

Univerzita Palackého v Olomouci

Přírodovědecká fakulta

Katedra zoológie



**Diverzita a morfologická variabilita rodu *Scenedesmus sensu lato* v
stojatých vodách**

BAKALÁRSKA PRÁCA

Henrich Dian

Študijný program: Biológia

Študijní obor: Biológia a ekológia

Forma: prezenční štúdium

Olomouc 2020

Vedúci práce: doc. RNDr. Peter Hašler, Ph.D.

PREHLÁSENIE

Prehlasujem, že som bakalársku prácu spracoval sám s pomocou môjho vedúceho pána doc. RNDr. Petra Hašlera, Ph.D. a citovanej literatúry.

V Olomouci dňa.....

.....

POĎAKOVANIE

Rad by som poďakoval pánu doc. RNDr. Petrovi Hašlerovi, Ph.D. za vedenie mojej bakalárskej práce, pomoc v laboratóriu, poskytnutie odbornej literatúry a cenné rady. Týmto by som chcel poďakovať aj Mgr. Darine Drusovej za jazykovú a štylistickú korektúru. Poďakovanie patri aj mojej rodine, ktorá počas štúdia podporovala.

BIBLIOGRAFICKÁ IDENTIFIKÁCIA

Meno a priezvisko autora: Henrich Dian

Názov práce: Diverzita a morfológická variabilita rodu *Scenedesmus sensu lato* v stojatých vodách

Typ práce: bakalárska

Pracovisko: Katedra botaniky PŘF UP

Vedúci práce: doc. RNDr. Petr Hašler, PhD.

Rok obhajoby: 2020

ABSTRAKT

Scenedesmus sensu lato, patriaci do skupiny zelených rias, sa vyznačuje svojou výraznou morfológickou variabilitou, ktorá je výsledkom ich veľkej fenotypickej plasticity. Prirodzene sa vyskytujú hlavne v pomaly tečúcich a stojatých vodách. Cieľom tejto práce bolo vypracovanie krátkej rešerše o všeobecnej charakteristike rodu *Scenedesmus sensu lato* a následný zber a izolácia vzoriek. Vzorky boli zbierané v Českej republike v priľahlom okolí mesta Olomouc a v Slovenskej republike v oblasti stredného Považia a Dunajských luhov, od októbra 2018 do novembra 2019. Vzorky boli spracované v fytoľogickom laboratóriu na Katedre botaniky PŘF UP v Olomouci. Pri spracovávaní vzoriek bola sledovaná a hodnotená druhová diverzita v jednotlivých lokalitách. Po úspešnej izolácii a náraste populácie v kultúre, bola pomocou svetelného mikroskopu sledovaná variabilita jednotlivých kmeňov. Sledované znaky boli hlavne tvar buniek, prítomnosť ostňov, usporiadanie buniek v cenóbiu a rôzne deriváty bunkovej steny. Následne boli vypracované obrázkové tabule, v ktorých boli dobre viditeľné jednotlivé odlišnosti v rámci kmeňa. Výsledky boli neskôr porovnávané s odbornou a taxonomickou literatúrou.

Kľúčové slová: *Scenedesmus*, cenóbiu, fenotypická plasticita, kmene

Počet strán: 81

Počet príloh: 9

Jazyk: slovenčina

BIBLIOGRAPHICAL IDENTIFICATION

First name and surname: Henrich Dian

Title: Diversity and morphological variability of the genus *Scenedesmus sensu lato* in the stagnant water bodies

Type of thesis: Bachelor

Workplace: Botany PŘF UP

Supervisor: doc RNDr. Petr Hašler, Ph.D.

Year of defense: 2020

ABSTRACT

Scenedesmus sensu lato belongs to the group of green algae and is characterized by expressive morphological variability, which is the consequence of its phenotypic plasticity. It can be found in slowly flowing and standing waters. My objective was making a thesis about main features of *Scenedesmus sensu lato*, then collection and isolation of samples. Samples were collected from October 2018 to November 2019 in the surroundings of Olomouc in the Czech Republic and in the region of Stredné Považie and Danube wetlands (Dunajské luhy) in the Slovak Republic. The samples were processed in the phycological laboratory of the Botany department of the Faculty of Science in Olomouc. In the samples, species diversity of each location was observed and evaluated. Variability of each isolated population was observed with the use of the light microscope after successful isolation and growth of the isolated population. Observed features included, shape of cells, presence of spines, arrangement of coenobia and structures of cell wall. Finally, the pictures which show the difference of morphological features between each isolated population, were captured.

Keywords: *Scenedesmus*, coenobium, phenotypic plasticity, tribus

Number of pages: 81

Number of appendices: 9

Language: Slovak

OBSAH

CIEĽ PRÁCE	8
ÚVOD	9
1. Všeobecná charakteristika rodu <i>Scenedesmus sensu lato</i>	9
1.1. Charakteristika podrodov	10
1.1.1. <i>Scenedesmus</i>	10
1.1.2. <i>Acutodesmus</i>	10
1.1.3. <i>Desmodesmus</i>	10
2. Ekológia riasy <i>Scenedesmus</i>	11
3. História a vývoj taxonómie	13
4. Analýza ITS úsek (internal transcribe spacer) DNA u rodu <i>Scenedesmus</i>	14
5. Rozmnožovanie	17
5.1. Nepohlavné rozmnožovanie	17
5.2. Pohlavné rozmnožovanie	19
6. Fosílné záznamy	20
7. Ornamenty na bunkovej stene	21
7.1. Rebrá (Ribs)	21
7.2. Siete (Nets)	21
7.3. Rozety (Rozetes)	22
7.4. Bradavičnaté útvary (warts)	23
7.5. Štetina (Bristles)	24
METODIKA	26
1. Zber vzoriek	26
1.1. Popis lokalít	26
2. Spracovanie a determinácia vzoriek	33
2.1. Postup izolácie	34
2.2. Determinácia	34
VÝSLEDKY	35
1. Popis kmeňov	37
1.1. <i>Scenedesmus intermedius</i>	37
1.2. <i>Scenedesmus subspicatus</i>	40
1.3. <i>Scenedesmus spinosus</i>	41
1.4. <i>Scenedesmus ellipsoideus</i>	44
1.5. <i>Scenedesmus obtusiuculus</i>	45

1.6. <i>Scenedesmus maximus</i>	46
1.7. <i>Scenedesmus acutus</i>	48
1.8. <i>Scenedesmus dimorphus</i>	50
1.9. <i>Scenedesmus parvus</i>	51
1.10. <i>Scenedesmus obliquus</i>	52
1.11. <i>Scenedesmus serratus</i>	52
1.12. <i>Scenedesmus helveticus</i>	53
1.13. <i>Scenedesmus acuminatus</i>	54
1.14. <i>Scenedesmus denticulatus</i>	55
1.15. <i>Scenedesmus brasiliensis</i>	56
DISKUSIA	58
ZÁVER	67
ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	68
PRÍLOHY	76

CIEĽ PRÁCE

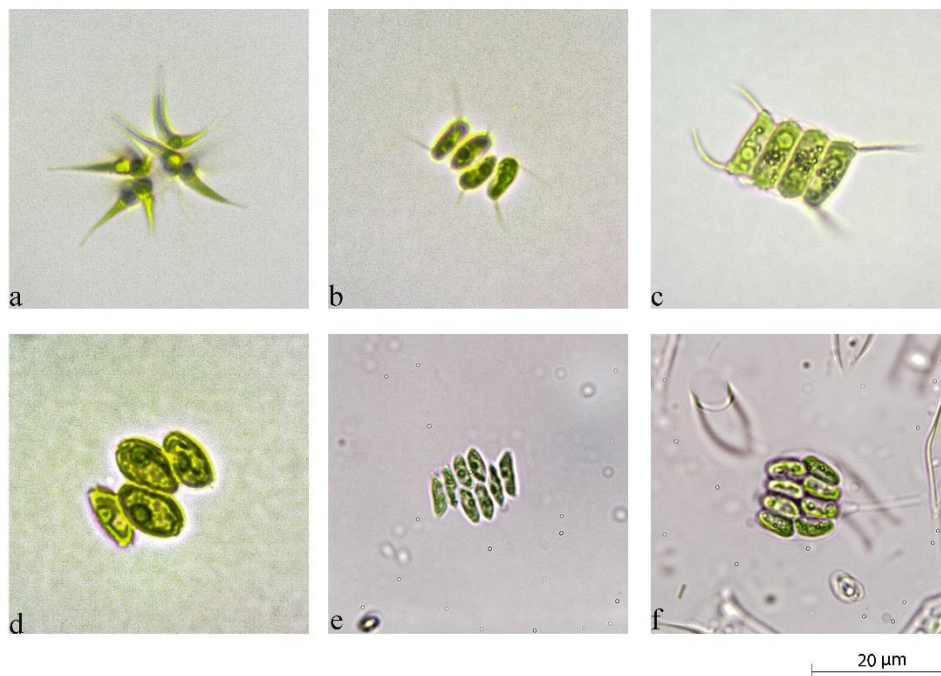
Vo svojej práci sa zameriavam na taxonomické štúdium zelenej riasy rodu *Scenedesmus sensu lato*, ktorý vykazuje veľkú morfológickú variabilitu. V práci som si vytvoril nasledujúce ciele:

1. Príprava literárnej rešerše z taxonómie rodu *Scenedesmus sensu lato*.
2. Vzorkovanie planktónnych populácií rodu *Scenedesmus* a štúdium morfológickej variability.
3. Izolácie kmeňových kultúr a štúdium morfológickej variability za laboratórnych podmienok.

ÚVOD

1. Všeobecná charakteristika rodu *Scenedesmus*

Scenedesmus Meyen (1829) je malá jednobunková riasa s kokálnou stielkou (s pevnou bunkovou stenou, bunky sa môžu vyskytovať jednotlivito alebo v tvarovo variabilných cenóbiach (Kaštanovský a Hauer 2018). Vo veľkosti od 10 do 200 μm , patriaca do skupiny zelených rias *Chlorophyta*, a tvorí ju momentálne 74 vedecky akceptovaných druhov (Guiry M.D, Guiry, G.M. 2019). Prevažne sa vyskytuje v cenóbiach, čo je kolónia tvorená jednou generáciou buniek, ktorých pôvod sa zakladá v jednej materskej bunke (Kaštanovský a Hauer, 2018). Cenóbiach riasy *Scenedesmus* tvoria minimálne 2 oválne, valcovité alebo vzácné zahnuté, hladké bunky alebo rôznorodými ornamentami na bunkovej stene. Buniek v cenóbiu môže byť 2 – 16 (32), ale aj častejšie sú pozorované so 4 bunkami (Obr. 1)(Hegewald 1997, Kaštanovský a Hauer 2018). V bunkách sa nachádza jeden parietálny chloroplast (bočný, postranný), s jedným pyrenoidom, ktorý však nemusí byť vždy dobre viditeľný (Komárek a Fott, 1983). *Scenedesmus* sa vyznačuje extrémnou variabilitou a fenotypickou plasticitou, preto bolo doposiaľ popísaných veľké množstvo morfológických variet (e.g. Meyen 1829, Chodat 1913, Smith 1926, Komárek a Fott 1983), čo podstatne komplikuje ich presnú determináciu. Podľa morfológických vlastností buniek cenóbia sa rod *Scenedesmus* delí na tri veľké podrody a to *Scenedesmus*, *Desmodesmus* Chodat (1926) a *Acutodesmus* Tsarenko a Petlevanny (2001).



Obr. 1: Typy usporiadania cenóbií (a trojrozmerné cenóbiium, b cenóbiium so slabo striedavými bunkami, c lineárne cenóbiium, d silne striedavé cenóbiium, e dvojrade cenóbiium, f dvojrade cenóbiium so slizovým obalom)

1.1. Charakteristika podrodov

1.1.1. Scenedesmus

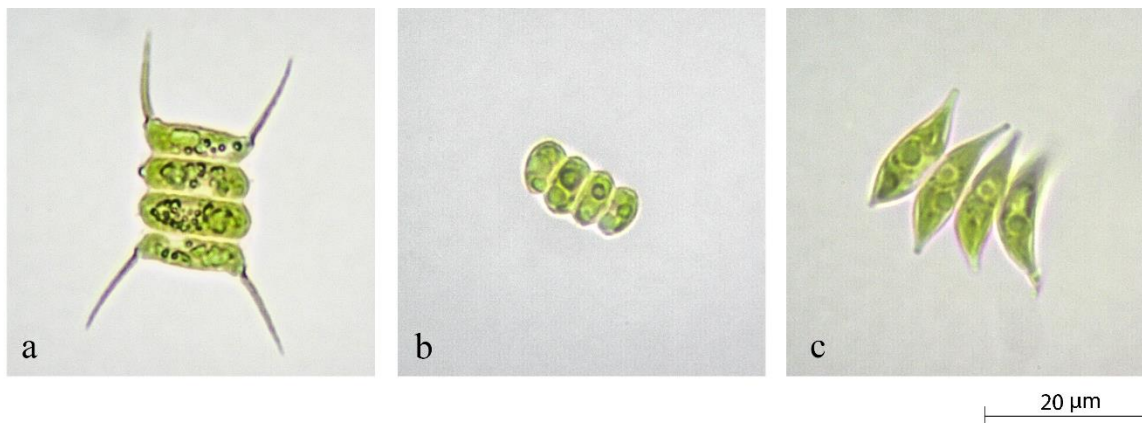
Podrod *Scenedesmus* tvorí cenóbia s oválnymi až guľovitými bunkami bez ostňov, výbežku, brv a iných derivátov bunkovej steny (Obr. 2). Bunky v cenóbiách môžu byť bunky usporiadané v dvoch radách a vždy hladké (Kaštanovský a Hauer 2018). Často sa vyskytujú v 4- bunkových cenóbiách, ale môžu sa vyskytovať aj samostatne bez cenóbia. Ak je cenóbium prítomné, môže sa okolo neho objaviť aj mucinózny obal. Okrem obalu sa môžu vyskytovať aj granulovité útvary (viditeľné aj svetelným mikroskopom) na bunkovej stene, ktorých pôvod sa však v bunkovej stene nezakladá, a doteraz nie je presne známy (Hegewald 1997). Podrod *Scenedesmus* je pomerne málo druhovo bohatý, skladajúci sa z 45 druhov (Guiry M.D, Guiry, G.M. 2019).

1.1.2. Acutodesmus

Podrod *Acutodesmus* je geneticky veľmi príbuzný podrodu *Scenedesmus*, ktorý sa vyznačuje typickými špicatými bunkami (banánovitého tvaru, obr. 2). Môže sa ale vyskytovať aj elipsoidný, rovný alebo prehnutý so zaoblenými alebo utáťmi vrcholmi. Bunková stena je vždy hladká. Počet buniek v cenóbiu sa pohybuje od 4 až 8, môžu byť jednoradé, dvojradé alebo aj priestorovo usporiadané (Kaštanovský, Hauer 2018). Cenóbia neobklopuje žiadny mucinózny obal, ani u nich neboli pozorované žiadne granulovité útvary (Hegewald 1997). Je to veľmi malá skupina, skladajúca aktuálne zo 17 druhov (Guiry M.D, Guiry, G.M. 2019).

1.1.3. Desmodesmus

Podrod *Desmodesmus* je skupina s veľmi veľkým počtom druhov a veľmi pestrú morfológiou. Cenóbia sú tvorené najčastejšie 4 - 8 bunkami, nikdy však neboli zaznamenané bunky žijúce jednotlivo (Hegewald a Braband 2017). Cenóbia sú vždy lineárne, nikdy dvojradé (Kaštanovský a Hauer 2018). Bunková stena je tvorená 4 sporopoleninovými vrstvami. Tie vrstvy sa u podrodov *Acutodesmus* a *Scenedesmus* nevyskytujú. Cenóbia sa vyznačujú rôzne dlhými trňovitými výbežkami (Obr. 2) najčastejšie na okrajových bunkách (2 na jednej a 2 na druhej), ale môžu sa vyskytovať aj na bunkách vo vnútri cenóbia. Ostne nemusia byť však vždy prítomné. Okrem toho sa na okrajových, ale aj vnútorných bunkách môžu objaviť aj brvy a granulovité útvary podobné ako pri podrode *Scenedesmus*. Všetky tieto útvary sú dobre viditeľné aj pod svetelným mikroskopom (Hegewald 1997). Povrch bunkovej steny nie je hladký ako u predchádzajúcich dvoch podrodov, ale je tvorený veľkým množstvom rôznych útvarov, z ktorých väčšina je viditeľná len pomocou elektrónového mikroskopu. Medzi tieto útvary patria bradavičnaté útvary (angličtina: warts), štetiny (bristle), rebrá (ribs), siete a rozety (Komárek a Fott 1983). Podrobnejšie informácie o týchto útvaroch sú v ďalšej kapitole.



Obr. 2: Morfológické rozdiely medzi podrodmi (a. *Desmodesmus*, b. *Scenedesmus*, c. *Acutodesmus*)

2. Ekológia riasy *Scenedesmus*

Scenedesmus sa vyskytuje len v sladkých stojacích alebo pomaly tečúcich vodách (ako sú rybníky, pomalé ramená riek, meandre, pomaly tečúce potoky), v teplých oblastiach, bohatších na živiny a slnečný svit, hlavne v mesotrofických alebo oligo-mesotrofických vodách. *Scenedesmus* je fotosyntetická riasa a patrí medzi významné primárne producenty v rámci fytoplanktónu. Môžeme ho nájsť aj v znečistených vodách organickým odpadom, je preto dobrým indikátorom znečistenia životného prostredia (Phinyo, Pekkoh, Peerapornpisal et al. 2017). Bolo dokázané, že riasa *Scenedesmus* znižuje hladinu dusíka a fosforu, čo sú hlavné dva prvky, ktoré spôsobujú eutrofizáciu vôd (Li et al. 2010).

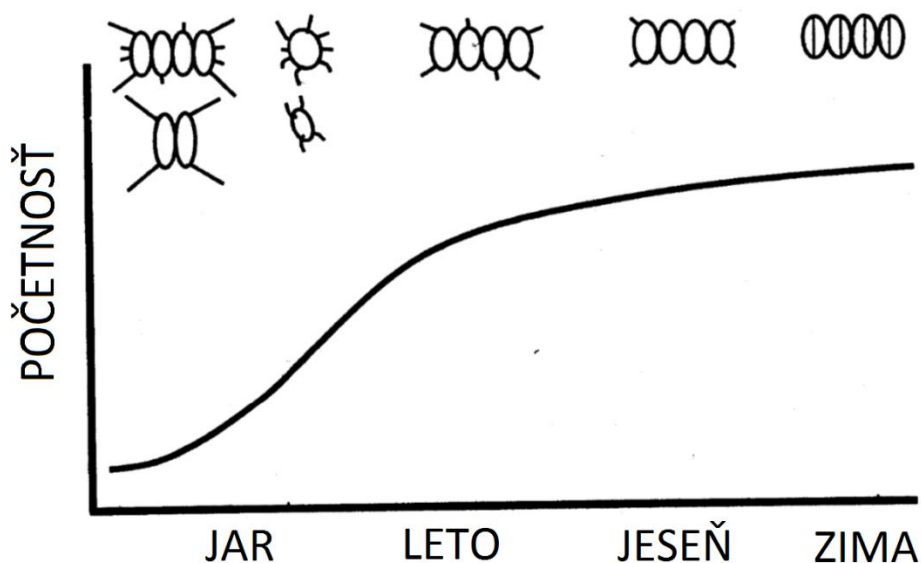
Scenedesmus sa vyznačuje veľkou fenotypickou plasticitou, ktorú ovplyvňuje hlavne prostredie a jeho nutričné hodnoty, teplota, svetelná intenzita a predátory (Lurling a Van Donk 1999). Jeden z najčastejších príkladov fenotypickej plasticity u riasy *Scenedesmus* je cyklomorfizmus. Cyklomorfizmus Lauterborn, (1904) je definícia pre cyklické alebo sezónne zmeny morfológie organizmov. Zmeny môžu byť menšie, slabo pozorovateľné alebo až dramatické vo veľkosti organizmov. Po prvýkrát túto vlastnosť zaznamenal Zacharias (1894), ktorý sledoval dočasné morfológické variety *Daphnia* sp. Müller (1785). V literatúre sa pod súčasným názvom objavuje o 10 rokov neskôr, po tomto objave (Black a Slobodkin 1987).

Jednou z hlavných závislostí, ktoré ovplyvňujú fenotyp riasy *Scenedesmus*, je teplota a intenzita slnečného žiarenia. Pri nízkej intenzite slnečného žiarenia, teplote a dostatku živín v prostredí sa cenóbia zväčšujú, naopak pri vysokej intenzite žiarenia, teplote a živín sa produkujú menšie cenóbia o počte buniek a niekedy sa vyskytujú aj samotné bunky (Lurling a Van Donk 1999).

Fenotypová plasticitu ovplyvňuje aj predácia. Mnohé štúdie o ekosystémoch v sladkých vodách sa zameriavali na chemické podnety zo strany predátorov (Brönmark a Hansson 2005). Vodné organizmy v prítomnosti týchto látok dokážu modifikovať svoju stavbu tela (zväčšenie tela, predĺženie

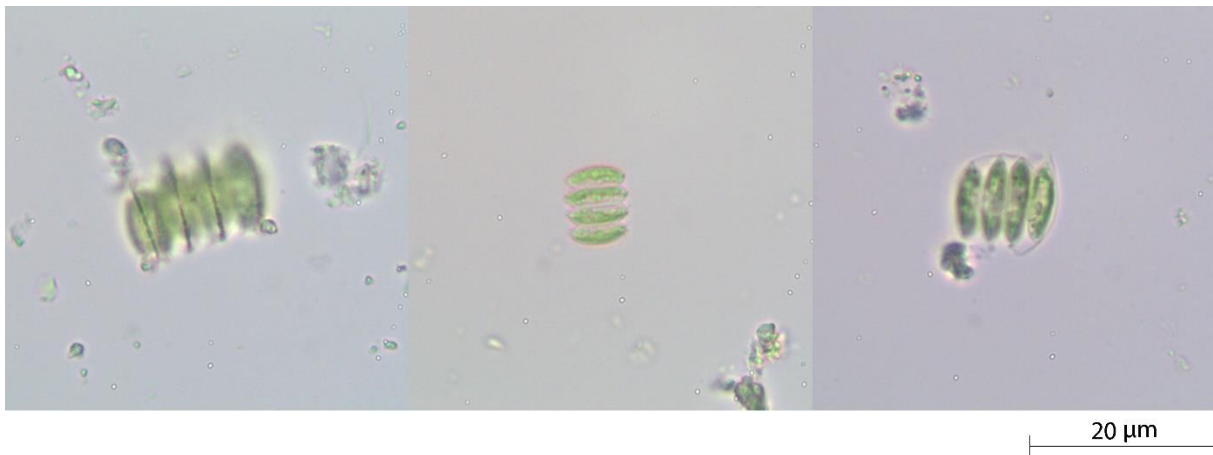
výbežku, tvarová rôznorodosť), ktorými si zvýšia antipredačné schopnosti. *Scenedesmus* podobne ako množstvo iných producentov, dokážu vnímať prítomnosť herbivorov, ako je napríklad *Daphnia* sp. a reagovať zväčšením kolónií, počtom buniek v cenóbiu, počtom trňov alebo zväčšením hrúbky bunkovej steny. (Lurling, De Lange a Van Donk 1997) testovali fenotypovu plasticitu riasy *Scenedesmus*, v prítomnosti *Daphnia* sp. *Scenedesmus* pri styku s chemickými látkami, ktoré *Daphnia* uvoľňovala do prostredia, zvýšili počet buniek v cenóbiách, čím zväčšil svoj objem. Vnem týchto chemických podnetov nie je jednorazový, *Scenedesmus* neustále vníma hladinu chemických látok a podľa toho upravuje svoju morfológiu. Pri znížení chemických podnetov na minimum sa tvar cenóbií vrátil do normálu.

Cyklomorfizmus sa prejavuje u riasy *Scenedesmus* aj počas ročných období (Obr. 3). Na konci zimného obdobia sa z dormatívnych buniek vytvárajú bicelulárne a tetracelulárne cenóbia s veľkými trmni, ktoré napomáhajú vznášať sa vo vode, pomocou slabých vodných prúdov. Jednotlivé cenóbia sa tak dostávajú bližšie k hladine, kde je intenzívnejšie slnečné žiarenie (Morales, Trainor 1997). Neskôr, keď je vo vodnom prostredí veľké množstvo živím a málo predátorov (grazers), sa už existujúce cenóbia rozdelia na jednotlivé bunky často s veľkými trňmi. Jednotlivé bunky však neboli doposiaľ pozorované v prírode len v umelých kultúrach v laboratóriách (Trainor 1996). Na prelome jari a leta, kedy denná teplota a intenzita začne narastať, sa zvyšujú taktiež populácie predátorov. Predátory začnú do okolia vysielat' chemické signály, ktoré iniciujú tvorbu cenóbií s väčším počtom buniek, približne 8 až 16 (Lurling a Van Donk 1999). Preto má riasa *Scenedesmus* počas letných mesiacov najväčšiu morfológickú variabilitu. Príchodom jesene, kedy sa denná teplota začne opäť znižovať, sa zníži aj aktíva predátorov, a tým aj počet buniek v cenóbiu. Na konci jesene sa začnú tvoriť beztrňové cenóbiá, ktoré ľahšie sedimentujú na dno do bentosu, kde prečkajú dormáciu (Obr. 3).



Obr. 3: Schéma tvaru cenóbia počas ročných období (Morales a Trainor 1997)

Tento druh cenóbia bol ľahko rozoznateľný aj v mojom vlastnom pozorovaní na začiatku novembra (Obr. 4). Metabolická reaktivácia dormatívnych buniek nastáva na začiatku jari, ako bolo už spomenuté na začiatku (Morales, Trainor 1997).



Obr. 4: Jesenné cenóbiá (Pozorované v rybníkoch Prejta 4. 11. 2018)

Ďalším aspektom pri formovaní ekomorfov riasy *Scenedesmus* je tvorba trňov. Ako už bolo spomenuté, ostne alebo trňovité výbežky slúžia bunkám a cenóbiám pri získavaní živín z prostredia. Okrem toho im napomáhajú zväčšovať svoju plochu, a môžu tak pre seba zaberať omnoho väčší priestor, čo im dodáva istú konkurenčnú výhodu. Trne im zvyšujú aj antipredačné schopnosti, pretože cenóbiu s veľkými trňami je ťažšie konzumovať pre predátorov. Pozícia trňov je zvyčajne na okrajoch koncových buniek a najčastejšie sú dve na každej z koncových buniek. Výnimkou sú však druhy ako *Scenedesmus subspicatus* alebo *Scenedesmus armatus*, ktoré majú stále viac než dva trne na koncových bunkách, tie sa môžu nachádzať aj na vnútorných bunkách. Každá bunka v cenóbiu má signály, ktoré zabezpečujú tvorbu trňov, ale pri zhlukovaní do cenóbia sú signály vo vnútorných bunkách deaktivované. Avšak aj u iných druhov, ako je *S. subspicatus* a *armatus*, môžu byť pozorované trne aj na vnútorných bunkách. Deje sa to hlavne pri nízkych teplotách (Morales a Trainor 1997).

3. História a vývoj taxonómie

Prvýkrát bola riasa *Scenedesmus* Turpin (1828), identifikovaná ako malá kokálna riasa, ktorá sa združuje do malých kolónií, a zaradil ju do čeľade *Diatomophyceae*. Táto čeľaď bola charakterizovaná ako skupina jednobunkových organizmov, tvoriacich početné kolónie. Dnes sa väčšina jej členov zaraduje do čeľade *Bacillariophyceae* alebo rozsievky. O rok neskôr po jeho prvom popise, ustanovil Meyen (1829) rod *Scenedesmus*, ktorý je platný a uznávaný dodnes (Pôvodné ilustrácie pozri v prílohe). Prvé druhy, ktoré Meyen popísal, boli *S. longus*, *S. magnus*, *S. obtusus*, *S. acutus*, *S. meneghini*, z ktorých niektoré sú dodnes platné (Morales, Trainor 1997). Z čeľade *Diatomophyceae*, bol premiestnený do čeľade *Desmidiaceae* Ehrenbergerom (1834) a následne ho Nägeli (1849) zaradil do

čeláde *Hydrodictyaceae* a do radu *Chlorococcales*. V tomto rade sa *Scenedesmus* nachádza dodnes. Poslednú a finálnu taxonomickú zmenu na úrovni čeladi spravil Oltsmanns (1904), kedy pre rod *Scenedesmus* vytvoril dodnes uznávanú čeľaď *Scenedesmiaceae*. Počas 20. storočia bolo popísaných približne 1300 druhov a variet, najvýznamnejšie objavy uskutočnili Smith (1916), Chodat (1926), Kiriakov (1977), Komárek a Fott (1983), An et al. (1989) Hegewald, 1997).

Komárek a Fott (1983), An et al. (1989) ako prví využili pri pozorovaní aj elektrónovú mikroskopiu, čo otvorilo cestu objavu nových taxonomicky dôležitých znakov (pozri v predchádzajúcej kapitole). Približne 330 dodnes platných druhov katalogizovali Hegewald a Silva (1988). Množstvo týchto znakov získaných pomocou elektrónovej, ale aj svetelnej mikroskopie sa ukázalo ako taxonomicky nepodstatných. Pomocou monokultúrneho pestovania riasy *Scenedesmus*, sa zistilo, že všetky tieto znaky sú len prejavom silnej fenotypickej plasticity, a preto pomocou týchto znakov nemožno určiť samostatný druh. Preto sa posledné dve desaťročia rod *Scenedesmus* podrobuje mnohým molekulárnym analýzám, ktoré jediné majú signifikantný výsledok pre ich taxonómiu. Hlavné analýzy regiónu ITS, ktorej je venovaná nasledujúca kapitola (Trainor 1998).

4. Analýza ITS úseku (internal transcribe spacer) DNA rodu *Scenedesmus*

Internal transcribe spacer (ITS) je malý nekódujúci úsek DNA (exon), ktorý sa u baktérií nachádza medzi malou podjednotkou 18S rRNA a veľkou podjednotkou 23S rRNA. V genóme eukaryotických organizmov sa vyskytujú tieto úseky dva, jeden medzi 18S a 5.8S (ITS1), druhý medzi 5.8S a 28S rRNA (ITS2) (Bena et al. 1998). ITS sa využíva ako genetický marker pri analýze genómu jedinca na úrovni druhu a rodu, pretože zachováva podobné genetické sekvencie medzi jednotlivými druhmi a rodmi. Sekvencovanie ITS je veľmi jednoduché, pretože obsahuje približne 800 bp (Song et al. 2012). ITS sa nedá však vyžívať pri analýze vyšších taxónov než rad, pretože v genóme eukaryot sa nachádzajú tisíce kopí a každý ITS úsek obsahuje iné sekvencie, ale pri analýze sa pozoruje len jedna ITS, čo by tak viedlo k chybným záverom (Song et al. 2012).

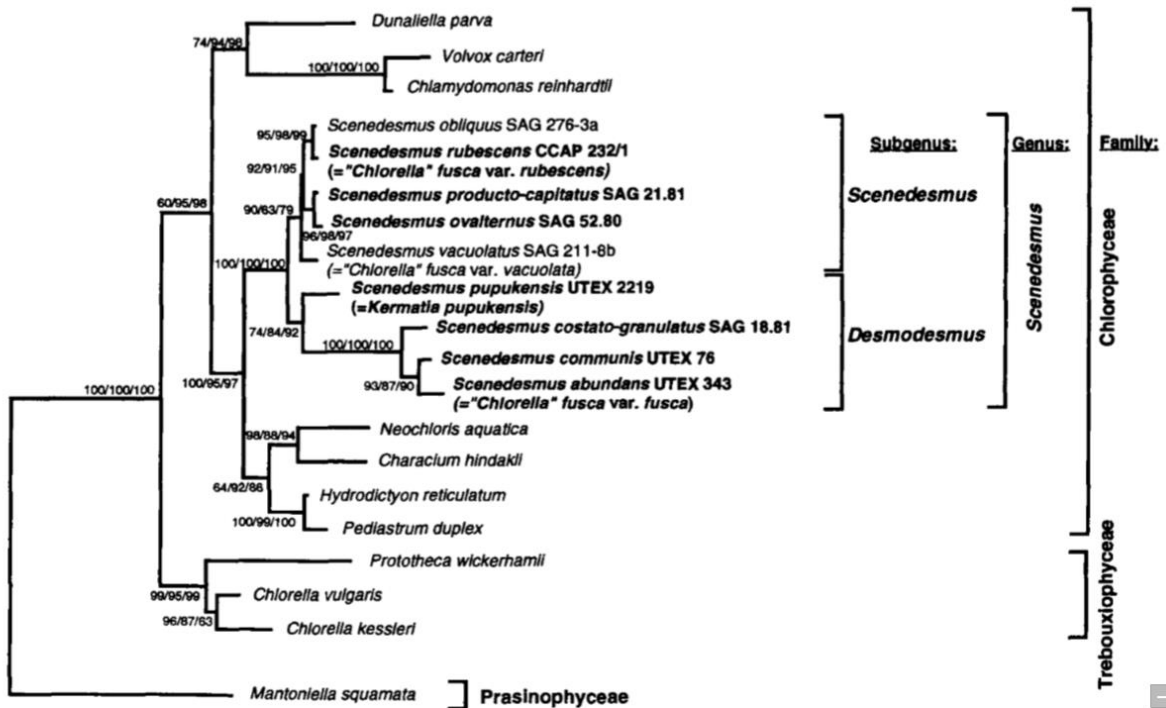
Od prvého objavu a prvého popisu zelenej riasy *Scenedesmus* sp. bolo morfológicky popísaných približne 1300 rozličných foriem (Komárek a Fott 1983), ale vďaka jeho veľkej variabilite sa domnievalo, že len 130 sa môže považovať za samostatný druh (Kessler et al. 1997). Bolo preto nutné podrobiť rod *Scenedesmus*, modernej molekulárnej analýze.

Prvýkrát rod *Scenedesmus* podrobil molekulárnej analýze Kessler et al. (1997), kedy pozoroval malú podjednotku 18S rRNA. Vo výsledkoch práce zistil, že podrod *Desmodesmus*, ktorý sa vyznačuje rôznymi ornamentami na bunkovej stene (výrastky, brvy a pod.), je fylogeneticky menej príbuzný druhým dvom podrodmi, a to *Scenedesmus* a *Acutodesmus*, ktoré tieto ornamenty postrádajú, a preto sú si geneticky dosť podobné. Autor preto navrhuje, aby sa nepoužívali v taxonómii dva rozličné podrody,

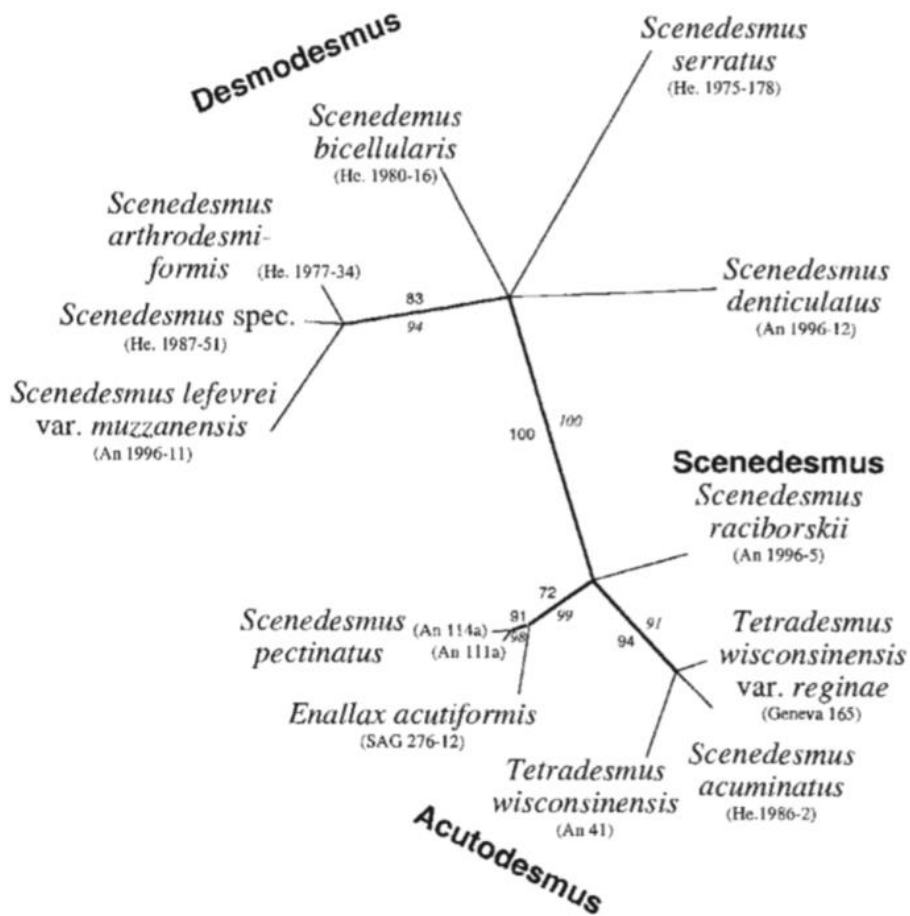
ale družili sa na jeden stály, a to podrod *Scenedesmus*. *Desmodesmus* tým získal status druhovo najbohatšieho podrodu rodu *Scenedesmus*. O dva roky neskôr sa touto tematikou zaoberali aj (An, Friedl a Hegewald 1999), ktorí ale analyzovali už celý ITS segment a nielen malý úsek 18 S rRNA. Autori poukazovali na to, že úsek 18S rRNA je veľmi konzervatívny a nachádza sa v ňom málo bázových substitúcií v DNA rias (Kessler et al. 1997). Rozhodli sa preto analyzovať segment ITS, ktorý je viac variabilnejší. Výsledok tejto práce len potvrdil prechádzajúcu prácu (Kessler et al. 1997), a to ponechať podrod *Scenedesmus* a *Desmodesmus* naďalej rozdelený (Obr. 6).

Výskum, ktorý Kessler (1997) uskutočnil, priniesol nové poznatky do taxonómie, a vysvetlil mnohé nedostatky, ako napríklad vzťah podrodov *Scenedesmus* a *Desmodesmus*. *Desmodesmus* je pravdepodobne najmladší a oddelený od podrodu *Scenedesmus* (Obr. 5). Pravdepodobným predkom tohto podrodu je *Scenedesmus pupukensis*, pôvodne popísaný ako *Kermatia pupukensis* (Kalina & Punčochařová 1987). Analýza, ktorú spravil Kessler (1997) však dokázala, že *K. pupukensis* patrí k *Scenedesmus*, a od nej sa následne odvodili všetky línie podrodu *Desmodesmus*. Neskôr bol však vyzdvihnutý na úroveň rodu aj *Acutodesmus* ako polyfyletický taxón, ktorý bol akceptovaný aj Hegewald et al. (2010). Jednotlivé vývojové línie rodu *Acutodesmus* sú od seba dosť vzdialené, napríklad *Acutodesmus obliquus*, patrí do väčšej vývojovej línie *Acutodesmus*, ale *Acutodesmus regularis* je viac príbuzný bežnému rodu *Scenedesmus*, preto sa nemôže považovať za monofyletický taxón (Hegewald a Wolf 2003).

Ďalším dôležitým problémom je zakorenenie druhov patriacich do podrodu *Desmodesmus*. Touto problematikou sa zaoberali (Varnomelingen et al. 2007), ktorí sa snažili zistiť, aká je genetická vzdialenosť medzi *Desmodesmus costato-granulatus*, *D. elegans*, *D. ultrasquamata*, *D. regularis* a ďalšími, čo sú malé približne 12 μm , bez ostňov a s veľmi podobnou morfológiou podrodu *Scenedesmus* a ostatnými druhmi podrodu *Desmodesmus*. Ďalej sa snažili zistiť, či variabilita v sekvencii ITS2 pozitívne koreluje s morfológiou znakov na ich bukovej stene. Analýza ITS2 ukázala to, že tento genetický úsek je veľmi variabilný, ale z morfológického hľadiska sú tieto druhy veľmi uniformné. Na druhej strane variabilita ITS2 regiónu, u ostatných druhov podrodu *Desmodesmus*, je veľmi nízka a naopak ich morfológická variabilita je veľmi vysoká (veľkosť bunky od 10 – 200 μm , bunky bez ostňov / s ostňami), čo nám indikuje, že variabilita regiónu ITS2, skoro vôbec nekoreluje s morfológiou. Analýza ITS regiónu je preto v štúdiu taxonómie zelených rias veľmi dôležitá, pretože vysoká fenotypová plasticita, a negatívna korelácia medzi morfológiou a genetickou stránkou, spôsobuje chybné závery aj u rôznych iných druhov zelených rias. (Coleman 2001, Krienitz et al. 2001, 2004, Denboah et al. 2003, Gontcharov and Melkonian 2005, Luo et al. 2005, Fawley et al. 2006, sek. cit. (Varnomelingen et al. 2007)).



Obr. 5: Fylogenetický strom podľa Kessler 1997.



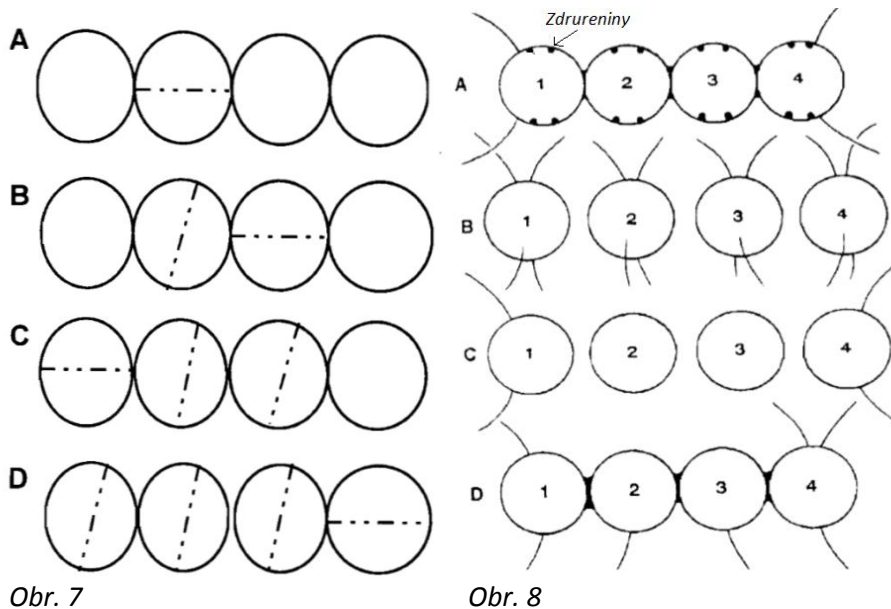
Obr. 6: Fylogenetický strom podľa An 1999.

5. Rozmnožovanie

Zelené riasy sa môžu rozmnožovať pohlavne, ale najčastejšie nepohlavne, ktoré je energeticky menej náročné a rýchlejšie. Podobnej je to aj u rodu *Scenedesmus*.

5.1. Nepohlavné rozmnožovanie

Nepohlavné rozmnožovanie je najbežnejší typ rozmnožovania riasy *Scenedesmus*. Rozmnožujú sa pomocou autospór, ktoré sa po oddelení z materskej bunky môžu vyskytovať samostatne, čo je veľmi ojedinelé, alebo vytvárajú autokolónu (cenóbiu). Autospóry vznikajú v dvoch po sebe nasledujúcich deleniach materskej bunky. Pri delení materskej bunky sa protoplast delí pozdĺžne na os cenóbia a následne krátko po tomto delení sa polohy jednotlivých protoplastov otočia tak, že rovina rozdelenia je kolmá na os cenóbia (Obr. 7). Ako prvé sa často delia vnútorné bunky cenóbia, ale menej často boli zaznamenané aj vonkajšie bunky. (Trainor and Rowland 1968). Z každej bunky v cenóbiu môžu vzniknúť až 4 nové autospóry (Obr. 9). Počas tvorby mladých autospór sa vnútorná

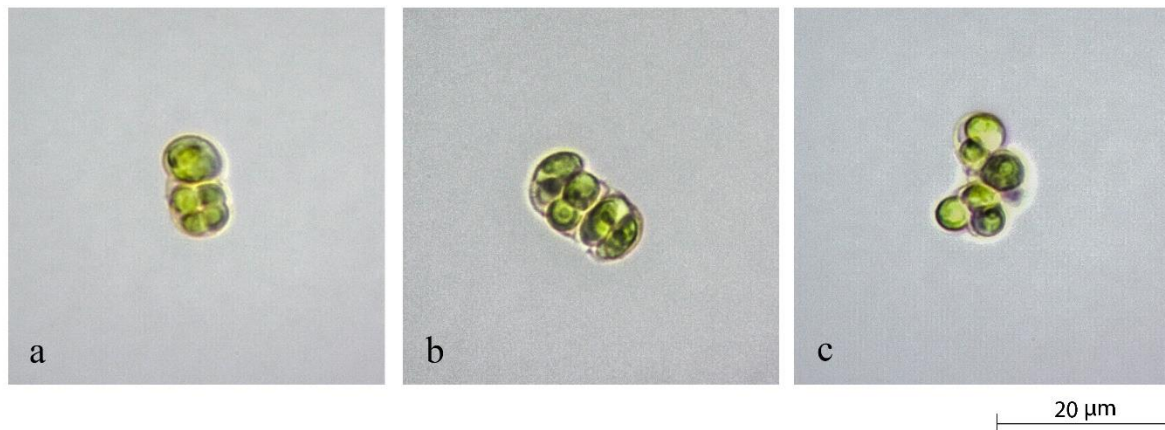


Obr. 7 (vľavo): Plán delenia buniek (A zobrazuje situáciu, kedy sa prvá bunka rozdelí pozdĺžne na os cenóbia a následne sa poloha roviny rozdelenia protoplastov otočila kolmo na os cenóbia a začína sa deliť ďalšia materská bunka, čo je zobrazené v časti B. V situáciách C a D sa postupne delia ďalšie bunky až pokiaľ nebudú rozdelené všetky materské bunky v cenóbiu, (Trainor 1996)).

Obr. 8 (vpravo): Tvorba nových cenóbií (Trainor 1996)

celulózová vrstva materskej bunky začne rozkladať, čím sa vytvorí väčší priestor pre spóry. Rozložené komponenty z materskej steny sú následne využívané pre novú bunkovú stenu spór. Spóry obsahujú sporopoleninovú vrstvu, ktorá ich chráni pred účinkami enzýmov, štiepiacich vrstvu materskej bunkovej steny. Spóry sa dostávajú von z materskej bunky pretrhnutím vonkajšej vrstvy bunkovej steny (Trainor 1996). Po dokončení reprodukcií tak zostávajú len prázdne materské cenóbia, tvorené len vonkajšou

vrstvou bunkovej steny (pozri príloha 3), na ktorej sa však dajú dobre pozorovať charakteristické znaky (pozri kapitolu charakteristika *Scenedesmus*).



Obr. 9: Nepohlavné rozmnožovanie (a. Rozdelenie materskej bunky na 4 autospóry, b. Rozrušenie bunkovej steny materskej bunky, c. Formovanie cenóbia)

Akonáhle sa autospóry dostanú von z materskej bunky, tak sa začnú organizovať do cenóbia (Obr. 9). Možností, ako môžu byť cenóbia usporiadané je mnoho (pozri kapitolu ekológia), je náhodné a vôbec nezávisí od druhu. Autospóry sú vždy bez ostňov, tie sa začnú tvoriť až pri organizácii cenóbia (Swale 1967). Či sa v cenóbiu budú vôbec vyskytovať ostne alebo iné znaky, je v prvom rade ovplyvnené hlavne geneticky (podrod *Scenedesmus* a *Acutodesmus*, nemajú ostne vôbec). U druhov, ktorých genotyp obsahuje ostne, je ich prítomnosť a početnosť ovplyvnený organizáciou cenóbia. Jedna bunka produkuje najčastejšie 4 ostne (u niektorých druhov môže byť viac) a ich pozícia na bunke nie je náhodná alebo vopred daná. Miesto umiestnenia ostňov je charakteristické malým opuchom alebo zdureninou na póloch bunky (Obr. 8). Aby tieto miesta začali tvoriť ostne, musia byť chemicky aktivované. Typické cenóbium podrodu *Desmodesmus* má dva ostne na vonkajších bunkách a vnútorné bunky ostne netvoria (len zriedka), pretože tvorba ostňov u nich nie je aktivovaná. Proces, čo tieto miesta deaktivuje, je práve cementovanie buniek do cenóbia. Podľa Trainor (1996) môžu existovať 4 rôzne formy výskytu ostňov (Obr. 8). Možnosť A je typickým príkladom, kde v bunkách 1 a 4 je aktivovaná tvorba ostňov a v 2 a 3 je neaktívna. Ak sa bunky po delení nespoja do cenóbia, ale každá bunka žije jednotlivo (čo sa deje hlavne na jar), nastane možnosť B, kedy sú aktivované na každej bunke všetky 4 miesta. Ak sa pri spájaní buniek do cenóbia vytváralo natoľko malé množstvo cementovej látky, že dôjde k rozpadnutiu cenóbia, môže nastať možnosť C, kedy by vznikli 2 samostatné bunky bez ostňov a 2 bunky len 2 ostňami. Táto možnosť je však veľmi nepravdepodobná. Možnosť D by mohla nastať pri delení za nižšej teploty než 25 °C, čo by nie úplne potlačilo tvorbu ostňov. Táto možnosť najčastejšie nastáva v jarných a chladných mesiacoch.

Trainor (1996) uvádza, že tvorba ostňov je pravdepodobne spôsobená nevyužitým množstvom látok, ktoré mali slúžiť na produkciu cementovej hmoty, na spojenie cenóbia, a preto ich radšej vložili do tvorby ostňov.

Rýchlosť a kvalita produkcie nových cenóbií je limitovaná potrebným zdrojom svetla. Nové dcérino autocenóbium neustále narastá až do uvoľnenia vlastných dcériných cenóbií. Táto fáza života je podmienená dostatočným zdrojom svetla. Ďalšia fáza je samotná reprodukcia, kedy sa uvoľňujú dcérine cenóbiá, a tento proces sa zaobíde aj bez zdroja svetla. Ak reprodukčná fáza nastane počas permanentného zdroja svetla (najčastejšie v laboratóriách), tieto dve životné fázy prebiehajú súčasne a materské cenóbium tak stále narastá, čo umožní aj rast dcériných buniek vo vnútri, a výsledné dcérino cenóbium bude väčšie. Ak táto fáza nastane v tme, tak dcérine bunky rastú len vďaka naťahovaniu materskej membrány (Komárek a Simmer 1965)

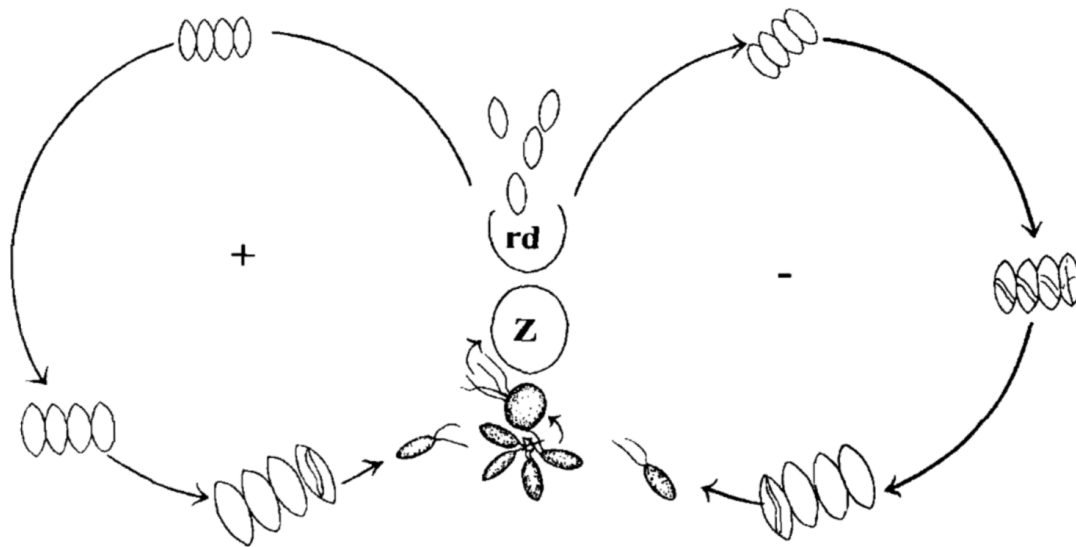
5.2. Pohlavné rozmnožovanie

Pohlavné rozmnožovanie u rodu *Scenedesmus* zaznamenal Trainor (1963), čo je viac ako 100 rokov neskôr od jeho prvého popisu. Je len veľmi málo zaznamenaných pozorovaní pohlavného rozmnožovanie riasy *Scenedesmus*, pretože množstvo pokusov zlyhalo pri tvorbe správnych podmienok pre vznik gamét, a preto je málo dostupnej literatúry, zaoberajúcej ich pohlavným rozmnožovaním (Trainor 1996)

Podmienky pre úspešnú tvorbu gamét sú nízka teplota, nízka koncentrácia dusíka a nízka nutričná výdatnosť prostredia. Teplota ovplyvňuje štart gamentogenézy aj počet gamét vzniknutých pri gamentogenéze. Najoptimálnejšia teplota sa pohybuje okolo 15 °C, a pri 30 °C a viac už gametogenéza neprebehne. Vysoký obsah dusíka dokáže gametogenézu inhibovať aj pri nízkej koncentrácii dusíkatých látok hlavne NaNO₃, sa pohlavné bunky prestanú tvoriť. Ostatné živiny ako napríklad fosfáty, gametogenézu vôbec neovplyvňujú. Ďalším dôležitým faktorom, ktorý ovplyvňuje pohlavné rozmnožovanie, je svetelná intenzita. Najproduktívnejšie tvorba pohlavných buniek je pri najsilnejšej intenzite svetla, pretože gametogenéza je energeticky veľmi náročný proces (Cain a Trainor 1976).

Scenedesmus pri pohlavnom rozmnožovaní tvorí izogaméty, čo sú gaméty rovnakého tvaru aj veľkosti, deliace sa podľa svojich fyziologických vlastností a označujúce sa znamienkami + a – (Obr. č. 10). Okrem toho gaméty majú dva bičíky, jeden chloroplast a chýba im bunková stena. Po uvoľnení gamét z materskej bunky (presný počet gamét v jednej bunke nie je zatiaľ známy), sa spájajú bičíkmi do zhluku a po chvíli splynú dohromady a vytvoria zygotu so 4 bičíkmi. Zygota je pohyblivá zopár hodín a následne narastie a zmení sa na veľkú guľovitú zygotu obsahujúcu bunkovú stenu (gaméty ju nemali) (Trainor Burg 1965a). Po prekonaní niekoľkých mitotických a meiotických delení sa zo zygoty uvoľní 32 – 64 mladých jednobunňových jedincov. Po pohlavnom delení nikdy z mladých jedincov nevzniká cenóbium. Po prvýkrát boli pohlavné bunky riasy *Scenedesmus obliquus* mimo laboratória zaznamenané Lukavským (1991). Kultúra, v ktorej objavil dané zoospóry bola poškodená

a pozorovanie nebolo možné zopakovať. Trainor (1996) spochybňuje tvrdenie



Obr. 10: Pohlavné rozmnožovanie (Z znázorňuje zygotu, RD znázorňuje uvoľnenie jednobunkových jedincov po prekonaní meiozy (Trainor 1996)).

Lukavského pre nedodatočné množstvo dôkazov. Domnieva sa, že zoospóry nemuseli patriť práve rias *Scenedesmus obliquus*.

6. Prvé fosílné záznamy

Najstaršie datovaný fosílny nález rias, fylogeneticky podobný rias *Scenedesmus*, je z obdobia spodnej kriedy. Nález pochádza z oblasti Wealden Clay v južnom Anglicku, ktorá sa tiahne od juhu Londýna až po južné pobrežie Anglicka. Táto oblasť je stratifikovaná do viacerých sedimentačných pásiem, kde prevláda hlavne hlina, ktoré siahajú až do konca jury. Wealden Clay je lužná oblasť s množstvom vodných tokov, s miernym podnebím (Radley 1999).

Batten et al. (1988) robili vo Wealden Clay rozbor mikroflóry a mikrofauny z obdobia kriedy. Podľa získaných vzoriek organizmov touto oblasťou viedla v minulosti sladká voda s nízkou salinitou. Medzi taxóny, ktoré sa našli, patrili najmä panciernatky (*Pyrophyta*) a zelené riasy (*Chlorophyta*). Zo spomínaných zelených rias prevládali hlavne kokálne typy, medzi ktoré patrí aj *Scenedesmus*. Na základe týchto nazbieraných údajov Batten et al. (1988) popísal dva nové druhy, a to *S. bifidus*, a *S. costatus*. Okrem týchto dvoch druhov autor popísal aj podobný druh súčasne žijúcemu druhu *S. acuminatus*.

Objavený *S. acuminatus* sa veľmi podobal súčasne žijúcemu druhu. Jeho cenóbia sa skladá zo 4 – 8 buniek, ktoré boli spojené k sebe v strednej časti bunky.

Novopopísaný *S. bifidus* tvorí cenóbia s počtom 4 – 6 alebo viac buniek, lineárne usporiadaných. Od *S. acuminatus* sa však odlišuje výskytom rebrovitých útvarov na tenkej bunkovej stene (0,5 µm). V súčasnosti je mnoho popísaných druhov, ktoré majú tieto útvary na bunkovej stene, ale autor nedokázal nájsť zhodu ani s jedným z nich.

S. costatus na rozdiel od predchádzajúcich dvoch druhov, tvoril cenóbiá len z dvoch buniek, alebo sa bunky vyskytujú samostatne. Bunky sú nezvyčajne dlhé a úzke (40 × 5 – 6 µm) s tenkou bunkovou stenou, podobne ako u *S. bifidus* (Batten 1988).

Všetky tieto popísané druhy sú svojou morfológiou podobné hlavne podrodu *Scenedesmus*, pretože majú tenkú bunkovú stenu bez zložitých ornamentov, alebo skoro oválne až elipsovité bunky podobné podrodu *Acutodesmus*. Všetky žiadny zaznamenaný fosílny druh nemal trnovité cenóbiu, alebo dôkaz sporopoleninovej vrstvy ako podrod *Desmodesmus* (Hegewald 1997). Toto zistenie len potvrdzuje domnienku, že podrod *Desmodesmus* je najmladším podrodom v rode *Scenedesmus* (Kessler et al. 1997). Ale ako bolo spomenuté v predchádzajúcej kapitole, zakorenenie tohto podrodu je ešte stále nejasné.

7. Ornamenty na bunkovej stene

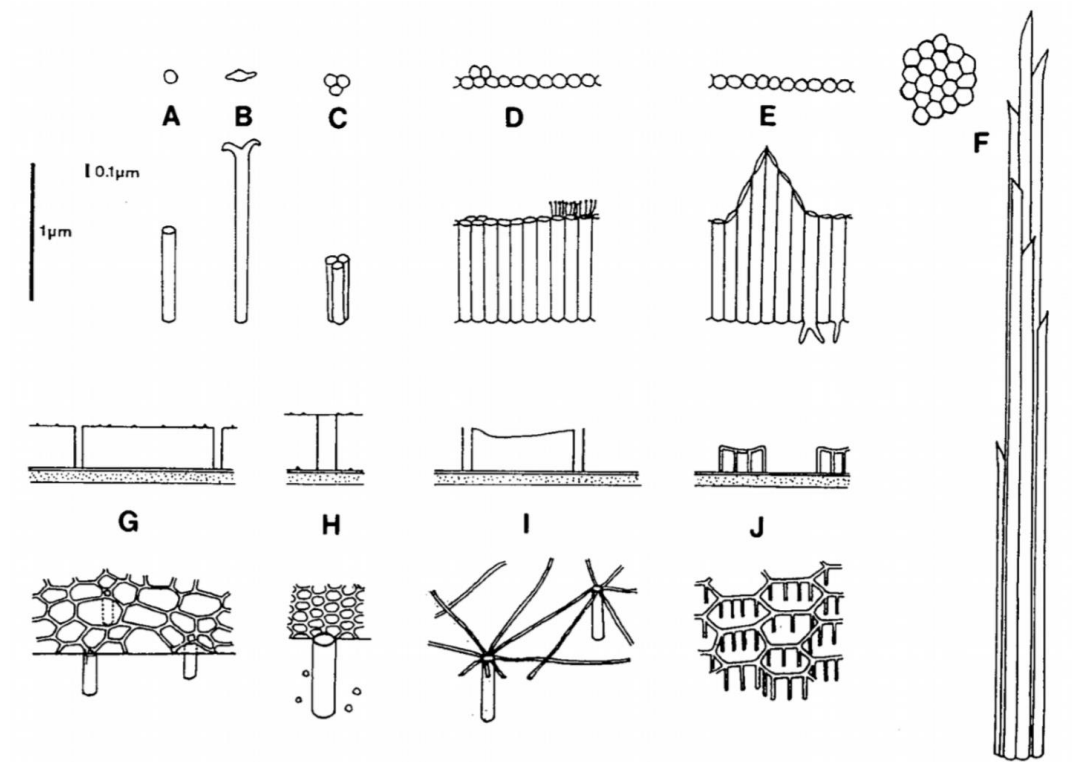
Objav týchto ultraštruktúr na bunkovej stene priniesol nové poznatky v taxonómii riasy *Scenedesmus*. Väčšina týchto štruktúr je viditeľná len pomocou elektrónového mikroskopu. Pred objavom samotnej elektrónovej mikroskopie sa rozlišovali jednotlivé druhy podľa pôvodnej klasifikácie, ktorú zaviedol Chodat (1926). Elektrónovou mikroskopiou sa zistilo, že spomínané ornamenty sa vyskytujú len u podrodu *Desmodesmus*, ktorý má zložitejšiu stavbu bunkovej steny ako podrod *Scenedesmus*, čo len utvrdzuje rozdelenie na tieto dva nezávislé podrody (Komárek a Fott 1983). Medzi taxonomicky najdôležitejšie ultraštruktúry patria siete, rozety a rebrá.

7.1. Rebrá (Ribs)

Rebrá (v anglickej terminológii Ribs) sú malé trubicovité útvary, ktoré sú umiestnené na povrchu bunkovej steny. Sú veľmi variabilného tvaru aj postavenia (Obr. 11). Môžu sa vyskytovať buď na riedko usporiadanej bunkovej stene alebo husto vedľa seba (Hegewald 1997). U niektorých jedincov nemusia byť všetky dobre vyvinuté alebo sa nemusia vyskytovať vôbec. Tieto útvary sú veľmi malé, ale môžu byť viditeľné aj pod svetelným mikroskopom, avšak nie vždy. To však neznamená, že ak ich nevidíme pod svetelným mikroskopom, že nie sú prítomné, častokrát sú viditeľné až pod elektrónovým mikroskopom. Ak sú viditeľné pod svetelným mikroskopom, tak sú pozorované ako malé brvy na koncových bunkách alebo tmavé čiary na vnútorných aj vonkajších bunkách (Komárek a Fott 1983).

7.2. Siete (Nets structure)

Siete (v anglickej terminológii nets), sú tvorené z filament upevnených na vonkajšom okraji vonkajšej vrstvy bunkovej steny. V tejto vrstve sa okrem filamentov nachádzajú aj trubicovité tvary (tube-like spacers), ktoré siahajú cez všetky štyri vrstvy bunkovej steny. V mieste týchto trubic sa filamente spájajú a vetvia. Štruktúra siete je veľmi charakteristická pre jednotlivé druhy (Obr. 11) a je veľmi dôležitý určovací znak. Rozdielne znaky v štruktúre týchto sietí sú hlavne veľkosti plochy medzi filamentmi (veľkosť oka siete). Veľkosť tejto plochy súvisí aj s usporiadanom trubic. Pri riedko usporiadaných trubicach bude štet tenká s veľkými plochami medzi filamentmi a naopak (Hegewald a Braband 2017). Tieto siete sú viditeľné len pod elektrónovým mikroskopom.

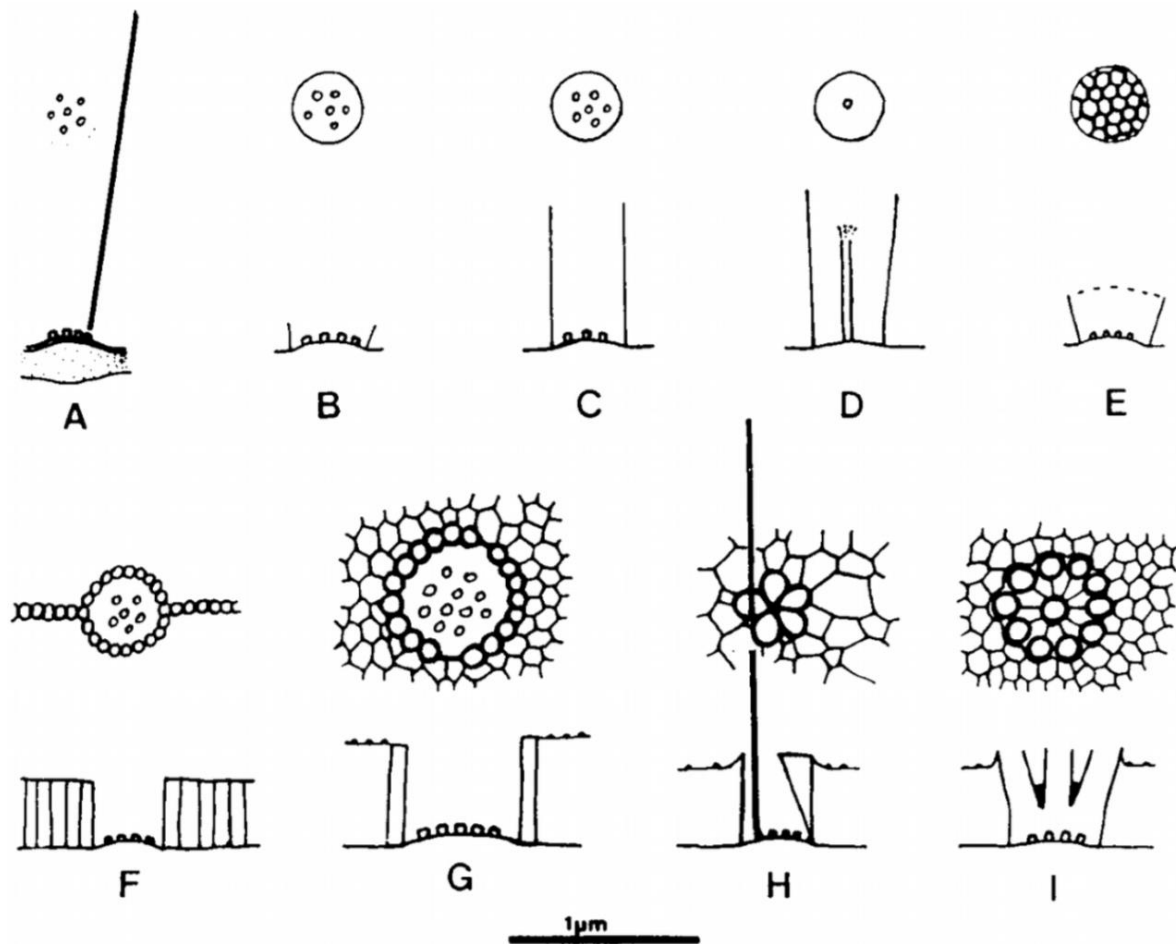


Obr. 11: Štruktúra rebier (ribs) a sietí (obrázky A-F znázorňujú stavbu rebier, horný rad je pohľad z hora a spodný rad je pohľad z boku, obrázky G-J znázorňujú štruktúru sietí, horný rad je pohľad z boku, spodný rad je trojrozmerný pohľad). (Hegewald 1997)

7.3. Rozety (Rosettes)

Rozety sú kruhové útvary na povrchu bunkovej steny. Rozety sú tvorené z jednej alebo viacerých kruhovitých rád trubic (podobné ako tube-like spacer), z ktorých vyrastajú štetiny (o štetinách pozri ďalej) (Hegewald a Braband 2017). Tieto trubice sú buď zarovno povrchu bunkovej steny alebo sú vnorené a ohraničené ďalšími trubicami (Obr. 12). Existuje množstvo tvarov, ktoré sú charakteristické pre daný druh, ale na ich tvare záleží aj veľkosť cenóbia. Veľkosť cenóbia pozitívne koreluje s veľkosťou rozeta. Rozety sú najčastejšie pozorovateľné pod elektrónovým mikroskopom

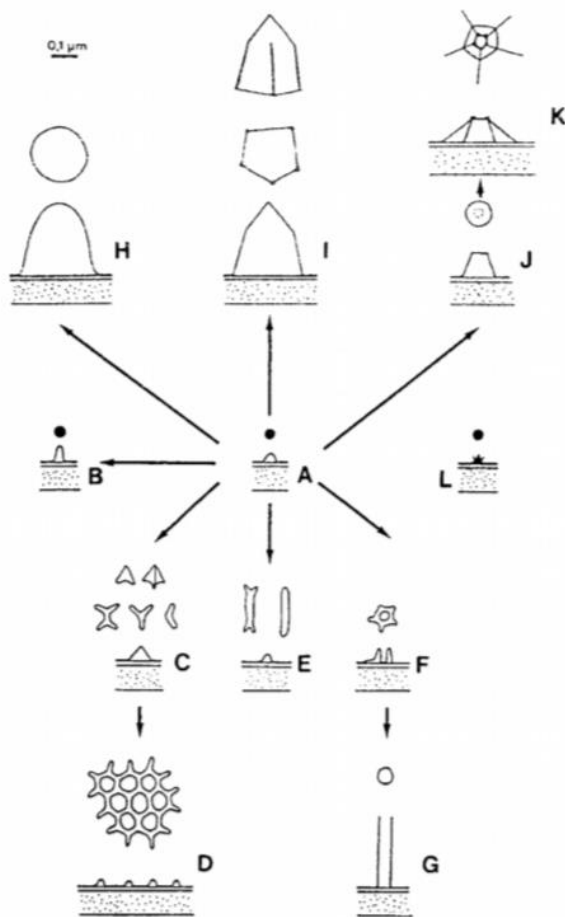
(Obr. 14), avšak niektoré veľké a výrazné rozety môžu byť vidieť aj zo svetelného mikroskopu (Hegewald 1997).



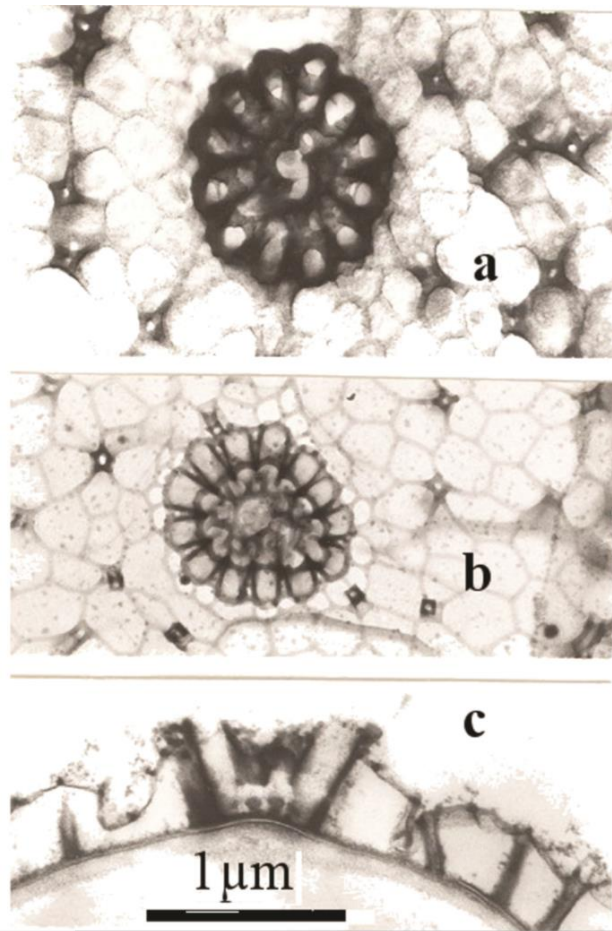
Obr. 12: Typy Rozet (A rozeta bez stien, čiara znázorňuje štet, B-D rozeta ohraničená jednoduchou stenou, E je rozeta prekrytá sieťou filamentov, F rozeta je obklopená trubicami, ktoré tvoria rebrá. G-I rozeta je vnorená a obklopená štvrtou vrstvou bunkovej steny) (Hegewald 1997).

7.4. Bradavičnaté útvary (Warts)

Bradavičnaté útvary (warts), sú rôznorodé útvary na bunkovej stene, ktoré sú dobre viditeľné aj pod svetelným mikroskopom. Sú viditeľné ako malé tmavé bodky granulovité útvary, siete alebo útvary podobné písmenu X alebo Y na povrchu bunkovej steny (Obr. 13)(Hegewald 1997).



Obr. 13



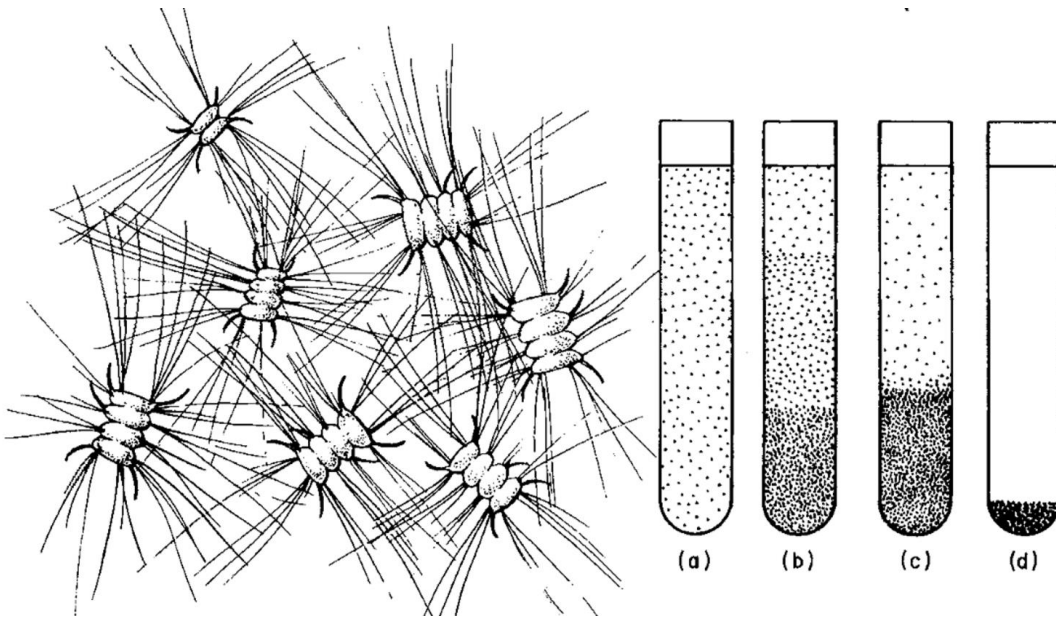
Obr. 14

Obr. 13 (vľavo): Typy tvarov bradavic (A znázorňuje jednoduchú iniciačnú bradavicu, z ktorej sa môžu vytvoriť typy B-L, spodný obrázok je pohľad z boku a horný obrázok je pohľad zhora) (Hegewald 1997).

Obr. 14 (vpravo): Obrázok rozety pod elektrónovým mikroskopom (a-b sú pohľady zhora, c je priečny rez rozetou) (Hegewald a Braband 2017).

7.5. Štetiny (Bristles)

Tieto štetiny (Bristles), ju veľmi dlhé, dosahujú dĺžky 100-120 μm , čo je približne 6- násobok dĺžky cenóbia (Obr. 15) Na jednom cenóbiu sa môže vyskytovať až 100 týchto štetov. Tieto slúžia na vznášanie sa cenóbia vo vode, a tým sa môže dostať bližšie k zdroju svetla a živín. Štetiny sa vyskytujú na cenóbiách len ojedinele, hlavne pri nedostatku živín v prostredí. Pri nedostatku živín stúpa konkurencia medzi jednotlivými organizmami a tie sú nútené sa presunúť inam. Trainor, Egan et al. 1998 sa vo svojej práci zamerali na prítomnosť štetov v kultúrach riasy *Scenedesmus*. Zistili, že prítomnosť štetiny nie je u všetkých kultúr rovnaká, ale záleží na veku danej kultúry. Mladé kolónie mali množstvo štetov, ktoré pevne držali, u starších kultúr boli štetý ľahko odstrániteľné pomocou vortexu alebo sa nevyskytovali vôbec (Trainor a Egan 1988).



Obr. 15: Štety (a mladá a uniformná kultúra, b-c postupná sedimentácia starších cenóbií, d- stará kultúra, štety odpadli zo všetkých cenóbií) (Trainor a Egan 1988).

METODIKA

1. Zber vzoriek:

Všetky vzorky boli zberané zo stálych stojatých vôd Slovenska a juhu Českej republiky. Vzorky boli najčastejšie zbierané v stojatých ramenách alebo pomaly tečúcich potokoch, na brehoch jazier, vodných nádrží a meandroch, najčastejšie viditeľným zeleným zákalom, indikujúcim prítomnosť zelených rias.

Zbery boli uskutočnené v roku 2018 od mája po koniec októbra 2018 a v nasledujúcom roku 2019 od mája do októbra. Zbery bolo možné uskutočniť kedykoľvek, bez závislosti od počasia v danom období.

Vzorky boli zbierané hlavne odberom bentosu pri brehu vodných plôch. Pri každom odbere bola zhotovená fotodokumentácia lokality.

1.1. Popis lokalít:

Slovenská republika

Rybníky Prejta – Vystrkov č.1,2,3. č.r.3-3490-4-1

48°57'41.5"N 18°13'50.1"E

Rybníky Prejta sú zložené z 3 vodných nádrží, navzájom za sebou spojenými malým prietokom. Slúžili ako lovné pstruhové nádrže od roku 1984. Celková plocha je 1,64 ha. V súčasnosti sa využíva už len rybník č. 3., kde boli odoberané vzorky bentosu. Ostatné dva rybníky sú vypustené a premenené na mokradné plochy s hustou vegetáciou vodných rastlín.



Obr. 16: Rybníky Prejta (Zdroj: <https://www.google.sk/maps>)

Vodná nádrž Prejta – dolná, č. r. 3-5600-1-1.

48°57'41.9"N 18°13'51.2"E

Dolná vodná nádrž Prejta je spolu s hornou nádržou sú pozostatkom starej delty rieky Váh. Dnes sú obe využívané ako lovné revíry pre kaprovité ryby. Svoj doterajší vzhľad však získali vďaka ťažbe štrku pri výstavbe Nosického kanála v 30. rokoch minulého storočia. Ťažba v tých miestach bola uskutočňovaná zámerné, s cieľom využívať tieto plochy ako prirodzené štrkovisko. Časť vodnej plochy pri železničnej trati je podložená tesniacimi betónovými panelmi. Rozloha dolnej nádrže je 18 ha. Zvyšok nádrží je však prirodzene vytvorená.



Obr. 17: Vodná nádrž Prejta (Zdroj: <https://www.google.sk/maps>)

Dulovské jazera „Sigôtka“

48°35'59.5"N 20°44'53.7"E

Vodné plochy jazier Sigôtka v obci Dulov (Príloha 5) vznikli ťažbou štrku pre výstavbu diaľnice. Momentálne sú rybníky pod vlastníctvom spoločenstva vlastníkov podielovej nehnuteľnosti obce Dulov. Dve veľké plochy rybníkov sa využívajú na rekreačné účely a na športový rybolov. Menšie odľahlé plochy sa nijako nevyužívajú, ani sa do nich nezasahuje, sú zarastené hustou vegetáciou. Celková rozloha nádrží je 3,5 ha.



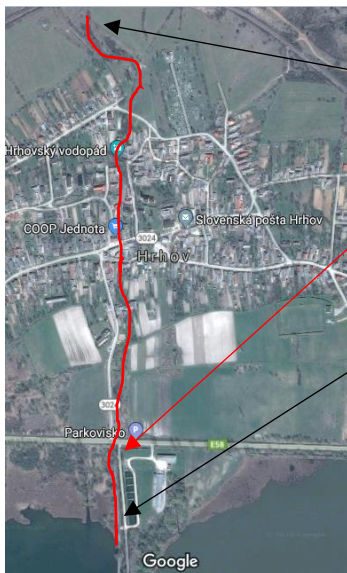
Odbery vzoriek

Obr. 18: Dulovské jazerá (Zdroj: <https://www.google.sk/maps>)

Potok Fej – Hrhov

48°35'59.5"N 20°44'53.7"E

Obec Hrhvo leží na juhovýchode Slovenska, cez ktorú prechádza potok Fej. Celý tok potoka Fej je dlhý len 1,5 km. Potok vyviera tesne nad dedinou Hrhov, v ktorej tvorí niekoľko menších vodopádov, a následne sa vlieva do Hrhovských rybníkov. Tok potoka Fej je na jeho konci veľmi pomalý, až stojaci. V tejto časti boli odobrané vzorky bentosu. Pre nepriaznivé počasie nebolo možné zhotoviť fotografiu z prostredia.



Odber vzoriek

Tok potoka Fej

Obr. 19: Potok Fej (Zdroj: <https://www.google.sk/maps>)

Dunajské luhy

47°53'49.8"N 17°28'13.5"E

CHKO Dunajské luhy predstavuje približne 12 850 ha lužných lesov (Príloha č.4). Nachádza sa južne od vodného diela Gabčíkovo a prilieha k starému korytu rieky Dunaj. CHKO je rozdelená do piatich častí, dve z nich patria do Bratislavského kraja, tretia je umelo vytvorený ostrov, ktorý je ohraničený z južnej strany starým korytom Dunaja, a z vrchnej strany vodným kanálom Gabčíkovo. Táto oblasť je posiatá sieťou riek, mŕtvych ramien a hustými lužnými lesmi. Toto územie sa nachádza na arecentnom agradačnom vale, ktorý vznikol dávno pred výstavbou Gabčíkovského kanála. V tejto oblasti boli zozbierané vzorky. Posledné dve časti zahŕňajú Čičovské mŕtve rameno a Veľkolelský ostrov.



Odber vzoriek

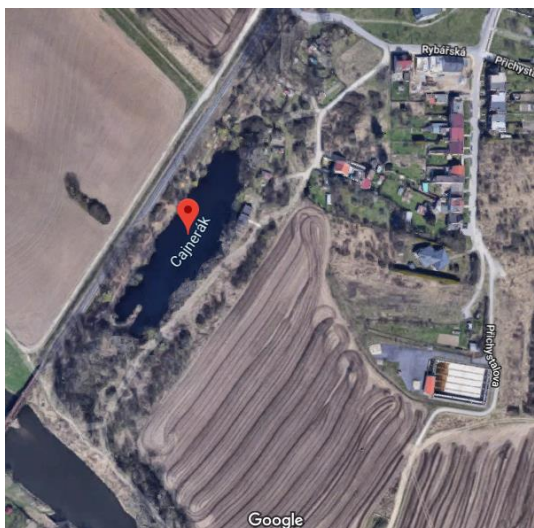
Obr. 20: Dunajské luhy (Zdroj: <https://www.google.sk/maps>)

Česká republika

Cajnerák – Olomouc

49°34'26.8"N 17°15'53.8"E

Cajnerák je jeden z 8 bývalých štrkových lomov v Olomouci. Nachádza sa v mestskej časti Hodolany, približne 1 km od areálu Univerzity Palackého „Šlechtitelů“. Dnes sa využíva na športový rybolov.

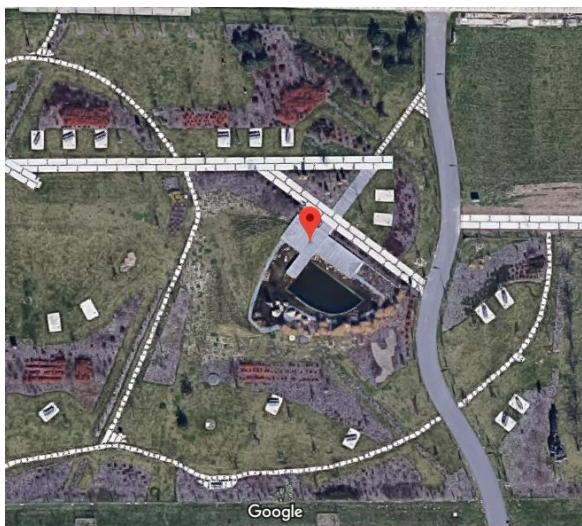


Obr. 21: Jazero Cajnerák (Zdroj: <https://www.google.sk/maps>)

Jazierko v areáli Holice Univerzity Palackého - Olomouc

49°34'28.2"N 17°16'52.2"E

Umelo vytvorené jazierko v Holickom areáli slúži hlavne na okrasné účely. Jazierko je situované v strede centrálného parku. Jazierko predstavuje vodná nádrž s rozlohou 250 m², dno je vystužené hydroizolačnou fóliou, pod ktorou sa nachádza podkladová vrstva a geotextília. Brehy sú obložené ploškými kameňmi. V jazierku aj na jeho obvode rastie mnoho druhov vodných rastlín, ako napríklad lekno a orobince. V jeho okolí sa nenachádza žiadna vysoká vegetácia, takže je jazierko počas celého dňa vystavené slnečnému žiareniu.

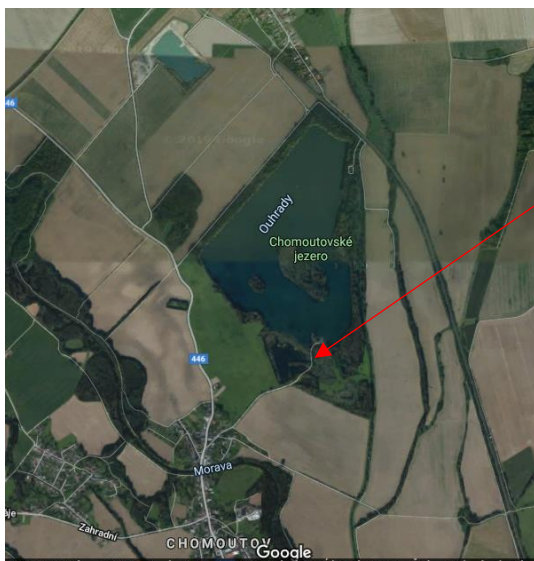


Obr. 22: Jazierko Holice PŘF (Zdroj: <https://www.google.sk/maps>)

Chomoutovské jezerá – Olomouc

49°34'28.2"N 17°16'52.2"E

Jazerá sa nachádzajú približne 10 km od mesta Olomouc. Celková rozloha jazera je 85 ha. Chomoutovské jazerá sú súčasťou CHKO Chomoutov, ktorá zaberá celkovo 121 ha (Príloha 6). Jazerá vznikli ťažbou štrku v roku 1964 a od roku 1976 až 87 sa jazero využívalo pre vodohospodárske účely. Dnes sa využívajú pre rekreačný rybolov a taktiež sa tu nachádza jachtársky klub. Okrem iného prírodná rezervácia disponuje bohatou faunou a flórou, často sa tu vyskytujú ohrozené druhy vtákov. Vzorky bentosu boli odobrané z brehu jazera a z malého zaplaveného oddeleného od jazera.



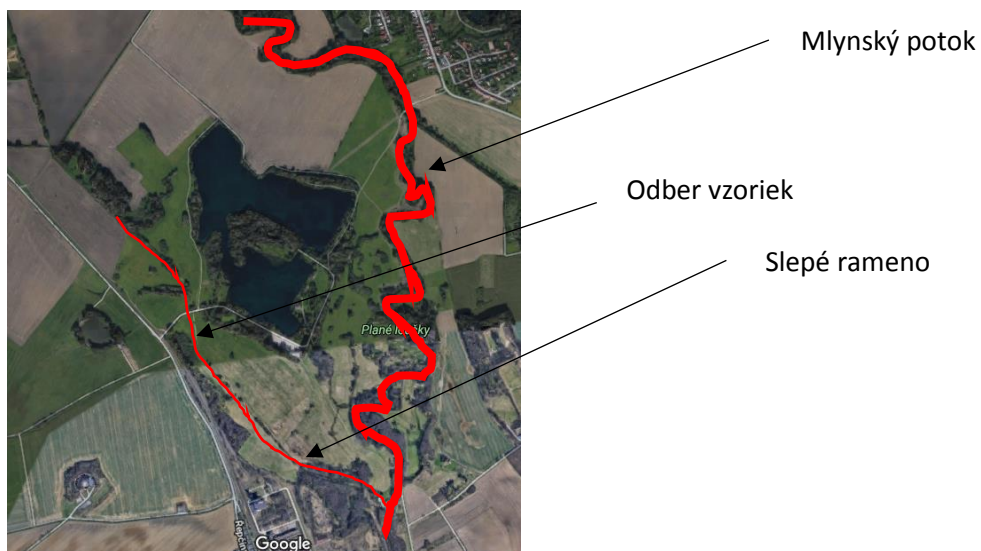
Odber vzoriek

Obr. 23: Chomoutovské jazero (Zdroj: <https://www.google.sk/maps>)

Potok pri Poděbradch – Olomouc

49°37'18.1"N 17°13'19.2"E

Potok sa nachádza približne 150 m od železničnej trate (Príloha 7). Potok je pravdepodobne slepým ramenom meandrového mlynského potoka, tečúceho okolo jazera Poděbrady. Potok je pomaly tečúci až stojatý. Je zarastený hustou vegetáciou tráv a vodných rastlín. V oblasti, kde boli vzorky odobrané, nebola žiadna vysoká vegetácia, takže vodná plocha nebola ničím tienená. Zopár vzoriek som zobrať aj priamo z jazera Poděbrady, ktoré boli však negatívne na prítomnosť zelenej riasy *Scenedesmus*.



Obr. 24: Potok pri Poděbradoch (Zdroj: <https://www.google.sk/maps>)

Líšnické rybníky – Okres Šumperk

49°45'44.6"N 16°51'35.0"E

Líšnické rybníky sa skladujú z Horného a Dolného rybníka. Momentálne sa rybníky využívajú na chov rýb a ako doplnenie krajiny. Okrem toho sa je možné rybníky využívať aj ako prírodné kúpalisko. Rybníky ležia v oblasti bývalých mokraďí, preto sa ich v okolí nachádza množstvo menších rybníkov, ktoré sú umelo udržované.

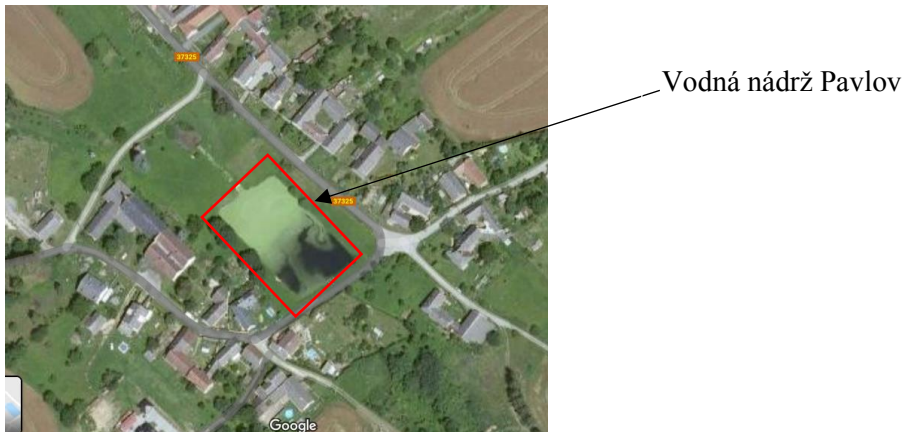


Obr. 25: Rybník Líšnice (Zdroj: <https://www.google.sk/maps>)

Pavlov

49°44'14.8"N 16°53'14.4"E

Vodná nádrž v obci Pavlov, časti Lechovice pri Lošticiach. Vodná nádrž je primárne využívaná miestnym požiarnym zborom ako zdroj vody. Vodná nádrž je situovaná v strede obce, a ústi do nej zvod kanalizácie z trativodov z okolitých domov. Kvôli tomu je vodná nádrž silne eutrofizovaná a v lete sa v nej vyskytuje vodný kvet spôsobený sinicami *Microcystis aeruginosa* a *Microcystis viridis*.



Obr. 26: Vodná nádrž Pavlov (Zdroj: <https://www.google.sk/maps>)

2. Spracovanie a determinácia vzoriek

Všetky vzorky boli spracované v Algologickom laboratóriu na Katedre botaniky PŘF UP. Každú vzorku sme pred pozorovaním scentrifugovali na centrifúge Hettich Rotofix 32A, s rýchlosťou 1 500 otáčok za minútu po dobu 10 minút. Po odcentrifugovaní boli vzorky podrobené rozboru pod svetelným mikroskopom Zeiss PrimoStar a analyzovalo sa zastúpenie a variabilita riasy *Scenedesmus* vo fytoplanktóne danej oblasti. Z každej oblasti boli zhotovené fotografie riasy *Scenedesmus* pod imerzným objektívom so zväčšením 400×.

Následne zo vzoriek, ktoré disponovali veľkým počtom cenóbií a ich variabilitou, boli izolované kmeňové kultúry. Izolácia prebiehala vo flowboxe pod mikroskopom Zeiss PrimoStar pod zväčšením 100×.

2.1. Postup izolácie:

Na sterilné podložné sklo bola nanosená vzorka zo 4 až 5 kvapiek sterilného živného média BBM (Bolt 1949), ktoré bolo umiestnené po mikroskopom Zeiss PrimoStar. Pomocou kapiláry bolo jedno vybrané cenóbiu aj s okolitými bunkami v zornom poli. Následne bol obsah kapiláry prenesený do druhej kvapky s čistým médiom, čím sa obsah kapiláry zriedil. Tento postup sa opakoval až pokým v zornom poli mikroskopu nebolo mnou vybrané cenóbiu, ktoré bolo následne umiestnené do

skúmavky so živným médiom BBM (Príloha 8). Skúmavky s kultúrami boli skladované po celý čas výskumu vo fytotrone (Príloha 9).

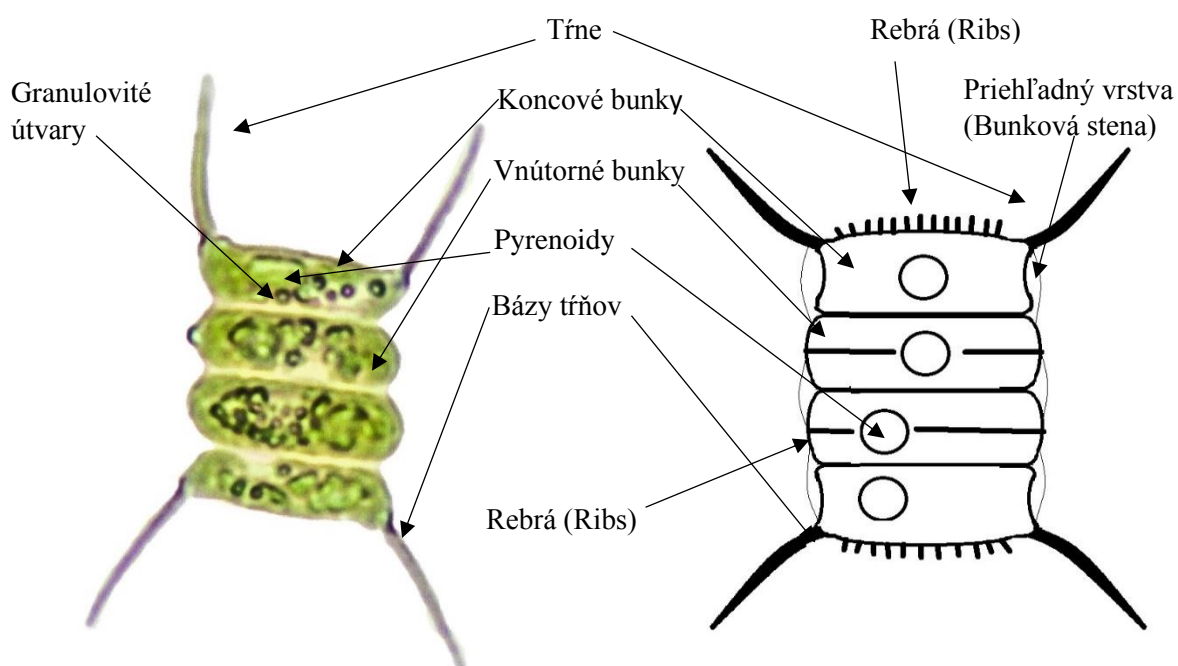
Po dobu 3 až 4 týždne boli vzorky vizuálne pozorované, až pokiaľ vyizolovaný kmeň nevyrástol na úroveň, kedy mohol byť pozorovaný pod imerzným mikroskopom (predchádzalo sa tak zbytočnému zásahu do vzorky, čo mohlo spôsobiť jej kontamináciu). Následne boli vzorky sledované pod inverzným objektívom so zväčšením 400x a bolo zhotovených množstvo fotografií daného cenóbia. Fotografie boli spracované v programe AxioVisionRel4.8.1, v ktorom sa dané cenóbiá aj zmerali. Kontrast, farby, expozícia úpravy boli upravené v programe AdobeLightroom6.0 a výsledné obrázkové tabule boli zhotovené v programe AdobePhotoshopCS6.

2.2. Determinácia vzoriek

Determinácia vzoriek prebiehala po zhotovení fotodokumentácie jednotlivých kultúr pomocou literatúry Komárek, J. & Fott, B. (1983). Chlorophyceae (Grünalgen) Ordnung: Chlorococcales. Das Phytoplankton des Süßwassers a Hindák, F. (1990). Studies on the chlorococcal algae (Chlorophyceae). Cenóbiá jednotlivých kultúr sú veľmi variabilné, preto determinácia bola uskutočnená až po vytvorení aspoň 20 fotografií, aby boli viditeľné všetky dôležité znaky pre presnejšiu determináciu.

VÝSLEDKY

Zo spomínaných lokalít som sa snažil vyizolovať, čo najviac druhov riasy *Scenedesmus*. Počet druhov v jednej vzorke sa pohyboval od 2 do 6 (Tab. 1). Najväčšiu druhovú diverzitu som zaznamenal v lokalitách Cajnerák a Jazierko Holice, kde sa v jednej vzorke nachádzalo približne 6 druhov. Naopak, najmenšiu diverzitu som pozoroval v lokalite Dulovské jazerá, kde v jednej vzorke boli len 2 druhy. V lokalitách ako Vodná nádrž Prejta a jazerá Chomoutov som nezaznamenal žiadne jedince. Úspešne sa mi podarilo vyizolovať 27 kultúr riasy *Scenedesmus*. Následne som pozoroval a zaznamenával ich morfológickú variabilitu, ktorej sa budem venovať v tejto kapitole (Tab. 2). Danými vyizolovanými kultúrami sa budem zaoberať aj v nadväzujúcej diplomovej práci.



Obr. 27: Základná morfológická nomenklatura riasy *Scenedesmus*

Tab. 1: Druhová diverzita vo vybraných lokalitách.

Názov lokality	Počet vzoriek	Počet druhov	Dominujúci druh	Počet úspešne vyizolovaných
Rybníky Prejta	4	9	<i>S. spinosus</i>	7
Vodná nádrž Prejta	2	0	-	0
Dulovské jazerá	2	4	<i>S. acutus</i>	0
Potok Fej	1	4	<i>S. maximus</i>	4
Dunajské luhy	2	6	<i>S. acutus</i>	6
Jazero Cajnerák	1	6	<i>S. intermedius</i>	2
Jazierko Holice PŘF	1	6	<i>Rovnaké zastúpenie</i>	2
Chomouovské jazerá	2	0	-	0
Potok pri Poděbradoch	1	3	<i>S. acutus</i>	1
Lišnicke rybníky	1	3	<i>S. maximus</i>	0
Pavlov	1	5	<i>S. intermedius</i>	3
Neznáma lokalita od študenta	1	4	<i>S. spinosus</i>	2

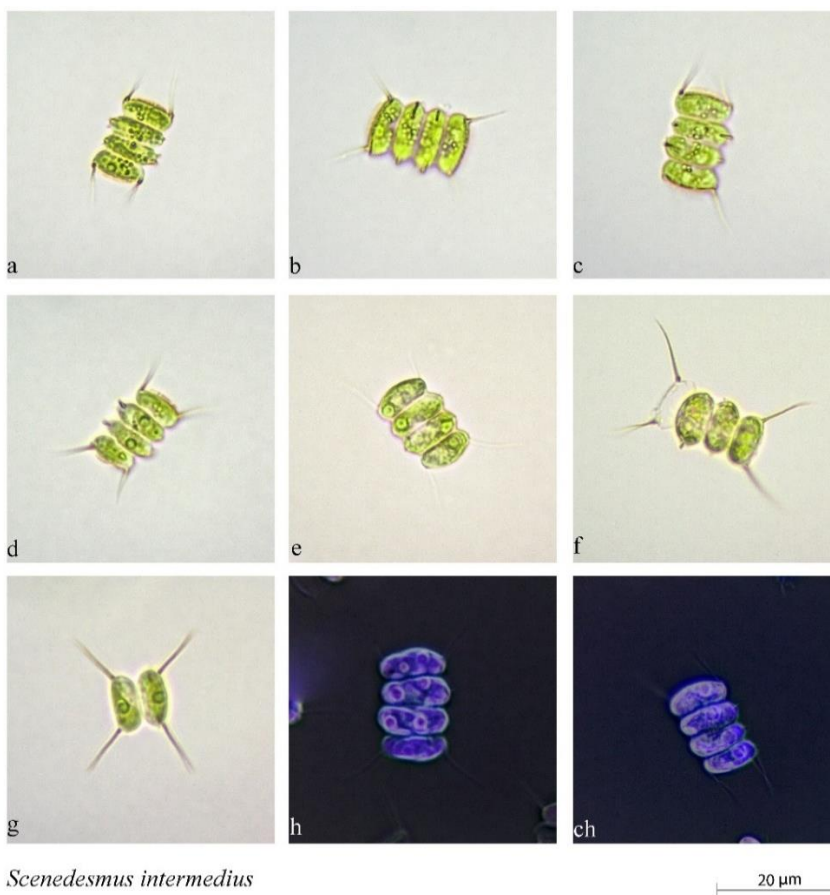
Tab. 2: Zhrňujúca tabuľka charakteristík úspešne vyizolovaných vzoriek.

Druh	Veľkosť bunky	Ostne	Usporiadanie cenóbia	Tvar bunky	Ornamenty na povrchu bunkovej steny
<i>S. acutus</i>	12 - 20 × 4 μm	Nie	1 – 8 buniek, striedavé, dvojradé	Banánovité, zahnuté do písmena C, môžu byť stopkatého zakončenia	Bunky hladné, bez ornamentov, bez slizového obalu
<i>S. dimorphus</i>	9,5 × 3 μm	Nie	1 – 8 buniek, striedavé, dvojradé	Vretenovitý, elipsovité	Bunky hladné, bez ornamentov, bez slizového obalu
<i>S. parvus</i>	5 × 3 μm	Nie	4 bunky, lineárne	Oválny až podlhovastý	Bunky hladné, bez ornamentov, bez slizového obalu
<i>S. intermedius</i>	7,5 – 9 × 2 – 4 μm	Hlavné ostne	2 – 4 bunky, lineárne	Obdĺžnikovitý až oválne	Rebrá siahajúce do ¼, ½ alebo po celej dĺžke bunky, na koncových sú hrebene
<i>S. obliquus</i>	8,5 × 2 μm	Nie	1 – 4 buniek, lineárne, striedavé	Vretenovité, elipsovité	Bunky hladné, bez ornamentov, bez slizového obalu
<i>S. serratus</i>	9,5 × 3,5 μm	Nie	4 bunky, lineárne	Obdĺžnikovité	Na povrchu sú viaceré rady zubov, v póloch sú väčšie zuby
<i>S. subpicatus</i>	6 × 2,5 μm	Hlavné aj prídavné	2 – 4 bunky, lineárne	Podlhovasté so zaoblenými okrajmi	Nemajú žiadne rebrá ani hrebene, protistojné trne sú dlhšie
<i>S. spinosus</i>	7 × 3 μm	Hlavné aj prídavné	2 – 4 bunky, lineárne	Podlhovasté až oválne	Nemajú žiadne rebrá ani hrebene, občas trň v strede koncových buniek
<i>S. helveticus</i>	9,5 × 4 μm	Hlavné	4 bunky, lineárne	Obdĺžnikovité	Na koncových bunkách sú hrebene, na vnútorných bunkách rebrá do ¼
<i>S. acuminatus</i>	22 × 2 μm	Nie	1 – 8, lineárne, trojrozmerné	Banánovité, bez stopkatého zakončenia	Bunky hladné, bez ornamentov, bez slizového obalu
<i>S. brasiliensis</i>	6,5 – 7,5 × 2,5 μm	Nie	4 bunky, lineárne	Podlhovasté, oválne	Bunky hladné, bez ornamentov, bez slizového obalu
<i>S. denticulatus</i>	10 × 6 μm	Nie	2 – 4 bunky, striedavé	Oválne, vajcovité	Na póloch buniek sú malé zuby, bez slizového obalu
<i>S. maximus</i>	11,5 × 4,5 – 6 μm	Hlavné	2 – 4 bunky, lineárne	Obdĺžnikovité s hranatým alebo zaobleným okrajom	Medzi pólmi buniek je priehľadná vrstva bunkovej steny, nemá rebrá ani hrebene.
<i>S. ellipsoides</i>	9,5 × 5 μm	Hlavné aj prídavné	4 bunky, lineárne	Oválne	Nemá ani rebrá a hrebene, na vnútorných sú veľké prídavné trne
<i>S. obtusiusculus</i>	9,5 × 5 μm	Nie	1 – 4 bunky, lineárne aj striedavé	Kruhovité aj oválne	Bunky hladné, bez ornamentov, jemný slizový obal

1. Popis kmeňov

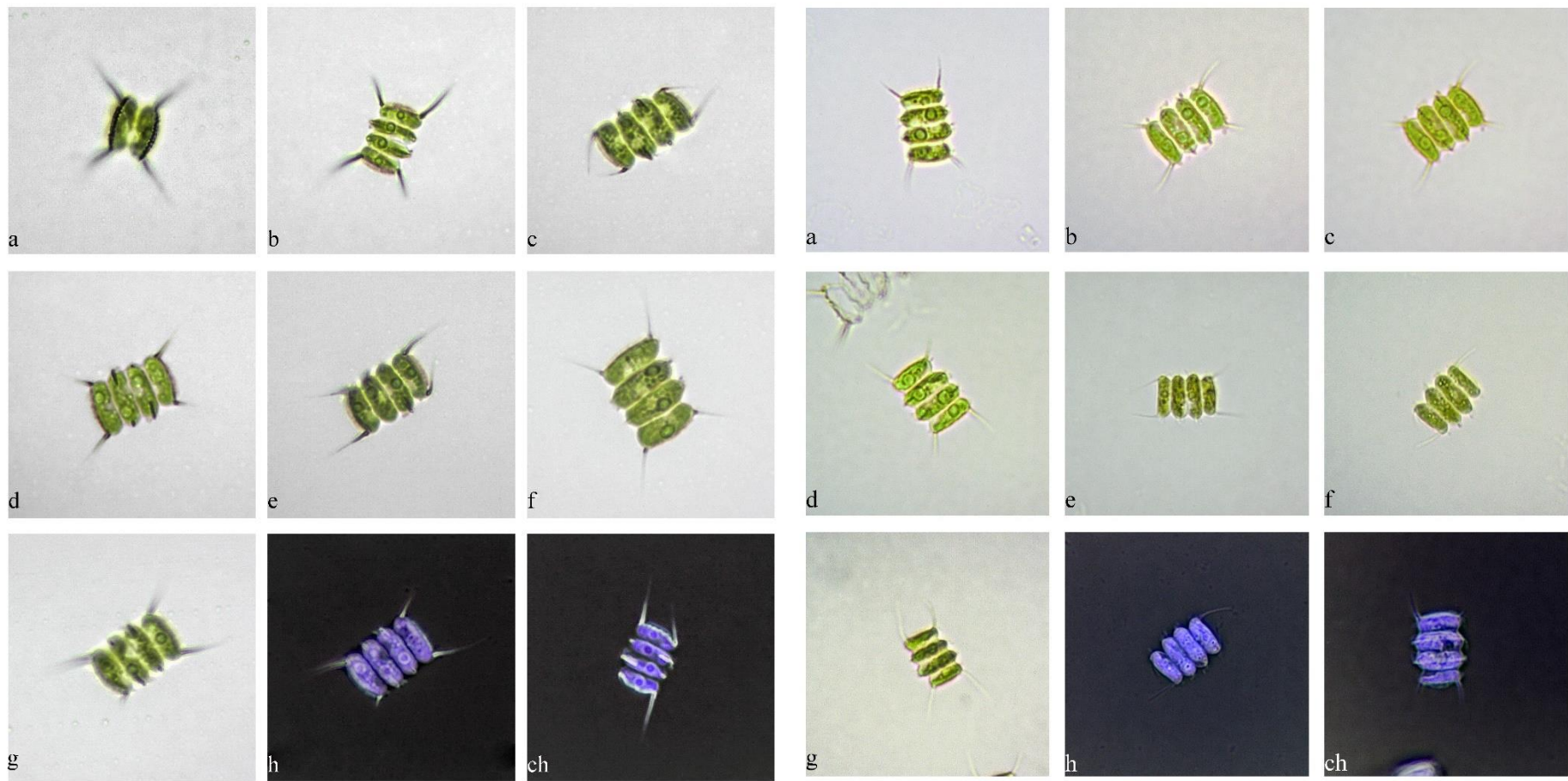
1.1. *Scenedesmus intermedius*

Tento druh patrí do podrodu *Desmodesmus*. Podarilo sa mi úspešne vyizolovať 4 kultúry daného druhu. Bunky sú väčšinou obdĺžnikovitého tvaru so zaoblenými hranami (Obr. 28, 30) alebo pri póloch buniek môžu byť ostrejšie hrany (Obr. 29), poprípade sú bunky viac oválne (Obr. 31). Vo všetkých kultúrach sa na koncových bunkách vyskytovali hlavne trne. Neboli však u všetkých jedincov dobre viditeľné, u niektorých boli veľmi tenké, takmer priehľadné (Obr. 28e.) alebo veľmi zriedka neboli prítomné vôbec (Obr. 31g). Dĺžka hlavných trňov je veľmi premenlivá, nikdy však trne nepresahujú dĺžku bunky. Okrem dlhých trňov boli na koncových bunkách cenóbia pozorované drobné hrebene (hrebene sú dobre viditeľné na obr.28b, 28c alebo na invertovanom obrázku 30 ch, kde sú viditeľné ako biely lem na koncových bunkách, rovnako ako trne a rebrá) a vnútorných bunkách cenóbia sú dobre viditeľné rebrá (viac pozri úvod, kapitola ornamenty na bunkovej stene) ako tmavé čiary. Tieto rebrá a hrebene však neboli pozorované vo všetkých kultúrach alebo nesiahali do rovnakej vzdialenosti. V kultúre na obrázku 29 sú na niektorých cenóbiách viditeľné rebrá, ktoré sa tiahnu po celej dĺžke bunky (Obr. 29ch.) alebo po jej stred.



1000 x

Obr. 28: Obrázková tabuľa morfolologickej variability *Scenedesmus intermedius* z lokality jazera Cajnerák, izolácia 6.10.2018 (obrázky h a ch su s invertovanou expozíciou).



Scenedesmus intermedius

1000 x

20 μm

Scenedesmus intermedius

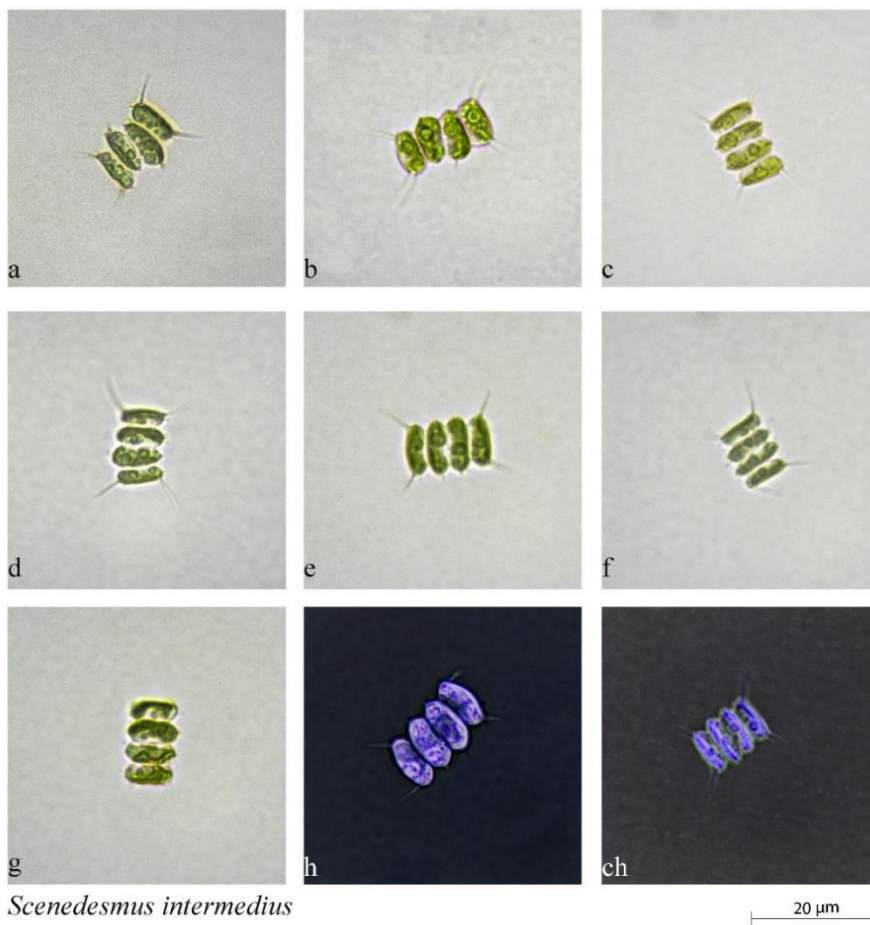
1000x

20 μm

Obr. 29 (vľavo): Obrázková tabuľa morfolologickej variability *Scenedesmus intermedius* z lokality jazierko Holice, izolácia 10.10.2019 (obrázky h a ch su s invertovanou expozíciou).

Obr. 30 (vpravo): Obrázková tabuľa morfolologickej variability *Scenedesmus intermedius* z lokality Dunajské luhy, izolácia 6.7.2018 (obrázky h a ch su s invertovanou expozíciou).

Najčastejšie však rebrá siahajú len do $\frac{1}{4}$ dĺžky bunky, čo je dobre viditeľné na obrázkoch 28 a 30. V kultúre zobrazenej na obrázku 4, sú rebrá viditeľné veľmi zriedka, a však sú prítomné (Obr. 31). Hrebene v danej kultúre nie sú viditeľné vôbec. Usporiadanie buniek je vo všetkých kultúrach lineárne, väčšinou pevne za sebou, až na kultúru na obrázku 31, kde buky z niektorých cenóbií vyčnievajú (Obr. 31a). V strede buniek je dobre rozlíšiteľný svetlozelený pyrenoid. Zaznamenal som však aj viac pyrenoidov v bunke (Obr. 28h.). Pyrenoidy sú umiestnené buď strede (Obr. 28c, 28d.), dva na jednej strane a dva na druhej (Obr.28e), alebo sú všetky pri okraji bunky (Obr. 28). Veľkosť cenóbia siaha aj do dĺžky od 12 do 15 μm , dĺžka bunky od 7 do 9 μm a šírka 2 až 4 μm .



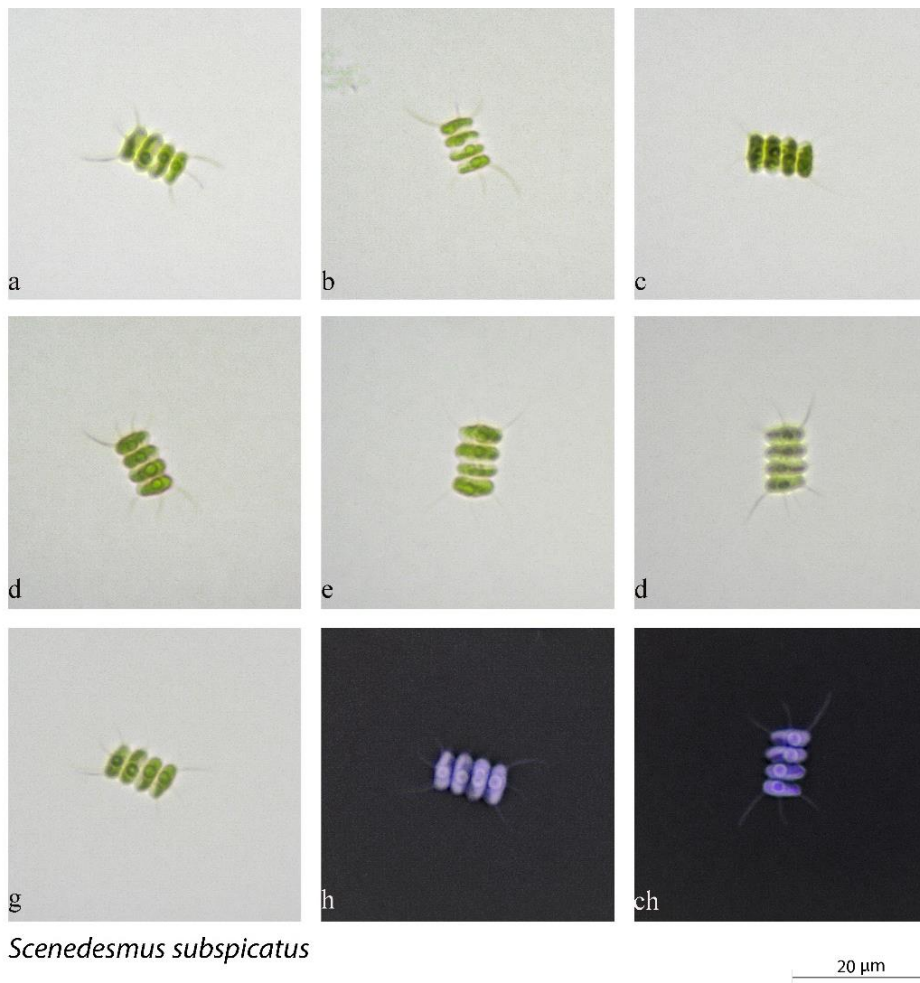
Scenedesmus intermedius

1000x

Obr. 31: Obrázková tabuľa morfolologickej variability *Scenedesmus intermedius* z lokality Ryníky Prejta, izolácia 21. 10. 2018 (obrázky h a ch su s invertovanou expozíciou).

1.2. *Scenedesmus subspicatus*

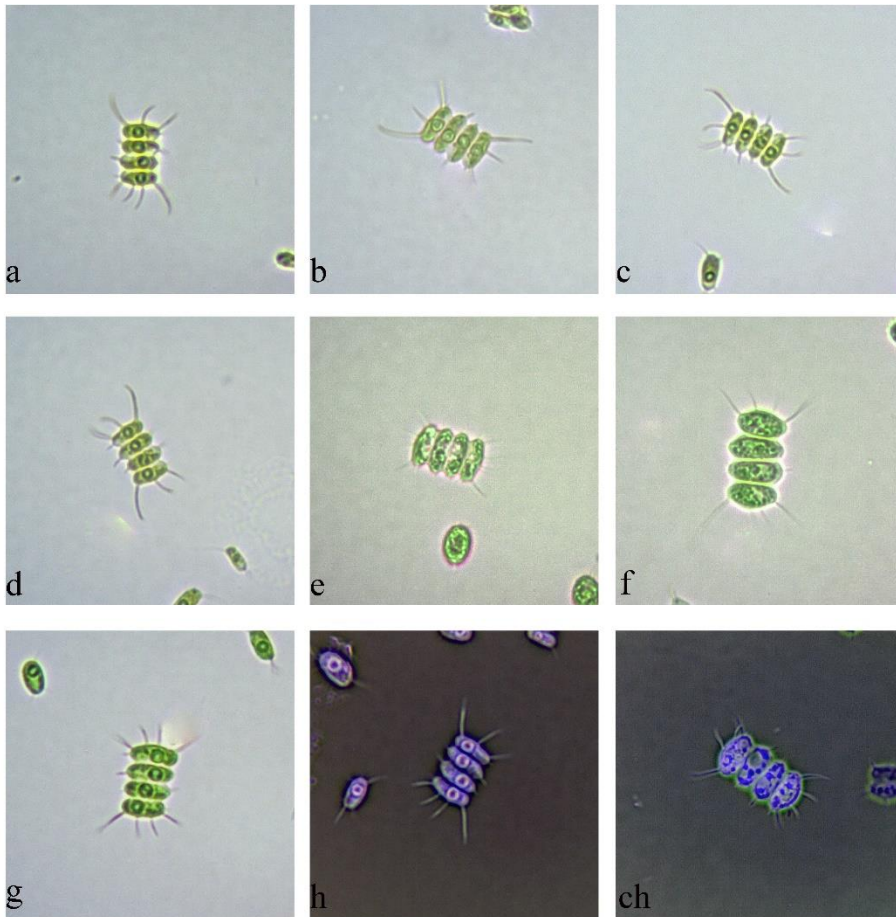
Patrí do podrodu *Desmodesmus* a vyznačuje sa veľkým množstvom trňov na vnútorných aj vonkajších bunkách. Úspešne sa mi podarilo vyizolovať 2 kmene daného druhu. Počet trňov na koncových cenóbiách je 3 až 5. U väčšiny jedincov boli protistojné trne na oboch koncových cenóbiách výrazne dlhšie než ostatné trne (Obr. 32a, 32b, 32d, 33b, 33ch). Všetky trne sú odlišne veľké. Protistojné trne, ktoré boli výrazne väčšie než ostatné, merali od 4,5 až 7 μm , čo je takmer viac než dĺžka jednej bunky. U niektorých jedincov boli trne približne rovnako dlhé a nepresahovali dĺžku bunky (Obr. 32f, 32ch, 33e, 33h). Jedince sa často vyskytujú aj samostatne bez cenóbia, na ktorých boli tiež pozorované trne (Obr. 32h.). Na dvojbunkových cenóbiách sa taktiež vyskytovalo väčšie množstvo trňov než je bežné u ostatných druhov. V kultúre zobrazenej na obrázku 32 sa vyskytovali trne aj na vnútorných bunkách, v druhej kultúre sa však nevyskytovali vôbec. Všetky bunky sú oválne bez hrán. Bunky sú uložené v cenóbiu za sebou. Pyrenoid je veľmi dobre viditeľný s tmavým okrajom, umiestnený najčastejšie v strede (Obr. 32a, 32b, 32c, 32d, 33d, 33h) alebo dva na jednej strane a dva na druhej strane (Obr. 32g, 32h, 33a, 33g, 33ch).



Scenedesmus subspicatus

1000x

Obr. 32: Obrázková tabuľa diverzity *Scenedesmus subspicatus* z lokality jazierko Holice, izolácia 10. 10. 2018 (obrázky h a ch sú s invertovanou expozíciou).



Scenedesmus subpicatus

20 μm

1000 x

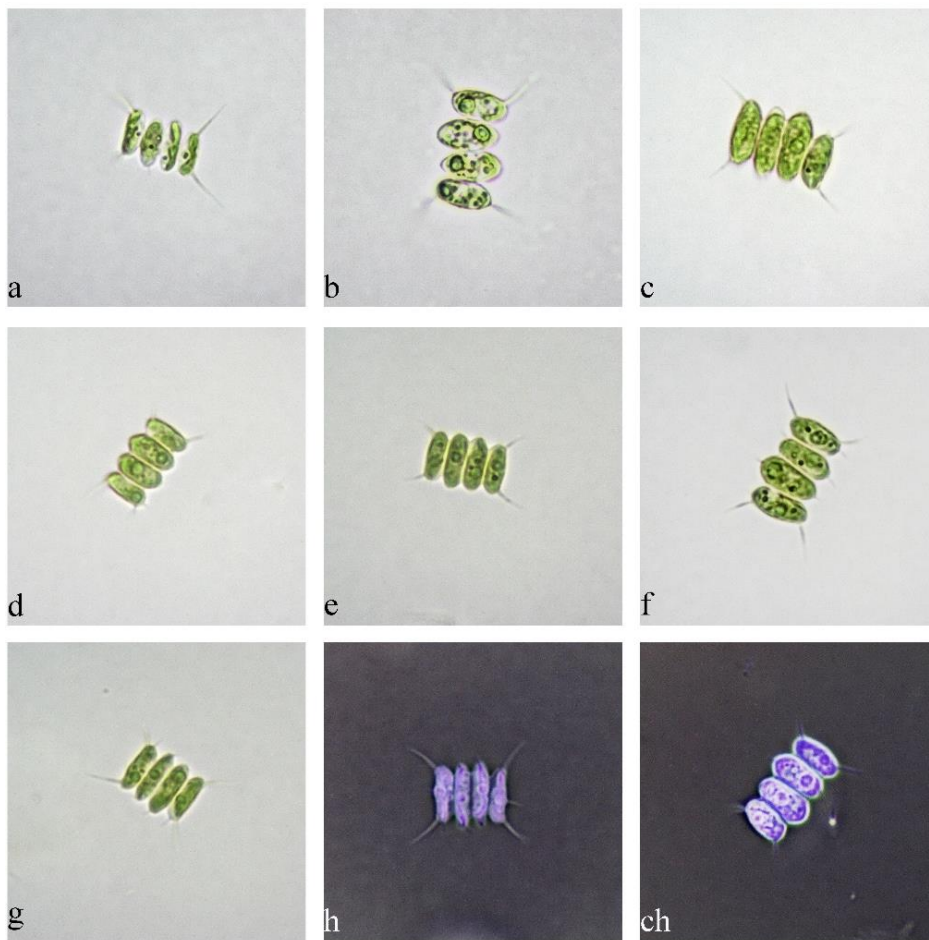
Obr. 33 (vpravo): Obrázková tabuľa diverzity *Scenedesmus subpicatus* z lokality Palvov, izolácia 23. 10. 2019 (obrázky h a ch su s invertovanou expozíciou)

Jednotlivé bunky su pomerne úzke, šírka sa pohybuje len okolo 2 μm a dĺžka približne 6,5 μm. Dĺžka celého cenóbia je v priemere 9,5 až 10,5 μm.

1.3. *Scenedesmus spinosus*

Daný druh patrí do podrodu *Desmodesmus*. Podarilo sa mi úspešne vyizolovať 3 kultúry *S. spinosus*. Cenóbia vo všetkých kultúrach majú 2 hlavné tŕne na koncových bunkách. Tieto tŕne nie sú prítomné u každého jedinca, alebo nie sú dobre viditeľné. Veľmi zriedka boli v strede koncových buniek viditeľné malé prídavné tŕne (Obr. 34h, 34f, 34ch, 35ch) a pri ich báze sa často vyskytuje zdurenina (Obr. 34h, 36h, 36ch). U niektorých jedincov je nie sú tŕne dobre viditeľné, je však prítomná aspoň zdurenina, ktorá indikuje ich prítomnosť, ktorá taktiež nemusí byť vždy prítomná. V kmeni zobrazenom na obrázku 36 sú viditeľné pri niektorých jedincoch malé tŕne vyskytujúce sa pri báze

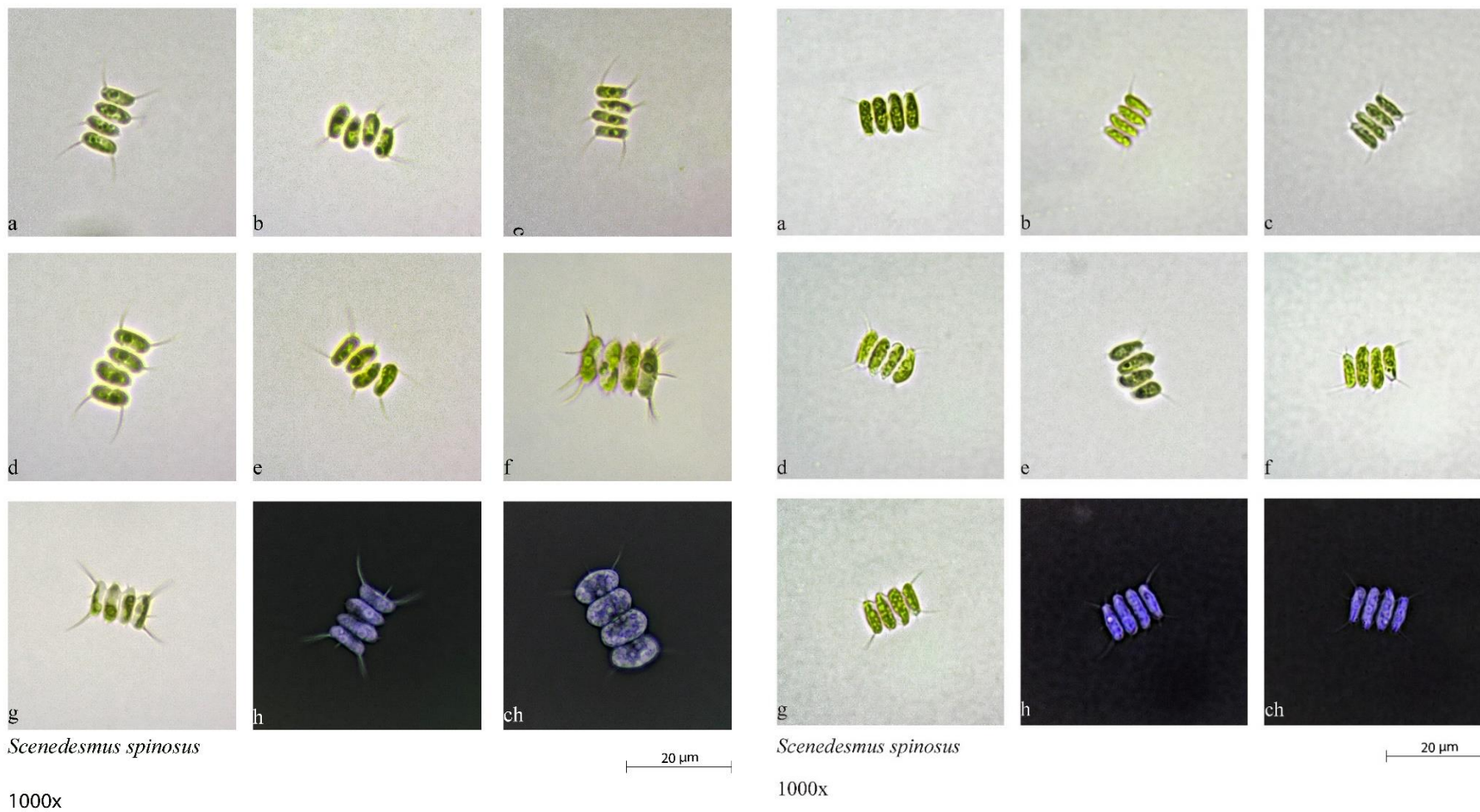
hlavných trňov (Obr. 36f, 36g, 36h). V kultúre zobrazenej na obrázku 35 sú viditeľné aj trne na vnútorných bunkách. Tieto trne sú pomerne veľké, môžu dosahovať až dĺžku bunky a sú umiestnené vždy po jednom a usporiadané diagonálne na vnútorných bunkách. Tieto trne boli prítomné aj v kultúre na obrázku 36 avšak boli veľmi malé, slabo pozorovateľné (obr. 36c, 36f, 36g). V kultúre na obrázku 34 sa prídavné trne nevyskytovali. Bunky sú väčšinou oválne bez hrán, ale u niektorých jedincov pri báze trňov sú hranaté okraje. Pyrenoidy nie sú vždy dobre viditeľné (najlepšie sú viditeľné v kultúre na obrázku 35), ak sú viditeľné, tak sú umiestnené väčšinou v strede bunky. Dĺžka jednej bunky je približne 7 μm . Dĺžka trňov je často polovičnej veľkosti dĺžky bunky, čo je okolo 4 μm . Dĺžka cenóbia je asi 12 μm .



Scenedesmus spinosus cf

1000x

Obr. 34: Obrázková tabuľa morfolologickej variability *Scenedesmus spinosus* z lokality neznámej, izolácia 14. 10. 2018 (obrázky h a ch sú s invertovanou expozíciou).

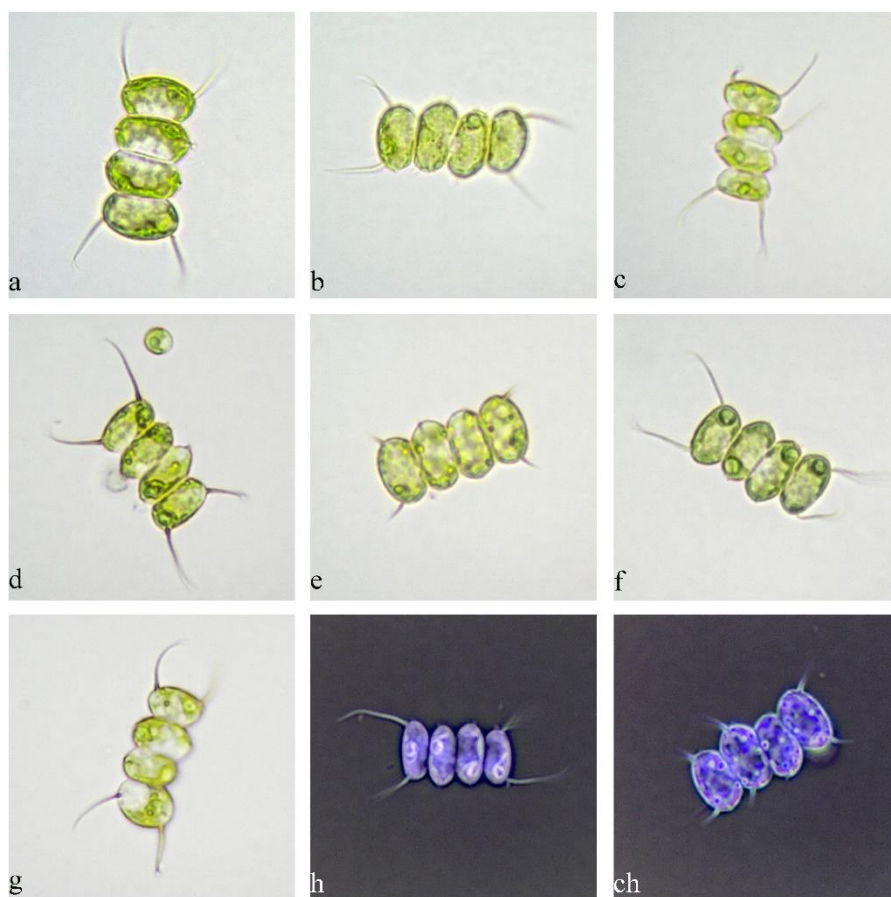


Obr. 35 (vľavo): Obrázková tabuľa morfolologickej variability *Scenedesmus spinosus*, z lokality Rybníky Prejta, izolácia 14. 10. 2018 (obrázky h a ch sú s invertovanou expozíciou).

Obr. 36 (vpravo): Obrázková tabuľa morfolologickej variability *Scenedesmus spinosus*, z neznámej lokality, izolácia 14. 10. 2018 (obrázky h a ch sú s invertovanou expozíciou).

1.4. *Scenedesmus ellipsoideus*

Patrí do podrodu *Desmodesmus*, má pomerne veľké cenóbiium v porovnaní s ostatnými druhmi, ktoré môže dosahovať dĺžku až 22 μm . Väčšina jedincov má veľké trne, ktoré sú približne rovnako dlhé ako dĺžka koncovej bunky, čo je asi 9,5 μm (Obr. 37b). Trne sú rôzne pozahýbané. Malé trne sú pozorovateľné aj na vnútorných bunkách (Obr. 37ch), ale pri niektorých cenóbiách sú dlhé a dosahujú až 5 μm . Bunky sú oválne bez hrán na koncových aj vnútorných bunkách. U väčšiny pozorovaných jedincov je dobre viditeľná cytoplazma, ako svetlé alebo priehľadné miesta, (Obr. 37a) dobre viditeľná cytoplazma ako priehľadné oblasti v bunke, b) slabšie viditeľná cytoplazma ako svetlozelené oblasti). Pyrenoidy sú ťažšie viditeľné, u niektorých vôbec. Viditeľné pyrenoidy sú umiestnené zvyčajne po dvoch po stranách (Obr. 37d tmavozelené oblasti v rohoch buniek sú pyrenoidy, 37h. dobre viditeľné pyrenoidy po invertovaní expozície.). Bunky v cenóbiu sú uložené vždy za sebou v zákryte, žiadna nevyčnieva.



Scenedesmus ellipsoideus

20 μm

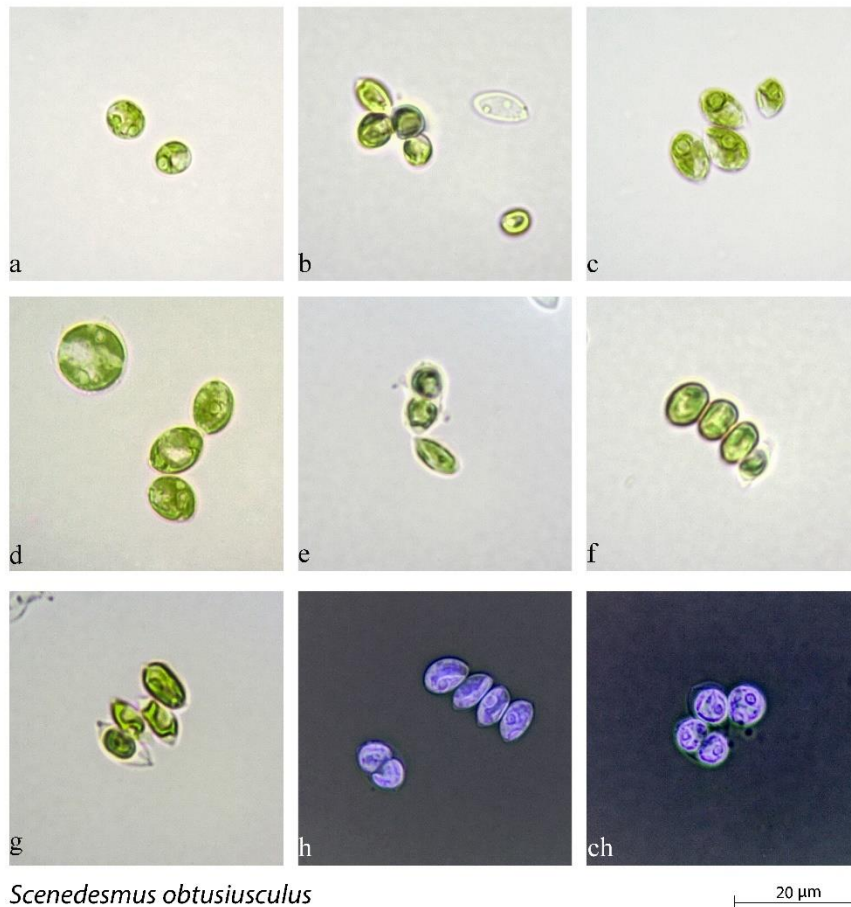
1000x

Obr. 37: Obrázková tabuľa morfolologickej variability *Scenedesmus ellipsoideus*, z lokality Rybníky Prejta, izolácia 10. 2018 (obrázky h a ch sú s invertovanou expozíciou).

21.

1.5. *Scenedesmus obtusiusculus*

Patri do podrodu *Acutodesmus*. Bunky sú oválneho až vajcovitého tvaru, vyskytujúce sa v cenóbiu, ale často aj samostatne. Priemer jednej bunky je približne 6 μm . Cenóbiá sú rôzne usporiadané, buď striedavo (Obr. 38c), elipsovito (Obr. 38d), alebo aj v zákrytoch za sebou (Obr. 38f, a 38h.). Okolo buniek je u niektorých jedincov viditeľná slizová vrstva (je dobre viditeľná na invertovanom obrázku ch, alebo na obrázku 38d, okolo bunky v ľavom hornom rohu). Pyrenoid nie je dobre viditeľný u všetkých jedincov.

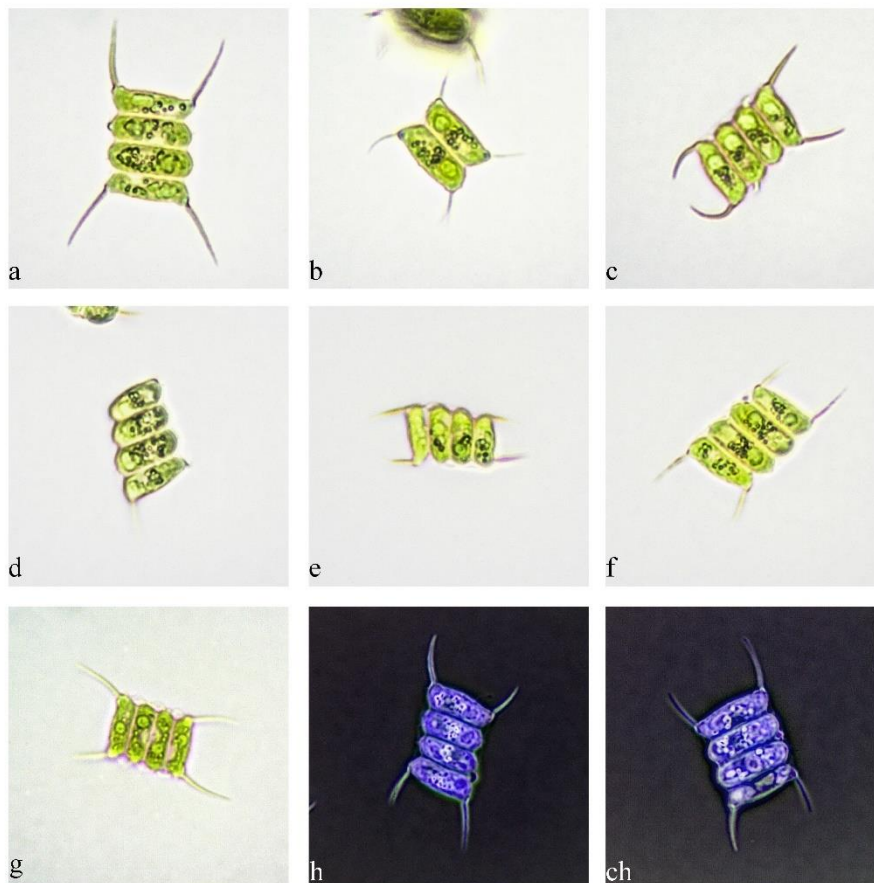


1000x

Obr. 38: Obrázková tabuľa morfolologickej variability *Scenedesmus obtusiusculus*, z lokality Rybníky Prejta, izolácia 28. 10. 2018 (obrázky h a ch sú s invertovanou expozíciou).

1.6. *Scenedesmus maximus*

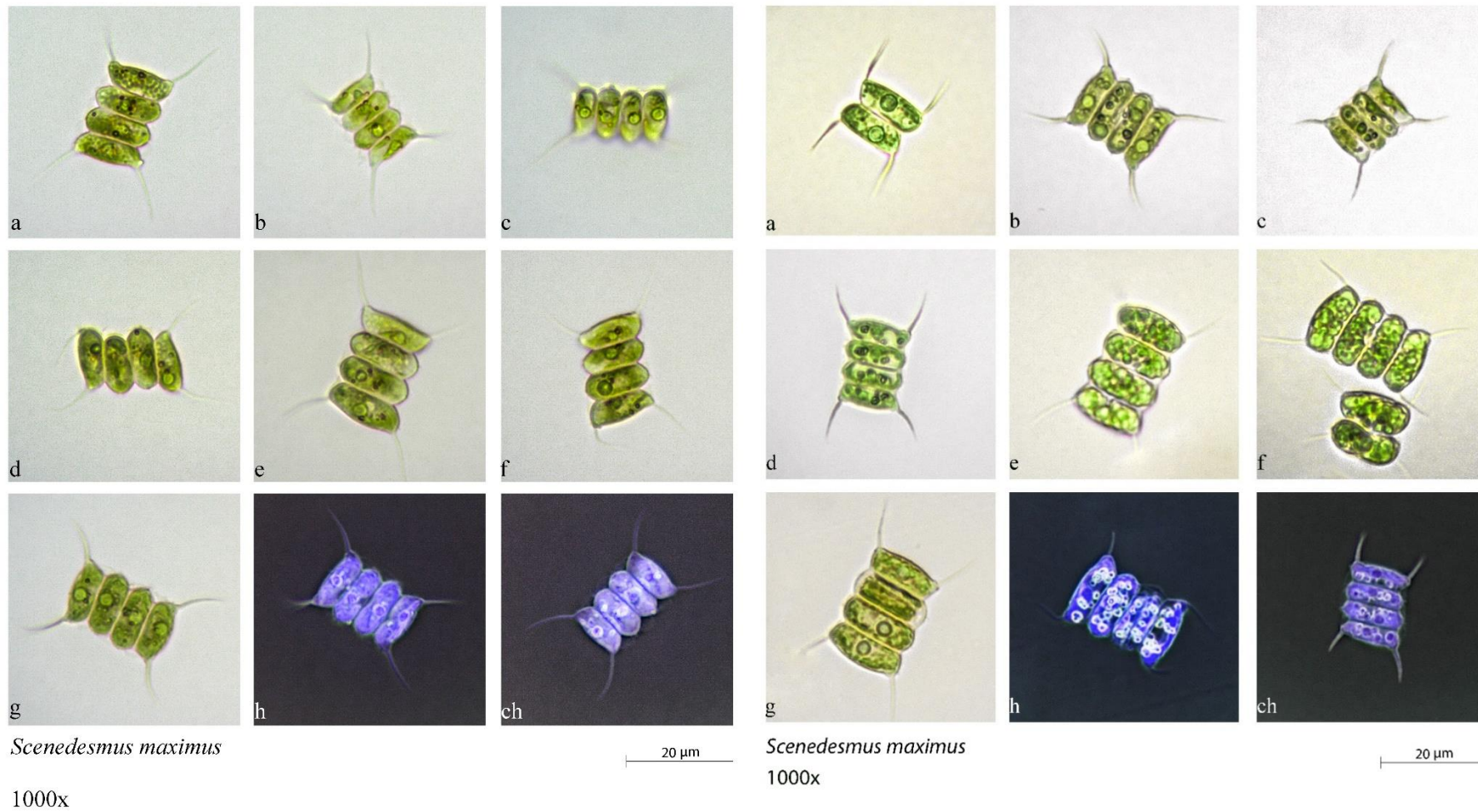
Druh patri do podrodu *Desmodesmus*. Podarilo sa mi úspešne vyizolovať 3 kmene. *S. maximus* má pomerne veľké a mohutné cenóbiá, s dĺžkou okolo 15 až 18 μm . Cenóbiá majú veľké a hrubé trne, ktorých dĺžka sa pohybuje okolo 9 μm , čo je približne rovnako ako dĺžka jednej bunky. Trne sa vyskytujú len na koncových bunkách po dvoch. Trne sú prítomné vo všetkých kmeňoch, u niektorých sú však menšie alebo zakrpatené, ako napríklad v kmeni na obrázku 40. Dĺžka trňov je variabilná, najčastejšie je dĺžka trňov rovná polovici z dĺžky bunky, ale môže dosahovať aj celú dĺžku bunky (Obr. 40g, 40h, 40ch). Pri báze trňov sú typické zdureniny. Na vnútorných bunkách sa trne nevyskytujú u žiadnej z kultúr. Bunky v cenóbiách majú úzky obdĺžnikovitý tvar, ako napríklad v kultúre na obrázku 39, alebo sú bunky silnejšie a viac oválne ako pri kultúrach na obrázku 40 a 41. Po okrajoch cenóbií je pri niektorých jedincoch viditeľná priehľadná vrstva, pripomínajúca slizový obal, ktorý sa však u *Desmodesmus* nevyskytuje. Vrstva je dobre viditeľná na obrázkoch 39c, 39g, 40h, 40ch, 41c, 41ch



Scenedesmus maximus

1000x

Obr. 39: Obrázková tabuľa morfolologickej variability *Scenedesmus maximus*, z lokality potok Fej, izolácia 13. 5. 2019 (obrázky h a ch sú s invertovanou expozíciou).



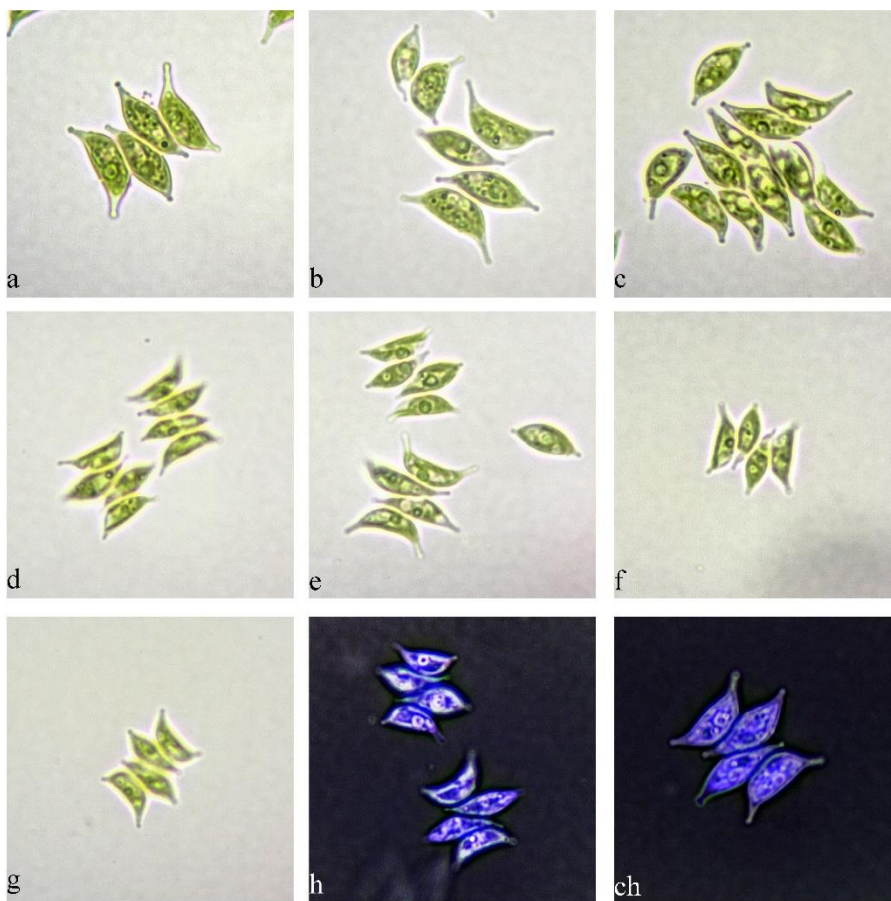
Obr. 40 (vľavo): Obrázková tabuľa morfolologickej variability *Scenedesmus maximus*, z lokality potok Fej, izolacia 13.5.2019 (obrázky h a ch sú s invertovanou expozíciou).

Obr. 41 (vpravo): Obrázková tabuľa morfolologickej variability *Scenedesmus maximus*, z lokality Cajnerák, izolacia 6.10.2018 (obrázky h a ch sú s invertovanou expozíciou).

(vrstva je viditeľná ako priehľadné hrbolce alebo aj tmavý lem na invertovaných obrázkoch). V bunkách sú pyrenoidy nie vždy dobre viditeľné, ako napríklad na obrázku 39, kde sú umiestnené po stranách alebo striedavo. V kultúre na obrázku 40 sú pyrenoidy viditeľné lepšie a umiestnené v strede cenóbia. Okrem pyrenoidov som zaznamenal aj granulovité útvary (Obr. 39). Cenóbiá sú pomerne veľké, môžu dosahovať od 17 do 23 μm . Dĺžka bunky je približne 11,5 μm , šírka 4 až 6 μm . Dĺžka ostňov je od 5 až do 12 μm .

1.7. *Scenedesmus acutus*

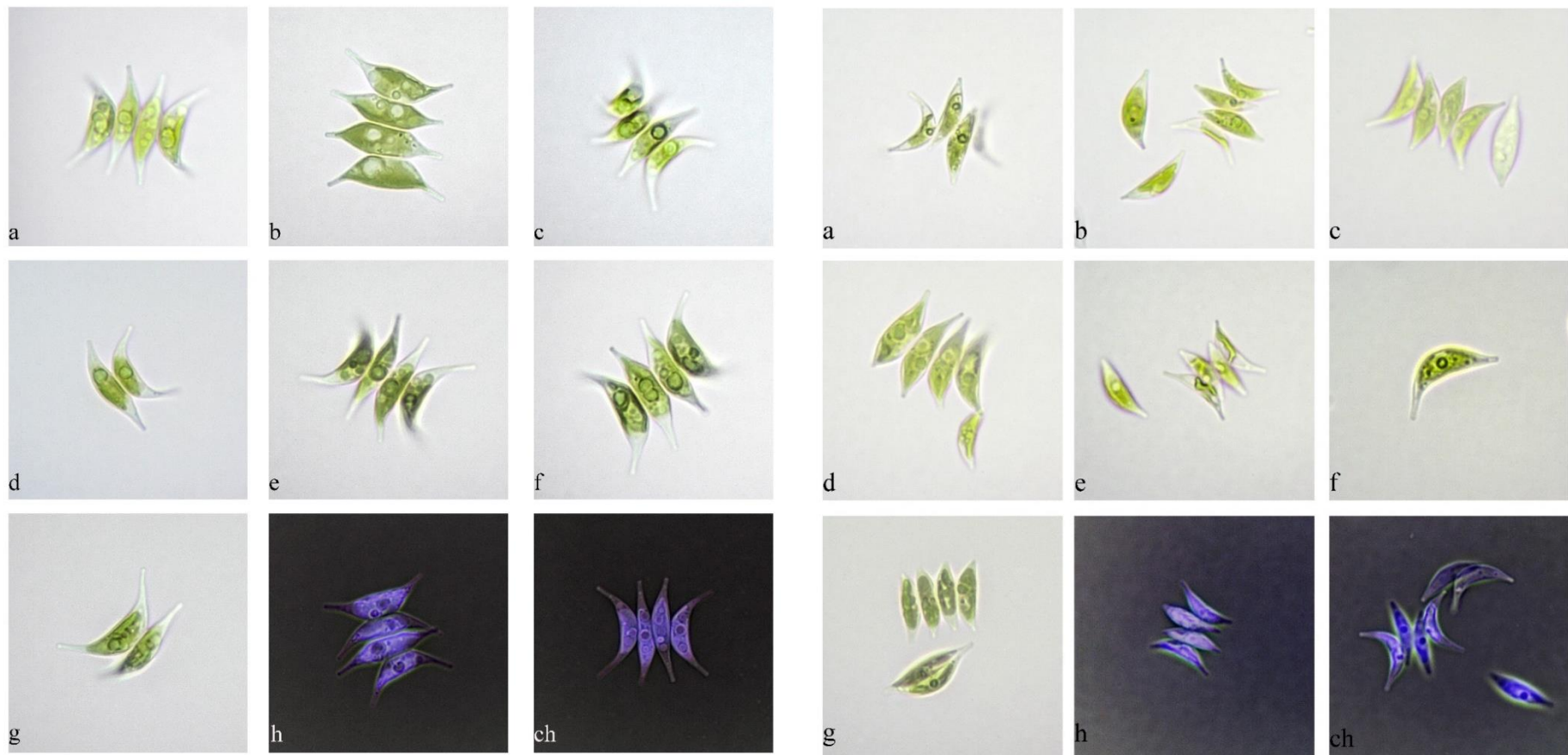
S. acutus patrí do podrodu *Acutodesmus*. Podarilo sa mi úspešne vyizolovať 3 kultúry daného druhu. Každá z nich sa od seba trocha morfológicky líši. Bunky v každej kultúre majú banánovitý tvar a môžu byť zahnuté do tvaru písmena C, avšak líšia sa v zakončení bunky. Kultúra na obrázku 42 má stopkaté zakončenie s výrazným zaškrtením. Pri ostatných kmeňoch som rovnako silne zaškrtenie nezaznamenal, ale bunky sa rovnomerne zužovali. Jednotlivé kmene sa líšili aj vo veľkosti.



Scenedesmus acutus

1000x

Obr. 42: Obrázková tabuľa morfológickej variability *Scenedesmus acutus*, z lokality potoka Feh, izolácia 13.5.2019 (obrázky h a ch sú s invertovanou expozíciou).



Scenedesmus acutus
1000 x

20 µm

Scenedesmus acutus
1000x

20 µm

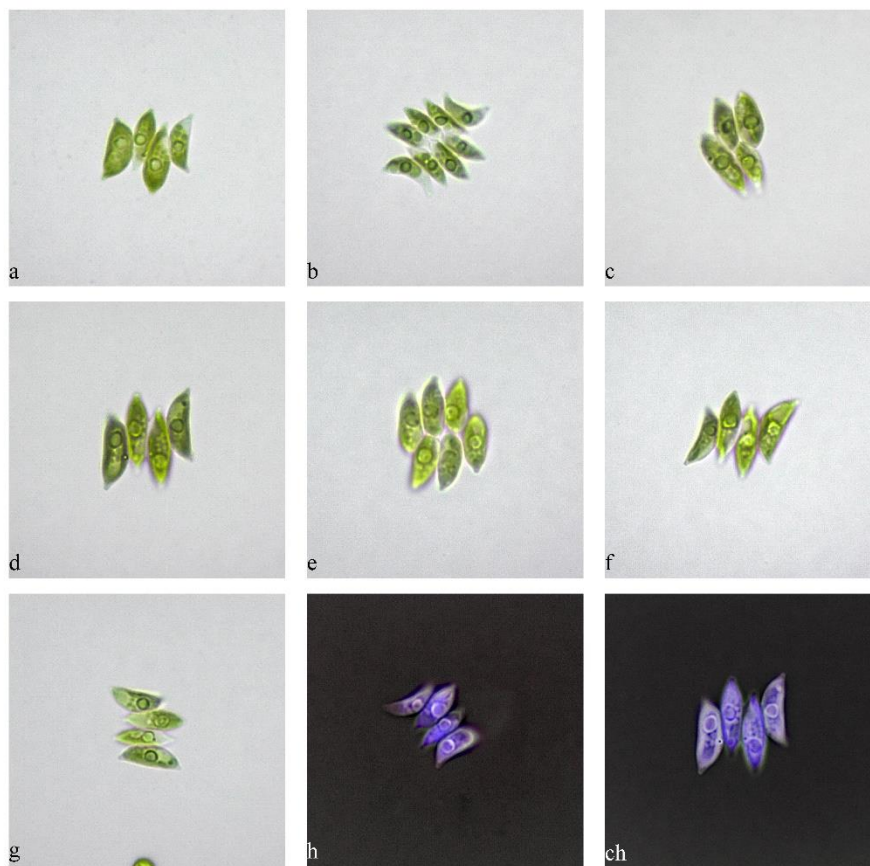
Obr. 43 (vľavo): Obrázková tabuľa morfolologickej variability *Scenedesmus acutus*, z lokality potok Fej, izolácia 13. 5. 2019 (obrázky h a ch sú s invertovanou expozíciou).

Obr. 44 (vpravo): Obrázková tabuľa morfolologickej variability *Scenedesmus acutus*, z lokality Dunajské luhy, izolácia 6. 7. 2019 (obrázky h a ch sú s invertovanou expozíciou).

V kmeni na obrázku 44 mali bunky najväčšie a ich dĺžka vrátane stopky dosahovala približne 24 μm , bunky v kmeni na obrázku 43 dosahovali 16 μm , a na obrázku 42 boli najmenšie a to len 13 μm . Bunky sa vyskytujú často samostatne alebo v cenóbiách po dvoch. V cenóbiách sú bunky usporiadané lineárne alebo aj striedavo. V jednom kmeni som však nezaznamenal dva typy usporiadania zároveň, v každom prevládal len jeden typ. V kmeni na obrázku 42 boli bunky usporiadané najčastejšie striedavo, v ostatných vždy lineárne. Môžu vyskytovať aj 8-bunkových cenóbiách ako na obrázku 42c. V bunkách sú dobre viditeľné pyrenoidy s umiestnením najčastejšie v strede bunky.

1.8. *Scenedesmus dimorphus*

Kmeň patrí do podrodu *Acutodesmus*. Bunky sú menšie než u *S. acutus*, dorastajú do šírky priemerne 8,5 μm . Tvar buniek je banánovitý, ale s krátkymi stopkami. Stopky nemajú zaškrtenie, bunka sa rovnomerne zužuje. Bunky sa vyskytujú samostatne alebo v cenóbiách s rôznym počtom buniek (z 2



Scenedesmus dimorphus

20 μm

1000 x

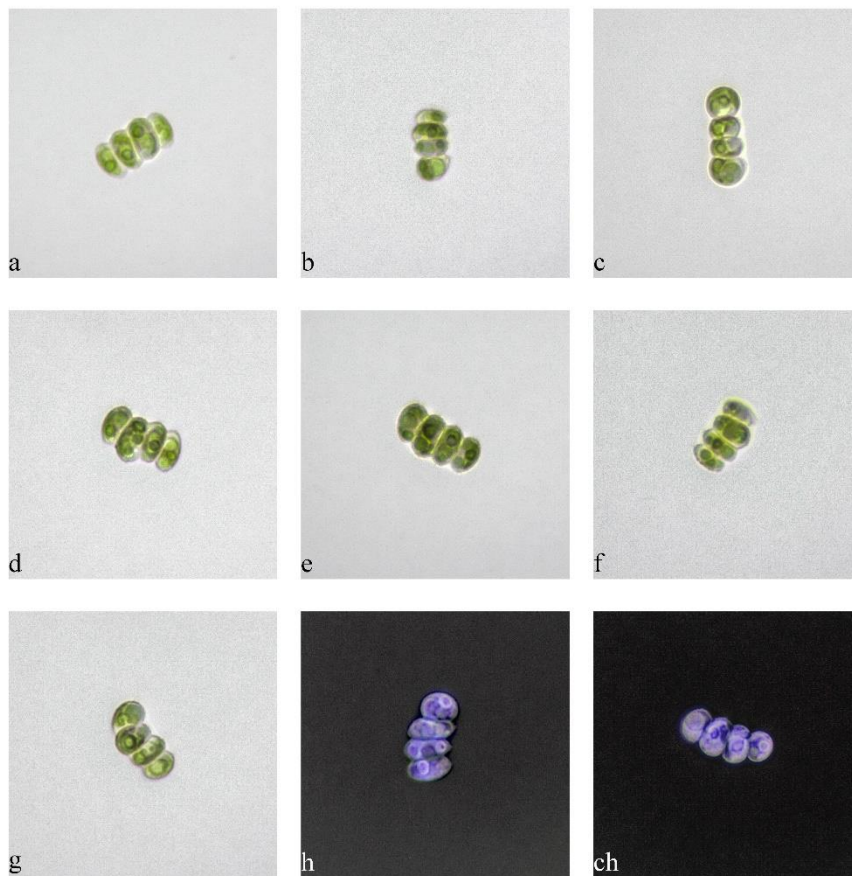
až buniek).

Obr. 45: Obrázková tabuľa morfolologickej variability *Scenedesmus dimorphus*, z lokality Dunajské luhy, izolácia 6. 7. 2019 (obrázky h a ch sú s invertovanou expozíciou).

Bunky v cenóbiách sú usporiadané rôzne, najčastejšie striedavo (Obr. 45a), v zákrytoch, kde môžu bunky vyčnievať (Obr. 45d, 45g, 45h, 45ch), alebo v dvoch a viacerých radoch (Obr. 45b, 45c, 45e). Pyrenoidy sú dobre viditeľné a umiestené najčastejšie v strede bunky.

1.9. *Scenedesmus parvus*

Patrí do podrodu *Scenedesmus*. *S. raciborskii* má menšie oválne bunky s priemerom 6 μm . Dĺžka celého cenóbia je približne 14 μm . Bunky sú v cenóbiu usporiadané v zákrytoch za sebou. Vnútročné bunky sú však morfológicky odlišné než koncové, a môžu striedavo vyčnievať z cenóbia (Obr. 46d). U tohto druhu nebola pozorovaná žiadna slizová vrstva. Pyrenoidy sú dobre viditeľné u väčšiny jedincov a často sú usporiadané po stranách (3 na jednej strane a 1 na druhej, dobre viditeľné na obr. 46e).



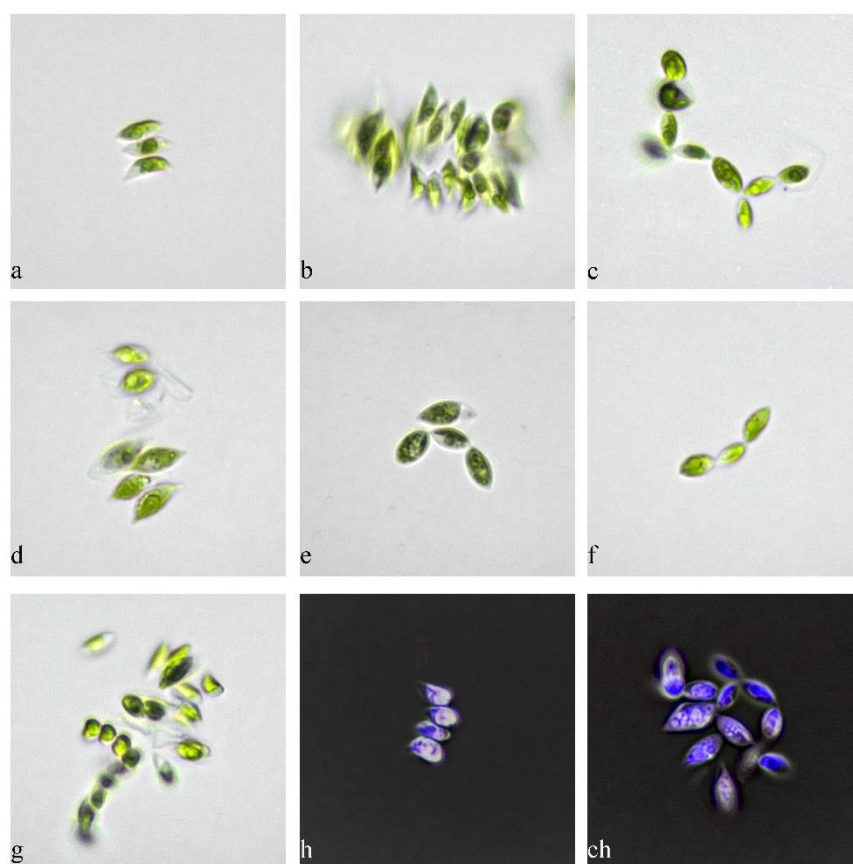
Scenedesmus raciborskii

1000 x

Obr. 46: Obrázková tabuľa morfológickej variability *Scenedesmus parvus*, z lokality Dunajské luhy, izolácia 6. 7. 2019 (obrázky h a ch sú s invertovanou expozíciou).

1.10. *Scenedesmus obliquus*

Tento druh patrí do podrodu *Acutodesmus*, s oválnymi alebo kosoštvorcovými bunky s tupými hranami. Bunky sa vyskytujú v rôznych cenóbiách, v 2 až 4-bunkových alebo v zhlukovitých (Obr. 47b, 47g, 47ch.). Bunky sú normálnom cenóbiu usporiadané striedavo (Obr. 47c.), zákrytoch (obr. a, h.) alebo aj reťazovo za sebou (Obr. 47c, 47f, 47ch.). Zhlukovité kolónie na obrázkoch 47b, 47g, 47ch, nie je jedno cenóbiu, ale len zoskupené cenóbiá k sebe, často reťazovito spojené, alebo zoskupené 4-bunkové cenóbiá ako na obrázku 47b. Priemer bunky je 7 až 9 µm. Pyrenoidy nie sú dobre viditeľné u všetkých jedincov. Ak sú viditeľné, tak sú umiestnené najčastejšie v strede bunky.



Scenedesmus obliquus

1000x

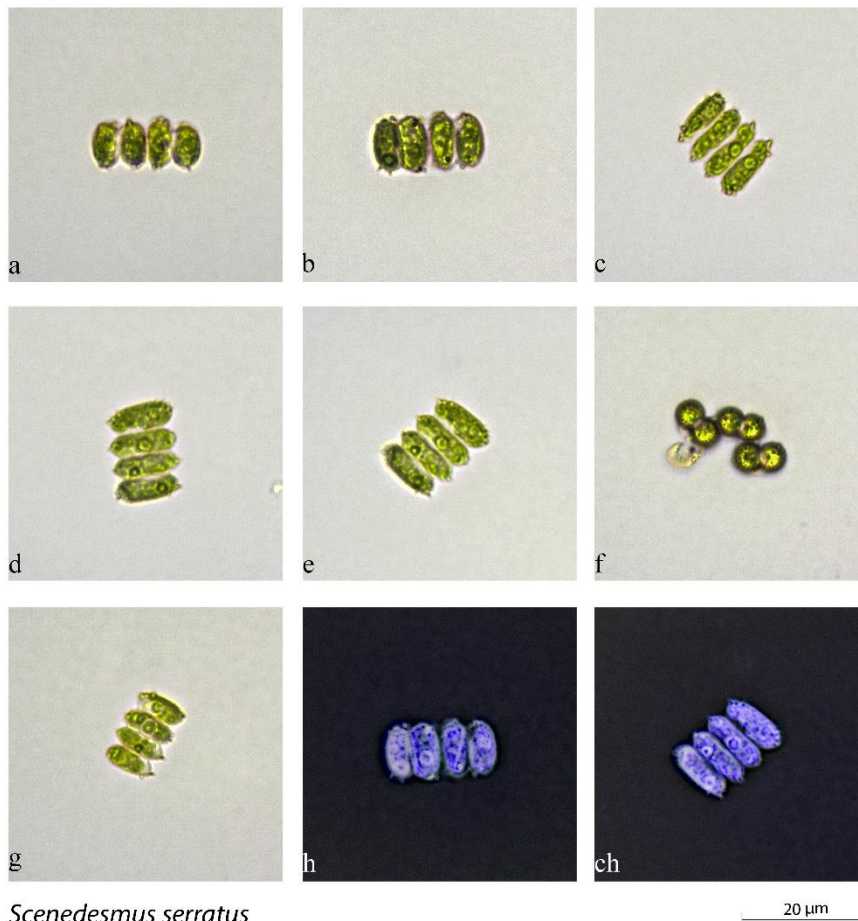
20 µm

Obr. 47: Obrázková tabuľka morfolologickej variability *Scenedesmus obliquus*, z lokality Dunajske luhy, izolácia 6.7.2019 (obrázky h a ch sú s invertovanou expozíciou).

1.11. *Scenedesmus serratus*

Na prvý pohľad *S. serratus* vyzerá ako zástupca podrodu *Scenedesmus*, ale patrí do podrodu *Desmodesmus*. Nemá síce veľké trne, ktoré sú typické pre *Desmodesmus*, ale má len malé výrastky na koncových aj vnútorných bunkách. Na koncových bunkách sú podobné hrebene, aké sú typické pre *S.*

intermedius. Tieto deriváty sú dobre viditeľné na obrázku 48a, 48b, a 48g. Hrebene sú viditeľné slabšie, ale na obrázku c sú vidieť ako slabooranžový lem na koncových bunkách. Dĺžka cenóbií sa pohybuje od 10 do 16 μm , čo je porovnateľné s ostatnými druhmi. Bunky v cenóbiu sú usporiadané za sebou v zákrytoch. Tvar buniek je buď oválny až guľovitý ako na obrázkoch 48a, 48b, 48h alebo sú obdĺžnikovité úzke ako na zvyšných obrázkoch (Obr. 48f je pohľad z boku na cenóbium). Pyrenoidy sú dobre viditeľné umiestnené najčastejšie v strede cenóbia alebo po stranách 3+1 (tri na jednej strane a jeden na druhej, vidno na obrázkoch 48c a 48d).



Scenedesmus serratus

20 μm

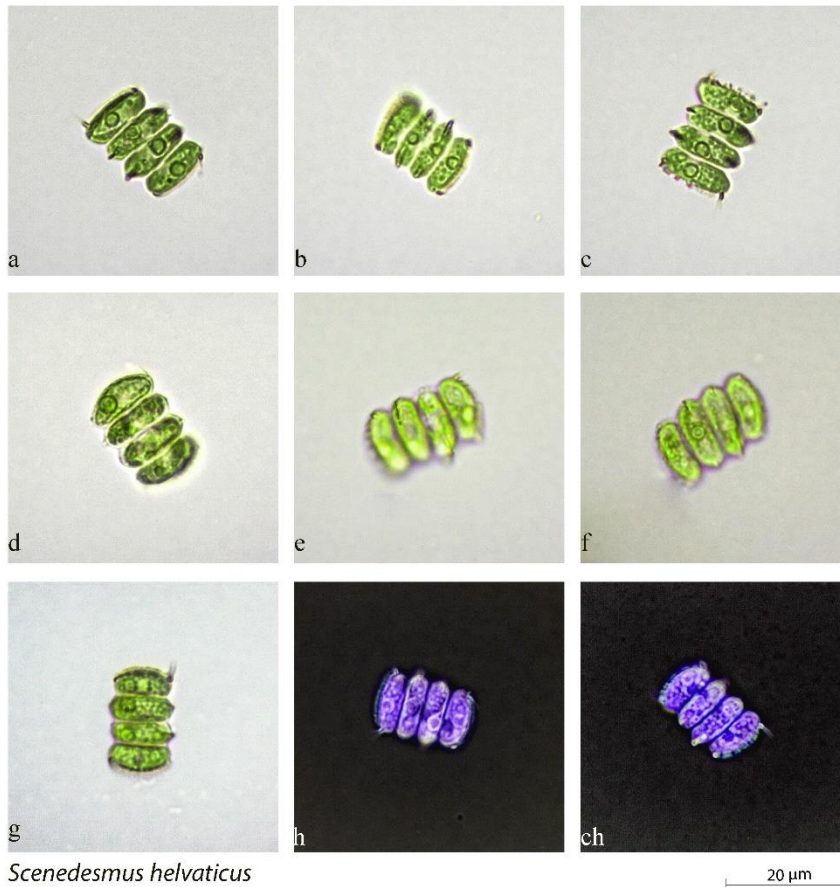
1000x

Obr. 48: Obrázková tabuľa morfolologickej variability *Scenedesmus serratus*, z lokality Dunajské luhy, izolácia 6. 7. 2019 (obrázky h a ch sú s invertovanou expozíciou).

1.12. *Scenedesmus helveticus*

Patrí do podrodu *Desmodesmus*. Bunky v cenóbiu sú obdĺžnikovitého tvaru s oválnym zakončením. Trne na koncových bunkách sú častokrát neprítomné alebo zakrpatené. Na koncovej bunke je častokrát viditeľný len jeden trň, umiestnený protistoľne (diagonálne) k trňu na opačnej koncovej bunke. Druhy trň je neprítomný alebo zakrpatený (Obr. 49a, 49c). Dĺžka cenóbia je približne 15,5 μm

a dĺžka bunky 9 μm . Okrem tŕňov sa na koncových bunkách vyskytujú hrebene, ktoré sú veľmi dobre viditeľné na obrázkoch 49c a 49e a taktiež na invertovaných obrázkoch 49h a 49ch. Na vnútorných bunkách sú prítomné rebrá podobné ako pri *S. intermedius*. Čiary siahajú maximálne do $\frac{1}{4}$ dĺžky bunky a sú prítomné z jednej alebo oboch strán. Pyrenoid je dobre viditeľný a umiestnený najčastejšie v strede cenóbia alebo aj 3+1.



Scenedesmus helveticus

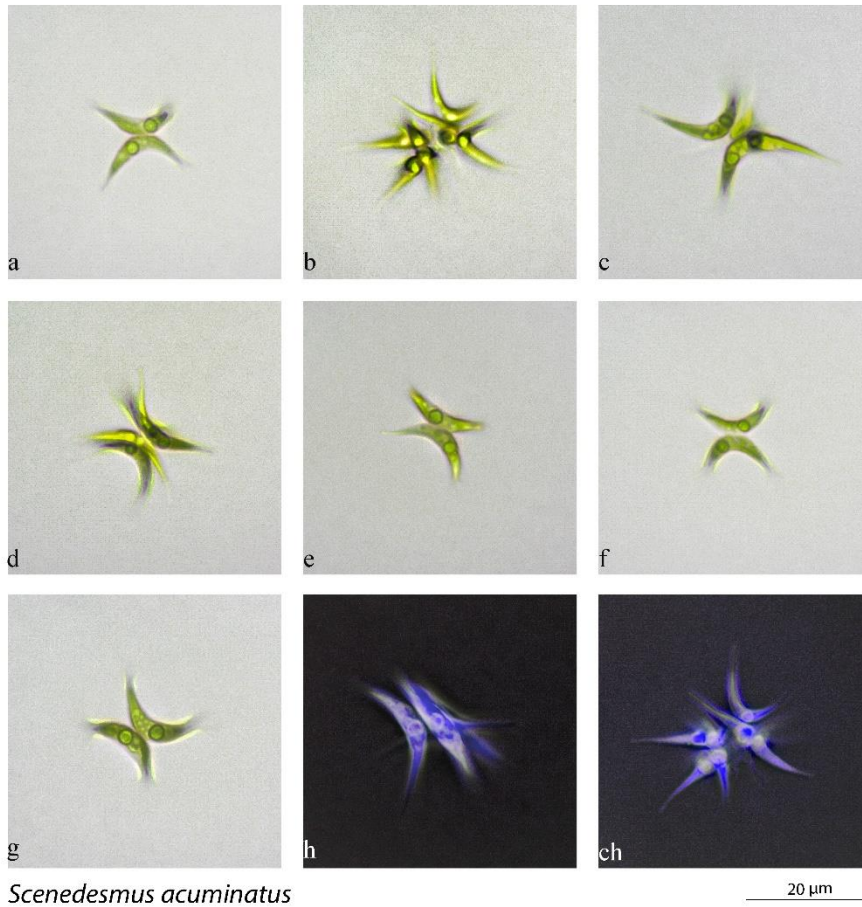
1000x

Obr. 49: Obrázková tabuľa morfolologickej variability *Scenedesmus helveticus*, z lokality Rybniky Prejta, izolácia 14. 10. 2018 (obrázky h a ch sú s invertovanou expozíciou).

1.13. *Scenedesmus acuminatus*

Patrí do podrodu *Acutodesmus*. Na rozdiel od *S. acutus*, má tento druh podlhovasté bunky banánovitého tvaru, zahnuté do písmená C. Netvorí bežne ploché cenóbiá, kde sú umiestnené bunky v zákrytoch za seba, ale trojrozmerné cenóbiá. V týchto zvláštnych trojrozmerných cenóbiách sú bunky orientované strednou časťou vždy do vnútra cenóbia. Bunky v cenóbiu môžu byť usporiadané chaoticky a tvoria takmer guľovité cenóbiium, ako na obrázkoch 50b a 50ch, alebo sú usporiadané rovnako (orientované rovnakým smerom) a tvoria akoby „korunu“, ako na obrázkoch 50c, 50d a 50h. Počet buniek v takýchto cenóbiách sa môže pohybovať od 4 až 8. Často sa však vyskytujú aj

v dvojbunkových cenóbiách. Dĺžka jednej bunky je približne 18 až 22 μm . Pyrenoid je dobre viditeľný, umiestené najčastejšie mierne vychýlený od stredu bunky.



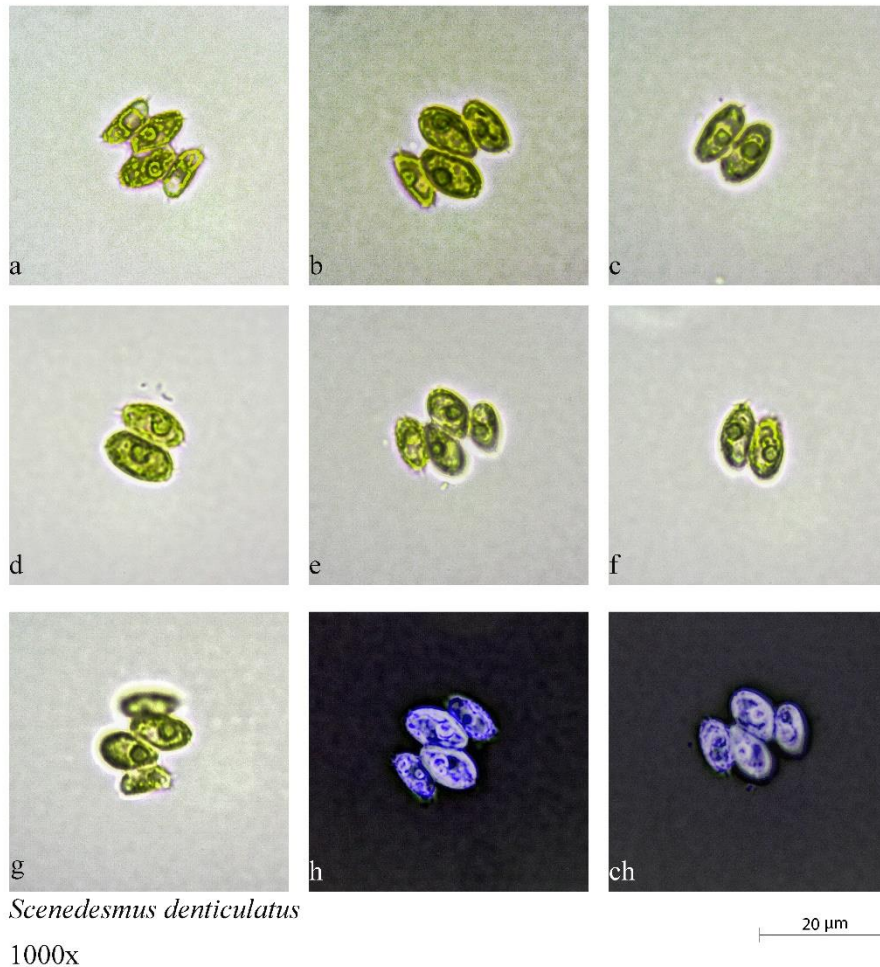
Scenedesmus acuminatus

1000x

Obr. 50: Obrázková tabuľa diverzity *Scenedesmus acuminatus*, z lokality Palvov, izolácia 23.10.2019 (obrázky h a ch sú s invertovanou expozíciou).

1.14. *Scenedesmus denticulatus*

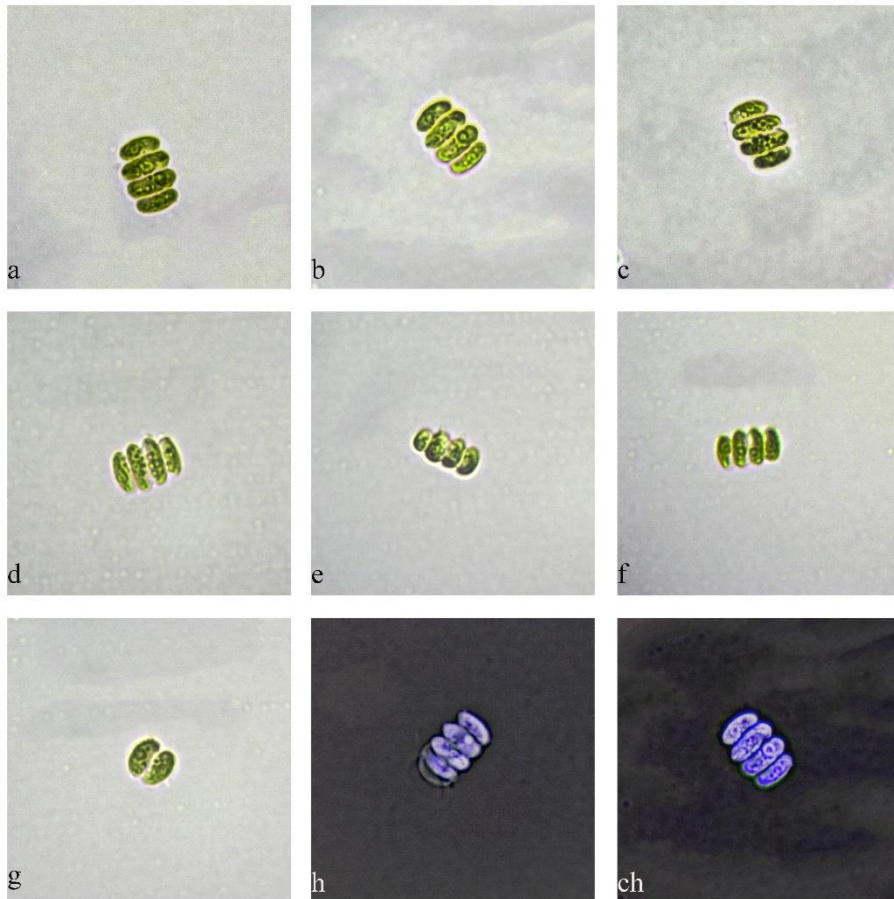
Patrí do podrodu *Scenedesmus*. Bunky majú kvapkovitý alebo vajcovitý tvar, s dĺžkou 10 μm a dĺžka cenóbia je až 17 μm . V cenóbiu sú bunky usporiadané striedavo. Na bunkách majú malé štetiny, umiestené po bokoch, alebo vrcholoch buniek, ktoré sú dobre viditeľné na obrázku 51a, alebo na invertovanom obrázku 51h, kde sú viditeľné ako malé hrbolce po krajoch koncových buniek. Na bunkách sa nenachádzajú žiadne hrebene ani rebrá. Okolo cenóbia nebola zaznamenaná žiadna slizová vrstva, ktorá je bežná pri tomto podrode. Pyrenoidy sú dobre viditeľné, umiestnené najčastejšie v strede bunky.



Obr. 51: Obrázková tabuľa morfolologickej variability *Scenedesmus denticulatus*, z lokality potok pri Podebradoch, izolácia 23. 10. 2019 (obrázky h a ch sú s invertovanou expozíciou).

1.15. *Scenedesmus brasiliensis*

Patrí do podrodu *Scenedesmus*. Koncové bunky sú o zlomok menšie než bunky vo vnútri cenóbia a majú mierne fazuľovitý tvar. Na niektorých bunkách sú slabšie pozorovateľné, avšak prítomné rebrá podobné ako u *S. intermedius* (Obr. 52a, 52b, 52ch). Nejde však o rovnaký druh, preto lebo neboli zaznamenané žiadne trne ani na koncových, ani na vnútorných bunkách cenóbií. Okolo cenóbia sa nenachádza žiadny slizový obal. Dĺžka cenóbia je približne 10 μm. Pyrenoidy sú veľmi slabo viditeľné.



Scenedesmus brasiliensis

1000x

20 µm

Obr. 52: Obrázková tabuľa morfolologickej variability *Scenedesmus brasiliensis*, z lokality Palvov, izolácia 23. 10. 2019 (obrázky h a ch sú s invertovanou expozíciou).

DISKUSIA

Mnou vyizolované a študované druhy patria do troch fylogeneticky uznávaných podrodov *Desmodesmus*, *Scenedesmus* a *Acutodesmus* (Kessler 1997, An 1999, Tsarenko a Petlevanny 2001). *Scenedesmus* sp. je neoddeliteľnou a významnou súčasťou fytoplanktónu ako primárny producent. Mnohé vedecké práce, zaoberajúce sa rozborom fytoplanktónu v stojacích vodách, popisujú rod *Scenedesmus* sp, spolu s rodom *Pediastrum*, *Dinobryon*, sinicami rodu *Microcystis*, *Aphanizomenon*, *Oscillatoria* a rozsievkami *Cyclotella* a *Nitzia*, ako dominantné druhy fytoplanktónu v stojacích vodách. *Scenedesmus* sp. sa často nachádza v slabšie eutrofných vodách a môže sa využívať aj ako ich indikátor. Medzi najčastejšie sa vyskytujúce druhy patrí najmä *Scenedesmus acuminatus*, *quadricauda* a *obliquus* (Acharya et al., 2016; Belokda et al., 2017; El-Kassas a Gharib, 2016; Radojicic a Kopp, 2016; Skorobogatova, 2018). V silne eutrofizovaných vodách však nachádza len veľmi zriedka a v nízkej denzite (Phinyo et al. 2017).

Scenedesmus acutus sa mi úspešne podarilo vyizolovať z dvoch rôznych lokalít a to z potoka Fej a z meandru Dunaja v Dunajských luhoch. Mnohokrát sa však *S. acutus* vyskytuje v odpadových vodách, odkiaľ sú kmene často izolované a využívané na bioremediáciu (Doria et al. 2012, Angioni 2018). Citovaný autori našli dané druhy v odpadových vodách mesta Pavia v Taliansku. Jednotlivé mnou vyizolované kultúry neboli úplne uniformné, ale odlišovali sa určitými morfológickými vlastnosťami, napríklad veľkosťou a usporiadaním buniek v cenóbiu. Podľa autorov Uherkovich (1966), Hortobágyi (1973) a Komárek a Fott (1983) má *Scenedesmus acutus* široké rozpätie rozmerov od 5 až do 27 μm , čomu zodpovedajú aj moje výsledky. Najväčšie dĺžky buniek som zaznamenal v kultúre z Dunajských luhov, ktoré dosahovali v priemere až 20 μm . Naopak najmenšiu dĺžku som zaznamenal v jednej z kultúr z potoka Fej, ktorá dosahovala len približne 12 μm . Chodat (1926) však zaznamenal omnoho menší rozptyl a o polovicu menšie rozmery než ostatní autori, a to 7,5 – 10 μm . Ďalší znak, podľa popisu Komárek a Fott (1983) a Uherkovich (1973) spomína sú konce buniek, ktoré môžu byť buď špicaté alebo prstovito (stopkovito) predĺžené a často zahnuté. V mojich kultúrach sú prítomné oba typy týchto zakončení, stopkaté v kultúre z Dunajských luhov a jednej z potoka Fej a druhej môžem zasa vidieť špicaté konce a nie stopkaté. Vo všetkých kultúrach sú konce zahnuté (smerom von z cenóbia) a vnútorné bunky sú rovné, čo sa zhoduje aj s vybranou literatúrou. Ďalším porovnávacím znakom je usporiadanie buniek v cenóbiu. Podľa autorov Chodat (1926), Komárek a Fott (1983) a Uherkovich (1973) je najčastejšie usporiadanie striedavé. Naopak v mnou vyizolovaných kultúrach bolo usporiadanie buniek najčastejšie striedavé.

Scenedesmus dimorphus bol vyizolovaný z ramena Dunaja v Dunajských luhoch. Podľa popisu Chodat (1926), Uherkovich (1966), Hortobágyi (1973), Komárek a Fott (1983), Hegewald (1989) majú bunky vretenovitý tvar a konce buniek sa prudko zužujú do tupého hrotu. Konce nemajú žiadne predĺžené stopky ako *S. acutus*. Konce bunky sú často zahnuté do písmena D a nikdy

nevyčnievajú von z cenóbia tak, že by bunka pripomínala tvar C. Všetky tieto morfológické znaky sa zhodujú s mnou vyizolovanou kultúrou *S. dimorphus* a však u niektorých koncových buniek som zaznamenal aj prehnutie to písmena C. Komárek a Fott (1983) pozorovali pri tomto druhu tri rôzne usporiadania buniek v cenóbiu a to lineárne, striedavé alebo usporiadanie vo viacerých radoch. Chodat (1926) a Hegewald (1989), však najčastejšie pozorovali lineárne usporiadanie. V mojej kultúre boli bunky usporiadané striedavo, a niektoré aj v dvoch radoch. Chodat (1926) pripúšťa aj mierne špicaté okraje buniek, ktoré som však v kultúrach nepozoroval. Bunky *S. dimorphus* môžu dosahovať dĺžku, podľa Komárek a Fott (1983), 7 až 35 μm a šírku 2 až 8 μm . Chodat (1926) zaznamenali menšie rozmery a to 7 až 9,5 μm . Mnou vyizolovaný kmeň dosahuje maximálnu dĺžku len 15 μm a šírku 4,5 μm . Ďalej autori podotýkajú na fakt, že cenóbia sa v kultúrach často rozpadajú na jednotlivé solitérne bunky, čo môžem potvrdiť aj z vlastného pozorovania.

Scenedesmus acuminatus bol vyizolovaný z vodnej nádrže z Pavlova pri Lošticiach. V podobných lokalitách *S. acuminatus* zaznamenali aj Shubert a Will-Wozniak (2003), a to v záhradnom potoku a rybníku z neznámej lokality v južnom Poľsku blízko Krakova. Iní autori Nicklisch, (1998), daný druh našli vo veľkom jazere Muggelsee pri Berlíne, typom prostredia sa podobá vodným nádržiam Prejta (má však ďaleko väčšie rozmery). Hindák et al. (1990) identifikovali daný druh v rôznych typoch habitu a to v jazerách a štrkoviskách. V podobných vodných nádržiacich som však veľkú abundanciu riasy *Scenedesmus* nezaznamenal. Vodné ekosystémy podobné štrkoviskám môžu mať často oligotrofný charakter, postupom často však môžu stať eutrofnými. Doba tejto sukcesie je však veľmi variabilná (Illyová, 2012). Je dosť pravdepodobné, že mnou vybrané lokality ako Vodné nádrže Prejta alebo Chomoutovské jazerá mohli dosahovať nízky stupeň trofie a preto sa v nich riasa *Scenedesmus* vyskytovala len zriedka. Uherkovich (1966), Hortobágyi (1973) a Komárek a Fott (1983) popisujú tri rôzne usporiadanie buniek v cenóbiu a to lineárne, striedavé alebo trojrozmerné 4 až 8 bunkové cenóbia, ktoré sú k sebe pripojené centrálnymi časťami. Bunky k sebe priliehajú len jednou pätinou. V mnou vyizolovaných kultúrach som zaznamenal len posledný spomínaný typ usporiadania. V popise od Hortobágyi (1973) sa taktiež iný typ usporiadania nevyskytoval. Autori popisujú bunky ako štíhle a vretenovité, s dlhým pomalým sa zužujúcim zakončením, čo zhoduje s mojimi výsledkami. Podotýkajú na to, že vonkajšie bunky sú silnejšie a zahnuté, čo by bolo v mojom prípade vhodné, ale vnútorné bunky popisujú ako tenšie a rovné. V mnou vyizolovanej kultúre boli však všetky bunky rovnaké a zahnuté. Autori týmto popisom pravdepodobne opisujú bunky usporiadané v cenóbiu na jeden úrovni (lineárne a striedavé), tieto vlastnosti však u trojrozmerného cenóbia, podľa môjho pozorovania neplatia. Uherkovich (1973) popisuje fakt, že pri striedavom usporiadaní sú jednotlivé bunky výrazne užšie a špicatejšie, než pri lineárnom usporiadaní. V mojom prípade daný fakt nemôžem posúdiť, pretože som zaznamenal iba jeden typ usporiadania. Dĺžka buniek *S. acuminatus* podľa väčšiny autorov môže dosahovať od 9,6 až po 50 μm . Ja som namerlal maximálnu dĺžku 28 μm a priemernú 22 μm . Rovnaké hodnoty ako ja, zaznamenali aj Akgul et al. (2017). Ďalšou štúdiou, ktorá sa zaoberala

charakteristikou *S. acuminatus* bol Hindák et al. (1990). Autori sa odkazovali na prácu Hegewald a Silva (1988), v ktorej bolo spomínané, že pri *S. acuminatus* môže byť prítomný aj slizový obal. Hindák et al. (1990), rovnako ako ja, žiaden slizový obal nezaznamenali.

Scenedesmus intermedius sa mi podarilo nájsť a vyizolovať zo 4 rôznych lokalít a to v stojacích vodách (Rybníky Prejta, Jazierko Holice PŘF, jazero Cajnerák) a pomaly tečúcich vodách (Dunajské luhy). V podobných typoch stanovišť, identifikoval daný druh aj Hindák et al. (1990) a to v rybníku v oblasti Železnej studienky v Bratislave, rybníku Stávek v Stupave a v rieke Nitra (z neznámej časti, pravdepodobne z pomaly tečúceho ramena). *S. intermedius* je tiež možné nájsť aj v lagúnach, ako napríklad v lagúne v Doñana National Park v Španielsku (Romero a Lopez, 2012). Komárek a Fott (1983), Hindák et al. (1990), Uherkovich (1966), Chodat (1926) a Hortobágyi (1973) popisujú druh *S. intermedius* ako veľmi variabilný a má mnoho taxonomicky uznávaných variet. Jeho variabilita spočíva hlavne v prítomnosti a umiestnení trňov. V mnou vyizolovaných kultúrach majú všetky cenóbia 4 hlavné trne na póloch koncových buniek, ich absencia nebola pozorovaná. Podľa Komárek a Fott (1983) pri danom druhu sú často pozorované 2 diagonálne ležiace trne na koncových bunkách, ktoré sú výrazne dlhšie ako ostatné, alebo sa ostatné trne nemusia vyskytovať vôbec. Náznak 2 diagonálnych trňov, som čiastočne zaznamenal v kultúre z jazierka Holice (Obr. 30). Nevieť však s presnosťou určiť či ide len o náhodnú anomáliu. Priemerná veľkosť buniek, cenóbia a dĺžka ostňov sa zhodujú s výsledkami autorov, čo je približne 5 až 9 μm . Tvar buniek všetci autori opisujú ako oválne až vajcovité so široko zaoblenými pólmi. Opis v mojom prípade je čiastočne zhodný, a však tvar u väčšiny buniek by som opísal viac ako obdĺžnikovitý. Usporiadanie buniek v cenóbiu je podľa väčšiny autorov, okrem Chodat (1926), len výrazne striedavé a lineárne usporiadanie nie je spomenuté. Vo všetkých mnou vyizolovaných kultúrach sú však bunky usporiadané iba lineárne, len občas boli zaznamenané nevýrazne striedavé usporiadanie (Obr. 31a). Hindák et al. (1990) tak isto zdôrazňujú, že najčastejšie usporiadanie je striedavé, a však pri niektorých kultúrach sa stretli so striktno lineárnym usporiadaním. Dané usporiadanie buniek potvrdzuje aj článok od Phinyo et al. (2017), kde taktiež pozorovali lineárne usporiadanie buniek. Hindák et al. (1990), Chodat (1926) a Tsarenko (2005) spomínajú prítomnosť rebier, ktoré boli prítomné aj v mnou vyizolovaných kultúrach. Rebrá siahajú do jednej štvrtiny alebo maximálne do polovice dĺžky bunky. Hortobágyi (1973) a Uherkovich (1973) prítomnosť rebier nespomínajú a bunky opisujú ako hladné bez derivátov. Ďalší povrchový znak, ktorý sa zhoduje s vybranou literatúrou Komárek a Fott (1983) a Uherkovich (1973) je prítomnosť bradavičnatých útvarov, ktoré sú viditeľné takmer v každej kultúre, ako malé granulovité útvary (viac vo výsledkoch).

Scenedesmus serratus bol vyizolovaný z Dunajských luhov. Hindák et al. (1990) identifikovali dané druhy na Slovensku najmä v úplne stojacích vodách ako štrkoviská a jazerá, a vo Švajčiarsku v jazere Gerzensee vo výške 646 metrov nad morom. Usporiadanie buniek v cenóbiu je podľa Uherkovich (1966), Komárek a Fott (1983), Hindák et al. (1990), Johnson, Fawley a Fawley,

(2007), Fawley, Fawley a Hegewald, (2011) lineárne a zriedka striedavé, čomu zodpovedajú aj moje výsledky. Striedavé usporiadanie v cenóbiu som nezaznamenal. Tvar bunky autori prác popisujú ako podlhovastý alebo vretenovitý so zaoblenými koncami, čo taktiež zodpovedá mojím výsledkom. Ďalším spomínaným znakom sú „zuby“ alebo malé trne na povrchu bunkovej steny. Tsarenko (2005) popisuje prítomnosť a umiestnenie zubov ako veľmi variabilné. Zuby sa môžu nachádzať na póloch koncových aj vnútorných buniek alebo môžu pokrývať celú dĺžku bunky, usporiadané do jedného radu. Rovnaké umiestnenie zubov popisujú aj Uherkovich (1966), Komárek a Fott (1983) a Hindák et al. (1990). Zuby, ktoré sa nachádzajú na póloch buniek (vnútorných aj vonkajších), sú viac robustnejšie než ostatné. Ja som na cenóbiach pozoroval trne (zuby) len v rohoch buniek, ostatné zuby neboli viditeľné. Podľa autorov sa tieto rady zubov nachádzajú len na jednej strane buniek a pri pozorovaní pomocou svetelného mikroskopu nemusia byť vždy viditeľné. Hindák et al. (1990) uvádzajú aj rozmery väčších zubov, čo je 1 a u niektorých až 2 μm . V mojom prípade zubu nedosahovali maximálne 1 μm . Hindák et al. (1990) a Fawley, Fawley a Hegewald (2011), spomínajú prítomnosť slizového obalu v okolí bunky, ktorý však nemusí byť vôbec prítomný. V mnou vyizolovaných kultúrach som nezaznamenal žiadny slizový obal. Veľkosťne je *S. serratus* dosť variabilný, Komárek a Fott (1983) a Uherkovich (1966) zaznamenali rozmery bunky 7,8 - 20 \times 2,7 - 7, čo je v porovnaní s mojimi výsledkami asi o tretinu väčšie. Na druhej strane sa moje výsledky zhodujú s pozorovaním Chodat (1926), Hortobágyi (1973), Hindák et al. (1990) a Tsarenko (2005), ktorý uvádzajú rozmery 12 \times 4 μm .

Scenedesmus spinosus pochádzajú z neznámej lokality a z Rybníkov Prejta. Hindák et al. (1990), daný druh identifikovali v štrkoviská v Palkovičove a Klučovci. Štrkovisko je podobná lokalita ako Vodná nadrž Prejta, a však dané štrkoviská pravdepodobne dosahovali vyšší stupeň eutrofie. Podľa popisu od Uherkovich (1966), Hortobágyi (1973), Komárek a Fott (1983) a Hindák et al. (1990) majú bunky *S. spinosus* cylindrický, vretenovitý až vajcovitý tvar, sú usporiadané v cenóbiu lineárne, nikdy nie striedavo a netvorí žiadny slizový obal. V cenóbiu sa najčastejšie nachádzajú 2 až 4 bunky, zriedka 8. Tieto morfológické vlastnosti sa približne zhodujú aj s mojimi výsledkami. Všetky kultúry sú vzhľadovo takmer rovnaké, odlišujú sa len vo veľkosti a dĺžke trňov. Spomínaní autori zaznamenali dva veľké trne na póloch koncových buniek, ktoré dosahujú polovicu alebo sú rovnaké dlho ako je dĺžka bunky, a často jeden menší uprostred koncovej bunky, ktorý dosahuje štvrtinu alebo polovicu dĺžky bunky. Hortobágyi (1973) na rozdiel od mňa a ostatných autorov zaznamenal viac ako jeden prídavný trň. Ďalšie trne môžu byť aj v strede okraja vnútorných buniek. Každé cenóbiu v mnou vyizolovaných kultúrach mal hlavné aj prídavné trne. A však prídavné trne boli často krátke alebo sa nevyskytovali vôbec. Komárek a Fott (1983) a Hindák et al. (1990) vylučujú prítomnosť slizového obalu, rebier či bradavic viditeľných pod svetelným mikroskopom (pod elektrónovým mikroskopom môžu byť viditeľné drobné rebra, čo potvrdzuje aj Hegewald (1978)), ostatní autori ich nespomínajú. Rozmery buniek sa väčšinou zhodujú s popismi autorov. V porovnaní s Komárek a Fott (1983) a Chodat (1926) sú bunky menších rozmerov a to 5 - 15 \times 2 - 7 μm , v mojom prípade to bolo 8 \times 3 μm . Najmenšie

rozmery zaznamenal Hortobágyi (1973) a to 6 až 7 μm . Usporiadane buniek je podľa všetkých autorov najčastejšie lineárne, zriedka slabo striedavé, čo potvrdzujú aj moje výsledky. Chodat (1926), Komárek a Fott (1983), Hindák et al. (1990) zaznamenali zahnutie koncových buniek smerom von z cenóbia. Podobné zahnutia som však v mnou vyizolovaných kultúrach takmer vôbec nezaznamenal až jednu výnimku, kde bolo viditeľné mierne zahnutie pólov bunky (Obr. 34h).

Scenedesmus subspicatus bol izolovaný z jazierka Holice PŘF a vodnej nádrže v Pavlove pri Lošticiach. Podobné lokality zaznamenali autori Shubert a Will-Wozniak, (2003) v Poľsku a to malé záhradné jazero a rybník v neznámej lokalite v blízkosti Krakova. Rozmery buniek z mnou vyizolovaných kultúr spĺňajú rozsah, ktoré uvádzajú autori Uherkovich (1966), Komárek a Fott (1983), Hindák et al. (1990) a Phinyo et al. (2017) čo od $5 - 12 \times 1,8 - 3,5$. Autori opisujú tvar bunky ako oválny až elipsovité so zaoblenými koncami, a lineárnym usporiadaním, pevne uzavretých v cenóbiu, čo sa zhoduje aj s mojim pozorovaním. Komárek a Fott, 1983, však nevyvracia ani mierne striedané postavenie buniek v cenóbiu. Hindák et al. (1990) a Phinyo et al. (2017) však toto postavenie zaznamenal len u 8 a viac bunkových cenóbií, u 4 bunkových vylučuje striedavé, či menej výrazne striedavé postavenie. Tieto morfológické vlastnosti, ktoré uviedli autori sa zhodujú aj s mojimi výsledkami. Komárek a Fott (1983) a Hindák et al. (1990) sa zhodujú v tvrdení, a zdôrazňujú, že *S. subspicatus* nemá žiadne iné povrchové štruktúry ako rebrá a bradavičnaté útvary. S týmto tvrdením môžem súhlasiť, ani v jednej z kultúr som žiadne iné štruktúry nezaznamenal. Ďalšou dôležitou vlastnosťou *S. subspicatus* je veľké množstvo laterálnych trŕňov aj vnútorných bunkách, čo pozorovali doteraz spomínaný autori, okrem nich to zdôrazňujú aj Tsarenko (2005). Okrem laterálnych trŕňov sa na bunkách, autori často spomínajú aj malé prídavné trŕne pri bázy hlavných trŕňov na koncových bunkách (Obr. 33g, 33d). Skupiny autorov sa zhodujú, že v prítomnosti aj umiestnení týchto trŕňov je veľká variabilita, preto nemám pevný základ s ktorým by som mohol moje výsledky porovnať. V mnou vyizolovaných kultúrach som zaznamenal pri niektorých cenóbiach výrazne dlhšie a diagonálne postavené trŕne. Tuto vlastnosť ani jedna skupina autorov nespomína, až na Hindák et al. (1990) u ktorého sa vyskytuje aspoň v nákresoch. Nevieťm preto s istotou určiť, či ide o ojedinelú vlastnosť alebo o nejakú anomáliu vyskytujúcu sa v umelých kultúrach.

Scenedesmus maximus bol vyizolovaný z potoka Fej v Hrhove a jazera Cajnerák. Trocha odlišný typ habitu, ktorom sa môže *S. maximus* vyskytovať vo veľkej diverzite je napríklad jazero Puiu v Rumunsku pri Delte Dunaja (Dragos et al. 2019). Spolu s *S. maximus* bol v danej lokalite identifikovaný aj *S. obliquus*. Podľa autorov Komárek a Fott (1983), Hindák et al. (1990), Chodat (1926) a Hortobágyi (1973) má tento druh podlhovasté až oválne bunky so zaoblenými koncami, čo mu približne zodpovedajú aj moje výsledky. Najčastejšie som zaznamenal skôr oválne bunky, ale u jednej kultúry boli viac obdĺžnikovité. Vo všetkých kultúrach som zaznamenal 4 hlavne trŕne, ktoré boli väčšinou silne a mohutné. Okrem týchto trŕňov sú v literatúrach (Komárek a Fott (1983), Hindák et al. (1990)) opísané aj prídavné či laterálne trŕne, ktoré som v mnou vyizolovaných kultúrach nezaznamenal.

Rovnaké výsledky uvádzajú aj Phinyo et al. (2017). Podľa Komárek a Fott, (1983) a Hortobágyi (1973) dĺžka hlavných trňov nepresahuje polovicu dĺžky bunky, naopak Hindák et al. (1990) tvrdia, že trne môžu dosahovať dĺžku bunky. Moje výsledky sa prikláňajú skôr k opisu Hindák et al. (1990). Autori ďalej uvádzajú, že *S. maximus* môže mať aj rebrá, bradavičnaté útvary alebo aj rozety viditeľné pomocou svetelného mikroskopu. Rebrá som v mojom prípade nezaznamenal, a však sa často na povrchu buniek objavovali granulovité útvary, ktoré by mohli byť spomínané útvary alebo rozety, s presnosťou to však určiť neviem. Častokrát sa však v mnou vyizolovaných kultúrach vyskytuje priehľadná vrstva, ktorú uvádzajú aj Hortobágyi (1973), Komárek a Fott, (1983) Hindák et al. (1990) a Tsarenko (2005). Komárek a Fott, (1983) popisujú túto vrstvu len ako „jemný želatínový obal okolo cenóbia“, Hindák et al., (1990) a Tsarenko (2005) ju však už popisujú bližšie a to ako „okraj jednej z vrstiev bunkovej steny. V cenóbiu zaznamenal som len lineárne usporiadanie, autori však nevylučujú ani prítomnosť, jemne striedavého usporiadania. Všetci autori sa zhodujú v enormných rozmeroch buniek, ktoré dosahujú až 40 μm . V mnou vyizolovaných kultúrach som zaznamenal maximálnu šírku bunky 22 μm a priemerná veľkosť je približne 18 μm . Menšie rozmeru sú však pravdepodobne bežné v umelých kultúrach, čo spomína aj Hindák et al. (1990).

Scenedesmus ellipsoideus bol vyizolovaný z Rybníkov Prejta. Komárek a Fott (1983) aj Hindák et al. (1990) popisujú tvar buniek ako oválny alebo podlhovasto oválny, ktorý sa zhoduje aj s mojimi výsledkami. Komárek a Fott (1983) ďalej spomínajú, že bunky v cenóbiu sú voľnejšie spojené, len jednou alebo dvoma tretinami dĺžky bunky. Na druhej strane Chodat (1926) a Uherkovich (1973), popisujú spojenie v cenóbiu ako tesné. Podľa mojich výsledkov sa prikláňam skôr k popisu Chodat (1926), bunky však nie sú úplne tesné ako je to napríklad u *S. maximus*, ale rozhodne sa nepodobajú popisu Komárek a Fott (1983). Všetci autori sa zhodujú v prítomnosti veľkých hlavných trňov, ktorých prítomnosť môžem potvrdiť aj ja. Podľa Hindák et al. (1990) a Uherkovich (1973) môžu tieto trne presahovať aj dĺžku bunky, s čím sa zhodujú aj moje pozorovania. Okrem toho môžu byť hlavné trne rôzne zahnuté najčastejšie do vnútra cenóbia, s čím môžem opäť súhlasiť. Autori ďalej spomínajú aj prítomnosť prídavných trňov, ktoré sa vyskytovali aj v mnou vyizolovanej kultúre, ale však iba veľmi zriedkavo. Tieto trne nemusia byť ale vždy prítomné. Podľa Chodat (1926), Hindák et al. (1990) sú prídavné trne často malé do 1 μm , len málokedy dlhšie, a sú lokalizované na jednom alebo oboch stranách vnútorných buniek. Podľa Hindák et al. (1990) *S. ellipsoideus* nemá žiadne rebrá ani iné povrchové štruktúry. Rebrá sa nevyskytovali ani v mnou vyizolovaných kultúrach. V mnou vyizolovanej kultúre boli všetky bunky usporiadane lineárne, autori však nevylučujú ani striedavé usporiadanie. Rozmery jedincov, ktoré som zaznamenal, boli o dost' väčšie než v pozorovaní spomínaných autorov, a to 21 μm . Maximálna šírka bunky spomínaná autormi bola 18 μm , ktorú zaznamenal Uherkovich (1973), ďalej autor uviedol, že bunky daných rozmerov dosahujú len zriedka.

Scenedesmus helveticus bol vyizolovaný z Rybníkov Prejta. V rovnakom type lokality daný druh identifikoval aj Hindák et al. (1990) a to v Rybníkoch Kamenný mlyn v Trnave, ale aj v

odlišnejšom type a to vodnej nádrži Tomka pri Svätom Jure. Jeho morfológické vlastnosti (podlhovasté so zaoblenými koncami), sa zhodujú s oboma skupinami autorov vybranej literatúry. Bunky v mnou vyizolovaných kultúrach majú hlavné ostne na koncových bunkách veľmi malé, maximálnej dĺžky 1,5 µm. Komárek a Fott (1983) však uvádzajú, že hlavné ostne dosahujú rovnakú dĺžku ako bunka, čo sa však s mojimi výsledkami vylučuje. Opak Hindák et al. (1990) môj výsledok potvrdzuje a uvádza, že nízky vzrast ostnou sa ich kultúrach vyskytoval veľmi často. Na druhej strane Komárek a Fott (1983) spomínajú, že na koncových bunkách sa môže vyskytovať len jeden trň diagonálne postavený oproti druhému trnú na opačnej koncovej bunke. Toto postavenie trňov som častokrát zaznamenal aj ja, vo svojich výsledkoch. Obe skupiny autorov spolu s Chodat (1926) sa zhodujú v informácií, že na vonkajších bunkách je vysoký neprerušovaný rad rebier, ktorý je veľmi dobre viditeľný pod svetelným mikroskopom. Na vnútorných bunkách je rad rebier krátky a uťatý, nikdy prechádza celou bunkou. Rovnaké vlastnosti som pozoroval aj v mnou vyizolovanej kultúre, kde bol výskyt rebier na vonkajších bunkách častý a veľmi dobre viditeľný. Na vnútorných bunkách tento rad siahal maximálne do jednej štvrtiny dĺžky bunky. Usporiadanie buniek v cenóbiu je v mnou vyizolovanej kultúre vždy lineárne, čo sa zhoduje s opisom v spomínaných prácach. Autori striedavé usporiadanie vylučujú.

Scenedesmus obliquus bol vyizolovaný z Dunajských luhov. Dragos et al. (2019) daný druh identifikovali pri delte rieky Dunaj v Rumunsku. V Ramene rieky Dunaj daný druh identifikoval aj Hindák et al. (1990), ale taktiež aj odlišných vysokohorských oblastiach glaciálnych vodných nádržiach ako Štrbské a Popradské pleso. Komárek a Fott (1983), Hindák et al. (1990) a Tsarenko (2005) uvádzajú, že tvarovo je *S. obliquus* veľmi variabilný, tak isto aj v usporiadaní buniek do cenóbia. Bunky môžu byť cylindrické, oválne až podlhovasté s ostro alebo mierne sa zužujúcimi okrajmi. Ja som v kultúre zaznamenal podlhovasté so špicatými ale mierne sa zužujúcimi okrajmi a všetky bunky boli približne rovnaké. Cenóbium môže byť tak isto veľmi variabilné, podľa autorov môžu byť lineárne, mierne alebo až veľmi výrazne striedavé. Aj podľa mojich výsledkov môžem potvrdiť, že variabilita v tvorbe cenóbií je veľmi veľká, zaznamenal som všetky spomínané usporiadania od lineárneho až po silne striedavé (Obr. 47). V kultúre sa vyskytovali bunky aj solitérne, čo potvrdzuje informáciu od Komárek a Fott (1983) a Tsarenko (2005), že cenóbia sa môžu rozpadávať. Tsarenko (2005) popisuje fakt, že v populáciách, ktoré produkujú mnoho solitérnych buniek, môžu byť dané bunky menších rozmerov a výrazne rovnejšie než bunky vyskytujúce sa v cenóbiu. V mnou vyizolovanej kultúre sa solitérne bunky vyskytovali len zriedka, preto daný fakt nemôžem posúdiť. Hindák et al. (1990) ďalej spomínajú, že v lineárne usporiadaných cenóbiu môžu byť vonkajšie bunky zahnuté a vnútorné bunky vždy rovné a pri striedavých sú všetky bunky rovné. Rovnaké výsledky som zaznamenal aj ja. Veľkosť sa bunky v mnou vyizolovanej kultúre, radia medzi priemerne veľké, v porovnaní s výsledkami od spomínaných autorov.

Scenedesmus parvus bol vyizolovaný z Dunajských luhov. Daný druh sa však môže vyskytovať aj rybníkoch, kde ho identifikovali Hindák et al. (1990), konkrétnejšie vo Vajnorochoch.

Výrazný znak, ktorý je uvádzaný autormi Hindák et al. (1990), Tsarenko (2005) je postavenie buniek v cenóbiu. V 4-bunkových cenóbiach sú vnútorné bunky častokrát striedavo usporiadané. Vonkajšie bunky sú najčastejšie vždy presne oproti sebe, čo dodáva vnútorným bunkám striedavý vzhľad. Rovnaké usporiadanie buniek, nie však veľmi časté, som zaznamenal aj v mnou vyizolovaných kultúrach. Okrem toho autori spomínajú aj prítomnosť bradavicových útvarov na povrchu buniek, ktoré sa však nemusia vyskytovať vždy. Ja som tieto bradavicové útvary nezaznamenal. Rozmery buniek v mnou vyizolovanej kultúre sú zhodné s rozmermi uvádzajúcich autormi, čo je 5 až 10 μm , a však patria medzi najmenšie možné rozmery.

Scenedesmus denticulatus bol vyizolovaný z potoka pri Podebradoch pri Olomouci. Hindák et al. (1990) daný druh identifikovali najmä rybníkoch a to Zámockom rybníku v Lednici na Morave alebo rybníku na Železnej Studienke v Bratislave. Morfológický znak, ktorý je uvedený v popise od Komárek a Fott (1983), Hindák et al. (1990), Hegewald (1978) a taktiež sa zhoduje s mojimi výsledkami, je výrazné striedanie buniek v cenóbiu. Uherkovich (1966), Hortobágyi (1973) a Hindák et al. (1990) považujú za príčinu výrazného usporiadania buniek, ich vajcovitý tvar a bunky tak zapadajú do seba ako zuby. Bunky však môžu byť podľa autorov aj čisto oválne a rovne, a tom prípade môžu tvoriť aj lineárne alebo slabo striedavé cenóbia. Na póloch buniek sa často vyskytujú malé trne alebo „zuby“, ktoré sa podľa Uherkovich (1966) vyskytujú po jednom až dvoch alebo sa nemusia vyskytovať vôbec. Na druhej strane Hortobágyi (1973) u dané druhu pozoroval dva až štyri trne. V mnou vyizolovanej kultúre sa tieto zuby nachádzali, v počte jeden až dva trne na póle bunky, ale neboli však vždy dobre viditeľné alebo sa na niektorých bunkách nenachádzali vôbec. Na koncových bunkách sa môže veľmi často nachádzať neprerušený rad zubov. Mojom prípade som tento rad nezaznamenal ani na jednej bunke, a však podľa Hindák et al. (1990) je rad vo väčšine prípadov dobre viditeľný len pod elektrónovým mikroskopom. Rozmery sú podľa spomínaných autorov veľmi variabilné, od 6 až po 18 μm . V mnou vyizolovanej kultúre bola priemerná šírka bunky 10 μm .

Scenedesmus obtusiusculus bol vyizolovaný z Rybníkov Prejta. Chodat (1926), Uherkovich (1973), Hindák et al. (1990) opisujú tvar bunky ako vretenovitý s ostrými špičkami. V mnou vyizolovanej kultúre som zaznamenal daný tvar a však okrem tohto som v kultúre pozoroval aj oválny alebo úplne okrúhly, ktoré autori nespomínali. V opisoch je ďalej spomínané, že cenóbia sa kultúrach často rozpadajú, čo môžem potvrdiť aj ja, pretože som našiel mnoho buniek vyskytujúcich sa samostatne. U daného druhu sa môže vyskytovať akékoľvek usporiadanie od lineárneho až po silne striedavé. Tuto informáciu môžem opäť potvrdiť. Ďalej som pri niektorých bunkách pozoroval priehľadnú vrstvu ktorá obklopovala bunky, podobná ako slizový obal. Prítomnosť slizového obalu, však autori neuvádzajú. Daný druh je známy aj pod synonymom *S. bijugatus*, a je častokrát sledovaný v Indii, a to v jazerách alebo vodných nádržkách (Ashokkumar et al, 2015; Jindal et al. 2014)

Scenedesmus brasiliensis bol vyizolovaný z vodnej nádrže v Pavlove pri Lošticiach, ktorá je často eutrofizovaná. Hindák et al. (1990) identifikovali daný druh v rôznych typoch lokalít a to rybníkoch, vodných nádržiach ktoré boli vytvorené pri ťažbe piesku, alebo aj vo vysokohorských plesách. Podľa popisu Chodat (1926), Uherkovich (1966), Hortobágyi (1973), Komárek a Fott (1983) Hindák et al. (1990) a Tsarenko (2005) má *S. brasiliensis* oválne až valcovité bunky so zaoblenými koncami. Pri danom druhu sú často pozorované aj rebrá vyskytujú rebrá, ktoré môžu byť na vnútorných aj vonkajších bunkách. Rebrá na vnútorných bunkách prechádzajú cez celú bunku, a rebrá na bunkách vonkajších sú často v strede prerušené. Moje výsledky, sa väčšinou zhodujú so spomínanými popismi. Rebrá som v kultúrach zaznamenal a však neboli vždy dobre viditeľné (Obr.52). Ak boli rebrá viditeľné, tak boli najčastejšie v strednej časti prerušené, a len veľmi zriedka neprerušené. Podľa Komárek a Fott 1983 sa rebrá často nemusia vyskytovať. Podľa popisu Uherkovich (1966) môžu byť vnútorné bunky o niečo väčšie než bunky vonkajšie, čo sa zhoduje aj s mojimi výsledkami. Ďalej autori uvádzajú prítomnosť „zubov“ na póloch buniek. Zuby som zaznamenal aj ja, sú však veľmi jemné, malé a ťažko viditeľné, a však malý náznak ich prítomnosti tam bol. Ak boli zuby prítomné, tak sa najčastejšie vyskytovali po jednom na póloch koncových buniek a umiestnené diagonálne. Podľa autorov sú na povrchu buniek dobre viditeľné veľké rozety, ako tmavé granulované útvary. Tento fakt môžem potvrdiť aj ja, na mnohých bunkách som zaznamenal výrazné tmavé flaky, ktoré by mohli byť spomínané rozety. Pri tomto druhu Hindák et al. (1990) uvádza možný výskyt slizového obalu, ktorý môže siahať do diaľky až 3 μm . Ostatní autori slizový obal nezaznamenali. V mojom prípade som taktiež žiadny slizový obal nezaznamenal. Rozmery buniek sa zhodujú s popismi autorov, a to 6 až 13 μm . V mnou vyizolovanej kultúre som zaznamenal rozmery od 6 do 8 μm .

ZÁVĚR

V úvodnej časti mojej bakalárskej práce som sa venoval všeobecnej charakteristike, ekológii, rozmnožovaniu, histórii taxonómie, ale aj súčasným taxonomickým metódam zelenej riasy *Scenedesmus sensu lato*.

V praktickej časti mojej práce som sa venoval zberu a následnej izolácii kultúry riasy *Scenedesmus sensu lato*. Všetky vzorky som zberal v stojatých vodách na juhu Českej a severe a juhu Slovenskej republiky. Jednotlivé kultúry som sa následne snažil pomocou taxonomickej literatúry určiť do druhu. Okrem toho som pre každú kultúru vytvoril obrázkové tabule, v ktorých som sa snažil, čo najviac poukázať na variabilitu jednotlivých druhov. Celkovo sa mi podarilo vyizolovať 30 čistých kmeňov riasy *Scenedesmus sensu lato*.

Cieľom bakalárskej práce bolo v praxi si vyskúšať zber vzoriek, ich následnú izoláciu a starostlivosť o jednotlivé kultúry v živných médiách, či vytváranie snímok pomocou mikroskopu.

V priebehu bakalárskej práce som si pripravil jednotlivé kultúry a v rámci nadväzujúceho magisterského štúdia by som sa chcel venovať biotechnologickému využitiu danej riasy a extrakcii lipidov z jednotlivých kultúr.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATURY

Acharya R., Saify T., Sharma B., Gautam R. (2016): Relation Analysis between Phytoplankton Diversity and Water Quality of Lower Lake of Bhopal. *Asian J Water Environ Poll* 12: 83 – 86

Akgul F., Kizilkaya I. T., Akgul R., Erdugan H. (2017): Morphological and Molecular Characterization of Scenedesmus-Like Species from Ergene River Basin (Thrace, Turkey). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 17: 609 – 619

Angioni S., Millia L., Mustarelli P., Doria E., Temporiti M. E., Mannucci B., Quatarone E. (2018): Photosynthetic microbial fuel cell with polybenzimidazole membran: synergy between bacteria and algae for wastewater removal and biorefinery. *Heliyon* 4: 560

An S. S. (1989): A taxonomic study of the genus Scenedesmus Chlorophyta, in Korea. Dissertation, Sookmyung Women's University, Seoul 138 pp.

An S. S., Friedl T., Hegewald E. (1999): Phylogenetic relationships of Scenedesmus and Scenedesmus-like coccoid green algae as inferred from ITS-2 rDNA sequence comparisons. *Plant Biology*, 1: 418-428

Batten D. J., Lister K. J. (1988): Early Cretaceous dinoflagellate cysts and chlorococcalean algae from freshwater and low salinity palynofacies in the English Wealden. *Cretaceous Research* 9: 337 – 367

Belokda W., Khalil K., Loudiki M., Aziz F., Elkalay K. (2019): First assessment of phytoplankton diversity in a Marrocan shallow reservoir (Sidi Abderrahmane). *Saudi Journal of Biological of Science* 26: 431 – 438

Bena G., Jubier M. F., Olivieri I., Lejeune B. (1998): Ribosomal external and internal transcribedspacers: Combined use in the phylogenetic analysis of Medicago (Leguminosae). *Journal of Molecular Evolution* 46: 299 – 306

Black R. W., Slobodkin L. B. (1987): What is cyclomorphosis? *Freshwater Biology* 18: 373 – 378

Brönmark C., Hansson L.A. (2005): The biology of lakes and ponds. Oxford: Oxford University Press. 75 pp.

Cain J. R., Trainor F. R. (1976): Regulation of gametogenesis in *Scenedesmus obliquus* (CHLOROPHYCEAE). *Journal of Phycology* 12: 383-390

Chodat R. (1926) *Scenedesmus*. Etude de génétique, de systématique expérimentale et d'hydrobiologie. Aarau 1926, 126 – 240pp.

Doria E., Longoni P., Scibilia L., Iaazi N., Cella R., Nielsen E. (2011): Isoaltion and charakterization of a *Scenedesmus acutus* strain to be used for bioremediation of urban wastewater. *Journal of Applied Phycology* 24: 375 – 383

Dragos N., Chiriac C., Porav S., Szoke-Nagy T., Coman C., Torok L., Hegedus A. (2019): *Desmodesmus tropicus* (Chlorophyta) in the Danube Delta – reassessing the phylogeny of the series Maximi. *European Journal of Phylogoy* 1 – 15

El-Kassas H., Gharib S. (2016): Phytoplankton abundance and structure as indicator of water quality in the drainage system of the Burullus Lagoon, southern Mediterranean coast, Egypt. *Environmental Monitoring and Assessment* 188: 530

Fawley M.W., Fawley K.P., Hegewald E. (2011): Taxonomy of *Desmodesmus serratus* (Chlorophyceae, Chlorophyta) and related taxa on the basis of morphological and DNA sequence data. *Phycologia* 50: 23 – 56

Hegewald E. (1978): Eine neue Unterteilung der Gattung *Scenedesmus* Meyen. *Nova Hedwigia* 30: 343 - 376

Hegewald E. (1989): The *Scenedesmus* strain of the Culture Collection of the University of Texas at Austin (UTEX). *Archiv fur Hydrobiologie* 55: 153 - 189

Hegewald E. (1997): Taxonomy and Phylogeny of *Scenedesmus*. The Korean Journal of Phycology, Algae, 12: 235 – 246

Hegewald E., Braband A. (2017): A taxonomic revision of *Desmodesmus* serie *Desmodesmus* (*Sphaeropleales*, *Scenedesmaceae*). Fottea 17: 191 – 208

Hegewald E., Wolf M. (2003): Phylogenetic relationships of *Scenedesmus* and *Acutodesmus* (Chlorophyta, Chlorophyceae) as inferred from 18S rDNA and ITS-2 sequence comparisons. Plant Systematics and Evolution 241: 185 – 191

Hindák F. (1990): Studies on the chlorococcal algae (Chlorophyceae). V. *Biologické Práce* 36: 1 – 227

Hortobágyi T. (1973): The Microflora in the settling and subsoil water enriching basins of the Budapest waterworks. Akadémia Kiadó 1973, 83 – 112pp.

Illyová M. (2012): Zooplanktón štrkoviskových jazier na Borskej nížine. Folia faunistica Slovaca 17: 81 – 90

Johnson J.L., Fawley M.W., Fawley K.P. (2007): The diversity of *Scenedesmus* and *Desmodesmus* (Chlorophyceae) in Itasca State Park, Minnesota, USA. Phycologia 46: 214–229

Kalina T., Punčochářová. M. - Taxonomy of the subfamily Scotielloccystoideae Fott 1976 (Chlorellaceae. Chlorophyceae). Algological Studies 45: 473 – 521

Kaštanovský J., Hauer T., et al. (2018): Atlas sinic a řas ČR. Praha: 227 – 253

Kessler E., Schafer M., Hummer C., Kloboucek A., Huss V. A. R. (1997): Physiological, biochemical, and molecular characters for the taxonomy of the subgenera of *Scenedesmus* (Chlorococcales, Chlorophyta). Botanica Acta 110: 244-250

Kiriakov I. K. (1997): Rod *Scenedesmus* Meyen (Chlorophyta, Chlorococcales). Taksonomija, ekologija i razprostranenie v NR Bulgaria. [The genus *Scenedesmus* Meyen (Chlorophyta, Chlorococcales). Taxonomy, ecology and distribution in Bulgaria.] Plovdiv: Autoreferat. 48 pp.

Komárek J., Fott B. (1983). Chlorophyceae (Grünalgen) Ordnung: Chlorococcales. Das Phytoplankton des Süßwassers. In: *Das Phytoplankton des Süßwassers (Die Binnengewässer) XVI*. (Huber-Pestalozzi, G. Eds). Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlangbuchhandlung 1983, 812 – 934pp.

Komarek J., Simmer, J. (1965): Synchronization of the cultures of *Scenedesmus quadricauda* (TURP.) BRĚB . *Biol Plant* 7: 409

Li X., Hu H. Y., Gan K., Sun Y. X. (2010): Effects of different nitrogen and phosphorus concentrations on the growth, nutrient uptake, and lipid accumulation of a freshwater microalga *Scenedesmus* sp. *Bioresource Technology* 101: 5494 – 5500

Lukavský, J. (1991): Motile Cells in *Scenedesmus obliquus* in Outdoor Mass Culture. *Archiv Für Protistenkunde* 140: 345–348

Lurling M., De Lange H. J., Van Donk E. (1997): Changes in food quality of the green alga *Scenedesmus* induced by *Daphnia* infochemicals: biochemical composition and morphology. *Freshwater Biology*, 38, 619 – 628

Lurling M., Van Donk E. (1999): Grazer-induced colony formation in *Scenedesmus acutus* (Chlorophyceae): Ecomorph expression at different temperatures. *Journal of Phycology* 35: 1120-1126

Morales A. E., Trainor R. F. (1997): Algal Phenotypic Plasticity: Its Importance in developing New Concepts The Case of *Scenedesmus*. *The Korean Journal of Phycology* 12: 147 – 157

Nicklish A. (1998): Growth and light absorption of some planktonic cyanobacteria, diatoms and Chlorophyceae under simulated natural light fluctuations. *Journal of Plankton Research*. 20: 105 - 119

Phinyo K., Pekkoh J., Peerapornpisal Y. (2017): Distribution and ecological habitat of *Scenedesmus* and related genera in some freshwater resources of Northern and North-Eastern Thailand. *Biodiveristas* 1092 – 1099

- Radley J. D. (1999): Weald Clay (Lower Cretaceous) palaeoenvironments in south-east England: molluscan evidence. *Cretaceous Research*, 20: 365-368
- Radojicic M., Kopp R., (2016): Dynamic of the phytoplankton community in eutrophic fishponds. *MendelNet* 23: 352-7
- Romero-Lopez J., Lopez-Rodas V., Costas E. (2012): Estimating the capability of microalgae to physiological acclimatization and genetic adaptation to petroleum and diesel oil contamination. *Aquatic Toxicology* 227 – 237
- Shubert E. L., Wilk-Wozniak E. (2003): SEM investigation of several non-motile cocoid green algae isolated from aquatic habitats in Poland. *Biologia*. 58: 459 - 466
- Skorobogatova O. A. (2013): Taxonomic composition of phytoplankton in the Vakh River (Western Siberia). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 138: 12 – 17
- Song, J. Y., Shi L. C., Li D. Z., Sun Y. Z., Niu Y. Y., Chen Z. D., Luo H. M., Pang X. H., Sun Z. Y., Liu C., Lv A. P., Deng Y. P., Larson-Rabin Z., Wilkinson M., Chen S. L. (2012): Extensive Pyrosequencing Reveals Frequent Intra-Genomic Variations of Internal Transcribed Spacer Regions of Nuclear Ribosomal DNA. *Plos One* 7
- Swale, E. M. F. (1967): A clone of *Scenedesmus* with Chodatella-stages. *British Phycological Bulletin*, 3: 281–293
- Trainor F. R. (1963): Zoospores in *Scenedesmus obliquus*. *Science*, 142: 1673–1674
- Trainor F. R. (1988): Biological aspects of *Scenedesmus* (Chlorophyceae) phenotypic plasticity. *Nova Hedwigia Beih.* 117: 1-367
- Trainor F. R. (1996): Reproduction in *Scenedesmus*. *The Korean Journal of Phycology, Algae*, 11: 183 – 201

Trainor F. R., Burg, C. A. (1965): Detection of bristles in *Scenedesmus* species. *Journal of Phycology*, 1: 139–144

Trainor F. R., Egan P. F. (1988): The role of bristles in the Distribution of a *Scenedesmus* (CHLOROPHYCEAE). *British Phycological Journal* 23: 135-141

Trainor F. R., Rowland H. (1968): Control of colony and unicell formation in a synchronized *Scenedesmus*. *J. Phycol* 4: 310-317

Tsarenko P., Hegewald E., Braband A. (2005): *Scenedesmus*-like algae of Ukraine. 1. Diversity of taxa from water bodies in Volyn Polissia. *Algological Studies* 118: 1 – 45

Tsarenko P. M., Petlevanny O. A. (2001) Dop- lolenie k “Raznoobraziju vodoroslej Ukrainy”. *Algologia* 1–130.

Uherkovich G. (1966): Die *Scenedesmus* – Arten ungarns. *Akadémiai Kiadó* 1966, 36 – 114pp.

Vanormelingen P., Hegewald E., Braband A., Kitschke M., Friedl T., Sabbe K., Vyverman W. (2007): The systematics of a small spineless *Desmodesmus* species, *D-costato-granulatus* (Sphaeropleales, Chlorophyceae), based on ITS2 rDNA sequence analyses and cell wall morphology. *Journal of Phycology*, 43: 378 – 396

INTERNETOVÉ ZDROJE

British Geological Survey: Weald Clay Formation [Online] (citované 8. decembra 2019) Dostupné z: <https://www.bgs.ac.uk/lexicon/lexicon.cfm?pub=WC>

Cenia: Oznámení „Centrum vzdělání a vědy Přírodovědecké fakulty UPOL, Olomouc – Holice“ [Online] (citované 29. oktobra 2019) Dostupné z: https://portal.cenia.cz/eiasea/download/RUIBX09MSzM5M19vem5hbWVuaURPQ18xLnBkZg/OLK393_oznameni.pdf

Chránená krajinná oblasť Dunajské luhy [Online] (citované 29. oktobra 2019) Dostupné z: <http://chkodunajskeluhy.sopsr.sk>

Guiry, M.D. & Guiry, G.M. 2020. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway [Online] (citované 10 novembra 2019) Dostupné z: <https://www.algaebase.org>;

Najdirevír: Olomoucké štrkovni 1B [Online] (citované 29. oktobra 2019) Dostupné z: <https://www.najdirevir.cz/o/471215-olomoucke-sterkovny-1-b>

Obec Líšnice [Online] (citované 30. oktobra 2019) Dostupné z: https://www.obec-lisnice.cz/e_download.php?file=data/uredni_deska/obsah145_5.pdf&original=up_lisnice_vp_ii_oduvo-dneni_text.pdf

Slovakia Travel: Dunajské luhy [Online] (citované 29. oktobra 2019) Dostupné z: <http://slovakia.travel/dunajske-luhy>

Slovenský rybársky zväz Mestská organizácia Dubnica: Pstruhové lovné revíry [Online] (citované 29. oktobra 2019) Dostupné z: <https://srzmsodubnica.sk/reviry/pstruhove-lovne/>

Slovenský rybársky zväz obvodovej organizácie Dubnica nad Váhom: Revíry [Online] (citované 29. oktobra 2019) Dostupné z: <http://www.srzobodubnica.wbl.sk/Reviry-.html>

Štátna ochrana prírody Slovenskej republiky: Správa CHKO Dunajské luhy [Online] (citované 29. októbra 2019) Dostupné z: <http://www.sopsr.sk/web/?cl=11213>

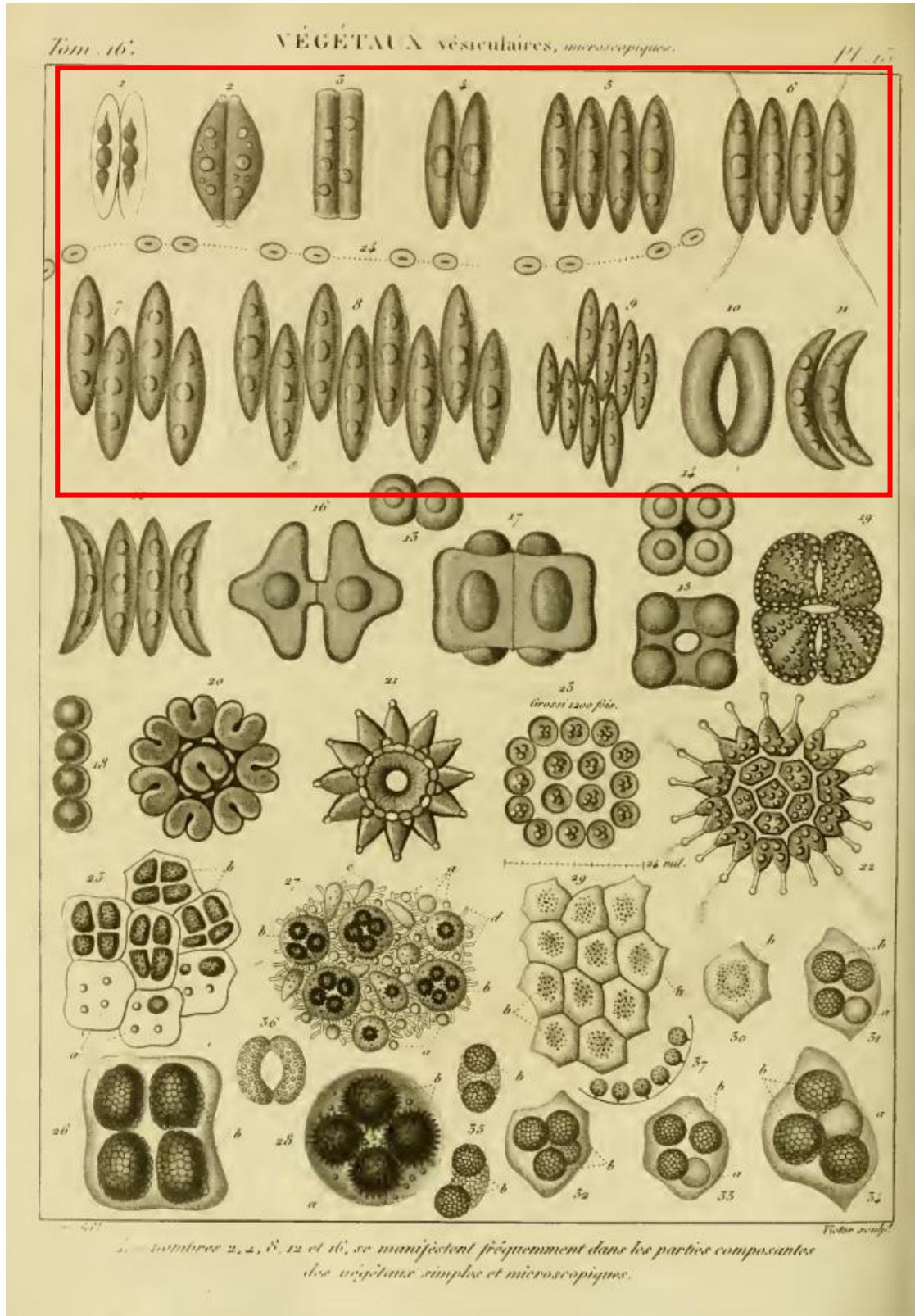
Urbárska obec Dulov: Jazerá Sigôtkka [Online] (citované 29. októbra 2019) Dostupné z: <https://urbarska-obec-dulov.webnode.sk/o-nas/>

Wikipedia: Chomoutovské jezero [Online] (citované 29. októbra 2019) Dostupné z: https://sk.wikipedia.org/wiki/Chomoutovské_jezero

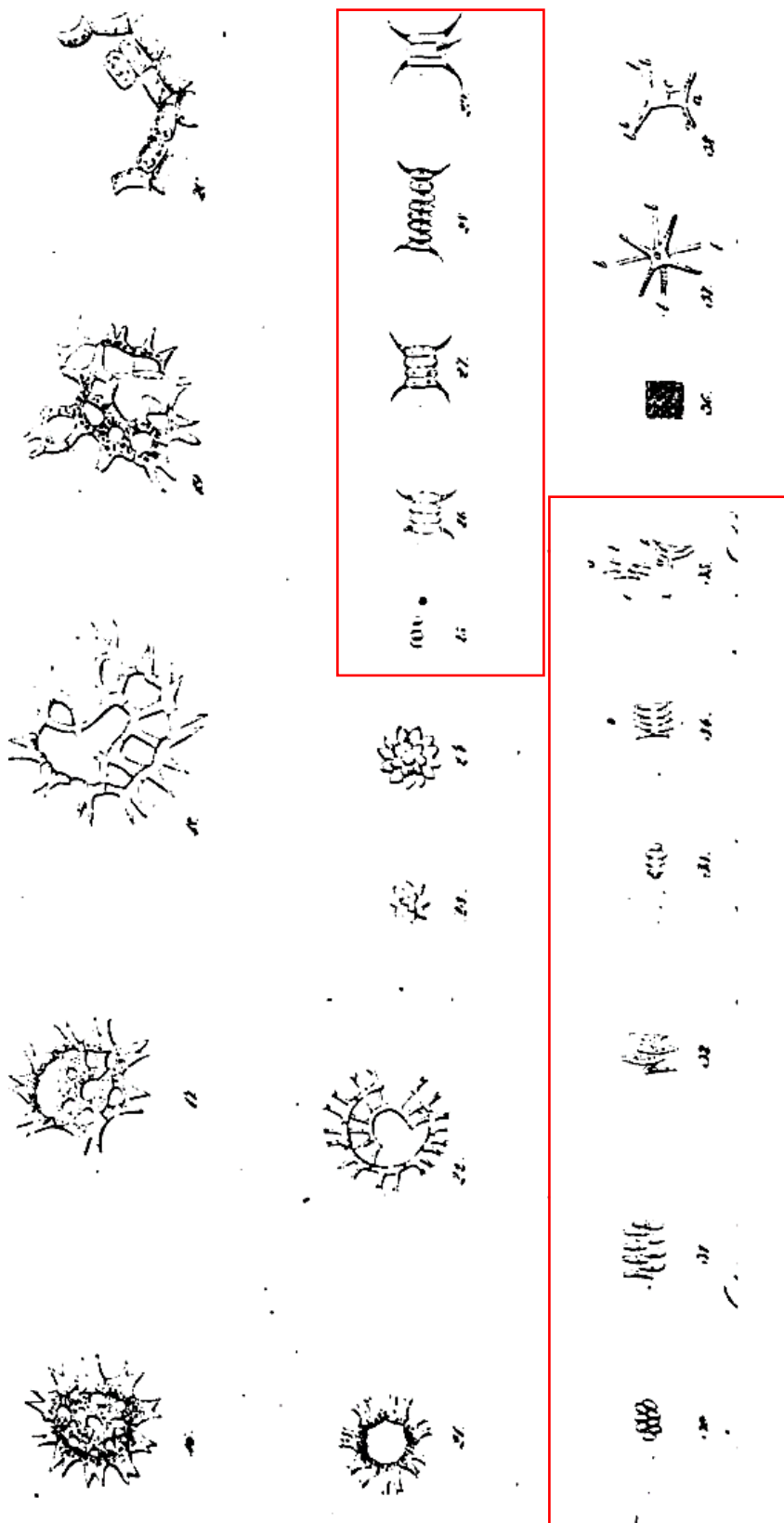
Wikipedia: Wealden Group [Online] (citované 8. decembra 2019) Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Wealden_Group

PRÍLOHY

Príloha 1: Prvá ilustrácia riasy Scenedesmus z literatúry APERCU ORGANOGRAPHIQUE sur LE NOMBRE DEUX Turpin (1828) (Scenedesmus vyznačený červenou)



Príloha 2: Ilustrácia riasy Scenedesmus z literatúry BEOBACHTUNGEN UBER EINIGE NIEDERE ALGENFORMEN Meyen (1829), (Scenedesmus vyznačený červenou).



Príloha 3: Prázdne bunkové steny (obrázok vľavo hore je bunková stena *S. serratus*, ostne bunkovej steny patria *S. intermedius* z rôznych kmeňov)



20 μ m

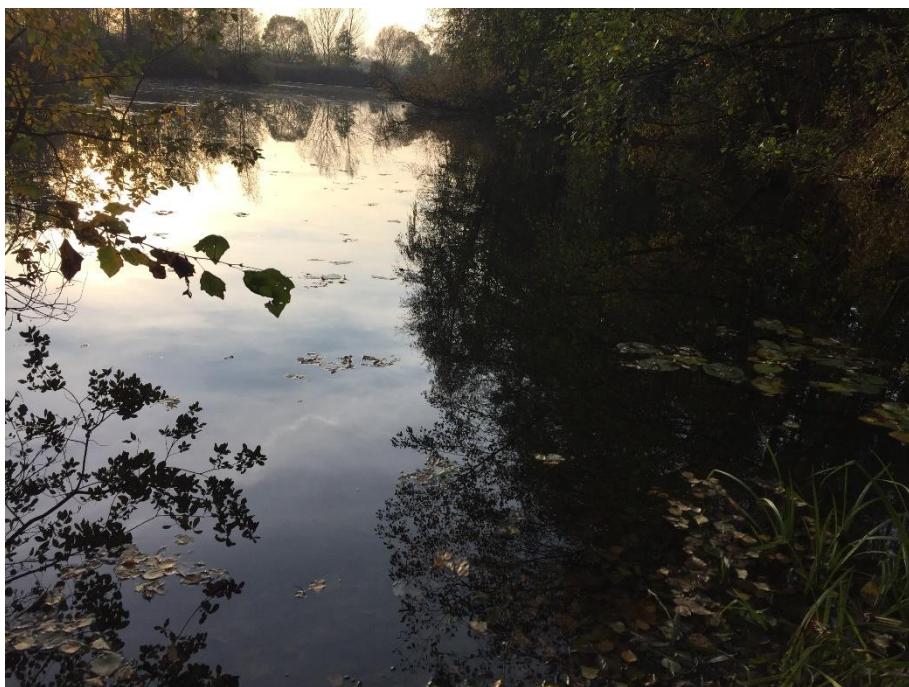
Príloha 4: Fotografie lokalít – Dunajské luhy



Príloha 5: Fotografie lokalít – Dulovské jazerá



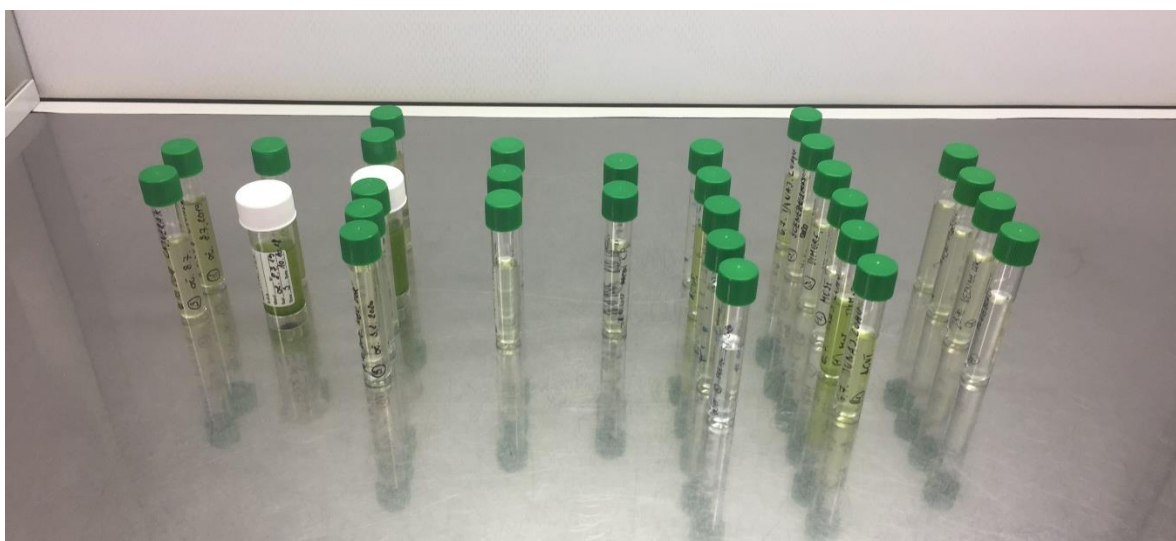
Príloha 6: Fotografie lokalít – Chomoutovské jazerá



Príloha 7: Fotografie lokalít – Potok pri Poděbradoch



Príloha 8: Vyzolované kultúry



Príloha 9: Fytotron

