roztočem, na kterém lze pozorovat tendence k mikrohabitátům, které jsou spojeny se zemí, což může i sledovat jeho potravní selekci (Smrž, 2010b). Jeho výskyt je proto rozdělen hlavně mezi mikrohabitat T3 a P.

Tectocephus velatus je roztoč velmi přizpůsobivý. V mé práci byl nalézán ve všech mikrohabitátech v poměrně vyrovnaném stavu. Tento druh roztoče totiž není striktně vázán na určitý druh potravy, a proto mu nedělá problém setrvat na místě, které je pro ostatní nepříznivé. Mezi pancířníky hraje roli velmi výrazného ubiquista (Weigmann a Kratz, 1981) se schopností osídlovat i raná stadia sukcese, agroekosystémy (Smrž a Jungová, 1989; Hejhalová, 1989; Seibert, 1993; Žilová, 1999) či rekultivace.

Podobný případ představuje i *Tyrophagus putrescentiae* s mimořádně širokou ekologickou valencí i potravním výběrem (Smrž, Smrž a Jungová, 1989).

Exemplární příklad vazby pancířníka na mikrohabitat se však projevil u rodu *Carabodes*. Tento rod obývá prakticky výhradně lesy (Berthet, 1964; Wallwork, 1976, 1983; Weigmann a Kratz, 1981; Kazdová, 2000). V této studii se ale navíc objevila jeho preference jednotlivých mikrohabitátů jak ukazuje Tab 4. Výhradní výskyt druhu *C. marginatus* v dubovém pařezu a naopak dalších tří druhů pouze v tisovém opadu jasně prokazuje volbu mikrohabitátu zřejmě dle acidity či, možná nebo v návaznosti na aciditu, dle množství a kvality organické hmoty (Mitchell, 1979) nebo, lépe, potravní nabídky (Smrž, 2010b). Potvrzuje se tak specifika mikrohabitátů i přes jejich blízkost a tedy i podobné hodnoty vůdčích abiotických faktorů, zejména vlhkosti (Wallwork, 1976).

4.1.2. Společenstva roztočů

Hartnigk – Kümmel (1983) se zabývá studiem akarofauny na třech lokalitách smíšeného lesa. Shodně s mými mikrohabitaty se zde vyskytují:

Carabodes coriaceus, *C. areolatus*, *Metabelba pulverosa*, *Eupelops torulosus*, *Nothrus silvestris*, *Oppia* sp., *Oribatula tibialis*, *Phthiracarus* sp., *Platynothrus peltifer*, *Rhysotritia duplicata* a *Tectocephus velatus*.

Rajski (1961) podrobil studiu dvě rostlinná společenstva podobná s mými studovanými stanovišti. Quercu – Carpinetum a Dicrano – Pinetum. Společnými druhy těchto dvou biotopů a biotopů na daných mikrohabitatech v lokalitě Rendez-vous byli: *Oppia* sp., *Metabelba pulverosa*, *Oribatula tibialis*, *Platynothrus peltifer*, *Tectocepheus velatus*, *Adoristes ovatus*, *Carabodes areolatus*(???), *C. coriaceus*, *Nothrus silvestris*, *Rhysotritia duplicata* a *Camisia spinifer*.

Shoda s autory, co se týče druhové rozmanitosti pancířníků, byla na sledovaných lesních biotopech poměrně vysoká.

Jak můžeme vidět z grafu 9, některé druhy se vyskytují ve vzájemné závislosti, např. *Damaeus riparius*., *Camisia spinifer* a *Tectocepheus velatus*. Prvně jmenované dva druhy patří k typicky lesním obyvatelům pro diversitu lesních mikrohabitátů (morový humus a lišejníkové nárosty) (Wallwork, 1983). Z toho grafu lze také zjistit, že způsob výskytu druhů *Liebstadia similis* a *Trichoribates trimaculatus* je nepodobný ostatním roztočům z vybraných mikrohabitátů. Příčiny mohou být různé. *Liebstadia similis* obývá hlavně polní a luční biotopy jako poměrně výrazný ubiquist (Žilová, 1999). *Trichoribates trimaculatus* patří k roztočům častým v nárostech mechů na skalách a stromech se silnou migrační tendencí (Smrž, 2006a).

Obecně řečeno, velká část druhů roztočů patří k výrazně lesním obyvatelům. Výjimku tvoří několik ubiquistů, z nichž *Tectocepheus velatus* a *Scheloribates laevigatus* se vyskytují ve velkém spektru biotopů lesních i lučních (Berthet, 1965; Weigmann a Kratz, 1981; Wallwork, 1983, Hubert, 1996). To ovšem umožnilo druhu *Scheloribates laevigatus* plnit úlohu eudominantního druhu v mikrohabitatech T2 a T3 (tis prostředek a pata hromady). Mírné tendence ubiquistů spíše k lučním biotopům vykazují *Liebstadia similis* a *Oribatula tibialis* (Seibert, 1993; Žilová, 1999), i zde ovšem velká ekologická valence hraje svoji roli, a *O.tibialis* dokonce vystupuje jako eudominantní druh ve společenstvu mikrohabitatu T1 (povrch tisového opadu). Naopak jasně lesní, meso- až acidofilní biotop dubového původu hostí jako eudominantní tři druhy rodu *Carabodes*, nicméně s jasnou preferencí mikrohabitatu oproti druhu *C.marginatus*., všeobecně považované v literatuře , jako celý evropský rod *Carabodes*, za lesní pancířníky (Rajski, 1961; Berthet, 1964; Wallwork, 1975, 1983; Weigmann a Kratz, 1981; Kazdová, 2000)

Zcela zvláštní roli má zde *Tyrophagus putrescentiae*, registrovaný z polních společenstev s nízkou diverzitou (Curry, 1976; Smrž a Jungová, 1989). Tento druh se ve studovaných lesních mikrohabitatech ale objevoval se hlavně v mikrohabitatech T1 a T3, a to pouze nárazově, byť v době výskytu často ve velkých abundancích, jak má ve zvyku v biotopech lučních či polních (Smrž a Jungová, 1989). Důvod tohoto jevu není zřejmý, lze uvažovat o potravní nabídce (Smrž, 2003; Smrž a Soukalová, 2008).

4.1.3. Sezónní dynamika

Velmi zajímavý graf 11, zobrazuje sezónní dynamiku roztočů. Nejvíce nepodobné, a z hlediska diverzity chudé, jsou měsíce únor (kde je zaznamenán jediný výskyt roztoče *Trichoribates laevigatus*), březen a květen (jedná se o měsíce, které jsou druhově i početně ve velkém propadu). Naopak druhově bohaté a výskytem druhů roztočů si podobné, jsou měsíce duben, srpen a září (můžeme pozorovat hlavně druhy *Zetorchestes flabrarius*, *Eupelops occultus* a *Tectocephus velatus*) a říjen, listopad a prosinec (*Gymnodamaeus bicostatus*, *Eremaeus silvestris*, *Spatiodamaeus verticillipes*, *Oribatula tibialis*, *Liebstadia similis*). Zatímco jarní měsíce často v půdě znamenají pokles populačních hustot, podzimní, někdy včetně srpna, a velká část zimních v období průměrných teplot patří obecně k období vrcholu densit i diversity půdních saprofágních roztočů (Wallwork, 1967, 1976; Luxton, 1981d).

4.2 Diskuse mikroanatomické části

4.2.1 Potravní biologie

Ve své práci se pokouším srovnávat potravní specifika třech druhů roztočů, a to: *Gymnodamaeus bicostatus*, *Platynothrus peltifer* a *Spatiodamaeus verticillipes*. *Gymnodamaeus bicostatus* se nacházel pouze na mikrohabitátech T1, T2, T3 v mikrohabitatu „pařez“ (P) se nevyskytoval. Naopak druhy *Spatiodamaeus verticillipes* a *Platynothrus peltifer* bylo možno nalézt jak v dubovém, tak v tisovém opadu.

V mesenchymu roztočů *Gymnodamaeus bicostatus* a *Spatiodamaeus verticillipes* se v některých měsících vyskytovaly hemocyty (foto 10, 14, 15, 16, 25), které indikovaly trávení přijaté potravy (Smrž, 1995, 2006a; Černý, 1999). Naproti tomu i glykogenová deposita se vyskytovala poměrně zřídka pouze u druhu *Gymnodamaeus bicostatus* (foto 14). Podrobnější studii o podmínkách přítomnosti glykogenu provedli Smrž a Materna (2000). Zjistili určitou závislost v přítomnosti a množství glykogenu nejen na typu potravy, ale i na vnějším prostředí a na pohlaví. Možnost ovlivnění deposit jinými faktory než druhem a palatabilitou potravy tedy existuje.

Z tabulky 10 je jasně vidět, že houbovou stravu upřednostňoval *Gymnodamaeus bicostatus* v chladných měsících, naopak bakteriemi bylo jeho trávicí ústrojí naplněno hlavně v měsících teplých. Toto zjištění mě vede k závěru, že zřejmě půjde o příležitostného mykofága. O tomto roztoči nebyla zatím publikována žádná práce zabývající se jeho potravní biologii. Z přiložených fotografií (3, 4, 8, 9,

10, 13) vyplývá, že houby tvoří hlavní složku jeho potravy v měsících říjen, prosinec a leden (chladnější měsíce, kdy jeho sezónní dynamika dosahovala vyšších hodnot a kdy bylo možné pozorovat množství vajíček u samic), naopak potrava sestávající se z bakterií byla zachycena v teplejších a tím pádem i sušších měsících (foto 5, 11, 12).

Tabulka 10: Potravní preference druhu *Gymnodamaeus bicostatus* během sledovaného období dle obsahu střeva. Stupnice měření 0-3 (0 – bez výskytu potravy, 1 – nízký výskyt potravy (v méně než 25% zkoumaných jedinců), 2 – vyváženost obou složek potravy (v 25-75% zkoumaných jedinců), 3 – upřednostňovaný typ potravy (ve více než 75% zkoumaných jedinců)

	říjen	list.	pros.	led.	únor	břez.	dub.	květ.	čer.	červ.	srp.	září
houby	1	3	3	3	1	0	2	1	0	1	1	2
bakt.	3	1	1	1	3	0	2	3	3	3	3	2

Platynoethrus peltifer je pancířník, který je rozšířen v celé palearktické oblasti (Karppinen, 1958; Dalenius, 1960; Haarlov, 1960), včetně Grónska (Hammer, 1946). Ze jmenovaných prací vyplývá, že tito roztoči přezimují jako dospělci a vajíčka kladou brzy z jara až do začátku září. Jedná se o důležitého a hojného konzumenta rozkládajícího se dřeva a listí. Z výzkumů, které uvádí Hammen (1952) vyplývá, že tento druh roztoče není nikterak závislý na vlhkosti. Tato skutečnost a stravovací návyky činí druh *Platynoethrus peltifer* velmi rozšířeným a dominantním. Jedná se o druh vázaný na větší množství organické hmoty v půdě, což vybrané mikrohabitaty snadno splňovaly. Tento druh ovšem má značnou ekologickou valenci a osidluje i biotopy antropicky ovlivněné či narušené, např. agroekosystémy a městské aglomerace (Hartnick – Kümmel, 1983). *Platynoethrus peltifer* je dle Schustra (1956) a Hartensteina (1962a, 1962b) nespécializovaný druh. V laboratoři byl chován na lišejníku, řasách i dřevě. Berthet (1964) uvádí tohoto roztoče jako mykofágního, zatímco Wallwork (1967) zjistil, že jde především o makrofytofága. Z provedených mikroskopických řezů (foto 17, 19, 20) a jejich výsledků souhlasím s názorem Wallworka – jedná se o makrofytofága. V mých výsledcích totiž nebyl ani jeden řez, který by zachycoval houbovou stravu v trávící soustavě tohoto druhu roztoče, zatímco zbytky rostlinných pletiv se vyskytovaly např. v potravním bolu v mesenteru.

Spatiodamaeus verticillipes je druh roztoče, charakterizovaného jako mykofágního (Siepel a Rüter-Dijkman, 1993). Podle jejich práce, kde sběr probíhal na opadu dubu, se jedná o roztoče, který má jak chitinázovou, tak trehalázovou aktivitu (rozklad buněčné stěny i vnitřního obsahu houby). Z mých výsledků vyplývá, že houby shledává jako velmi vhodnou a velmi chutnou potravu (zaplněny

všechny části trávicí soustavy - foto 22, 23, 24), a proto mohu potvrdit shodu s tímto názorem. To odpovídá i názoru, že pancířníci čeledi Damaeidae (sensu Starý, 2000) obecně houbovou potravu preferují se všemi důsledky (chitinázová aktivita, hemocyty, guaninová deposita, budování extraintestinálních těles asociovaných interních bakterií), (Smrž, 2000, 2002, 2010a; Smrž a Soukalová, 2008). Smrž a Trelová (1995) uvedli u druhu *Damaeus riparius* přítomnost bakterií *Bacillus badius*, *B.megatherium*, *B.cereus* a barevné bakterie *Janthinobacterium lividum*. U všech byla chitinázová aktivita potvrzena v literatuře (Moloy a Burke, 1997; Aktjaganov et al., 2003) či testem (Smrž, 2000).

V některých histologických řezech roztočů druhu *Gymnodamaeus bicostatus* a *Platynothrus peltifer* bylo možno pozorovat parazitace (foto 1, 14, 19). Starý (1990) uvádí u pancířníků možnou parazitaci hromadinkami (Eugregarinida), hmyzomorkami (Microsporidia) a mikroorganismy. U druhu *Gymnodamaeus bicostatus* byla pozorována parazitace hromadinkami v mesenteru a mesenterálních caecách. Purrini (1985) zjistil, že parazitace půdních bezobratlých je ovlivněna znečištěním životního prostředí. Mnou studovaný biotop však podobné znečištění nevykazuje, důvod parazitace proto nelze přesně stanovit.

5 Závěr

- ve sledovaném období od října 2008 do září 2009 bylo v areálu Rendez-vous sbíráno na čtyřech stanovištích (mikrohabititech): pařez (**P**) a nahromaděný opad tisu, v něm pak: povrch (**T1**), střed (**T2**) a, pata nahromaděného opadu (**T3**)
- odebráno bylo 144 půdních vzorků a z nich extrahováno celkem 9043 půdních saprofágních roztočů, z toho: 25 druhů a 2 rody pancířníků (Oribatida), jeden druh zákožkoců (Acaridida) a jeden rod čmelíkovců (Mesostigmata).
- Eudominantní roztoči v mikrohabititech:
 - **P**: *Carabodes areolatus*, *Carabodes ornatus* a *Platynothrus peltifer*;
 - **T1**: *Oribatula tibialis*, *Scheloribates laevigatus* a *Tyrophagus putrescentiae*;
 - **T2**: *Eremaeus silvestris*, *Scheloribates laevigatus* a *Tyrophagus putrescentiae*;
 - **T3**: *Scheloribates laevigatus* a *Tyrophagus putrescentiae*.
- nejbohatším stanovištěm z hlediska diverzity, v tomto případě tedy počtu druhů, byl mikrohabitat T3, nejchudším naopak T2.
- nejvyrovnanějším se jevil mikrohabitat T3;
- nejvyšší vzájemnou podobnost vykazovaly mikrohabitaty T1 a T3, nejméně globálně pak mikrohabitat P vůči tisovému.
- vazba rodu *Carabodes*: *Carabodes marginatus* obýval pouze tisový opad;, zatímco druhy *Carabodes coriaceus*, *C. areolatus* a *C. ornatus* pouze dubový mikrohabitat;
- struktura společenstev a vazby některých druhů na odběrová místa mohou charakterizovat samotné mikrohabitaty, to potvrzuje význam mikrohabitátů v biotopech ve smyslu struktury společenstev v nich žijících;
- *Gymnodamaeus bicostatus* preferuje houbovou potravu, ovšem ne celý rok, ale v chladnějších měsících, jinak konzumuje bakterie;
- *Platynothrus peltifer* preferuje potravu rostlinného původu dopl(novanou někdy bakteriemi);
- *Spatiodamaeus verticillipes* je naopak striktním mykofágem;

6 Seznam použité literatury

- Aktuganov G. E., Melent'ev A. I., Kuzmina L. Ju., Galimzyanova N. F., Shirokov A. V., 2003:** The chitinytic activity of *Bacillus* Cohn bacteria antagonistic to phytopathogenic fungi. *Micobiology*. 72. 313-317
- Anderson, J. M., 1973:** The breakdown and decomposition of sweet chesnut (*Castanea sativa* Mill.) and beech (*Fagus sylvatica* L.) leaf litter in two deciduous woodland soils. II. Changes in the carbon, hydrogen, nitrogen and polyphenol content. *Oecol.* 12.275-288
- Anderson, J. M., 1975:** Succession, diversity and trophic relationships of some soil animals in decomposing leaf litter. *J. Anim. Ecol.* 44.475-495
- Anderson, J. M., 1978a:** Competition between two unrelated species of soil Cryptostigmata (Acari) in experimental microcosms. *J. Anim. Ecol.* 47.787-803
- Anderson J. M., 1978b:** Inter and intra-habitat relationships between woodland Cryptostigmata species diversity and the diversity of soil and litter microhabitats. *Oecologia* 32. 341-348
- Berthet P., 1964:** L'activité des Oribatides 'une chenie. *Mém. Inst. r. Sci. Nat. Belg.* 152. 152 stran
- Coleman, D.C., Crossley, D.A. jr, Hendrix, P.F., 2004:** Fundamentals of soil ecology. Elsevier, Amsterdam. 386pp.
- Curry, J.P. 1976:** The arthropod fauna of some common grass and weed species of pasture near Dublin. *Proc.R.Ir.Acad.*, 76B,1-35.
- Czajkowska B., 1970:** Rozwój rozkruszków na niektórych gatunkach grzybów. *Zesz,probl.Post. Nauk. roln.* 109. 219-227.
- Černý R., 1999:** Biologie a ekologie druhu *Chamobates voigtsi* (Acari: Oribatida), člena společenstev pancířníků vybraných příměstských lesů Prahy. *Disertační práce PŘF UK Praha.* 52 stran
- Dinsdale, D., 1974:** The digestive activity of a phthiracarid mite mesenteron. *J.Insect Physiol.*20,2247-2260
- Dalenius P., 1960:** Studies on the Oribatei of the Torneträsk territory in Swedish Lappland. I. A list of the habitats, and the composition of their oribatid fauna. *Oikos* 11. 79-124
- Giljarov M. C., Krivoluckij D. A. et al., 1975:** *Opredělitel' obitajuščich v počvě klješčej. Sarcoptiformes.* 491 s. Nauka. Moskva
- Haarlov N., 1960:** Microarthropods from Danish soils; ecology, menology. *Oikos Suppl.* 3. 1-176
- Hammen L. van der., 1952:** The Oribatei (Acari) of the Netherlands. *Zool. Verhandel. (Leiden)* No. 17. 1-139. (p. 94.)

- Hammer M., 1946:** The zoology of East-Greenland. Oribatids. Medd. Gronland 122 (1). 1-39
- Haq M. A., 1981:** Feeding habits of ten species of oribatid mites (Acari: Oribatei) from Malabar, South India. Indian J. Acarol. 6. 39-50
- Hartenstein R., 1962a:** Soil Oribatei I. Feeding specificity among forest soil Oribatei. Ann. entomol. Soc. America 55,2. 202-206
- Hartenstein R., 1962b:** Soil Oribatei II. *Belba kingi*, new species, and study of its life history. Ann. entomol. Soc. America 55,4. 357-361
- Hartenstein R., 1962c:** Soil Oribatei IV. Observations on *Ceratozetes gracilis*. Ann. entomol. Soc. America 55,5. 583-586
- Hartenstein R., 1962d:** Soil Oribatei V. Investigations on *Platynothrus peltifer*. Ann. entomol. Soc. America 55,6. 709-713
- Hartenstein R., 1962e:** Soil Oribatei VI. *Protoribates lophotrichus* and its associations with microorganisms. Ann. entomol. Soc. America 55,5. 587-591
- Hartenstein R., 1962f:** Soil Oribatei VII. Decomposition of conifer needles and deciduous leaf petioles by *Stegnacarus diaphanum*. Ann. entomol. Soc. America 55,6. 713-716
- Hartnigk-Kümmel Ch., 1983:** The moss mites (Acari: Oribatei) of an oak-pine forest soil in Berlin (West): comparison of 3 sampling plots differently influenced by road construction and traffic. Zool. Beitr. N. F. 28. 207-230
- Hayes A. J., 1963:** Studies on the feeding preferences of some phthiracarid mites. Ent. Exp. Appl., 6. 241-256
- Hejhalová, P., 1989.** Ekologie pancířníků (Acari, Oribatida) v pásech zeleně na sídlišti v Teplicích. Dipl.práce PŘF UK Praha. 124 str
- Hoebel-Mävers M., 1967:** Funktionsanatomische Untersuchungen an Verdauungstrakt der Hornmilben (Oribatei). Dissertation Thesis Braunschweig. 88 stran
- Hubert, J., 1996:** *Scheloribates laevigatus*, modelový člen společenstev pancířníků travnatých biotopů. Dipl.práce PŘF UK Praha, 245 str.
- Choťko E. I., 1982:** Počvennyje bespozvonočnyje i promyšlennyje zagrjazněnija. Nauka i tehnika, Minsk. 264 stran
- Jacot A. P., 1939:** Reduction of spruce and fir litter by minute animals. J. Forestry 37. 858-860
- Kaneko N., 1988:** Feeding habits and cheliceral size of oribatid mites in cool temperate forest soils in Japan. Rev. Ecol. Biol. Sol. 25. 353-363
- Karpinen E., 1958:** Über die Oribatiden (Acar.) der finnischen Waldboden. Ann. Soc. Zool. Vanamo 19(1). 1-43
- Kazdová, I., 2000:** Společenstva pancířníků (Acari: Oribatida) na vybraných lokalitách lišejníkových nárostů v NPR Voděradské bučiny. Dipl.práce PŘF UK Praha 62 str.

- Koleff, P., Gaston, K.J. a Lennon J.J., 2003:** Measuring Beta Diversity for Presence-Absence Data; Journal of Animal Ecology 72 (3): 367-382.
- Koukol O., Mourek J., Janovský Z. a Černá K., 2009:** Do oribatid mites (Acari: Oribatida) show a higher preference for ubiquitous vs. Specialized saprotrophic fungi from pine litter? Soil Biol. Biol Biochem. 41. 1124-1131
- Kunst M., 1968:** Roztoči nadřádu Oribatei Československa. Habilitační práce. PŘF UK Praha. 1355 stran
- Lepš, J. a Šmilauer P., 2003:** Multivariate analysis of ecological data using CANOCO. Cambridge University Press, Cambridge.
- Littlewood, C.F., 1969:** A surface sterilization technique used in feeding algae to Oribatei. Acarology II, Proc. 2nd Inter.Congr.AcarolEvans,G.O.(ed).Akadémiai Kiadó Budapest. pp.53-56.
- Losos B. a kol. 1985:** Ekologie živočichů, SNP Praha
- Luxton M., 1972:** Studies of the oribatid mites of Danish beech wood soil. I. Nutritional biology. Pedobiologia 12, 434-463.
- Luxton M., 1975:** Studies on the oribatid mites of a Danish beech wood soil. II. Biomass, calorimetry, and respirometry. Pedobiologia 15. 161-200
- Luxton M., 1981 a:** Studies of the oribatid mites of Danish beech wood soil. III. Introduction to the field populations. Pedobiologia 21. 301-311
- Luxton M., 1981 b:** Studies of the oribatid mites of Danish beech wood soil. IV. Developmental biology. Pedobiologia 21. 312-340
- Luxton M., 1981 c:** Studies of the oribatid mites of Danish beech wood soil. V. Vertical distribution. Pedobiologia 21. 365-386
- Luxton M., 1981 d:** Studies of the oribatid mites of Danish beech wood soil. VI. Seasonal population changes. Pedobiologia 21. 387-409
- Maraun M. a Migge S., 2000:** The structure of oribatid mite communities (Acari: Oribatida): patterns, mechanisms and implications for future research. Ecography 23. 374-382
- Michael A. D., 1884:** British Oribatidae. Vol. I. 1-336. The Ray Society London
- Michael A. D., 1888:** British Oribatidae. Vol. II. 337-657. The Ray Society London
- Mitchell, M. J., 1978:** Vertical and horizontal distribution of oribatid mites (Acari:Cryptostigmata) in an aspen woodland soil.Ecology 59(3),516-525.
- Molloy, C. a Burke, B. 1997:** Expression and secretion of *Janthinobacterium lividum* chitinase in *Saccharomyces cerevisiae*. Biotechnology Letters 19: 1161–1164.
- Mourek, J., 2002:** Půdní pancířníci (Acari, Oribatida) primárních borů a porostů introdukované borovice vejmutovky (*Pinus strobus*) v NP České Švýcarsko. Dipl.práce PŘF UK Praha. 257 str.
- Murphy P. W., 1953:** The biology of forest soils with special reference to the mesofauna or meiofauna. J. Soil Sci. 4. 155-193

- Oksanen, J., Blanchet, F.G., Kindt, R., Legendre, P., O'Hara, R.G., Simpson, G.L., Solymos, P., Stevens, M.H.H., Wagner, H., 2010:** vegan: Community Ecology Package. R package version 1.17-1. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- Pankiewicz-Nowicka, D., Boczek, J. and Davis, R., 1984:** Food selection in *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) (Acarina, Acaridae). J. Georgia Entomol. Soc. 19, 317-321.
- Pauly F., 1956:** Zur Biologie einiger Belbiden (Oribatei, Moosmilben) und zur Funktion ihrer pseudostigmatischen Organe. Zool. Jb. 84. 276-329
- Purrini K., 1985:** Studies on pathology and diseases of soil invertebrates of palm- and forest soils in Tanzania and Thailand. In: Soil fauna and soil fertility. (Striganov, B. R. ed.). Nauka Moskva. 82-87
- Rajski A., 1961:** Studium ekologiczno-faunistyczne nad mechowcami (Acari: Oribatei) w kielku zespólach roślinnych. I. Ekologia. XVV (2). 160 stran
- R Development Core Team 2009 R:** A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- Seibert, Z., 1993:** Ekologie pancířníků (Acari: Oribatida) v agroekosystémech. Dipl.práce PřF UK Praha. 111 str.
- Shannon C. E., 1948:** A mathematical theory of communication; Bell System Technical Journal 27 (4): 623-656.
- Schenker R., 1984:** Spatial and seasonal distribution patterns of oribatid mites (Acari: Oribatida) in a forest soil ecosystem. Pedobiologia 27. 133-149
- Schneider, K., Migge, S., Norton, R.A., Scheu, S., Langel, R., Reineking, A. and Maraun, M., 2004:** Trophic niche differentiation in soil microarthropods (Oribatida, Acari): evidence from stable isotope ratios ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$). Soil Biol. Biochem. 36.1769-1774.
- Schuster R., 1956:** Der Anteil der Oribatiden an den Zersetzungs Vorgängen im Boden. Z. Morph. Ökol. Tiere. 1-33
- Siepel H. and Ruiters-Dijkman E. M., 1993:** Feeding guilds of oribatid mites based on their carbohydrase activities. Soil. Biol. Biochem. 25. 1491-1497
- Simpson, E. H. 1949:** Measurement of diversity. Nature 163: 688.
- Smrž J., 1989:** Internal Anatomy of *Hypochothonius rufulus* (Acari: Oribatida). J. Morphol. 200. 215-230
- Smrž J., 1991:** Srovnávací a funkční mikroanatomie půdních roztočů podřádů Oribatida a Acaridida (Acari). Habilitační práce. PřF UK Praha. 162 stran
- Smrž J., 1995:** Free cells in the body cavity of oribatid mites (Acari: Oribatida) Pedobiologia 39. 488-495
- Smrž J., 1998:** Interactions between oribatids and micro-organisms: A complex method of study. Applied Soil Ecology 9. 109-110

- Smrž J., 2000:** A modified test for chitinase and cellulase activity in soil mites. *Pedobiologia* 44. 186-189
- Smrž J., 2002:** Nutritional biology: the basic step in the autecological studies (multi-methodical approach). *Eur. J. Soil Biol.* 38. 35-38
- Smrž J., 2003:** Microanatomical and biological aspects of bacterial associations in *Tyrophagus putrescentiae* (Acari: Acaridida). *Exp. Appl. Acarol* 31. 105-113
- Smrž J. 2006a.** Microhabitat selection in the simple oribatid community dwelling in epilithic moss cover (Acari: Oribatida). *Naturwissenschaften* 93: 570-576.
- Smrž J., 2006b:** Types of hemocytes in saprophagous soil mites (Acari: Oribatida, Acaridida) and correlation between their presence and certain processes within mites. *Eur.J.Entomol.* 103: 679-686.
- Smrž J., 2007:** Nutritional biology in the oribatid mites (Acari: Oribatida) communities in the different, closely neighbouring microhabitats in the steppe biotope – preliminary report. In: Tajovský K., Schlaghamerský J., Pižl V. (eds.) *Contributions to Soil Zoology in Central Europe II.* ISB BC AS CR, v. v. i., České Budějovice, p. 153-160
- Smrž J., 2010a:** Enzyme activities and internal bacteria of saprophagous soil mites (Acari: Oribatida, Acaridida). In: Sabelis, M.W. & Bruin, J. (eds.). *Trends in Acarology.* Springer, Dordrecht, The Netherlands. pp. 217-219.
- Smrž J., 2010b:** Nutritional biology of oribatid mites from different microhabitats in the forest. In: Sabelis, M.W. & Bruin, J. (eds.). *Trends in Acarology.* Springer, Dordrecht, The Netherlands. pp. 213-216.
- Smrž, J. a Jungová, E. 1989:** The ecology of a field population of *Tyrophagus putrescentiae* (Acari, Acaridida). *Pedobiologia* 33,183-192.
- Smrž J. a Materna J., 2000:** The dynamics of glycogen deposition within the parenchyma tissue of *Melanozetes meridianus* (Acaria: Oribatida). *Pedobiologia* 44. 175-185
- Smrž J. and Norton R. A., 2004:** Food selection and internal processing in *Archezogetes langisetosus* (Acari: Oribatida). *Pedobiologia.* 48. 11-120
- Smrž, J. a Soukalová, H., 2008:** Mycophagous mites (Acari: Oribatida and Acaridida) and their cooperation with chitinolytic bacteria. In: Bertrand M., Kreiter, S. ,McCoy, K.D., Migeon A.,Navajas, M., Tixier M.-S., Vial L. (eds): *Integrative acarology.* EURAAC. pp.359-362.
- Smrž J. a Starý J., 1995:** Acarina: Oribatida. In: Rozkošný R.,J. Vaňhara (eds.) *terrestrial Invertebrates of the Pálava Biosphere Reserve of UNESCO.* Folia Facultatis Scientiarum Naturalium, Universitatis Masarykianae Brunensis, *Biologia* 92: 79-85
- Sørensen, T. A., 1948:** A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content, and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Biologiske Skrifter*, 5, 1-34.

- Starý J., 1999:** Changes of oribatid mite communities (Acari:Oribatida) during secondary succession on abandoned fields in South Bohemia. In: Tajovský K. and Pižl V. (eds): Soil zoology in Central Europe 377 str. 315-323
- Starý J., 2000:** seznam pancířníků (Acari:Oribatida) Čech, Česká republika. Sb. Přírod. Kl. V Uherském Hradišti, 5, 129 – 154
- Starý J., 2000:** seznam pancířníků (Acari:Oribatida) Moravy, Česká republika. Sb. Přírod. Kl. V Uherském Hradišti, 5, 155– 173
- Tarman K., 1968:** Anatomy, histology of oribatid gut and their digestion. Biol. Vest. Ljubljana 16. 67-76
- Ter Braak, C. J. F., 1988:** CANOCO - A FORTRAN program for canonical correlation ordination by [partial] [detrended] [canonical] correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis (version 2.1); Agricultural Mathematics Group Report LWA-88-02 Wagenigen pp 95
- Tischler, W., 1976:** Einführung in die Ökologie. G.Fischer-Verlag Stuttgart-New York,pp. 307.
- Wallwork J. A., 1958:** Notes on the feeding behaviour of some forest soil Acarina. Oikos, 9. 260-271
- Wallwork J. A., 1967:** Acari: In: Burges A., Raw F. [eds.], Soil Biology. - pp. 363-395
- Wallwork J. A., 1976:** The distribution and diversity of soil fauna. Academia press, London, New York, San Francisco: 245 stran
- Wallwork J. A., 1983:** Oribatids in forest ecosystems. Ann Rev. Entomol. 28. 109-130
- Weigmann G., 1991:** Oribatid communities in transect from bogs to forests in Berlin indicating the biotope qualities. In: Dusbábek and Bukva (Eds.): Modern Acarology. Prague and SPB Academic Publishing bv, The Hague, Vol1. 359-364
- Weigmann G. a Kratz W., 1981:** Die deutschen Hornmilbenarten und ihre oekologische Charakteristik. Zool.Beitr.27(2-3),459-489.
- Weigmann, G., a Mourek, J., 2008:** Contribution to the Central European *Gymnodamaeus* species *G.barbarossa* and *G.bicostatus* (Acari: Oribatida: Gymnodamaeidae). Zoosystematics and Evolution 84, 255-264.
- Wigglesworth V. B., 1974:** The principles of insect physiology. 7th ed., Chapman and Hall, London.
- Woodring, J. P. a Cook, E. F., 1962a:** The internal anatomy, reproductive physiology and molting process of *Ceratozetes cisalpinus* (Acarina: Oribatei). An.entomol.Soc.Am.155,164-181.
- Zelenková, M., 1986:** Anatomie, biologie a ekologie druhu *Rhysotritia duplicata* (Grandjean 1953) (Acarina, Oribatida Euphthiracaridae). Dipl.práce PŘF UK Praha. 99 str.
- Zinkler, D., 1972:** Vergleichende Untersuchungen zum Wirkungsspektrum der Carbohydases laubstrebewohnender Oribatiden. Verh.deutsch. zool. Ges. 65.149-153

Žilová, M., 1999: *Liebstadia similis* (Acari, Oribatida) ve společenstvech různých mikrohabitátů vybraného agroekosystému. Dipl.práce PŘF UK Praha 58 str.

7. Fotografické přílohy

Foto 1-4: Trávicí soustava druhu *Gymnodamaeus bicostatus*:

- 1 – mesenterální caecum, apokrinní sekrece (šipky), horizontální řez;
- 2 – mesenterální caecum, apokrinní sekrece (šipky), horizontální řez;
- 3 – trávicí soustava - celek, parasagitální řez;
- 4 – trávicí soustava - celek, sagitální řez.

Hematoxylin-eosin, Nomarskiho DIC (1, 2, 3)

Měřítko:

0,1mm (1, 3, 4)

0,05mm (2)

Použité zkratky:

co – colon

gr - hromadinka

mec – mesenterální caecum

me – mesenteron

ns – centrální nervová soustava

re – rectum

t - testes

vs – vesicula seminalis

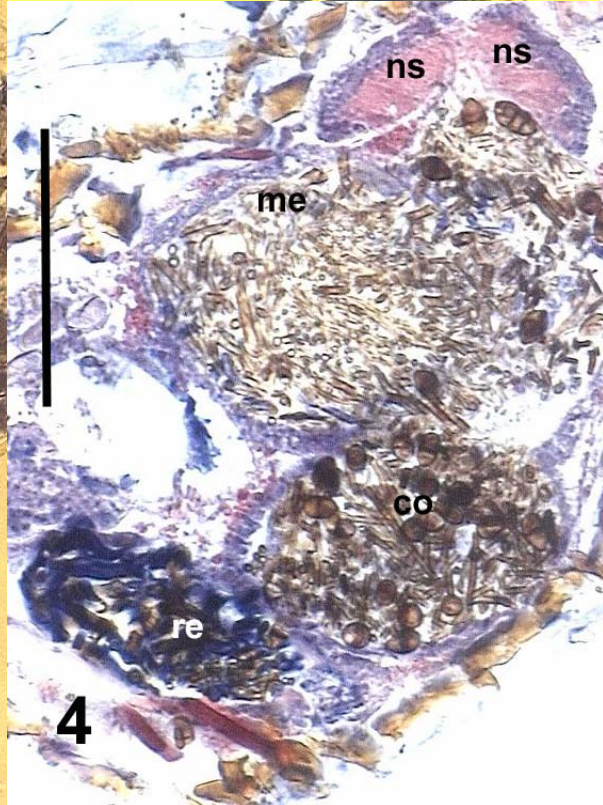
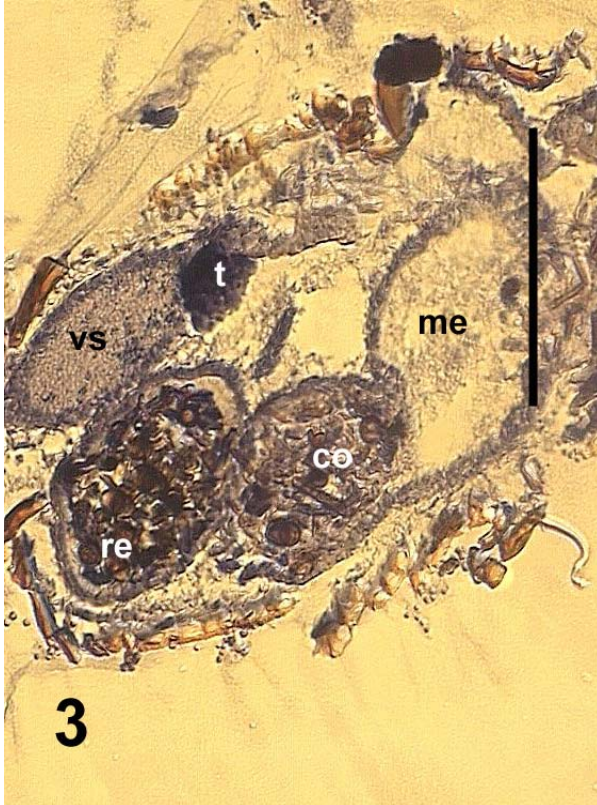
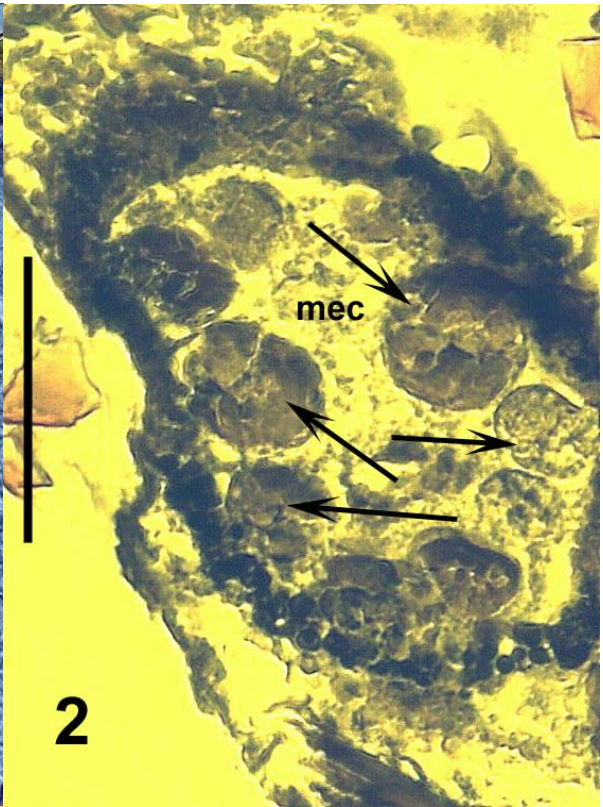


Foto 5-8: Trávicí a rozmnožovací soustava druhu *Gymnodamaeus bicostatus*:

5 – trávicí soustava, horizontální řez;

6 – peritrofická membrána (šipky), parasagitální řez;

7 – ovaria a ovipositor, horizontální řez;

8 – trávicí soustava, celek, parasagitální řez.

Hematoxylin-eosin, Nomarskiho DIC (5, 6)

Měřítko:

0,1mm (5, 7, 8)

0,05mm (6)

Použité zkratky:

me – mesenteron

o – ovaria

oc – oocyty

og – oogonie

ov – ovipositor

re - rectum

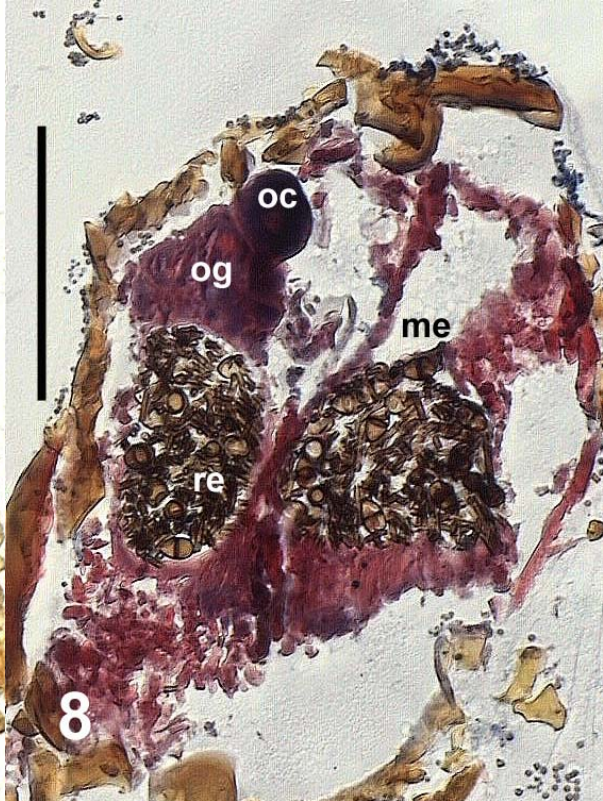
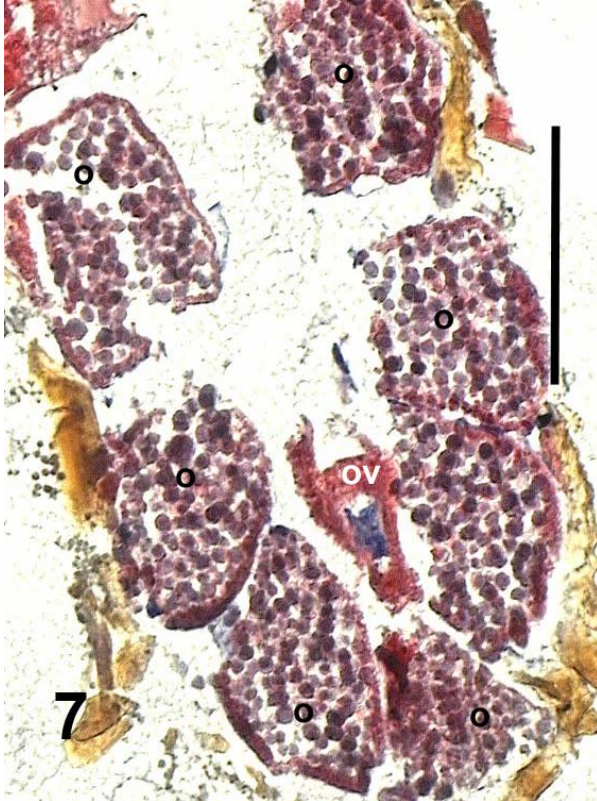
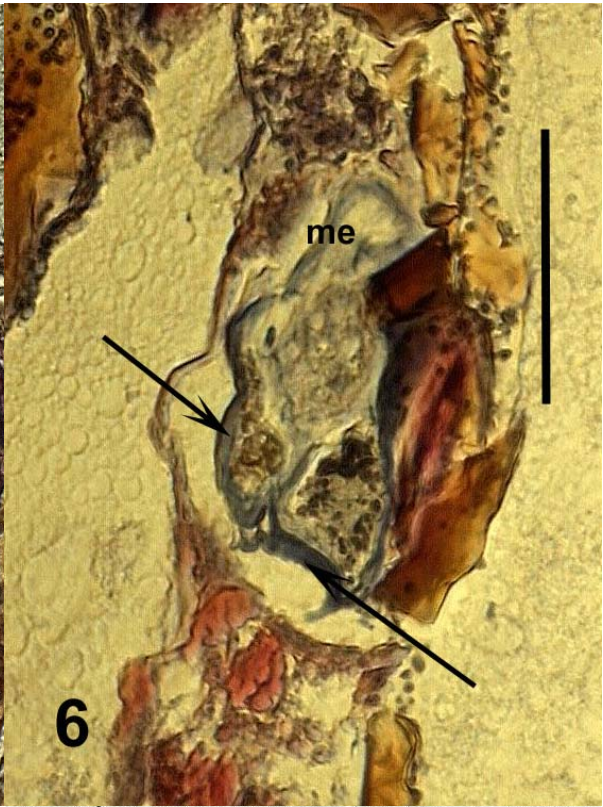


Foto 9-12: Trávicí soustava druhu *Gymnodamaeus bicostatus*:

9 – mesenteron a mesenterální caeca, horizontální řez;

10 – mesenteron a mesenterální caeca, apokrinní sekrece (šipky) a hemocyty (hlava šipky), sagitální řez;

11 – trávicí soustava, horizontální řez;

12 – trávicí soustava – celek s apokrinní sekrecí (šipky), sagitální řez.

Hematoxylin-eosin, Nomarskiho DIC (9, 11)

Měřítko:

0,1mm (9, 10, 11, 12)

Použité zkratky:

co – colon

fb – potravní bolus

fp - exkrement

me – mesenteron

mec – mesenterální caecum

oe - oesophagus

re – rectum

t – testes

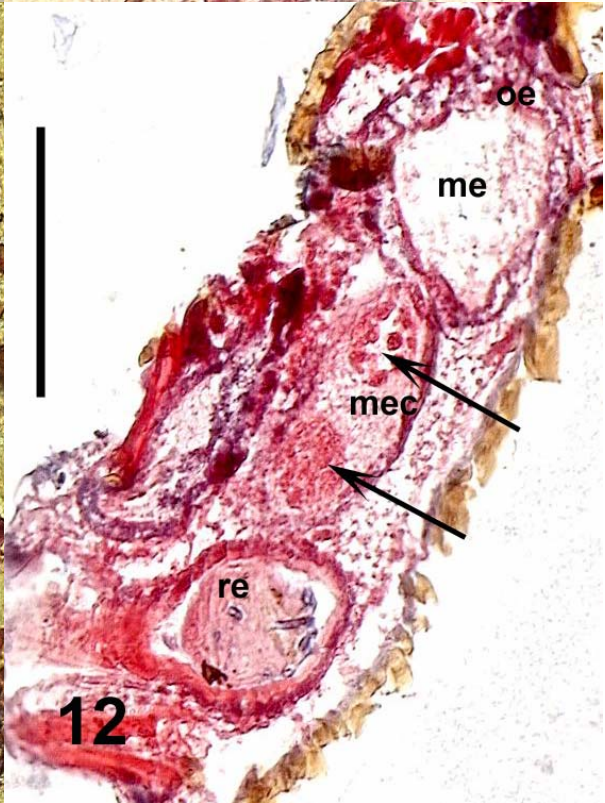
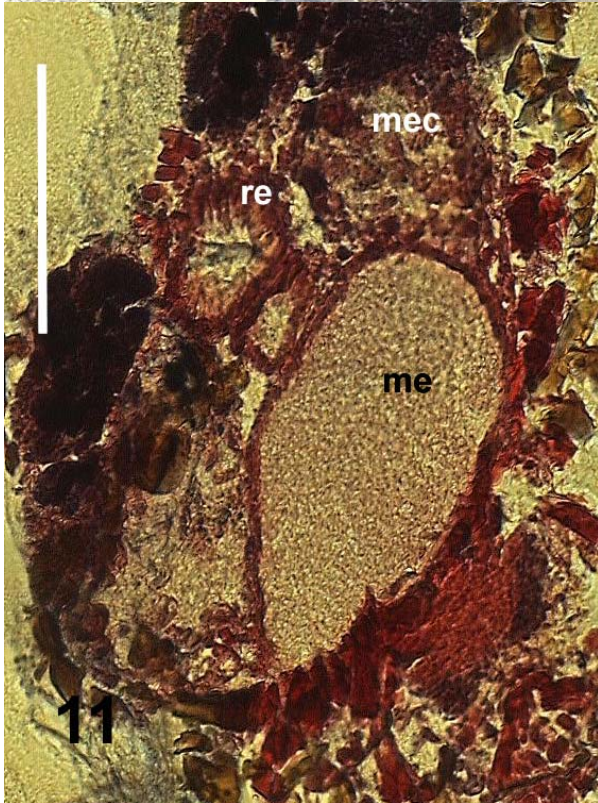
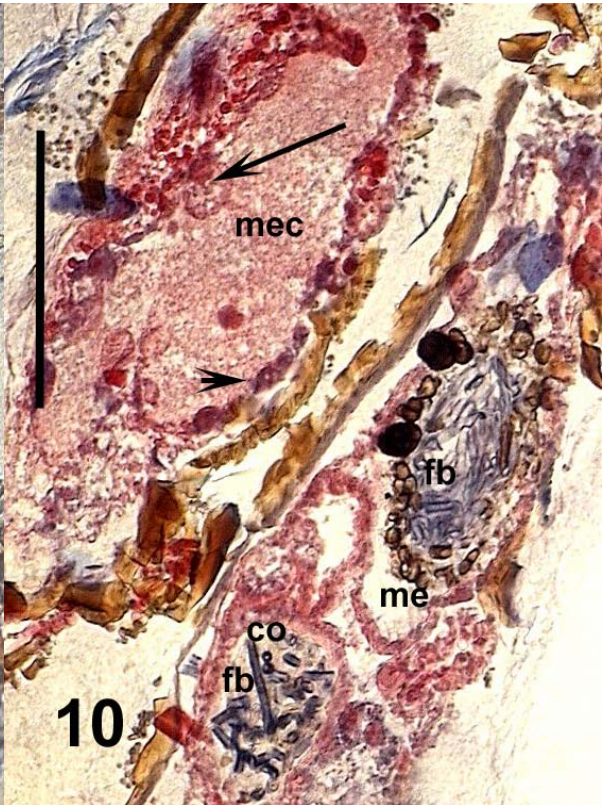
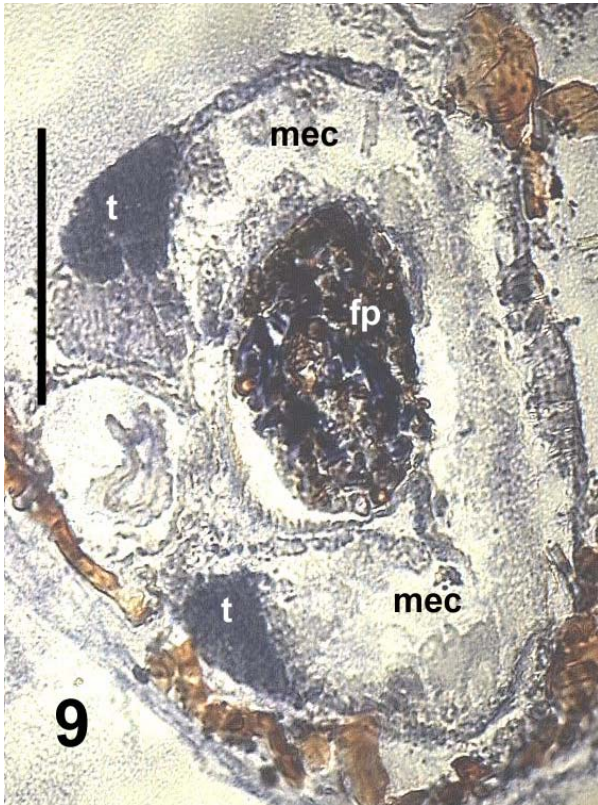


Foto 13-16: Trávicí soustava druhu *Gymnodamaeus bicostatus*:

13 – celek, apokrinní sekrece (šipky), horizontální řez;

14 – mesenteron a mesenterální caeca, apokrinní sekrec (šipky), hemocyty (hlava šipky), parasagitální řez;

15 – mesenterální caecum, apokrinní sekrece (šipky) a hemocyty (hlava šipky), horizontální řez;

16 – hemocyty (hlava šipky) resorbující vajíčko.

Hematoxylin-eosin, Nomarskiho DIC (13, 15, 16)

Měřítko:

0,1mm (13, 14)

0,05mm (15, 16)

Použité zkratky:

bb - bakteriální těleso

co – colon

gl - glykogen

gr – hromadinky

me – mesenteron

mec – mesenterální caecum

ns - centrální nervová soustava

o - vajíčko

t – testes

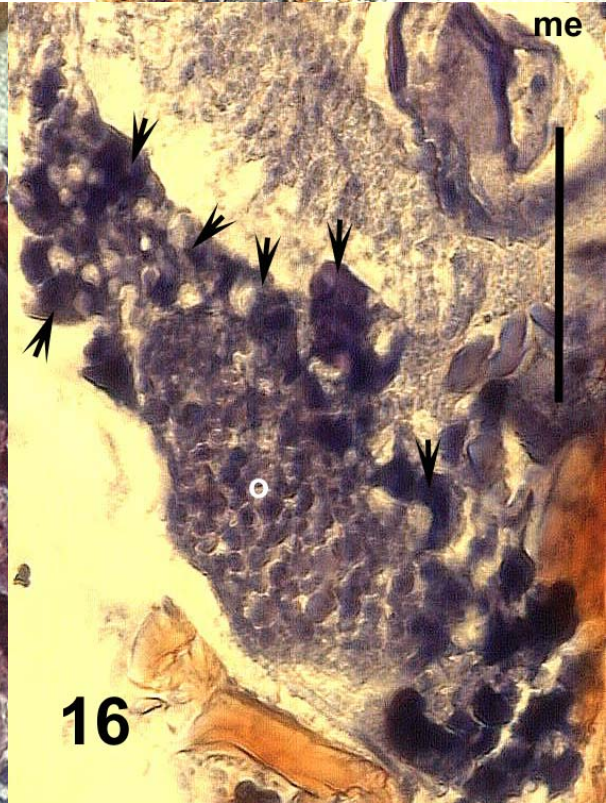
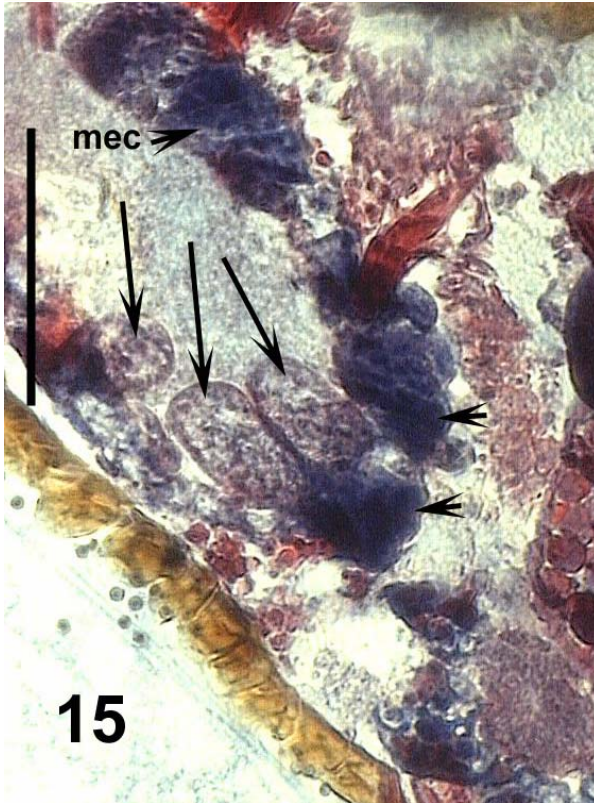
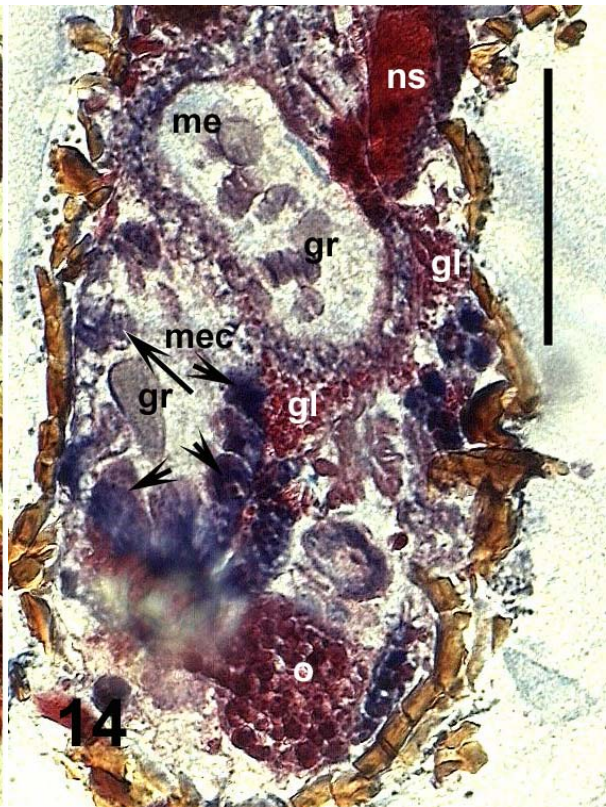
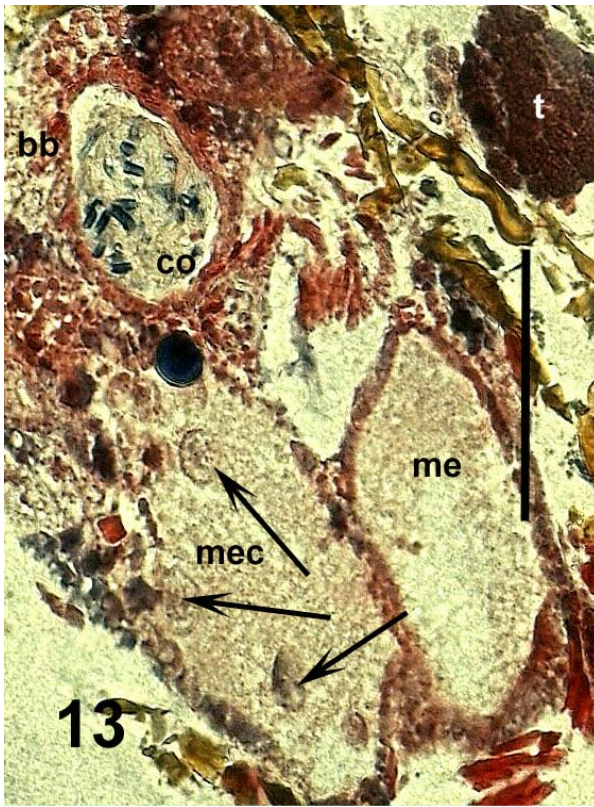


Foto 17-20 Trávicí soustava druhu *Platynothrus peltifer*:

17 – mesenteron s potravním bolem, parasagitální řez;

18 – mesnteron, sagitální řez;

19 - celkový pohled, apokrinní sekrece (šipky), horizontální řez;

20 – potravní bolus v mesenteru, sagitální řez.

Massonův trichrom, Nomarskiho DIC (18)

Měřítko:

0,1mm (17, 18, 19)

0,05mm (20)

Použité zkratky:

co – colon

gr – hromadinky

me – mesenteron

mec – mesenterální caecum

o – ovarium

ov - ovipositor

re – rectum

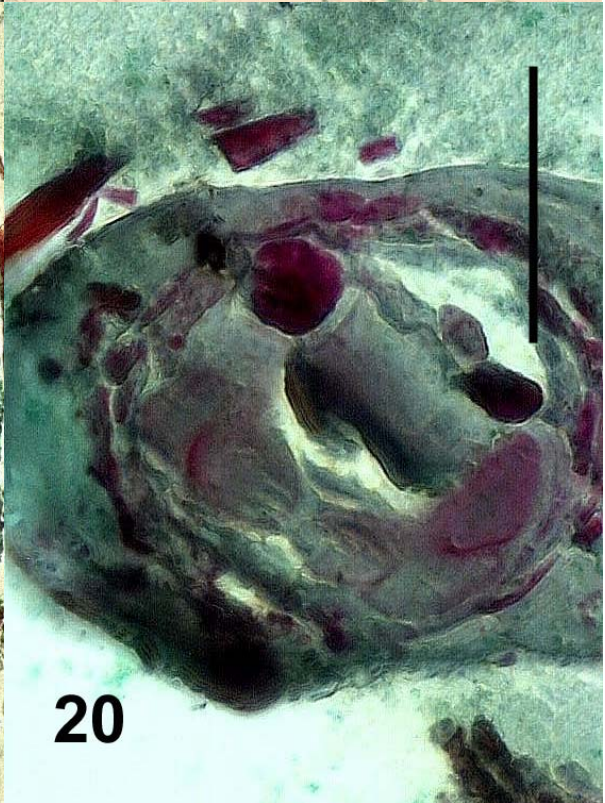
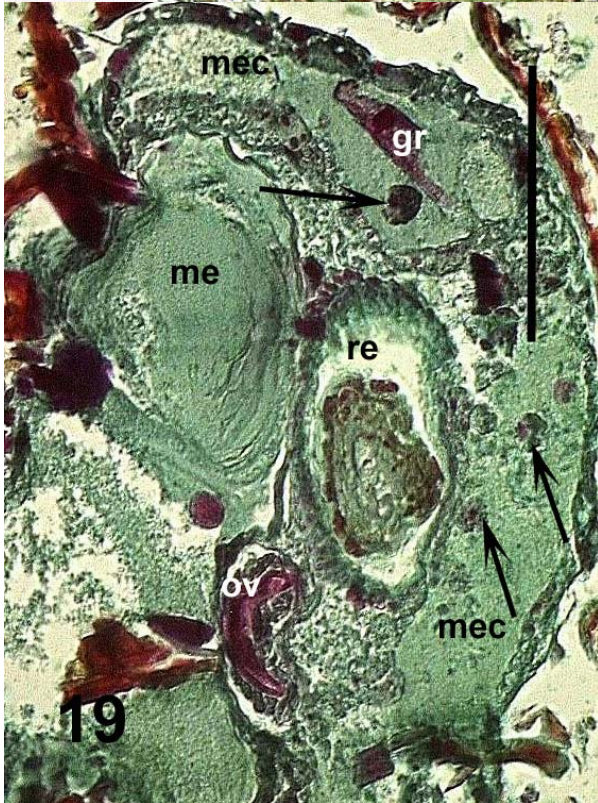
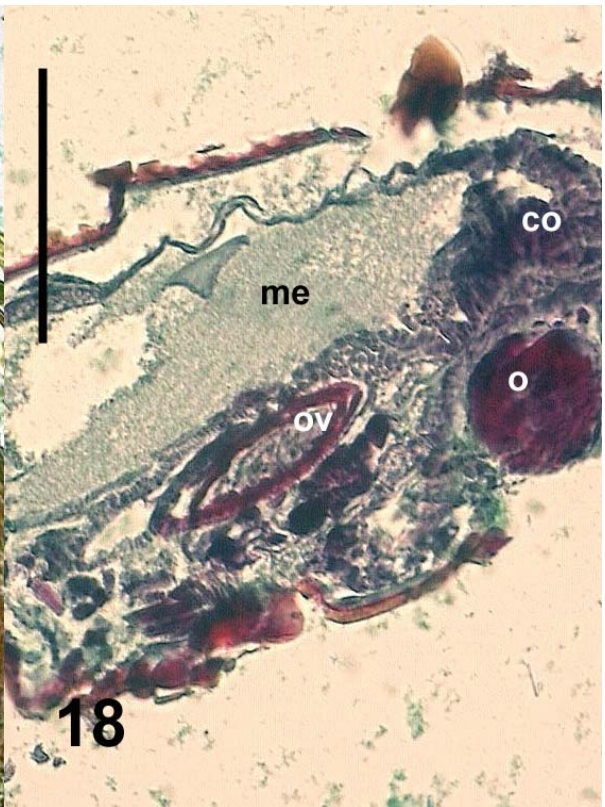
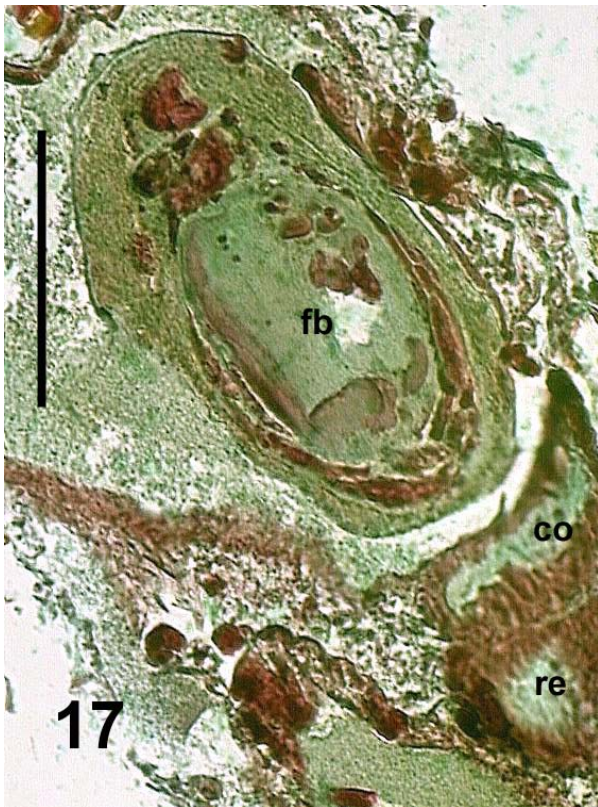


Foto 21- 24: Trávicí soustava druhu *Platynothrus peltifer*:

21 – mesenteron s potravním bolem, horizontální řez;

22 – celek, parasagitální řez;

23 – celek, parasagitální řez;

24 – celek, horizontální řez.

Massonův trichrom, Nomarskiho DIC (23, 24)

Měřítko:

0,1mm (21, 22, 23, 24)

Použité zkratky:

bb - bakterie

co – colon

fb – potravní bolus

fp – exkrement

me – mesenteron

re – rectum

vs – vesicula seminalis

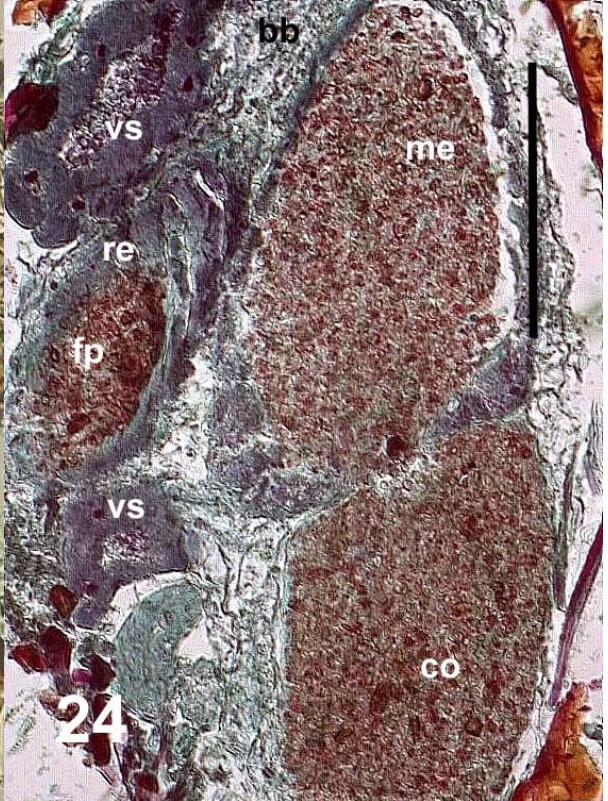
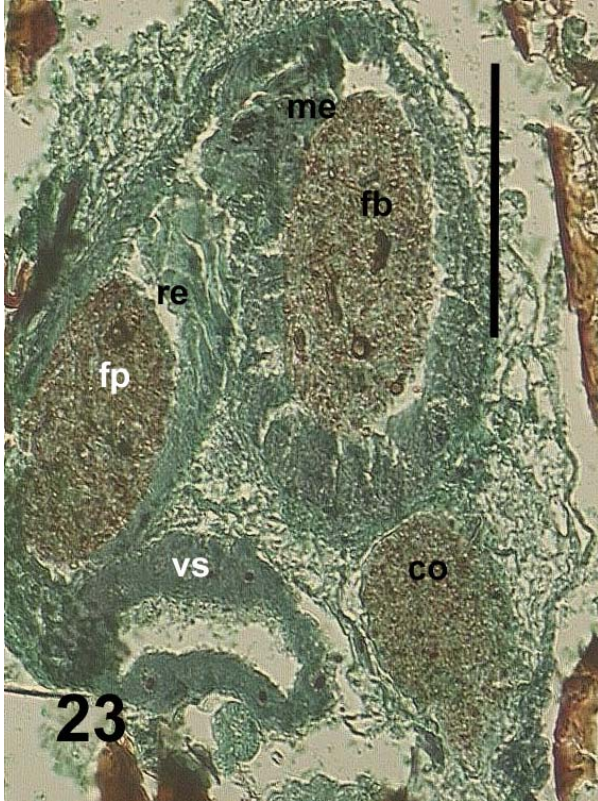
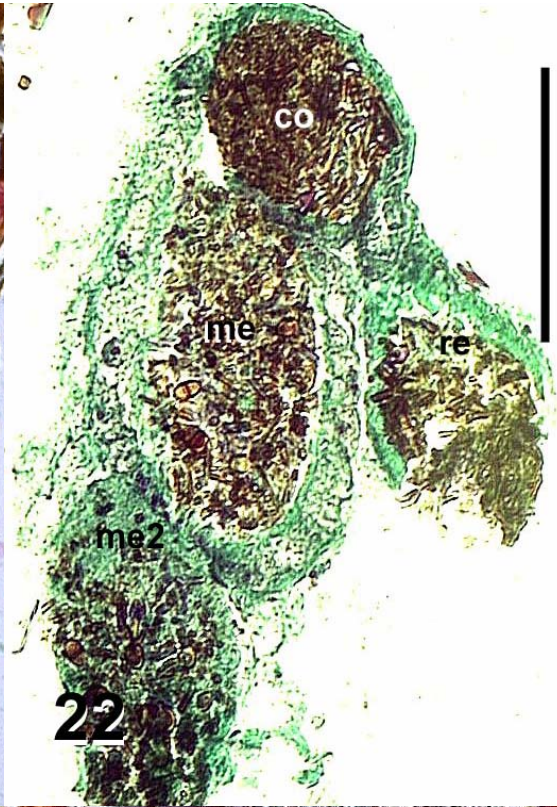
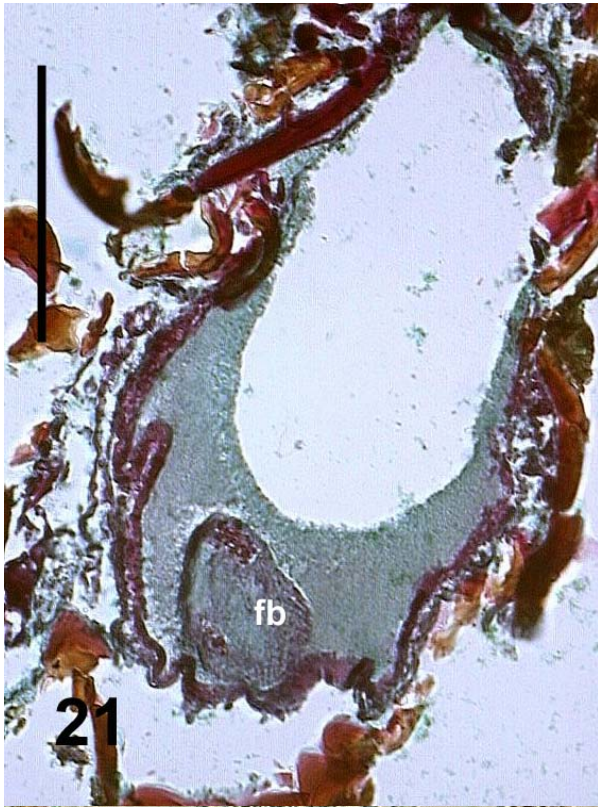


Foto 25-28: Trávicí soustava druhu *Spatiodamaeus verticillipes*:

25 – mesenteron s pohlcenými baktériemi a rectum, hemocyty (šipky), parasagitální řez;

26 – mesenteron a colon, parasagitální řez;

27 – stejný jedinec, detail, parasagitální řez;

28 – rectum, horizontální řez.

Massonův trichrom, Nomarskiho DIC (26, 27, 28)

Měřítko:

0,1mm (25, 26, 28)

0,05mm (27)

Použité zkratky:

co – colon

fp – exkrement

me – mesenteron

o – ovarium

oc - oocyty

re – rectum

