

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
Biologické fakulty Jihočeské university



**Chemismus a fototrofní mikroflóra v dendrotelmách  
Blanského lesa**

Vypracovala: Jitka Lodeová

Vedoucí práce: RNDr. Jaromír Lukavský, CSc.

České Budějovice  
1999

## Poděkování

Na tomto místě bych chtěla především poděkovat svému školiteli Dr. Jaromíru Lukavskému za všestrannou pomoc při vypracovávání této práce a za ochotu, s níž se mi věnoval.

Dále velice děkuji Prof. Komárkovi za cenné rady a spoustě dalších lidí z BF, HBÚ a ÚEK v Českých Budějovicích a BÚ AV v Třeboni za jejich pomoc při analýzách vzorků a zpracovávání dat.

Můj velký dík patří také Mílovi Devetterovi za toto velice zajímavé téma bakalářské práce.

Děkuji Vám.

Prohlašuji, že jsem uvedenou práci vypracovala samostatně, pouze s použitím uvedené literatury.

*Jilka Kodová*  
.....

České Budějovice, 15. Května 1999

# OBSAH

<b>1. ÚVOD</b> .....	<b>1</b>
1.1 CHARAKTERISTIKA DENDROTELEM .....	2
1.2 ŽIVOČICHOVÉ.....	2
1.3 CHEMISMUS.....	3
1.4 CÍLE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE.....	4
<b>2. MATERIÁL A METODIKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 POPIS LOKALITY.....	5
2.2 ODBĚRY .....	5
2.3 MĚŘENÍ FYZIKÁLNÍCH PODMÍNEK A ANALÝZA VZORKŮ VODY .....	5
2.3.1 Měření pH, vodivosti a teploty .....	5
2.3.2 Měření světla v dutinách .....	6
2.3.3 Stanovení obsahu rozpuštěných forem dusíku a fosforu.....	6
2.3.4 Stanovení kationtů .....	6
2.3.5 Stanovení trofického potenciálu a toxicity řasovým testem .....	7
2.4 STUDIUM ŘAS A SINIC .....	8
2.4.1 Zpracování čerstvých vzorků.....	8
2.4.2 Kultivace.....	8
2.4.3 Pokusy s řasami.....	8
<b>3. VÝSLEDKY</b> .....	<b>10</b>
3.1 FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÁ CHARAKTERISTIKA BIOTOPU .....	10
3.1.1 pH a vodivost.....	10
3.1.2 Rozpuštěné formy dusíku a rozpuštěný reaktivní fosfor (RRP).....	10
3.1.3 Obsah kationtů .....	13
3.1.4 Trofický potenciál a toxicita.....	13
3.2 FLORISTICKÁ CHARAKTERISTIKA BIOTOPU.....	16
3.2.1 Identifikace řas.....	16
3.2.2 Pokusy s řasou <i>Pseudococcomyxa</i> .....	18
<b>4. DISKUSE</b> .....	<b>22</b>
4.1 FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÁ CHARAKTERISTIKA BIOTOPU .....	22
4.2 FLORISTICKÁ CHARAKTERISTIKA BIOTOPU.....	24
<b>5. ZÁVĚR</b> .....	<b>26</b>
<b>6. LITERATURA</b> .....	<b>27</b>
<b>7. PŘÍLOHA</b> .....	<b>31</b>

# 1. ÚVOD

Dendrotelma je malý vodní biotop, který můžeme v malé či větší míře nalézt v každém lese. Jedná se o dutiny či prolákliny ve stromech vyplněné vodou. Patří mezi tzv. fytotelmy.

Název fytotelmata (sing. fytotelma) vymyslel v roce 1928 Ludwig Varga, který takto nazval nádržky na povrchu či uvnitř různých rostlin. Největší spektrum různých typů fytotelem je v tropech. V temperátní zóně jsou také hojné, avšak většinou navzájem velmi podobné. Rozdělení a klasifikaci fytotelem udělal KITCHING (1971), který přeložil a rozvinul Thienemannovu klasifikaci (THIENEMANN 1934). Fytotelmy dělili podle pozice na rostlině a podle obsahu do tří základních skupin:

- Fytotelmy tvořené listy a obsahující hlavně rostlinné sekrety, případně i sliz. Vyskytují se např. na rostlinách *Nepenthes*, *Sarracenia purpurea* a *Lobelia keniensis*.
- Fytotelmy obsahující hlavně dešťovou vodu, shromažďovanou mezi zelenými částmi rostlin. Řadíme sem fytotelmy vzniklé v trubicovitém kalichu rostlin (*Cyrtandra glabra*) a řapíkové fytotelmy (Bromeliaceae, Araceae, Zingiberales). Tyto nádržky jsou velice významné z lékařského hlediska. Líhne se zde mnoho komárů, jako je např. komár *Anopheles*, přenášející malárii. Tento druh fytotelem je velmi bohatý ze zoologické stránky (DEJEAN & OLMSTED 1995, 1997; REID & JANETZKY 1996; OMEARA et al. 1995; JANETZKY et al. 1996). V jedné rostlině bylo například nalezeno 46 různých druhů členovců. V temperátní zóně jsou takové fytotelmy méně běžné, ale můžeme je nalézt třeba na rostlinách *Dipsacus sylvestris*, *Angelica sylvestris* nebo *Scirpus sylvaticus*.
- V poslední kategorii jsou fytotelmy také obsahující hlavně dešťovou vodu, ale hromadí se mezi nezelenými částmi rostlin. Můžeme je nalézt buď ve stoncích a stojících kmenech nebo na spadlých částech rostlin (ve spadlém kokosovém ořechu, který je vyhlodán od krysy či veverky, nebo na spadlých listech kakaovníku) a spadlých kmenech, které mají jiné obyvatelé než kmene stojící. Do první skupiny mohu jako příklad z tropů zařadit bambus. Tyto nádržky obsahují i několik litrů vody a žije zde velký počet organismů od bakterií a prvoků až po žáby (LOUTON et al. 1996; SOTA 1996). Patří sem i zvláštní vodní nádržky na bázi kokosových palm. Naše dendrotelmy jsou řazeny právě do této skupiny a jsou nejběžnějším typem fytotelem v temperátní zóně.

## 1.1 Charakteristika dendrotelem

Dendrotelmy dělíme na dva základní typy – tzv. „pans“ a „rot-holes“<sup>1</sup> (KITCHING 1971). První typ vzniká na neporušeném dřevě pokrytém kůrou, např. náhodným dotýkáním stromů při růstu, srůstem částí stromů, v místě větvení kmene či v paždí větví. Druhý typ se nachází na porušené kůře a dochází zde ke kontaktu s obnaženým dřevem. „Rot-holes“ vznikají vnější činností (zvířata, fyzikální činnost – vítr, blesk, nebo činností člověka – pařezy). Nejprve dojde k porušení kůry, poté k průniku hub do rány, dřevo začne hnit a rána se zvětšuje. Dutina se pak vyvíjí různými cestami. Pokud je dutina vodotěsná, zachycená voda se zde udrží a vzniká vodní biotop. Když vodotěsná není, zapadá listím a vzniká terestrický biotop. Studium těchto suchých dutin se zabýval MACEK et al. 1991.

Dále můžeme dendrotelmy dělit na stálé, které mohou trvat i po celý život dospělého stromu (60–100 let) a dočasné, které nalezneme pouze po dešti. Stálé dendrotelmy u nás najdeme na tvrdém dřevě, jako je buk a dub, dočasné se mohou vytvořit skoro na každém typu stromů (i na jehličnanech).

Každá dendrotelma obsahuje dešťovou vodu, listový opad, vrstvy hnojící vegetace a „rot“-typ ještě rozkládající se kůru a dřevo. Jsou velmi variabilní ve své velikosti a výskytu. Objem se pohybuje od desítek mililitrů až po několik litrů. Nejpodrobněji byly studovány dendrotelmy na bucích, protože jsou v mírném pásmu zastoupeny nejhojněji. Bylo zjištěno, že „pans“ jsou mnohem hojnější a najdeme je mezi širokými kořeny a větvemi v libovolných výškách. „Rot“-typ se vyskytuje spíše výše (nad 2 m), ale není to pravidlo (KITCHING 1971).

## 1.2 Živočichové

Dendrotelmy jsou důležitou součástí lesního ekosystému. Jsou místem pro líhnutí larev bezobratlých živočichů, kteří jsou dále závislí na potravních zdrojích přicházejících z vnějšku, čímž jsou dendrotelmy a lesní ekosystém propojeny v jeden celek. Ve starším lese hrají důležitou roli jako vodní biotop hlavně při nedostatku stálé vody. Larvy z těchto dutin mohou také sloužit jako potrava pro jiný hmyz, ptáky, pavouky a jiné živočichy živící se hmyzem. Studium živočichů v dendrotelmách se zabývalo několik prací. Bakterie a prvoky studovali např. SOTA (1996) a WALKER et al. (1991), larvy komárů a brouků HARD et al. (1989) a BRADSHAW & HOLZAPFEL (1984, 1991). Hodně pozornosti bylo také

---

<sup>1</sup> Odpovídající české termíny neexistují, proto budu nadále používat anglické.

věnováno studiu líhnutí vážek ve stromových dutinách (FINCKE 1994; FINCKE et al. 1997). V tropech dutiny často vysychají, a tak se zde žijící organismy musejí přizpůsobovat období sucha. V temperátní zóně je úplné vysychání méně časté.

Živočichy dendrotelem můžeme rozdělit do tří skupin (KITCHING 1971). Jsou to:

- a) náhodní obyvatelé, kteří sem byli zaneseni ptáky nebo jinými živočichy nebo spláchnuti s vodou (drobní koryši, někteří vířníci a několik prvoků),
- b) obyvatelé polovodních biotopů nebo vlhkých míst (terestrické Isopoda, zemní Pulmonata a několik typů larev dvoukřídlých),
- c) živočichové, které zřídka najdeme jinde než v dendrotelmách. Jedná se většinou jen o hmyz (dvoukřídlí a brouci). Některý hmyz obývá pouze určitý typ dutin, což můžeme pozorovat hlavně v tropech, kde mají větší výběr.

Nejvhodnějším biotopem pro bezobratlé živočichy jsou dendrotelmy o objemu větším než jeden litr. V dutinách s objemem do jednoho litru se za jednu sezónu vylíhne pouze jedna generace hmyzu, u větších bývá generací více (FICKE 1991, 1992).

Vodní bezobratlí hrají důležitou roli ve zpracování organického detritu v potocích a jezerech. Tak je tomu také v dendrotelmách a jiných fytotelmách (FISH & CARPENTER 1982). Larvy hmyzu se v dutinách živí řasami, houbami, bakteriemi a rostlinným detritem. Modely ekosystému dendrotelem v temperátní oblasti svědčí o tom, že organický detritus, částičky listů, představují hlavní zdroje organického uhlíku pro růst obyvatel dutin. Přitékající voda pak přináší anorganické ionty, které představují zásoby živin pro mikroorganismy spojené s dekompozicí listového opadu (WALKER et al. 1991).

### 1.3 Chemismus

Nejzajímavější věcí na dendrotelmách je asi jejich chemismus, o kterém bylo publikováno jen několik prací. V různých umělých nádržkách obsahujících detrit a plněných dešťovou vodou se sledovaly účinky vysokého či nízkého pH na různé larvy hmyzu a prvoky (PARADISE & DUNSON 1997), vliv přítomnosti či absence listů na organismy (WALKER et al. 1991), aj.

Dutiny jsou plněny vodou stékající po kmeni, která pochází jak z vertikálních tak především v chladných obdobích roku z horizontálních srážek (MOLDAN 1991). Voda stékající po kmeni je jen mírně kyselá (CARPENTER 1982). V přírodě je kyselost dešťů neutralizována výměnou kationtů ve stromovém patře, takže je voda na kmeni méně kyselá než dešť (LIKENS et al. 1977). Mikroekosystém dutiny je z hlediska přísunu organických

látek závislý pouze na listovém opadu, mrtvých organismech dendrotelem a další organické hmotě splavené z povrchu kůry. Přísun iontů je opět dotován především srážkami a případně suchou depozicí na povrch stromu, která je při dešti spláchnuta do dutiny. Rozklad organického materiálu následně probíhá za výrazné pomoci detritivorů a zároveň je to jediný významný zdroj látek a energie pro organismy. Voda v dendrotelmách bývá různě zbarvená. V některých dutinách je voda bezbarvá, v jiných je přítomností huminových látek zbarvena do žlutohněda. V dendrotelmách jsou většinou anaerobní podmínky a velmi často silný zápach po sirovodíku. Anoxický sediment bývá většinou tvořen exkrementy bezobratlých živočichů, staré dutiny mohou být těmito exkrementy často úplně zaplněny.

jak vysvětlit, že se voda v dutině stává  
anoxická a zaplní se exkrementy  
a je nevhodná

#### 1.4 Cíle bakalářské práce

Cílem mé práce bylo:

- Zaměřit se více na chemii dendrotelem jako na celek, protože ta byla studována vždy jen v souvislosti s výskytem a líhnutím larev hmyzu, ale nikdo se nezabýval chemickými procesy v této vodě jako například pufrací schopností těchto nádržek, atd.
- Prostudovat dendrotelmy z algologického hlediska, protože o řasách a sinicích dendrotelem jsem nikde žádné informace nenašla. Chtěla jsem zjistit, zda jsou nějaké řasy, které nenajdeme nikde jinde (jako je tomu u hmyzu) nebo zda jsou zde jen ty řasy, které se vyskytují všude běžně.
- Pokusit se najít rozdíly mezi třemi kmeny řasy rodu *Pseudococcomyxa*. Z tohoto rodu byl popsán pouze jeden druh *Pseudococcomyxa simplex* (Mainx) Fott 1981 (syn. *Pseudococcomyxa adhaerens* Koršikoff 1953). Ten je však znám jako půdní řasa a byl též izolován z destilované vody. Já jsem isolovala podobný kmen z dendrotelem jako kortikolní řasu. Mé pokusy a pozorování měly ukázat, zda jde vždy o tentýž druh, rostoucí ve vodě, ale i na různých extrémních stanovištích, kde jsou vystaveny nepříznivým podmínkám, jako například kůra stromů, anebo zda jsou to tři různé druhy, které si jsou pouze morfologicky velmi podobné.

že je specifická

ve dendrotele  
že se zde vyskytují  
druhy alkalické

u všech biotopů

kde se valí?

na

se jedná o

## 2. MATERIÁL A METODIKA

### 2.1 Popis lokality

Dendrotelmy studované v této bakalářské práci se všechny nacházely v jedné části CHKO Blanský les, v bučině na kopci Vysoká Běta (803,8 m) vzdálené asi 2 km od vesnice Dobčice. CHKO Blanský les leží v Jižních Čechách na západ od Českých Budějovic. Uvedená bučina se rozkládá na SV a V svahu tohoto kopce a zabírá plochu asi 3 ha. Obklopena je smrčínami. Podrost není příliš bohatý a je tvořen především měsíčnící vytrvalou (*Lunaria rediviva*).

Sledovala jsem 33 dendrotelem různě roztroušených po této bučině, z čehož bylo 25 stálých, ostatní byly <sup>část</sup> roku neměřitelné. Jen dvě dutiny z tohoto počtu náležely k typu „rot“. Stromy byly očíslovány latexovou barvou. Vybrané stromy (*Fagus sylvatica*) měřily v průměru 0,5 až 1 m a byly vysoké 10 až 25 m. Velikosti dutin byly rozmanité. Průměr vstupního otvoru se pohyboval od 7 cm do 50 cm. <sup>odhadnout objem, kde v jaké části strom se d. vysky-  
tovaly, fotografie</sup>

Tato lokalita byla vybrána proto, protože se zde na jednom místě vyskytovalo větší množství navzájem porovnatelných dutin.

### 2.2 Odběry

Dutiny jsem sledovala od března, kdy voda rozmrzla, až do listopadu, do prvních mrazů. Každý měsíc jsem měřila teplotu, konduktivitu, pH a seškrabávala nárosty řas. Odběry jsem prováděla každý druhý měsíc. Množství odebrané vody záviselo na objemu dané dendrotelmy (10 až 100 ml), aby nebyl odběrem biotop narušen. Provedla jsem také seškrab korových řas rostoucích v okolí dutin a změřila světelné <sup>podmínky v dutinách</sup> podmínky v dutinách.

Vzorky určené pro chemické analýzy jsem zmrazila a ostatní vodu důkladněji prostudovala pod mikroskopem.

### 2.3 Měření fyzikálních podmínek a analýza vzorků vody

#### 2.3.1 Měření pH, vodivosti a teploty

pH, vodivost a teplotu jsem měřila v terénu přístrojem GRYF 209 L. V terénu jsem také prováděla dvoubodovou kalibraci pH metru s komerčními pufrý. Měření v přírodě jsem se vyhnula chybám, které by vznikly při převozu do laboratoře. Získaná data jsem zpracovávala programem Microsoft Excel a Statistika.



### 2.3.2 Měření světla v dutinách

Na změření intenzity světla jsem použila elektrochemický multifunkční měřič (MEM 102, vyroben v Praze soukromníkem ing. J. Knourkem), čidlo je pyranometrický senzor PhAR (400-700 nm, vyrobeno Dr. Š. Kubínem v MBÚ AV ČR v Třeboni). Naměřené hodnoty v mV jsem převedla podle kalibrační křivky na  $W \cdot m^{-2}$ .

*keď - na hladině, pod  
hladinou, v hlase  
deem? dabeu?*

### 2.3.3 Stanovení obsahu rozpuštěných forem dusíku a fosforu

Stanovení obsahu rozpuštěných forem dusíku bylo provedeno v Třeboni (Dr. Rauch, AV ČR Třeboň) u podtlakově filtrovaných vzorků membránovým filtrem (Millipore 0,45  $\mu m$ , Pragochema, CZ) průtokovou injekční analýzou (RUZICKA & HANSEN 1975 in SHAW et al. 1988) se spektrofotometrickou detekcí (FIA Analyser 5020 a Spectrophotometer 5023 Tecator, Švédsko).

Stanovení obsahu dusitanů je založeno na reakci dusitanů se sulfanilamidem N-(1-naftyl)ethylendiaminodihydrochloridem v prostředí síranu draselného (ČSN 830540 část 11). Intenzita zbarvení vzniklého azobarviva byla měřena při vlnové délce 540 nm (SHAW et al. 1988). Obsah dusičnanů byl stanoven nepřímo po redukci na dusitany Jonesovým reduktorem s granulemi kadmia v prostředí chloridu amonného (GRASSHOFF 1983). Obsah amoniakálního dusíku byl stanoven po difúzi dializačním modulem (FIA Tecator) indofenolovou metodou se spektrofotometrickou koncovkou. Absorbance byla měřena při vlnové délce 630 nm (ČSN 830540 část 10).

Z různých forem fosforu jsem stanovovala pouze rozpuštěný reaktivní fosfor (RRP). Na analýzu bylo potřeba alespoň 5 ml zfiltrovaného vzorku. Princip stanovení spočívá v tom, že orthofosforečnany a sloučeniny uvolňující orthofosforečnany v podmínkách stanovení tvoří v kyselém prostředí s molybdenem amonným a vinanem antimonylo-draselný komplex stechiometrického složení  $PSb_2Mo_{10}O_{40}$ . Ten je redukován kyselinou askorbovou za vzniku fosfoantimonylomolybdenové modři, jejíž koncentrace se stanovuje absorpční spektrofotometrií. Výsledná koncentrace RRP se vypočítá z naměřené absorbance.

### 2.3.4 Stanovení kationtů

Přítomnost a množství kationtů (Al, Ca, K, Mg, Fe a Na) bylo stanovováno metodou ICP (ing. Hezina, ÚEK AV ČR), přístrojem ICP OES (inductively coupled plasma optical emission spectrometry; typ 7450 Leemans Labs., USA). Jedná se o optickou emisní

spektroskopii, kdy dochází k rozbití molekul plazmou. Plazma je ionizovaný plyn obsahující dostatečnou koncentraci elektricky nabitých částic, přičemž počet kladných a záporných nábojů je stejný. Celá tato soustava je elektricky vodivá. Vzorek vody je v ICP pneumatickým či ultrazvukovým rozprašovačem převeden na aerosol. Záření vycházející poté z ICP představuje podklad pro analyticky využitelnou informaci o kvalitativním a kvantitativním složení plazmy a tím také o složení sledovaného vzorku. Používaným plynem je argon (DĚDINA et al. 1987). Zfiltrované vzorky vody musely být před použitím ICP okyseleny  $\text{HNO}_3$  (0,5 ml kyseliny / 100 ml vzorku).

Výhodou této metody a předešlých metod na stanovování rozpuštěných forem dusíku a fosforu je malý objem stanovovaného vzorku (přibližně 10 ml na každou metodu).

### 2.3.5 Stanovení trofického potenciálu a toxicity řasovým testem

Trofický potenciál (AGP) je ukazatel obsahu biologicky využitelných živin ve vodě. Podstata zkoušky vody spočívá v tom, že zkoušený vzorek je po sterilizaci UV světlem a naočkování zkušebním organismem potřebnou dobu kultivován (LUKAVSKÝ 1992). Ve stacionární fázi růstové křivky se stanoví výtěžek biomasy. Její množství (ve srovnání s kontrolními vzorky) je přímo úměrné trofickému potenciálu a nepřímo úměrné účinku toxických látek

Toxicita vzorku vody se stanoví v koncentrační řadě zkoušené vody s vodou destilovanou (logaritmická řada: 1; 0,3; 0,1; 0,03; 0,01; 0,003; 0,001) a dále variantou s přidavkem  $\text{EDTA-Na}_2$  (1 mg / l), která velmi pevně váže těžký kov.

Dále byla provedena zkouška na limitující živiny, kdy byla zkoušená voda selektivně obohacena o P, N a P+N do konečných koncentrací 1 mg N / l a 0,05 mg P / l, pomocí  $\text{KNO}_3$  a  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ .

Odebrané vzorky jsem uchovala zmrazené při  $-20\text{ }^\circ\text{C}$ . Po rozmrazení jsem je zcentrifugovala a plnila po 200  $\mu\text{l}$  do jamek sérologické destičky (FB, 9x13 cm, 96 jamek po 250  $\mu\text{l}$ , polystyrenové, Koh-i-noor, CZ). V každé jamce bylo jen malé množství testované vody (200  $\mu\text{l}$ ), a proto jsem mohla provést 6 opakování. Destičky jsem plnila pomocí automatické pipety, po naplnění jsem otevřené destičky sterilizovala ozářením 1 hodinu pod germicidní UV zářivkou, a poté naočkovala testovacím organismem (*Raphidocelis subcapitata* kmen SKULBERG 1959/1 – syn. *Selenastrum capricornutum* Printz sensu Skulberg, *Pseudococcomyxa simplex* Korš. kmen LUKAVSKÝ 1983/1,

*Pseudococcomyxa* sp. kmen LUKEŠOVÁ 1987/7, *Pseudococcomyxa* sp. kmen LODEOVÁ 1997/1 a *Stichococcus bacillaris* kmen LODEOVÁ 1997/1. První dva kmény poskytla Sbirka autotrofních mikroorganismů AV ČR, Třeboň, třetí je izolát z půdy od ing. Lukešové a poslední dva jsou vlastní izoláty).

V potřebných intervalech (1 až 5 dní) jsem měřila absorbanci při 750 nm (čtečka sérologických destiček iEMS fy. Labscale, SF, obslužný program Ascent) do dosažení konstantní hodnoty, tj. stacionární fáze růstové křivky. Tato hodnota se přepočte na výtěžek sušiny, podle konverzní křivky či rovnice. Při stanovení toxicity se určí procento inhibice pro zkoušenou vodu. Trofický potenciál se určí odečtením sušiny biomasy v kontrolním vzorku (inokulum do destilované vody) od sušiny biomasy ve vzorku vody. Získané hodnoty porovnám s tabulkou pro hodnocení trofie (LUKAVSKÝ et al. 1995 – TNV 757741/ MZe ČR). Statistické vyhodnocení a grafické zpracování jsem provedla programem Microsoft Excel.

## 2.4 Studium řas a sinic

### 2.4.1 Zpracování čerstvých vzorků

Čerstvé vzorky vody jsem zahustila centrifugací, prohlédla za živa pod mikroskopem a zakreslila. Některé vzorky jsem dále fixovala 2 % formalínem a uchovala.

*uvnitř či volná voda?*

### 2.4.2 Kultivace

Dále jsem vodu z dendrotelem smíchala se živným roztokem Z podle Zehndera (ZEHNDER in STAUB 1961) v poměru 1 : 1 a kultivovala ve zkumavkách v laboratoři při denním světle. Odtud jsem řasy přenesla nejprve na pevné médium (médium Z zpevněné 1,5 % agarem) v Petriho miskách a kultivovala pod zářivkovým kobercem (typ bílé světlo). Narostlé řasy a sinice jsem ředící řadou pomocí skleněného trianglu vyčistila a izolované kolonie přenesla na šikmý agar ve zkumavkách. Jednotlivé druhy řas jsem kreslila a fotografovala kamerou Olympus DP10. K určování jsem používala příručku Ettla a Gärtnera (ETTL & GÄRTNER 1995).

### 2.4.3 Pokusy s řasami

Podrobně jsem studovala řasy rodu *Pseudococcomyxa*. Srovnávala jsem tři kmény z různých stanovišť. Tyto kmény jsem:

a) Nakreslila, proměřila, barvila tuší a fotografovala kamerou Olympus DP10.

- b) Kultivována na agaru v Petriho miskách ve zkřížených gradientech teploty a světla (LUKAVSKÝ 1982) po dobu 14 dní. Rozmezí teplot bylo 5–32 °C a světla 6–200 W.m<sup>-2</sup>. Narostlé řasy jsem kvantitativně přenesla do roztoku, fixovala Lugolovým roztokem a jednotlivé buňky počítala v Bürkrově komůrce. Grafy jsou provedeny programem SigmaPlot.
- c) Testovala na nutriční požadavky. Všechny tři kmeny řas jsem pěstovala v sérologických destičkách v ředící řadě média Z. V potřebných intervalech (1 až 5 dní) jsem měřila absorbanci při 750 nm až do dosažení stacionární fáze růstové křivky. Data jsem zpracovala programem Ascent a Microsoft Excel.

### 3. VÝSLEDKY

#### 3.1 Fyzikálně-chemická charakteristika biotopu

##### 3.1.1 pH a vodivost

Voda v dendrotelmách byla většinou mírně kyselá. Hodnoty pH se pohybovaly od 4,3 do 7,9 (medián 6,4) a nebyly pozorovány žádné výrazné změny během roku ( $p > 0,05$ ). Změny pH během roku jsou uvedeny na Obr. 1.

Vodivost naměřená v jednotlivých dutinách byla v rozmezí od 21,8  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  do 1122,0  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  (median 157  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ). Ani zde nebyly ANOVou prokázány výrazné změny během roku ( $p > 0,05$ ). Změny vodivosti během roku jsou uvedeny na Obr. 2.

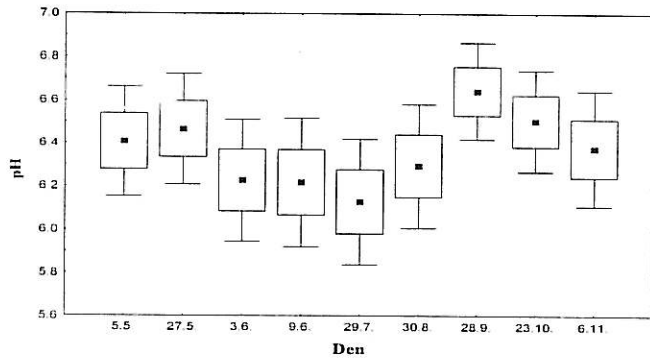
Zjistila jsem, že ve většině dendrotelem jsou po celý rok konstantní podmínky, které jen mírně sezónně kolísají a kterými se liší jedna dutina od druhé. Dokonce i vzhledově podobné dutiny na jednom stromě se svými podmínkami odlišují (např. dendrotelma č. 1 a 2 nebo č. 30 a 31). Z toho vyplývá, že každá dutina musí mít vlastní pufrací mechanismus. Hypotéza, že ve zdánlivě podobných dendrotelmách musí být stejné podmínky byla ANOVou zamítnuta. Každá ze zkoumaných dendrotelem se od ostatních někdy i podstatně lišila svým pH ( $p < 0,0001$ ) i vodivostí ( $p < 0,0001$ ). Odlišnost jednotlivých dutin je ukázána na Obr. 3. Rozdělení naměřených hodnot pH a vodivosti v dendrotelmách udává Obr. A (viz příloha).

##### 3.1.2 Rozpuštěné formy dusíku a rozpuštěný reaktivní fosfor (RRP)

Z analýz bylo vidět, že je voda v dendrotelmách bohatá na živiny (dusičnany, dusitany, amoniak i RRP). Naměřené hodnoty jsou shrnuty v Tab. 1 a úplné výsledky analýz pro všechny vybrané dutiny jsou uvedeny v Tab. I (viz příloha). Četnosti naměřených hodnot jsou ukázány na Obr. A (viz příloha).

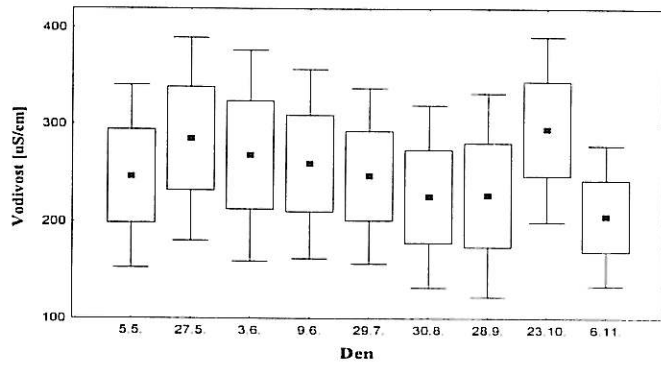
Tabulka 1: Obsah základních živin ve studovaných dendrotelmách.

[ $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ ]	Rozmezí	Medián	Průměr $\pm$ SD
NO <sub>3</sub> -N	0 – 9960	263	890 $\pm$ 1600
NO <sub>2</sub> -N	1 – 357	36	61 $\pm$ 64
NH <sub>4</sub> -N	95 – 32 000	2090	130 $\pm$ 4300
RRP	4,9 – 10130	693	290 $\pm$ 1760

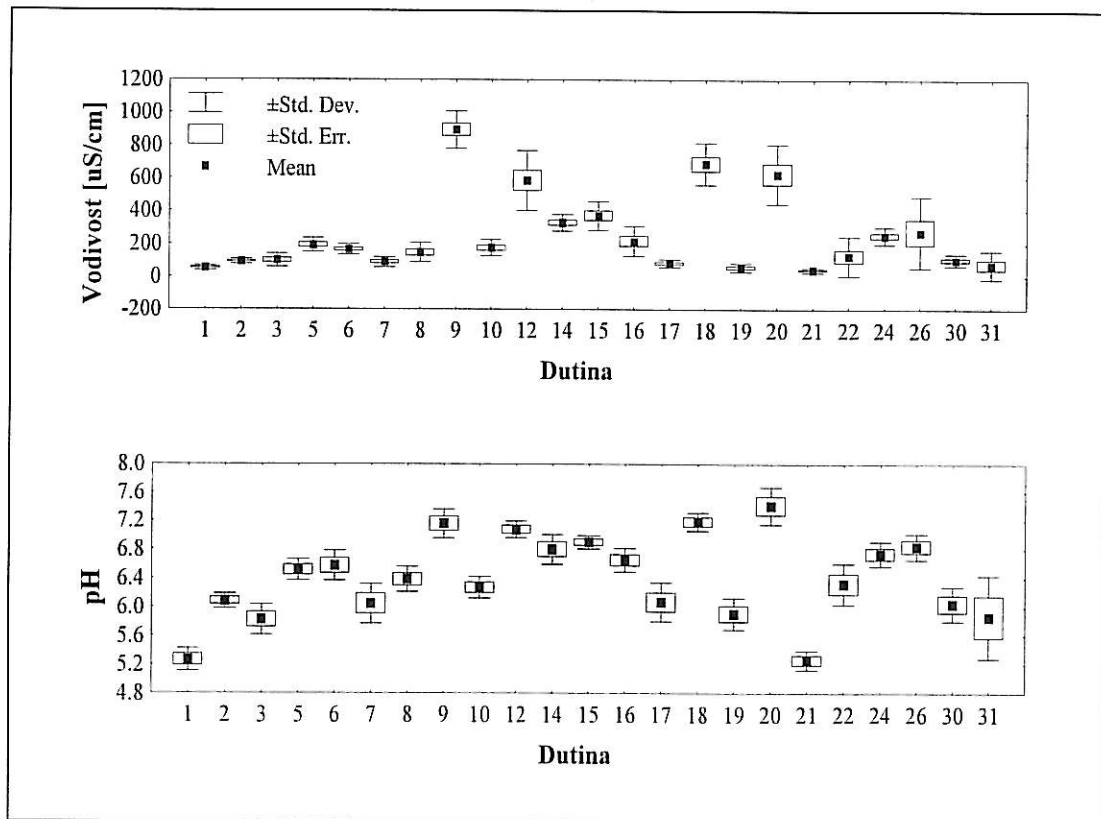


*pro leto uvedl fructy*

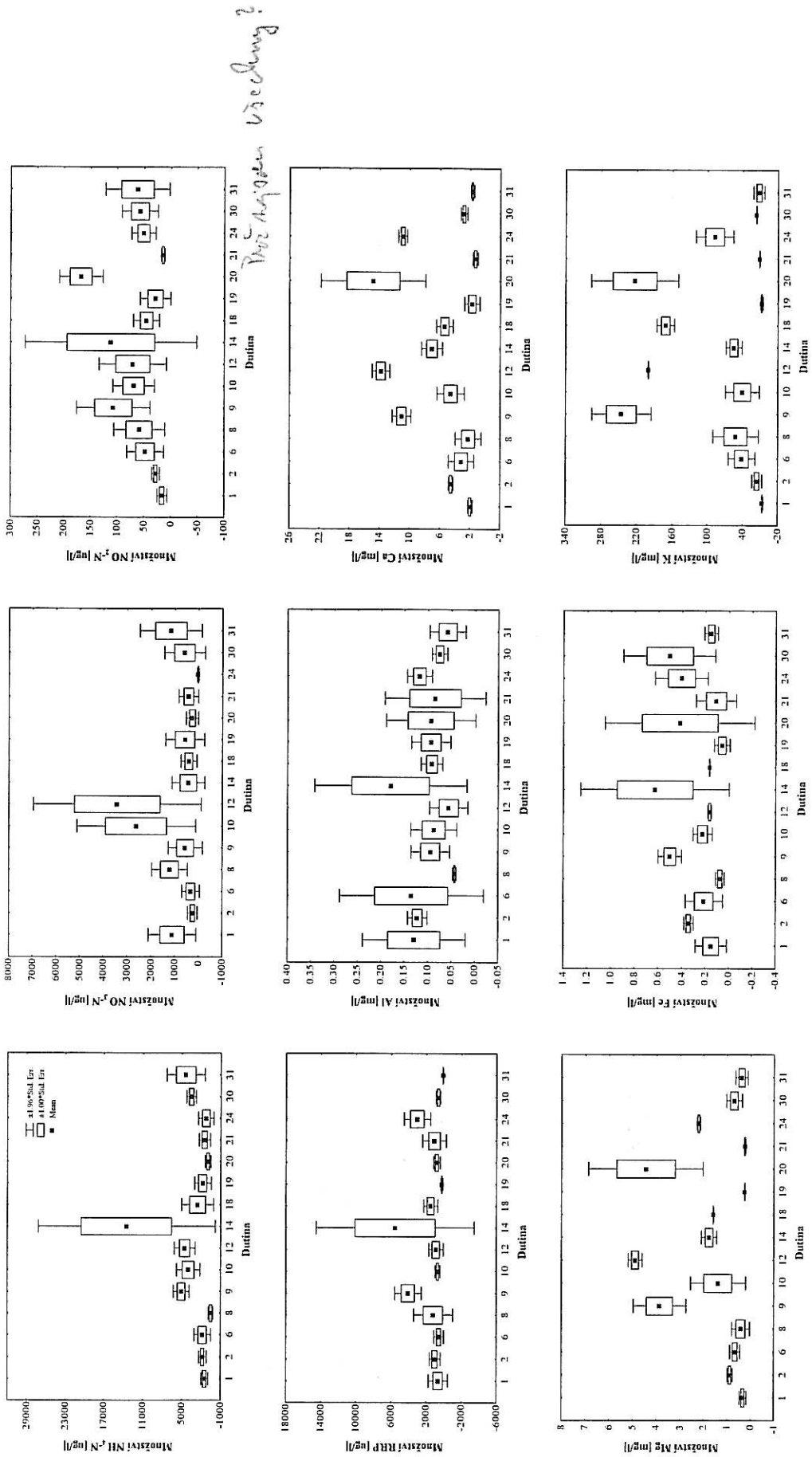
Obrázek 1: Změny pH během roku.



Obrázek 2: Změny vodivosti během roku.



Obrázek 3: Hodnoty pH a vodivosti v jednotlivých dendrotelmech po celý rok.



Obrázek 4: Hodnoty  $\text{NO}_3^+\text{-N}$ ,  $\text{NO}_2^+\text{-N}$ ,  $\text{NH}_4^+\text{-N}$ , RRP, Al, Ca, Mg, Fe a K v jednotlivých dendrodetritálech po celý rok.

Použitím ANOVy jsem zjistila, že obsah rozpuštěných forem N a P není ve všech dendrotelmách stejný ( $p < 0,05$ ) a že se od sebe dutiny liší (Obr. 4).

### 3.1.3 Obsah kationtů

Voda z dendrotelem byla dále testována na přítomnost těchto prvků: Al, Ca, K, Mg, Fe a Na. Rozmezí naměřených hodnot je uvedeno v Tab. 2 a úplné údaje pro každou dutinu můžete nalézt v Tab. I (viz příloha).

**Tabulka 2:** Obsah kationtů ve studovaných dendrotelmách.

[mg.l <sup>-1</sup> ]	Rozmezí	Medián	Průměr ± SD
Al	0,03 – 0,3	0,08	0,1 ± 0,05
Ca	1,1 – 18,4	4,2	5,8 ± 4,7
K	5,9 – 271	40,1	79,3 ± 85,7
Mg	0,2 – 5,7	0,8	1,6 ± 1,6
Fe	0,02 – 1,0	0,2	0,3 ± 0,2
Na	< 0,1		

Spočítala jsem také korelační koeficienty pro všechny naměřené hodnoty a výsledky testu ( $p < 0,05$ ) jsou uvedeny v Tab. 3. Z tabulky je vidět, že je zde např. závislost mezi pH a vodivostí, pH a množstvím kationtů, množstvím NH<sub>4</sub>-N a Fe a mezi NH<sub>4</sub>-N a RRP. Pouze Al a dusičnany neměly žádnou korelaci s jinými testovanými hodnotami.

Dále jsem testovala, zda je ve vodě odebrané po opadu listí přítomno více látek než před opadem, ale test vyšel neprůkazně.

Pro srovnání jsou mé naměřené hodnoty z dendrotelem uvedeny v Tab. 4 spolu s hodnotami těchto látek ve srážkách a ve vodních nádržích.

### 3.1.4 Trofický potenciál a toxicita

Stanovení trofického potenciálu vody z dendrotelem ukázalo, že ve všech dutinách byla voda katarobní, což je ještě méně než oligotrofní.

U vybraných dendrotelem jsem dále provedla test na limitaci živin, kde jsem zjistila, že řasy ve vodě s malou vodivostí (kolem 50  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) rostly lépe po přidavku P+N, samotném N a EDTA, což by mohlo signalizovat přítomnost těžkého kovu v dutině. U dendrotelem s vodivostí od 50 do 150  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  rostly řasy stejně dobře ve vodě

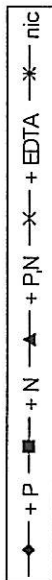
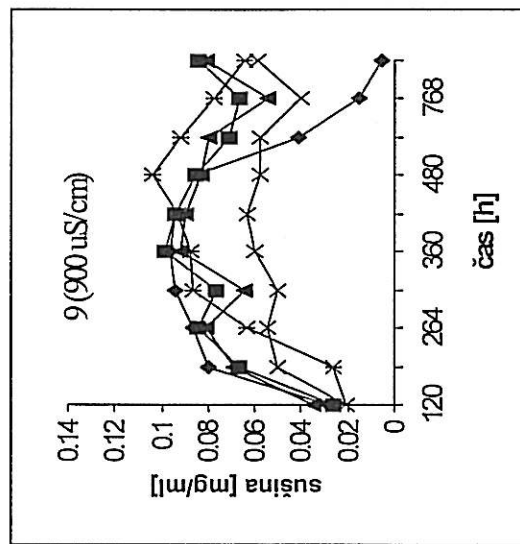
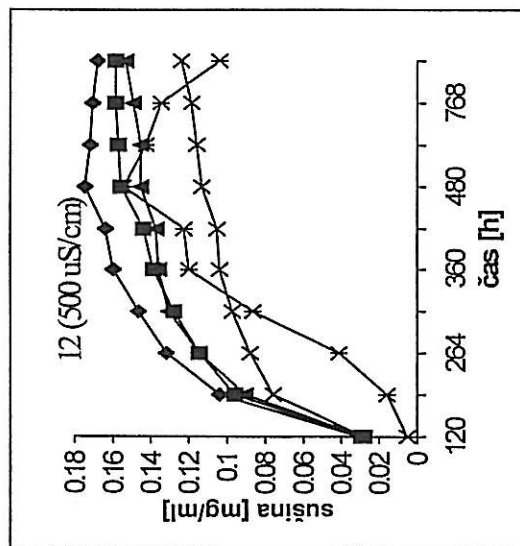
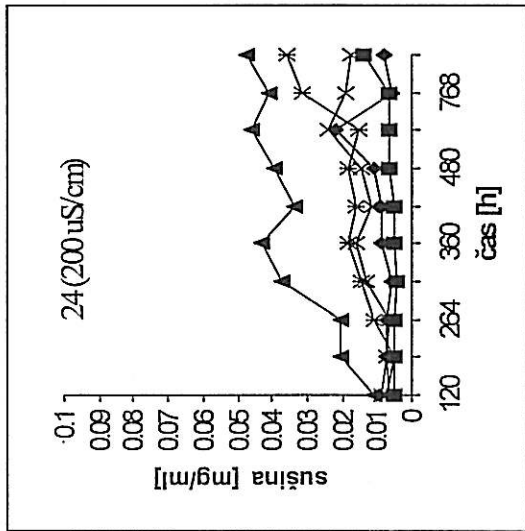
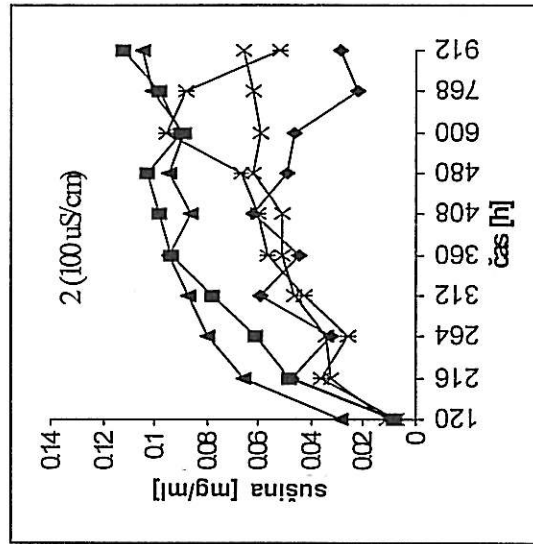
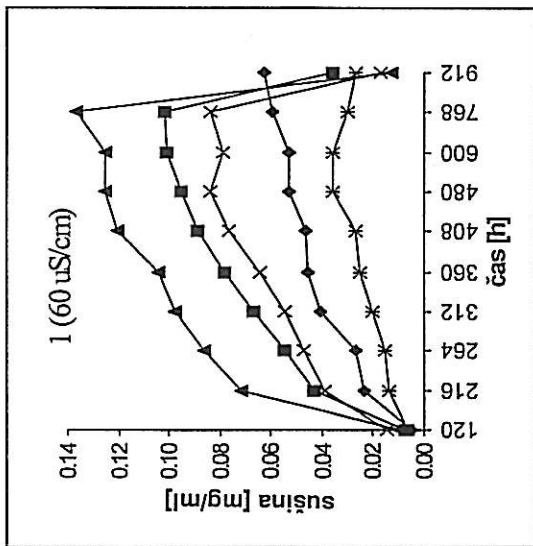


**Tabulka 3:** Výsledky výpočtů korelace mezi jednotlivými chemickými složkami ( $p < 0,05$ ).

	dutina	pH	vodivost	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	RRP	Al	Ca	K	Mg	Fe
dutina	1	0.24	0.21	0.07	-0.16	0.30	0.04	-0.15	0.15	0.10	0.12	0.30
pH	0.24	1	<b>0.69</b>	0.38	-0.23	<b>0.74</b>	0.46	-0.40	<b>0.81</b>	<b>0.73</b>	<b>0.76</b>	<b>0.63</b>
vodivost	0.21	<b>0.69</b>	1	0.18	-0.35	<b>0.73</b>	0.38	-0.11	<b>0.82</b>	<b>0.95</b>	<b>0.90</b>	0.46
NH <sub>4</sub> -N	0.07	0.38	0.18	1	-0.23	-0.04	<b>0.96</b>	-0.20	0.16	0.03	0.06	<b>0.64</b>
NO <sub>3</sub> -N	-0.16	-0.23	-0.35	-0.23	1	-0.12	-0.31	-0.12	-0.35	-0.36	-0.34	-0.37
NO <sub>2</sub> -N	0.30	<b>0.74</b>	<b>0.73</b>	-0.04	-0.12	1	0.10	-0.07	<b>0.89</b>	<b>0.77</b>	<b>0.90</b>	<b>0.62</b>
RRP	0.04	0.46	0.38	<b>0.96</b>	-0.31	-0.31	1	-0.23	0.32	0.23	0.25	<b>0.68</b>
Al	-0.15	-0.40	-0.16	-0.20	-0.12	-0.07	-0.23	1	0.08	-0.20	-0.02	-0.03
Ca	0.15	<b>0.81</b>	<b>0.82</b>	0.16	-0.35	<b>0.89</b>	0.32	0.08	1	<b>0.84</b>	<b>0.96</b>	<b>0.64</b>
K	0.10	<b>0.73</b>	<b>0.95</b>	0.03	-0.36	<b>0.77</b>	0.23	-0.20	<b>0.84</b>	1	<b>0.93</b>	0.37
Mg	0.12	<b>0.76</b>	<b>0.90</b>	0.06	-0.34	<b>0.90</b>	0.25	-0.02	<b>0.96</b>	<b>0.93</b>	1	0.55
Fe	0.30	<b>0.63</b>	0.46	<b>0.64</b>	-0.37	<b>0.62</b>	<b>0.68</b>	-0.03	<b>0.64</b>	0.37	0.55	1

**Tabulka 4:** Srovnání obsahu chemických látek ve vodě z dendrotelem s přímými srážkami, s podkorunovými srážkami (throughfall) – mějeno na Šumavě u Plešného jezera, a s vodními nádržemi Slapy a Římov. (Zdroj databanka HBÚ České Budějovice).

	dendrotelemy	děšť		děšť na		vodní nádrže	
		přes listy	volnou plochu	Slapy	Římov		
NO <sub>2</sub> -N	[μg.l <sup>-1</sup> ]	1-375				32	17
NO <sub>3</sub> -N	[μg.l <sup>-1</sup> ]	0-996	764	326	2890	2890	2290
NH <sub>4</sub> -N	[μg.l <sup>-1</sup> ]	95-3200	413	480	42	42	53
RRP	[μg.l <sup>-1</sup> ]	5-10100	0-300	0-126	40	40	12
Al	[mg.l <sup>-1</sup> ]	0,03-0,3	0,01	0,004			
K	[mg.l <sup>-1</sup> ]	5,9-271	1,69	0,35	4,2	4,2	2,3
Mg	[mg.l <sup>-1</sup> ]	0,2-5,7	0,14	0,03	7,4	7,4	3,7
Na	[mg.l <sup>-1</sup> ]	< 0,1	0,4	0,25	10,5	10,5	6,3
Ca	[mg.l <sup>-1</sup> ]	1,1-18,4	0,84	0,19	25,5	25,5	15,3
Fe	[mg.l <sup>-1</sup> ]	0,02-1,0					



**Obrázek 5:** Pět základních typů reakcí na přidávky živin do vody dendrotelem, testované pokusným organismem *Sele-nastrum capricornutum*. Voda byla obohacena o N, P, N+P a EDTA. (Každý graf je nadepsán číslem dutiny a v závorce je uvedena naměřená konduktivita.)

obohacené P+N i pouze N. Do další kategorie mohu zařadit dutiny s vodivostí nad  $150 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , kde byl lepší růst pokusného organismu zaznamenán pouze po přidávku P+N. Dále u dendrotelem s vodivostí kolem  $550 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  byly řasy limitovány samotným P a při vodivosti nad  $600 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  nebylo potřeba přidávat žádné živiny. Růstové křivky charakteristické pro tyto skupiny jsou ukázány na Obr. 5. Na Obr. B (viz příloha) jsou uvedeny křivky pro všechny testované dutiny.

Žádná toxicita vody prokázána nebyla a v ředící řadě těchto vzorků s vodou destilovanou rostly řasy hůře než ve vodě nezředěné.

## 3.2 Floristická charakteristika biotopu

### 3.2.1 Identifikace řas

Studiem řas pod mikroskopem a v kultivacích jsem zjistila, že v čerstvém vzorku převažoval korový druh *Desmococcus vulgaris* Brand sensu Geitler a zřídka *Stichococcus bacillaris* Nägeli. Po čtyřměsíční kultivaci v tekutém médiu masivně narostly ve všech zkumavkách subaerofytní řasy rodu *Pseudococcomyxa* a *Stichococcus*. Mezi další fototrofní organismy izolované z dendrotelem patří z řas rody *Klebsormidium*, *Xanthonema*, *Desmococcus*, *Scotielopsis* a *Chlorella* a ze sinic *Leptolyngbya*, *Nostoc* a *Arthonema*. Pro přesnou determinaci je třeba jednotlivé druhy vyisolovat, vyčistit a prostudovat podrobněji, což se mi u některých druhů nepovedlo. *nepovedlo* ✓

Charakteristika nalezených řas a sinic:

*Desmococcus vulgaris* Brand 1925 sensu Geitler 1942 (syn. *Pleurococcus vulgaris* Meneghini 1842 sensu Nägeli 1847, *Protococcus viridis* Agardh 1824), Obr. C1 (viz příloha)

– hojná korová řasa, kulovité buňky uspořádány do balíčků, průměr buněk 4–8  $\mu\text{m}$

*Stichococcus bacillaris* Nägeli 1849, Obr. C2

– kosmopolitní druh, u nás běžně v půdě a subaericky, buňky někdy tvoří krátká vlákna, velikost buněk 2–3 × 3,5–8  $\mu\text{m}$

*Stichococcus* sp., Obr. C3

– buňky zakřivené, velikost 2–3 × 7–13  $\mu\text{m}$ , možná se také jedná o *St. bacillaris*, který může v kultuře tvar buněk měnit

*Pseudococcomyxa* sp., Obr. E5–7

– oválné buňky s malým slizovým terčíkem, velikost buněk  $2-4 \times 6-8 \mu\text{m}$ .

*Klebsormidium flaccidum* (Kützing) Silva, Mattox & Blackwell 1972, Obr. C5

– kosmopolitní druh, u nás běžně v půdě, na subaerických vlhkých místech a v litorálu vod, v dendrotelmách roste na mokré kůře u otvoru, rozpadává vlákna, velikost buněk  $6-8 \times 10 \mu\text{m}$ .

*Xanthonema hormidioides* (Vischer) Silva 1979, Obr. C6

– půdní druh, v dendrotelmách rostla na stěnách, poměrně dlouhá a pevná vlákna, buňky dlouhé, velikost buněk  $3-5 \times 5-10 \mu\text{m}$ .

*Chlorella* sp.,

– kulovité buňky s nápadným pyrenoidem, průměr  $8-10 \mu\text{m}$

*Chlorella* cf. *minutissima* Fott & Nováková 1969, Obr. C4

– půdní druh, buňky malé a kulovité bez pyrenoidu, průměr  $3-4 \mu\text{m}$

*Scotielopsis* sp., Obr. D1

– buňky elipsovité s výrazným pyrenoidem, dospělé buňky mají tvar citrónu, velikost  $5-8 \times 8-10 \mu\text{m}$

*Leptolyngbya* sp., Obr. D2

– běžně se vyskytující vláknitá sinice, buňky delší než širší, šířka vlákna  $1,5 \mu\text{m}$

*Nostoc* sp., Obr. D3–6

– vláknitá sinice s heterocyty, kolonie ve slizovém obalu, šířka buněk ve vláknu  $4 \times 6 \mu\text{m}$ , heterocyty  $6 \times 6 \mu\text{m}$ , klíčící buňky  $6 \times 8 \mu\text{m}$

*Arthronema* sp., Obr. D7, 8

– vláknitá sinice, velikost buněk  $3 \times 4-8 \mu\text{m}$

Řasy, které se mi bez převedení do kultury <sup>řasy nepovedlo</sup> nepovedlo zařadit ani do rodu:

Obr. C7 – oválné buňky s jedním chloroplastem, velikost  $6 \times 10 \mu\text{m}$

Obr. C8 – kulovité buňky s nápadným pyrenoidem, průměr buněk  $8-10 \mu\text{m}$

### 3.2.2 Pokusy s řasou *Pseudococcomyxa*

Podrobnější taxonomickou <sup>etologickou</sup> studii jsem provedla na zástupcích z rodu *Pseudococcomyxa*. Dosud byl popsán jediný druh, *Pseudococcomyxa simplex* (Mainx) Fott 1981 (syn. *Pseudococcomyxa adhaerens* Koršikoff 1953). Do tohoto rodu však patří pravděpodobně i populace popsané Jaagem (JAAG 1933). Proto jsem ke svému kmeni, izolovanému z dendrotelem, vybrala pro srovnání kmen izolovaný z destilované vody a kmen z půdy.

Proměřování buněk neukázalo žádné velké rozdíly mezi srovnávanými kmeny. Velikosti buněk jsou 2–3–(4) × 5–8 μm. Šířka buněk byla u korového kmene v některých kulturách větší (3–4 μm), ale je možné že byly pouze ve stádiu dělení. V jiných kulturách byly <sup>12)</sup> nepoznatelné od kmene izolovaného z půdy či z destilované vody. U těchto dvou kmenů byly buňky stále štíhlé a podlouhlé (Obr. E, viz příloha).

Barvením tuší jsem zjistila, že se jednotlivé kmeny liší ve velikosti slizového terčíku (Obr. E). Vodní kmen měl největší terčík, který přesahoval i šířku buňky. U půdního kmene byl slizový terčík o průměru přibližně takovém, jako byla šířka buňky. Korový kmen měl velmi drobné terčíky. Všechny tři druhy byly pěstovány na agaru, takže nemohlo dojít např. k tomu, že by byl některý z nich nucen si v tekutém médiu vytvořit mohutnější terčík.

Kultivací ve zkřížených gradientech teploty a světla jsem zjistila, že pro všechny tři kmeny byla horní letální teplota 32 °C. Jinak ve větší či menší míře rostly tyto řasy v celém sledovaném rozmezí teploty i světla. Dolní letální teplotu se mi nepodařilo vystihnout. Korová a vodní řasa rostla při 5 °C velmi málo, ale růst byl patrný. Optimum bylo u všech přibližně stejné (13–21 °C) a intenzita světla, při které rostly nejlépe, byla pod 50 W.m<sup>-2</sup>. Výsledky obou opakování tohoto pokusu jsou znázorněny v grafech na Obr. F (viz příloha).

Porovnání množství biomasy narostlé u těchto tří kmenů ve zkřížených gradientech je uvedeno na Obr. 7. Na začátku pokusu bylo na každou Petriho misku s agarem naočkováno přibližně stejné množství inokula, a přesto po 14 dnech kultivace bylo vidět, že kmen z půdy roste daleko rychleji a skoro ve všech teplotách a intenzitě světla vysoce dominuje nad oběma ostatními kmeny. Pouze při teplotě 5–10 °C a největším zastínění dominoval korový kmen. Kmen izolovaný z destilované vody rostl při všech teplotách a intenzitě světla nejpomaleji.

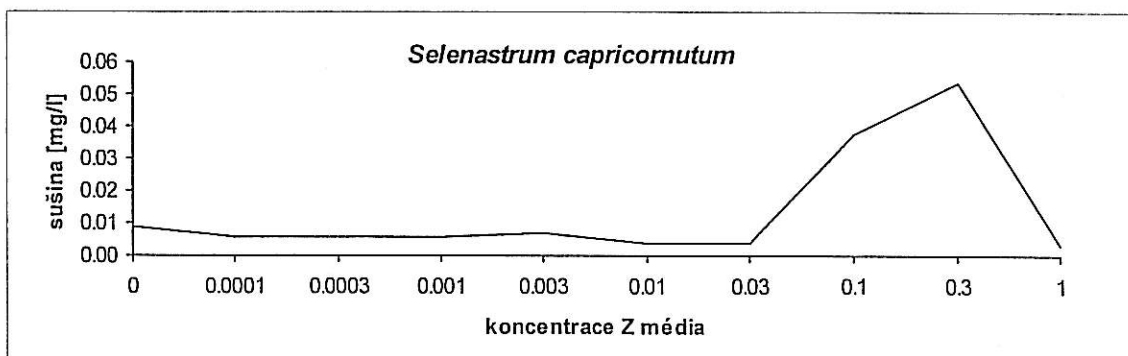
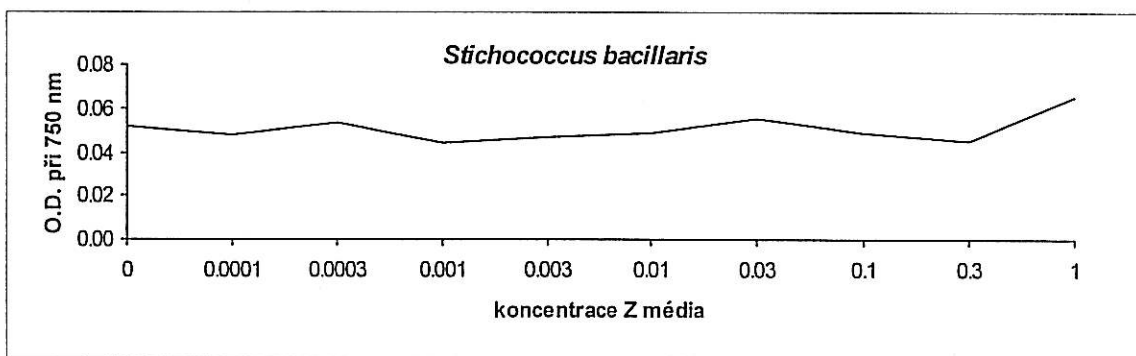
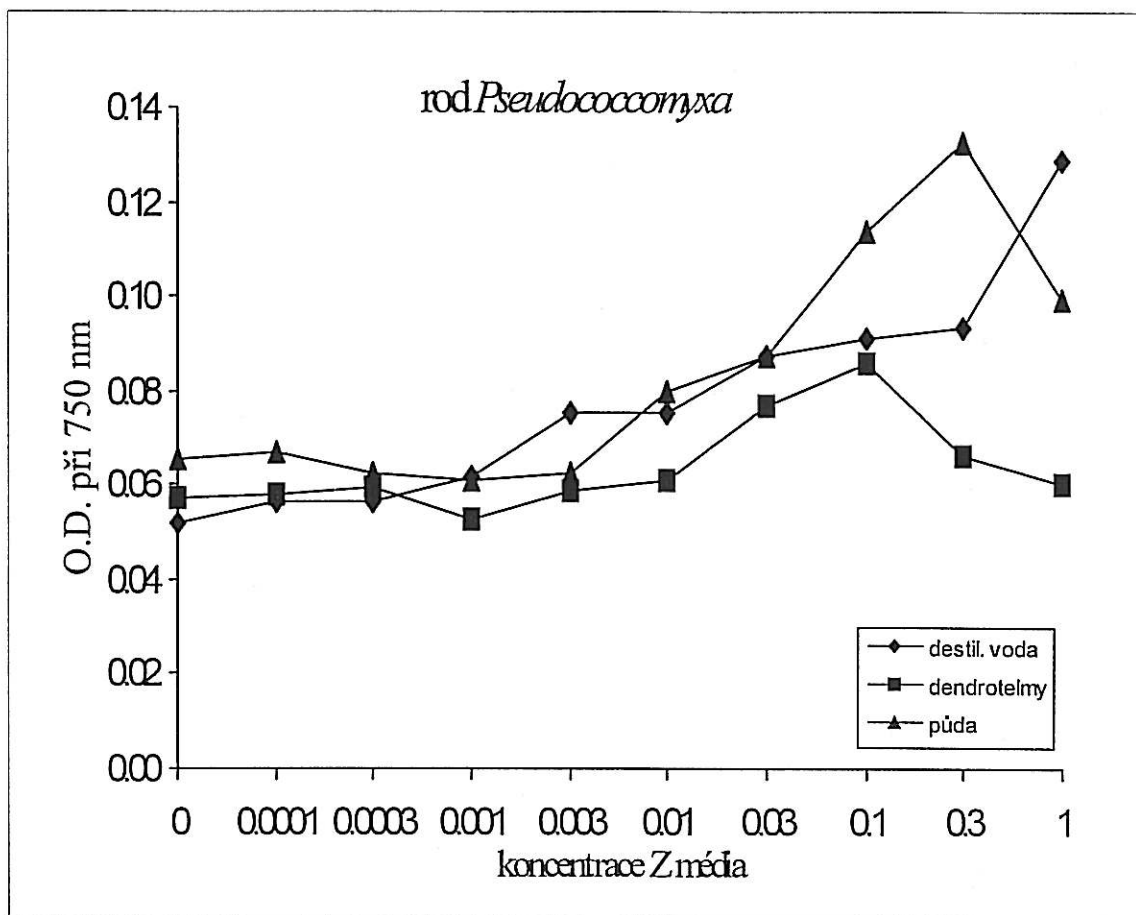
Testováním nutričních požadavků jsem zjistila, že ve vyšších koncentracích živného

kmen z vody  
kmen izol. z dendro. } nejvyšší  
dendrotelmový kmen }  
107 km 2 dost vody

roztoku roste nejlépe kmen izolovaný z půdy, potom kmen z vody a nejméně z nich reagoval kmen korový. Vodní kmen snáší i nejvyšší koncentrace živin (živný roztok Z neředěný) a v celém našem testovaném rozmezí živin rostl lineárně. Kmeny izolované z dendrotelem a z půdy měly průběh podobný, ale dendrotelmový kmen rostl méně a měl maximum v nižší koncentraci živin než půdní kmen. Grafy ukazující reakci řas na stoupající koncentraci živin v různé době po spuštění pokusu jsou uvedeny na Obr. G (viz příloha).

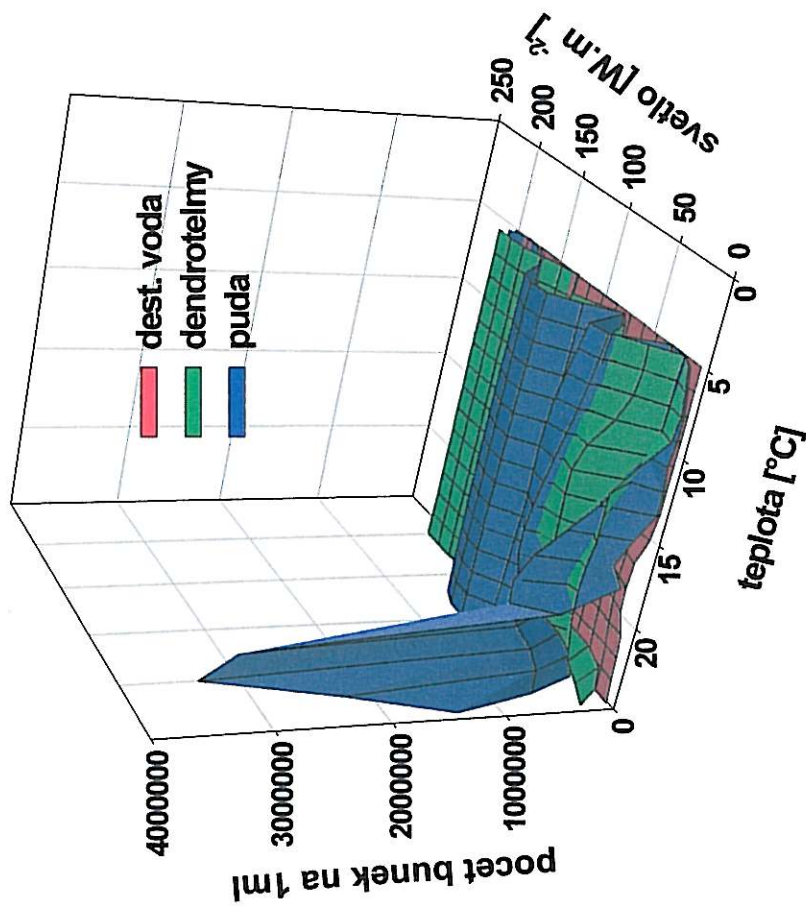
Pro srovnání jsem ještě v gradientu živin pěstovala druh *Selenastrum capricornutum* Printz sensu Skulberg, což je klasický biotestový druh, a další druh izolovaný z dendrotelem, *Stichococcus bacillaris* Nägeli. Řasa *Selenastrum capricornutum* silně reagovala na vyšší koncentrace živného média a její růst v těchto koncentracích byl hyperbolický. Růst druhu *Stichococcus bacillaris* byl ve všech koncentracích živného média přibližně stejný, pouze v nejvyšší koncentraci mírně stoupl. Srovnání těchto druhů spolu s porovnávanými kmeny rodu *Pseudococcomyxa* 912 hodin po spuštění pokusu jsou uvedeny na Obr. 6.

Problém taxonomického zařazení porovnávaných kmenů jsem těmito pokusy ještě úplně nedořešila. Testované organismy měli sice rozdílné ekofyziologické nároky, takže by se dalo usuzovat, že se jedná o tři různé druhy, ale morfologicky se moc nelišily. Pro vytvoření jednoznačného závěru bude třeba ještě provést biochemické a molekulárně biologické testy.

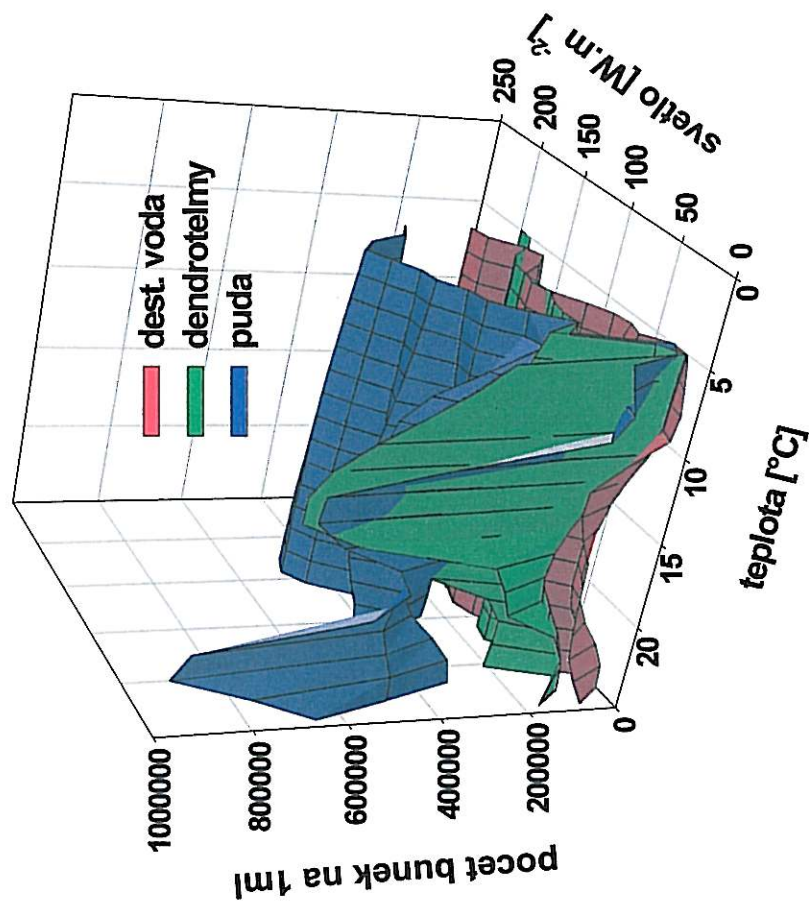


**Obrázek 6:** Srovnání růstu ve stoupajícím gradientu živin 912 hod. po spuštění pokusu u tří kmenů rodu *Pseudococcomyxa*, druhu *Stichococcus bacillaris* izolovaného z dendrotolelem a klasického biotestového druhu *Selenastrum capricornutum*.

Pokus #2



Pokus #1



Obrázek 7: Porovnání množství biomasy narostlé u srovnávaných kmenů rodu *Pseudococcomyxa* při kultivaci ve zkrřížených gradientech teploty a světla.



## 4. DISKUSE

### 4.1 Fyzikálně-chemická charakteristika biotopu

Konstantní podmínky v jednotlivých dendrotelmách jsou zřejmě způsobeny listovým opadem. Pokusy s umělými dutinami (WALKER et al. 1991) bylo zjištěno, že voda obsahující listy má tendenci spíše ke stálému, neutrálnímu pH. Dendrotelmy zbavené listů jsou však více kyselé a pH po celý rok výrazně kolísá. Studie bukových dendrotelem prováděné M. DEVETTEREM (in press) na několika různých lokalitách ukazují větší rozdíly v pH i vodivosti mezi jednotlivými dutinami. Bylo naměřeno pH v rozmezí 3–9 na zdánlivě podobných stromech a vodivost 4–2164  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . Tato veliká variabilita oproti mým naměřeným hodnotám je zřejmě způsobena tím, že jsem sledovala stromy pouze na jedné lokalitě, kde byly všechny dutiny plněny skoro stejnou vodou, kdežto DEVETTER porovnával dutiny z různých lokalit.

Analýzami jsem zjistila, že jsou dendrotelmy živinově poměrně bohatý biotop, i když výsledky testu trofie ukazují, že testovaná voda má katarobní charakter. Tento výsledek se dá zdůvodnit dvěma způsoby. Bohužel nebylo možno stanovit organické látky, které mohou hrát pro řasy důležitou roli. Malá koncentrace těchto látek by vysvětlovala katarobní charakter. Dále jsem se mohla dopustit chyby při stanovování trofického potenciálu vody z dendrotelem tím, že jsem neměla dostatečně vyhledové inokulum, a proto se koncentrace řas ve slepém vzorku (destilované vodě) moc nelišila od testované vody, a tak došlo ke zkreslení výsledku.

Po porovnání množství látek analyzovaných v dutinách s daty ukazujícími obsah těchto látek ve vodních nádržích Slapy a Římov, ve srážkách, <sup>stékajících po listech a větvích stromů</sup> padajících skrze stromy (throughfall) a ve srážkách na volnou plochu (Tab. 4, str. 15) je vidět, že v podkorunových srážkách je koncentrace látek vyšší než v přímé atmosférické depozici<sup>2</sup>. Mé naměřené hodnoty jsou mnohdy ještě vyšší a mají široké rozmezí. Oproti řekám a jezerům se zde jedná o nádržky s malým a poměrně konstantním objemem, kde rozdíly v koncentraci živin přímo závisí na přísunu zvenku, ředění živin dešťovou vodou, jejich akumulaci a koncentrování v sušších obdobích roku, živinových cyklech (nitrifikace, denitrifikace) a exkreci amoniaku larvami komárů.

---

<sup>2</sup> Data o chemickém složení atmosférické depozice byla získána z měření na Plešném jezeře na Šumavě, listopad 1997 – listopad 1998 (databanka HBÚ ČB).

*dendrotelům*  
*ve výsledcích se*  
*tyto dva byz neobjevují*

NO<sub>3</sub>-N a NO<sub>2</sub>-N jsou koncentrovanější v dutinách bez listů než s listím, což je způsobeno vyšší intenzitou mikrobiálních dusíkatých cyklů (WALKER et al. 1991). Překvapující je poměr NO<sub>3</sub><sup>-</sup>:NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. Dusičnany vznikají v aerobních podmínkách přeměnou z amoniaku (denitrifikace) a přicházejí sem také se srážkami. Naopak v anoxických podmínkách na dně dendrotelem může docházet k jejich odbourávání. Dusičnany jsou v anaerobních podmínkách využívány denitrifikačními bakteriemi jako akceptor elektronů. Ve vodních nádržích Slapy a Římov<sup>3</sup> převažuje z anorganického dusíku hlavně NO<sub>3</sub>-N. V dendrotelcích vysoce převažuje NH<sub>4</sub>-N nad ostatními formami anorganického N. Příčin může být několik. Především zde NH<sub>4</sub>-N vzniká mikrobiální mineralizací rozkládající se biomasy. Amoniak je také dusíkatým odpadním produktem z katabolismu bílkovin larev bezobratlého hmyzu. Je-li v dutině přítomno velké množství larev, mohou zapříčinit vysoké koncentrace této látky. Množství NH<sub>4</sub>-N je jistě také ovlivňováno srážkami. Předně proto, že NH<sub>4</sub>-N převažuje v atmosférické depozici nad ostatními formami N (KOPÁČEK et al. 1997), a také proto, že kyselé srážky způsobují nízké pH v dendrotelcích a vlivem nízkých hodnot pH (< 5,5) dochází k přerušení <sup>de</sup> nitrifikace (přeměny <sup>to je ale kvůli tomu</sup> NO<sub>3</sub><sup>-</sup> a NO<sub>2</sub><sup>-</sup> na NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), což se projevuje zvýšenými koncentracemi NH<sub>4</sub>-N. Denitrifikace ale naproti tomu zřejmě ovlivňována není (KELLY 1994). Přitékající voda přináší živiny pro mikroorganismy a vyplachuje toxické metabolity larev, čímž je podpořeno množení bakterií a jejich aktivita při dekompozici je vyšší (WALKER et al. 1991).

Množství fosforu je dominantním limitujícím faktorem biologické produktivity většiny sladkovodních ekosystémů (PITTER 1990). Já jsem kvůli malému množství odebrané vody stanovovala pouze rozpuštěný reaktivní fosfor, který je využitelný pro řasy. Zvýšené množství RRP bylo prokazatelně na jaře při prvním odběru po rozmrznutí dendrotelem. Je to způsobeno právě akumulací těchto látek přes zimu, kdy při různých oblevách docházelo ke koncentrování jejich obsahu. Do dutin se P dostává s listovým opadem, mrtvými organismy a v atmosférické depozici, kde se vyskytuje P v anorganických (prach) i organických (pyl) formách, které jsou buď rozpuštěny nebo v partikulích. Při nízkém pH je cyklus P narušován a jeho dostupnost snižována srážením s Fe a Al (PITTER 1990). Velké množství RRP v dutinách je zřejmě způsobeno rozkladem <sup>biomasy?</sup> biomasy. Tím se také vysvětluje nalezená korelace mezi RRP a NH<sub>4</sub>-N. *volnějším se odměnami*

<sup>3</sup> Údaje o chemickém složení vody v těchto nádržích jsem získala z databanky HBÚ ČB.

Zdrojem kationtů analyzovaných v dendrotelmách je především biomasa. Pozoruhodné a pro mne nevysvětlitelné jsou velmi nízké koncentrace Na. Pouze v jednom případě byla hodnota  $0,81 \text{ mg.l}^{-1}$ . Tento odběr byl prováděn při dešti a dutina číslo 14 je svrchu nechráněná, takže do ní podkorunový déšť mohl volně padat. Ale i v této dendrotelmě nebyl Na v dalším odběru detekován (koncentrace  $< 0,1 \text{ mg.l}^{-1}$ ). V jiných podobných dutinách byly koncentrace Na stále pod hranicí detekce. Ve srážkách se přitom koncentrace Na pohybují od  $0,25 \frac{\mu\text{g}}{\mu\text{g}} \cdot \text{l}^{-1}$  (na volnou plochu) do  $0,4 \frac{\mu\text{g}}{\mu\text{g}} \cdot \text{l}^{-1}$  (throughfall).

Z výsledků analýz vody před opadem a po opadu <sup>zde</sup> nebylo pozorováno žádné zvýšení obsahu těchto látek. Jistě by k němu později došlo, ale odběr byl proveden tehdy, kdy se ještě listí nestačilo rozložit, a proto se koncentrace sledovaných látek nezvýšila.

Některé vysoké naměřené hodnoty mohou být způsobeny také tím, že tento biotop slouží i jiným organismům, než jsou bezobratlí, např. jako zdroj vody pro ptáky, žáby a našla jsem zde i slimáky. U dutiny číslo 14 je vysoká variabilita těchto hodnot. Tato dutina se velikostně neliší od ostatních. Nachází se v paždí mezi kmenem a odříznutou větví, takže není moc chráněna. Zvláštností je, že podobně vypadajících dutin mám více (např. dendrotelma č. 10, 21), ale pouze v této dutině tyto hodnoty tolik kolísají.

K lepšímu poznání chemismu dendrotelem by bylo potřeba udělat mnohem více analýz, které jsem bohužel kvůli nedostatku financí provést nemohla. Nestanovovala jsem žádné organické látky, které by jistě korelovaly s vodivostí a  $\text{NO}_3\text{-N}$ .

## 4.2 Floristická charakteristika biotopu

Podle množství nalezených řas a sinic a jejich <sup>počet na koncentraci</sup> malého druhového bohatství v dendrotelmách je vidět, že se jedná o extrémní biotop, který však nemá svou specifickou mikroflórou, která by se nikde jinde nevyskytovala. Řasy a sinice isolované z vody - <sup>kolony vody či uvnitř listů</sup> dendrotelem jsou většinou běžně se vyskytující korové či půdní druhy. Naprostá převaha korové řasy *Desmococcus vulgaris* Brand sensu Geitler v čerstvém vzorku a minimální výskyt v kultivacích lze vysvětlit tím, že se jedná o velmi hojnou řasu, kterou jsem našla všude kolem na stromech, ale která velmi špatně roste v tekutých kulturách. Zato ostatní druhy byly ve vodě jen v malém množství a hodně narostly až za příznivých podmínek v laboratoři.

Největším inhibujícím faktorem růstu řas v dendrotelmách je světlo. Do některých dutin přichází málo množství světla po celý rok, do většiny však pouze na jaře a na podzim, kdy jsou stromy bez listů, nebo se tam světlo nedostane vůbec („rot“-typ či zapadání dutiny

listím). Z chemických analýz bylo vidět, že limitace živinami zde je (P+N), přítomnost toxických látek jsem však neprokázala.

Pokusy s třemi různými kmeny rodu *Pseudococcomyxa* ukázaly jako nejagresivnější půdní kmen. Je to pochopitelné, protože tato řasa roste ve svrchní vrstvě půdy, kde má poměrně dostatek živin a potřebné množství světla. Pokles růstu při vysoké koncentraci živin může být způsoben tím, že tato koncentrace překračuje množství živin, které má běžně v půdě k dispozici, a proto řasa reaguje poklesem produkce. Korový kmen rostl nejlépe v nižších teplotách a při malém světle. I zde je to ovlivněno tím, kde tento kmen volně v přírodě roste. Korové řasy zpravidla startují při teplotách mírně přesahujících 0 °C, své maximum růstu mají kolem 10 °C a při teplotách vyšších se zase růst zastavuje (KOMÁREK, p.c.). Množství živin, které mají k dispozici, je tvořeno dešťovou vodou obohacenou oplachem kůry a její pokles růstu při vyšší koncentraci Z média může být také vysvětlen překročením určité hladiny využitelných živin. *Ps. simplex*, rostoucí v destilované vodě, nepotřebuje k životu vysokou koncentraci živin, ale dokáže je lépe vyžít, takže její růst byl lineární a při nejvyšší koncentraci rostla nejlépe.

Velikost slizových terčků, které jsou u tohoto druhu největší, je ovlivněna růstem ve vodě, kde jsou používány k přidržování na sklo a ostatní buňky. Při počítání množství biomasy narostlé na plotnách ve zkřížených gradientech světla a teploty jsem se u tohoto druhu možná dopustila chyby, protože jednotlivé buňky byly pevně spojeny pomocí terčků do skupinek a nepovedlo se mi buňky od sebe oddělit, aby mohly být dobře spočítány.

## 5. ZÁVĚR

V této práci byl zkoumán chemismus a fototrofní mikroflóra dendrotelem. Sledované dendrotelmy byly všechny na buku (*Fagus sylvatica*).

Z mého pozorování vyplynulo, že se jednotlivé dendrotelmy značně liší ve svých chemických podmínkách. I když se zdají být všechny dutiny velice podobné, chová se každá jinak. Každá dendrotelma má vlastní puфраční mechanismus a udržuje si během roku přibližně stejné pH a vodivost. Voda má pH mírně kyselé (většinou 5,5–7) a vodivost velice rozmanitou od 20 do 900  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . Z chemických analýz je zřejmé, že se dutina od dutiny liší i v množství přítomných chemických složek. Koncentrace skoro všech látek, jejichž přítomnost jsem stanovovala, byly vyšší ve vodě dendrotelem než ve srážkách, i přesto má tato voda katarobní charakter.

Z algologického hlediska nejsou dendrotelmy druhově bohatým biotopem. Největší limitací pro fototrofní mikroorganismy je zde světlo a ve většině dutin také využitelné živiny (P+N). Řasy a sinice nalezené v dendrotelmách jsou většinou běžné korové či půdní druhy. V čerstvém vzorku jsem našla ve velkém množství pouze korový druh *Desmococcus vulgaris* Brand sensu Geitler, který rostl všude kolem na stromech. V kulturách mi potom celkem narostlo 11 druhů řas a 3 druhy sinic.

Podrobnou algologickou studii jsem prováděla na třech kmenech druhu *Pseudococcomyxa simplex* Korš., izolovaných z různých stanovišť (destilovaná voda, dendrotelmy a půda). Tyto kmeny měly rozdílné ekofyziologické nároky, ale morfologicky se lišily pouze ve velikosti slizového terčíku. Pro vytvoření jednoznačného závěru jejich taxonomického zařazení bude třeba provést ještě další testy.

Z mých výsledků je vidět, že se jedná o velice zajímavý biotop, ale abychom ho poznali lépe, bylo by třeba tuto práci ještě doplnit o další chemické analýzy, hlavně organických látek. ✓

## 6. LITERATURA

BRADSHAW W. E., HOLZAPFEL CH. M. (1984): Seasonal development of tree-hole mosquitoes (Diptera: Culicidae) and Chaoborids in reaction to weather and predation. – *J. Med. Entomol.*, 21(4):366-378

BRADSHAW W. E., HOLZAPFEL CH. M. (1991): Fitness and habitat segregation of British tree-hole mosquitoes. – *Ecological Entomology*, 16:133-144

CARPENTER S. R. (1982): Stemflow Chemistry: Effects on Population Dynamics of Detritivorous Mosquitoes in Tree-Hole Ecosystems. – *Oecologia* (Berl), 53:1-6

DĚDINA J., FARA M., KOLÍHOVÁ D., KOREČKOVÁ J., MUSIL J., PLŠKO E., SYCHRA V. (1987): Vybrané metody analytické atomové spektrometrie. – Československá spektroskopická společnost, Praha, 218 pp.

DEJEAN A., OLMSTED I., SNELLING R. R. (1995): Tree-epiphyte-ant Relationships in the Low Inundated Forest of Sian-Kaan Biosphere Reserve, Mexico. – *Biotropica*, 27(1):57-70

DEJEAN A., OLMSTED I. (1997): Ecological Studies on *Aechmea-Bracteata* (Swartz) (Bromeliaceae). – *Journal of Natural History*, 31(9):1313-1334

DEVETTER M. (in press): Treehole fauna with relation to habitat conditions. – *Biológia* (Bratislava)

ETTL H., GÄRTNER G. (1995): Syllabus der Boden-, Luft- und Flechtenalgen. – Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 681 pp.

FINCKE O. M. (1991): Interspecific Competition for Tree Holes: Consequences for Mating Systems and Coexistence in Neotropical Damselflies. – *The American Naturalist*, 139(1):80-101

FINCKE O. M. (1992): Consequences of Larval Ecology for Territoriality and Reproductive Success of a Neotropical Damselfly. – *Ecology*, 73(2):449-462

FINCKE O. M. (1994): Population regulation of tropical damselfly in the larval stage by food limitation, cannibalism, intraguild predation and habitat drying. – *Oecologia*,

100:118-127

FINCKE O. M., YANOVIK S. P., HANSCHU R. D. (1997): Predation by odonates depress mosquito abundance in water-filled tree holes in Panama. – *Oecologia*, 112:244-253

FISH D., CARPENTER S. R. (1982): Leaf Litter and Larval Mosquito Dynamics in Tree-Hole Ecosystems. – *Ecology*, 63(2):283-288

GRASSHOFF (1983): Methods of Seawater Analysis. – Verlag Chemie GmbH. Weinham, 53 pp.

HARD J. J., BRADSHAW W. E., MALARKEY D. J. (1989): Resource- and density-dependent development in tree-hole mosquitoes. – *Oikos*, Copenhagen, 54:137-144

JANETZKY W., ARBIZU P. M., REID J. W. (1996): *Attheyella* (*Canthosella*) Mervini Sp-N (Canthocamptidae, Harpacticoida) from Jamaican Bromeliads. – *Hydrobiologia*, 339(1-3): 123-135

JAAG O. (1933): *Coccomyxa* Schmidle, Monographie einer Algengattung. – Buchdruckerei Böhler & Co, Bern, 124 pp.

KELLY C. A. (1994): Biological processes that affect water chemistry. – Acidification of freshwater ecosystems: In: C. E. W. Steinberg & R. F. Wright (eds.), Implications for the future, Wiley, 153–164 pp.

KITCHING R. L. (1971): An ecological study of water-filled treeholes and their position in the woodland ecosystem. – *Journal of Animal Ecology*, 40:281-302

KOPÁČEK J., PROCHÁZKOVÁ L., HEJZLAR J., BLAŽKA P. (1997): Trends and seasonal patterns of bulk deposition of nutrients in the Czech Republic. – *Atmospheric Environment*, 31(6): 797-808

LIKENS G. E., BORMANN F. H., PIERCE R. S., EATON J. S., JOHNSONS N. M. (1977): Biochemistry of a forested ecosystem. – Springer, Berlin Heidelberg New York, 564 pp.

LOUTON J., GELHAUS J., BOUCHARD R. (1996): The Aquatic Macrofauna of Water-Filled Bamboo (Poaceae, Bambusoideae, Guadua) Internodes in a Peruvian Lowland Tropical Forest. – *Biotropica*, 28(2):228-242

- LUKAVSKÝ (1982): Cultivation of chlorococcal algae in crossed gradients of temperature and light. – Arch. Hydrobiol. /Suppl. 60, *Algological studies* 29:517-528
- LUKAVSKÝ J. (1992): The evaluation of algal growth potential (AGP) and toxicity of water by miniaturized growth bioassay. – *Wat. Res.*, 26(10):1409-1413
- LUKAVSKÝ J., MARŠÁLEK B., FREMROVÁ L. (1995): Mikrometoda stanovení toxicity a trofického potenciálu řasovým testem. – Odvětvová technická norma vodního hospodářství TNV 757741, 15 pp.
- MACEK J., RŮŽIČKA V., BOHÁČ J. (1991): Bezobratlí živočichové dutých stromů na Třeboňsku. Sborník Jihočeského muzea v Českých Budějovicích, Přírodní vědy, 31:33-46
- MOLDAN B. (1991): Atmospheric Deposition: A Biogeochemical Process. – Academia, Praha
- OMEARA G. F., EVANS L. F., GETTMAN A. D., PATTESON A. W. (1995): Exotic Tank Bromeliads Harboring Immature *Aedes-Albopictus* and *Aedes Bahamensis* (Diptera, Culicidae) in Florida. – *Journal of Vector Ecology*, 20(2):216-224
- PARADISE C. J., DUNSON W. A. (1997): Effect of pH and Sulfate on Insect and Protozoans Inhabiting Treeholes. – *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 33:182-187
- REID J. W., JANETZKY W. (1996): Colonization of Jamaican Bromeliads by *Tropocyclops-Jamaicensis* Sp-N (Crustacea, Copepoda, Cyclopoida). – *Invertebrate Biology*, 115(4): 305-320
- PITTER P. (1990): Hydrochemie. – SNTL, Praha, 565 pp.
- SHAW A., KARLSSON CH., MÖLLER J. (1988): An Introduction to the Use of Flow Injection Analysis. – Tecator AB, Sweden, 72 pp.
- SOTA T. (1996): Effects of Capacity on Resource Input and the Aquatic Metazoan Community Structure in Phytotelmata. – *Researches on Population Ecology*, 38(1):65-73
- STAUB R. (1961): Ernährungsphysiologische Untersuchungen an der planktonischen Blaualge *Oscillatoria rubescens* DC. – *Schweiz. Z. Hydrol.*, 23:82-198.



ecosystems and microcosms. – *Ecology*, 72(5):1529-1546

## 7. PŘÍLOHA

**Tabulka Ia:** Výsledky analýz vzorků vody z vybraných dendrotelem.

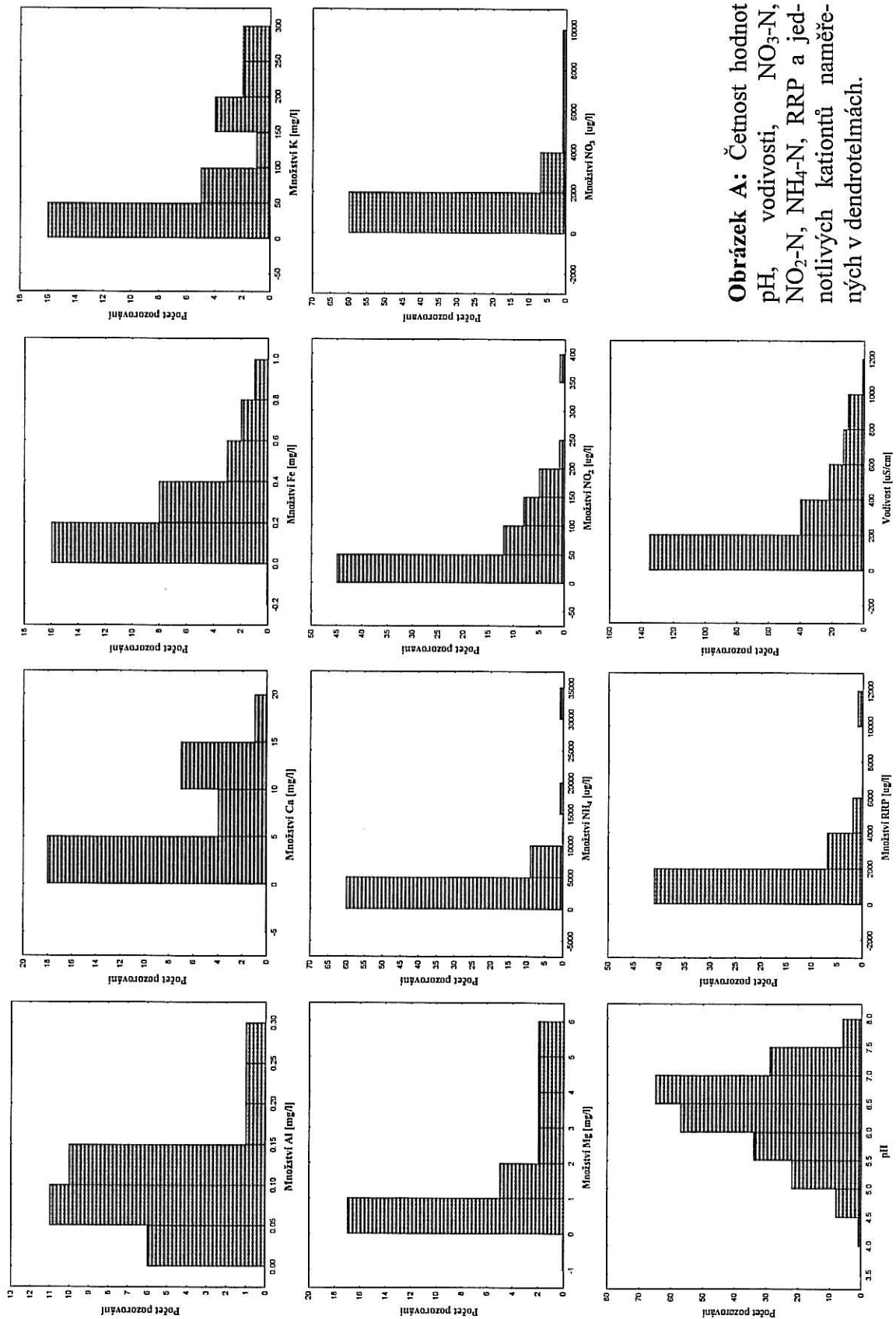
č. dutina	datum odběru	pH	vodivost [μS/cm]	NH <sub>4</sub> -N [μg/l]	NO <sub>3</sub> -N [μg/l]	NO <sub>2</sub> -N [μg/l]	RRP [μg/l]	Al [mg/l]	Ca [mg/l]	K [mg/l]	Mg [mg/l]	Fe [mg/l]	Na [mg/l]
1	29.3.	*	*	619	101	9	1750	*	*	*	*	*	*
	5.5.	5.3	66.8	2090	1620	14	21.9	*	*	*	*	*	*
	9.6.	5.2	58.0	1810	554	34	*	*	*	*	*	*	*
	30.8.	4.9	35.0	1060	330	12	103	0.185	1.80	5.9	0.257	0.218	<0.1
	6.11.	5.2	29.2	1670	2880	11.4	*	0.073	2.11	6.8	0.397	0.082	<0.1
2	29.3.	*	*	1000	200	41	1720	*	*	*	*	*	*
	5.5.	6.1	68.8	1850	441	24	237	*	*	*	*	*	*
	9.6.	6.1	102.3	2380	32	30	1160	*	*	*	*	*	*
	30.8.	6.4	84.6	2410	32	23	820	0.132	4.70	19.8	0.819	0.362	<0.1
	6.11.	5.9	72.6	1170	522	21.1	*	0.111	4.37	11.3	0.935	0.321	<0.1
6	29.3.	*	*	411	212	18	1100	*	*	*	*	*	*
	5.5.	6.7	157.1	1770	1040	113	307	*	*	*	*	*	*
	9.6.	6.6	175.0	2220	357	56	199	*	*	*	*	*	*
	30.8.	6.3	161.3	4020	5.26	29	*	0.213	4.02	53.1	0.770	0.292	<0.1
	6.11.	6.1	87.1	494	<1	21.1	*	0.056	2.29	29.8	0.551	0.130	<0.1
8	29.3.	*	*	986	598	128	3430	*	*	*	*	*	*
	5.5.	6.5	80.2	639	2340	55	4.9	*	*	*	*	*	*
	9.6.	6.0	130.2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	30.8.	6.3	107.1	185	991	29	121	0.041	1.36	32.2	0.215	0.094	<0.1
	6.11.	6.7	156.0	232	915	22.5	*	0.045	3.13	71.7	0.604	0.056	<0.1
9	29.3.	*	*	5020	87	14	2930	*	*	*	*	*	*
	5.5.	7.3	982.0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	9.6.	7.5	897.0	6690	426	122	5530	*	*	*	*	*	*
	30.8.	6.8	835.0	4860	81.7	110	3680	0.073	10.40	271.0	4.430	0.551	<0.1
	6.11.	6.8	694.0	3670	1630	183	*	0.115	11.70	220.0	3.300	0.451	<0.1

**Tabulka Ib:** Výsledky analýz vzorků vody z vybraných dendrotoletem

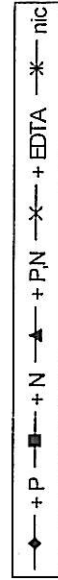
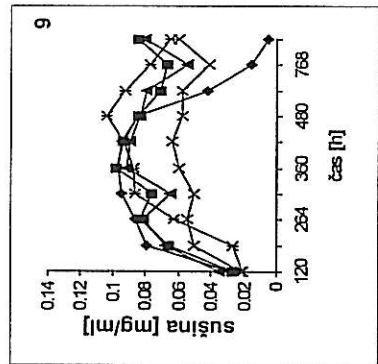
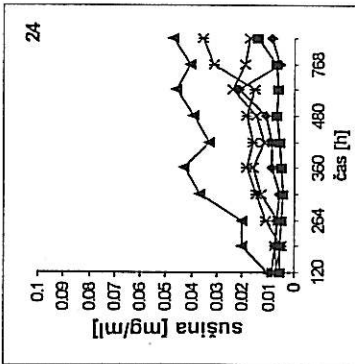
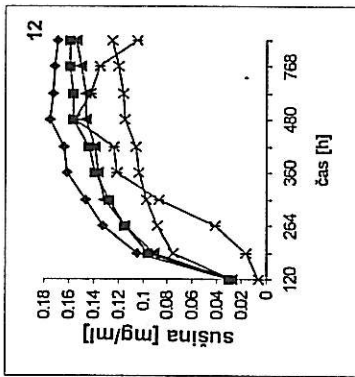
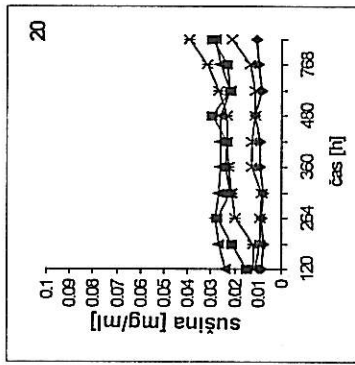
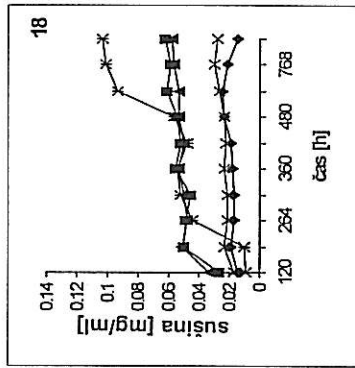
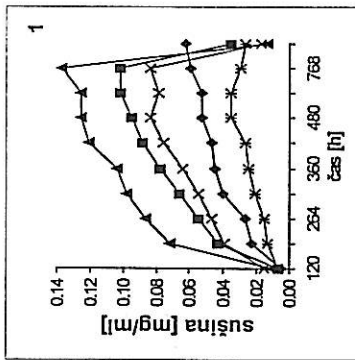
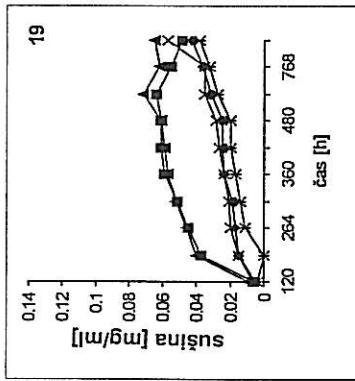
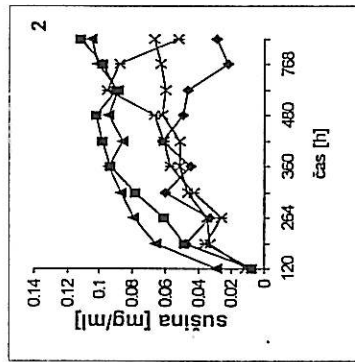
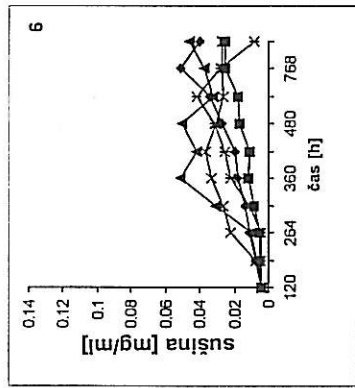
dutina č.	datum odběru	pH	vodivost [µS/cm]	NH <sub>4</sub> -N [µg/l]	NO <sub>3</sub> -N [µg/l]	NO <sub>2</sub> -N [µg/l]	RRP [µg/l]	Al [mg/l]	Ca [mg/l]	K [mg/l]	Mg [mg/l]	Fe [mg/l]	Na [mg/l]
10	29.3.	*	*	1770	414	30	418	*	*	*	*	*	*
	5.5.	6.2	192.6	6300	6810	90	1050	*	*	*	*	*	*
	9.6.	6.2	150.0	5640	4170	135	462	*	*	*	*	*	*
	30.8.	6.3	123.1	4170	1690	61	769	0.112	3.65	25.9	0.785	0.264	<0.1
	6.11.	6.1	119.0	2010	<1	29.7	*	0.062	5.48	55.3	1.980	0.181	<0.1
12	29.3.	*	*	2120	78	12	1700	*	*	*	*	*	*
	5.5.	7.1	334.0	6090	9960	183	360	*	*	*	*	*	*
	9.6.	7.2	499.0	6630	3580	100	555	*	*	*	*	*	*
	30.8.	7.0	572.0	4170	78	43	*	0.034	13.20	200.0	4.750	0.171	<0.1
	6.11.	7.0	472.0	3620	3410	15.9	*	0.076	14.40	201.0	5.050	0.154	<0.1
14	29.3.	*	*	1140	158	12	943	*	*	*	*	*	*
	5.5.	6.9	365.0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	9.6.	6.8	335.0	4470	1480	357	*	*	*	*	*	*	*
	30.8.	7.1	387.0	32010	54.9	43	10130	0.096	7.75	62.0	1.600	0.947	0.81
	6.11.	6.9	220.0	16400	<1	35.7	*	0.262	6.34	48.0	1.930	0.306	<0.1
18	29.3.	*	*	1200	865	12	1330	*	*	*	*	*	*
	5.5.	7.2	655.0	1700	705	87	2060	*	*	*	*	*	*
	9.6.	7.2	703.1	1520	410	54	396	*	*	*	*	*	*
	30.8.	6.9	488.0	7530	32	33	2170	0.079	4.80	179.0	1.590	0.161	<0.1
	6.11.	7.1	585.0	811	9.47	41.8	*	0.103	5.90	164.0	1.580	0.165	<0.1
19	29.3.	*	*	2450	139	14	329	*	*	*	*	*	*
	5.5.	5.8	79.5	3960	2230	82	120	*	*	*	*	*	*
	9.6.	5.8	63.9	1470	357	36	336	*	*	*	*	*	*
	30.8.	5.7	21.8	540	97	12	110	0.114	2.24	6.9	0.262	0.092	<0.1
	6.11.	6.1	39.2	400	9.47	1.05	*	0.072	1.21	8.9	0.245	0.024	<0.1

**Tabulka Ic:** Výsledky analýz vzorků vody z vybraných dendrotelem.

datina č.	datum odběru	pH	vodivost [μS/cm]	NH <sub>4</sub> -N [μg/l]	NO <sub>3</sub> -N [μg/l]	NO <sub>2</sub> -N [μg/l]	RRP [μg/l]	Al [mg/l]	Ca [mg/l]	K [mg/l]	Mg [mg/l]	Fe [mg/l]	Na [mg/l]
20	29.3.	*	*	1630	288	103	1150	*	*	*	*	*	*
	5.5.	7.4	883.0	430	86	145	426	*	*	*	*	*	*
	9.6.	6.7	720.0	715	80	190	490	*	*	*	*	*	*
	30.8.	7.8	760.0	732	105	174	1080	0.142	18.40	261.0	5.680	0.740	<0.1
	6.11.	7.9	463.0	1290	776	226	*	0.045	11.30	186.0	3.210	0.092	<0.1
21	29.3.	*	*	2360	128	20	3130	*	*	*	*	*	*
	5.5.	5.4	70.2	2250	1190	10	198	*	*	*	*	*	*
	9.6.	5.1	49.3	1710	219	19	430	*	*	*	*	*	*
	30.8.	5.4	330.0	946	567	14	579	0.139	1.50	12.2	0.227	0.195	<0.1
	6.11.	5.4	24.9	95.2	<1	12	*	0.030	1.13	11.2	0.266	0.020	<0.1
24	29.3.	*	*	*	1	15	1590	*	*	*	*	*	*
	5.5.	6.8	194.0	2270	131	45	3320	*	*	*	*	*	*
	9.6.	6.8	195.0	171	*	70	4170	*	*	*	*	*	*
	30.8.	7.0	239.0	213	*	82	*	0.131	11.20	104.0	2.170	0.518	<0.1
	6.11.	6.3	279.0	2350	33.3	43.3	*	0.104	10.60	71.5	2.240	0.289	<0.1
30	29.3.	*	*	2170	74	111	225	*	*	*	*	*	*
	5.5.	6.4	124.0	3780	2340	12	852.1	*	*	*	*	*	*
	9.6.	5.4	109.9	3360	93	42	706	*	*	*	*	*	*
	30.8.	6.3	89.8	4410	238	79	693	0.084	2.59	16.7	0.526	0.703	<0.1
	6.11.	5.9	59.7	3880	196	45.4	*	0.067	3.04	17.8	0.864	0.306	<0.1
31	29.3.	*	*	8280	215	18	96.7	*	*	*	*	*	*
	5.5.	5.4	77.7	7830	3780	70	64.8	*	*	*	*	*	*
	9.6.	5.5	36.9	2120	445	24	72.9	*	*	*	*	*	*
	30.8.	5.8	30.2	2280	426	22	*	0.078	1.58	8.1	0.247	0.181	<0.1
	6.11.	5.4	285.0	1440	967	178	*	0.039	1.82	17.6	0.51	0.123	<0.1

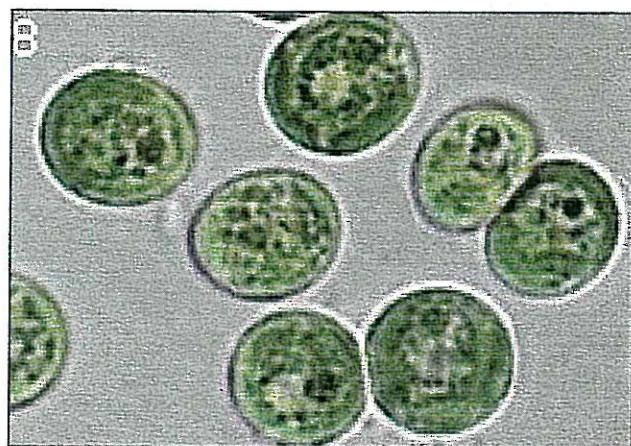
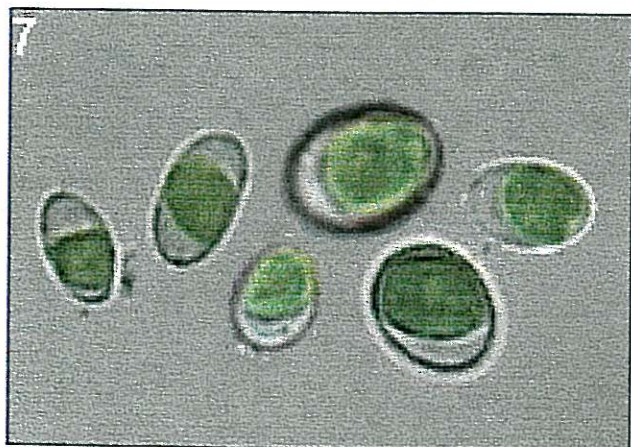
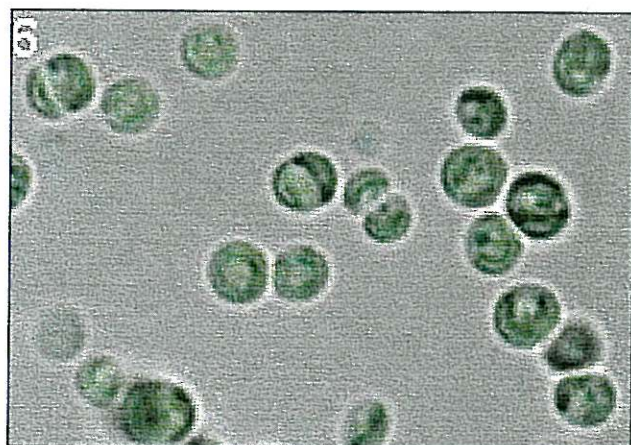
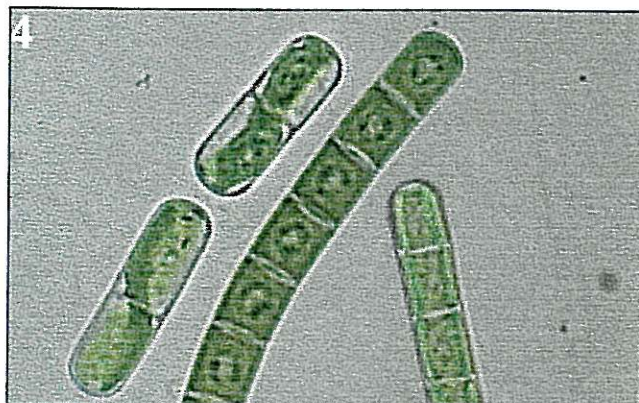
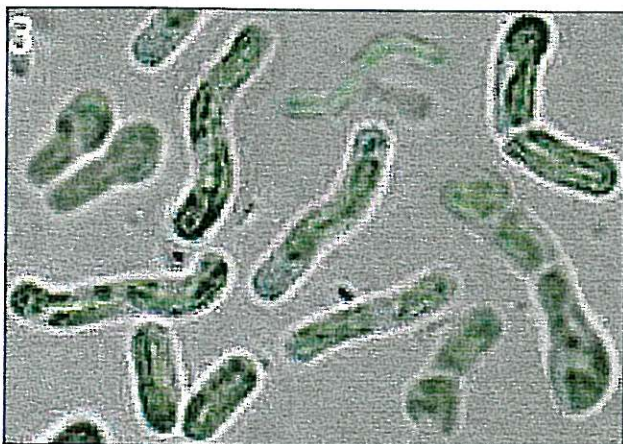
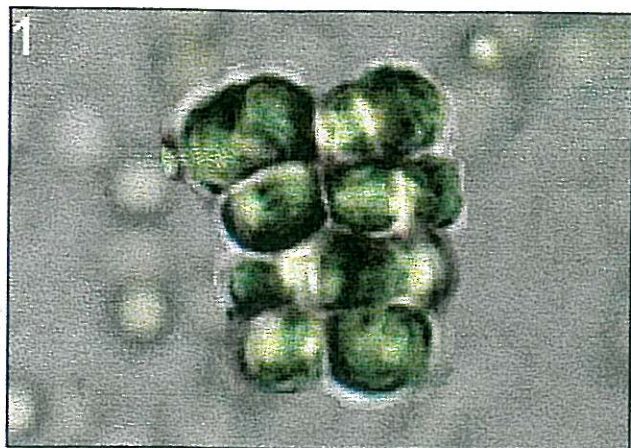


**Obrázek A:** Četnost hodnot pH, vodivosti, NO<sub>3</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N, RRP a jednotlivých kationtů naměřených v dendrotrélmách.



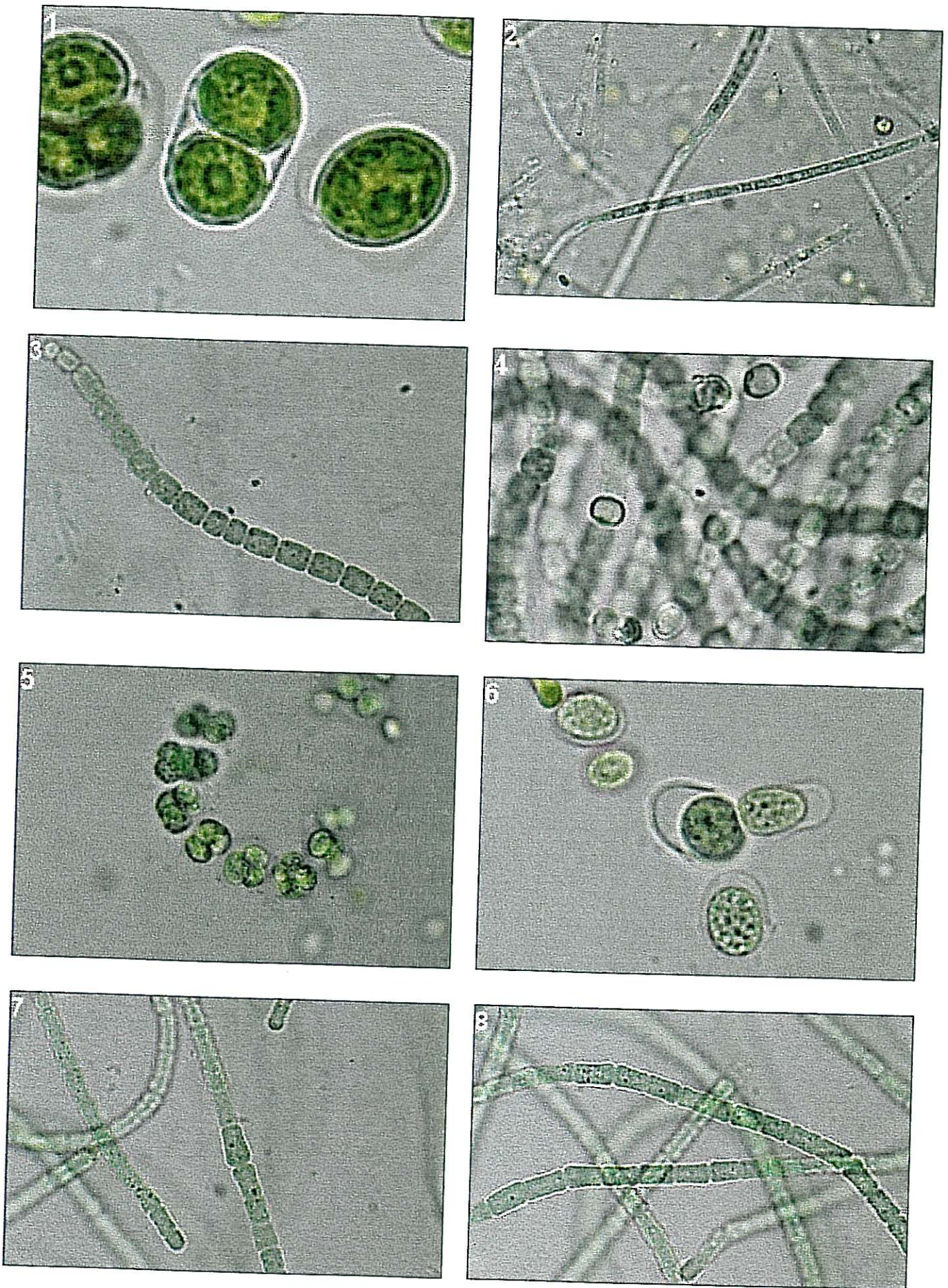
**Obrázek B:** Růstové křivky pokusného organismu *Selenastrum capricornutum* ve vodě dendrotelem bez přísadků živin a ve vodě obohacené o P, N, P+N a EDTA. (Grafy jsou řazeny za sebou podle narůstající konduktivity. Základní chemické charakteristiky jednotlivých dutin jsou uvedeny v příložené tabulce)

dutina č.	pH	vodivost [uS/cm]
1	5.2	58
2	6.1	102
6	6.6	175
9	7.5	897
12	7.2	499
18	7.2	703
19	5.8	64
20	6.7	720
24	6.8	195

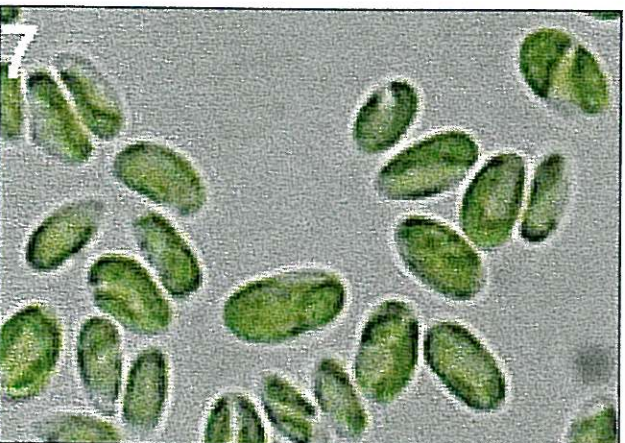
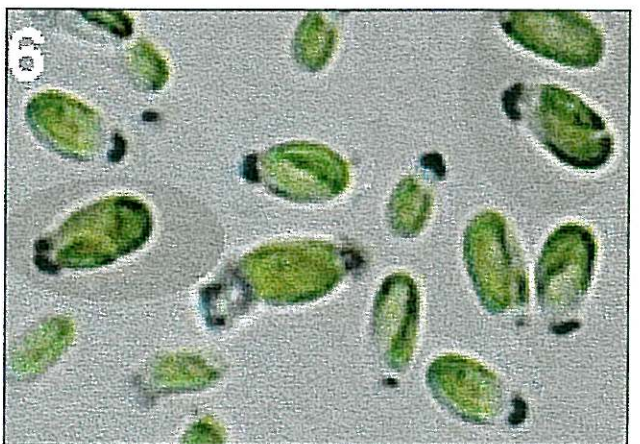
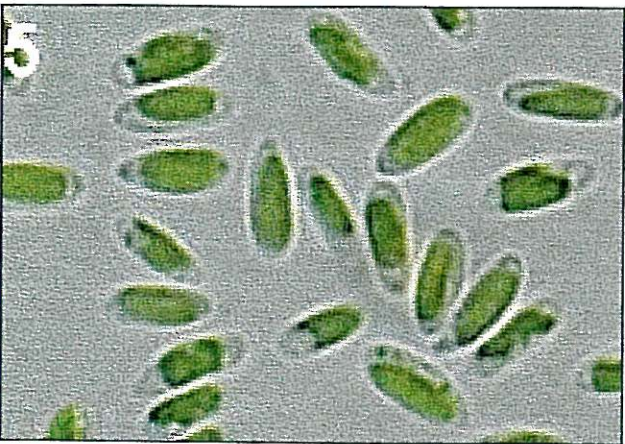
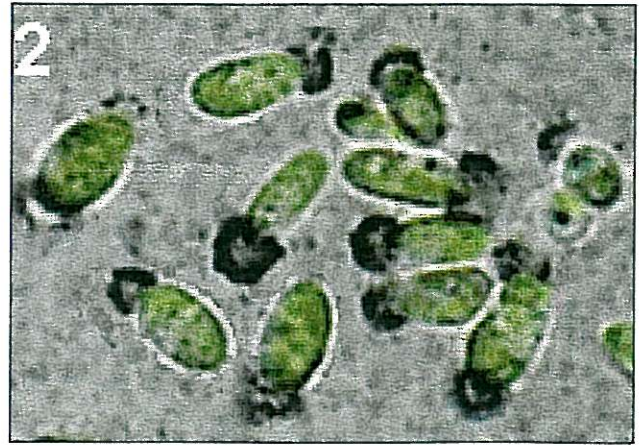
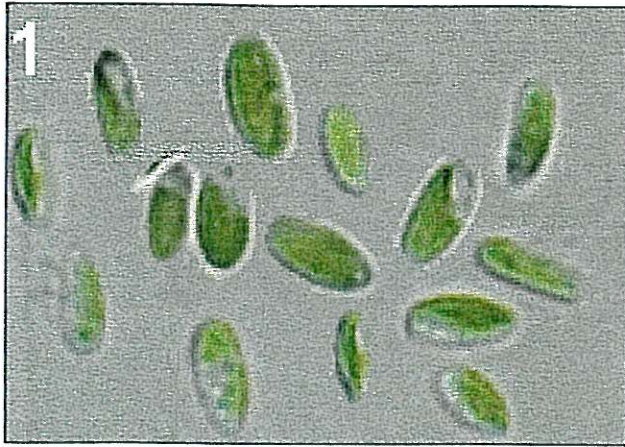


**Obrázek C:** Řasy izolované z dendrotelem: *Desmococcus vulgaris* (1), *Stichococcus bacillaris* (2), *Stichococcus* sp. (3), *Chlorella* cf. *minutissima* (4), *Klebsormidium flaccidum* (5), *Xanthonema hormidioides* (6), neurčené řasy (7,8)





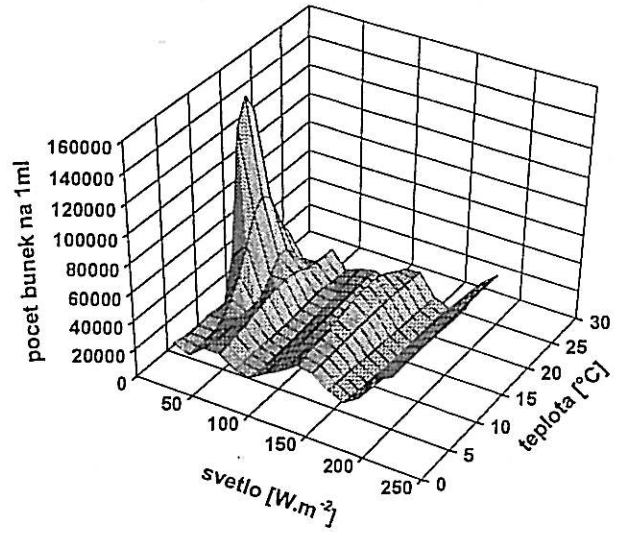
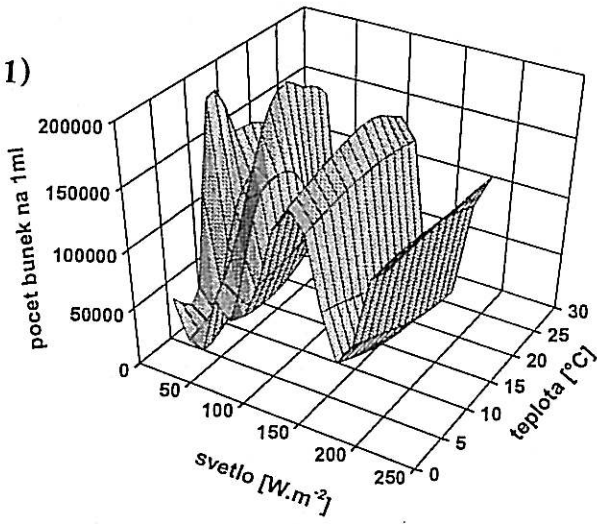
**Obrázek D:** Řasy a sinice izolované z dendrotolem: *Scotielopsis* sp. (1), *Leptolyngbya* sp. (2), *Nostoc* sp. (3–6), *Arthronema* sp. (7,8)



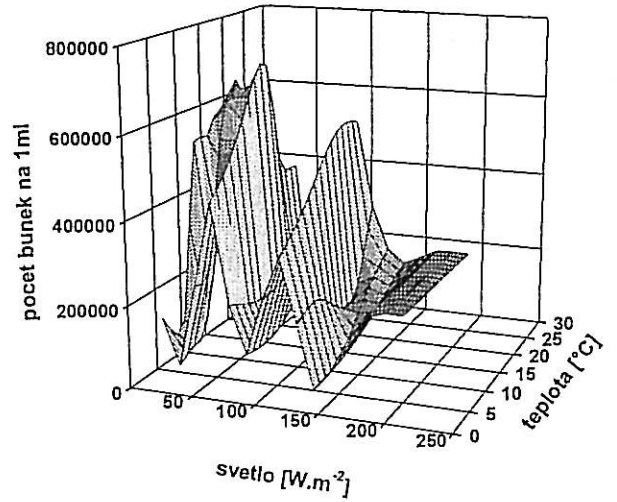
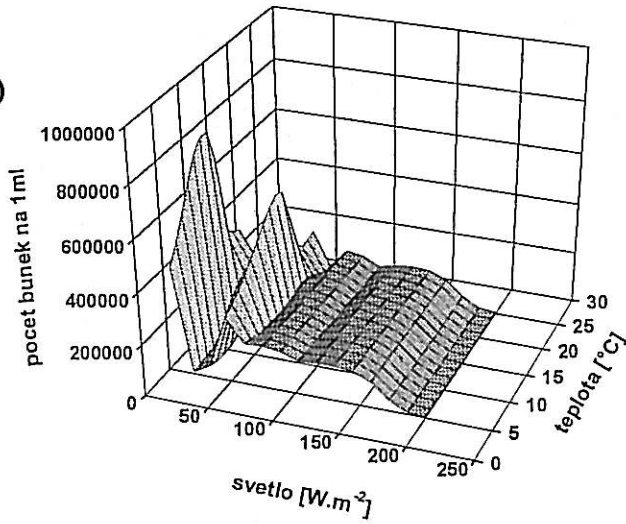
**Obrázek E:** Tři srovnávané kmeny rodu *Pseudococcomyxa* – vodní (1, 2), půdní (3, 4) a korová (5–7). Slizové terčíky barveny tuší.

byl opakován

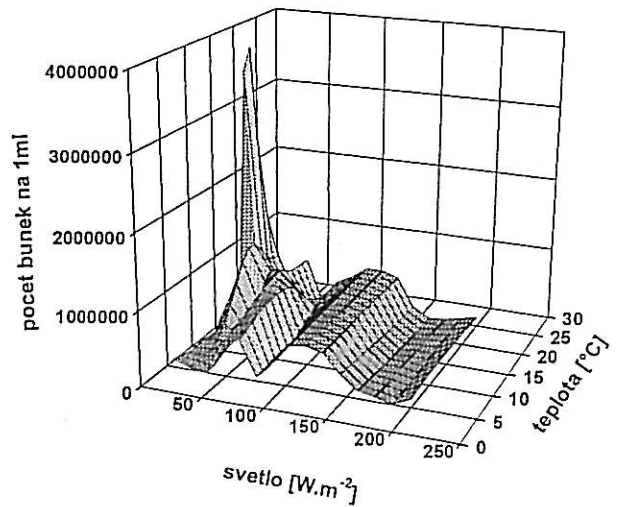
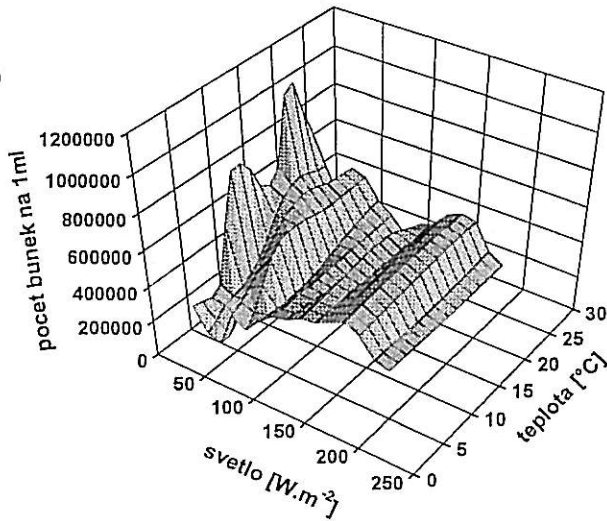
1)



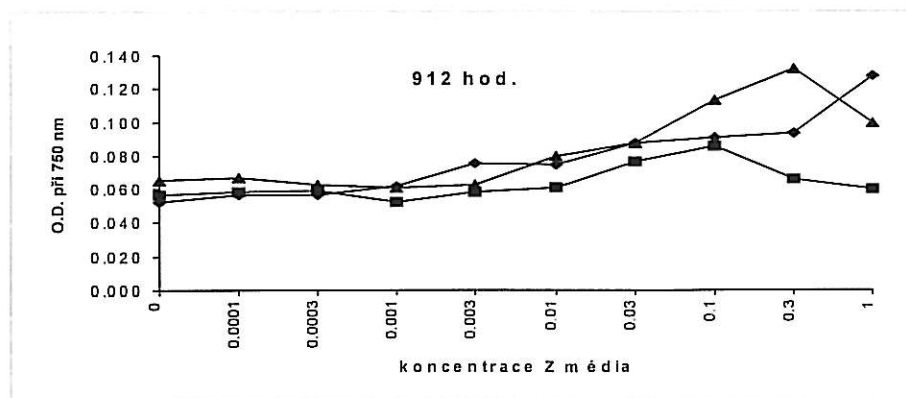
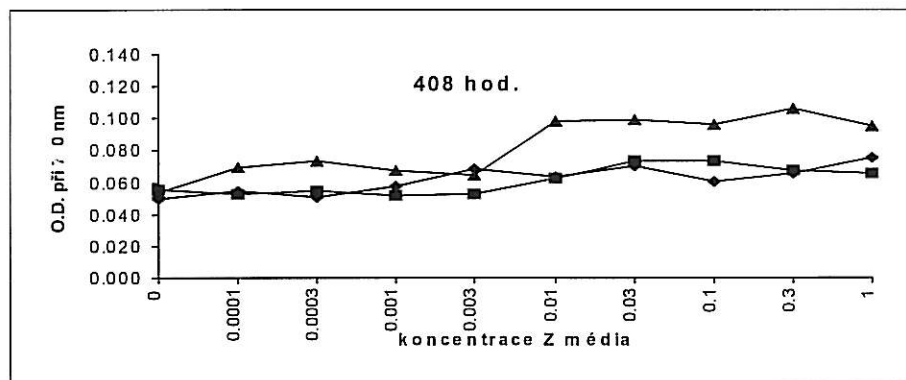
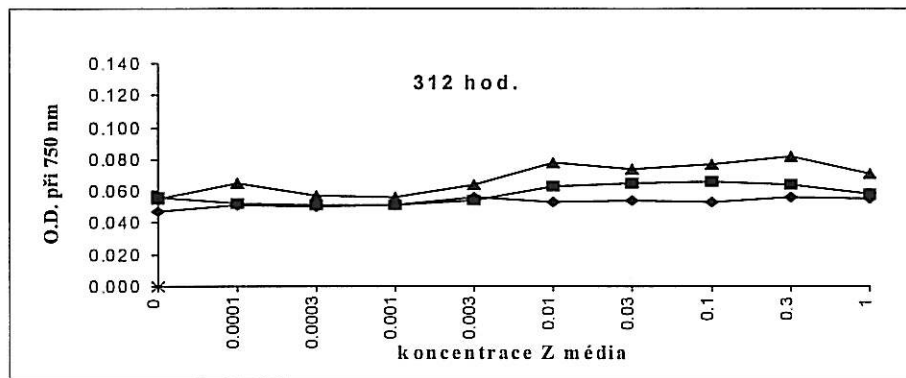
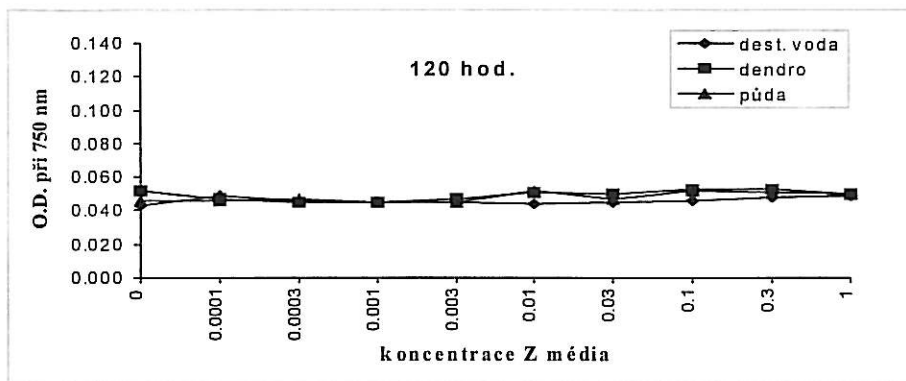
2)



3)



Obrázek F: Výsledky čtrnáctidenní kultivace ve zkřížených gradientech teploty a světla u tří srovnávaných kmenů rodu *Pseudococcomyxa* – vodní kmen (1), korový kmen (2) a půdní kmen (3). Byla provedena dvě opakování pokusu.



Obrázek G: Reakce tří srovnávaných kmenů rodu *Pseudococcomyxa* na stoupající koncentraci živin (Z médium ředěné destilovanou vodou).