

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE BIOLOGICKÉ FAKULTY

JIHOČESKÉ UNIVERSITY



Nárosty řas z Mladečských a Javoříčských jeskyní

Jan Kaštovský

1995

Vedoucí práce: Doc. RNDr. Jiří Komárek, DrSc.

&

RNDr. Lubomír Kováčik, CSc.

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

České Budějovice 18.května 1995

1. ÚVOD

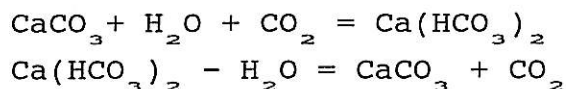
Cílem této práce je floristické prozkoumání sinic a řas v nárostech kolem světél v turisticky přístupných jeskyních v Mladči u Litovle a v Javoříčku a zjištění základních ekologických dat k dominantním druhům.

Tento problém je dosud málo řešený a zároveň dost aktuální. Ve všech podzemních prostorách (tzv. hypogeálu) přístupných veřejnosti, tudíž osvětlených, se brzy začnou vyvíjet zelené skvrny řasových nárostů. Ty obecně ruší "jen" estetický vzhled krápníků, ale např. v jeskyních s malbami pravěkých lidí (Lascaux, Altamira) nebo ve vatikánské Nekropoli (Albertano et al. Kováčik et Grilli Caiolla 1994) způsobují nenahraditelné kulturní škody, protože jejich růst destruuje barvy nástěnných maleb (Lefèvre 1974).

Těmto nárostům je provozovateli jeskyní věnována pozornost jen co se týče jejich mechanické či chemické likvidace. Z botanického hlediska to jsou velice zajímavá společenstva, osidlující specifický biotop reprezentovaný vysokou vzdušnou vlhkostí, stálou, byť nízkou teplotou a hlavní existenční limitace pro fotosyntetizující organismy je nedostatek světla. (Během sezóny - duben až říjen - se zde svítí 2 až 3 hodiny denně, v zimě se zhruba jednou za 14 dnů zapne světlo asi na půl hodiny).

Jeskyně jsou samy o sobě zvláštní lokalitou. Vznikají především rozpouštěním vápence prosakující vodou. Voda nejprve pronikne puklinami k vápencovému podloží, pomalu rozpustí horninu a roztok odplaví. Tak vznikne prvotní dutina. Dalším kapilárním průsakem vody

pak vznikají krápníky. Z kapky nasycené kalcitem se odpaří voda, minerál se ukládá na místě, kde kapka buď visela (stalaktity) nebo dopadla (stalakmity) (Kučera 1982). Celý proces se dá popsat chemickými rovnicemi:



Vzdor zajímavosti bylo jeskynní flóře věnováno relativně málo pozornosti. Starší práce se zabývají spíše jinými typy hypogeálu. Existují studie (Claus 1955, 1964, 1965, Stuba 1957) z jeskyní severního Maďarska, které se zabývají řasami z nepřístupných a neosvětlených jeskyní. Další práce (Kol 1957, Hernández-Mariné in prep) se naopak věnují mělkým jeskyním, kam v omezené míře po celé ploše dopadá sluneční světlo. Friedmann (1955 a 1979) a Couté (1989) se zabývají florou aragonitových jeskyní. Ty se od klasických vápencových jeskyní z botanického hlediska liší především vyšší teplotou (6-8 °C je obvyklý průměr ve vápencových jeskyních a např. aragonitové jeskyně v Teplicích nad Bečvou mají 15-24°C).

Z československého území existuje práce Prátova (1925) z jeskyně u Jasova u Košic, která ale do podrobností příliš nezachází a důkladná, ale bryologická studie Šedy (1961) z Javoříčských jeskyní.

2. POPIS LOKALIT

Oba sledované hypogeální komplexy se nacházejí v severní části Dražanské vrchoviny, v pruhu devonských vápenců, které se táhnou od Mladče u Litovle k Jesenci u Konice. Na tomto území se vyskytují četné krasové jevy : závrtky, ponory a vyvěračky, řada drobnějších jeskyní a dva velké jeskynní komplexy, které byly předmětem této studie - Mladečské a Javoříčské jeskyně. (příloha č.1, 3, 5).

Mladečské jeskyně

Jeskyně se nacházejí v pahorku Třesín (343 m.n.m.). Vchod do nich je na západním svahu ve výšce 288 m.n.m., nejnižší dosud prozkoumané místo je ve výšce 237 m.n.m.. Celý pahorek "připomíná spíš mycí houbu" (Panoš 1955) - jeskyně vytvářejí složitý, mnohokrát propletený třípatrový systém. Vznikly výmolnou a rozpouštěcí činností podzemních toků za pomoci tektonických pohybů. Jeskyně se nacházejí poměrně mělce pod povrchem (12 - 30 m) a jsou s ním spojeny řadou komínů. Těmi dochází k silnému splachování spraší do jeskyní (jsou zde 3-4 metrové nánosy). Tak došlo také k ucpání původních vchodů - Mladečské jeskyně jsou významnou paleontologickou a archeologickou lokalitou (byly osídlené cromagnonci) a k jejich znovuobjevení došlo v roce 1826 nebo 1828 (Panoš 1955). Pro veřejnost byly otevřeny v roce 1902, elektrické osvětlení bylo instalováno v roce 1911, v roce 1951 proběhly další úpravy. Podle koloračních pokusů Panoše (1961) s ponornými toky v oblasti souvisí spodní neprozkoumaná

patra s komplexem jeskyní v Javoříčku.

Jeskyně navštívilo v osmdesátých letech ročně zhruba 25 000 lidí ročně, v posledních letech činí roční průměr asi 16 000.

Javoříčské jeskyně

Jeskyně leží na severním svahu vrchu Špraněk (539 m.n.m.), vchod je ve výšce 446 m.n.n., východ 470 m.n.m., nejnižší zpřístupněná část je ve výšce 443 m.n.m.. Jsou to typické říční jeskyně, vzniklé činností potoka Špraněk. Dnes známé prostory jsou starými suchými patry vysoko nad dnešním tokem, k němuž se dosud nepodařilo proniknout (nejnižší známé místo je ve výšce 415 m.n.m.). Horní přístupné patro se nachází poněkud hlouběji pod povrchem (20 - 48 m), sedimenty na dně jsou tedy převážně autochtonní (sutě, krápníky) alochtonní výplň tvoří šterky a rezavě hnědé jeskynní hlíny. Řícením stropů vznikly i značně veliké prostory (Suťový dóm 48 m délka, 35 m šířka a 8.5 m výška).

Jeskyně byly objeveny v roce 1937 z odedávna známé jeskyně Svěcená díra, později bylo proraženo několik dalších vchodů. Elektrifikace byla provedena v roce 1953. V roce 1958 byl objeven další komplex navazujících jeskyní, který byl v roce 1961 připojen k návštěvnickému okruhu (od roku 1990 je však znovu kvůli plánované ozdravovně uzavřen).

Na rozdíl od Mladče mají Javoříčské jeskyně bohatou krápníkovou výzdobu, progresívně však vysychají (Loučková - Michovská 1963).

Počet návštěvníků klesl z 90 000 na 50 000 ročně.

3.MATERIÁL A METODIKA

V každé jeskyni jsem si vytipoval několik nejvhodnějších odběrových stanovišť (fotografie příloha 2a a 2b). V Mladči je nárostů podstatně méně než v Javoříčku, proto je nižší i počet stanovišť (jsou to v podstatě všechny, na kterých lze odebírat). Na každém stanovišti jsem měřil teplotu termistorovým dotykovým teploměrem s termistorovou sondou a ozáření fotoaktinometrem s křemíkovým pyranometrem (přístroj měří pouze fotosynteticky aktivní záření o vlnové délce 400 až 700 nm). Získané hodnoty spolu se stručnou charakteristikou odběrového stanoviště a plánkem jejich rozmístění v jeskyních jsou uvedeny v přílohách 3 až 5.

Sledovaným materiálem byly vzorky oškrábané ze stěn a podlahy jeskyní v průběhu dvou let (1993 - 1995). Postupoval jsem dvojím způsobem. Pro zkoumání poměrného zastoupení jednotlivých druhů na stanovištích jsem užíval přírodního materiálu, buď živého nebo fixovaného 3% formaldehydem. Pro určování druhů, morfologii a morfometrii jsem izoloval kmenové kultury. Jako kultivační medium bylo užito medium Z podle Zehndera (Staub 1961), zpevněné 1.5% agarem nebo v roztoku, pro kultivaci rozsivek jsem přidával na 1 l media 1 ml vodního skla.

Řasy jsem nejprve napěstoval na agaru na Petriho miskách, z každého odběrového stanoviště zvlášť. Po rozvoji kultur jsem je pomocí skleněného trianglu nařadil pasážováním do dalších 10 Petriho misek. Z těch jsem pak vybíral jednotlivé klonové kolonie pro vlastní kmenové kultury (seznam kmenů viz příloha č.13, 14).

Veškerý použitý materiál byl mikroskopován, zakreslen a nafotografován na přístrojích Dialux 22 Leitz a Docuval (fotografie a kresby viz příloha č.6-9). Pro určování rozsivek jsem použil obvyklou techniku pleuraxových preparátů (Houk, Marvan 1994)

Vzorky z Javoříčka byly odebírány 12.3.1994 pro kultivaci, 19.3.1994 pro první živé vzorky (v tabulkách a grafech označen jako odběr č. 1). Pak správa jeskyní vystříkala prostor chlornanem sodným, který řasové nárosty ničí. Pak byly ještě zbytky řas seškrabány ocelovým kartáčem. Na těchto místech se ale po nějaké době začnou vyvíjet nárosty znova. Další odběr jsem proto provedl po zničení starých nárostů a po vyvinutí nových (15.2.1995 - odběr č. 2). Při odběru č. 1 i 2 jsem vzorky pro eventuální zachycení dalších druhů vždy pěstoval na agaru v Petriho miskách, ale protože se neobjevily žádné nové druhy, nepřeváděl jsem je již do kmenových kultur.

V Mladči bylo při prvním odběru 16.7.1993 jen jedno místo, stanoviště č. 1, na kterém byly nárosty vyvinuty. Všechny kmenové kultury pochází tedy z tohoto místa. Další odběry se pak již prováděly jako v Javoříčku (20.3.1994 a 14.2.1995 v přílohách označované jako č.1 a 2).

Poměrné zastoupení druhů bylo počítáno v 10 zorných polích při zvětšení 15 . 40, sledovacím kritériem byl počet buněk (vláken).

4. VÝSLEDKY

V následujícím přehledu jsou nalezené druhy řazeny dle své klesající četnosti na stanovištích (přesné relativní četnosti příloha č.10 až 13).

Chlorella vulgaris Beij. var. *vulgaris*

(Chlorophyceae, Chlorellales, Chlorellaceae)

Buňky jsou kulovité až oválné (zejména autospory). Chloroplast je nástěnný, miskovitý až páskovitý, vyplňuje většinu obsahu buňky. Má, jeden pyrenoid. Buněčná stěna je jemná, při tvorbě autospor neslizovatí ale roztrhne se, buď zůstane v celku nebo se rozpadne na několik částí. Vegetativní buňky měří 2.8-3.5 μm , autospory 1.2-2.5 μm , sporangia 6-9 (-10.4) μm . Velmi hojný půdní druh (příloha 6, obr.1-3, příloha 8, obr. 3).

Poznámka: Na lokalitách absolutně nejčastější druh (kolem 50 %). Mnou naměřené rozměry odpovídají hodnotám uvedeným v determinační literatuře (Komárek, Fott 1983). Dobře roste v kultuře, byl izolován v kmenech KAŠTOVSKÝ 1993/13, 14, 15 a KAŠTOVSKÝ 1994/1b, 1c, 1d, 2a, 2b, 2c, 2d, 3a, 3b, 3c, 3d, 3e, 5c, 5d, 7a, 7b, 7c, 7d, 7e, 7f, 7g, 7h, 9a, 9b, 9c, 9d, 10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 10f.

Pseudococcomyxa simplex (Mainx) Fott

(Chlorophyceae, Chlorellales, Chlorellaceae)

Buňky jsou oválné, obvejčité až podlouhlé, s nestejnými

konci. Volný konec je široce zaoblený, užší je slizovým terčíkem přichycen k podkladu. Chloroplast korýtkovitý. Buňky měří na šířku 2.0-3.9 (-5.5) μm , na délku (4)-6.5-10.2 μm . Vytváří 2-4(-8) autospor. Hojný půdní druh (příloha 6, obr. 4-6, příloha 8, obr. 3)

Poznámka: Druh o četnosti 20-30%. Naměřené rozměry buněk jsou v dolní polovině v literatuře uváděného rozpětí. Slizový terčík se vytváří jen v roztoku, ne na agaru. Patrný je zejména po obarvení Lugolovým roztokem (příloha 6, obr.4,5). Dobře rostoucí v kulturách, byl izolován v kmenech KAŠTOVSKÝ 1993/9, 10, 11, 12 a KAŠTOVSKÝ 1994/5a, 5b, 8a, 8b, 8c, 8d, 10c, 10d, 10e, 10f, 11a, 11b, 11c, 11d, 11e, 11f, 11g.

Klebsormidium flaccidum (Kütz.) Silva, *Hatt. et Black.*

(Chlorophyceae, Ulotrichales, Ulotrichaceae)

Vlákná jsou lehce rozpadavá, buňky cylindrické, 5.2-6 (-7) μm široké a 7.8-10.4 (-13) μm dlouhé. Popsána tvorba zoospor a aplanospor. Nástěnný chloroplast, žlábkovitý nebo destičkovitý, s pyrenoidem. Hojný druh v půdě nebo v litorálu stojatých a pomalu tekoucích vod (příloha 7, obr 1-4, příloha 8, obr. 4).

Poznámka: Rozměry se pohybují v dolní části udávaného rozpětí. Oproti popisům neobjeveny zoospory. V kulturách roste průměrně, byl izolován v kmenech KAŠTOVSKÝ 1993/16, 17, 18 a KAŠTOVSKÝ 1994/ 4a, 4b, 4c, 10c, 10d, 10e, 10f.

Leptolyngbya cf. *boryana* (Gom.) Kom. et Anagn.

(Cyanophyta, Oscillatoriales, Pseudanabenaceae)

Buňky izodiametrické nebo širší než delší. Tvoří dlouhá

na fotografii je nejmenší z celkové sady

nevětvená vlákna. Pochvy jsou bezbarvé. Často se tvoří "sacrificial cells", buňky na přihrádkách zřetelně zaškrcované, 1.4-2.2 μm velké. Je světle modrozelená. Nepříliš hojný druh, rostoucí ve stojatých nebo pomalu tekoucích vodách nebo subaerofytně, na vápencovém podkladu.

Poznámka: Rozměry literárním údajům odpovídají. V kulturách roste nepříliš dobře, ve volných svazcích v chomáčcích, zřídka volně. Byla izolována v kmenech KAŠTOVSKÝ 1993/1, 2, 3, 4 a KAŠTOVSKÝ 1994/7a, 7b, 7c, 7d, 7e (příloha č.6, obr.7 a příloha č.8, obr.2).

Fragilaria construens (Ehrenb.) Grun.

(Bacillariophyceae, Naviculales, Fragilariaceae)
Buňky v páskovitých koloniích (až 32 jedinců). Buňky z pleurálního pohledu obdélníkovité, z valválního pohledu oválné o rozměrech 4.1-5.5 μm na šířku a (7.2) - 8.1- 12 μm , čárky dost jemné, 14-17 na 10 μm (příloha č.7, obr. 5, 6). Alkalofilní, betameso- až oligotrofní druh, žije v bentosu stojatých nebo mírně tekoucích vod.

Poznámka: Jediná rozsivka, která byla zaznamenána v přírodních vzorcích, i v kulturách tvoří asi 99 % z celkového počtu rozsivek. Rozměry jsou v dolní polovině literaturou uváděných mezí. V kulturách roste špatně, byla zjištěna v izolátech KAŠTOVSKÝ 1993/5, 6, 7, 8 a KAŠTOVSKÝ 1994/1a, 7a, 7b, 7c, 7i, 7j, 11e, 11f, 11g.

Následující druhy rozsivek nejsou v přírodních vzorcích zachytitelné, objevily se až po zhotovení pleuraxových preparátů ze vícedruhových kultur, původně považovaných

za čisté kmeny *Fragilaria construens*. I zde jsou velmi vzácné a proto nejsou uvedeny jejich četnosti (jsou menší než 1 %). Jako rozsivky z kultur mají vesměs menší rozměry než je obvyklé.

Asterionella formosa Hass.

(Bacillariophyceae, Naviculales, Fragilariaceae)

Buňky jedním koncem spojené do hvězdicovité kolonie, z boku úzce lineární, na pólech hrubší, bazální konec hlavovitě rozšířený, délka 28.6-33,6 μm , šířka 1 μm , pseudorafe úzká, středové pole chybí. Alkalofilní druh, vyskytuje se v planktonu mezotrofních až eutrofních vod. Nalezena v kulturách KAŠTOVSKÝ 1993/5, 6, 7, 8 a KAŠTOVSKÝ 1994/1a, 7a, 7b, 7c, 7i, 7j, 11e, 11f a 11g (př. č. 7, obr. 15).

Aulacoseira subarctica (Ehrenb.) Kütz.

(Bacillariophyceae, Coscinodiscales, Coscinodiscaceae)

Buňky válcovité, ve vláknech, disk plochý nebo málo vypouklý, s jemnými nepravidelně uspořádanými tečkami, na okraji s hrubými ostny, délka buněk 7- 7,2 μm , šířka 3.3- 3,6 μm . Vyskytuje se v litorálu oligo- až betamesosaprobních vod, druh se širokou ekologickou valencí.

Nalezena v kulturách KAŠTOVSKÝ 1993/5, 6, 7 a 8 (př. č. 7, obr. 16).

Cymbella prostrata (Berk.) Cl.

(Bacillariophyceae, Naviculales, Naviculaceae)

Misky výrazně asymetrické, poloelipsovité, pólové konce zaokrouhlené, s konvexním dorzálním a téměř rovným

ventrálním okrajem, délka 21.5-24 μm , šířka 8.1- 9,6 μm . Alkalofilní druh rostoucí v oligo- až betamesosaprobních, zejména tekoucích vodách. Nalezena v kulturách KAŠTOVSKÝ 1993/5, 6, 7, 8 (př. č. 7, obr 8).

Eunotia bilunaris (Kütz.) Lagerst.

(Bacillariophyceae, Naviculales, Eunotiaceae)

Misky úzké, obloukovitě prohnuté, konce zaokrouhlené nevytáhlé, malé koncové uzly, délka 36,9- 42 μm , šířka 3,6- 4,2 μm , xeno- až oligosaprobni druh.

Nalezena byla v kulturách KAŠTOVSKÝ 1993/5,6 a KAŠTOVSKÝ 1994/7a, 7b, 7c, 7i a 7j (př. č. 7, obr. 12).

Fragilaria sp.

(Bacillariophyceae, Naviculales, Fragilariaceae)

Nalezena jedna nápadná buňka, obdélníkovitého tvaru, délka 21,6 μm , šířka 3,6 μm . Nalezena v kultuře KAŠTOVSKÝ 1993/5 (př. č. 7, obr. 7).

Meridion circulare (Grev.) Ag.

(Bacillariophyceae, Naviculales, Fragilariaceae)

Buňky v obloukovitých, pásovitých koloniích, misky klínovité, na apexu široce zaokrouhlené. Velikost: 6 μm na šířku, 30 μm na délku. Vyskytuje se v alkalických, xeno- až oligosaprobni tekoucích vodách. Nalezena v kultuře KAŠTOVSKÝ 1993/8 (př. č. 7, obr. 9).

Navicula placentula (Ehrenb.) Kütz.

(Bacillariophyceae, Naviculales, Naviculaceae)

Misky jsou kopinaté, na konci tupě zobáčkovité, šířka 16-16.5 μm a délka 50.5-52.1 μm . Alkalofilní, vyskytuje se v bentosu stojatých vod. Nalezena v kultuře KAŠTOVSKÝ 1993/5, 6, 7, 8 a KAŠTOVSKÝ 1994/7a, 7b, 7c, 11e (př. č. 7, obr. č.11).

Navicula rhynchocephalla sl. Kütz..

(Bacillariophyceae, Naviculales, Naviculaceae)

Schránky jsou kopinaté, s úzkými protaženými konci, šířka je 7.2-7.5 μm , délka 22.5-23.4 μm . Druh o veliké ekologické valenci. Nalezena v kulturách KAŠTOVSKÝ 1993/5, 6, 7, 8 a KAŠTOVSKÝ 1994/1a, 7a, 7c (př. č. 7, obr.10).

Pinnularia viridis (Nitzsch) Ehrenb.

(Bacillariophyceae, Naviculales, Naviculaceae)

Bunňky jsou elipsovité lineární, s mírně konvexními stranami, rafe je zvlněná. Šířka je 15.0-15.5 μm , délka 96-102.3 μm . Má velikou ekologickou valenci. Nalezena v kultuře KAŠTOVSKÝ 1993/7 (př. č. 7, obr. 13).

Synedra acus Kütz.

(Bacillariophyceae, Naviculales, Fragillariaceae)

Schránky jsou lineární, na koncích mírně zúžené, o šířce 2.4-2.6 μm a délce 98.4-101.0 μm . Roste v nárostech i v planktonu v alkalických, betameso- až oligosaprobních vodách. Nalezena byla v kulturách KAŠTOVSKÝ 1993/5, 6, 7 a KAŠTOVSKÝ 1994/11g (př. č. 7, obr. 14).

Tabellaria flocculosa (Roth.) Kütz.

(Bacillariophyceae, Naviculales, Fragilariaceae)

Buňky v klikatých koloniích, v rozích spojené slizovými váčky. Misky jsou z pleurálního pohledu obdélníkovité, o šířce 9.8-10.0 μm a délce 51.2-52.1 μm . Druh o velké ekologické valenci, je zejména v dystrofních vodách. Nalezena v kulturách KAŠTOVSKÝ 1993/5, 8. (př. č. 7, obr. 17).

5. DISKUSE A ZÁVĚR:

Z celé studie vyplynulo několik závěrů:

1. Ve sledovaných lokalitách velkou měrou převažují půdní druhy - *Chlorella vulgaris* var. *vulgars*, *Pseudococcomyxa simplex* a *Klebsormidium flaccidum*. Řasy jiných ekologických nároků - *Leptolyngbya* cf. *boryana* a *Fragilaria construens* - se vyskytují jen v malém (příloha č. 10-12) nebo vysloveně stopovém množství (ostatní druhy rozsivek). Nalezené rozsivky jsou vesměs alkalofilní, s oligo- až mesosaprobními nároky nebo to jsou druhy s vysokou ekologickou valencí, jak planktonní, tak i bentické. \rightarrow širokou

2. Porovnávání vzorků z kultur s vzorky přírodními prokázalo, že v nárostech kolem světla v jeskyních nedochází k žádným morfologickým změnám oproti řasám pěstovaných na plném světle. Znamená to tedy, že ozáření kolem světla je dostačující pro fotosyntézu a řasy z tohoto typu hypogeálu se nemusí přizpůsobovat takovým způsobem jako řasy z úplné tmy (např. přechodem na heterotrofii).

Hypotézu o dostatečném množství světla podporuje také relativně slabé zastoupení sinic na zkoumaných

lokalitách. Ty jsou representovány jediným druhem - *Leptolyngbya cf. boryana* - a i ten se nevyskytuje příliš hojně. Sinice přitom ve většině hypogeálních stanovišť zaujímají dominantní postavení (Claus 1955, 1962, 1965, Stuba 1957, Albertano et Kováčik et Grilli Caiola 1994), neboť jsou obecně adaptované na nižší intenzitu osvětlení. Zde je však patrně světlo plně dostačující i náročnějším zeleným řasám, které svým agresivnějším rozvojem sinice vytlačí.

V této souvislosti je zajímavý i fakt, že na "Zahrádce" (stanoviště č.11 v Javoříčských jeskyních, příloha 2b dole) rostou kromě řas a obvyklých protonemat mechů i vyšší rostliny - sleziník routička (*Asplenium ruta-muraria*), sleziník červený (*Asplenium rubrum*) a osladič obecný (*Polypodium vulgare*).

3. Změny v druhovém složení 1. a 2. vzorku na jednotlivých stanovištích jsou velmi zřetelné, někdy (stanoviště č. 2 v Javoříčských a č. 5 v Mladečských jeskyních) došlo ke kompletní výměně druhů (příloha 10 a 11). Je to způsobeno patrně tím, že likvidace chlornanem sodným je dosti účinná (někdy absolutně) a že takto uvolněnou niku může obsadit jiný, zcela náhodný druh. Znamená to tedy, že rozdílné druhové složení zde nemá vztah k rozdílnému osvětlení nebo teplotě - rozdíly mezi stanovišti jsou příliš malé a i maximální rozpětí sledovaných faktorů je stále v mezích ekologického rozpětí všech sledovaných druhů.

I při zjevně náhodném obsazování volných nik se uplatňuje rozdílná dynamičnost jednotlivých druhů, neboť celkové zastoupení druhů v jeskyni se mění jen málo (příloha č.12).

4. Rozdíly v druhovém složení obou sledovaných lokalit jako celku v podstatě neexistují, jediné některé druhy rozsivek se vyskytují jen v Mladečských jeskyních (viz dále).

Pronikavě se ovšem liší počet a velikost nárostů v obou lokalitách. Obě jeskyně se ^szhodují téměř ve všech sledovaných faktorech (mají zhruba stejnou teplotu i osvětlení (příloha č. 4), dle měření speleologů mají i stejný obsah kyslíku (20.7-20.9%), oxidu uhličitého (0.3-0.5%) i oxidu uhelnatého (0 %). Přitom je v Mladči řasových nárostů podstatně méně. Jediný rozdílný faktor je 2.5 násobný počet návštěvníků za rok v Javoříčku oproti Mladči (tím sice dochází ke zvýšení počtu výprav do jeskyní a tím i k častějšímu zapínání světel, ale ne příliš výrazně, v Mladči mají výpravy podstatně méně členů). Domnívám se tedy, že hlavním vektorem zanášejícím řasy do podzemí není ani tak proudící vzduch nebo jeskynní fauna (Claus 1955), ale návštěvníci. Hlavní zde zjištěné druhy jsou půdní, dostávají se sem patrně v hlíně na obuvi a prachu na šatech. Poněkud odlišná je otázka transportu vodních, často dokonce planktonních rozsivek do hypogeálu. Ty jsou sem nejspíš zanášeny z povrchu prosakující vodou. Tato domněnka je podporována m.j. tím, že v Mladči, kde je splachová činnost mnohem výraznější (viz kapitola 2), se vyskytuje i bohatší rozsivková flóra (*Aulacoseira subarctica*, *Cymbella prostrata*, *Fragilaria sp.*, *Meridion circulare*, *Pinnularia viridis* a *Tabellaria flocculosa* se nachází pouze v Mladči).

Je ovšem nutno uvést jeden faktor, kterým se obě

lokality značně liší a který by mohl jejich flóru ovlivňovat a tím je obsah radonu - v Javoříčských jeskyních je ho 200 - 400 Bq.m⁻³ a v Mladečských až 4000. Jeho inhibiční vliv na růst řas by však bylo třeba prokázat.

5. Ve sledovaných jeskyních nebyl nalezen žádný glaciální relikv ani jiná specifická jeskynní flóra (Claus 1955). Je to způsobeno tím, že nové druhy, zavlečené do jeskyní člověkem buď zcela vytlačily původní druhy (které vzdor absolutní tmě v jeskyních jsou - Claus 1955, Stuba 1957), nebo je vytlačily téměř, vyskytují se jen ve zbytcích a nebyly běžnou kultivační metodou zachyceny. Tuto domněnku je třeba ověřit zvláštními kultivačními metodami. Existuje-li však ve zkoumaných lokalitách původní flóra, pak v nárostech kolem světél nehraje roli.

Na závěr bych chtěl poděkovat všem, kteří mi pomohli. Neměli to lehké.

Alb. Kastaun
.....

6. LITERATURA:

ALBERTANO, P., KOVÁČIK, L. (1994): Is~~x~~ the genus *Leptolyngbya* (Cyanophyta) a homogeneous taxon? - Arch. Hydrobiol./Algolog. Studies, 75: 37-51. ✓

ALBERTANO, P., KOVÁČIK, E., GRILLI CAIOLA, M. (1994): Preliminary investigation on ephilitic Cyanophytes from a Roman Necropolis. - Arch. Hydrobiol. / Algolog. Studies, 75: 71-74. ✓

CLAUS, G. (1955): Algae and their mode of life in the Baradla Cave at Aggtelek. Acta Bot. Acad. Sci. Hung. 2/ 1-2: 1-26.

- (1962): Data on the ecology of the algae of Peace Cave in Hungary. - Nova Hedwigia 4: 55-79.

- (1964): Algae and their mode of life in the Baradla Cave at Aggtelek II. - Int. J. Speleo. 1/2: 13-17. ✓

- (1965): Daten zur Kenntnis der Algenflora der Höhle Kölyuk von Mánfa. Int. J. Speleo. 1/3: 541-552.

COUTÉ A. (1989): *Geitleria calcarea* Friedmann (Cyanophyceae, Hormogoniophycidae, Stigonematales, Stigonemataceae): un cas d'adaptation á un milieu extreme. - Bull. Soc. bot. Fr., 136, Actual. bot.1: 113-130.

FRIEDMANN, I. (1955): *Geitleria calcarea* n. gen. et n. sp. - Bot. Notiser 108, Facs. 4: 440-445.

FRIEDMANN, I. (1979): The genus *Geitleria* (Cyanophyceae): Distribution of *G. calcarea* and *G.*

floridana.- Plant Syst. Evol., Wien, 131: 169-178.

HERNÁNDEZ-MARINÉ, M. (in prep) : Herpyzonema pulverulentum (Mastigocladaceae), a new cavernicolous atmophytic and lime-incrusted Cyanophyte.

HINDÁK, F. a kol. (1978): Sladkovodné riasy, SPN Bratislava, 724 pp.

HOUK, V., MARVAN, P. (in prep): Klíč k určování rozsivek.

KOL, E. (1957): Algologiai vizsgalatok a Sátorhegység jeges barlangjában.- Bot. Közlemények, Budapest, 47 (1-2):43-50.

KOMÁREK, J., FOTT, B. (1983): Chlorophyceae Grünalgen), Ordnung : Chlorococcales.- In: Das Phytoplankton des Süßwassers, 7/1. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 1044 pp

KRAMMER, K., LANGE-BERTALOT, H. (1988): Bacillariophyceae 2.- In: Ettl, H. et al : Süßwasserflora in Mitteleuropa 2/2. G. Fischer Verlag, Stuttgart, New York, 596 pp.

- (1991): Bacillariophyceae 3.- In: Ettl, H. et al: Süßwasserflora von Mitteleuropa 2/3. G. Fisher Verlag, Stuttgart, Jena, 576 pp.

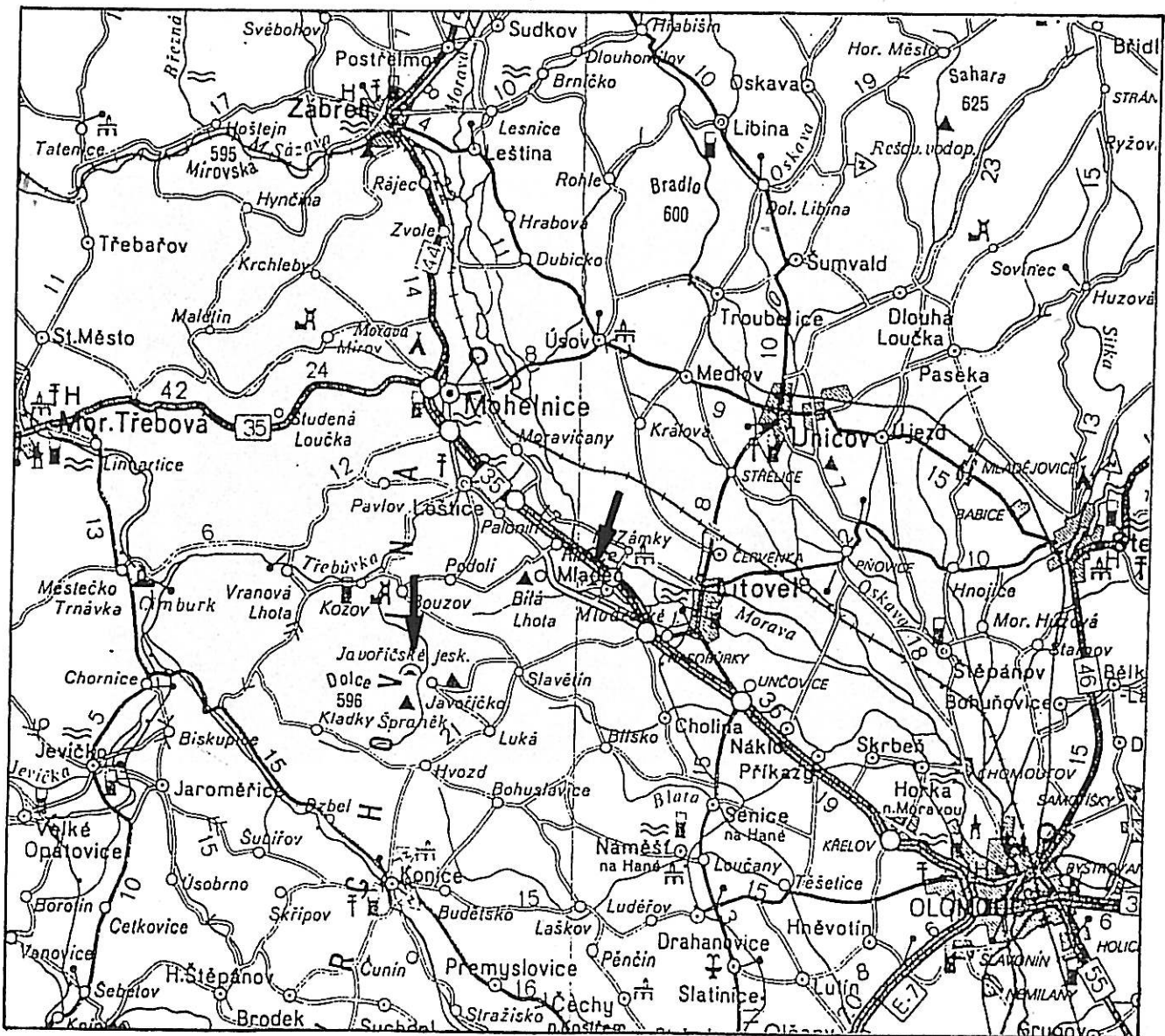
- (1991): Bacillariophyceae 4.- In: Ettl, H. et al: Süßwasserflora von Mitteleuropa 2/4. G. Fisher Verlag, Stuttgart, Jena, 437 pp.

KUČERA, B., HROMAS, J., SKŘIVÁNEK, F. (1981).: Jeskyně a propasti v Československu. Academia, Praha, 252 pp.

LEFÉVRE, M. (1974) :La Maladie Verté de Lascaux, Stud in Conserv., 19 :126-156

- LOUČKOVÁ-MICHOVSKÁ, J. (1963): Jeskyně Javoříčko,
- Čs. kras, Praha, 14: 43-91.
- PANOŠ, V. (1955): Jeskyně Severomoravského krasu,
St. tělovýchovné nakladatelství, Praha, 158 pp.
- (1962): Krasová hydrografie malých vápencových
oblastí na severní Moravě a ve Slezku.- Čs. kras,
Praha, 13: 67-84.
- PRÁT, S. (1925): Das Aeroplankton neu geöffneter
Höhlen.- Cbl. Bacter., II. Abt. 64: 33-40.
- STARMACH, K. (1966): Cyanophyta-sinice,
Glaukophyta- glaukofity.- In: Flora slodkowodna Polski
2, Panst. wydaw. nauk., Warszawa, 808 pp.
- (1972): Zielenice nitkowate. - In: Flora
slodkowodna Polski 10, Panst. wydaw. nauk., Warszawa,
450 pp.
- STAUB, R. (1961) : Ernährungphysiologisch
-autökologische Untersuchungen an den planktischen
Blaualge *Oscillatoria rubescens* Dc.- Schweiz. Z.
Hydrol. 23: 82-198a.
- STUBA, E. (1957): Die Alben der Palvölgyer Höhle in
Ungarn, Verh. Zoo. Bot. Gesellschaft 97:97-109, Wien
- ŠEDA, Z. (1964): Mechová vegetace Javoříčských
jeskyní na Dražanské vrchovině, Čs. kras 15:87-91,
Praha

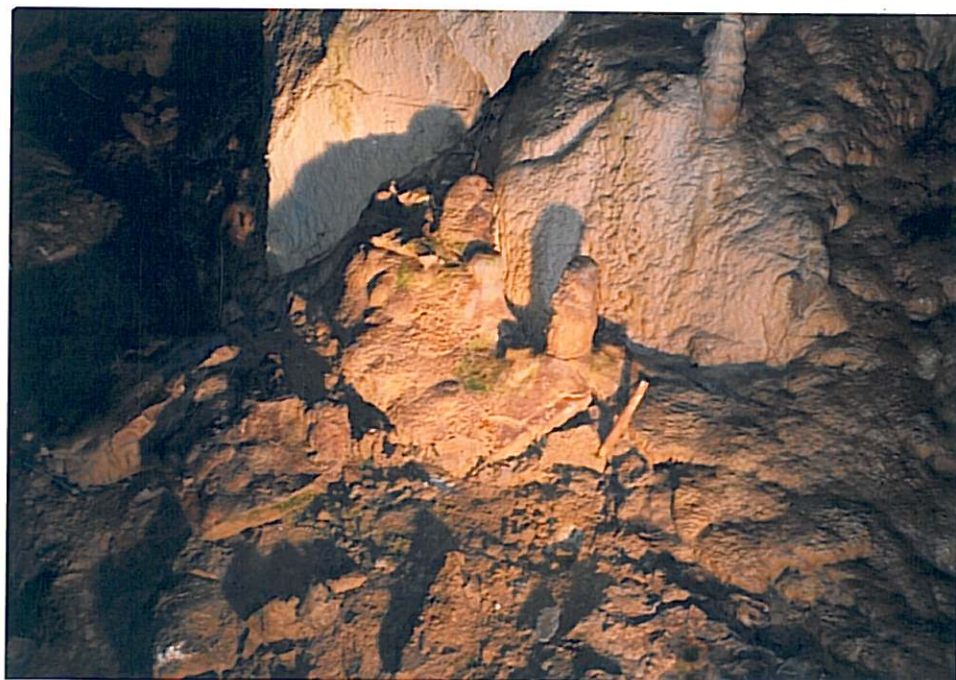
Situační mapka. Obě lokality označují šipky.



fotografie typických odběrových lokalit



Mladečské jeskyně, stanoviště č.3 (nahore) a č.7 (dole)



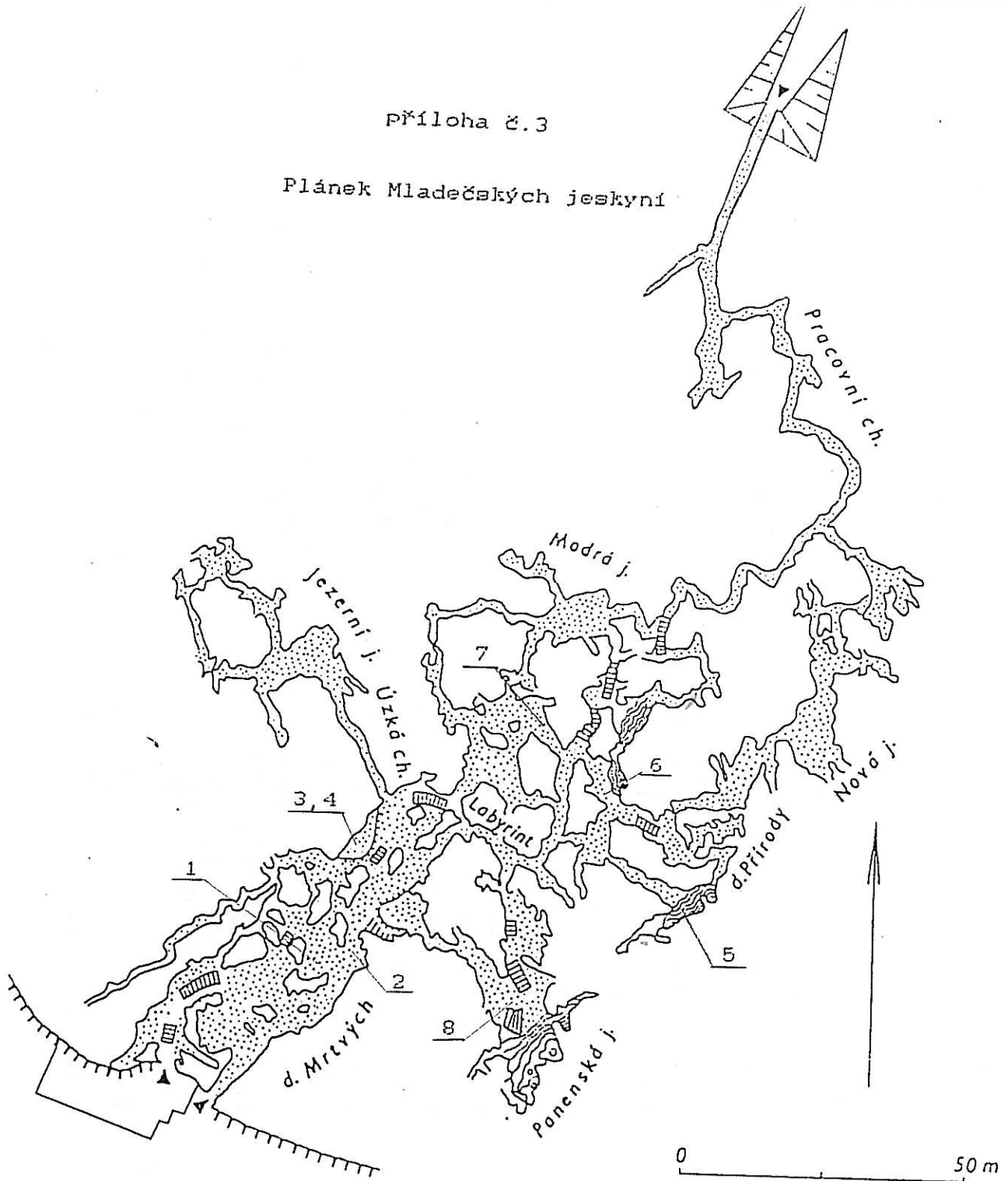
příloha č.2b, fotografie typických odběrových lokalit



Javoříčské jeskyně, stanoviště č.3 (nahore) a č.11
(dole)

Příloha č.3

Plánek Mladečských jeskyní



čísla označují jednotlivá odběrová stanoviště

Příloha č.4

Odběrové stanoviště v Mladečských jeskyních

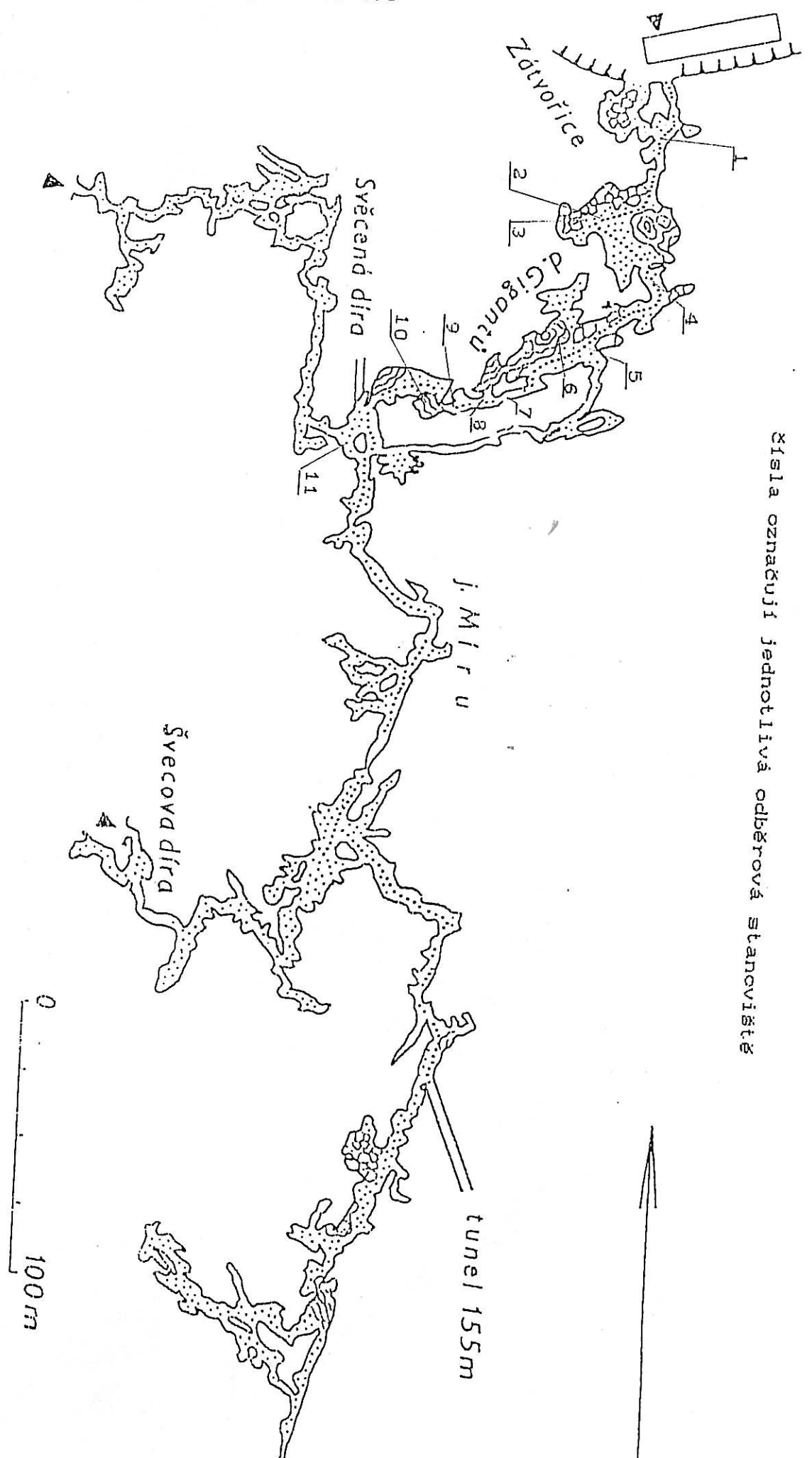
č. lokality	popis lokality	teplota	ozáření
1	suchá stěna v Domu mrtvých, 150 cm nad zemí	8.6	9
2	stěna u pamětní desky v Domu mrtvých, 120 cm vysoko	8.5	14
3	"U lesíka", mokrá stěna, 260 cm vysoko	7.9	8
4	tamtéž, 20 cm nad zemí	8	8
5	Chrám přírody, smáčený výklenek	8.4	9
6	"Hlava slona", na krápníku, 2 m nad zemí	7.0	5.5
7	Netopýří jeskyně, na hlíně na zemi	9.1	19
8	na rozvodné desce v Panenské jeskyni	8.4	12

Odběrové stanoviště v Javoříčských jeskyních

č. lokality	popis lokality	teplota	ozáření
1	těsně u vchodu, na podlaze, na hlíně	8	9
2	velký kámen, na zemi	8.2	4.5
3	"U řezu", stalakmit, 20 cm nad zemí	8.2	8
4	dva metry vysoký stalakmit, osvětlený dvěma světly	8.6	19
5	slántrová stěna s tekoucí vodou, metr nad zemí	7.9	11
6	tamtéž, těsně u země	7.9	5.2
7	vlhká stěna, 120 cm vysoko	8.3	8
8	slántr na zemi, těsně u světla	11.4	38
9	stěna ve výklenku	8.5	14
10	"Záclona", jen málo vlhký stalakmit	8.3	11
11	"Zahrádka", velmi zarostlá šikmá stěna s kapající vodou	7.8	12

teplota je ve °C

ozáření ve W.m⁻²

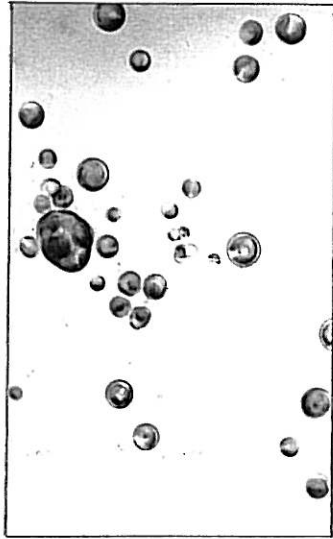


Plánek Javoříčských jeskyní

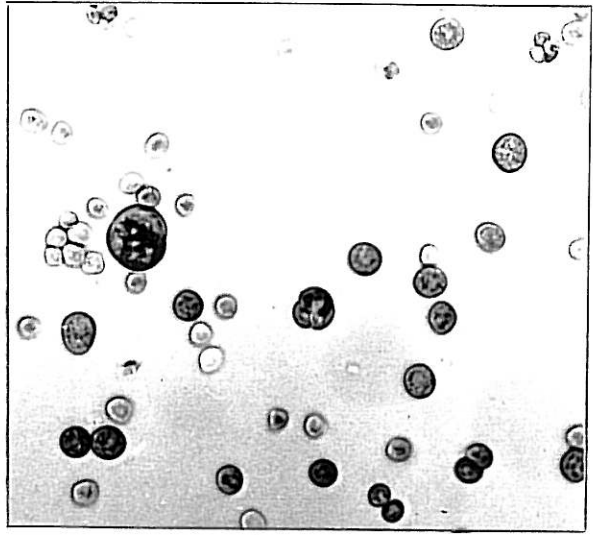
Čísla označují jednotlivá odběrová stanoviště



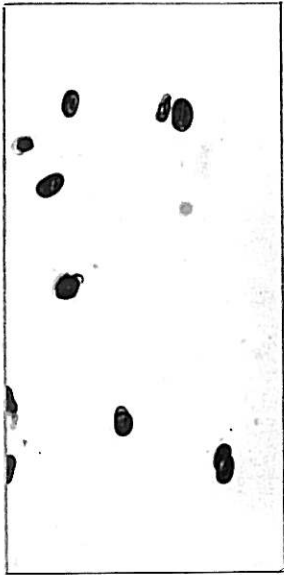
1



2



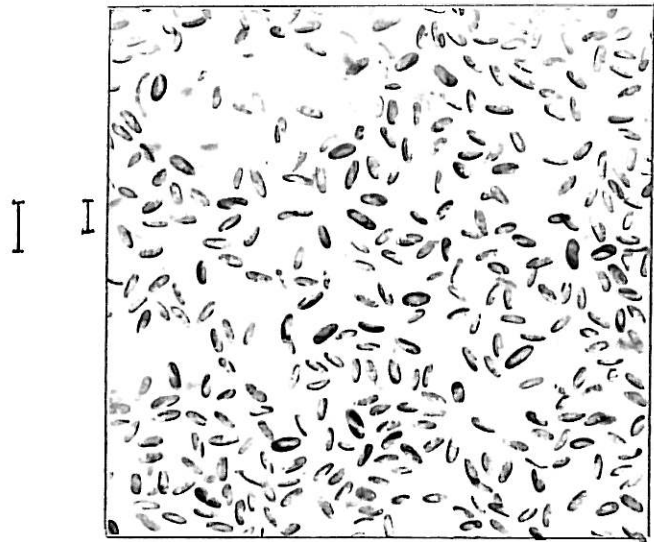
3



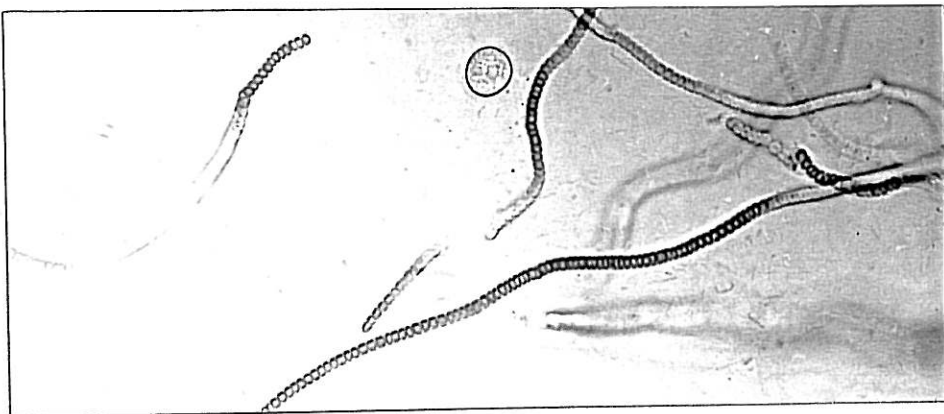
4



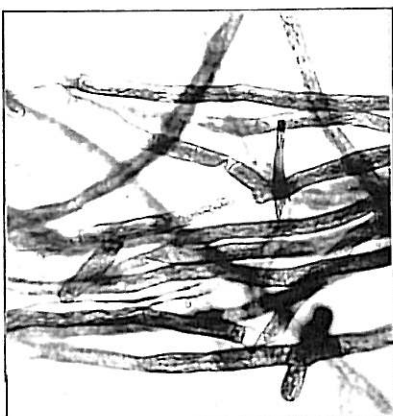
5



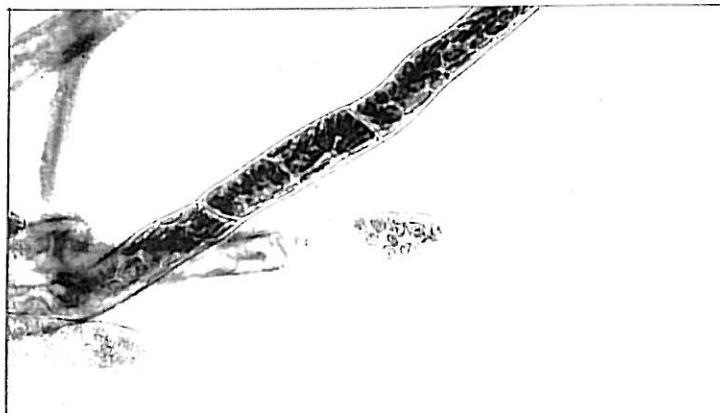
6



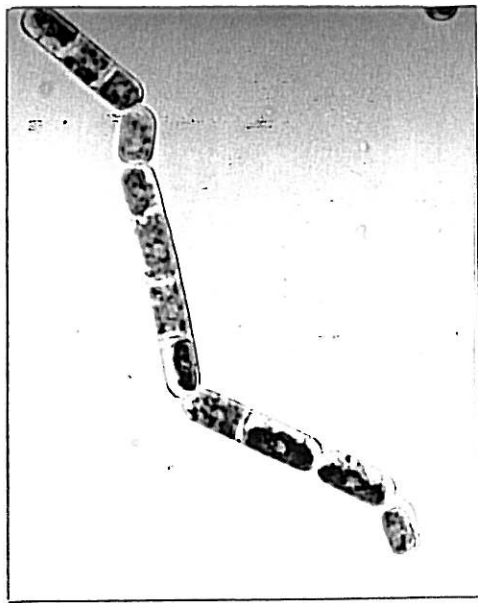
7



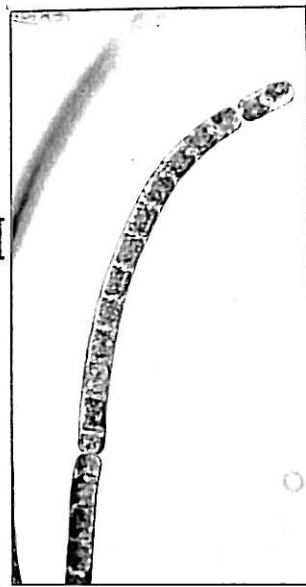
8



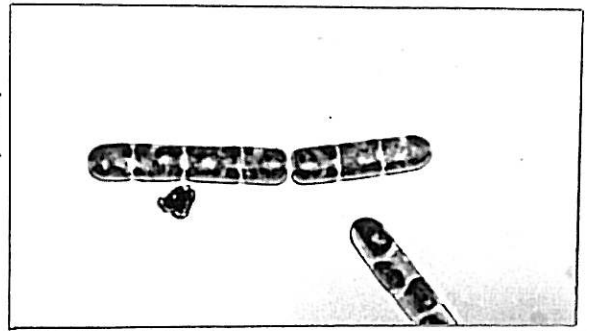
9



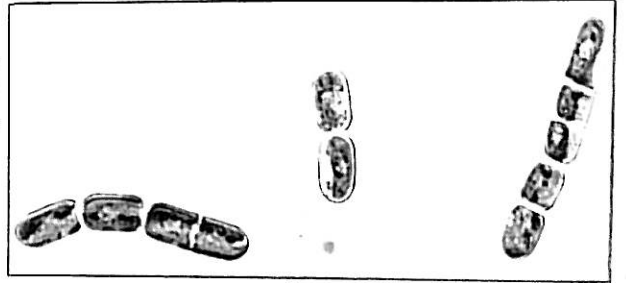
1



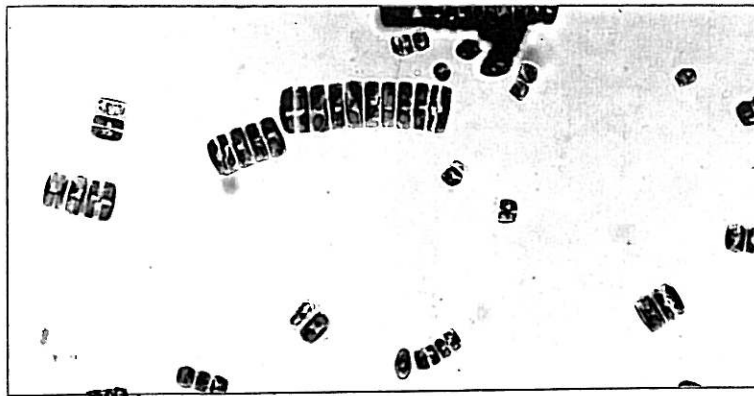
2



3



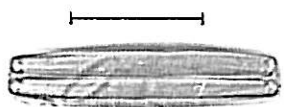
4



5



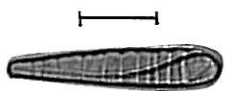
6



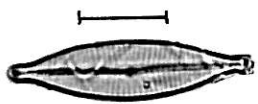
7



8



9



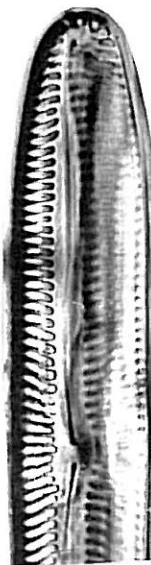
10



11



12



13



14



15

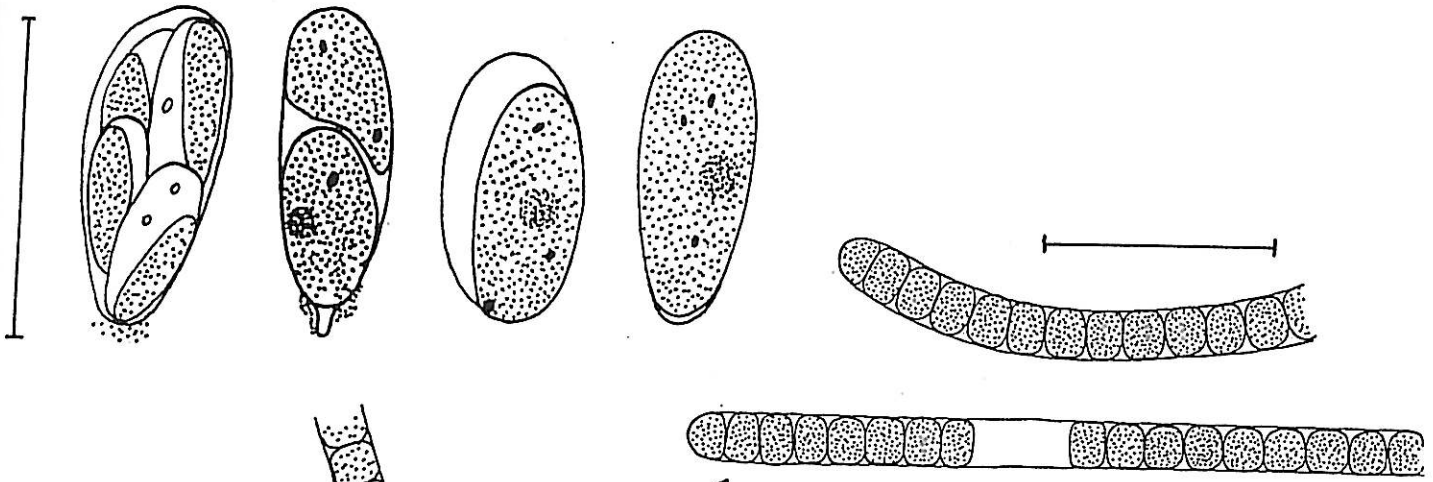


16

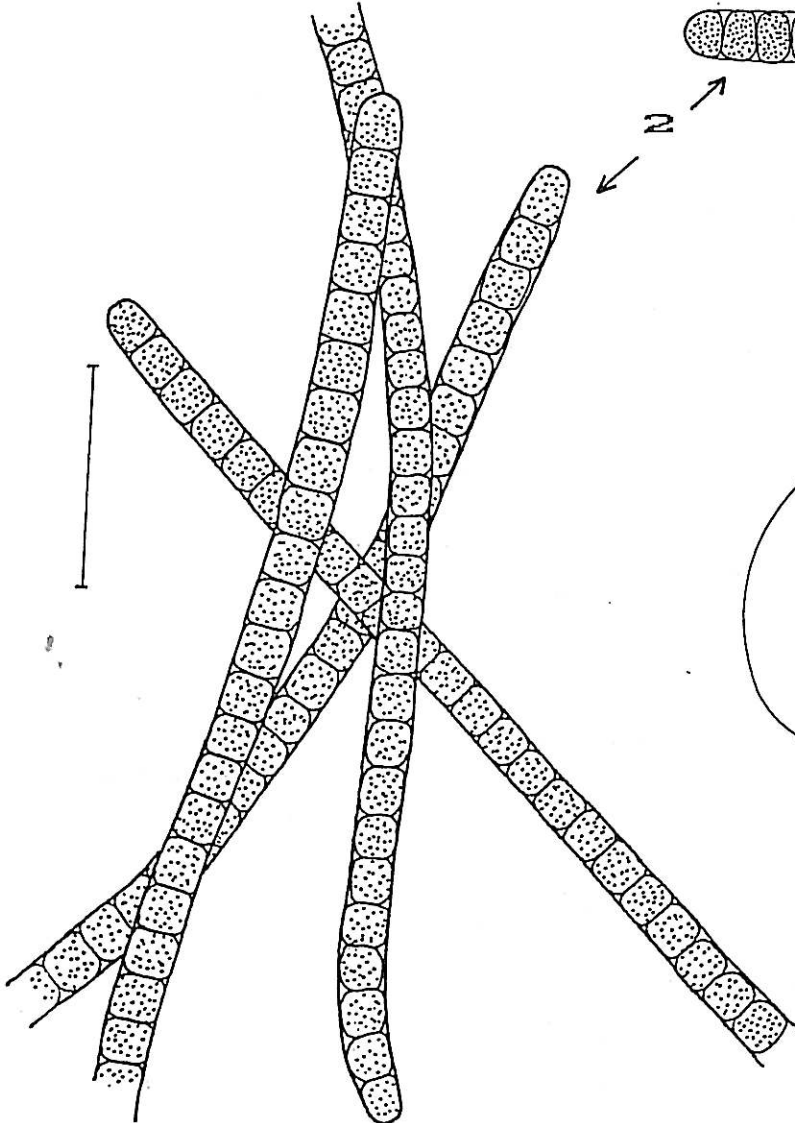


17

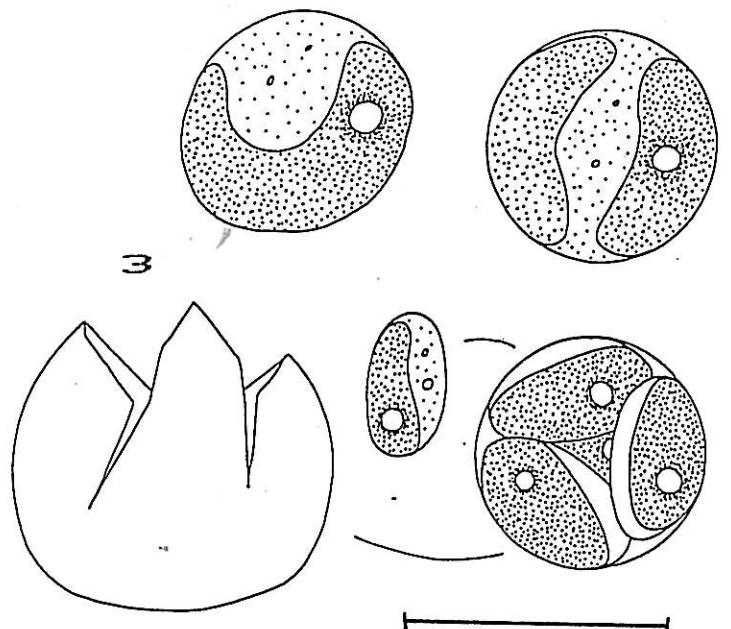
1



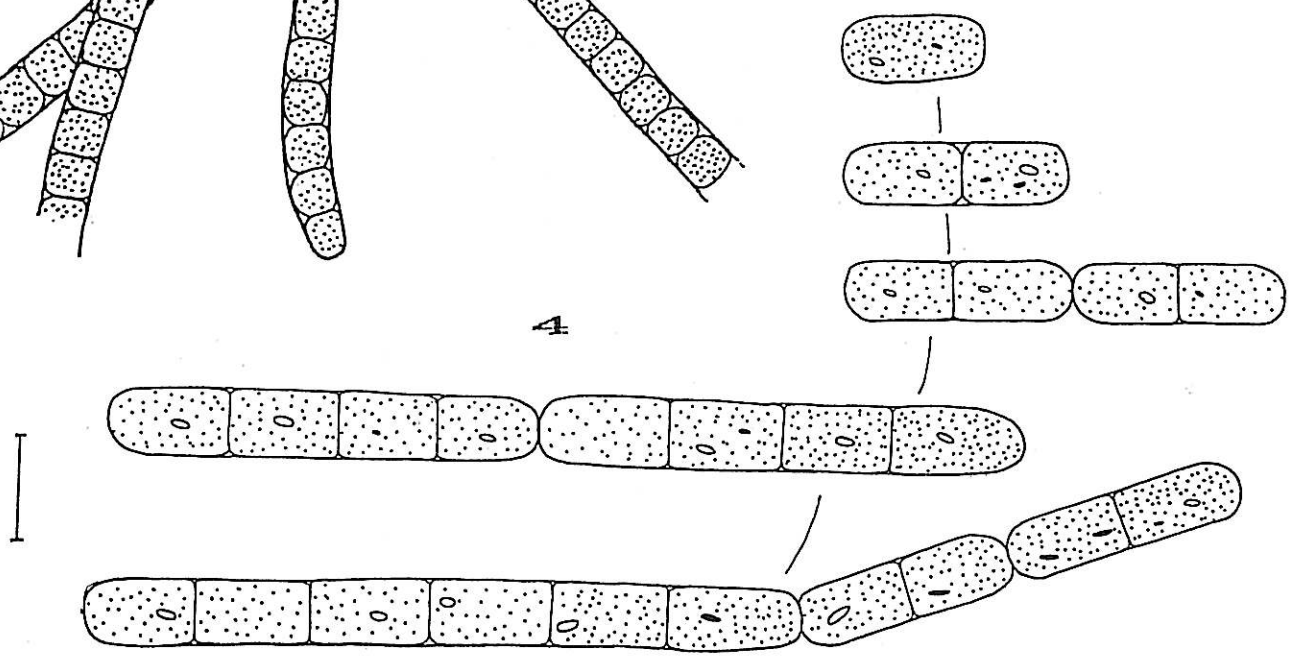
2



3



4



Výsledky kultivací a odběrů v Mladečských jeskyních

č. lokality	výsledky 1. odběru	výsledky 2. odběru
1	Ps 48.5%	Chl 56.1%
	Chl 45.7%	Ps 24.4%
	Kl 11.8%	Fr 14.6%
		Kl 4.9%
2	Chl 61.9%	Ps 31.5%
	Ps 33.3	Chl 30.7%
	Fr 4.8	Kl 24.6%
		Fr 13.2%
3	Chl 78.9%	Chl 48.2%
	Ps 14.8%	Ps 45.5%
	Fr 6.3%	L 6.3%
4	Chl 66.8%	Chl 92.1%
	Ps 26.8%	Fr 7.9%
	Kl 6.4%	
5	Kl 49.4%	Chl 80.7%
	Ps 25.3%	Fr 19.3%
	L 25.3%	
6	Chl 66.7%	Ps 68.9%
	L 33.3%	Chl 20.5%
		L 6.0%
		Fr 4.6%
7	Chl 70.2%	Chl 86.5%
	Fr 18.4%	L 13.5%
	Kl 11.4%	
8	Ps 72.6%	Ps 48.1%
	L 27.4%	Chl 45.8%
		Kl 6.1%

vysvětlivky k příloze č. 10 a 11:

Chl- *Chlorella vulgaris*

Kl- *Klebsormidium flaccidum*

Ps- *Pseudococcomyxa simplex*

L- *Leptolyngbya cf. boryana*

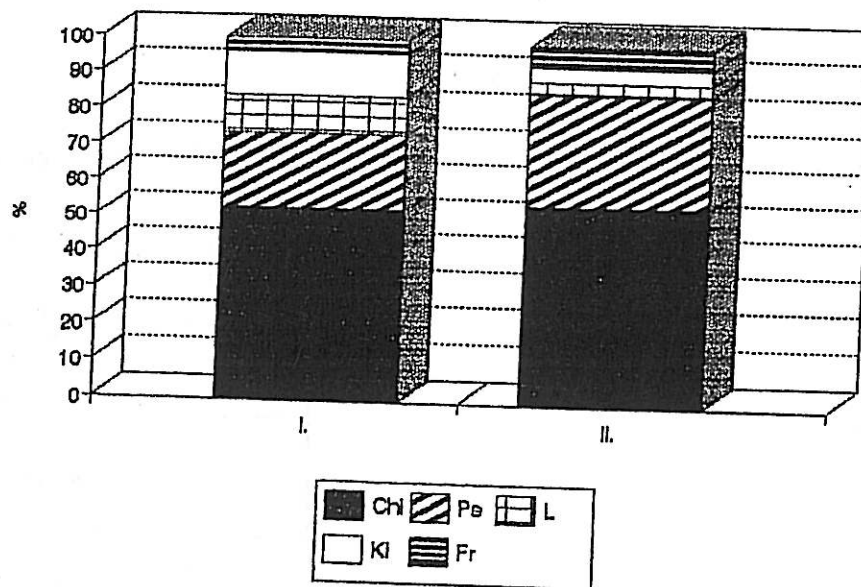
Fr- *Fragilaria construens*

%- procenta poměrného početního zastoupení daného druhu ve vzorku

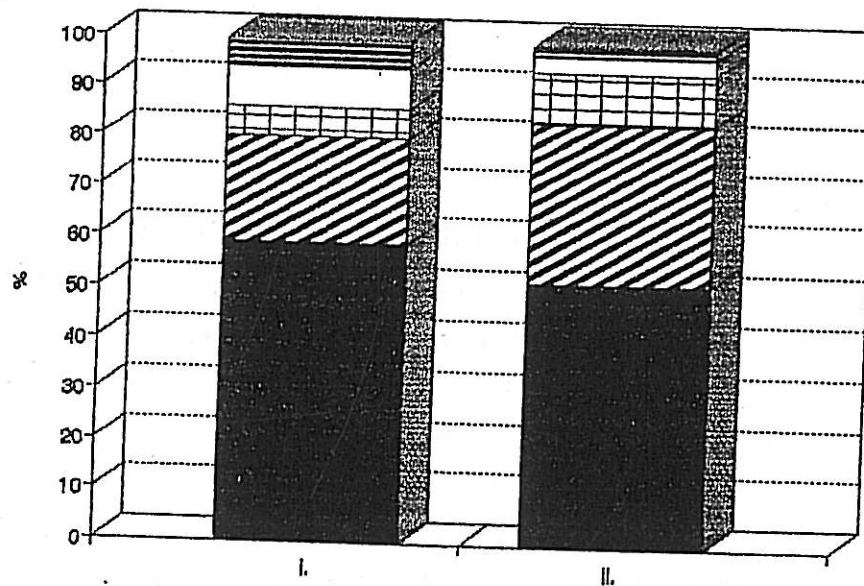
Výsledky kultivací a odběrů v Javoříčských jeskyních

č. lokality	v kmenech	výsledky 1. odběru	výsledky 2. odběru
1	1a Fr	Chl 84.8%	Chl 100%
	1b-1d Chl	Fr 15.2 %	
2	2a-2d Chl	Chl 100%	Ps 70.7%
			L 29.3
3	3a-3e Chl	Chl 92.4%	Chl 79.0 %
		Fr 7.6 %	L 11.6%
			Fr 9.4%
4	4a-4c Kl	Kl 68.7%	Chl 42.3%
		L 31.3%	Ps 47.1 %
			Kl 10.6 %
5	5a, b Ps	Ps 49.1%	Chl 66.8%
	5c, d Chl	Chl 46.0%	Kl 33.2%
		Fr 4.9%	
6	6a-6c Ps	Ps 86.4%	Ps 94.8%
		L 13.6%	L 5.2%
7	7a-7e L+Fr+Chl	Chl 76.1%	Ps 83.0%
	7f-7h Chl	L 15.3%	Chl 11.3%
	7i-7j Fr	Fr 8.6%	Fr 3.2%
			L 2.5%
8	8a-8d Ps	Ps 86.8%	L 40.7%
		Fr 13.2%	Chl 37.9%
			Ps 21.4%
9	9a-9d Ps+Chl	Chl 54.1%	Chl 68.7%
		Ps 45.9%	Ps 18.8%
			L 12.5%
10	10a-10b Chl	Chl 80.4%	Chl 83.3%
	10c-10f Kl+Ps	Ps 13.1%	Fr 7.32%
		Kl 6.5%	L 4.8%
			Ps 3.4%
			Kl 1.2%
11	11a-11d Ps	Chl 73.5%	Chl 68.5%
	11e-11g Ps+Fr	Fr 18.4%	L 20.4%
		Kl 8.1%	Kl 9.4%
			Fr 1.7%
12	12a mech	mech	mech

Poměrné zastoupení druhů Mladečské jeskyně



Poměrné zastoupení druhů Javoříčské jeskyně



Tyto grafy sumarizují výsledky 1. a 2. odběru ze všech odběrových stanovišť dané lokality.

Chl- *Chlorella vulgaris*

KI- *Klebsormidium flaccidum*

Pe- *Pseudococcomyxa simplex*

L- *Leptolyngbya cf. boryana*

Fr- *Fragilaria construens*

I.- odběr č.1

II.- odběr č.2

Seznam vyizolovaných kmenů

Mladečské jeskyně

Jméno kmene	druh
Kaštovský 1993/1	L
Kaštovský 1993/2	L
Kaštovský 1993/3	L
Kaštovský 1993/4	L
Kaštovský 1993/5	Fr
Kaštovský 1993/6	Fr
Kaštovský 1993/7	Fr
Kaštovský 1993/8	Fr
Kaštovský 1993/9	Ps
Kaštovský 1993/10	Ps
Kaštovský 1993/11	Ps
Kaštovský 1993/12	Ps

vysvětlivky k přílohám č. 13 a 14

Chl- *Chlorella vulgaris*

Ps- *Pseudococcomyxa simplex*

L- *Leptolyngbya cf. boryana*

Kl- *Klebsormidium flaccidum*

Fr- *Fragilaria construens*

V případech 7a-7e, 9a-9d, 10c-10e a 11e-11g se nepodařilo ani několikanásobnou separací jednotlivé druhy oddělit, stejně tak jako ve všech kulturách s rozsivkami (ty jsou označovány jako Fr, podle absolutně převažujícího druhu). Najedná se tedy o kmeny v pravém slova smyslu, jde o vícedruhové izoláty.

Seznam vyizolovaných druhů

Javoříčské jeskyně

Jméno kmene	druh
Kaštovský 1994/1a	Fr
Kaštovský 1994/1b	Chl
Kaštovský 1994/1c	Chl
Kaštovský 1994/1d	Chl
Kaštovský 1994/2a	Chl
Kaštovský 1994/2b	Chl
Kaštovský 1994/2c	Chl
Kaštovský 1994/2d	Chl
Kaštovský 1994/3a	Chl
Kaštovský 1994/3b	Chl
Kaštovský 1994/3c	Chl
Kaštovský 1994/3d	Chl
Kaštovský 1994/3e	Chl
Kaštovský 1994/4a	Kl
Kaštovský 1994/4b	Kl
Kaštovský 1994/4c	Kl
Kaštovský 1994/5a	Ps
Kaštovský 1994/5b	Ps
Kaštovský 1994/5c	Chl
Kaštovský 1994/5d	Chl
Kaštovský 1994/6a	Ps
Kaštovský 1994/6b	PS
Kaštovský 1994/6c	Ps

Jméno kmene	druh
Kaštovský 1994/7a	L, Fr, Chl
Kaštovský 1994/7b	L, Fr, Chl
Kaštovský 1994/7c	L, Fr, Chl
Kaštovský 1994/7d	L, Fr, Chl
Kaštovský 1994/7e	L, Fr, Chl
Kaštovský 1994/7f	Chl
Kaštovský 1994/7g	Chl
Kaštovský 1994/7h	Chl
Kaštovský 1994/7i	Fr
Kaštovský 1994/7j	Fr
Kaštovský 1994/8a	Ps
Kaštovský 1994/8b	Ps
Kaštovský 1994/8c	Ps
Kaštovský 1994/8d	Ps
Kaštovský 1994/9a	Ps, Chl
Kaštovský 1994/9b	Ps, Chl
Kaštovský 1994/9c	Ps, Chl
Kaštovský 1994/9d	Ps, Chl
Kaštovský 1994/10a	Chl
Kaštovský 1994/10b	Chl
Kaštovský 1994/10c	Kl, Ps
Kaštovský 1994/10d	Kl, Ps
Kaštovský 1994/10e	Kl, Ps
Kaštovský 1994/10f	Kl, Ps
Kaštovský 1994/11a	Ps
Kaštovský 1994/11b	Ps
Kaštovský 1994/11c	Ps
Kaštovský 1994/11d	PS
Kaštovský 1994/11e	Ps, Fr
Kaštovský 1994/11f	Ps, Fr
Kaštovský 1994/11g	Ps, Fr
Kaštovský 1994/12a	mech