

Универзитет „Св.Кирил и Методиј“ Скопје
Природно - математички факултет
Институт за биологија



ПРАКТИКУМ

ПО

АЛГОЛОГИЈА

(Интерна скрипта за додипломските студии по Екологија и
Наставна насока)

Проф. д-р Златко Левков
Проф. д-р Светислав Крстик
м-р Борис Алексовски
Душица Заова



Скопје, 2019

Име и презиме: _____

Број на индекс: _____

Насока: _____

Генерација: _____

Година: _____

Соработник одговорен за вежбите: _____

КОДЕКС ЗА ОДНЕСУВАЊЕ ВО МИКРОСКОПСКАТА ЛАБОРАТОРИЈА

1. Во лабораторијата е строго забрането внесување на храна и пијалок и најстрого е забрането јадење и пиење.
2. На почетокот од вежбите, на секој студент му се доделува работно место и микроскоп, за кој студентот ќе биде одговорен до завршувањето на вежбите. Секој студент е должен **да се грижи за своето работно место**. Студентот може да го промени работното место само со дозвола на асистентот.
3. Задолжително е носење на **лабораториски мантил** и **практикум** на вежбите.
4. При влегување во микроскопската лабораторија, личните работи (ташни, ранци...) се сместуваат во шкафчињата под работната маса, а јакните се закачуваат на закачалките на крајот од просторијата; на работниот простор не смее да има ништо друго освен практикум и прибор за работа (молив, пенкало, боички, гума, материјал за анализа). Микроскопот кој се наоѓа на крајот на масата студентот го доближува до потребното растојание во текот на работата.
5. Секој студент на почеток на вежбата е должен да го провери микроскопот со кој ќе работи и да пријави доколку има недостатоци на истиот (недостасуваат делови и сл.).
6. Во текот на микроскопирањето и при проверка на микроскопската опсервација од страна на асистентот, **избегнувајте поместување на микроскопот и вртење на окуларот**. Асистентот е одговорен да дојде на вашето место и да го провери препаратот и, притоа не се потребни дополнителни манипулации и поместување на микроскопот.
7. При промена на зголемувањето, се придвижува револверот, а не објективот.
8. Внимателно ракувајте со микроскопите, со цел да се избегнат оштетувања. **Особено внимавајте при работа со жилетите! Работната површина и лабораторискиот прибор не треба да бидат оштетени.**
9. За време на пауза, студентите ја напуштаат лабораторијата и просторијата **се заклучува**. Исклучок од ова правило може да настане само доколку некој студент одлучи времето за пауза да го искористи за дополнителна микроскопска опсервација или цртање во практикумот.
10. При напуштање на лабораторијата, предметните и покровните стакла се мијат, се забришуваат со марамчиња и се оставаат кај асистентот (**посветете внимание пастеровите пипети да се вратат чисти**, со цел да се избегне контаминација на материјалот). Сите отпадоци се фрлаат во корпата за отпадоци (**не во мијалникот**); работната површина треба да се остави чиста. Потоа, **микроскопот се остава на најмало зголемување**, објективите се чистат со чисто марамче (само во случај доколку се користела имерзија; инаку не е потребно!), микроскопот **се покрива со навлака, се враќа назад на крајот од масата паралелно со столчето и се враќа столчето под работната маса**. Асистентот е должен да провери дали секој студент го оставил своето работно место уредно и, го оставил микроскопот во исправна состојба. Дури потоа студентот смее да ја напушти лабораторијата.

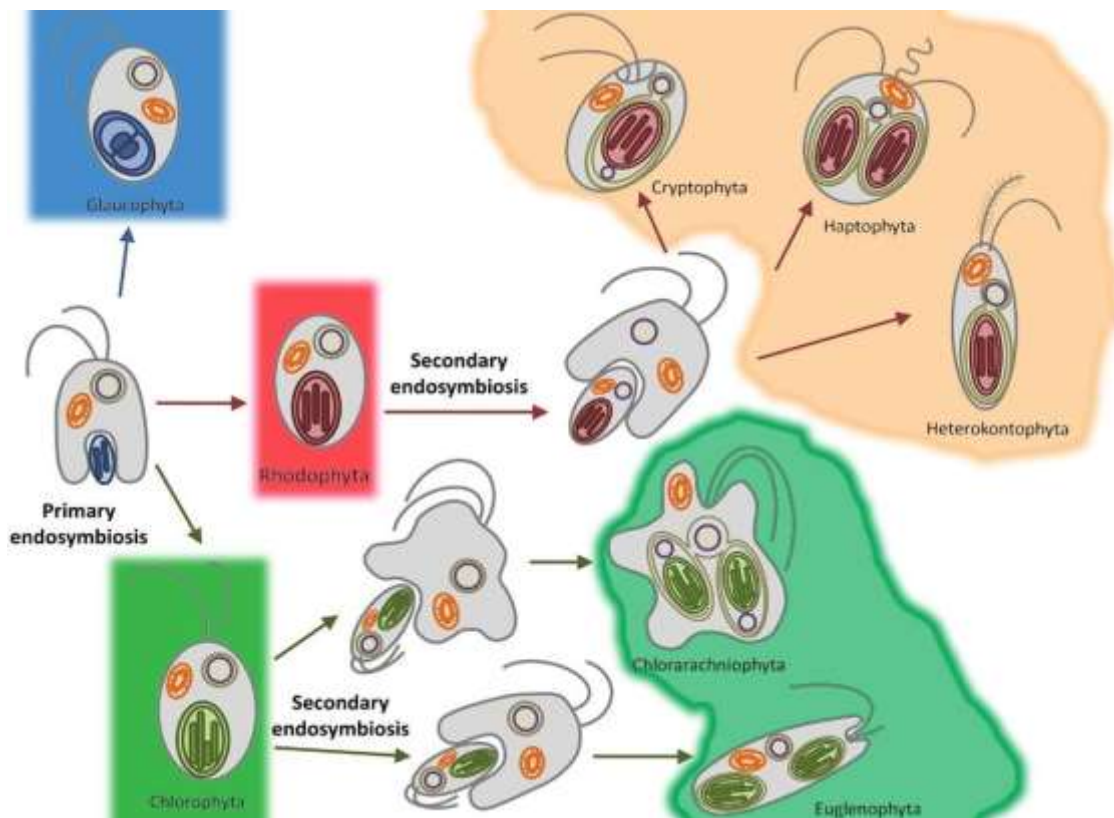
11. Особено е значајно да се обрне внимание при чистење на пластичниот материјал (пример, пластични петриеви садови), бидејќи истите може лесно да се изгребат и оштетат.

Останати правила

1. Студентот нема право да полага практичен испит доколку не се запише на истакнатата листа на огласната табла.
2. Не е дозволено задоцнување на вежбите. Вежбите почнуваат во дадениот термин од асистентот и, влегување по асистентот *не е дозволено* (студентот добива минус).
3. Дозволени се само две отсуства од вежбите по предметот.
4. Дозволено е употреба на мобилни телефони само и само за целите на добивање на микрофотографии (сликање на препаратите); секое друго користење на мобилните телефони е забрането.
5. Консултацијата со предметниот асистент се изведува исклучиво преку e-mail (не преку социјални мрежи!). Доколку асистентот испрати важно известување кон студентите преку e-mail, се очекува студентите да **вратат одговор дека e-mail-от е примен и информацијата е проследена на колегите.**

- АЛГИ –

1. Тип **Cyanophyta** (прокариотски алги)
2. Тип **Rhodophyta** (примарна ендосимбиоза со цијанобактерија)
Тип Heterokontophyta (секундарна ендосимбиоза со црвена алга)
3. Класа **Chrysophyta**
4. Класа **Bacillariophyta**
5. Класа **Phaeophyta**
6. Класа **Xanthophyta**
7. Тип **Dinophyta** (секундарна и терцијарна ендосимбиоза)
8. Тип **Euglenophyta** (секундарна ендосимбиоза со зелена алга)
9. Тип **Chlorophyta** (примарна ендосимбиоза со *Prochloraceae*)
10. Тип **Charophyta** (примарна ендосимбиоза со *Prochloraceae*)



Слика бр 1. Шематски приказ на процесот ендосимбиоза.

Воведна вежба I: Колекционирање и фиксација на алгален материјал

Зборот алга потекнува од латинскиот збор *alga* кој генерално се однесува на макроскопските морски претставници, а најчесто се однесувал на видот *морска салата* (*Ulva lactuca* Linnaeus). Поимот „алга“ се среќава и во поезијата на Horatius (30 години п.н.е.) кој во една своја поема напишал: „*Nihil vilior alga*“ (нема ништо полошо од алги) бидејќи не му се допаѓал мирисот на распаднатите морски алги на крајбрежјето на Јадранското Море.

Алгите како организми кои главно ги населуваат водните станишта се сретнуваат во различни водни екосистеми како што се мориња, езера, реки, потоци, бари, мочуришта, тресетишта, канали, па и привремени водни површини (бари, локви). Голем број од претставниците на алгите се *микроскопски* форми. Тоа најчесто се едноклеточни, колонијални или повеќеклеточни организми составени од релативно мал број на клетки. Но сепак, особено во летните месеци, често се забележуваат значителни зелени маси на дното на слатководните екосистеми кои се составени од бројни, разгранети или неразгранети, често слузести конци. Не сите алги се со зелена боја, односно во водните екосистеми се сретнуваат видови со синозелена, жолта, црвена, виолетова, светло и темно кафеава до црна боја, што е во зависност од количината и комбинацијата на пигментите присутни во клетките.

Дефинитивно погрешно е да се бараат алгите само во водната средина, бидејќи истите се сретнуваат и на влажни карпи, влажна кора од дрва, скали, сидови, на површината на почвата, снег и мраз и слично, односно – алгите како група на организми се **убиквисти** (имаат широка еколошка валенца и можат да се најдат на речиси сите станишта, односно од водните екосистеми – до влажните почви, од термоминералните извори до ледниците на Арктикот и Антарктикот). Сепак, треба да се има предвид дека со разрешување на таксономските проблеми принципот за космополитско распределување на видовите е ставен под знак прашање. Обидите за расчистување на таксономските проблеми, особено врзани со одредени видови комплекси, го поставува прашањето *дали постои космополитската дистрибуција на слатководните алги*. Денес се смета дека, **иако алгите како група на организми се убиквисти, не постојат видови кои се убиквисти, односно еколошките потреби се специфични за секој вид и затоа, мора да се вклучат во таксономската евалуација (пример, еден вид кој развива биофилмови во Антарктикот сосема е нелогично да се најде во планктонот на Дојранското Езеро).**

Постојат неколку еколошки типови на алгални заедници кои се среќаваат во природата:

Аерофитни алги – под овој поим подразбираме видови кои се развиваат во услови на воздушна средина на места каде има доволно влага – кора од дрва, влажно земјиште, влажни карпи и камења, влажен мов, влажни скали, сидови и сл. Бројот на видовите кои ги населуваат овие заедници е мошне мал поради суровите услови кои владеат и кои овозможуваат само мал број видови да опстанат.

Планктон – видови кои ја населуваат слободната водна маса на различни водни екосистеми (мориња, езера, бари, делови од реки со спор тек и др.). Оваа заедница е

доста богата со видови кои се приспособени за активно или пасивно одржување во водата. Активното одржување опфаќа употреба на органели за движење (флагелуми, цилии), додека пасивното најчесто е претставено со намалување на специфичната тежина (гасни вакуоли, продолжетоци, израстоци итн.). Сепак, алгите ја населуваат слободната површина само до одредена длабочина што е резултат на недостатокот на светлина во длабоките слоеви на водата. Колкав ќе биде слојот кој го населуваат алгалните заедници (означен како **фотичка зона**) зависи од низа физичко-хемиски карактеристики на водата – проѕирност, количина на растворливи и нерастворливи органски и неоргански материи во водата и др. Во овој дел, важно е да се напомене дека одредени планктонски претставници се способни масовно да се размножат и да формираат т.н. „**воден цвет**“ во планктонот, а масовната продукција на алгални водни цветови и нивно распаѓање може да доведе и до појавата на т.н. „превлаки“ (ang. **Scums**) на површината на водата (детално дискутирано во натамошните вежби).

Неустон – претставува заедница на организми кои ја населуваат самата површина на водата (површината на делување на површинскиот напон). Оваа заедница е составена од мал број специјализирани видови алги.

Бентосни алги – видови кои ја населуваат подлогата на екосистемот. Поимот бентос е збиен термин кој во себе опфаќа низа специфични алгални заедници:

Епифитон (*epi* – над, *fito* – растение) – видови кои се прикрупени за вишите водни растенија и крупните (макрофитски) алги. Во овој дел, треба да се спомене и терминот **перифитон** – кој означува алгална заедница на потопени објекти во водата (не нужно само на растенија; на пример, алгални заедници кои се развиваат на потопени јажиња од бродовите, пристаништа, и сл.)

Епилитон (*lithos* – камен) – видови кои се прикрупени за каменитата подлога (карпи, крупни и ситни камења). Треба да се истакне дека голем број на алги знаат да формираат заедници во вид на т.н. **биофилм** (комплексен збир од микроорганизми кои се прилепени за камениот супстрат) на површината од камењата и карпите во реките и стоечките водни екосистеми.

Еписамон (*psamos* – песок) – видови кои се прикрупени за ситни неоргански партикули од песокот на подлогата.

Епипелон (*pelos* – мил) видови кои ја населуваат површината на органскиот седимент (мил).

Како резултат на големиот број на станишта кои ги населуваат алгите, не е возможно да се примени иста метода за нивно колекционирање. Сепак, постојат одредени генерални правила. Така на пример, потребно е при излегување на терен, истражувачот да биде соодветно опремен со **теренска облека** (вклучувајќи гумени чизми) и со себе да носи ранец во кој е сместен **теренскиот дневник**, помошни алатки за собирање на материјал, фиксатив, маркер, етикети за означување и молив. При колекционирањето на материјалот на терен, секој податок (датум, време: сончево/ врнежливо...), карактеристиките на локалитетот на кој сме го собрале материјалот (поточно, точниот опис на локалитетот со некои значајни карактеристики, како што се: GPS координати,

геолошка подлога, надморска висина, тип на вегетација, физичко-хемиски и метеоролошки услови – температура на водата и воздухот, pH, турбидност и кондуктивност на водата, брзина на проток, длабочина, провидност, количина на растворен кислород и др.) *задолжително* се запишуваат во теренскиот дневник. Одредени специфични запазувања кои евентуално можат да бидат од корист за понатамошната интерпретација на резултатите исто така се запишуваат. Колекционираниот материјал исто така се етикетира со етикета која би требала да содржи назив на локалитетот, испитувана точка (T1, T2, T3...), датум, супстрат, број на проба (T1.1, T1.2...) и базичен опис на материјалот (планктон, перифитон, зелени алги на камен, кафеав биофилм на камен...).

Колекционирањето на сите претходно означени алгални заедници се одвива *одделно* и со помош на различни помошни *алатки*. **Аерофитните** алги најлесно се колекционираат со помош на стругање на подлогата со помош на остар нож (на тој начин се отстранува оној дел од супстратот на кој се наоѓаат алгите; најчесто тој дел има поинаква боја и е слузав). Доколку се работи за влажен мов, истиот директно го земаме и го колекционираме.

За колекционирање на **планктонот и неустонот**, се користи **планктонска мрежа** со отвор на порите од 20 μm (оптимално, 5 μm со цел да се колекционира и *пикопланктонот* – организмите помали од 10 μm). Доколку станува збор за поголем екосистем, се користи чамец. Чамецот треба да се движи бавно, при што се пушта планктонската мрежа хоризонтално да се влече низ слободната фотичка водна маса. Притоа, како што чамецот патува, водата се *филтрира* низ малите пори: истата истекува, а организмите се задржуваат во мрежата. Планктонската мрежа на крајот има конусовидна чашка каде се *концентрираат* колекционираниите организми.

Доколку сакаме да собереме планктон во континуираниот вертикален столб од една иста точка на водниот екосистем (т.н. „**вертикален“ планктон на интегриран примерок вода**), се користи **Ruttner-ово шише**, при што се колекционира вода на секои 0,5 m; дополнително, може да се искористи и црево со голем пречник кое на дното има врзано тег (со цел цревето да остане во вертикална позиција; т.н. *hosepipe* - integrated water sampler). Потоа, во лабораторија, водата се филтрира низ планктонска мрежа со цел да се добие концентриран примерок од фитопланктон. На ваков начин, користејќи го вториот принцип (Ruttner-ово шише или пак црево), може да се измери волуменот на колекционираната вода и на концентратот, што би овозможило покрај идентификација и **квантификација на фитопланктонот** (број на алги/mL примерок вода).

Собирањето на **епифитонските** заедници всушност претставува собирање на растението или негови делови, на кои се прикрупени микроскопските алги. Вишите растенија и макрофитските алги кои се развиваат во крајбрежјето се собираат рачно, додека растенијата на поголема длабочина се собираат со помош на багер или кука. **Епилитонските** заедници се собираат со помош на остар нож со гребење на површината на каменот, или пак, се користи четка. **Епипелонот и епипсамонот** во крајбрежните региони едноставно се собираат со помош на лажица со колекционирање на површинскиот слој од 0,5 – 1,0 cm. Доколку сакаме да собереме материјал од подлабоките

делови на литоралот и од профундалот неопходна е примена на соодветни багери, како што е **Екман-овиот багер**.



Планктонска мрежа



Црево за вертикален планктон



Ruttner-ово шише



Екман-ов багер



Биофилм од дијатомеи

Сл. 2 Опрема за колекционирање на материјал

Садот во кој ќе биде сместен колекциониранитот материјал мора да ги има следните карактеристики:

широк отвор низ кој би се ставил и извадил материјалот;

Садот мора **херметички** добро да се затвора, со цел истиот да се зачува, да се избегне испарување на формалинот (доколку истиот се користи за фиксатив) и да се овозможи соодветно архивирање во алголошката збирка;

Волуменот на садот треба да биде до 100 mL (оптимално, флакон од 50 mL) доколку се колекционира вода од планктон или мил од бентосот. Доколку се колекционира материјал

од аерофити, садот би требало да има поголеми димензии со цел да се собере што повеќе материјал.

Шишенцата за складирање на материјалот можат да бидат стаклени (често со затемнети сидови) или пак пластични. Во одредени случаи собраниот материјал (макрофити или мил) може да се постави и во соодветни пластични кеси.

При собирање на алголошкиот материјал особено треба да се внимава на целта на собирањето. Во колку е потребно анализа на алгите во жива состојба во тој случај од моментот на собирање до моментот на набљудување на материјалот не би требало да измине повеќе од два часа, бидејќи за ова време дел од едноклеточните и колонијалните алги може да изумрат.

Заради спречување на процесот на распаѓање на алгите, по собирањето, на терен се врши **фиксација на материјалот** со помош на различни хемиски агенси. Најчесто користени хемиски средства за фиксирање се раствор од формалдехид (формалин), етаформ и смеса од јод и калиум јодид (Луголов раствор). **Формалинот** се додава во вид на 2 – 4 % раствор (финална концентрација во материјалот); при фиксирање на видови кои немаат дебел клеточен сид или панцир мора да се води сметка неговата концентрација да не надминува 2,5% бидејќи при фиксирањето со формалин доаѓа до морфолошки промени на ниво на клеточни структури, односно контракција на протопластот. **Етаформот** претставува смеса (еден дел 40% формалин и три дела 96% етанол), при што добиената смеса се додава на суспензијата на алги во однос 1:5. Формалинот (како и етаформот кој содржи формалин) не се оптимални фиксативи, бидејќи формалдехидот е исклучително канцероген. Формалинот и етаформот исто така вршат екстракција на хлорофилот од алгите, по што истите по долготраен престој во алголошката колекција избледуваат. Доколку сакаме да искористиме средство за фиксација со кое се задржува бојата на алгите, се подготвува посебен фиксатив (**смеса од р-формалдехид и глутаралдехид**).

За фиксација на сино-зелените алги, може да се користи **Луголовиот раствор** (смеса од јод и калиум јодид), со цел да се избегне канцерогеното дејство на формалдехидот. Луголовиот раствор дополнително може да изврши обојување и истакнување на одредени структури кои се значајни од таксономски аспект за цијанобактериите. Сепак, треба да се има предвид дека **Луголовиот раствор ги разрушува гасните вакуоли** кај овие претставници, и затоа по фиксацијата со Лугол, не можеме да детерминираме дали дадениот вид имал аеротопи (гасни вакуоли). Луголовиот раствор исто така е погоден и за фиксација на еуглените, бидејќи истите немаат клеточен сид (само пеликула) и, по додавањето на формалин честопати изумираат. Луголовиот раствор може да се користи и за фиксација на дијатомеите. Сепак, оваа смеса многу ретко се користи за фиксирање на други алги бидејќи јодот реагира со скробот или неговите аналози, обојувајќи ја клетката и на таков начин ја менува првичната обоеност на видот.

Покрај наведените фиксативи, постојат и специфични фиксативи за секоја група алги одделно:

За фиксирање на претставниците на сино-зелените алги (Cyanophyta) најпогоден фиксатив е т.н. Pfeiffer-ов фиксатив кој е сочинет од еднакви делови од формалин, метанол и оцетна

киселина. Може да се користи и Луголовиот раствор за специфично обојување на одредени структури, како и смеса од р-формалдехид и глутаралдехид.

За претставниците на огнените алги (Dinophyta) особено погоден е т.н. Fleming-ов реагенс составен од 5 mL 10% раствор од хромна киселина, 1 mL 10% глацијална оцетна киселина, 5 mL 2% осмиумска киселина и 96 mL дестилирана вода.

При фиксирањето на претставниците на златните алги (Chrysophyta) мошне често се користи Луголов раствор при што на 1 L проба се додава 20 mL реагенс.

За фиксирање на претставниците на силикатните алги (Bacillariophyta) поради присуството на цврст панцир од SiO₂ можат да се користат сите фиксативи, па дури и најагресивните.

Видовите од типот Xanthophyta (жолто-зелени алги) најчесто се фиксираат со помош на мешавина од два дела 96% етанол и еден дел 40% формалин во однос 1:5 во однос на колекционираниот материјал.

За претставниците на еуглените (Euglenophyta) кои не поседуваат цврст клеточен сид за фиксирање најчесто се користи 2% формалин, но сепак кај значаен дел од единките доаѓа до морфолошки промени како резултат на контракција на протоплазмата. Оттаму, позгодно е користењето на Луголовиот раствор како фиксатив.

Поради големата разновидност на видови која се јавува во типот на зелени алги (Chlorophyta) се применуваат различни фиксативи. За понежните форми се применуваат истите како и за формите од Euglenophyta и Xanthophyta, додека за видовите кои имаат цврст клеточен сид се користат формалинот и етаформот.

За претставниците на харите (Charophyta), поради присуството на добро развиен клеточен сид, сосема задоволителни резултати се постигнуваат со формалинот и етаформот.

Макроскопските алги (макрофити) се хербаризират по принцип сличен на препарирањето на вишите растенија. Доколку талусот на макрофитската алга е нежен, во тој случај хербаризирањето започнува уште во самата средина во која алгата живее. Под алгата која е во вода се подметнува бел лист или тенок бел картон, при што истата се поставува во саканата положба, по што внимателно листот се вади од водата така што алгата би останала прилепена за него. Потоа листот со алгата се остава кратко време да се исцеди, по што се поставува меѓу два листа дебела хартија и се пресува со рамна подлога.

По колекционирањето на алголошкиот материјал, тој соодветно се обележува. Најисправен начин на одбележување на пробите е преку етикетање на садот при што на етикетата би се напишало: името на екосистемот, името на локалитетот, типот на супстратот, ден на собирање. По трансфер на материјалот во лабораторија, секој флакон потоа ќе добие соодветен број, при што истиот ќе биде архивиран во алголошката колекција со отпечатена етикета која ги содржи сите информации за истиот.

Анализата на колекционираниот материјал најчесто се врши под микроскоп, независно од димензиите на талусот, односно за прецизна детерминација дури и на макроскопските алги најчесто се користат некои микроскопски карактеристики на вегетативниот дел од талусот или органите за размножување.

Препаратите кои се користат за набљудување на алгите според времетраењето на нивната употреба се делат на нативни, полутрајни и трајни. **Нативните** препарати се

наједноставни за припремање бидејќи процедурата се состои од нанесување на една капка од материјалот на предметно стакло и потоа истата се покрива со покровно стакло. Вака припремениот препарат најчесто се набљудува на објективно зголемување од 40 пати.

Процедурата за припрема на **полутрајните** препарати се состои од нанесување на една или неколку капки на глицерин на предметното стакло, каде се нанесува материјалот за анализа. Предметното стакло внимателно се затоплува со цел да испари водата внесена со материјалот. По испарувањето, предметното стакло се покрива со покровно стакло и препаратот е спремен за набљудување на сите објективни зголемувања.

Доколку по ивиците на покривното стакло внимателно се нанесе слој смола и со истото се покрие предметното стакло со што би се спречил контактот на глицеринот со околната средина, ќе се добие **траен препарат**. По покривањето на предметното стакло со покровно, неопходно е внимателно загревање на препаратот со што би се постигнала хомогенизација на смолата. Вака припремените препарати можат да се набљудуваат на сите зголемувања на објективите.

За микроскопска анализа на дијатомеите, алголошкиот материјал неопходно е најпрвин да се *согори* и на тој начин да останат само фрустулите на дијатомеите (без нивната внатрешна содржина). Собраниот и фиксиран материјал, во лабораторија се согорува со $KMnO_4$ и концентрирана HCl , по што се дотерува до рН вредност од 7 и се подготвува во форма на **трајни препарати со медиум за вклопување (смола)**, од типот на Naprax или Entellan new. Медиумот за вклопување се додава меѓу предметното и покривното стакло кое содржи согорен материјал од дијатомеи. Трајните препарати исто така се архивираат во алголошката збирка.

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

Тип Cyanophyta (Cyanobacteria)

Типот Cyanophyta (или **сино-зелени алги, модрозелени алги**; синоним **Cyanobacteria**, или **Cyanoprokaryota**) опфаќа едноклеточни, колонијални и многуклеточни (мултицелуларни, т.н. *филаментозни*) фотоавтотрофни организми со **прокариотска градба**. Овие организми се *убиквисти* односно се карактеризираат со мошне широка еколошка валенца. Поради нивната бактериолошка природа и прокариотска градба, истите припаѓаат во доменот **Bacteria** (царство **Eubacteria**). Микробиолозите оваа група на алги ја поставуваат во групата IX-Оксифотобактерии (грамнегативни бактерии), под името Cyanobacteria. Сепак, поради способноста да вршат фотосинтеза и нивниот специфичен начин на живот, овие организми во склоп со *Интернационалниот код за номенклатура на алги, габи и растенија* се третираат како прокариотски алги.

Сино-зелените алги се исклучително значајна компонента на слатководните, бракични и морски екосистеми ширум светот, но исто така, треба да се истакне дека цијанобактериите можат да се најдат и во почвите, во екстремни услови (пр. Поларните краеве каде што се среќава *Pseudanabaena frigida*), на снег и мраз, во пустините (*Oculatella mojaviensis*), како и во геотермални извори (пример, *Mastigocladus laminosus*). Цијанобактериите често претставуваат доминантна компонента на фитопланктонот во бројни екосистеми (до 70% од тоталната биомаса на фитопланктонот) и истите се одговорни за повеќе од 30% од продукцијата на кислород на Планетава. Нивната исклучително висока абундантност во планктонот на одредени водни екосистеми станува еклатантна имајќи го предвид фактот дека Црвеното Море е именувано поради обојувањето кое е резултат на црвената планктонска цијанобактерија *Trichodesmium erythraeum* (Oscillatoriales). Во специфични еколошки услови, најчесто при зголемена концентрација на фосфор и азот (еутрофна средина), сино-зелените алги имаат способност масовно да се развијат и пропагираат доведувајќи до појава на т.н. **цијанобактериски „воден цвет“**. Одредени видови на сино-зелени алги се дефинирани како „опасни“ (анг. *harmful cyanobacterial blooms*), бидејќи развојот на воден цвет води до негативни последици по животната средина, нестабилност на екосистемот и продукција на токсични соединенија, познати како **цијанотоксини**, кои се токсични и за човекот. Проценето е дека отприлика 75% од водните екосистеми кои содржат цијанобактерии исто така содржат и токсични цијанобактериски метаболити.

Од цитолошки аспект, клетката на цијанобактериите е изградена од клеточен сид, клеточна мембрана и протоплазма. Клеточниот сид кај цијанобактериите соодветствува на градбата на клеточниот сид кај грам-негативните еубактерии, но исто така поседува и свои специфики; тој е *значително подебел* од клеточниот сид на повеќето типични грам-негативни бактерии и е составен од 4 слоја (означени како L_I, L_{II}, L_{III} и L_{IV}). Како и кај бактериите, главната структурна компонента на клеточниот сид на сино-зелените алги претставува *муреинот* (пептидоглюкан), кој е присутен во L_{II} слојот. На површината од клеточниот сид се наоѓаат и бројни пори низ кои преку **микроплазмодезмите**, се врши комуникација меѓу соседните клетки кај многуклеточните филаментозни претставници.

Во протоплазмата, се разликува периферен дел кој на светлосен микроскоп е обоен и е означен како **хроматоплазма** и, централен дел означен како центроплазма или **нуклеоплазма**. Во хроматоплазмата се сместени бројни **тилакоиди** во вид на мали,

молекуларни врекички, кои може да имаат различна позиција, односно да бидат поставени во *паралелни редови* блиску до клеточниот сид (**т.н. париетален распоред**) или пак да имаат ирегуларен распоред низ целата клетка. На тилакоидната мембрана се сместени *пигментите*, од кои како фотосинтетски активен пигмент е само **хлорофилот а**, додека останатите пигменти кои се сретнуваат во клетките се од групата на **каротени, ксантофили и фикобилини**. Како специфични пигменти за оваа група организми се јавуваат *с-фикоцијанин* (сина боја) и *с-фикоеритрин* (црвена боја), а кај некои и *алофикоцијанин* (сина боја), кои честопати се организирани во специфични макромолекуларни комплекси кои на електронски микроскоп наликуваат на гранули на тилакоидната мембрана, означени како **фикобилизоми** или **цијанозоми**. Фикобилизомите се однесуваат како еден вид на „антени“ за апсорпција на светлината. Во зависност од количинските односи на пигментите во фикобилизомите, бојата на цијанобактериите може да варира од темно-сина до сино-зелена (од каде потекнува и нивното име; видовите со сина или сино-зелена боја предоминантно содржат *с-фикоцијанин* и *алофикоцијанин*). Како и да е, одредени цијанобактерии предоминантно содржат големи количества на *с-фикоеритрин*, па оттаму нивната боја е црвена, пурпурно-виолетова, а кај некои дури и црна.

Во нуклеоплазмата е сместена циркуларната, гола DNA молекула околу која никогаш не се формира јадрена мембрана и нуклеолус. Вака градената DNA се смета за еквивалент на хромозомот кај еукариотските организми („*цијанобактериски хромозом*“). Некои цијанобактерии може да поседуваат и неколку копии од својот геном. Како и кај бактериите, во нуклеоплазмата можат да се најдат и мали, циркуларни, екстрахромозомски DNA молекули (**плазмиди**). Во овој дел, интересно е да се спомене дека цијанобактерискиот геном поседува бројни сличности со хлоропластниот геном кај еукариотите.

Во протоплазмата како единствени диференцирани „органели“ се присутни рибозомите (од 70S тип). Кај некои видови се сретнуваат т.н. **гасни вакуоли** кои се исполнети со азот, при што е забележано дека тие главно се јавуваат кај видовите кои живеат во планктонските заедници и служат за заштита од светлина, како и за одржување во планктон – „лебдење“. Гасните вакуоли најчесто се групирани во клетката во целина која морфолошки се забележува на светлосен микроскоп како темна структура, означена како **аеротоп**. Други структури кои се сретнуваат се **карбоксизомите** (т.н. „полиедрални тела“ кои го содржат ензимот RuBisCO и служат како „фабрики“ за CO₂ фиксација). Во протоплазмата на клетките се присутни и различни гранули со резервни материи (полифосфатни гранули, липидни гранули), како и **цијанофицински гранули** (содржат полимери од аргинин и аспарагин) и **α-гранули** (**цијанофицејски скроб**, кој претставува α-1,4 глукан, со слична структура на гликогенот и амилопектинот).

Размножувањето кај едноклеточните претставници од Cyanophyta најчесто се врши со проста делба (бинарна фисија), а додека кај многуклеточните филаментозни претставници, со фрагментација на трихомите. Кај некои претставници е присутно и бесполово размножување со помош на **егзоспори** или **ендоспори**. Половото размножување или формирањето на подвижни спори (зооспори) не е констатирано кај ниеден претставник. Сепак, процесите на парасексуално размножување (трансформација

и коњугација, при што настанува размена на цијанобактериските плазмиди) можат да доведат до мала генетска рекомбинација.

Типот *Cyanophyta* ги населуваат главно слатководните екосистеми, поретко морските. Често се сретнуваат надвор од водните екосистеми, односно на почви, карпи, камења. Сепак свој максимум имаат во топли, стагнантни или споротечечки води, особено ако тие води се оптоварени со органски материи. Одреден број претставници се јавуваат и во термалните извори особено на 50°C (Петровска 1960, 1963, 1966; Стојанов, 1985), каде градат специфични заедници во асоцијација со термофилни видови од црвените алги, зелените алги и термофилните бактерии.

При поволни услови, како што се повиска температура (15 - 39°C), отсуство на ветер, pH 6.0 – 9.0, висока концентрација на хранителни материи (фосфорни и азотни соединенија), доаѓа до **масовен развој и доминација на сино-зелените алги** во водните екосистеми. Ваквата состојба е позната како **еутрофна состојба**. Поимот *еутрофикација* означува збогатување на водните екосистеми со хранителни материи, што доведува до интензивен развој на примарните продуценти (алги и вакуларни растенија). Еутрофикацијата во изворна смисла претставува природен процес на стареење на езерото, и ваквата појава се означува како „природна еутрофикација“. Зголемената еутрофикација како резултат на човеково влијание се означува како „културна еутрофикација“.

Еутрофикацијата најчесто претставува значаен биолошки и економски проблем. Поради пореметување на физичко-хемиските карактеристики на водата, доаѓа до нарушување на биолошката рамнотежа во екосистемот. Настануваат бројни промени во составот на живиот свет, со постепена доминација на цијанобактериите, додека популациите од останатите алги кои се поосетливи се намалуваат или целосно исчезнуваат. Намалувањето на квалитетот на водата ја ограничува и нејзината искористливост за различни човекови потреби (вода за пиење, рекреација, техничка вода, наводнување итн.)

Дополнителен проблем при појавата на модрозелените алги (особено при нивната масовна пролиферација во воден цвет) е и нивната способност за продукција на токсини.

Генерално, постојат две групи на токсини:

Токсини кои предизвикуваат летално труење – невротоксини и хепатотоксини

Токисини кои се високо летални, но покажуваат поизразена биоактивна селективност – цитотоксини.

1.

Класа Chroococcophyceae

Класата Chroococcophyceae опфаќа едноклеточни и колонијални форми чии клетки не се поларно морфолошки диференцирани, па затоа генерално клетките кај голем дел од претставниците од оваа класа се сферични (овални) – односно **имаат кокална морфологија („коки“)**. Повеќето колонијални форми имаат добро развиена обвивка од слуз (мукус). Се делат со проста бинарна фисија и не образуваат хетероцити.

Microcystis sp. Kützing

Колониите се **волуминозни**, сферични до издолжени или пак со неправилна форма, со микроскопски димензии или видливи со голо око (макроскопски колонии) (слика 3 и 4). Клетките се сферични (**кокални**), поретко издолжени, без сопствена обвивка и се расположени безредно во општата слузеста обвивка на колонијата (изградена од безбоен полисахариден слуз, мукус, англ. *mucilage*). Во клетките се присутни **гасни вакуоли**, кои се групирани во протоплазмата и на светлосен микроскоп се забележуваат во форма на црни точки (**аеротопи**). Клетките се делат во 3 заемно нормални оски на делба.

Овој род е карактеристичен за планктонските заедници на слатководните стоечки екосистеми (езера, резервоари, блата, мочуришта, рибници и сл.). Некои видови од овој род се предизвикувачи на т.н. „**воден цвет**“. Ваквата појава, особено доколку цијанобактериите се масовно развиени, воопшто не е пожелна, бидејќи по завршувањето на животниот циклус на алгите тие се таложат на дното, каде под дејство на аеробните микроорганизми се врши нивно разградување и, доаѓа до појава на факултативна или облигатна анаеробија на дното на водниот екосистем. Ова пак, доведува до масовно изумирање на аеробните хидробионти кои го населуваат бентосот. Во крајниот стадиум на својот масивен развој, претставниците од родот *Microcystis* можат да формираат и **превлака (scum)** на површината на водниот систем. Најголем број видови од овој род синтетизираат токсини (**микроцистини**) кои дополнително доведуваат до изумирање на хидробионтите, како и на животните кои ја консумираат оваа вода; *микроцистините се застапени во највисока концентрација во цијанобактериските превлаки (scums)*, при масивен развој на нивниот воден цвет. Овие превлаки се исклучително токсични за човекот и, акутната експозиција кон нив доведува до јасно изразени хепатотоксични и невротоксични ефекти. Хроничната администрација на микроцистините пак, е асоцирана со примарен карцином на хепарот и невродегенерација.

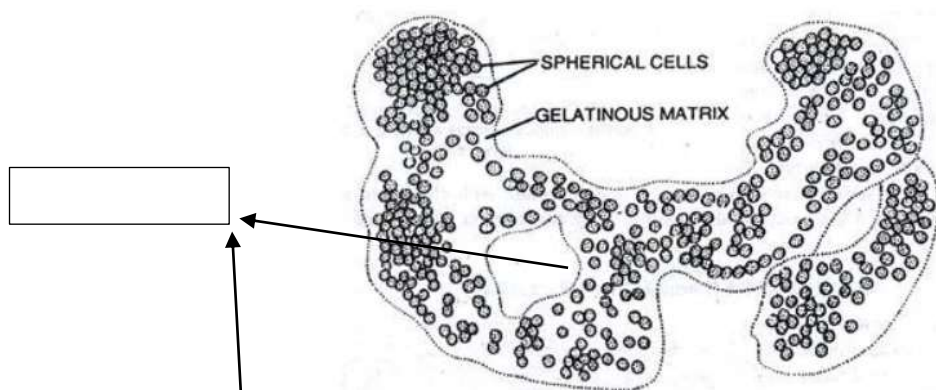
За Македонија, познати се **9 вида на *Microcystis***, од кој **најчест е *Microcystis aeruginosa* Kützing**, а во последниве години се јавува доминација на **пантропскиот *Microcystis protocystis* W.B.Crow**.

Главни дијагностички карактери за овој род се следниве: **делба на клетката во три рамнини**, при што се добиваат **волуминозни** колонии од клетки во заеднички слуз, **присуството на аеротопи** и **ирегуларната позиција на тилакоидите** во клетката, што е прикажано на следната шема. Додека присуството на аеротопи претставува главниот

дијакритичен карактер за родот *Microcystis*, таксономската детерминација на различните видови од овој род е базирана на **градбата на колонијата** (нејзината форма и градбата на слузестата обвивка, за што често е потребно боење со туш), како и **дијаметарот на клетките**.

Microcystaceae

- делба на клетката во три рамнини
- колонијални, присуство на аеротопи



Сл.3 Шематски приказ на *Microcystis* sp.



Сл. 4 Микроскопски приказ на *Microcystis* sp.

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Myrocystis* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

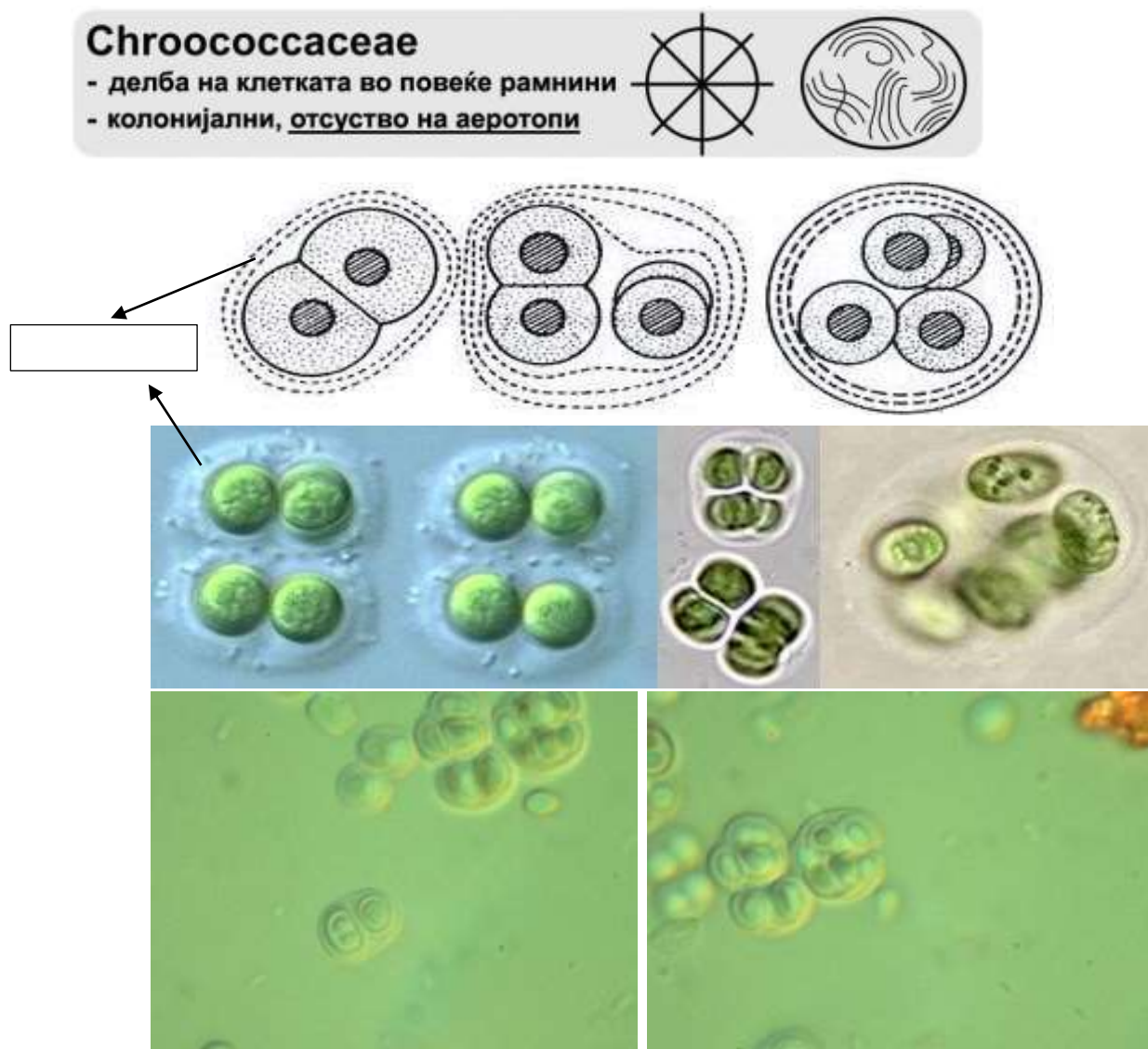
Прегледал:

***Gloeocapsa* sp. Kützing et Hollerbach**

Колониите се колбаси, елипсовидни или се без форма, единечни или собрани во широки слузести маси. Колониите содржат по 2-8 или повеќе на број сферични (**кокални**) клетки (слика 5), со јасно забележливи **обвивки** кои се безбојни или различно обоени: жолто, црвено, сино или виолетово. Бојата на обвивката може да се менува во зависност од варирањето на еколошките фактори (интензитетот на светлината и pH). Обвивките најчесто се **стратифицирани, концентрично наслоени и јасно забележливи**.

Клетките се делат во повеќе од 3 заемно нормални рамнини. По клеточната делба ново образуваните единки се обвиткуваат во заедничка обвивка, која најчесто е **сроевита**. Повеќето од видовите се **аерофити** при што градат **дебели слузести наслаги** кои многу лесно можат да се соберат, но се сретнуваат и во водни екосистеми.

Досега за Македонија се познати 25 таксони (17 видови, два вариетета и шест форми). Главни дијагностички карактери за родот се: **делба на клетката во повеќе од 3 рамнини**, при што се добиваат **волуминозни** колонии кои најчесто обвиткани во **стратифицирани обвивки, отсуството** на аеротопи и **ирегуларната позиција на тилакоидите** во клетката.



Сл. 6 Микроскопски приказ на *Gloeocapsa* sp.

Микроскопски приказ на *Gleocasa* sp.

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Gleocapsa* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

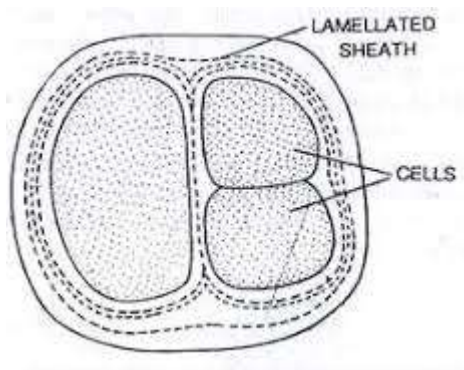
Прегледал:

***Chroococcus turgidus* (Kützting) Nägeli**

Едноклеточни и колонијални форми составени од неколку **неправилно сферични** (кокални) клетки (слика 7 и 8). Околу колонијата се забележуваат **обвивки** кои се стратифицирани, концентрично наслоени и јасно забележливи. Дијаметарот на клетките е од 8 - 25µm. Клетките се делат во повеќе од 3 заемно нормални рамнини. По клеточната делба ново образуваните единки се обвиткуваат во заедничка обвивка, која најчесто е слоевита.

Видот *Chroococcus turgidus* е карактеристичен за тресетишта и други застоени води.

Главни дијагностички карактери за родот се: **делба на клетката во повеќе од 3 рамнини**, при што се добиваат *волуминозни* колонии кои најчесто обвиткани во **стратифицирани обвивки**, *отсуството* на аеротопи и *ирегуларната позиција* на тилакоидите во клетката.



Сл. 7 Шематски приказ на *Chroococcus turgidus*



Сл 8. Микроскопски приказ на *Chroococcus turgidus*

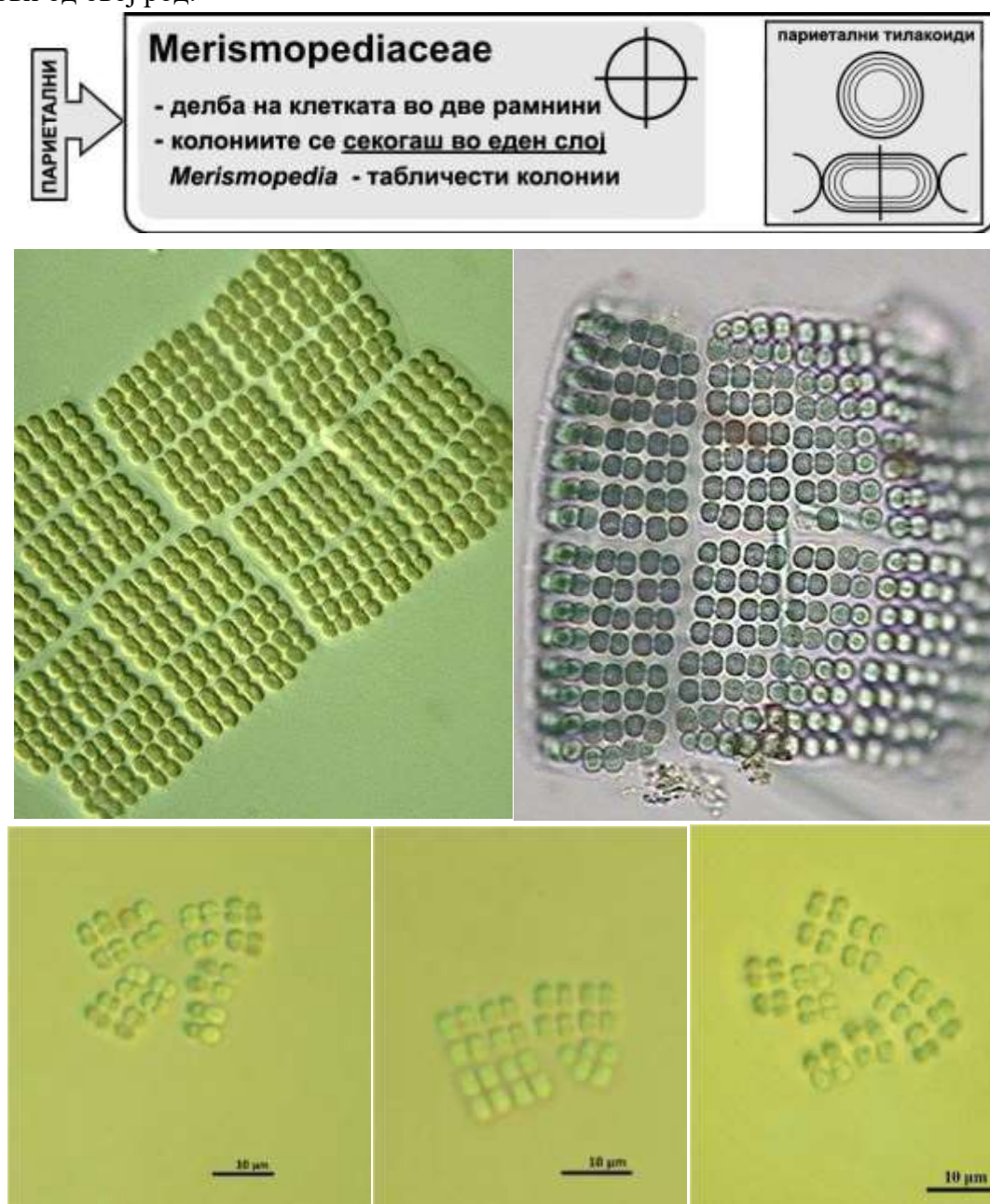
Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Chroococcus turgidus* и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

Merismopedia sp. Meyen

Колониите се спласнати до листовидни, во млада состојба се со квадратна или правоаголна форма (слика 9) и секогаш се составени од **еден слој на клетки** (формираат табличести колонии). Клетките се **сферични, елипсоидни до цилиндрични** и се со или без сопствена обвивка. Клетките се делат во две заемно нормални рамнини. Најчесто по 4 клетки (тетради) кои се поставени заедно во општата обвивка. Карактеристично е тоа што кај претставниците од овој род, за разлика од претходните претставници, тилакоидите се поставени париеално. Претставниците по родот *Merismopedia* исклучиво се сретнуваат во слатководните екосистеми, во приобалниот регион како *епифити* или во *планктонските заедници*. Само некои видови се сретнуваат во бракични и морски води. За Македонија се познати 4 видови од овој род.



Сл. 9 Микроскопски приказ на *Merismopedia* sp.

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Merismopedia* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

Класа Chamaesiphonophyceae

Претставниците кои се опфатени во оваа класа генерално се едноклеточни организми, чии клетки се **издолжено поларизирани**, а со тоа, иако се едноклеточни, тие „наликуваат на трихоми“.

Попрецизно, клетките на овие едноклеточни организми се **поларно диференцирани**, така што на нив може да се разликува **базален** и **врвен (апикален)** дел. Видовите од оваа класа се **сесилни** и, со својот базален дел се прикрепуваат за супстратот, населувајќи ги површините на карпи, камења, растенија или други макрофитски алги. Главно ги населуваат горните текови на речните екосистеми, додека само мал број на видови се јавуваат во морињата.

Chamaesiphon sp. A. Braun et Grunow

Едноклеточни алги со диференцирана основа и врв. Прикрепени се за супстратот (**сесилни**) директно или со кратка пивтиеста дршка (слика 10). Живеат единечно или во групи или образуваат колонии. Клетките во млада состојба се сферични, а подоцна добиваат елипсовидна или **издолжено конусовидна форма**. Клеточната мембрана на врвот распукува формирајќи на тој начин т.н. **лажно влагалиште**. Се размножуваат со **егзоспори** кои настануваат како резултат на асиметрична делба на клетката и, се ослободуваат од врвниот дел. Кај некои видови егзоспорите се одделуваат од мајката клетка, додека кај други **видови тие се прикрепуваат на крајот од лажното влагалиште**. Видовите од овој род главно ги населуваат горните текови на реките, во ладни и чисти води. Во Македонија се утврдени пет вида од овој род.

Како главен дијагностичен карактер за претставниците од овој род е присуството на **егзоспори**.



Слика 10. Микроскопски приказ на *Chamaesiphon* sp.

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Camaesiphon* sp. и означете ги неговите карактеристики.

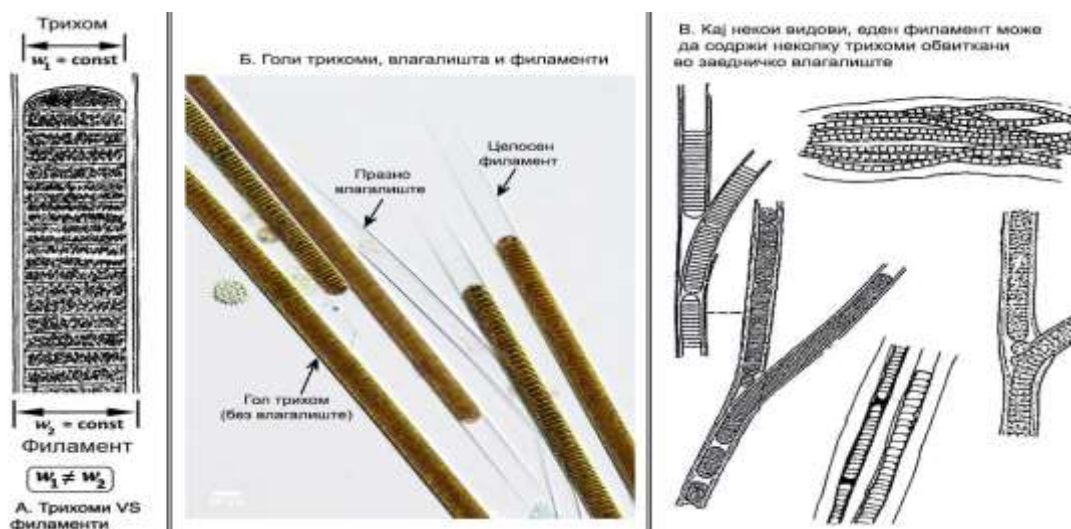
Датум:

Прегледал:

Класа *Hormogoniophyceae*

Оваа класа опфаќа најголем број на цијанобактерии. Сите алги кои припаѓаат кон оваа класа претставуваат **многоклеточни (мутицелуларни) организми** кои формираат **филаментозни формации**. Имено, овие претставници се изградени од низа на едно до друго *поврзани* клетки, која се нарекува **трихом**. Напречната преграда на клеточниот сид помеѓу соседните клетки е исперфорирана и содржи *пори*, од кои излегуваат **микроплазмодезми кои директно ги поврзуваат клетките од трихомот** (30-40 микроплазмодезми ги поврзуваат соседните клетки кај хомоцитните претставници, додека кај хетероцитните, 100-250 микроплазмодезми), така што секој трихом во морфолошки и **физиолошки** поглед претставува **целина** (секој трихом е *еден мултицелуларен организам*).

Постои разлика помеѓу термините **трихом** и **филамент**. Голем дел од трихомите кај овие претставници не се „голи“, односно истите се сместени (вметнати) во футроли означени како **влагалиште** (анг. *sheath*), кое е изградено од мрежа на полисахаридни фибрили (во микробиолошката литература, честопати влагалиштето е означено како *гликокаликс*). Трихомот, заедно со влагалиштето е означен како **филамент**. Не сите трихални цијанобактерии содржат влагалиште и кај таквите *голи* трихоми (слика 11, Б), изразите трихом и филамент можат наизменично да се користат. Сепак, најголем дел од претставниците на оваа класа се изградени од трихоми кои се сместени во влагалишта, па оттаму, изразите трихом и филамент не треба да се користат наизменично, бидејќи ширината на трихомот и ширината на филаментот можат дијаметрално да се разликуваат, особено кај видовите со тесни трихоми сместени во мошне дебели футроли. Разликите помеѓу термините филамент и трихом стануваат најочигледни имајќи предвид дека, кај одредени видови, *еден филамент може да содржи неколку трихоми обвиткани во заедничко влагалиште* (слика 11, В); во тој случај велиме дека филаментот содржи неколку мултицелуларни организми.



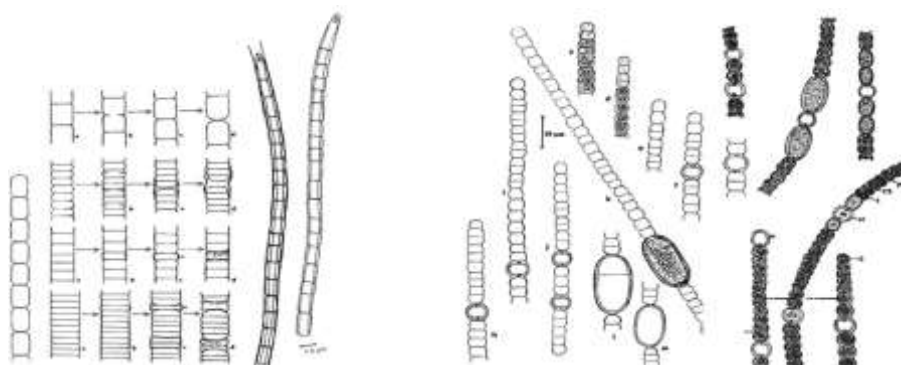
Сл. 11. Приказ на трихоми, филаменти и влагалишта

Трихомите кај филаментозните цијанобактерии можат да бидат различно градени, односно истите може да бидат сочинети само од еден тип на истородни клетки слични по димензија и форма (вегетативни клетки), и таквите трихоми се нарекуваат **хомоцитни**. Спротивно пак, кај многу филаментозни претставници, трихомите се составени од различни по форма и големина клетки – **хетероцитни трихоми** (слика 12). Кај хетероцитните трихоми, покрај вегетативните клетки, присутни се и *високоспецијализирани* клетки означени како **хетероцити** (во постарата литература, *хетероцисти*) и спори (**акинети**).

Хетероцитите кај хетероцитните трихоми се клетки кои се разликуваат од вегетативните клетки по бојата, формата, големината и содржината, односно тие се *покрупни, со прозрачна, светло жолтеникава цитоплазма, без присутна гранулација* во нив и, на светлосен микроскоп имаат **хомоген изглед**. Друга забележителна особина на хетероцитите е нивниот **задебелен клеточен сид**, кој дури е уште подебел на едниот или двата краја на клетката каде формира структура означена како **поларна нодула**. Нивната функција е азотофиксација, односно тие содржат ензимски комплекси од нитрогенази, кои катализираат редукција на атмосферскиот азот (N_2) до амонијак.

Вториот вид на специјализирани клетки во хетероцитните трихоми се акинетите. Тие настануваат од една вегетативна клетка или со фузионирање на повеќе клетки. Акинетите најчесто се покрупни од вегетативните клетки и имаат подебел, континуиран клеточен сид без пори. Во внатрешноста на спората се наоѓаат зголемени концентрации на резервни материи и 20-30 пати повеќе DNA. Како резултат на градбата на клеточниот сид и нејзината содржина, овие клетки се адаптирани да издржат подолг временски период во неповолни еколошки услови. Така на пример, акинетите на некои видови од *Dolichospermum* можат да преживеат и до 64 милиони години во седиментите.

Сумарно, кај хетероцитните трихоми сретнуваме *своевидна примитивна диференцијација*, во која стратегијата е **просторно одвојување на процесите на N_2 фиксацијата и фотосинтезата во различни компартмани**. Вегетативните клетки се високоспецијализирани клетки кои вршат CO_2 фиксација, фотосинтеза и продукција на цијанофицејски скроб, додека хетероцитите вршат фиксација на азот и негова трансформација до амонијак, со цел продукција на аминокиселини. Бидејќи сите клетки од трихомот се поврзани со микроплазмодезми, добиентите продукти од овие специјализирани клетки циркулираат низ трихомот, со цел вршење на метаболизам кај мултицелуларниот организам.



Хомоцитни родови

(*Pseudanabaenales, Oscillatoriales*)

Хетероцитни родови

(*Nostocales*)

Сл 12. Хомоцитни и хетероцитни родови

Филаментозните цијанобактерии најчесто формираат **дебели превлаки** (анг. *maths*) на површината на камењата и карпите во реките и во литоралната зона на езерата, но исто така често можат да се сретнат и на влажни карпи и супстрати надвор од водата, како и на почвите. Дел од нив можат да се најдат и во планктонот, каде одредени видови се способни за формирање на *водни цветови*.

Во однос на размножувањето, најголем дел од претставниците од оваа класа се размножуваат со помош на **фрагментација на трихомот** (мали делови од трихомот, т.н. **хормогонии**, се одвојуваат од филаментот, а од нив се добива нов долг филамент), од каде потекнува и името за оваа класа. Кај хетероцитните видови, се јавува и размножување со користење на нивните спори (акинети).

Хомоцитни родови (филаментозни цијанобактерии без хетероцити и акинети)

Претставниците од хомоцитните родови (филаментозни цијанобактерии без хетероцити и акинети) имаат повеќе или помалку едноставна морфологија. Бидејќи сетот на јасни, лесно препознатливи дијакритични карактери кај нив е мошне ограничен, на светлосен микроскоп многу видови едноставно наликуваат еден на друг, што ја прави нивната микроскопска идентификација базирана на цитоморфолошките карактери доста компликувана и честопати придружена со долг и напорен процес на опсервација.

Сите претставници од хомоцитните родови се изградени од **една низа на истородни клетки**. Како специјални морфолошки диференцирани клетки, освен *вегетативните*, можат да се јават само **некридичните клетки**, кои помагаат во фрагментацијата на трихомот (тие се однесуваат како еден вид на „сепарациони дискови“). Честопати, *врвната (апикална) клетка, може да има различна морфологија од останатите*, па затоа нејзиниот изглед е мошне важен при таксономската детерминација на видовите. Кај голем број претставници се јавува влагалиште, кое може да биде тенко и слузаво (незабележително на светлосен микроскоп) или пак да биде подебело, јасно забележително. Кај различни родови, влагалиштата можат да бидат **факултативни** (односно да се појавуваат во зависност од еколошките услови; најчесто при услови на стрес), **облигаторно присутни** (како стабилен карактер) или пак комплетно да *отсутствуваат*. Влагалиштата може да опфаќаат еден или повеќе трихоми.

Како најважни дијакритични карактери за таксономската детерминација на хомоцитните родови се земаат следниве: ширината на трихомот (најголем број на претставници имаат т.н. **изополарни трихоми**, односно трихоми со константна ширина по целата должина на трихомот), распоредот на тилакоидите, присуството или отсуството на влагалиште, типот на влагалиштето (факултативно/облигаторно/секогаш отсутно; потоа, слузаво и тенко *или* цврсто и јасно видливо), ширината на филаментот (кај претставниците кои имаат влагалиште), односот помеѓу ширината на трихомот и должината на клетките во него (клетки куси или подолги од ширината на трихомот), присуството или отсуството на аеротопи и нивната позиција во клетките, како и морфологијата на апикалната клетка.

Таксономската класификација на хомоцитните таксони во редови и фамилии се базира на *ширината на трихомот и позицијата на тилакоидите*, како и способноста за

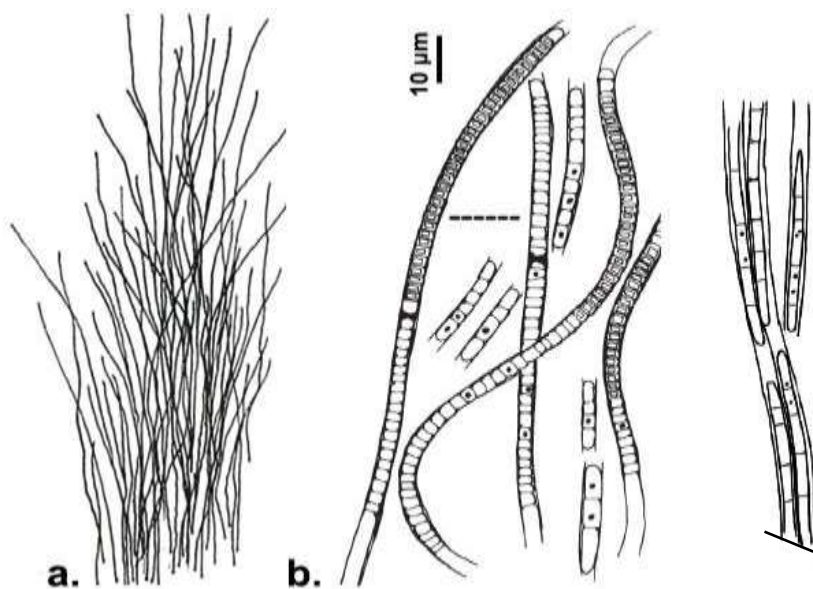
одредени движења (организми кои се неподвижни VS видови способни за лизгање по супстратот, или пак за вржење на осцилации и треперења околу својата оска).

***Leptolyngbya* sp. Anagnostidis & Komárek**

Видовите од родот *Leptolyngbya* се карактеристични претставници за групата на хомоцитни цијанобактерии без хетероцити и акинети **кои поседуваат исклучително тенки трихоми (трихоми со минијатурна ширина помала од 4 μm) и кои имаат париетална организација на тилакоидите** (тилакоиди поставени паралелно на клеточниот сид). Поради нивната убиквистичка дистрибуција, од тропските предели (*пустини*) до поларните краишта, каде населуваат широк дијапазон на еколошки ниши, односно слатководни, почвени и морски екосистеми, овие претставници се мошне значајни и заслужуваат посебно внимание. Претставниците од овој род имаат долги, извиткани филаменти кои никогаш не се јавуваат како поединечни (солитарни), односно филаментите речиси секогаш се **здружени во кластери, макроскопски формирајќи дебели и густы превлаки** (анг. *mats*) на различни супстрати. Филаментите се **изополарни**, со константна ширина и **исклучително тенки** (0,5-3,5 μm ширина). Еден од главните дијагностички карактери е присуството на **цврсти, јасно забележителни влагалишта**, кои се блиску слепени до самиот трихом (секогаш опфаќаат *само* по еден трихом). **Трихомите не се подвижни**. Вегетативните клетки во трихомот се најчесто изодијаметрични или подолги од ширината на трихомот, со цилиндрична форма и хомоген изглед, сегогаш без аеротопи и мошне ретко со фина гранулација. Трихомите може да имаат сино-зелена, сива, зелена, жолта или црвена боја. Апикалните клетки се тркалезни или конични. Размножувањето се врши по пат на формирање на хормогонии, во одредени случаи помогнато од страна на **иррегуларни некридни клетки**.

Овој род е мошне богат со видови (157 видови опишани досега). Претставниците од родот *Leptolyngbya* се мошне чести на почвите, во перифитонските и епилитонските заедници на слатководните и морските биотопи каде градат **дебели превлаки**, но исто така опишани се и видови од термоминерални извори, од пустини и од поларните краишта. Доста чести се и како аерофити на влажни карпи, сидови, чешми и сл.





Сл. 13 Шематски приказ на *Leptolynbuva* sp.



Сл. 14. Микроскопски приказ на *Leptolynbuva* sp.



Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Leptolyngbya* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

***Arthrospira* *Sitzenberger* ex Gomont**

Видовите од родот *Arthrospira* се карактеристични претставници за групата на хомоцитни цијанобактерии без хетероцити и акинети кои поседуваат средно широки трихоми (односно трихоми пошироки од 4 μm , но не пошироки од 12 μm) со радијален распоред на тилакоидите и клетки кои најчесто се изодијаметрични или подолги од ширината на трихомот. Тие имаат покомплицирана цитологија во однос на филаментозните таксони со мошне тесни трихоми (пример, во однос на претставниците на *Leptolyngbya*). Една од главните карактеристики на претставниците од оваа група е способноста на алгите да прават одредени движења и да се движат лизгајќи се по супстратот (анг. *gliding*).

Филаментите на претставниците од родот *Arthrospira* се најчесто поединечни (солитарни) и се јавуваат како слободно пливачки во планктонот, а поретко можат да се најдат здружени во форма на превлаки со различна боја на талусот (светло сино-зелена до маслинесто зелена). Главните дијакритични карактери за родот *Arthrospira* се типичниот распоред на нивните мултицелуларни трихоми во вид на **отворен хеликс со релативно голем дијаметар (15 – 60 μm)**, како и **јасно видливите клеточни прегради помеѓу соседните клетки**. Со други зборови, главна карактеристика на овој род е тоа што **трихомите се регуларно свиткани во правилни хеликси (спирали)** по целата должина, најчесто **со континуирана промена на дијаметарот на завоите од спиралите** (кој може да се зголемува или намалува по должината на трихомот). Влагалиштата најчесто отсуствуваат, односно истите факултативно можат да се појават само при услови на стрес. Трихомите се неразгранети, изополарни (со константна ширина), 3-12 μm широки, составени од цилиндрични, изодијаметрични клетки, со преградни сидови меѓу соседните клетки кои се јасно забележливи на светлосен микроскоп. Трихомите се подвижни (лизгање по супстратот како резултат на ротации околу надолжната оска). Клетките се исполнети со гранули, а кај оние видови кои се јавуваат во планктонот присутни се и аеротопи. Апикалните клетки се широко овални и најчесто со задебелен клеточен сид или со калиптра (кај добро развиените трихоми). Вегетативното размножување, кое е карактеристично за овие претставници, се врши со помош на фрагментација на трихомот и одвојување на негови мали делови (**хормогонии**). Фрагментацијата на трихомот најчесто е помогната од страна на **типични некридни клетки**.

Претставниците од овој род најчесто живеат во планктонот на халофилни биотопи (чести во вулкански езера и резервоари со висок салинитет), но се сретнуваат и неколку видови кои се бентосни во слатководни биотопи. ***Arthrospira maxima* Setchell & N.L.Gardner** и ***Arthrospira platensis* Gomont** се мошне значајни организми во во алгалната биотехнологија за продукција на биомаса. Сувата биомаса од *A. platensis* и *A. maxima* комерцијално е позната под називот „*Spirulina*“.

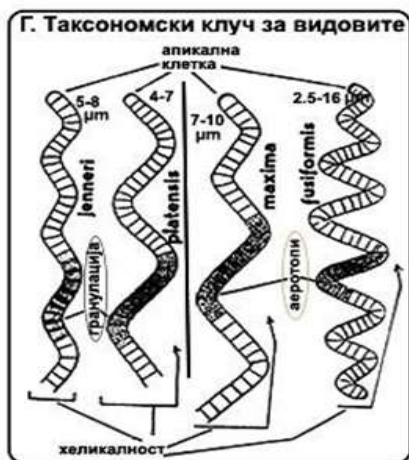
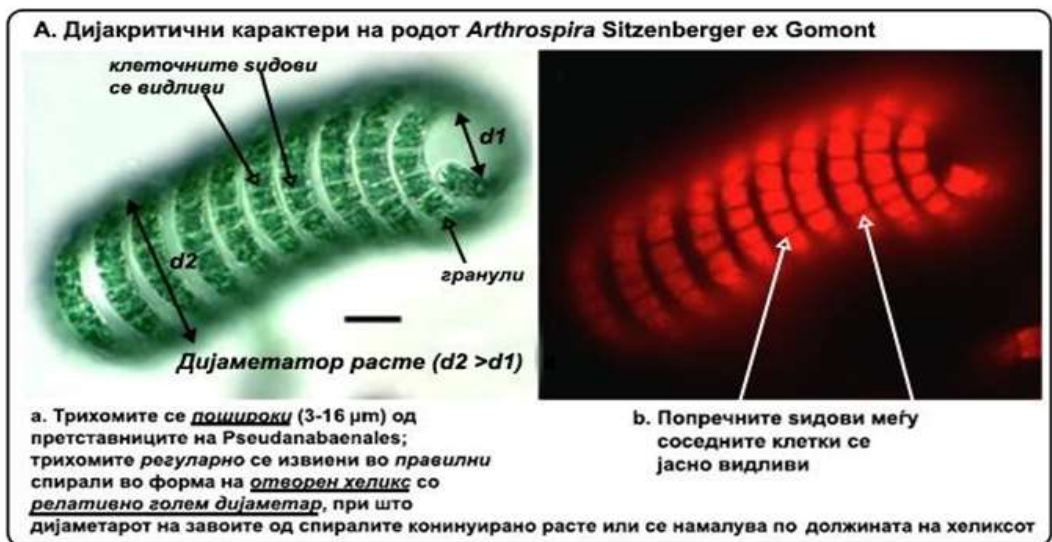
Таксономска забелешка: најважните организми од овој род, порано биле сместени во родот *Spirulina* Turpin ex Gomont, односно под називот *Spirulina platensis* и *Spirulina maxima*, па затоа и до ден денес биомасата и суплементите од *A. platensis* и *A. maxima* таксономски неисправно се продаваат под називот „*Spirulina*“. Како и да е, денес постои

јасна сепарација помеѓу родот *Spirulina* и родот *Arthrospira*. Иако и претставниците од родот *Spirulina* исто така поседуваат трихоми завиени во регуларни спирали, тие морфолошки и ултраструктурно се мошне поразлични од оние на *Arthrospira*. Претставниците од родот *Spirulina* имаат можне тесни трихоми (0,5-3 μm) со парietална организација на тилакоидите, врз основа на што припаѓаат во сосема друг ред (односно, соодветствуваат на *Pseudanabaenales*) и филогенетски се разликуваат од *Arthrospira*. Други важни дијагностички карактери за родот *Spirulina* по кои се разликува со родот *Arthrospira* се следниве: спиралите се можне тесни и се скоро затворени, со многу мал дијаметар; спиралите се доста густы, односно соседните навои во спиралниот трихом најчесто се допираат еден до друг; спиралите се исто така униформни (со еднаков дијаметар по целата должина); аеротопи и гранули секогаш отсуствуваат; напречните клеточни сидови меѓу соседните клетки не се видливи на светлосен микроскоп; фрагментацијата на трихомот се врши без некридични клетки.

Врз основа на изнесеното, постојат јасни филогенетски, морфолошки и ултраструктурни разлики меѓу претставниците од родовите *Spirulina* и *Arthrospira*. Комерцијално важните „*Spirulina platensis*“ и „*Spirulina maxima*“ се мошне различни од оригиналниот концепт за родот *Spirulina* (*Pseudanabaenales*, *Spirulinaceae*) и истите припаѓаат родот *Arthrospira* (*Oscillatoriales*, *Microcoleaceae*).



Сл. 15. Spirulina како суплемент во исхраната



Сл.16 Приказ на *Arthrospira*. Дијаκριтични карактери за родот, изглед на ресуспендирана биомаса од *Arthrospira platensis* („*Spirulina*“) и приказ за таксономска идентификација на видовите.

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Arthrospira* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

Oscillatoria sp. Vaucher ex Gomont

Филаментите кај претставниците од родот *Oscillatoria* се речиси секогаш здружени во **макроскопски, мазни или „кожести“ превлаки** (анг. *mats*) или дебели слоеви (анг. *strata*) на површината од супстратот, кои се често мошне компактни и *повеќеслојни*. Трихомите се цилиндрични, изградени од морфолошки идентични вегетативни клетки по димензии, градба и функција (хомоцитен трихом), со ширина 6-70 μm . Клетките се дискоидални, **секогаш неколкукратно покуси (најчесто 3 – 11 пати) од ширината на трихомот**. Влагалиштата генерално **отсутвуваат**, односно истите можат факултативно да се појават само при субоптимални услови на стрес. Апикалната клетка кај целосно развиените трихоми честопати има задебелен клеточен сид или пак, може да биде прекриена со специфична творба наречена *калиптра*. Размножувањето кај видовите од овој род се врши исклучиво преку фрагментација на трихомот во *хормогонии* (слика 17, панел Д), за што помагаат **некридичните клетки**. Иако трихомите се повеќеклеточни, напречните клеточни сидови („преградите“ меѓу две соседни клетки) се многу тенки и често не се забележуваат на светлосен микроскоп. Сепак, кај голем број видови во близина на напречните клеточни сидови се депонираат **цијанофицејски зрна**, така што при набљудување на микроскоп трихомите изгледаат „испругани“ со „линии“ од едно до друго поставени цијанофицејски зрна.

Претставниците од *Oscillatoria* населуваат главно стагнантни водни екосистеми (формираат превлаки во бентосот на езерата и акумулациите, а поретко во реките; во подоцнежниот стадиум од нивниот развој, овие превлаки можат да се ослободат од супстратот и да пливаат на површината од водниот биотоп). Мал дел од претставниците се морски (опишани видови од Индија и Шри Ланка).



Сл. 17. Микроскопски приказ на *Oscillatoria* sp.

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Oscillatoria* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

Хетероцитни родови (филаментозни цијанобактерии со хетероцити и акинети)

Хетероцитните родови се голема монофилетска група на филаментозни цијанобактерии кои имаат диференциран талус, односно поседуваат специфични истакнати клетки (хетероцити, акинети). Оттаму, нивниот трихом е означен како хетероцитен.

Фам. Nostocaceae Nostoc Adanson

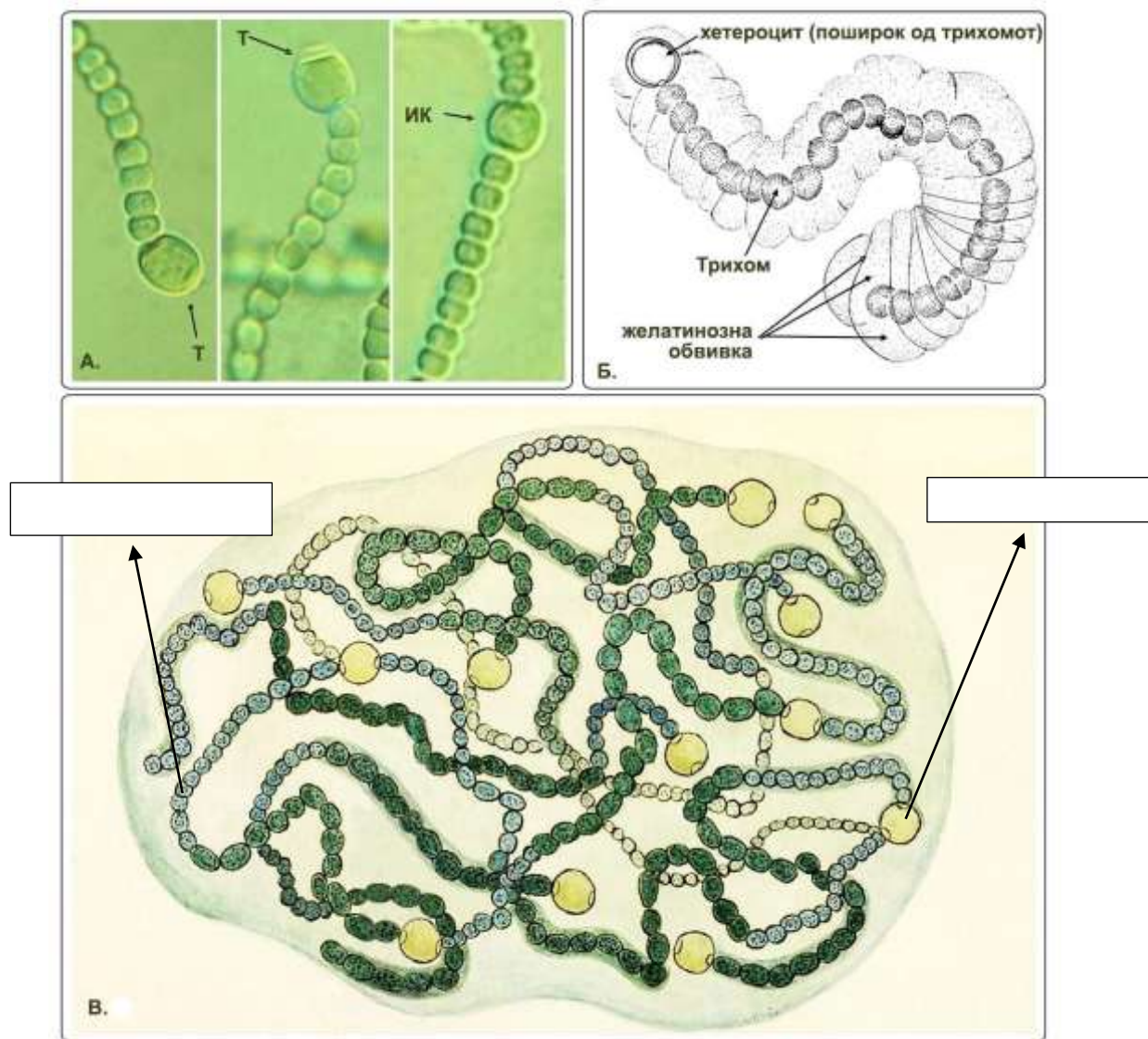
Трихомите кај овие претставници никогаш не се слободни, односно истите неправилно се „испреплетуваат“ и мошне густо се агрегираат во склоп на големи, макроскопски **желатинозни колонии** кои поседуваат цврст **периферен перидерм** (како обвивка на целата колонија). Колониите се со топчеста или неправилна форма, а нивната големина се движи од неколку 10-тина μm – до 5 cm (слика 18, А). Колонијата е составена од поголем или помал број на трихоми кои се дистрибуирани и испреплетени ирегуларно низ заедничкиот внатрешен слуз. Трихомите се со **хетероцитна градба** (слика 18, Б), *неразгранети*, изополарни и монилиформни

(со длабоки констрикции, односно наликуваат на „бисери на ѓердан“), *неправилно извиени*. Влагалишта генерално отсутствуют. Вегетативните клетки се најчесто во форма на буре (анг. *barrel shaped*), при што крајната клетка не е диференцирана и, најчесто е заоблена. Клетките се **без способност за продукција на гасни вакуоли (аеротони секогаш отсутствуют)** и затоа овие претставници никогаш не живеат во планктонот (единствен исклучок е *N. kihlmanii*). Вегетативните клетки можат да бидат силно гранулирани како резултат на присуството на разни инклузии (пример, цијанофицејски зрна).

На одредени места меѓу вегетативните клетки се развиваат спори (**акинети**) кои настануваат од вегетативните клетки и од нив се разликуваат по големината (најчесто двапати поголеми) и бојата (потемни поради зголемена содржина на цијанофицејски скроб). Акинетите се развиваат **апохетероцитно** (односно тие се развиваат во средината помеѓу два оддалечени хетероцита, и потоа се појавуваат сукцесивно во долги редови; сукцесивниот развој на акинетите продолжува од првата акинета до хетероцитот и затоа, *понекогаш сите клетки во трихомот можат последователно да се преобразат во акинети*). Овој тип на развој на акинетите е карактеристичен за родот *Nostoc*, како и за родот *Trichormus*. Притоа, акинетите се максимум $2 \times$ поголеми од вегетативните клетки и најчесто се овални, елипсовидни, ретко речиси сферични. Претставниците од останатите фамилии кои се опфатени во овој практикум (како *Dolichospermum*, *Aphanizomenon* и сл.) се карактеризираат со *парахетероцитен* развој.

Релативно поретко од спорите, со интеркаларна или терминална позиција, во трихомот присутни се и **хетероцитите** кои се **пошироки од вегетативните клетки**, имаат подебел клеточен сид и како резултат на отсуство на цијанофицејски зрна **тие се прозрачни** (слика 18). На двата краја кај нив се забележуваат *поларните нодули*. Раскинувањето на трихомот најлесно се одвива на местото на поврзување на вегетативната клетка со хетероцитата, па

како резултат на тоа може во одредени случаи хетероцитата да биде поставена на крајот од трихомот, т.е. во вид на *терминална хетероцита*. Покрај оваа функција на хетероцитата (раскинување на трихомот и формирање на хормогонија) истата има важна улога во процесот на азотофиксација. Видовите од родот *Nostoc* ги населуваат стагнантните или споро течечките слатководни екосистеми. Чести се како аерофити на влажни станишта.



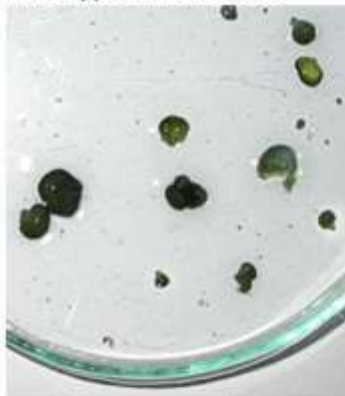
Сл. 18 Хетероцити кај *Nostoc*.

А. Микрофотрографии. Т – терминални хетероцити, ИК – интеркаларни хетероцити. Забележете ги поларните нодули. Б. Приказ на дијакритичните карактери на трихомот кај *Nostoc*. В. Илустрација на *Nostoc*.

А. Макроскопски приказ на колонии кај различни видови на *Nostoc*



Nostoc zetterstedtii

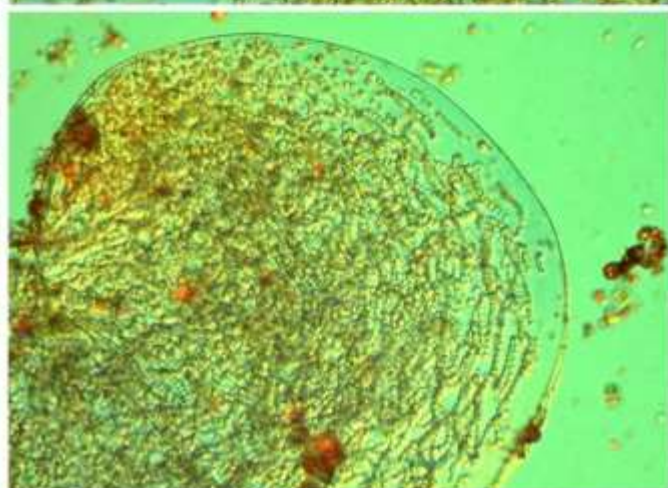
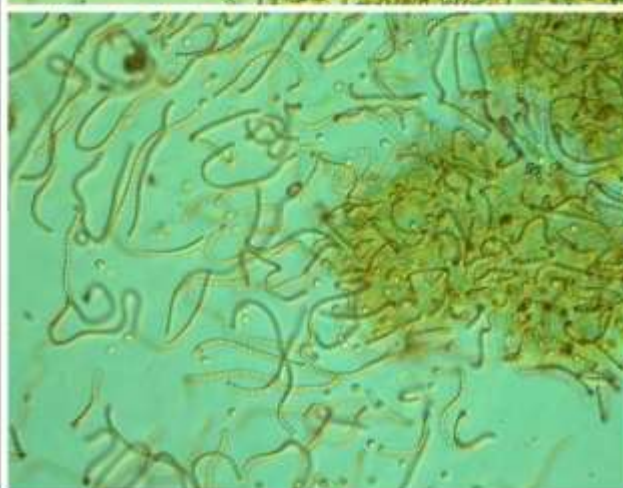
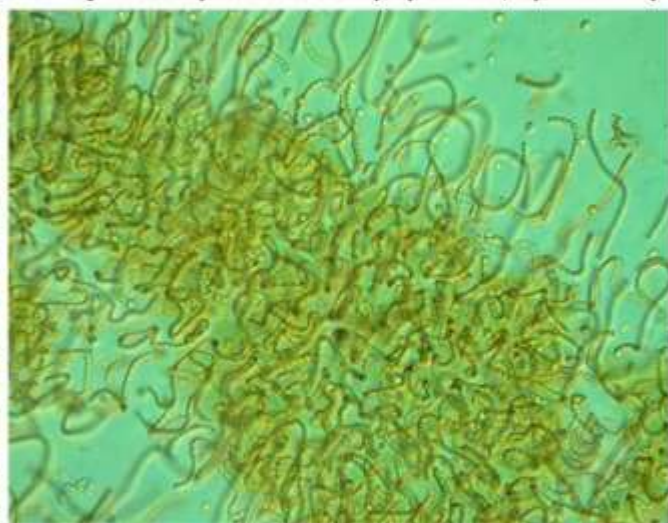
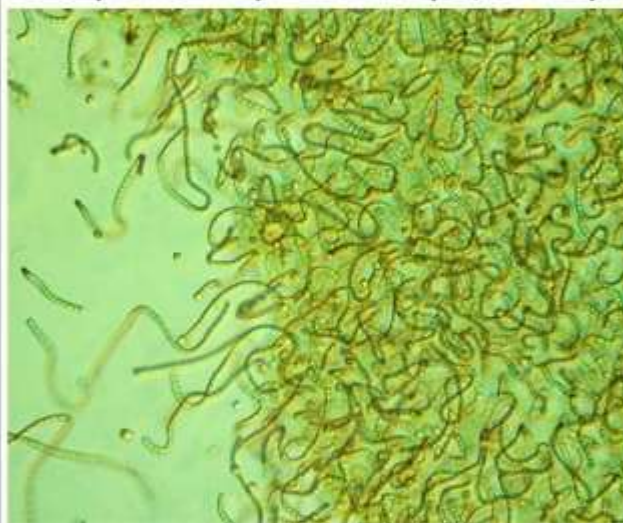


Nostoc parmelioides



Nostoc pruniforme
(„езерска слива“)

Б. Микроскопски приказ на хетероцитните трихоми кај *Nostoc parmelioides* (горен тек, Крапска Р.)



Сл. 19. Макроскопски и микроскопски приказ на *Nostoc* sp. од Крапска Река

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Nostoc* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

Фам. *Aphanizomenonaceae* (*Dolichospermum*, *Aphanizomenon*)

Претставниците од оваа фамилија се разликуваат од претставниците од претходната фамилија по тоа што никогаш не создаваат галертасти колонии. За разлика од родот *Nostoc*, чии галертасти колонии се прикрупени за подлогата во бентосот, *претставниците од Aphanizomenonaceae живеат во планктонот, во вид на слободни поединечни или здружени трихоми, честопати правилно или неправилно извиени во спирали*. Втора важна карактеристика е фактот дека вегетативните клетки на претставниците на *Aphanizomenonaceae* содржат крупни, јасно видливи **аеротопи**.

***Dolichospermum* Ralfs ex Bornet & Flahault) P.Wacklin, L.Hoffmann & J.Komárek**

Трихомите кај претставниците од родот *Dolichospermum* се слободно лебдечки (конституенти на фитопланктонот); истите се долги, исправени или пак многу почесто неправилно или правилно извиени во спирала (во зависност од видот). Трихомите се *поединечни, без влагалишта*, но некогаш обвивени со мошне тенка, безбојна и дифузна слуз. Вегетативните клетки се правилно **сферични**, со јасни констрикции на трихомот (трихомот наликува на „топчести бисери на ѓердан“), имаат еднаков дијаметар по должината на трихомот и, облигаторно продуцираат **гасни вакуоли** кои се групирани во јасно видливи **аеротопи** на LM. Спорите се единечни или пак распоредени по неколку во низ со интеркаларна поставеност, често до хетероцитите.

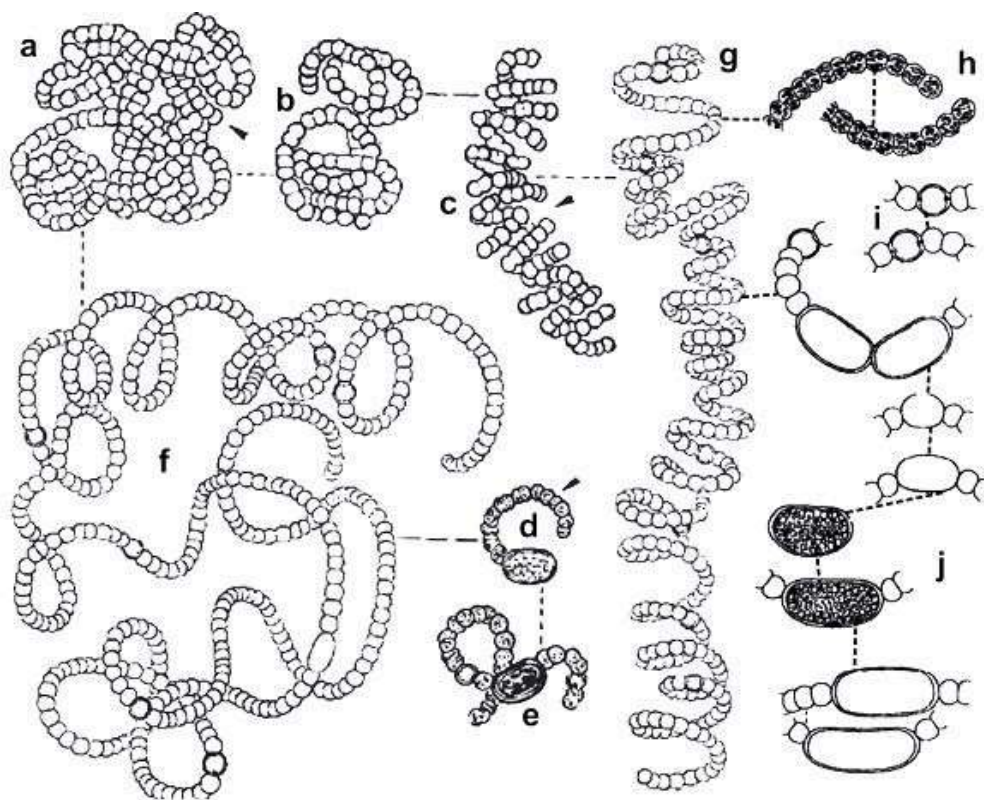
Важна карактеристика на трихомот на *Dolichospermum* е неговата **метамерна структура**, односно *хетероцитите се појавуваат на приближно регуларни растојанија по должината на трихомот*, на таков начин формирајќи неколку перпендикуларни оски кои можат да го поделат трихомот на неколку речиси идентични сегменти. За разлика од претставниците на *Nostoc*, *хетероцитите се со приближно ист дијаметар како и вегетативните клетки*.

Претставниците од овој род се најчесто планктонски, распространети во еутрофни, стагнантни слатководни екосистеми, но можат да се јават и како аерофити. Многу од видовите од овој род учествуваат во формирање на **водни цветови**, кои се опасни, како резултат на капацитетот на овие организми за масивно умножување и синтеза на **невротоксини** (означени како **анатоксини**). Карактеристичен претставник во водните цветови формирани од планктонски хетероцитни цијанобактерии е *Dolichospermum flosaquae* (базионим *Anabaena flos-aquae*, види подолу). Бројни видови од *Dolichospermum* се способни да продуцираат различно потентни невротоксини (анатоксин-а, анатоксин-а(S), сакситоксини, цилиндроспермопсини), како и хепатотоксини од групата микроцистини.

Главни дијагностички карактери за родот *Dolichospermum* (во однос на родот *Nostoc*): поединечни, слободно пливачки трихоми (никогаш не се здружени во колонии), живеат во планктон, клетките се *правилно сферични* (кај *Nostoc*, клетките имаат неправилно сферична форма налик на буре – *barrel shaped*), задолжително поседуваат крупни аеротопи (кои не се сретнуваат кај *Nostoc*), хетероцитите се појавуваат на

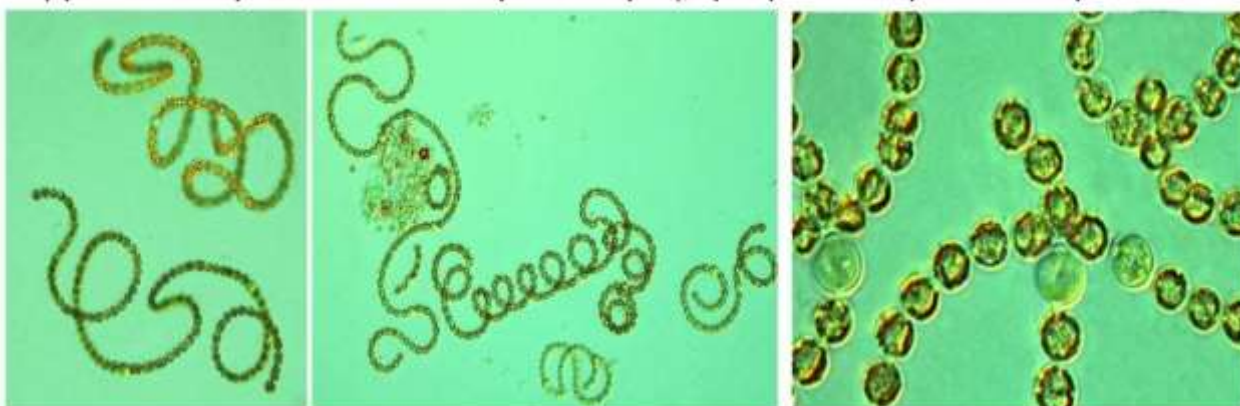
приближно регуларни растојанија, *хетероцитите имаат иста големина како и вегетативните клетки*, односно не се со поголем дијаметар од ширината на трихомот.

Таксономски забелешки: треба да се напомене дека родот *Dolichospermum* беше мошне скоро издвоен од родот *Anabaena* Bory ex Bornet & Flahault, па поради тоа, честопати претставниците од овој род можат да се сретнат и со нивните базионими, особено во постарата литература (пример *Anabaena flos-aquae* и *Anabaena contorta* за *Dolichospermum flosaquae*). Во суштина, сите претставници кои живеат во планктонот на слатководните екосистеми со способност да формираат аеротопи, да се размножуваат во форма на водни цветови и да синтетизираат анатоксини денес се сместени во родот *Dolichospermum* (*Dolichospermum flosaquae*, *Dolichospermum circinale*, *Dolichospermum affine* итн). Спротивно пак, денес родот *Anabaena sensu stricto* содржи бентосни видови кои не формираат аеротопи и генерално, не синтетизираат анатоксини.

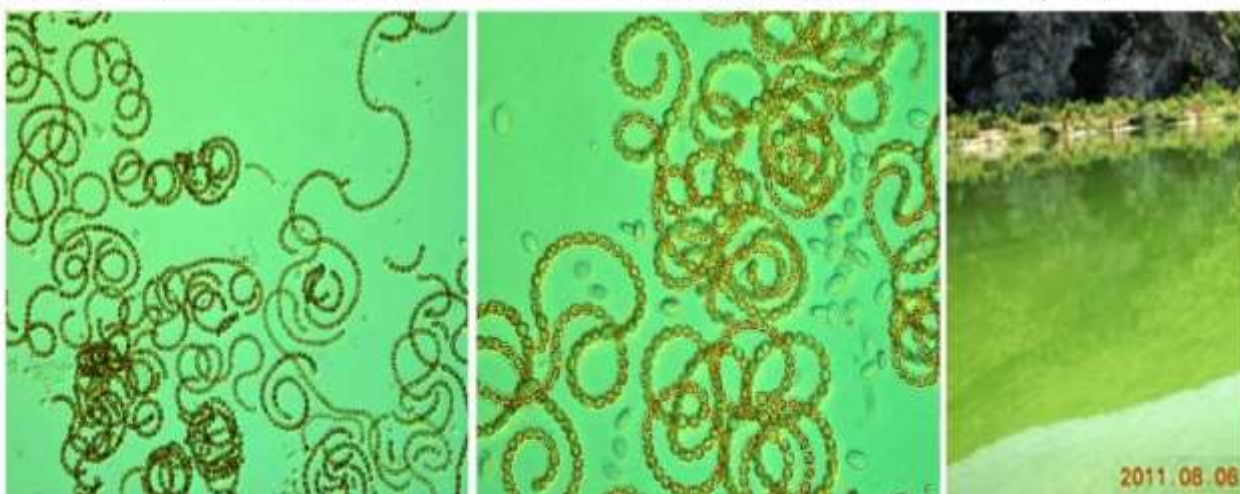


Сл.20 Цртеж на дијакритичните карактери на *Dolichospermum flosaquae*

A. *Dolichospermum flosaquae* (базионим: *Anabaena flos-aquae* f. *typica* Elenkin 1938; *Anabaena contorta* Bachmann, 1921)
(Претставник чии трихоми се извиени во неправилни спирали); карактеристичен за Преспанското Езеро



а). Микроскопски приказ (x100). Фокус на формите на извињање на трихомот б). Фокус на хетероцити (x1000)

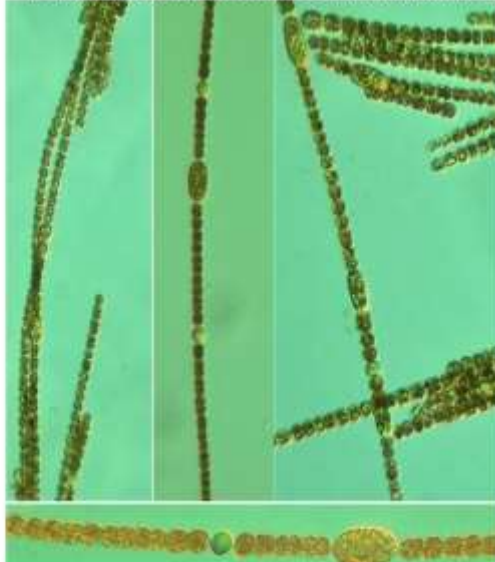


в). Воден цвет од *Dolichospermum flosaquae*, Преспа, 2011

Б. *Dolichospermum circinale* (трихоми извиени во правилни спирали)
(базионим: *Anabaena circinalis* Rabenhorst ex Bornet & Flahault 1886)



В. *Dolichospermum affine* (исправени трихоми)
(базионим: *Anabaena affinis* Lemmermann 1898)



Сл. 21 Приказ на најзначајните видови од родот *Dolichospermum* sp.

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Dolichospermum* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

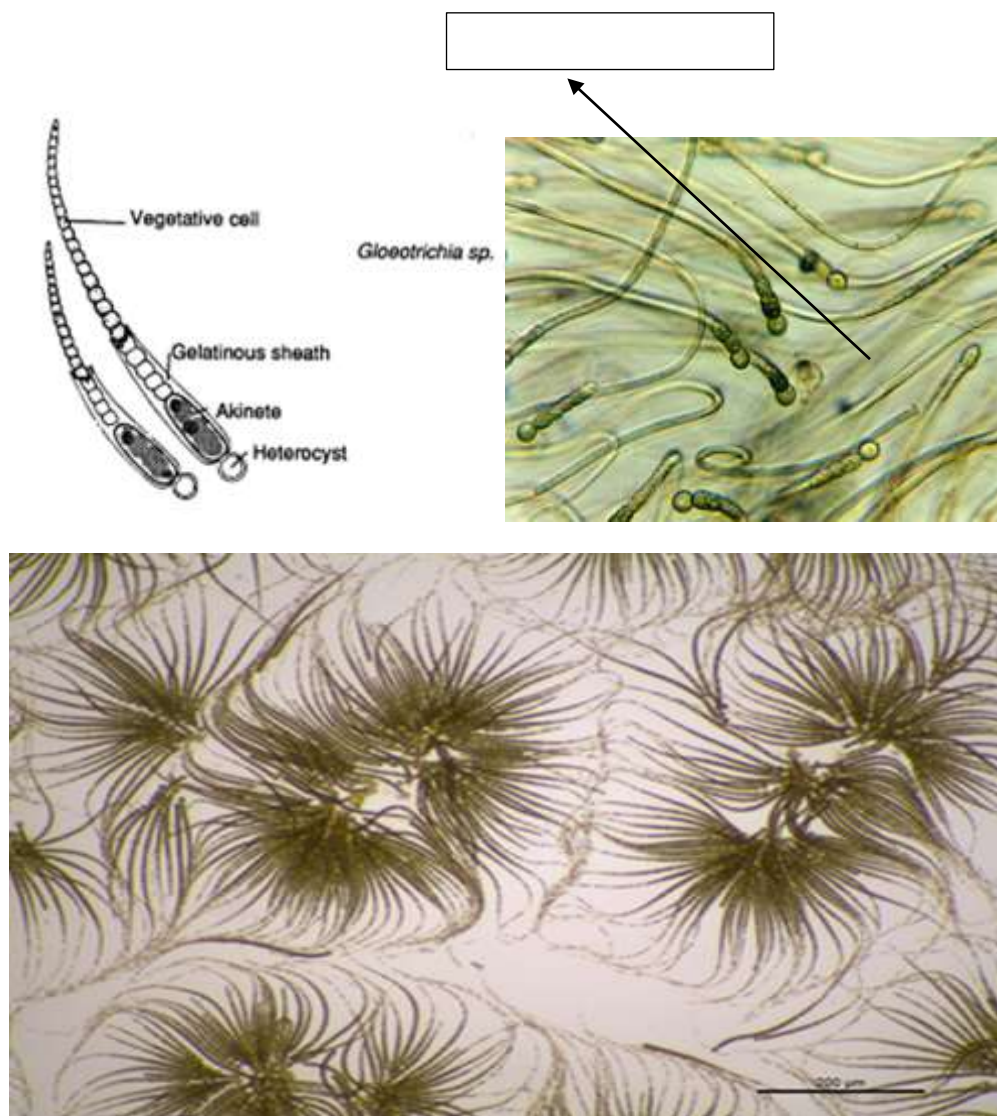
Прегледал:

Gleotrichia echinulata P.G.Richter

Трихомите кај *Gleotrichia echinulata* се изградени од **терминален хетероцист** на кој што се надоврзува крупна **спора** и на крај **вегетативна клетка**. Вегетативната клетка на почетокот е подебела и како што преминува кон краевите станува се потенка. Трихомите кај овој вид градат сферични колонии со карактеристичен распоред (подебелиот крај крајот на кој што е поставен хетероцистот се наоѓа секогаш во централниот дел на колонијата а потенкиот крај на кој што се наоѓа вегетативната клетка е поставен периферно).

Видовите на родот *Gleotrichia* најчесто се забележани во застоени води но се појавуваат и во истечни води каде прикрупени за други растенија градат колонии со големина на зрно од грашок. Овие алги на почетокот се прицврстени а потоа се одвојуваат од подлогата и слободно пливаат во водата.

Во Република Македонија присуство на *Gleotrichia* sp. забележано во Дојранско Езеро во 2012 година.



Сл. 22 Приказ на *Gleotrichia echinulata*

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Dolichospermum* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

Aphanizomenon Morren ex Bornet & Flahault

Трихомите кај претставниците од *Aphanizomenon* се ретко поединечни, односно тие имаат тенденција да се групираат во густе снопиња од паралелно поставени трихоми (кои понекогаш се забележуваат дури и како макроскопски колонии). Трихомите се прави (ретко слабо извиени), **без констрикции** (или со слаби констрикции, но трихомот не е монилиформен, во споредба со оној кај *Dolichospermum*, односно **нема изглед на „бисери на ѓердан“**), секогаш се **без влагалишта** и со **јасно издолжени и цилиндрични терминални клетки**.

Вегетативните клетки кај овие претставници генерално се **цилиндрични**, најчесто изодијаметрични или слабо издолжени, кој **облигаторно** содржат **гасни вакуоли** (групирани во **аеротопи**). Во средината на трихомот клетките се кратки и цилиндрични, а додека кон периферијата се **поиздолжени**. Крајните клетки се **јасно издолжени и хијалински (прозрачни)**. Хетероцитите се јавуваат само интеркаларно, и истите се слабо **издолжено цилиндрични**, со **иста ширина како и вегетативните клетки**. Кај *Aphanizomenon* се јавуваат мал број на хетероцити, најчесто само 1 (поретко 2 – 4) во склоп на еден трихом. Во секој трихом **облигаторно се јавува една паракхетероцитна** (поретко две) **цилиндрични, силно издолжени акинети** (неколку пати подолги од вегетативните клетки), кои се поставени интеркаларно.

Претставниците на *Aphanizomenon* живеат во планктонот на еутрофни слатководни екосистеми, односно се јавуваат во води кои се богати со фосфати, каде што брзо се размножуваат. Некои видови од овој род учествуваат во формирање на **водни цветови** (како што е *Aphanizomenon flos-aquae*) и имаат способност за продукција на токсини (ВМАА, анатоксин-а, сакситоксини, микроцистини, цилиндроспермопсини).

Главни дијагностички карактери во однос на *Dolichospermum affine*: трихомите се мошне потенки, без констрикции (без монилиформен изглед), клетките се цилиндрични (не сферични), акинетите се силно издолжени и цилиндрични, хетероцитите се издолжени, терминалните клетки се издолжени и хијалински.



Слика 23. Микроскопски приказ на *Aphanizomenon* sp.

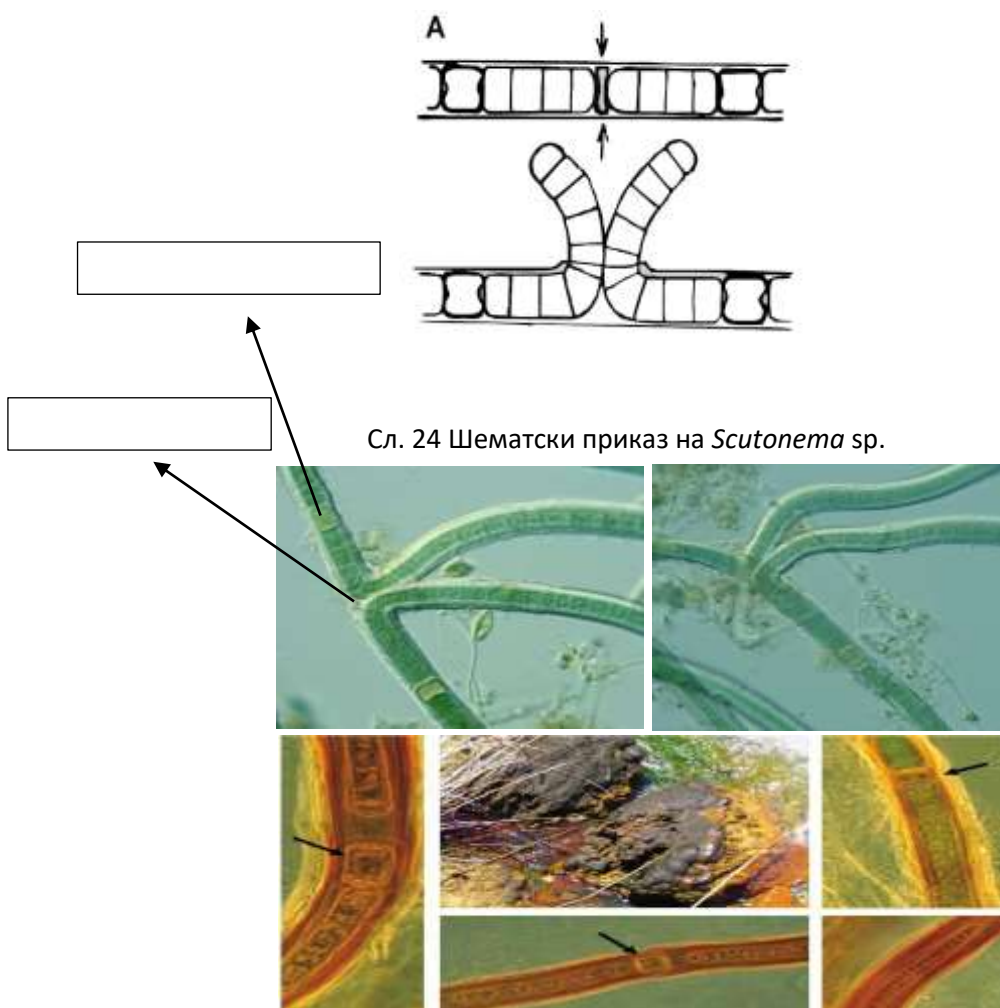
Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Aphanizomenon* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

Фам. *Scytonemataceae* *Scytonema* C.Agardh ex Bornet & Flahault

Трихомите се поединечни, ретко собрани во неправилни колонии. Трихомите се најчесто неправилно извиени, изополарни, секогаш обвиени со цврсто, **повеќеслојно влагалиште** (кое многу често е **обоено**). Словите на влагалиштето имаат паралелна ламина на поставеноста; секое влагалиште опфаќа само еден трихом. Вегетативните клетки кај овие претставници се секогаш покуси од ширината на трихомот или изодијаметрични, а апикалната клетка е најчесто заоблена. Хетероцитите се јавуваат најчесто интеркаларно, најчесто како поединечни или пак ретко во парови. Акинетите најверојатно отсутствуют, но кај неколку видови се јавуваат т.н. **артроспори** (за разлика од акинетите, артроспорите не се толку стриктно морфолошки различни од вегетативните клетки. Нивната форма исто така е поваријабилна и клеточните ѕидови никогаш не се структурирани). Кај претставниците од овој род се јавува **облигаторно двојно лажно разгранување** (главен дијакритичен карактер), најчесто помеѓу две хетероцити. Видовите се претежно аерофити или субаерофити (на влажни карпи, дрвја, почва) или епифити (на мовови). **Многу често се развиваат на влажни почви**. Ретко како епилитон може да се сретнат во литоралната зона на езерата. За Македонија се познати 9 таксона (7 вида и 2 форми)



Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Aphanizomenon* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

Тип Rhodophyta (црвени алги)

Претставниците од типот Rhodophyta претставуваат филогенетски мошне стара, примитивна еволутивна линија, кои настанале како резултат на **примарна ендосимбиоза со цијанобактерија**. Главна карактеристика на типот Rhodophyta претставува **отсуството на било каков подвижен стадиум** во текот на онтогенетскиот развој, односно тие немаат активно подвижни клетки со флагелуми. Така на пример, репродуктивните клетки кај црвените алги се голи, сферични протопласти кои никогаш не содржат флагелуми.

Црвените алги се голема група (приближно 7000 видови), од кои најголем дел (6793 видови) припаѓаат во втората класа (Florideophyceae) каде се опфатени генерално мултицелуларни **морски алги**, од кои голем дел се познати под називот „морски треви“ (анг. seaweeds). Тие се типични **морски организми кои го населуваат бентосот**. Многу мал број на претставници од црвените алги се слатководни (генерално, претставниците од родовите *Bangia*, *Lemanea*, *Thorea*, *Batrachospermum*).

Најголем дел од црвените алги како мултицелуларни организми имаат анатомски мошне сложено диференциран талус. Некои од црвените алги имаат хетеротрихален талус кој е прицврстен за подлогата со ризоиди, а додека најголем број видови имаат псевдопаренхиматичен талус. Талусот по својата форма морфолошки, може да биде кончест, плочест, листовиден, корест и сл. Тој може да биде еднослоен или повеќеслоен, при што повеќеслојните талуси настануваат со испреплетување на повеќе филаменти, што оди дотаму да на напречен пресек талусот има изглед дека е изграден од вистински ткива.

Во тек на еволутивниот развој на црвените алги може да се следи прогресивна развојна линија на усложнување на талусот. Имено, најпримитивните претставници од првата класа (Bangiophyceae) се наоѓаат на едноклеточен или колонијален степен на организација. Кај посложено градените претставници од оваа класа се јавуваат филаментозни и листовидни еднослојни талуси. Исто така, во рамките на втората класа (Florideophyceae) се забележува тенденција на усложнување на талусот преку формирање на **централна оска** составена од еден или повеќе филаментозни низови на клетки и бочни гранки (т.н. едноосовински или повеќеосовински талус). Ваквата насока на еволуцијата на црвените алги довела да најсложено градените видови од Rhodophyta имаат кормоиден талус со псевдопаренхиматична градба.

На површината на клетките кај црвените алги се наоѓа клеточен сид изграден од **целулоза** и **галактани**, од кои најважни се галактаните **агар** и **карагинан**. Агарот го претставува аморфниот матрикс во кој се сместени целулозните фибрили. Агарот и карагинанот масовно се употребуваат при припремата на гелови. Агарот на пример е од огромно значење за микробиолошките истражувања (за припрема на цврсти хранителни подлоги), а карагинанот многу често се употребува во прехранбената, фармацевтската и текстилната индустрија за стабилизирање на емулзии и суспензии. Треба да се напомене дека кај некои претставници се јавува и инкрустација на клеточниот сид со калциум карбонат.

Хроматофорите кај црвените алги се означуваат како **родопласти**, кои по својата форма можат да бидат различни: ѕвездести, лентовидни, плочести. Во нив како единствен фотосинтетски активен пигмент се јавува **хлорофилот a** (хлорофил *b* и *c* комплетно отсуствуваат). Како

помошни пигменти се јавуваат пигментите од групата на ксантофили, каротеноиди (α -каротен, β -каротен, зеаксантин) и фикобилини. Особено значајно е присуството на пигментите од групата на фикобилини - **фикоеритрин** (црвен), **фикоцијанин** (син) и **алофикоцијанин** кои се слични со пигментите кои се јавуваат кај Cyanophyta. **Зелената боја на хлорофилот е маскирана од црвениот помошен пигмент фикоеритрин.** Фикоеритринот и фикоцијанинот се поврзани со протеини формирајќи **фикобилипротеини** и истите се лоцирани во **фикобилизоми**. *Родопластот е обвиткан со две мембрани, исто како и хлоропластот кај зелените алги и вишите растенија.*

Црвените алги се развиваат на поголеми длабочини што се поврзува со нивната способност за користење на зелениот, жолтиот и портокаловиот дел од спектарот на видливата светлина, како и вршење на фотосинтеза на понизок интензитет на светлина. Искористување на деловите на спектарот на светлината кои најдлабоко продираат во водата (зелената, жолтата) се должи токму на пигментите од групата на фикобилини кои имаат функција **фотосензибилизатори**.

Како резервна материја црвените алги складираат **флоридеофицејски скроб** кој по својот хемиски состав е сличен на амилопектинот и гликогенот (α -1,4 глукан).

Црвените алги се размножуваат вегетативно, бесполово и полово. Вегетативното размножување се врши по пат на делба на клетката (кај едноклеточните) или пак со фрагментација на талусот (кај повеќеклеточните). Бесполовото размножување се одвива со помош на **моноспори** или **тетраспори** кои се формираат во спорангиуми соодветно означени - моноспорангиуми и тетраспорангиуми. Половото размножување се одвива по пат на оогамија. Антеридиумите се со помали димензии, расфрлени по целиот талус или пак собрани во соруси. Во антеридиумите се формираат **спермации** (машки полови клетки кои се *неподвижни*). Женскиот полов орган кај црвените алги се означува како **карпогон** во кој е сместена јајната клетка. Карпогонот е клетка со специфичен изглед на шише, која има долен проширен и, горен стеснет дел кој се означува како **трихогин**. Карпогонот најчесто се развива на врвот на т.н. **карпогонски гранки** составени од неколку клетки богати со цитоплазма.

Размножувањето кај црвените алги претставува мошне сложен процес во кој наизменично се јавуваат бесполовиот и половиот начин. Најчесто, на едни единки се развиваат органи за бесполово размножување (спорангиуми), а на други единки се јавуваат органи за полово размножување, односно кај црвените алги се јавува **смена на генерации**.

Типот Rhodophyta опфаќа две класи:

Bangiophyceae

Florideophyceae

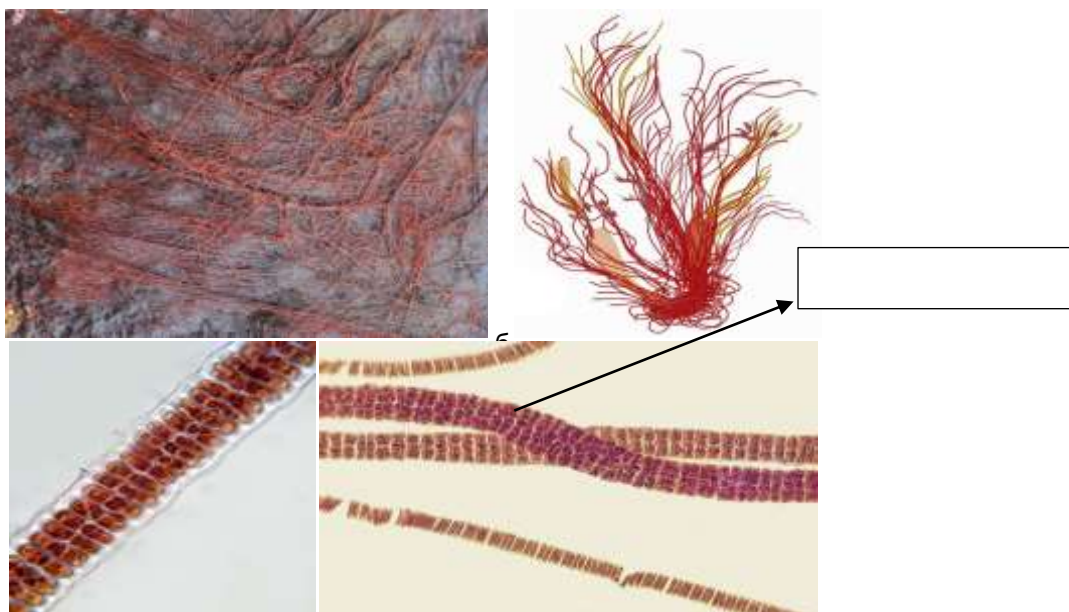
Класа Bangiophyceae

Со исклучок на неколку видови кои се едноклеточни, претставниците од оваа класа се повеќеклеточни организми. Талусот е генерално едноставно изграден: едноклеточен, трихален или пак плочест (фолиозен) – со псевдопаренхиматична градба. Во клетките е присутен **еден родопласт кој е најчесто со свездовидна форма** и зазема централна позиција во клетката. Претставниците најчесто се размножуваат бесполово, по пат на моноспори, а некои видови се размножуваат полово. Претставниците од оваа класа ги населуваат главно *морските екосистеми*, но се среќаваат и претставници кои живеат и во *слатководните екосистеми*.

Класата Bangiophyceae опфаќа неколку реда, од кои во интерес на овој практикум е редот **Bangiales**, во кој се опфатени трихалните форми и претставниците со плочест (фолиозен) талус кој има псевдопаренхиматична градба.

Bangia Lyngbye

Претставува трихална, *неразгранета* алга. Во основата на трихомот се развиваат ризоиди за прицврстување за подлогата составени од повеќе безбројни клетки. Одејќи од основата кон врвот, *трихомот е со поголема ширина*, бидејќи во основата присутен е само еден низ на клетки, додека кон врвот **бројот на низовите на клетки во талусот се зголемува**, што всушност доведува до постоењето на различна дебелина (главен дијакритичен карактер). Трихомот има **изразен дебел клеточен сид со клетки кои поседуваат по еден свездест родопласт**. Во *слатководните екосистеми* се јавува *Bangia arthropurpurea* (Roth) C. Agardh која како епилит населува релативно чисти реки и потоци, како и езера во зоната на бранови.



Сл. 26. Макроскопски и микроскопски приказ на *Bangia* sp.

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Bangia* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

Porphyra C.Agardh

Претставниците од родот *Porphyra* имаат тенок, псевдопаренхиматичен талус изграден од еден или два реда на клетки кои имаат *свездовиден хроматофор* со пиреноид. Талусот има големина од неколку десетици см до 1 m и истиот е прикрген цврсто за супстратот со помош на *ризоиди*. Хабитуелно, на талусот *доминира филоидот*, па затоа честопати талусот морфолошки е означен како кормоиден, „*листовиден*“, *плочест* или *фолиозен*. Органите за бесполово размножување се развиваат на една индивидуа, додека карпогонот и антеридиумите на друга, сместени на спротивни делови од листовидниот талус.

Претставниците на родот *Porphyra* ги населуваат литоралните делови на морињата, приобално или пак крајбрежно (дури и надвор од брегот). Со ризоиди, како епилитон се прикрепуваат за камена подлога. Видот ***Porphyra tenera*** (познат под името „*нори*“) е економски мошне значаен и, масовно се одгледува и користи во Јапонија, за подготовка на суши.



Сл. 27. Хабитуелен приказ на *Porphyra* sp. и нејзино искористување за подготовка на суши

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Porphyra* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

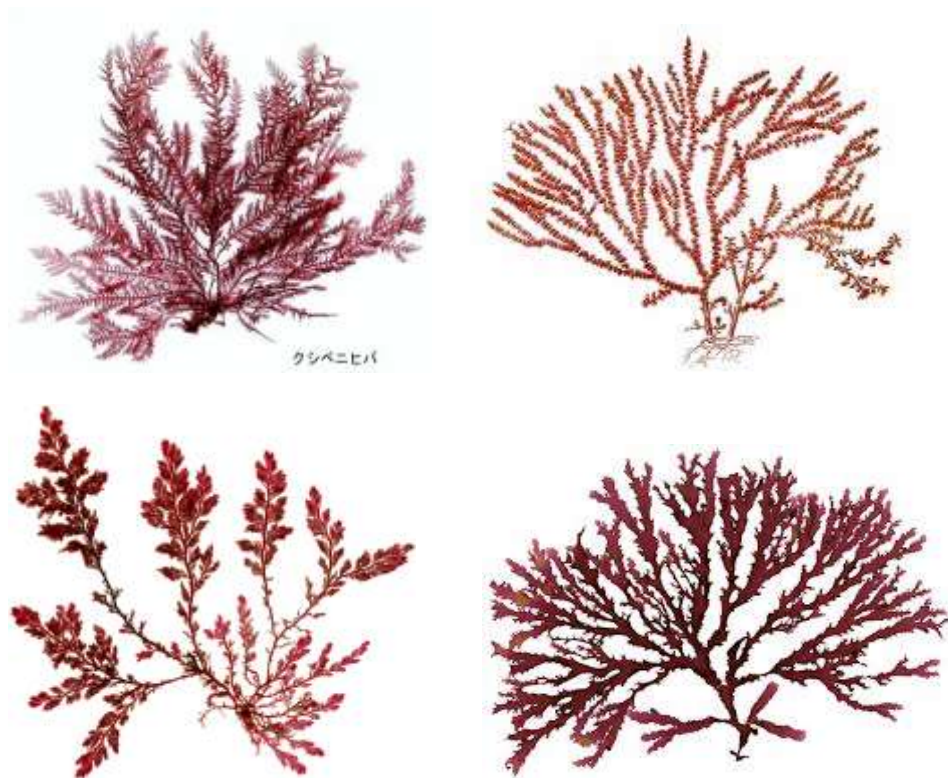
Класа Florideophyceae

Класата Florideophyceae опфаќа најголем број на видови (6793 видови, односно **97% од сите црвени алги припаѓаат во оваа класа**). Сите претставници се мултицелуларни, со анатомски сложено диференциран талус кој е составен од *систем на разгранети низови од клетки*, (односно систем на **разгранети филаменти**), кои честопати се соединети и формираат *псевдопаренхиматична градба*. Во однос на организацијата на системот од разгранети филаменти, талусот може да биде **едноосовински или повеќеосовински**. Морфолошки, талусот е со различна форма. Во клетките се присутни **плочести родопласти** кои обично не содржат пиреноиди.

Претставниците од оваа класа бесполово се размножуваат со тетраспори, поретко моноспори. Половото размножување е по пат на оогамија. Во развојот на претставниците од оваа класа се јавува смена на генерации, при што гаметофитот и спорофитот можат да бидат морфолошки слични (изоморфна смена на генерации) или пак истите да се разликуваат (хетероморфна смена на генерации).

Класата Florideophyceae опфаќа шест реда. Во интерес на овој практикум се:

- Nemalionales
- Cryptonemiales
- Ceramiales



Сл. 28 Приказ на претставници од класа Florideophyceae.

2.1 Ред Nemalionales

Кај претставниците од овој ред се јавува **силно хетероморфна смена на генерации**, а кај одредени претставници спорофитот е толку различен што бил означен со друго име (пример, *Chantransia* кај *Batrachospermum*). Редот опфаќа повеќе фамилии со поголем број видови.

Batrachospermum Roth

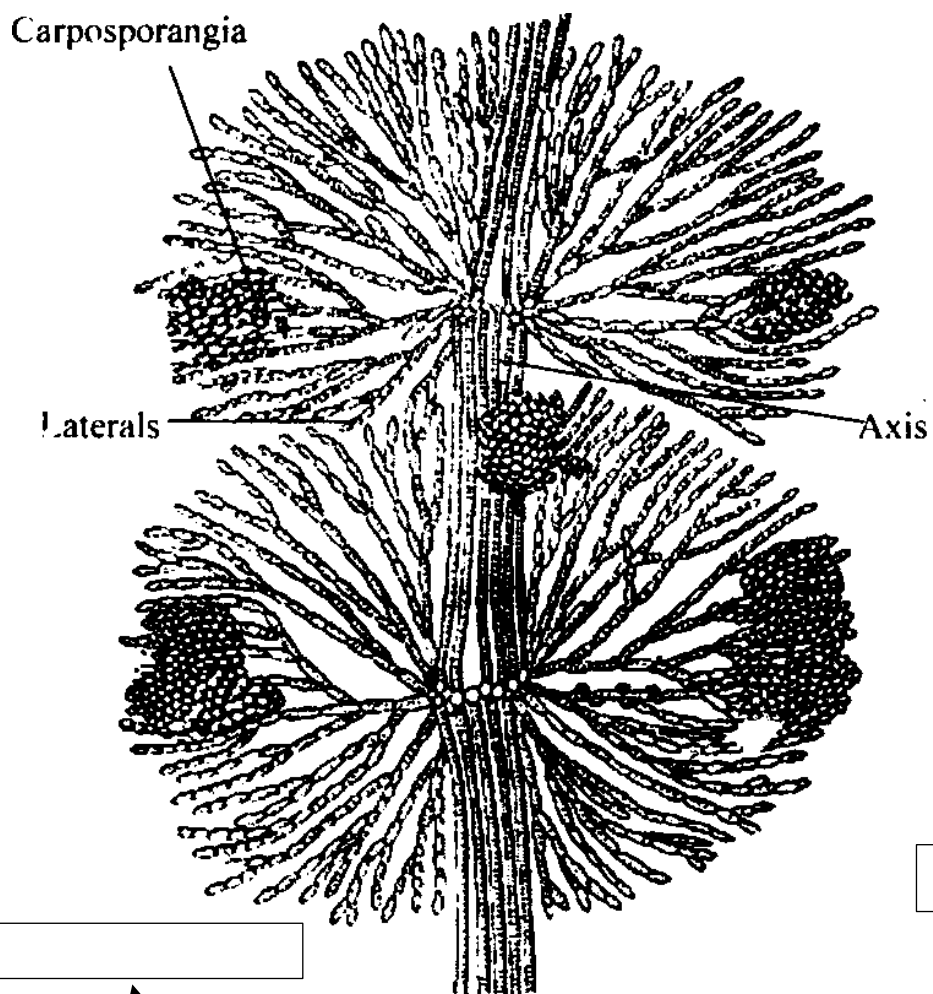
Талусот е нежен, макроскопски и често мошне слузест. При набљудување на микроскоп се забележува дека талусот е изграден од осовински дел составен од повеќе реда безбојни клетки и, бочни делови составени од голем број асимилирачки клетки, односно се карактеризира со **повеќеосовинска градба**.

Осовинскиот дел го градат долги, безбројни клетки со приближно иста големина, често приближни една со друга и на овој начин градат снопчиња на чии краеве се наоѓаат попречни прегради од ситни клетки. Од главната оска се одвојуваат бочни гранки кои се со различна големина. На секој пршлен се наоѓаат доста разгранети низови на клетки кои имаат асимилациски пигменти. Овие делови се означуваат како **асимилатори**. На асимилаторите се развиваат органите за бесполово и полово размножување. Доста често кај зрелите единки се сретнуваат и карпоспори кои групирани во голем број создаваат топчести формации со различна големина. Тие се означуваат како **цистокарпија**.

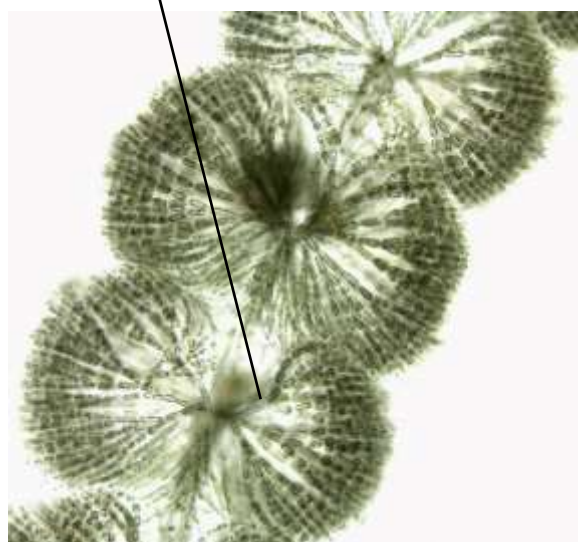
Во брзи и чисти води, како и во изворите и горните делови на потоци и реки во Македонија се сретнува *Batrachospermum moniliforme* Roth.



29. Приказ на талус кај *Batrachospermum* sp.



30. Шематски приказ на повеќесовинска градба кај *Batrachospermum* sp.



31. Микроскопски приказ на *Batrachospermum* sp.

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Batrachospermum* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

Lemanea Bory de Saint-Vincent

Претставниците од овој род се макрофитски алги, чиј талус има облик на *четинки*, со големина до 15 cm. Тој е прицврстен за подлогата со помош на *ризоиди*. Обично од едно место се јавуваат повеќе четинести талуси, при што се создаваат **грмушести формации**. На површината на талусот се забележуваат ситни **задебелувања** кои се резултат на специфичната градба на талусот, кој може да се види под микроскоп. Имено, талусот е изграден од централна оска од која на одредени растојанија започнуваат бочни грани. Границите интензивно се разгрануваат и тесно се прилепени градејќи *цврста обвивка околу централната оска*. Клетките кои се наоѓаат на површината на талусот се фотосинтетски активни, односно содржат асимилациски пигменти.

Видовите од родот *Lemanea* ги населуваат слатководните екосистеми, прицврстени за подлогата. Главно населуваат ладни, брзотечечки, добро аерирани и **чисти речни екосистеми**. Видовите од овој род доста добро се развиваат на силикатна подлога. Најраспространет вид е *Lemanea fluviatilis* (Linnaeus) C.Agardh, биоиндикатор за чисти води. Во зависност од концентрацијата на пигменти, бојата на овој вид може да варира од зелена, до црвена, бордо црвена, па дури и црна.



32. Макроскопски и микроскопски приказ на *Lemanea* sp.

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Lemanea* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

2.2 Ред Cryptonemiales

Структурата на талусот кај претставниците од овој ред е **повеќеосовинска**. Тие формираат макроскопски талуси кои се **инкрустрирани со калциум карбонат**, што доведува да истиот биде крут и лесно кршлив. По својот изглед талусот може да биде цилиндричен, листовиден или корест. Во клетките е присутно едно или повеќе јадра, како и родопласти без пиреноиди. Во циклусот на развој кај претставниците од редот Cryptonemiales правилно се сменуваат гаметофитот и спорофитот. Бесполово се размножуваат со помош на тетраспори, а полово по пат на оогамија. Редот опфаќа повеќе фамилии со поголем број видови.

Corallina Linnaeus

Талусот на претставниците од овој род е макроскопски и доста разгранет, со **типична повеќеосовинска, членковидна градба**. Самите оски („гранки“) се **членковидни**, изградени од **повеќе споени калцифицирани членчиња**. Интензитетот на калцификацијата не е подеднаков, што доведува талусот да поседува голема цврстина, но и еластичност. Ваквата карактеристика е од исклучително значење за алгата, бидејќи претставниците од овој род **ја населуваат зоната на дејство на бранови**.

Бојата на талусот е различна од бледо розова до темно виолетова, што зависи од видот, како и од еколошките услови во кои единката се развивала. На врвовите на терминалните „гранки“ се наоѓаат топчести проширувања во кои се сместени органите за размножување. Во нив се развиваат машките или женските органи (видовите се дводомни), што значи дека кај видовите од овој род се јавуваат три различни видови на единки (машки, женски и бесполови).

Видовите од родот *Corallina* живеат прицврстени на карпи и камења **во приобалните региони на морињата**. Најголема разновидност и најмногу се развиваат во топлите мориња, **каде нивните цврсти инкрустрирани талуси заедно со коралите ги формираат коралните гребени**. Чест претставник во Средоземното море е *Corallina mediterranea* Areschoug.



Сл. 33 Хобитуелен приказ на *Corallina* sp.

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Lemanea* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

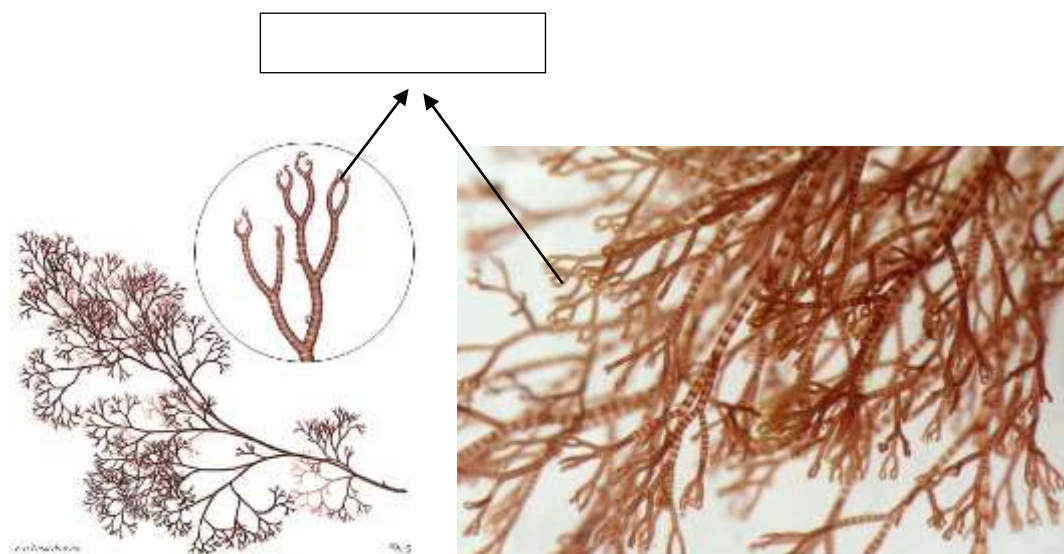
2.3 Ред Cearamiales

Главната карактеристика на претставниците од овој ред е **едноосковинската** градба на талусот, како и **изоморфната** смена на генерации.

Ceramium Roth

Талусот на *Ceramium* е макроскопски, со бројни **дихотомно разгранети грани**, што доведува да има *грмушест* изглед. Граните се составени од **еден ред на крупни клетки**. Помеѓу две крупни клетки, се наоѓаат **поголем број ситни клетки (кои ја формираат нодијата)**, кои пак со растење ја формираат кората на граните. Клетките на кората и нодиите се богати со родопласти. Поради наизменичното појавување на крупните клетки и нодиите од ситни клетки помеѓу нив, честопати талусот на *Ceramium* изгледа како да е „испруган“, по што лесно се препознава на хербариумските препарати. Органите за бесполово размножување се развиваат во една единка, додека органите за полово размножување во друга единка. Смената на генерации е изоморфна. На спорофитот, кој е диплоиден, се формира тетраспорангиум (кој формира тетраспори), а додека на хаплоидниот гаметофит се развиваат карпогонот и антеридиумите.

Претставниците од родот *Ceramium* се развиваат во морските екосистеми, каде се наоѓаат прицврстени за карпи и покрупни камења во приобалниот регион.



Сл 34. Приказ на *Ceramium* sp.

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Ceramium* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

***Vidalia* Lamouroux**

Талусот е макрофитски, лентовиден или плоснат, со или без назабени ивици. По средината на талусот се забележува т.н. „средно здебелување“. Често талусот е спирално извиткан по надолжната оска. Бојата на талусот е темно-црвена, но со зголемување на длабочината црвената нијанса станува сè поизразена. Како и останатите претставници од овој ред, талусот има едноосовинска градба.

Видовите од родот *Vidalia* се јавуваат најчесто во топлите мориња на *поголеми длабочини* каде се прицврстени за карпи или поголеми камења. Еден од најзначајните видови од овој род е *Vidalia volubilis* (Linnaeus) J.Agardh која е честа во Средоземното Море (и Јадранското), како и обалите на Атлантскиот Океан.



Сл. 35 Хабитуелен приказ на *Vidalia volubilis*

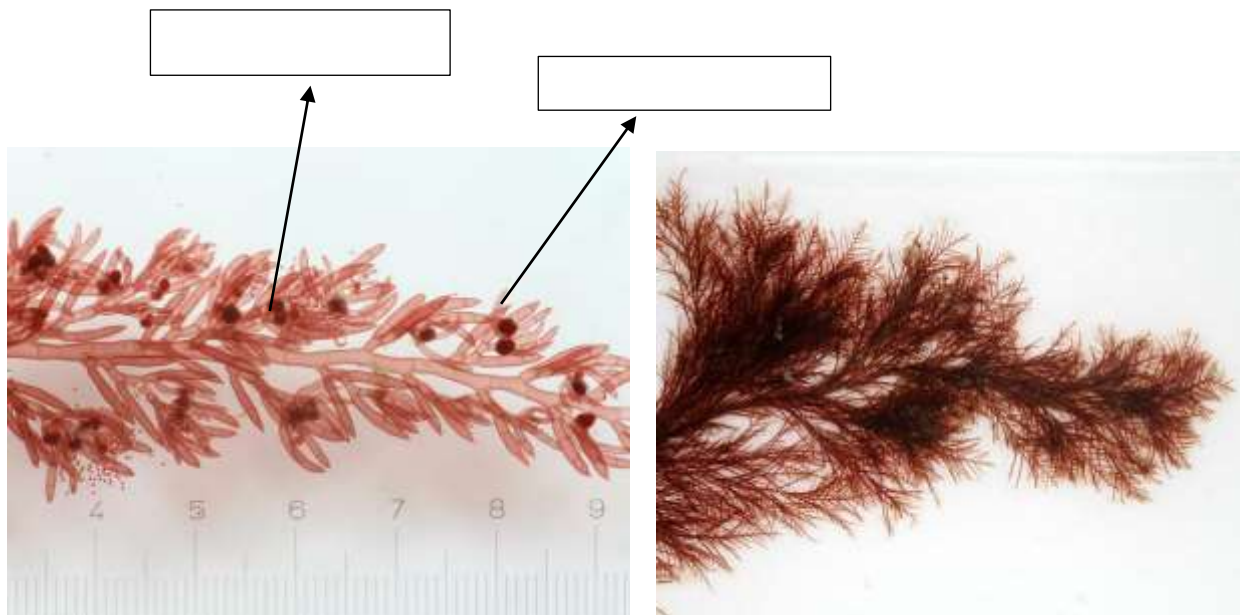
Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Ceramium* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

Callithamnion* sp. *Lyngbye

Талусот е цврст и разгранет со розеникава боја. Гранките се изградени од крупни клетки. На врвот на кратките гранки се развиваат тетраспорангии. За време на полово размножување се раздвојуваат на две групи карпоспори, односно две цистокарипии и тоа во непосредна близина на карпогониските гранки.



Сл. 36. Приказ на талус на *Calilithamnion* sp.

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Calithamnion* sp. и означете ги неговите карактеристики.

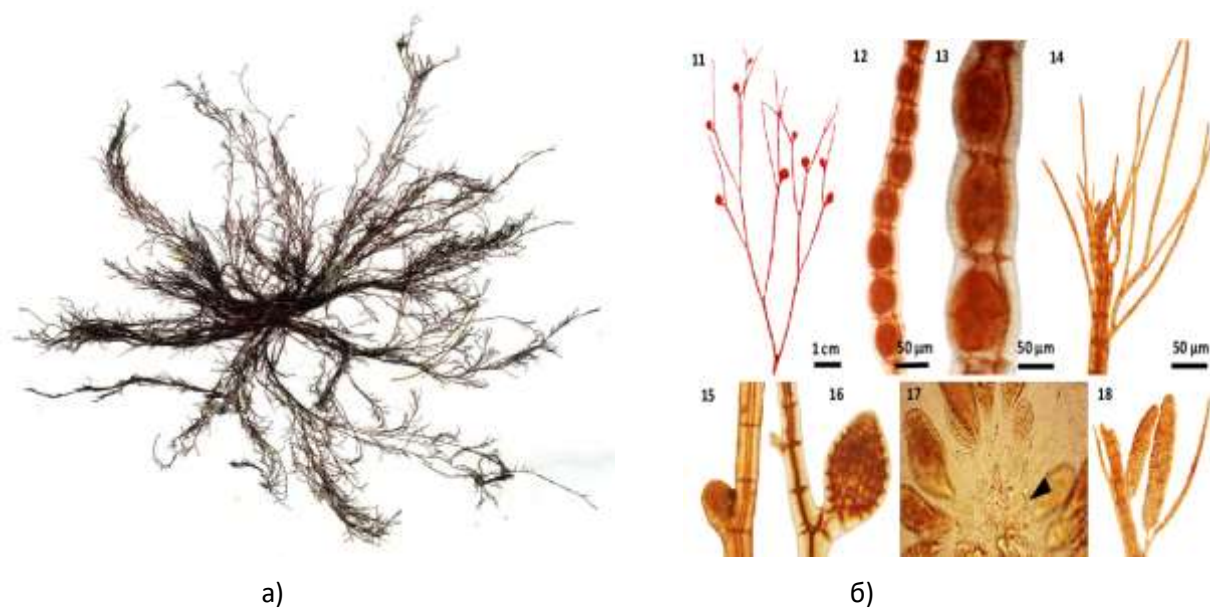
Датум: _____

Прегледал: _____

***Polisiphonia* sp. Greville**

Талусот кај *Polisiphonia* е темноцрвен, кончест и разгранет. Изграден е од клетки кои се правилно наредени во низ при што образуваат членки. Анатомската градба на талусот е многу карактеристична. Во средината на талусот се забележуваат група на долги клетки кои што градат т.к.н **централен сифон**. Околу централниот сифон се наоѓаат пократки клетки кои ја градат кората. Кај некои предстваници на *Polisiphonia* клетките на кората се делат надолжно при што се формира повеќеслојна кора.

Тетраспорите се создаваат во клетките на кората. Цистокарпот е со топчеста форма. Од надворешната страна обвиткани се со обвивка на која што се наоѓа отвор на горниот дел. Обвивката е еднослојна прстенеста. Видовите на родот *Polisyphonia* се јавуваат скоро во сите мориња.



Слика 37. Приказ на талус кај *Polisyphonia* а) Талус и б) репродуктивни органи

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Polisyphonia* sp. и означете ги неговите карактеристики.

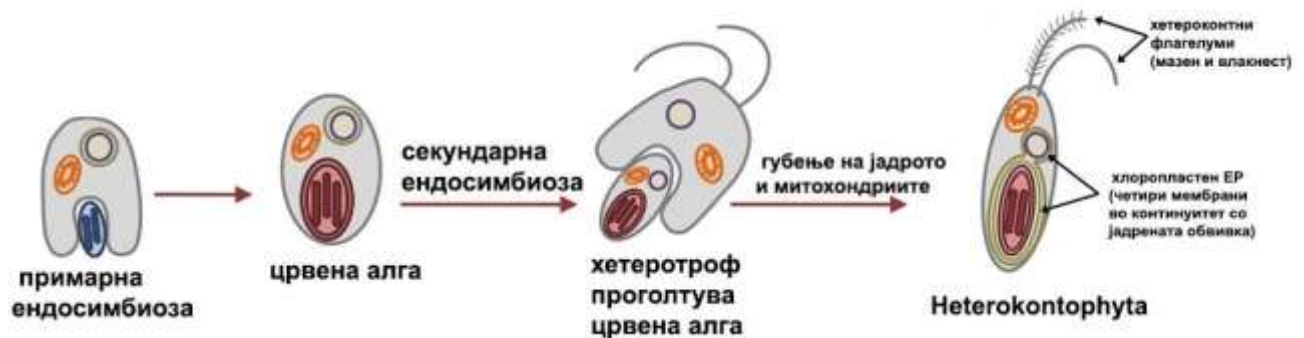
Датум:

Прегледал:

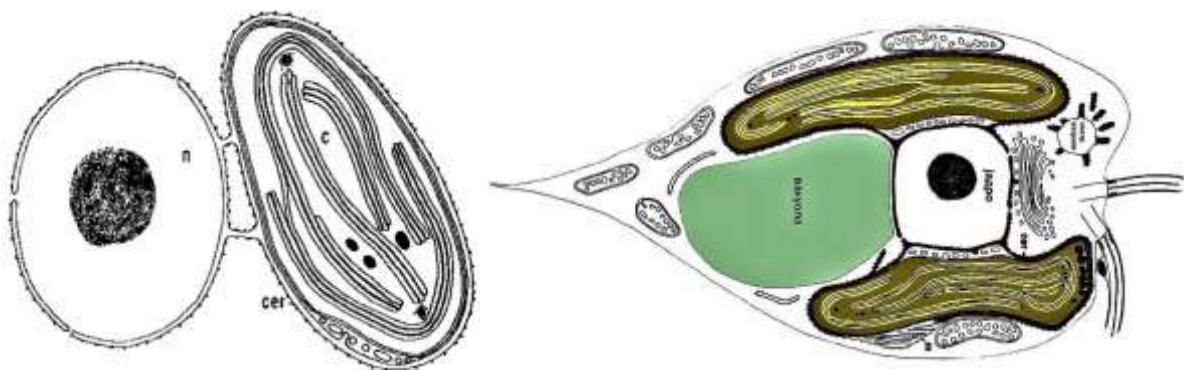
Тип Heterocontophyta

Хетероконтните алги се настанати како резултат на **секундарна ендосимбиоза**, при која хетеротрофен домаќин кој поседувал два хетероконтни флагелума вклучил во себе **црвена алга** како **ендосимбионт**, од која настанале нивните хлоропласти. Поради тоа, сите хетероконтни алги имаат **хлоропласт со 4 мембрани**: внатрешниот пар од две мембрани потекнуваат од хлоропластната мембрана на црвената алга, додека надворешниот пар мембрани претставуваат обвивка од ендоплазматичниот ретикулум, кои се во континуитет со јадрената мембрана. Бидејќи хлоропластот кај овие алги е обвиткан дополнително и со мембрана од ЕР, истиот се означува како **хлоропластен ЕР**.

Кај сите хетероконтни алги, хлоропластите содржат **хлорофил а и с**, а како главен помошен пигмент се сретнува **фукоксантино**. Главна резервна материја е **хризоламин** кој се синтетизира надвор од хлоропластот во специјални вакуоли. Подвижните клетки кај овие алги се **хетероконтни**, односно содржат два флагелума со различна градба и функција (еден флагелум е мазен, а вториот е влакнест), од каде доаѓа и името за групата (Heterokontophyta).



Сл. 38 Приказ на процесот на ендосимбиоза кај црвени алги



39. Градба на хлоропластен ЕР кај тип Heterocontophyta и градба на клетка

Класа Chrysophyceae (златни алги)

Класата Chrysophyceae се карактеризира со голема морфолошка разновидност во однос на степенот на организираност на претставниците кои ги опфаќа (ризоподијален, монаден, кокален, капсален, трихален и хетеротрихален степен на организација). Сепак, повеќето организми се едноклеточни или колонијални, а релативно мал број на видови имаат едноставна повеќеклеточна организација.

Овој тип е познат по многу планктонски видови, од кои најголем дел се слатководни претставници. Името на типот е добиено според бојата на хлоропластот - односно златножолтата до кафеава боја (**chrysos** (грчки) = **злато**). Во хроматофорите на златните алги се застапени **хлорофил а** и **с**, како и **ксантофили** и **каротеноиди**. Основен, помошен пигмент е **фукоксантино** кој ја маскира бојата на хлорофилите и, оттаму бојата на нивниот талус е златножолта. Други помошни пигменти кои се сретнуваат во хлоропластите се зеаксантин, виолаксантин, диатоксантин и дијадиноксантин.

Главна резервна материја е полисахаридот **хризаламинарин**. Истиот се скалдира во специјални **вакуоли** поставени во задниот дел на клетката, односно *надвор од хлоропластот*.

Размножувањето се врши вегетативно, бесполово и полово. Вегетативното размножување се одвива по пат на делба на клетката (едноклеточните) или пак со фрагментација на талусот (кај колонијалните и повеќеклеточните). Бесполово се размножуваат со помош на **зооспори** и **аутоспори**. Видовите кои се размножуваат полово имаат хапобионтски животен циклус. По оплодувањето, зиготот преминува во фаза на мирување, во форма на **силикатна циста**. По нејзиното созревање се добиваат неколку зооспори од кои настануваат нови единки.

Претставниците на типот Chrysophyta претежно се сретнуваат во слатководните екосистеми. Тие се широко распространети, но најчести се во олиготрофните слатководни екосистеми од умерено континенталниот регион (се смета дека претставниците најдобро се развиваат во ладни води). Во поново време е утврдено дека одредени видови на Chrysophyta имаат голема улога и во примарната продукција на океаните (морски планктон). Одредени претставници на златните алги пак, се посебно карактеристични за сфагнумските тресетишта (тресетишта со мовот *Sphagnum*).

Типот Chrysophyta опфаќа пет класи, од кои за нас се позначајни класите Chrysomonadophyceae и Chrysocapsophyceae.

Подкласа Chrysomonadophyceae

Оваа класа опфаќа едноклеточни или колонијални форми кои имаат способност активно да се движат со помош на флагелуми. Повеќето претставници имаат два различни по градба и големина флагелуми.

Dinobryon Ehrenberg

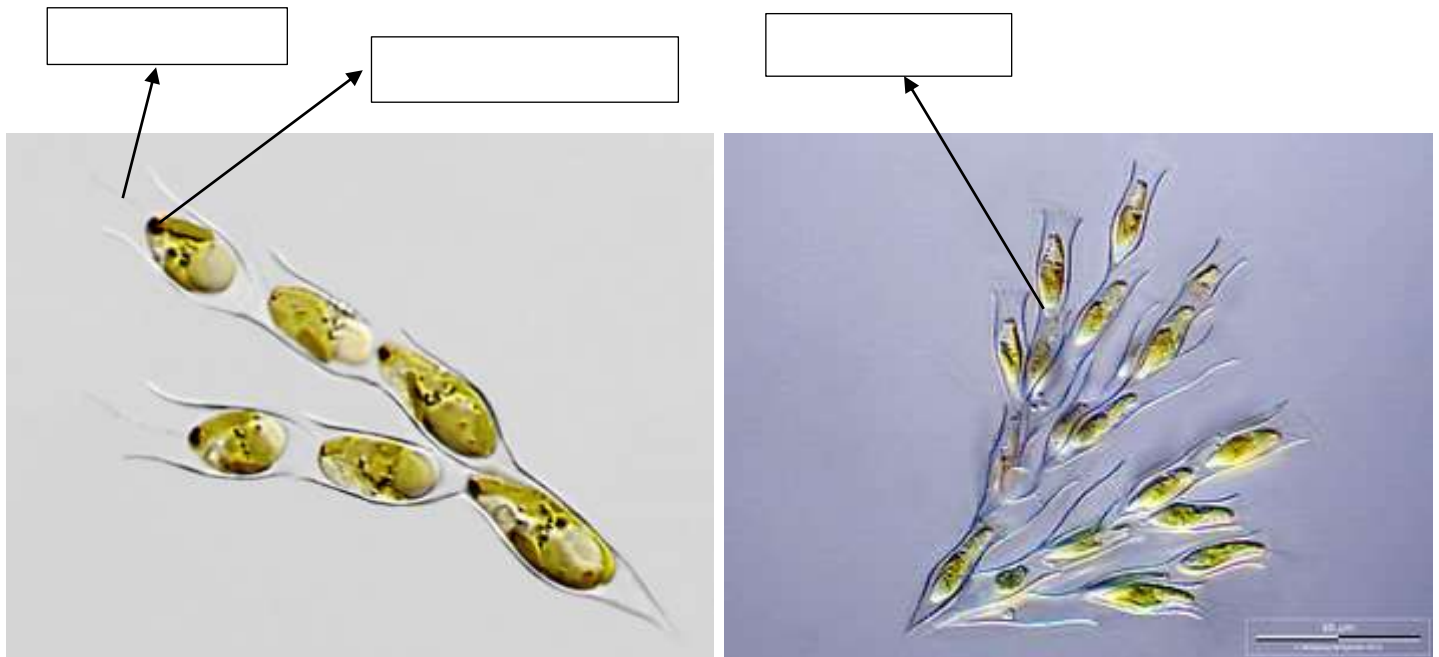
Видовите од родот *Dinobryon* се колонијални форми составени од повеќе или помалку идентични клетки кои градат **мономорфна разгранета колонија со дрвовиден изглед**. Секоја од клетките има по два хетероконтни флагелума (различни по големина и градба; забелешка: флагелумите на препаратите, без нивно претходно фиксирање мошне тешко се забележуваат). Протопластот на клетката е сместен во целулозна „куќичка“ во облик на пехар (вазна). Целулозната „куќичка“, означена како **lorica** не е цврста (во споредба со крутите плочки кои се сретнуваат кај Dinophyta, на пример) и истата е изградена од мрежа на фини целулозни микрофибрили.

Видовите од овој род се размножуваат вегетативно, по пат на фрагментација на колонијата и бесполово со надолжна делба на протопластот. Делбата на протопластот се одвива во внатрешноста на „куќичка“ при што еден од двата ново добиени ја напушта „куќичката“, но најчесто се прицврстува на нејзиниот горен дел. Потоа, ново добиениот протопласт наново создава нова „куќичка“. На тој начин се создаваат **разгранети, дрвовидни колонии** често составени од поголем број на единки.

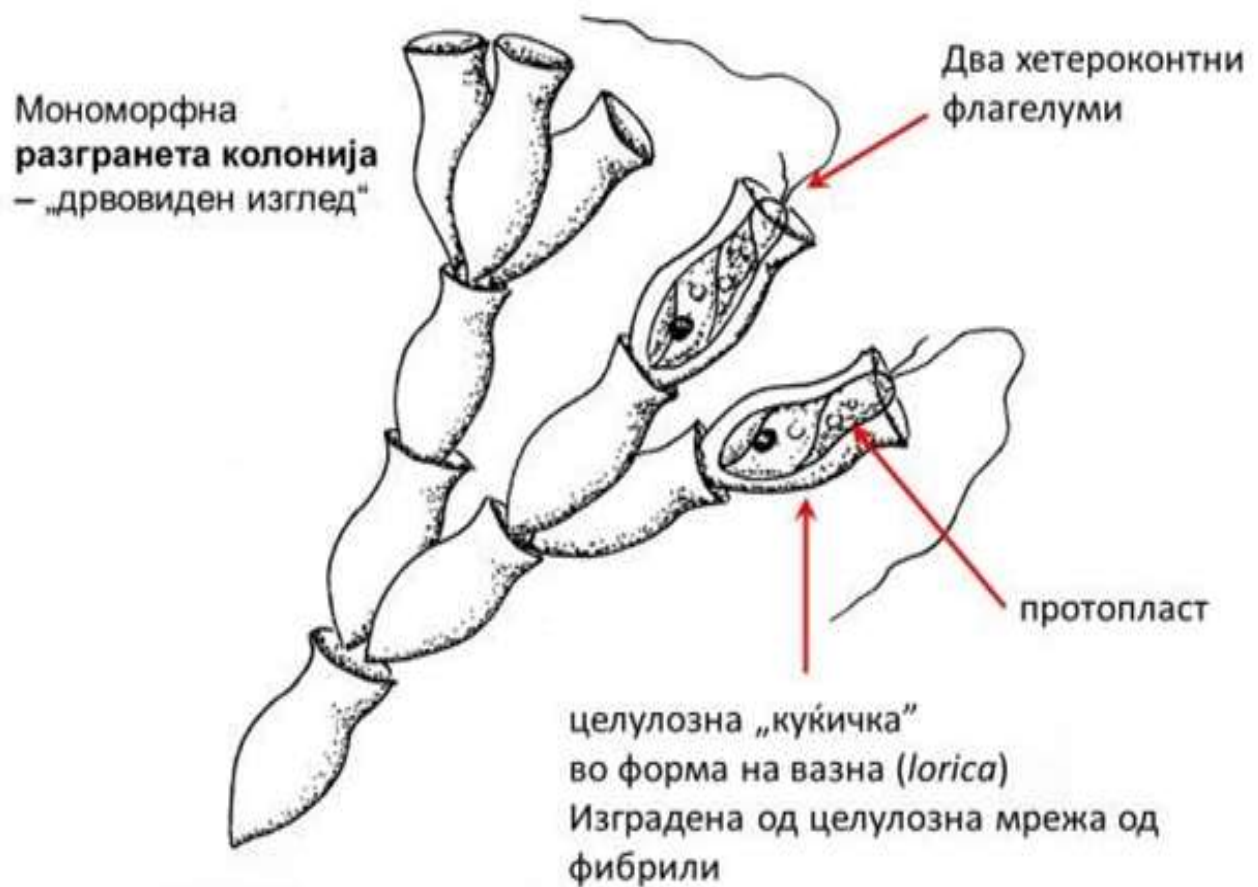
Видовите од родот *Dinobryon* се главно **планктонски организми** кои ги населуваат слатководните екосистеми. За Македонија се познати 8 таксони (4 вида и 4 вариетета). Во планктонот на Преспанското и Охридското Езеро доста често се сретнуваат видовите *Dinobryon divergens* Imhof и *Dinobryon sociale* var. *stipitatum* Lemmermann.



40. Микроскопски приказ на *Dinobryon* sp.



41. Микроскопски приказ на *Dunobryon* sp.





43. Микроскопски приказ на *Dunobryon* sp. од Преспанско Езеро

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Dinobryon* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

Подкласа Chrysocapsophyceae

Претставниците од оваа класа се колонијални форми, неподвижни, и најчесто сесилни (прикрепени). Клетките од кои се изградени колониите *немаат* флагелуми ниту други органели или израсходи кои би служеле за движење. Колонијата е составена од голем број на клетки кои се поврзани со **голема, разгранета, слузеста (галертаста) обвивка**. Ваквата организација во која талусот (најчесто макроскопски) е составен од голем број на неподвижни клетки сместени во заедничка слузеста обвивка е означен како **капсална (или палмелоидна) организација**.

Hydrurus C.Agardh

Родот *Hydrurus* е монотипски, односно е претставен само со видот *Hydrurus foetidus*. *Hydrurus* претставува **макроскопска алга** чиј талус може да достигне должина до 30 cm, па и повеќе. Талусот е со жолто-кафеава боја **прицврстен за подлогата**. Клетките се *овални до издолжени*, сместени во **големата, разгранета заедничка слузеста обвивка** на капсалниот талус. Во секоја клетка се наоѓа по едно јадро и по **еден хлоропласт со два лобуса кој содржи еден централен пиреноид**. Хлоропластот *лежи во предниот дел на клетката*. Размножувањето се врши со зооспори кои имаат еден краток флагелум. Забележано е дека *Hydrurus* формира и овални цисти.

Видот населува ладни, брзотечечки реки (чест во горен тек на реки и во високопланински потоци). Се прикрепува најчесто за покрупни камења и карпи во подлогата.



44. Макроскопски и микроскопски приказ на *Hydrurus* sp.

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Hydrurud* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

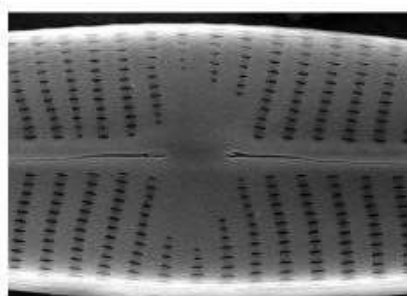
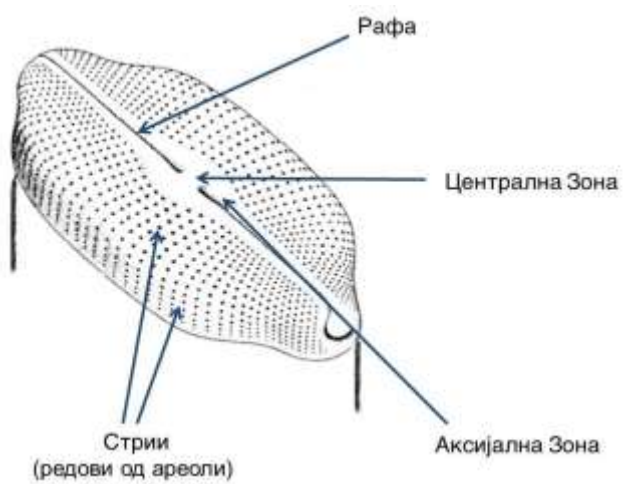
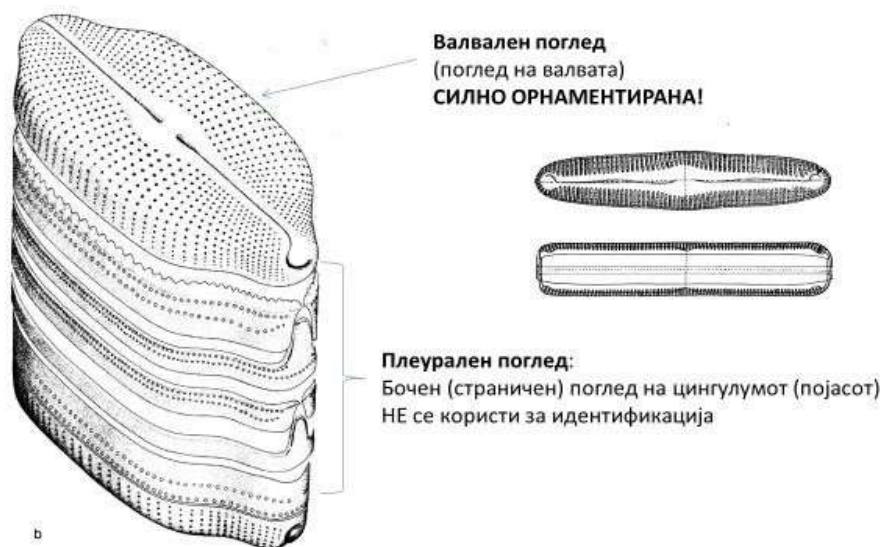
Класа Bacillariophyceae (дијатомеи)

Класата Bacillariophyceae (*дијатомеи* или *силикатни алги*) опфаќа едноклеточни или колонијални форми. Колониите можат да бидат различни по форма: лепезести, кончести, свездести, плочести и сл. Клетките во колонијата можат да бидат поврзани со израстоци или пак да бидат поврзани со слузеста обвивка. Едноклеточните, како и колонијалните форми се со микроскопски димензии.

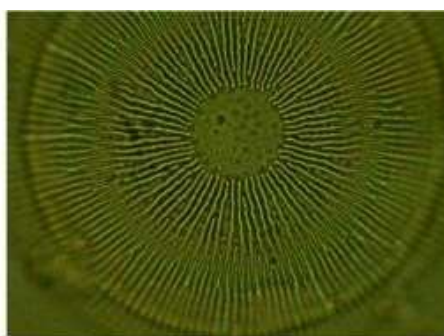
Силикатните алги (дијатомеи) се уникатни и единствени во живиот свет во однос на сите други останати алги поради нивниот специфично граден клеточен сид од силикат (хидриран силициум диоксид, SiO_2), па затоа може да се каже дека нивниот протопласт се наоѓа сместен меѓу **дводелен силикатен панцир**; присуството на силикатен панцир претставува **главна карактеристика на типот**.

Целосниот силикатен панцир се нарекува **фрустула** и, истата се состои од два нееднакви дела кои се преклопуваат како кутија, при што поголемиот дел (кој би одговарал на поклопец на кутијата) се означува како **епитека**, а помалиот дел се означува како **хипотека**. Бидејќи силикатниот панцир е дводелен, оттука доаѓа името на групата (дијатомеи: $\delta\acute{\iota}\alpha$ = два, $\tau\omicron\mu\omicron\varsigma$ = поделен). На секој од двата дела се разликува страничен појас или **плеура** (анг. *girdle*) и „лице“ на самата алга – односно **валва**. Валвата која се наоѓа на епитеката се означува како **епивалва**, а на хипотеката како **хиповалва**. Валвата и плеурата меѓусебно многу се разликуваат, па затоа дијатомеите можат да се набљудуваат од два погледа: **плеурален** (поглед кон страничниот појас - цингулум, анг. *girdle*) и **валвален** (од валвалната страна, односно од „лицето“ на дијатомеите). Валвите на дијатомеите се исклучително орнаментирани со структури како што се *пори*, *ареоли*, *ребра*, *стрии* и оттаму денес, **таксономијата на дијатомеите се базира на специфичните орнаменти кои се наоѓаат на валвата од панцирот на дијатомеите**, односно не на спецификите на протопластот. Живата содржина на дијатомеите не е од таксономско значење и токму затоа, најчесто при подготовка на препарати за анализа, **материјалот се согорува** при што се отстранува протопластот, а се анализираат валвите од фрустулите на некогаш живите дијатомеи. Специфичните орнаменти подетално можат да се анализираат на SEM, каде различната форма на порите и ареолите е мошне позабележлива. Плеуралната страна најчесто не е орнаментирана и, затоа истата не е од големо таксономско значење (напомена: кај некои видови токму плеуралната страна е пресудна за таксономската детерминација).

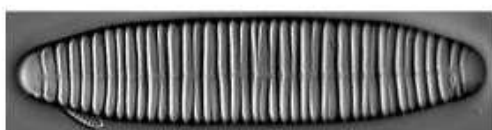
Кај повеќето видови од класата Pennatophyceae, се јавува специфична структура означена како **рафа**. Рафата претставува подолга или пократка пукнатина која се наоѓа на валвата и се протега по нејзината должна оска. Градбата, должината и поставеноста на рафата е важна таксономска карактеристика. Функцијата на рафата е повеќекратна, односно преку неа се врши размената на материите со околната средина, како и движење (лизгање) на клетката по подлогата.



Стрии (ред од групирани ареоли)



Интерстрии
(силикатни задебелувања –
„испакнатини“
пomeѓу стрииите)



Ребра (силикатни задебелувања од внатре)

Сл.45 Градба на силикатен панцир кај Диатомеи

Цитоплазмата кај повеќето видови на дијатомеи се наоѓа во вид на тенок слој на периферијата на клетката, додека централно место зазема крупна вакуола. Во цитоплазмата се наоѓа едно диплоидно јадро со повеќе нуклеолуси. Хроматофорите се наоѓаат во периферниот дел на клетката и по облик можат да бидат *плочести* или *лековидни*. Во хроматофорите се наоѓаат **хлорофил а и с**, како и пигменти од групата на ксантофили и каротени. Нивната боја зависи од застапеноста на овие пигменти и истата варира од жолто-зелена, маслинесто зелена, до светло кафеава. Кај дијатомеите специфичен пигмент кој се јавува е **дијатомин**, кој по својот хемиски состав е сличен со фукоксантинонот кај кафеавите алги (Phaeophyta).

Кај дијатомеите особено карактеристичен е процесот на вегетативното размножување, т.е. делбата на клетката. Процесот започнува со зголемување на волуменот на протоплазмата (како резултат на акумулирање на резервни материи во клетката), што резултира со одвојување на двете теки. Паралелно со одвојувањето на теките настанува клеточна делба; секоја ново добиена клетка задржува по една половина од панцирот на клетката-мајка. Клетката која ја задржала епитеката формира хипотека и на тој начин го комплетира панцирот, а другата клетка која ја задржала хипотеката, за неа истата претставува епитека, па наново формира хипотека. Како резултат на овој процес се добиваат две клетки кои имаат *различна големина* (клетката која ја задржала епитеката има големина како и мајчината клетка, додека клетката која ја задржала хипотеката има помали димензии). Така, со секоја наредна клеточна делба, димензиите на клетките на половина од популацијата *се намалуваат*. Кога димензиите ќе се намалат на 1/2 до 1/3 од нормалните, клетката губи способност за делба и изумира. За да се воспостават нормалните димензии на клетката, дијатомеите формираат т.н. **ауксоспори** (спори на подмладување). На процесот на формирање на аукоспорите претходи процесот на **полово размножување**. Половото размножување започнува со редукциона делба и формирање на **хаплоидни гамети** (дијатомеите се диплоидни организми). Со спојување на гаметите се добива зигот кој без фаза на мирување директно преминува во аукоспора. Аукоспората на својата површина нема силикатен панцир што ѝ овозможува на истата да расте. По достигнувањето на одредени димензии во аукоспората се формира нова клетка со силикатен панцир. Половото размножување може да биде **изогамија, анизогамија и оогамија**.

Според Simonsen (1979), типот Bacillariophyta во однос на симетријата на панцирот е поделен на две класи:

Centrophyceae (центрични дијатомеи)

Pennatophyceae (пенатни дијатомеи)

Според Round et al (1991), типот е поделен на 3 класи:

Coscinodiscophyceae – кој ги опфаќа центричните дијатомеи

Fragilariophyceae – арафидни, пенатни дијатомеи без рафа

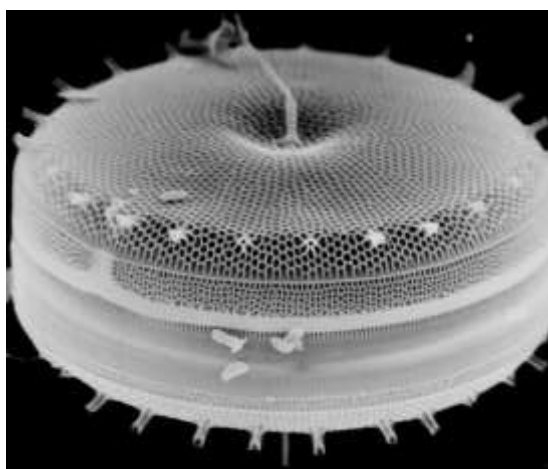
Bacillariophyceae – рафидни, пенатни дијатомеи со рафа

Сепак, кај дијатомеите многу често се користи и нивната класификација во т.н. **морфолошки категории**. Оваа класификација не се базира на филогенетските односи меѓу организмите, односно истата претставува *вештачка поделба* на дијатомеите

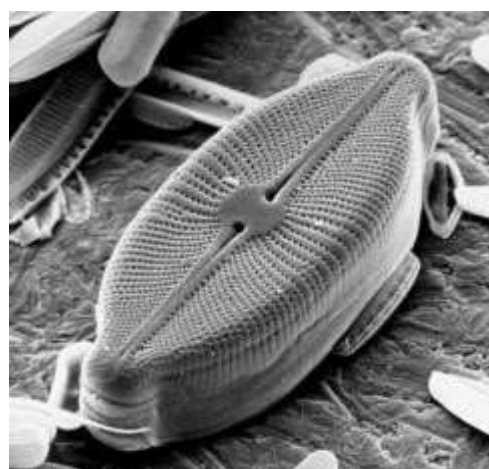
базирана на **сличностите во морфолошките карактери на формата на нивната валва**. Ваквата класификација во морфолошки категории е направена со цел *полесна идентификација на таксоните на*

светлосна микроскопија. Врз основа на овој систем, кој е базиран на формата и симетријата на валвата, како и поставеноста на рафата, дијатомеите се поделени во *девет морфолошки категории*, и тоа: **Centric, Araphid, Eunotoid, Monorafid, Symmetrical biraphid, Asymmetrical biraphid, Epithemoid, Nitzchioid и Surirelloid**. За повеќе информации, посетете ја страната: <https://diatoms.org/morphology>.

Дополнителен визуелен концепт: принципи за систематизирање на дијатомеите во две класи



Centrophyceae (центрични дијатомеи)



Pennatophyceae (пенатни форми)

1.

Подкласа Coscinodiscophyceae (syn. Centrophyceae, центрични дијатомеи)

Оваа класа опфаќа едноклеточни или колонијални организми чиј панцир по облик е цилиндричен, сферен или призматичен. Валвата по облик може да биде кружна, елиптична или полигонална, но истата секогаш има **радијална симетрија**. Центричните силикатни алги немаат рафа (не се подвижни), но нивната валва сепак е силно орнаментирана. На површината на валвата најчесто се забележуваат **радијални стрии** од ситни ареоли во вид на пруги (кај многу видови ареолите имаат *неправилан распоред*, односно не се распоредени во стрии). Кај одредени видови помеѓу стриите се јавуваат задебелени силикатни гребени кои се означени како **радијални интерстрии**. Се размножуваат вегетативно со делба на клетката или полово по пат на оогамија.

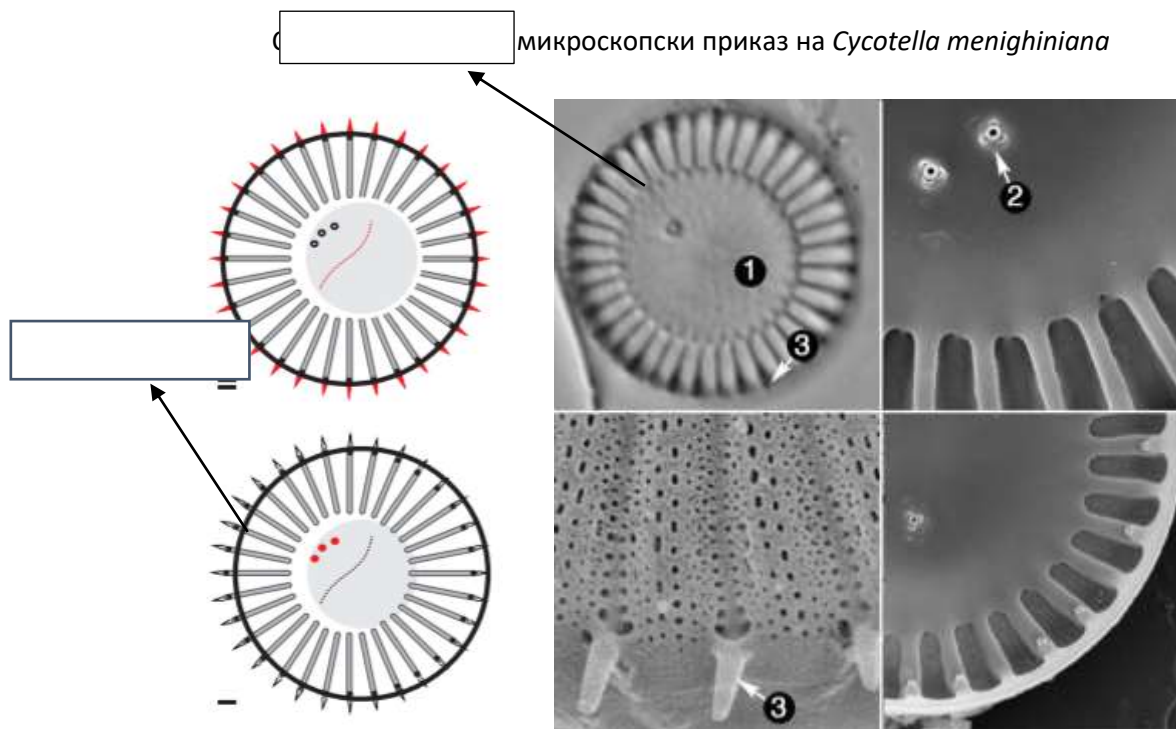
Претставниците од оваа класа соодветствуваат на морфолошката категорија Centric diatoms. Тие се главно жители на морските екосистеми каде нивното значење во

продукцијата на планктонските заедници е мошне големо. Дел од претставниците ги населуваат и слатководните стагнантни, поретко истечни екосистеми.

***Cyclotella* (Kützing) Brébisson**

Претставниците од овој род се главно едноклеточни, ретко колонијални форми, кои имаат цилиндричен панцир со **кружна валва**. Валвата е диференцијално орнаментирана, односно кај неа се забележува добро дефинирана **маргинална зона** и **централна зона (централно поле)**. **Маргиналната зона** е претставена со бројни *радијално распоредени пруги од испакнати силикантни делови* (кои се нарекуваат **радијални интерстрии** или „ребра“). Помеѓу нив се наоѓаат **стриите** (едно до друго поставени редови од групирани ситни **ареоли**) кои најчесто *не се видливи на светлосен микроскоп*. **Централната зона** е рамна или **тангенцијално ундулантна** (брановидна). Само кај некои видови централната зона не содржи видливи орнаменти на светлосен микроскоп (како кај *C. meneghiniana*). Сепак, кај најголем дел видови централната зона е орнаментирана, односно може да содржи различни карактери, како што се депресии, или различно распоредени **ареоли** (кај многу видови ареолите се безредно распоредени во централниот регион). Малите брадавици или трнчиња често се расфлани помеѓу ареолите. Од плеуралната страна, видовите од *Cyclotella* имаат изглед на правоаголници со заоблени агли.

Најголем дел од претставниците на *Cyclotella* се слатководни (само неколку вида се бракични), каде претставуваат значајна компонента на планктонот и тихопланктонот. За Македонија познати се 13 таксони (12 вида и еден вариетет), од **кои шест се ендемични за Охридското и Преспанското Езеро**. **Охридскиот ендемит *Cyclotella fottii* Hustedt** се смета за најголемата *Cyclotella* во Европа. Овој вид е доминантен во планктонот на Охридското Езеро на поголеми длабочини. За овој претставник, карактеристично е тоа што задебелените силикатни испакнатини еѓу стрите (интерстрии или „ребра“) се дихотомно разгранети.

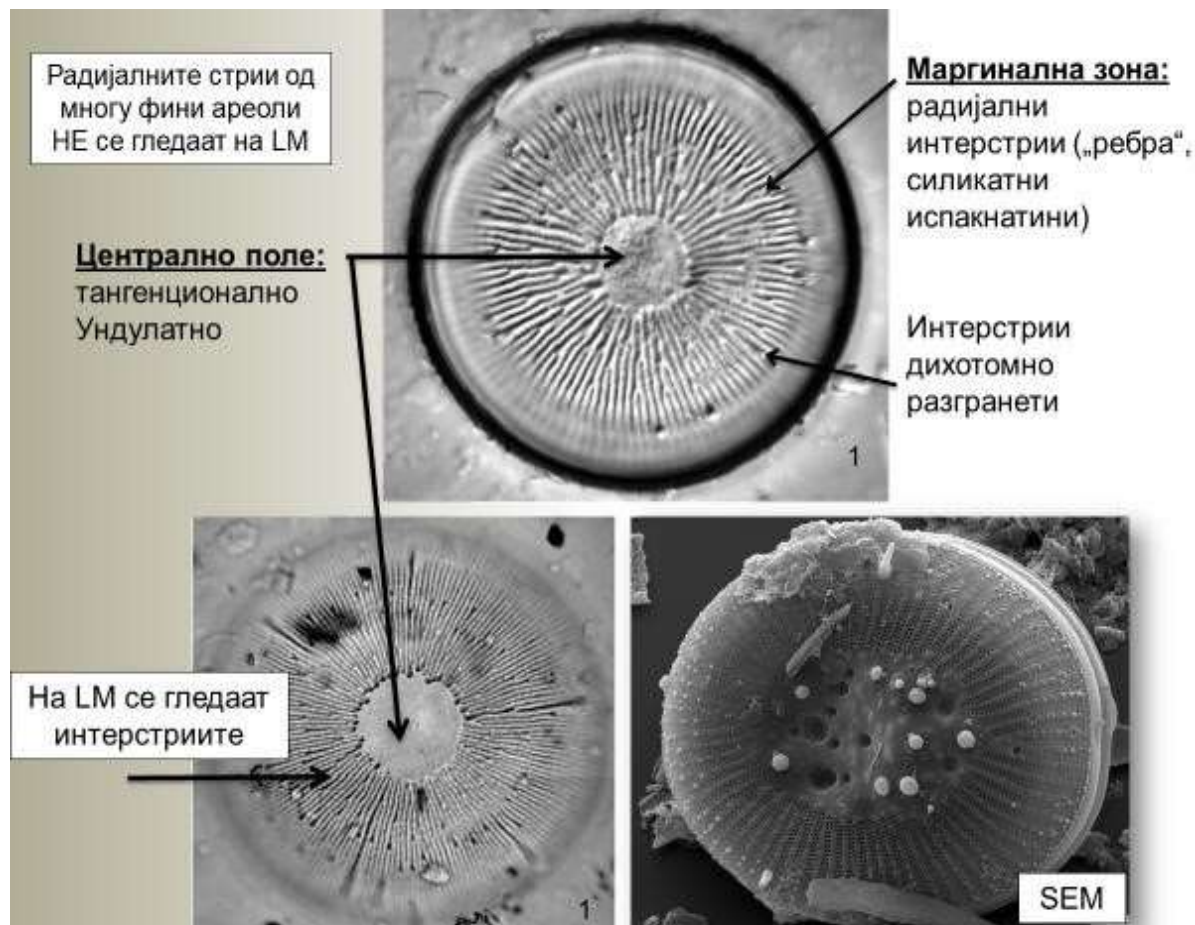


Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Cyclotella meneghiniana* sp.
и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

За Македонија познати се 13 таксони (12 вида и еден вариетет), од кои шест се ендемични за Охридското и Преспанското Езеро. Охридскиот ендемит *Cyclotella fottii* Hustedt се смета за најголемата *Cyclotella* во Европа. Овој вид е доминантен во планктонот на Охридското Езеро на поголеми длабочини. За овој претставник, карактеристично е тоа што задебелените силикатни испакнатини еѓу стриите (интерстрии или „ребра“) се дихотомно разгранети.



Сл. 47 Микроскопски приказ на *Cyclotella fottii* од Охридско Езеро

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Cyclotella fotii* sp. и означете ги неговите карактеристики.

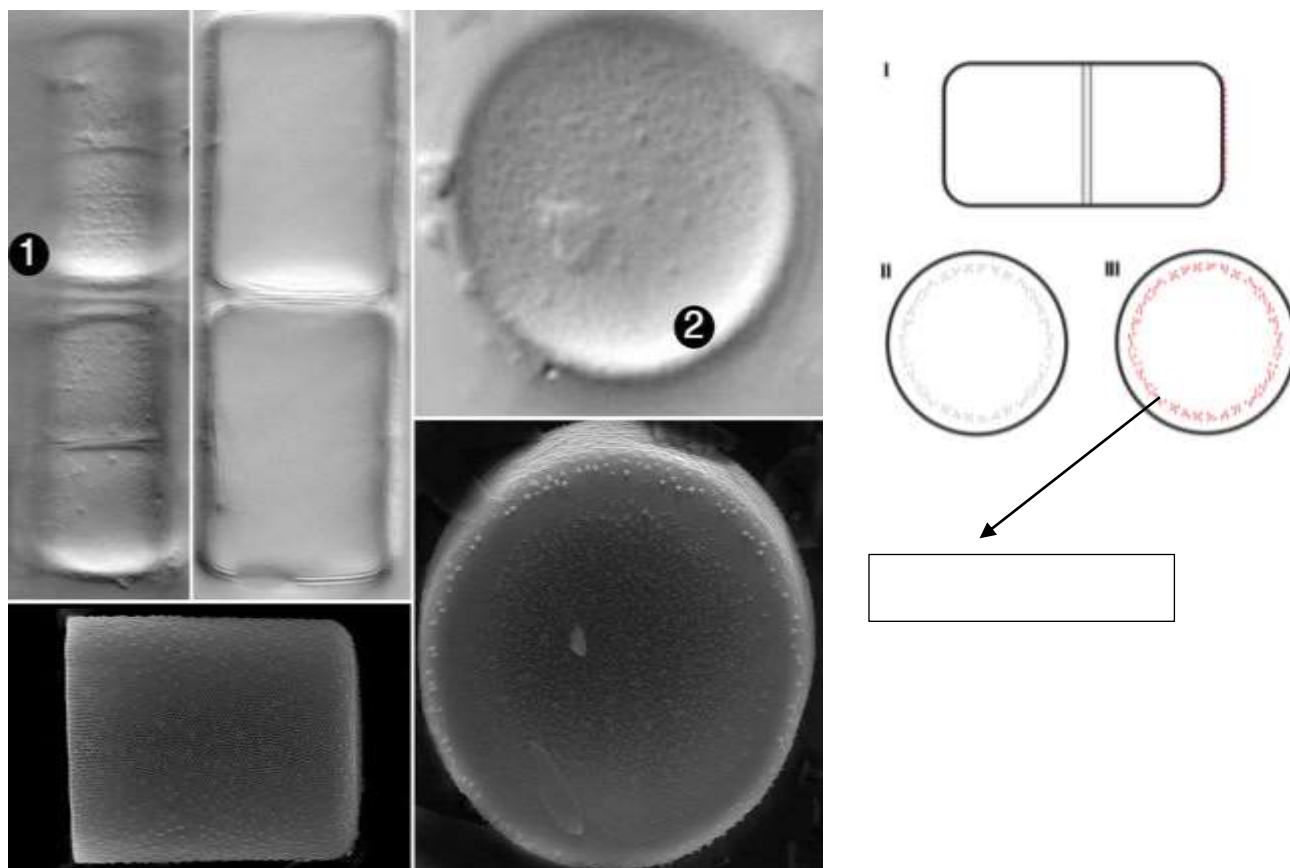
Датум:

Прегледал:

Melosira C.Agardh

Претставниците од родот *Melosira* се колонијални форми. Колонијата има форма на **долги филаменти** составени од поголем број на клетки кои се споени во колонија (затоа на препаратите се поставени најчесто од плеуралната страна). Клетките се повеќе или помалку цилиндрични и во колонијата се поврзуваат преку *валвалната* страна со помош на формирање на слузести органски материи. Валвалната страна може да се набљудува **единствено кај клетки кои се одвоени од колонијата**. Валвите на *Melosira* се униформни, односно содржат мошне малку орнаменти. Од плеурална страна, исто така не се забележуваат видливи орнаменти.

Melosira содржи мал број на слатководни претставници. *M. varians*, еден од најчестите видови на овој род е слатководен, и ги населува планктонските и бентосните заедници на еутрофните езера.



Сл. 48 Приказ на дијакритични карактери на *Melosira varians*

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Cyclotella fottii* sp. и означете ги неговите карактеристики.

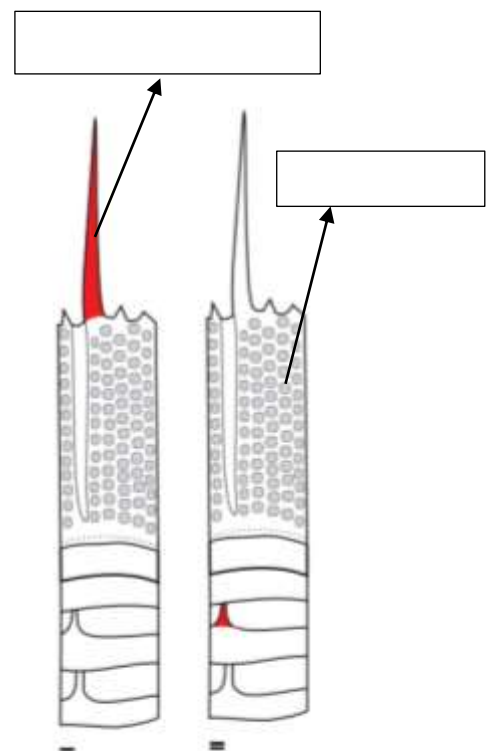
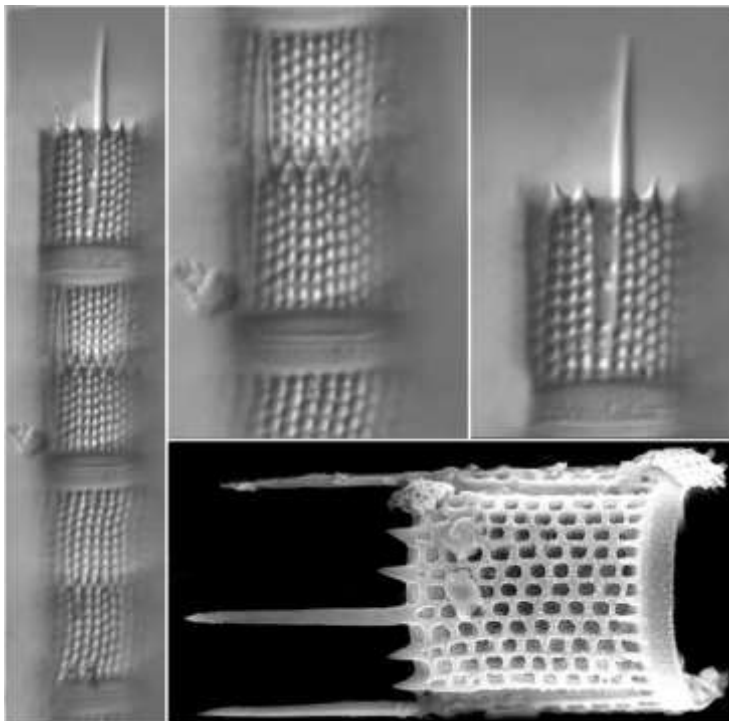
Датум:

Прегледал:

Aulacoseira Thwaites

Претставниците од родот *Aulacoseira* се исто така колонијални форми. Како и кај *Melosira*, колонијата има форма на **долги цилиндрични филаменти** составени од поголем број на клетки кои се споени во колонијата (на препаратите најчесто се поставени плеурално). Клетките се со *издолжено цилиндрична плеура* и во колонијата се поврзуваат преку *валвалната* страна со помош на **трновите од валвата**. Валвалната страна може да се набљудува **единствено кај клетки кои се одвоени од колонијата**. На валвата можат да се забележат мали дифузно распоредени ареоли, кои се поконцентрирани околу маргиналната зона. Исто така, на валвата присутни се трнови за поврзување (кои се куси) и трнови за сепарација (подолги). На плеуралната страна, присутни се **редови од ареоли**, односно плеурата е јасно пунктирана.

Видовите од родот *Aulacoseira* се едни од најчестите слатководни дијатомеи кои се присутни во планктонот на езерата и големите реки. Покрај сетот на специфични морфолошки и ултраструктурни разлики, родот *Aulacoseira* кој содржи слатководни претставници беше одвоен од *Melosira* и поради еколошките карактери, бидејќи *Melosira* е примарно морски род. Чест претставник од родот *Aulacoseira* е видот *A. granulata* кој поседува **долги трнови** на крајните клетки од колонијата. *Aulacoseira granulata* е карактеристичен претставник за планктонот на Дојранското Езеро. Може да се најде и во други бројни акумулации во Република Македонија кои се **збогатени со органски материи**.



49. Микроскопски и шематски приказ на *Aulacoseira* sp.

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Aulacoseira granulata* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

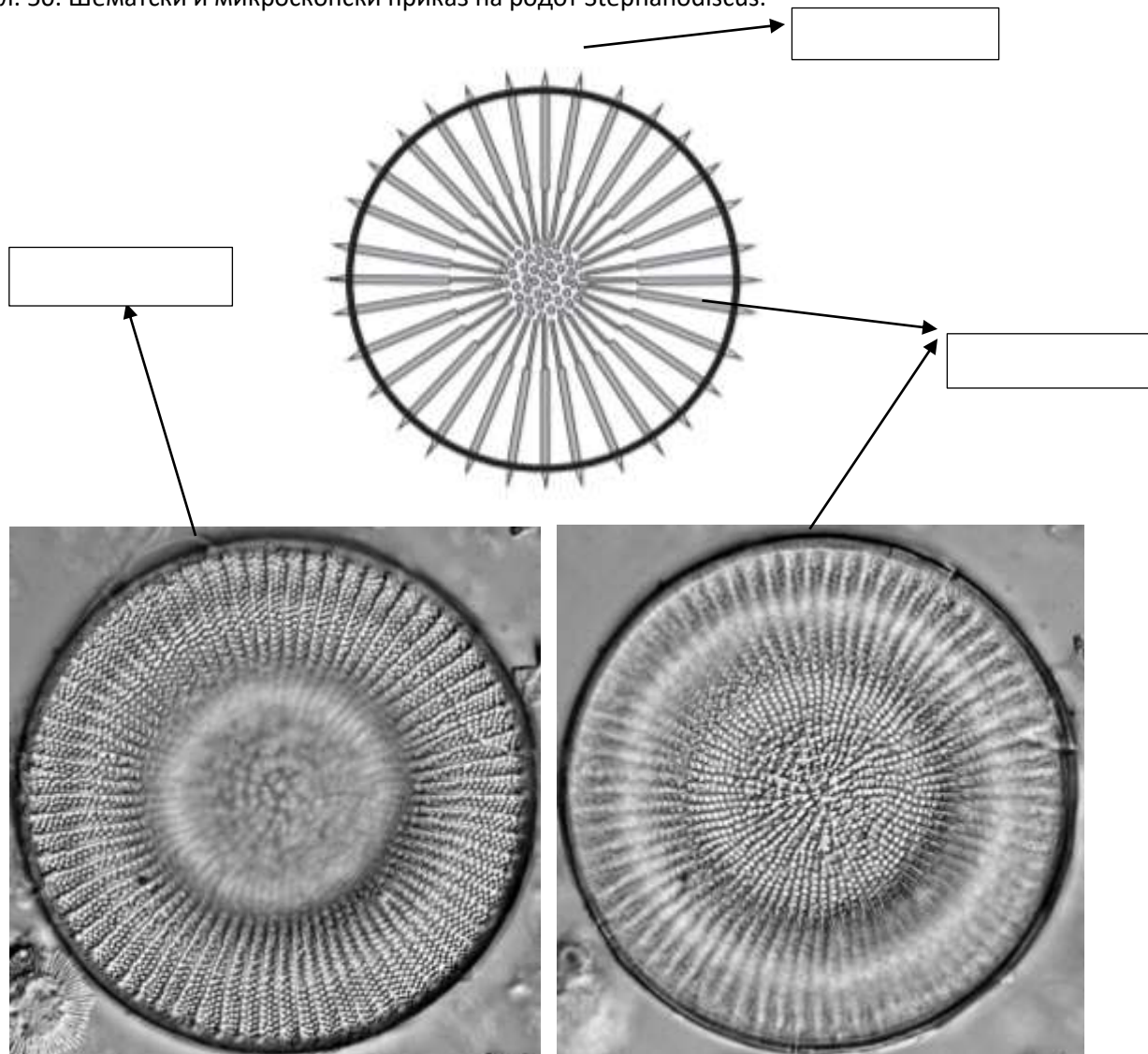
Прегледал:

Stephanodiscus sp. Ehrenberg

Видовите на овој род се широко распространети планктонски форми кои ги населуваат езерата и застоените водни екосистеми. Многу видови се со променлива морфологија (polymorphic), која се јавува како одговор на концентрацијата на растворен силициум во околните води. Лицето на валвата може да биде рамно или концентрично вдлабнато. Стриите се радијални организирани во снопови или фасцикли. Фасциклите се одделени една од друга со простор (попречно ребро) означен како *costae*. Трновидни структури се присутни на маргиналната страна на валвата образувајќи прстен. Може да биде присутен и прстен од маргинални фултопортули поставени под трновидните структури. Видовите од родот *Stephanodiscus* најчесто се планктонски. Се појавуваат во води со средна кондуктивност и висок трофички капацитет.

Дијагностички карактери: дијаметар на клетка, **број на стрии помеѓу две ребра**, како и структурата на ребрата. Најголем дел од морфолошките карактеристики можат да се забележат само на SEM.

Сл. 50. Шематски и микроскопски приказ на родот *Stephanodiscus*.



Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Stephanodiscus ohridanus* sp. и означете ги неговите карактеристики.

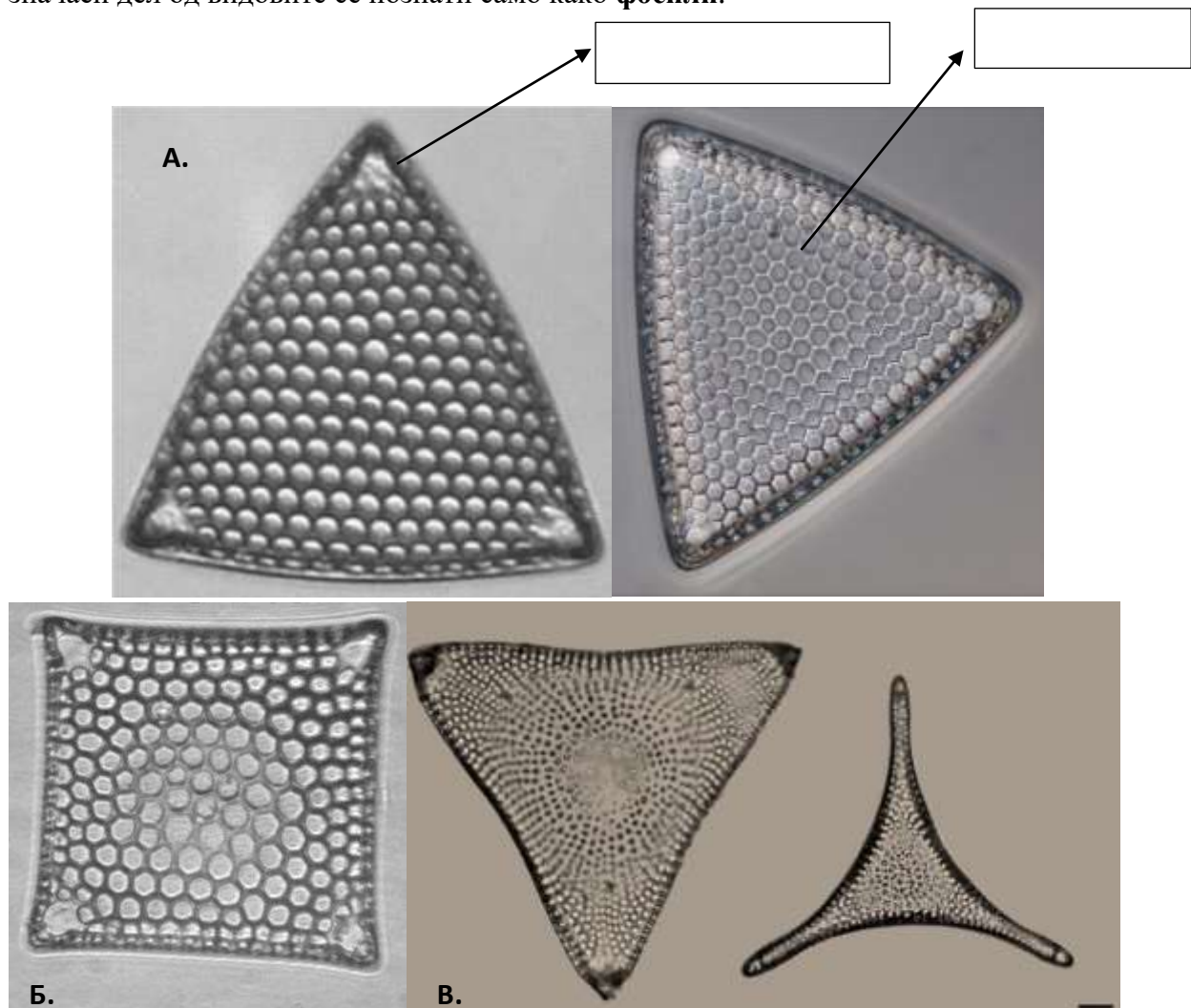
Датум:

Прегледал:

Triceratium sp. Ehrenberg

Претставниците од родот *Triceratium* се едноклеточни форми кои ретко формираат нестабилни колонии. Нивните валви се **полигонални со радијална симетрија**, односно истите можат да бидат **триаголни** (кај *Triceratium favus*), **четриаголни** (кај *Triceratium favus* forma *quadrata*) или **петаголни**. На аглите од валвата се забележуваат **задебелувања на панцирот** кои кај некои видови се доста изразени. Покрај задебелувањата на панцирот се забележуваат и други структури на валвата како што се крупните **ареоли кои имаат неправилен распоред (не се организирани во стрии)**, како и останати структури (брадавичести задебелувања, вдлабнувања и слично), кои многу тешко можат да се забележат на светлосен микроскоп.

Видовите од родот *Triceratium* се **морски жители** и претставуваат значајна компонента на **морскиот планктон** од Тихиот Океан и Северното Море (Германија), а значаен дел од видовите се познати само како **фосили**.



Сл. 51 Микроскопски приказ на *Triceratium favus*

А. Рецентни форми од планктонот на Тихиот Океан и Северното Море, Германија.

Б. *Triceratium favus* f. *quadrata* Grunow. В. Фосилни форми на *Triceratium favus*

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Triceratium favus* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

Подкласа Pennatophyceae

Класата опфаќа едноклеточни или колонијални видови кои не поседуваат рафа и немаат значајна подвижност. Клетките може да имаат различна форма (што е карактеристика за секој вид), односно да бидат издолжени, епипсовидни, трибрановидно проширени итн. Колониите исто така се со различен облик: лентовидни, плочести, свездовидни или цикцаковидни. На валвата можат да се забележат фини ареоли распоредени во редови. Кај некои видови на средината на валвата се забележува хијалинско поле (не содржи ареоли) кое се означува и како *псеудорафа*. На краевите на валвата се јавува по една (ретко две) **римопортули**. Класата ги опфаќа пенатните дијатомеи без рафа (*арафидни*), односно сите претставници соодветствуваат на морфолошката категорија Araphid. Претставниците од оваа класа, односно арафидните пенатни дијатомеи, честопати се сретнуваат како епифити на макрофитите, како епилитон формирајќи биофилмови на површината од карпите и камењата, а постојат и неколку родови кои градат специфични колонии, преку што се одржуваат во планктонот (планктонски претставници од родовите *Asterionella*, *Fragillaria*, *Tabellaria* и сл.).

Морфолошка категорија: Araphid

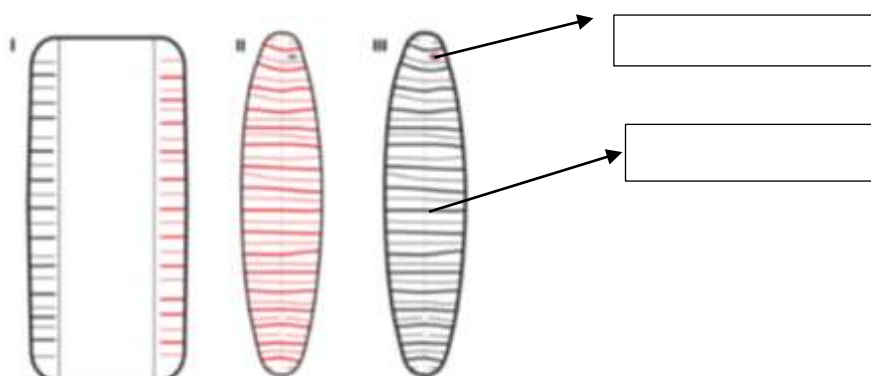
Diatoma Bory

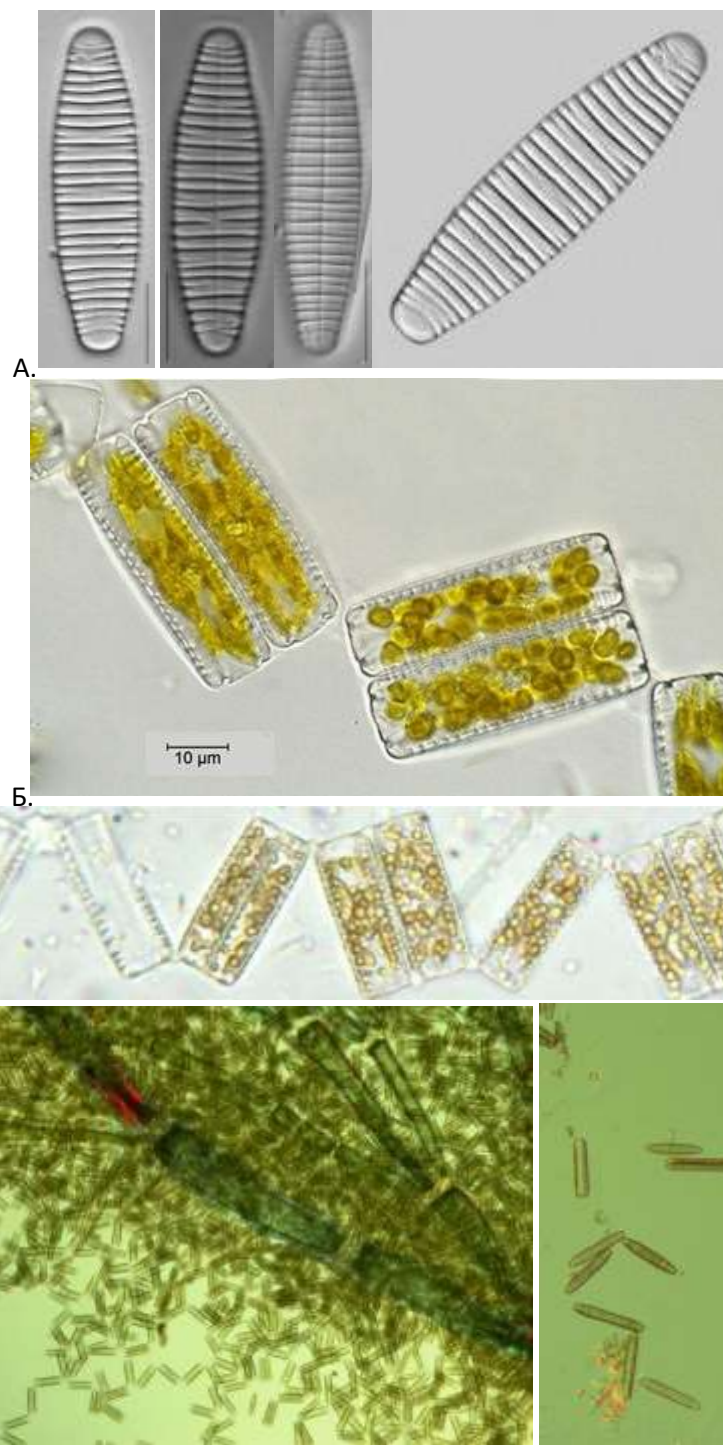
Видовите од родот *Diatoma* се едноклеточни и колонијални форми. Колониите се спојуваат со помош на слузести органски материи градејќи **плочести колонии**, а ретко клетките се спојуваат со ивиците на валвите и на тој начин формирајќи колонии со цик-цак форма.

Валвата по форма е најчесто издолжена (стапчеста), со билатерална симетрија. Кај некои видови, врвните делови од валвата се извлечени во форма на главички (**капитирани краев**)). На валвата, **од внатрешната страна** се забележуваат неорманемтирани, издолжени, **силни задебелувања од силикат**, означени како **трансферзални ребра (costae)** кои се протегаат напречно по целата должина и се јасно забележливи на светлосен микроскоп (**ребрата како структури се карактеристични само за овој ред, во главно за претставниците на родот *Diatoma***). Помеѓу ребрата постојат низи од едно до друго подредени многу фини (ситни) пори, односно **стрии (striae)** кои **не се видливи** на светлосен микроскоп кај претставниците од *Diatoma*, но можат да се забележат на **SEM**. Рафа отсутува, но по должината на надолжната (аксијална) оска на симетрија честопати се забележува **централен хијалински стернум**.

Претставниците од родот се широко распространети во слатководните екосистеми низ целиот свет (убиквисти). Некои видови се јавуваат во чисти брзотечечки води (планински реки) и претставуваат индикатори за чисти води, додека некои видови се јавуваат во води со среден и висок степен на органско и неорганско загадување - индикатори на степен на загадување. **Видовите од *Diatoma* мошне ретко се сретнуваат во бентосот во епипелонските и епипсамонските заедници; најчесто тие се епифити на макрофитски растенија и алги или пак, формираат биофилм на камењата и карпите.**

Сл. 52. Шематски приказ на диакритични карактери кај *Diatoma* sp





Сл. 53 Микроскопски приказ на *Diatoma vulgaris*.

А. Траен препарат. Б. Нативен препарат. В. Масивен епифитски развој на *Diatoma vulgaris* на алгата *Cladophora glomerata*. Индикатор за лош еколошки статус.

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Diatoma* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

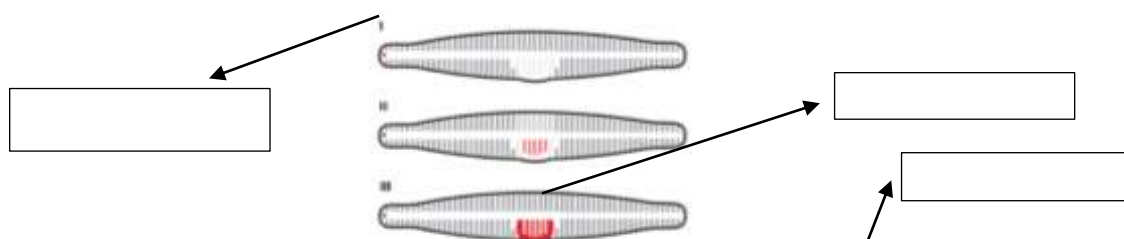
Прегледал:

Ulnaria (syn. *Synedra*) Ehrenberg

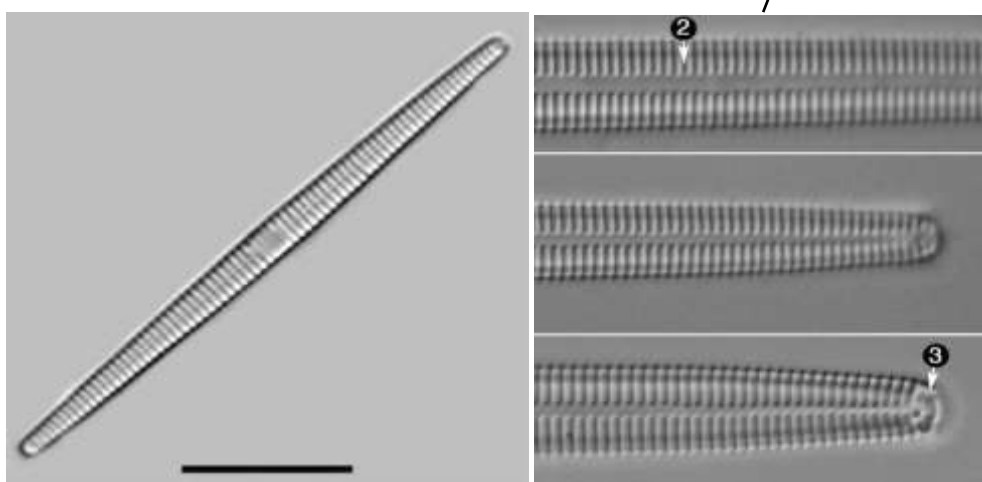
Клетките на претставниците од родот *Ulnaria* (базионим, *Synedra*) се најчесто во форма на игла, односно нивните валви се линеарни, тесни и *исклучително долги* (кај некои и слабо капитирани). Некои видови формираат колонии во кои клетките се поврзани преку слуз. На валвата се забележуваат **напречни стрии** (редови од ареоли) кои се најчесто *нормални* во однос на аксијалната оска. Рафа отсутствува (*арафид*), но по должината на аксијалната оска на валвата се јавува *линеарно хијалинско аксијално поле* (**стернум**, „псеудорафа“). Централно, се забележува централната зона која не е орнаментирана.

Видовите од овој род се слатководни и живеат во бентосот на реки и езера, како епилитон или најчесто, како **епифитон**, при што *преку слуз се поврзуваат за други макрофитски алги*. Може да се сретнат и во седиментите, а мошне ретко и во планктонот на слатководните екосистеми.

Според Krammer & Lange-Bertalot (1998), овој род е сместен како подрод (*Ulnaria*) во рамките на родот *Fragilaria* Lynbgye *sensu lato*. Round *et al.* (1991), сметаат дека ваквиот конгломерат таксономски не е исправен и го сепарираат родот *Fragilatria sensu lato* на поголем број родови (*Staurosira*, *Staurosirella*, *Fragilariforma* итн.). За Македонија досега се познати 16 таксони (7 видови и 9 вариетета). Доста често, во различни екосистеми се сретнува *Ulnaria ulna* (Nitzsch) Ehrenberg, како и вариететот *Ulnaria ulna* var. *biceps*.



54. Шематски приказ на дијакритични карактери кај *Fragilaria* sp.



55. Микроскопски приказ на *Fragilaria* sp.

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Fragilaria* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

Класа *Bacillariophyceae* (*Pennatophyceae* in part)

Оваа класа ги опфаќа **рафидните пенатни дијатомеи** (кои поседуваат рафа). Претставниците се едноклеточни или колонијални форми видови чии валви се со **билатерална симетрија**. Валвата може да има различен изглед, но по правило е издолжена, ретко свиена во форма на буквата S. Плеурата најчесто е правоаголна или трапезоидна. Кај претставниците од оваа класа на валвата се јавува *рафа*, која претставува специфична структура кај овие претставници, за движење. Рафата се наоѓа на едната или на двете валви, што претставува значајна таксономска карактеристика. Поседувањето на рафата се смета за еволутивна придобивка, односно видовите кај кои недостасува рафата се сметаат за попримитивни.

Хроматофорите кај пенатните форми се со различна форма и најчесто се наоѓаат во мал број (најчесто по два крупни хроматофори). Кај подвижните видови кои поседуваат рафа, честопати хроматофорите се наоѓаат на периферијата на клетката.

Кај претставниците од оваа класа се јавува вегетативно размножување (делба на клетката), како и полово размножување (изогамија, а кај некои видови и аутогамија).

Претставниците од ова класа ги населуваат морските, бракичните и слатководните екосистеми. Се јавуваат главно во бентосните заедници, а доста чести се и како епифити, перифитон или во вид на кафеав биофилм на површината од карпите и камењата.

Морфолошка категорија: Monoraphid

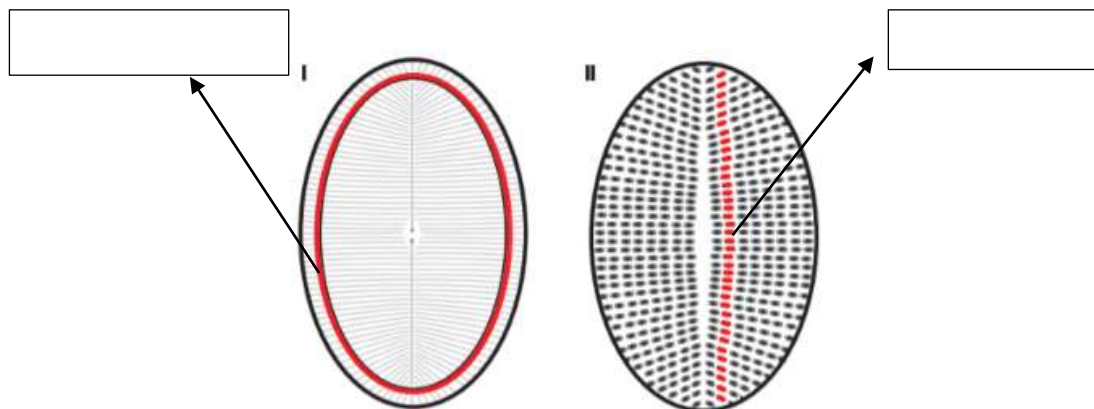
Оваа морфолошка категорија опфаќа едноклеточни, поретко колонијални форми. Валвата е линеарна до широко ланцентна. Основна карактеристика на претставниците од оваа категорија е присуството на **хетеровалвална фрустула**, односно епитеката и хипотеката се разликуваат. Добро развиена рафа се наоѓа **само на хипотеката**, додека истата на епитеката отсуствува. Претставниците од оваа морфолошка категорија се најчесто *сесилни форми* кои за подлогата се *прикрепени со хиповалвата* или пак со помош на *слузести продолжетоци* во форма на дршка.

Cocconeis Ehrenberg

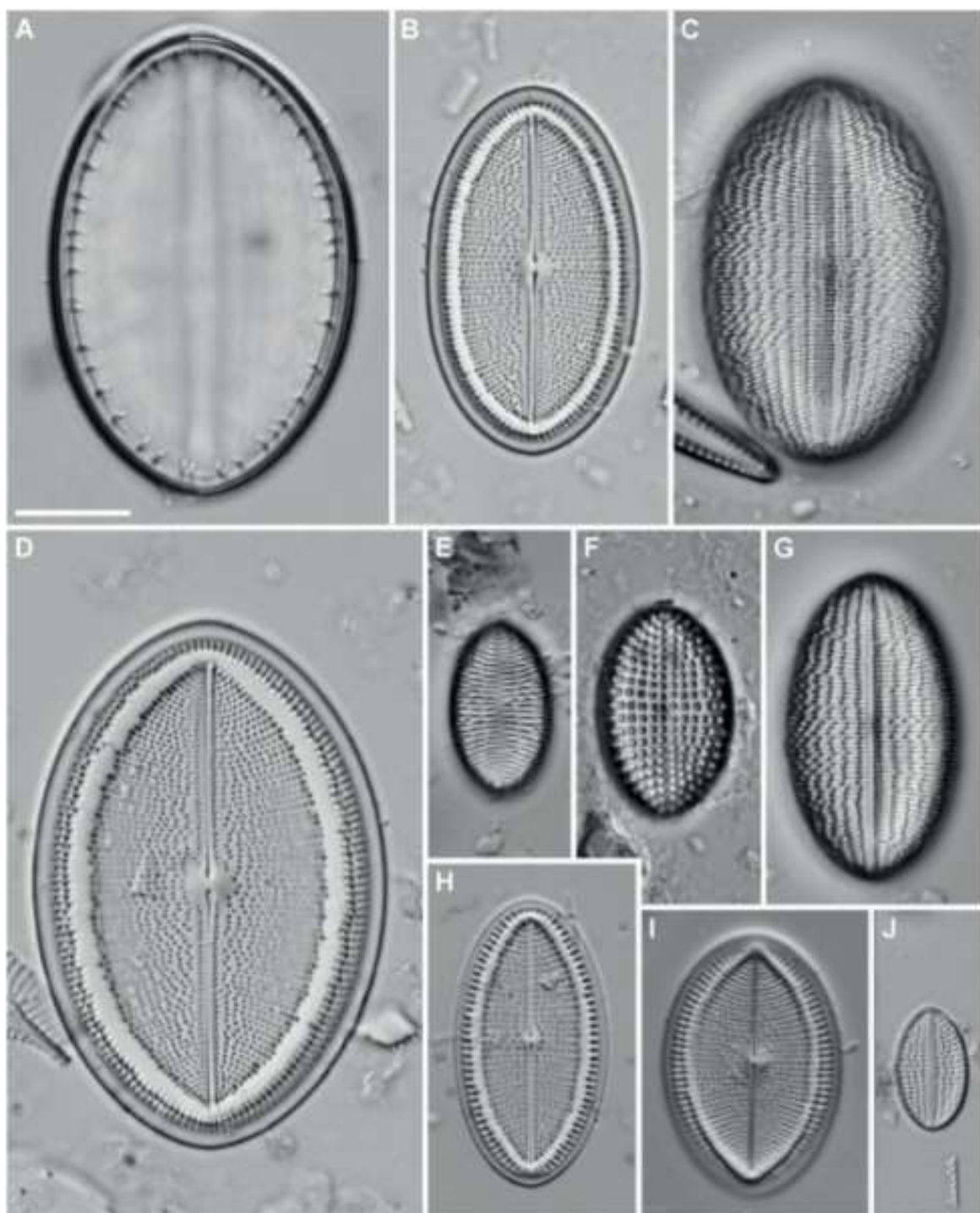
Валвата кај видовите од родот *Cocconeis* е повеќе или помалку **широко елиптична**. Фрустулата е хетеровалвална, при што хиповалвата е благо вдлабната, додека епивалвата е издигната. Рафата се наоѓа *само на хиповалвата*, во зоната на надолжната оска. Хиповалвата е *нежно пунктирана*, и на неа се забележуваат редови од *радијални стрии*, составени од **многу ситни ареоли**. На ивицата на хиповалвата може да се забележи т.н. **хијалински прстен** (ивична зона). Централното поле е мало и овално. Спротивно пак, на епивалвата отсуствува хијалинскиот прстен и на неа се забележуваат покрупни, **апикално издолжени ареоли**. На епивалвата нема рафа, но се сретнува тесно хијалинско *линеарно аксијално поле*.

Родот опфаќа околу 30 видови кои главно се сретнуваат во морските екосистеми, а видовите кои се сретнуваат во слатководните екосистеми се чести **еপিфити**. Слатководните претставници често се развиваат во голем број на површината од субмерзни васкуларни растенија или макрофитски алги, што доведува до изумирање на растението (алгата) како резултат на намалувањето на интензитетот на светлината. Затоа овие видови се сметаат како **паразити на простор**.

Досега за Македонија познати се 10 таксони (6 вида, 4 вариетети). За Охридското Езеро, познат е ендемичниот вид *Cocconeis robusta* Jurilj. Еден од најчестите видови кои се сретнуваат во слатководните екосистеми, во епифитските заедници е ***Cocconeis placentula* Ehrenberg**



Сл. 56 Шематски приказ на дијагностички карактери кај *Cocconeis*



Сл. 57 Микроскопски фотографии од *Cocconeis* sp.

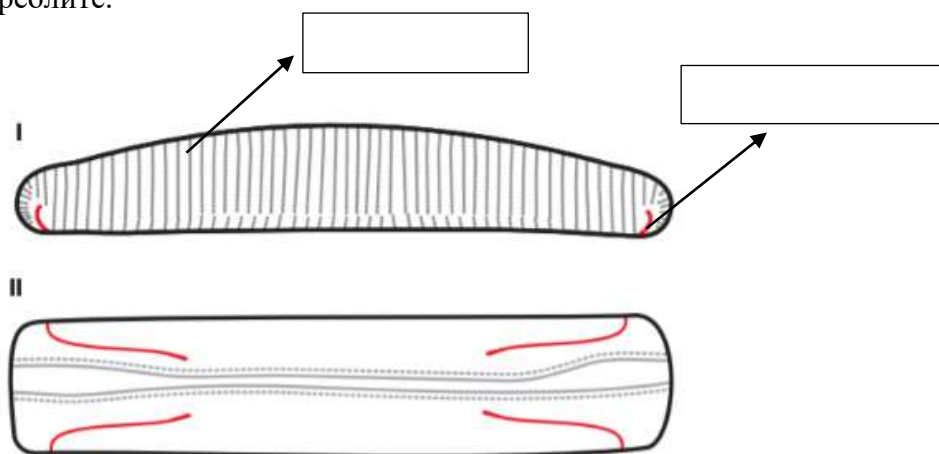
Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Cosconeis* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

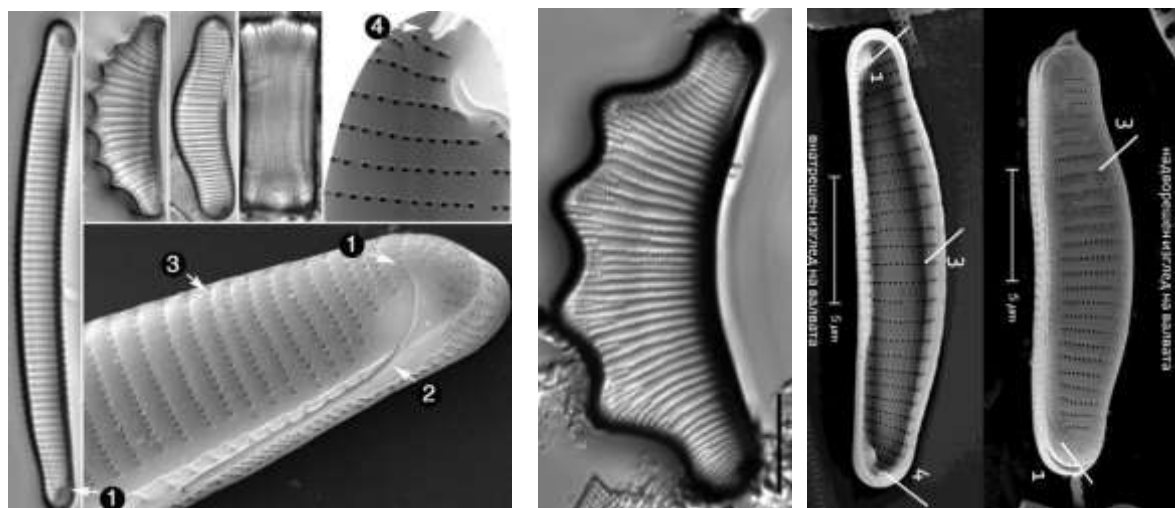
Прегледал:

Морфолошка категорија: Eunotioid

Претставниците од овој род можат да се сретнат како единечни клетки или обединети во колонии, поврзани со желатинозен матрикс, притоа формирајќи појас. Тие се распространети само во слатки води, прикрупени како епифити или мезофити во олиготрофни води. Најчесто содржат два издолжени пластиди. Обликот на валвата е лунатен (месечест) или барем краевите се заоблени т.е. секогаш се асиметрични. Скоро секогаш постои разлика меѓу лицето и манталот, тие се јасно диференцирани и ретко имаат боцки на местото каде што се спојуваат. Дорзалната маргина е конвексна, мазна или ундулирана (набраздена). Вентралната маргина е во права линија или конкавна. Стриите често се “неправилно” распоредени, одејќи од едниот до другиот крај на валвата, изградени од едноредни ареоли. Рафата од крајниот пол продолжува кон вентралниот мантал и е многу кратка. На валвата најчесто има и римопортула која се наоѓа во апикалниот дел и тоа на епивалвата на едната страна а на хиповалвата на другата во однос на напречната оска. Таа има изглед на едноставна пора па поради тоа тешко се разликува од ареолите.



Сл. 58 Шематски приказ на родот *Eunotia*



Сл. 59 Микроскопски приказ на различни видови од родот *Eunotia*

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Eunotia* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

Морфолошка категорија: Symmetrical biraphid

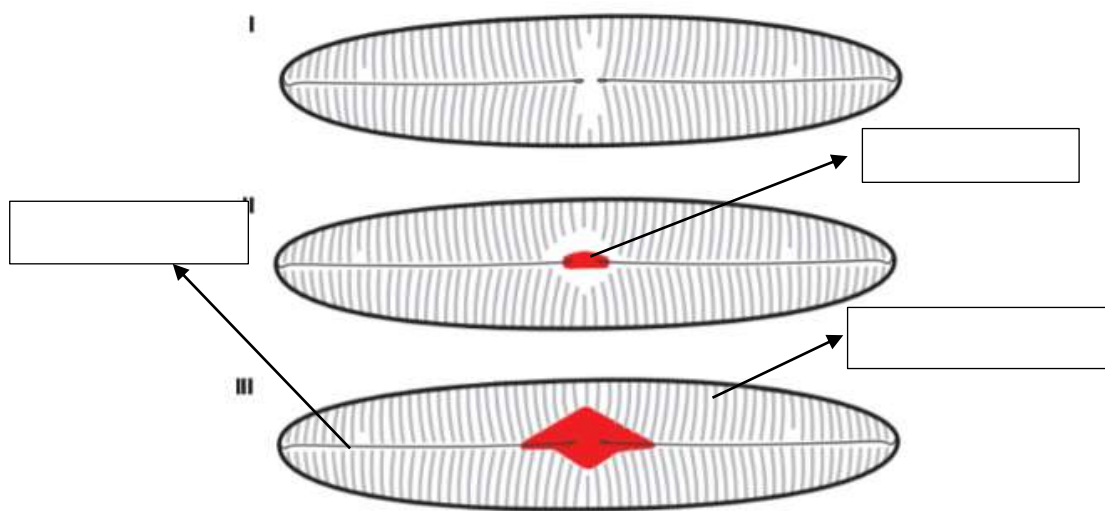
Претставниците од оваа морфолошка категорија се едноклеточни организми, кои се подвижни како резултат на постоењето на *рафа* на двете валви која е поставена **симетрично** во централниот дел на валвата, *по должината на аксијалната оска*. Валвата е линеарна или елиптична и истата е **билатерално симетрична**. Хроматофорите се најчесто два со плочеста форма.

Navicula Bory

Родот *Navicula* опфаќа голем број на видови (неколку стотици видови) со различни карактеристики на градбата на валвата. Според Round et al (1991), овој род е поделен на над 20 рода во кои се групирани видови со слични одлики. Како резултат на исклучителната бројност на овој род со видови и нивната варијабилност, родот *Navicula* претставува еден од најтешките родови за детерминација. Сепак видовите сместени во овој род имаат одредени заеднички карактеристики.

Видовите од овој род најчесто се едноклеточни форми, ретко клетките се поврзани во нестабилни лентовидни колонии. Валвата се карактеризира со мошне голема разновидност. Најчеста форма на валвата е **тесно елиптична или издолжено-ланцеолатна**, поретко (кај мал број видови) е широко елиптична. Краевите на валвата можат да бидат широко заоблени до заоблено-конусни или извлечени во капитирани краеве или пак, да завршуваат шилесто. Големината на валвата кај различни видови е различна и се движи од неколку микрометри па до 150 μm .

Во централниот дел на валвата (во зоната на аксијалното поле) се наоѓа **централно задебелен стернум**. Истиот претставува **лонгитудинално задебелен и хијалински дел по должината на аксијалната оска каде е сместена рафата**. Рафата заедно со централно задебелениот стернум се јасно видливи на светлосен микроскоп (освен кај видовите со мали димензии). **Рафата е симетрично поставена** (претставниците се **симетрични бирафиди**). Во центарот на валвата, рафата завршува и се забележува **централно поле** кое не е орнаментирано. Од рабовите на валвата кон рафата и Сл. 60. Сл.

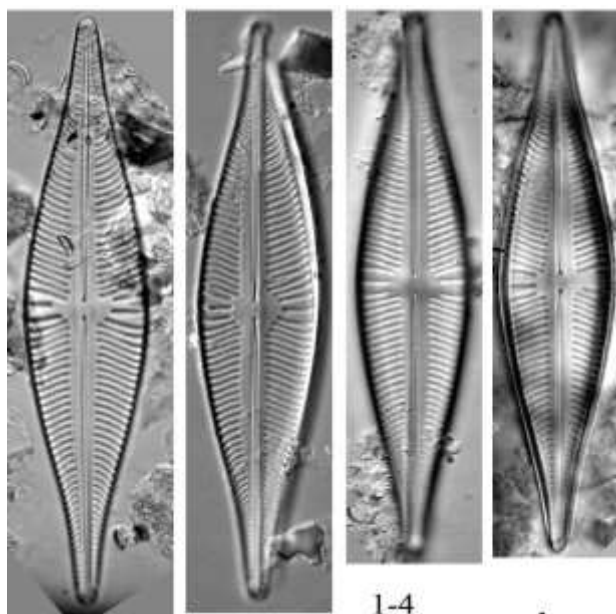


60 Шематски приказ на родот *Navicula*.

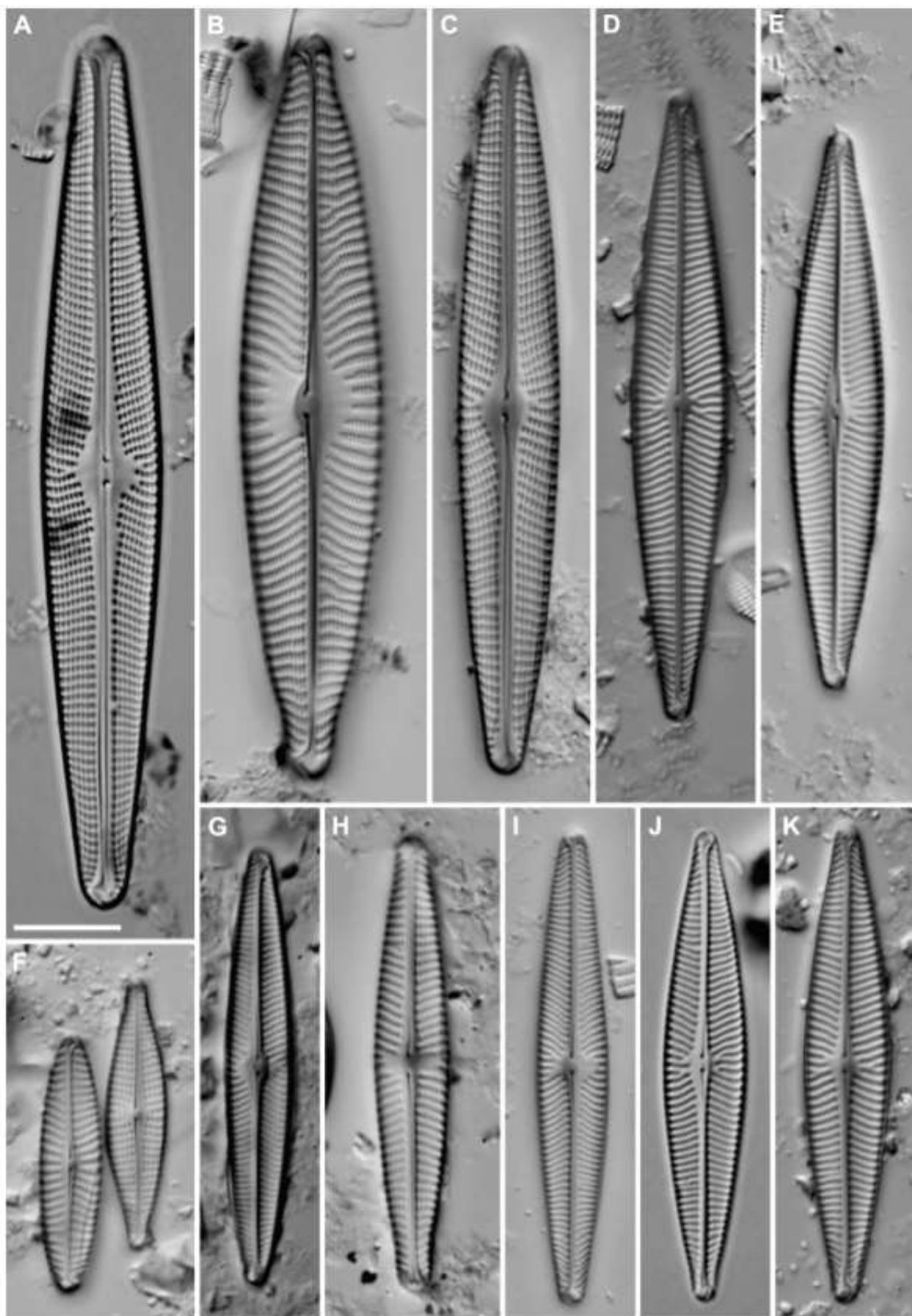
централното поле тргнуваат **стриите** (напречни линии од едно до друго поставени **ареоли**). Стриите се *јасно забележителни на светлосен микроскоп*. Ареолите кај *Navicula* се издолжени во апикална насока (**линеарни ареоли**), што претставува главен дијакритичен карактер за *Navicula sensu stricto*. Набљудувани од плеурална страна видовите од родот *Navicula* најчесто имаат форма на правоаголник.

Клетките содржат едно јадро, поставено во централниот дел на клетката. Присутни се и два плочести хроматофори кои се свртени со пошироката страна кол плеурата.

Родот *Navicula* е космополитски. Видовите населуваат најразлични станишта, како морски, така и слатководни. Сепак најчесто се јавуваат во литоралот на слатководните екосистеми како епилити, епифити, наслаги на органски седимент – мил (епипелон) и песок (епипсамон). Исто така можат да се сретнат и во планктонските заедници, но најчесто потекнуваат од други заедници и во планктонот доаѓаат како резултат на откинување од подлогата (т.н. **тихопланктон** – организми кои нашле во планктонот поради миксија на водата). За македонија се познати над 50 видови (за подеталните карактеристики на одделните родови кои се произлезени од *Navicula sensu lato* види Round et al 1991). *Navicula hasta*, таксон кој е примарно опишан од терциерните депозити на Трансилванија, се карактеризира со крупни валви кои се со **ланцеолатно извлечени краеве**. Должина на валвата е 60 – 90 μm , а ширина 15 – 19 μm . Рафата е латерална, централните пори се слабо свиткани. Аксијалното поле е средно широко, а **централното поле е напречно проширено како резултат на неправилно скратените средни стрии**. Стриите се радијални, а додека на краевите можат да бидат и паралелни до конвергентни. Јурилј (1949) како вид близок до овој таксон ја опишува *Navicula hastata*, а Lange-Bertalot (2001) во овој видов комплекс опишува уште два вида (*N. hastatula* и *N. parahasta*). Сите наведени видови се ендемични за Охридското и Преспанското Езеро



Сл. 61 Микроскопски фотографии од *Navicula hastata*



Сл. 62 Приказ на различни представници од родот *Navicula*

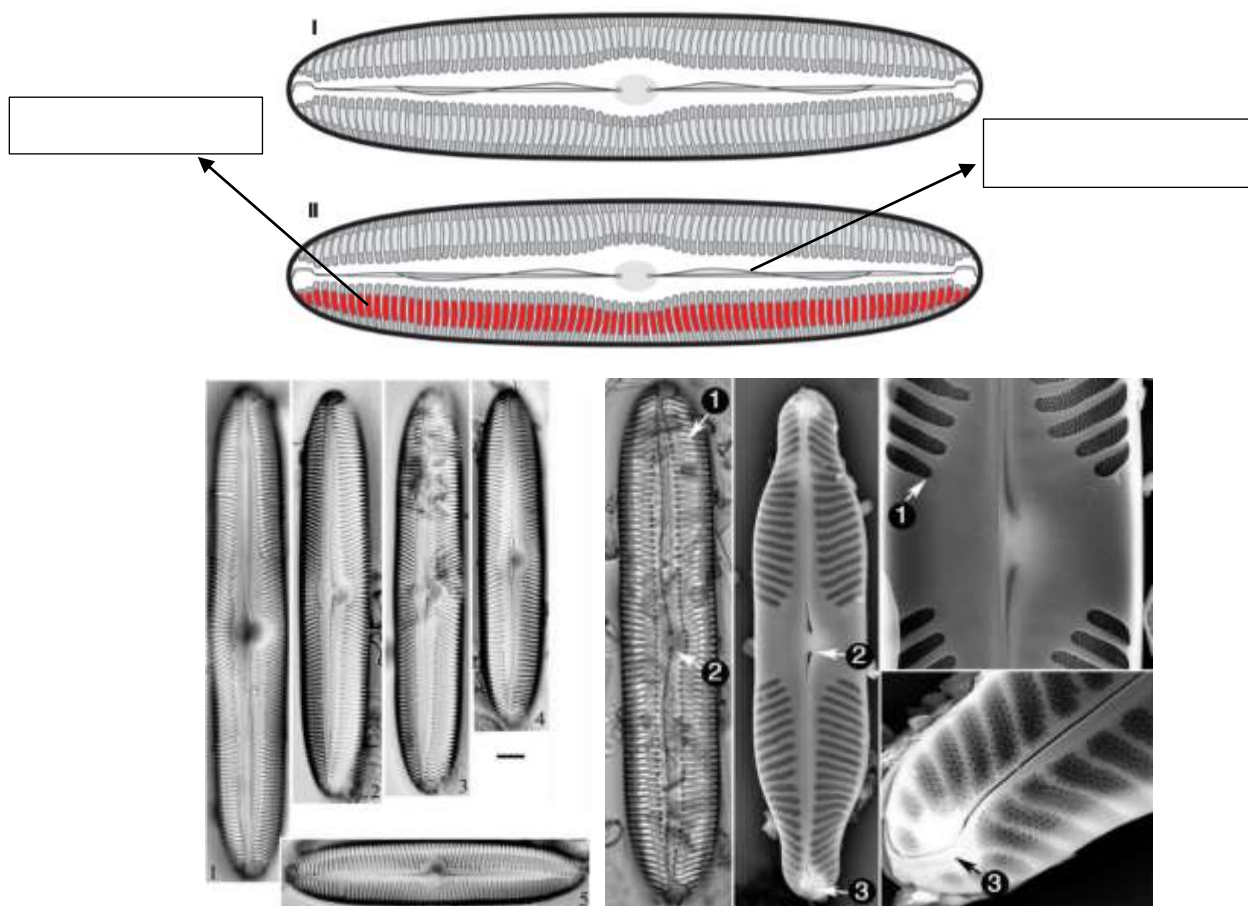
Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Navicula* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

Pinnularia Ehrenberg

Клетките се единечни, навикулоидни и многу ретко формираат лентовидни колонии. Валвите се *линеарни, елиптични*, понекогаш со ростирани или капитирани краеве, тапо до остро заоблени, и понекогаш со брановидни маргини. Валвите се симетрични во однос на аксијалната и напречната оска. Рафата е присутна на двете валви и е симетрично поставена по должината на аксијалното поле (**симетричен бирафид**). Лицето на валвата е рамно или закривено во нејзиниот релативно цврст страничен дел. Површината на валвата често е орнаментирана. Претставниците од овој род се доста хетерогени по својата морфологија и димензии. Родот опфаќа мали (10 μm) до доста крупни претставници (250 μm). Стриите се мултисериатни, изградени од неколку низови на ареоли и од внатрешната страна, стриите се одделени во **комори** (алвеоли). Обично порите на алвеолите не се видливи на светлосен микроскоп и стриите изгледаат помалку структурирани, раздвоени од внатрешните отвори на алвеолите. *Надворешните проксимални краеве на рафата се проширени*. Кај одредени видови, рафата може да биде *ундулантна*. Аксијалното поле може да биде широко или тесно, а додека **централното поле најчесто е јасно изразено (широко) и покриено со фасција** (од едната или од двете страни на валвата). Клетката содржи два долги пластида поставени по целата должина на клетката



Сл. 63 Шематски приказ и микроскопски фотографии од родот *Pinnularia*

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Pinnularia* sp. и означете ги неговите карактеристики.

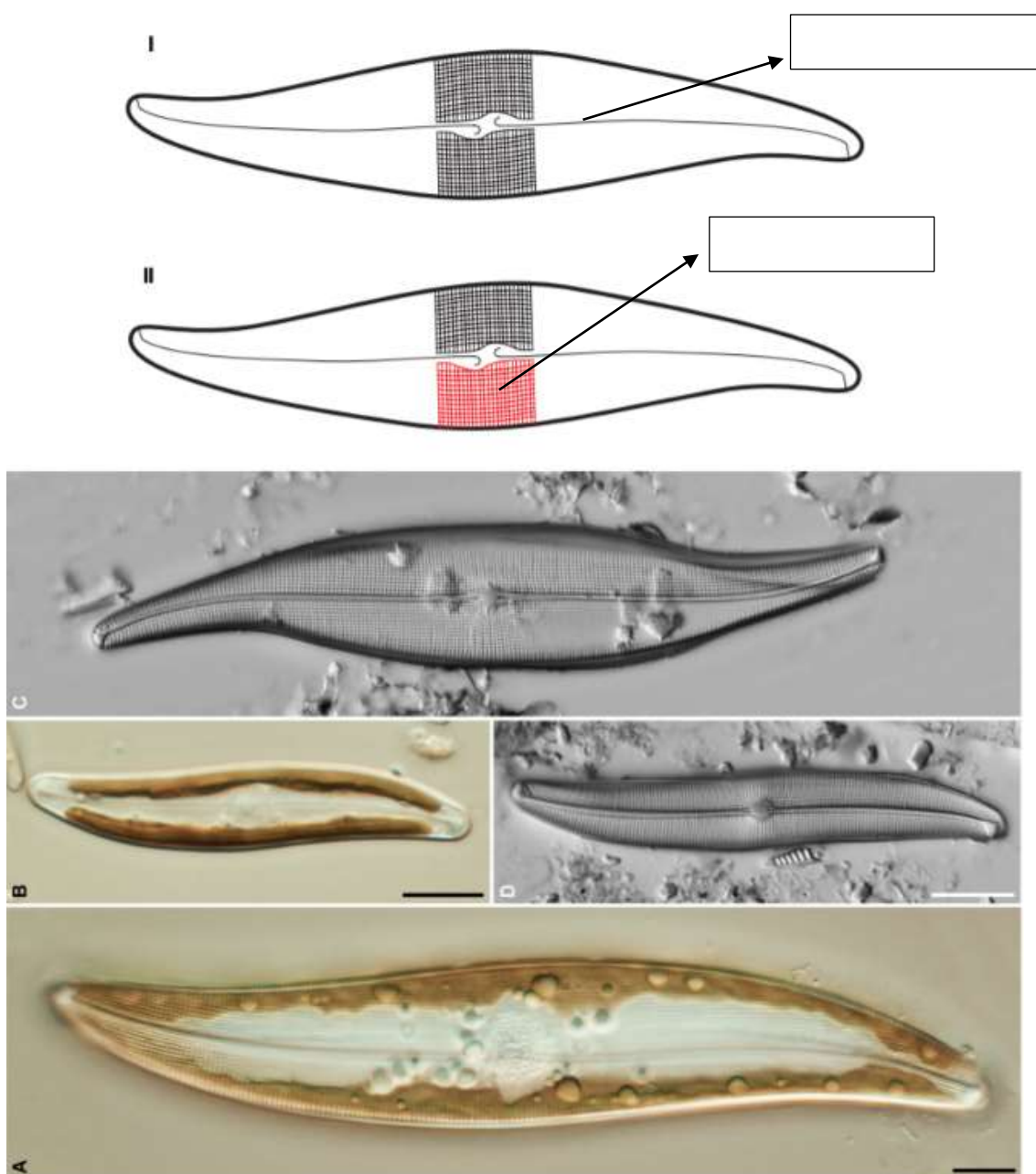
Датум:

Прегледал:

Gyrosigma Hassall

Валвите се со специфичка **сигмоидална форма**, во форма на буквата S. Рафата е исто така сигмоидална. Централните завршетоци на рафата најчесто се свиткани на спротивната страна, што овозможува билатерална симетрија на нејзината клетка (симетричен бирафид). Аксијалното поле е тесно, додека централното поле е овално до елиптично. Стриите се составени од јасно видливи ареоли кои се организирани во надолжни и напречни линии. Клетките содржат по два пластида кои се бочно поставени.

Претставниците од родот *Gyrosigma* се широко распространети во епипелонските заедници (мил и песок), како и во ендопелонот (седиментот) во езерата и акумулациите. Почесто се сретнуваат во води со умерено загадување. За Македонија се познати 5 вида.



64. Шематски приказ и микрископски фотографии од родот *Gyrosigma*

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Gyrosigma* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум: _____

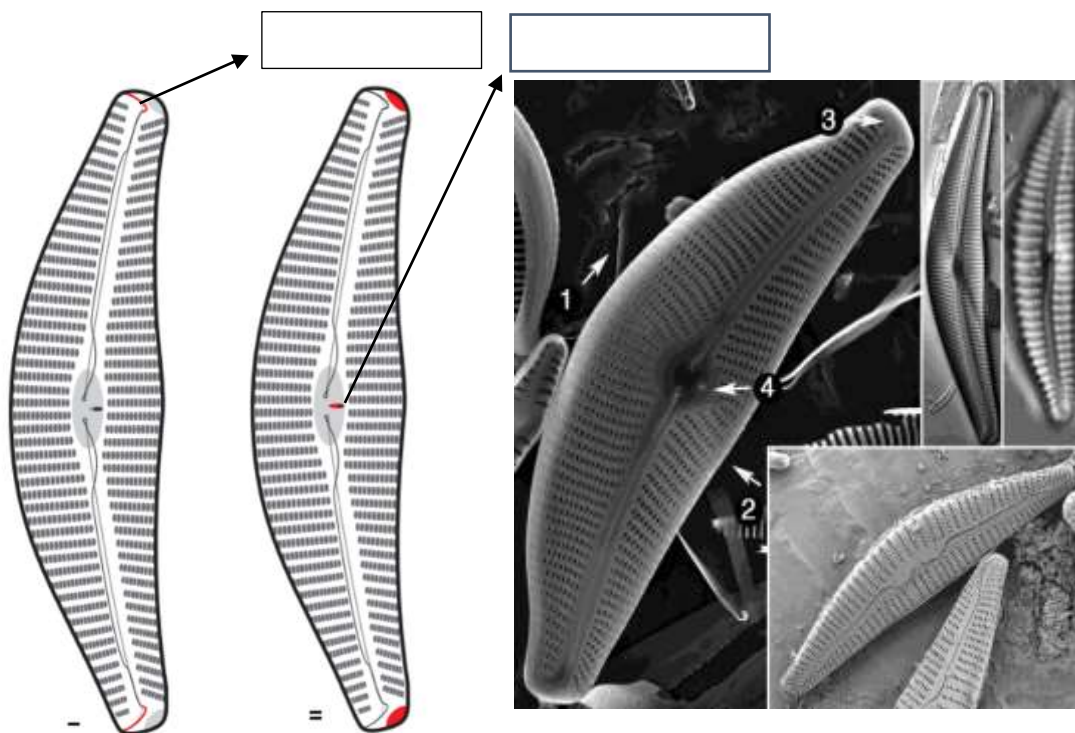
Прегледал: _____

Морфолошка категорија: Asymmetrical biraphid

Cymbella C. Agardh

Видовите од родот *Cymbella* претставуваат едноклеточни или колонијални форми. Колониите се претставени од група на клетки кои се поврзани во заедничка слузеста обвивка. Валвите кај *Cymbella* се свиткани, со повеќе или помалку **полумесечест** облик, односно се **силно дорзовентрално асиметрични** во однос на апикалната (аксијална) оска. Трансапикално валвите се симетрични (односно, поседуваат само една оска на симетрија). Оттаму, видовите од родот *Cymbella* се примери за дијатомеите од морфолошката категорија на **асиметрични бирафиди**.

На валвата се разликува дорзална (грбна) и вентрална (стомачна) страна. Рафата е исто така поставена **асиметрично** во однос на аксијалната оска, при што е поблиску поставена до вентралната страна. Рафата е јасно видлива и е често свиткана, односно истата ја прати искривеноста на дорзалната страна. **Дисталните краеве на рафата се дорзално извлечени, што претставува главен дијаκριтичен карактер за родот.** Во средишниот дел на валвата се разликува **централно поле**, чија форма и големина се значајни таксономски карактеристики. Во централното поле, од вентралната страна, се наоѓа една или неколку изолирани пори, означени како **стигми**, врз основа на кои се врши таксономската класификација на видовите од овој род. На валвата јасно се забележуваат и напречните линии (**стрии од едно до друго поставени ареоли**). Кај повеќето претставници, ареолите од стриите можат јасно да се забележат и на светлосен микроскоп, односно може да се утврди дека стриите всушност се редови од ареоли. Плеурите се главно со правоаголна форма со заоблени агли, а често се и проширени во средниот дел. Родот *Cymbella* е мошне богат со видови кои населуваат најразлични станишта. Најчесто се јавуваат како **епифити** на различни видови водни виши растенија, како и на макрофитски алги, за кои се прикрепуваат со помош на дршки од слузеста материја. Најголем број претставници се јавуваат во олиготрофни води и високо планински води (езера, реки, тресетишта) со карбонатна подлога. Само на Шар Планина се познати 40 видови, додека за Македонија се познати 49 видови.



65. Шематски приказ и микроскопски фотографии од родот *Cymbella*.

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Cymbella* sp. и означете ги неговите карактеристики.

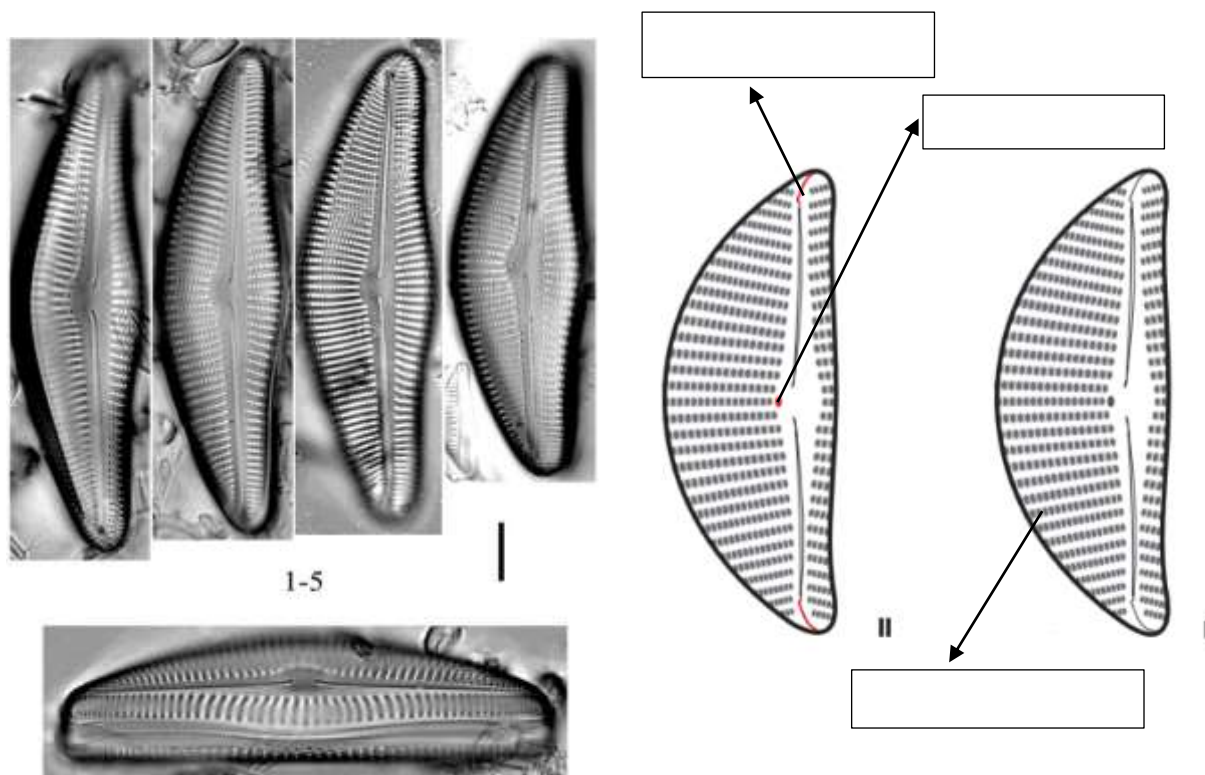
Датум:

Прегледал:

***Encyonema macedonicum* Z.Levkov, Metzeltin & S.Krstic**

Валвата е широко елиптична. Дорзалната страна е силно конвексна, а вентралната е права или проширена во средината. Должината на валвата е 45 – 79 μm , а ширината 14 – 25 μm . Рафата е од *Encyonema* тип. Дисталните краеве на рафата се јасно вентрално извиткани. Аксијалното поле кон краевите на валвата е тесно, постепено проширувајќи се кон средината на валвата. Централното поле е слабо изразено од дорзалната страна. Стилусот е присутен на дорзалната страна. Стилусите се грубо пунктирани, 7-9/10 μm , во средината поретко поставени во однос на краевите. Видот според димензиите е близок на *E. neomuelleri*, но се разликува според останатите морфометриски карактеристики на формата на валвата.

Видот доста често се сретнува како епифит на водни мовови во изворите Св. Наум и во Охридското Езеро.



66. Микроскопски и шематски приказ на родот Енсуонета

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Encyoneta* sp. и означете ги неговите карактеристики.

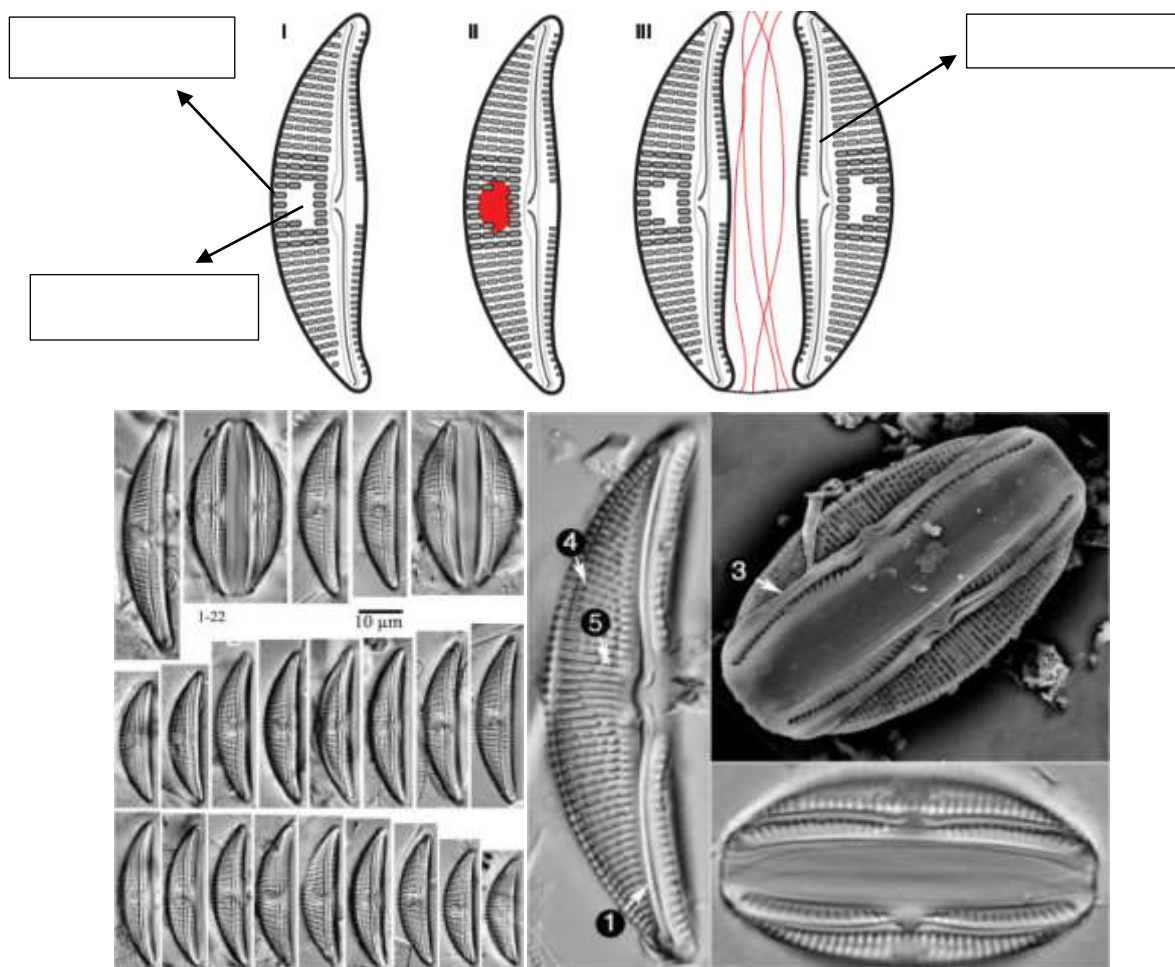
Датум:

Прегледал:

Amphora Ehrenberg ex Kützing

Претставниците од овој род се јавуваат како **единечни форми**, некои се сесилни, но најчесто се подвижни. Ова е голем морски род, но има и слатководни претставници во многу помал број. Тие се бентосни видови, кои може да бидат прикрупени за други алги, водни растенија, за камења или песок, благодарение на нивната асиметрија. Пластиди најчесто има еден или два, но некогаш и повеќе. Тие имаат различна поставеност, облик и структура.

Скоро секогаш се наоѓаат во **гирдл** и тогаш имаат елиптичен или лонгитудинален облик со трукатни краеве. **Валвите** се поставени така што и двата система на рафите доаѓаат на вентралната страна на клетата. Валвата е **асиметрична** во врвниот дел на оската поради цимбелоидната форма, а некогаш е стеснета и во централниот дел како и на половите. Лицето на валвата може да се разликува од манталот, а пак некогаш може совршено да се совпаѓаат. Вентралниот мантал секогаш е пократок од дорзалниот а некогаш е и отсутен. **Стриите** се составени од едноредни или дворедни ареоли, кои може да имаат кружна или ланцеолатна форма и најчесто се обвиткани со химен. Тие се пократки на вентралната страна и во зависност од положбата може тешко да се забележат. **Рафата** е поставена ексцентрично, лежејќи поблиску до вентралниот крај на валвата, но поради нејзиниот лаковиден облик, кај некои видови во апикалниот дел на валвата се приближува повеќе кон дорзалната страна. Централните јазли се прави или накривени кон дорзалната или вентралната страна. Гирдалот е многу важен за точна идентификација.



67. Шематски приказ и микроскопски фотографии на родот *Amphora*

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Amphora* sp. и означете ги неговите карактеристики.

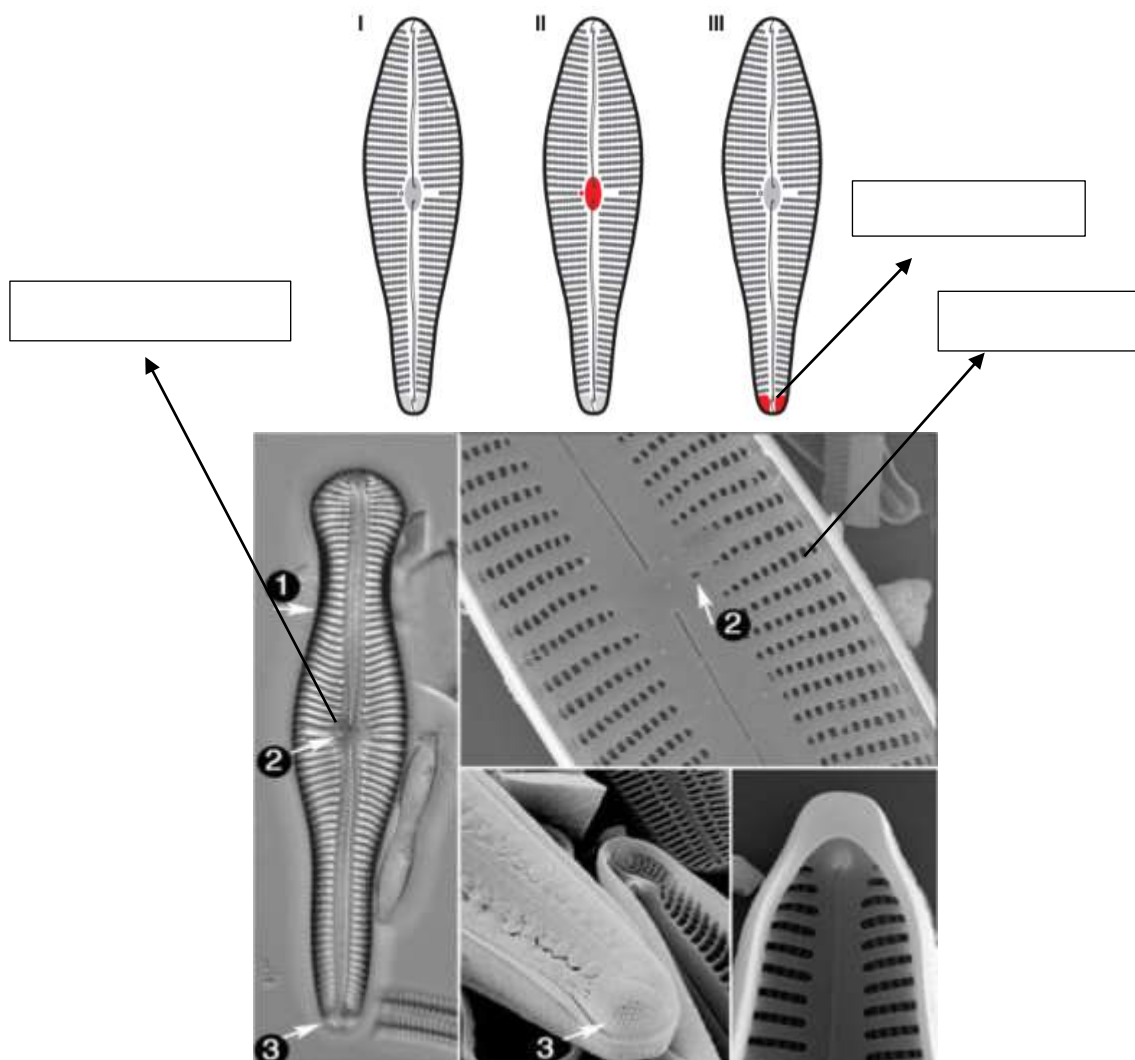
Датум:

Прегледал:

Gomphonema Ehrenberg

Валвите се линеарни или ланцеолатни и хетерополарни (со различни полови), симетрични по апикалната оска и асиметрични по однос на трансапикалната оска. Валвите имаат изглед на безбол палка. Потесниот апикален дел на валвата содржи пори (**apical porfield**) кои лачат муцин (галертна маса) која формира дршка која овозможува прицврстување за водени растенија или други површини. При размножување на клетките се формираат нови галертни дршки кои се спојуваат со старите и на тој начин формираат колонии, но постојат и таксони кои живеат поединечно. Оваа структура може да биде присутна или да отсуствува кај некои таксони. Стриите се унисериатни (поретки се претставниците со бисериатни стрии). Рафата е права и се наоѓа централно. Надворешниот дел на рафата содржи пукнатини. Проксималните завршетоци на рафата обично се проширени и прави, додека дисталните завршетоци се малку закривени. Должината на рафата од двете страни не е еднаква, во горниот дел рафата е пократка. Валвите се одликуваат со присуство или отсуство на стигма во централното поле. Гирдалот се состои од неколку слоја кои што содржат една или две линии на пори.

Овој род изобилува со видови кои ги населуваат слатководните екосистеми. Најчесто нивното присуство во чисти потоци и реки укажува на загадување од индустриски и отпадни води.



68. Шематски приказ и микроскопски фотографии на родот *Gomphonema*

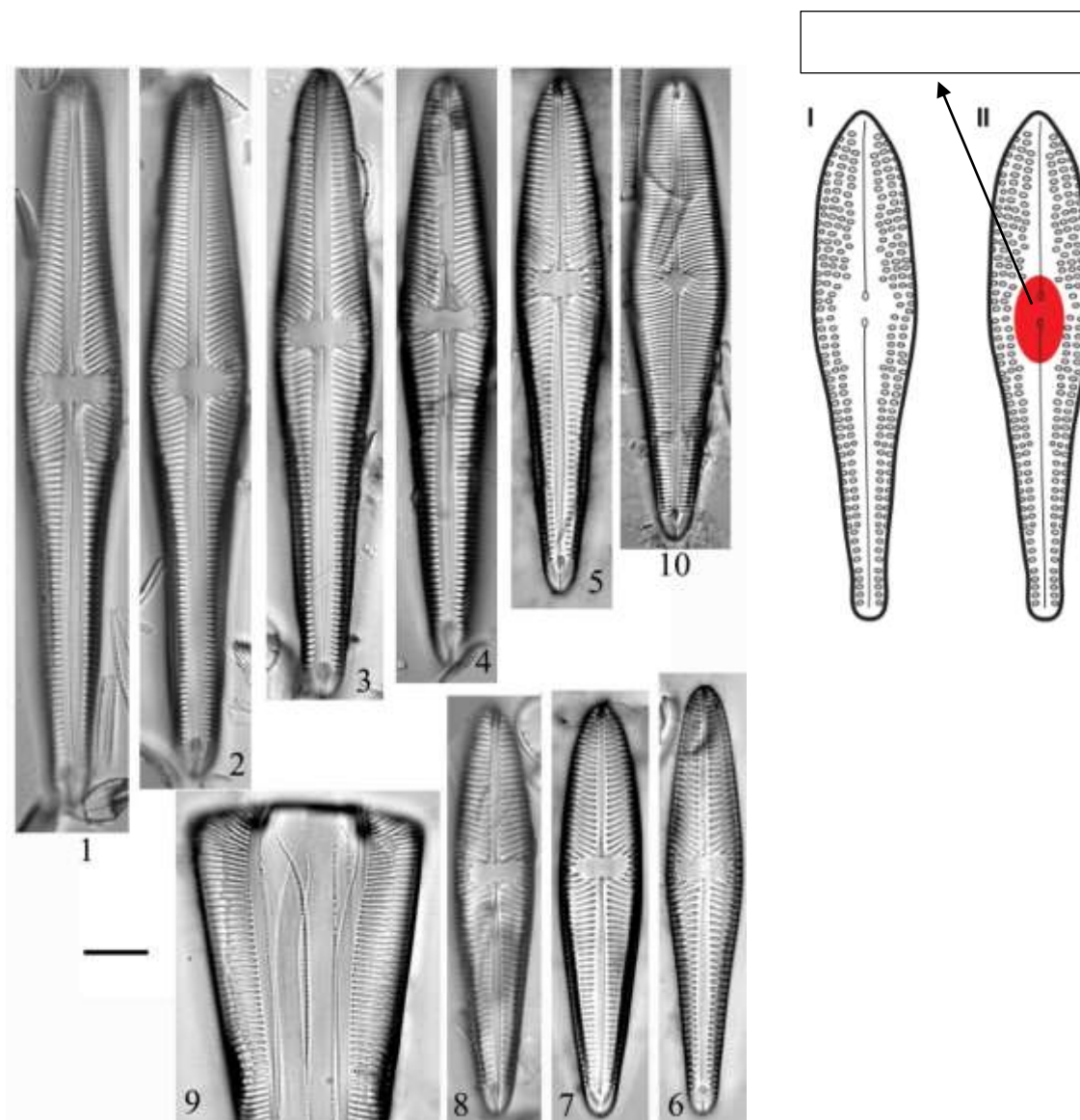
Задача: Нацртаајте го вашиот набљудуван препарат од *Gomphonema* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

Gomphoneis ohridanus (Pantocsek) Krammer

Видот е првпат утврден во фосилните депозити на Трансилванија, додека во жива состојба е првпат утврден во **Охридското Езеро**. Според Krammer & Lange-Bertalot (1986), рецентни популации се сретнуваат и во езерото Platten. Според Hustedt (1945), видот во Охридското Езеро содржи стрии од две низи на ареоли, додека пак во оригиналниот опис (Pantocsek, 1892), како и во рецентните популации на езерото Platten, видот содржи 3-5 низи на ареоли во рамките на стријата. Видот има 9-10 стрии/10 μm .



Сл. 69. Микроскопски и шематски приказ на родот *Gomphoneis*

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Gomphoneis* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум: _____

Прегледал: _____

Морфолошка категорија: Surirelloid

Кај претставниците од оваа морфолошка категорија, рафата не е поставена симетрично по должината на аксијалното поле (како кај останатите рафидни дијатомеи), односно истата се наоѓа сместена во посебен канал, **по работ на валвата**, помеѓу валвата и плеурата.

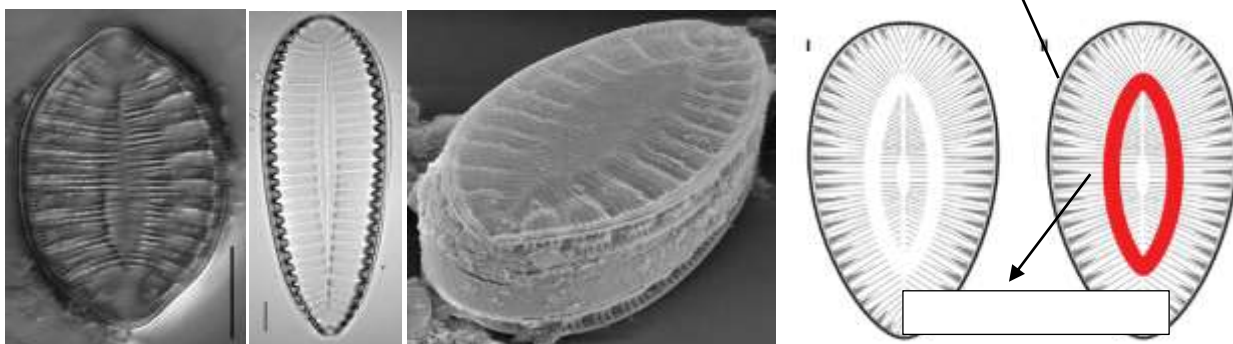
Surirella* sp. *Turpin

Родот *Surirella* е претставен со едноклеточни видови. Валвата најчесто е со ланцевидна или јајцевидна форма, симетрична во однос на аксијалната оска. Кај некои видови валвата може да биде симетрична и во однос на напречната оска и тогаш се означува како *изополарна валва*, а додека кај видовите кај кои таа не е симетрична во однос на напречната оска - како *хетерополарна*. Мошне ретко (кај *S. spiralis* Kützing) валвата може да биде и извиена во однос на надолжната оска.

Валвата се карактеризира со присуство на **брановидна структура** која може да се забележи на светлосен микроскоп. Од рабовите кон средината на валвата исто така се забележуваат и **напречни „крилести израстоци“ (гребени)**, кои претставуваат **силикатни задебелувања од надворешната страна** (истите не треба да се поистоветуваат со ребрата, кои се силикатни задебелувања од внатрешната страна). Помеѓу гребените се наоѓаат напречни линии од мошне фини пори (стрии). Стриите генерално *не се видливи на светлосен микроскоп*, а додека напречните пруги кај *Surirella* кои се гледаат на светлосен микроскоп соодветствуваат на **силикатните гребени**. Во централниот дел на валвата се забележува и **централно осовинско поле** кое настанува како резултат на тоа што гребените и стриите не доаѓаат до центарот на валвата. Каналната рафа се наоѓа **по работ на валвата**, меѓу неа и плеурата и формира скоро затворен прстен околу валвата (слика 35). Плеурата кај видовите со изополни валви е со правоаголна форма, а додека кај видовите со хетерополни таа е со трапезоидна форма.

Родот *Surirella* е мошне богат со видови. Претставниците од родот *Surirella* се јавуваат во слатководни и морски екосистеми. Видовите кои се јавуваат во слатководните екосистеми ги населуваат бентосните заедници, а некои видови се јавуваат и како епифити (во планктон може да се сретнат само како *тихопланктон* – подигнати од милта поради миксија на водата).

Сл. 70 Микроскопски и шематски приказ на родот *Surirella*



Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Surirella* и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

Подкласа Xanthophyceae

Подкласата Xanthophyceae се карактеризира со голема морфолошка разновидност на претставниците кои ги опфаќа, односно опфаќа видови кои се наоѓаат на монадна, ризоподиална, кокоидна, колонијална, трихална и сифоналана градба. Основна карактеристика на претставниците од овој тип е постоењето на **два нееднакви по градба флагелуми** кај подвижните форми или, зооспорите кај неподвижните организми.

Ризоподијалните облици кои активно се движат со помош на псеудоподии и ризоподии на својата површина имаат мошне тенок клеточен сид. Кај останатите видови се јавува диференциран клеточен сид кој е најчесто е составен од два еднакви или нееднакви делови.

Во цитоплазмата се наоѓа едно или две јадра. Хроматофорите содржат хлорофил *a* и *c*, а кај некои видови хлорофил *a* и *e*, како и каротеноиди и ксантофили.

Претставниците од овој тип најчесто се размножуваат вегетативно (делба на клетки, фрагментација на колонија или трихом) или бесполово (зооспори). Половиот начин на размножување со сигурност е утврден само кај мал број претставници (*Vaucheria*).

Класата Xanthophyceae опфаќа шест подкласи во зависност од степенот на морфолошката и анатомската структура на талусот. Во интерес на овој пректикум се две класи:

Xantotrichophyceae

Xanthosiphonophyceae

1. Подкласа *Xantotrichophyceae*

Претставниците од оваа класа се повеќеклеточни организми чиј талус е со трихална градба. Талусот може да биде составен од еден ред на клетки со иста морфологија (**хомотрихален**), од клетки кои се различни по својата морфологија (**хетеротрихален**) или пак да биде **паренхиматичен** (од повеќе испреплетни трихоми). Размножувањето се врши преку зооспори и апланоспори, а при неповолни услови формираат трајни спори - цисти.

Претставниците од оваа класа се развиваат главно во слатководни истечни екосистеми како што се чисти, брзи планински потоци и реки, но се среќаваат и во стагнантни екосистеми.

1.1 Ред *Tribonematales*

Фам. *Tribonemataceae*

Tribonema Derbès et Solie

Талусот кај претставниците од родот *Tribonema* е повеќеклеточен со трихална градба. Трихомите се прицврстени за подлогата со помош на диференцирана **клинеста клетка**.

Трихомот е составен од цилиндрични клетки кои во средина се повеќе или помалку проширени. Клеточниот сид е составен од две меѓусебно еднакви половици кои се споени во средниот дел на клетката. Во текот на делбата клеточниот сид се раздвојува токму на местото на спојувањето. Истото тоа се случува и при механичко раскинување на трихомот. На тој начин се создаваат два конци кои носат по една половина од клеточниот сид на клетката каде настанало раскунивањето. Во колку раскинувањето на крајот се случи на два краја од крајот се добиваат Н-образни структури.

Во секоја клетка се наоѓа еден или повеќе на број хорматофори кои се наоѓаат до самиот клеточен сид. Тие не содржат пиреноиди. Клетки обично се еднојадрени.

Вегетативното размножување се врши преку фрагментација на трихомот, а бесполовото размножување се одвива по пат на зооспори. Во неповолни услови формираат и апланоспори. Кај некои видови е забележена појава на т.н. циновски клетки кои се образуваат од вегетативните клетки со нараснување на протопластот. Од нив по созревањето се формираат голем број на зооспори.

Видовите од родот *Tribonema* се среќаваат во чисти, течечки води богати со карбонати



Слика: Микроскопски приказ на *Tribonema* sp.

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Triboneta sp.* и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

Подкласа Xanthosiphonophyceae

Претставниците од оваа класа имаат **сифонална** градба на талусот, кој може да биде кончест или во форма на меур. Класата опфаќа два реда, до кои во интерес на овој практикум е редот Vaucheriales.

2.1 Ред Vaucheriales

Претставниците од овој ред долго време биле поставени во рамките на типот Chlorophyta, но по анализата на пигментите, резервните материи и градбата на сперматозоидите, овие алги биле поставени во класата Xanthosiphonophyceae.

Фам. Vaucheriaceae

Vaucheria de Candolle

Талусот е кончест, неправилно разгранет, несептиран и најчесто со зелена боја. За подлогата талусот е прикремен со помош на безбојни ризоиди, кои можат да бидат разгранети или пак неразгранети.

Талусот е обвиткан со добро развиен клеточен сид составен од 90% целулоза. Појавата на инкрустација на клеточниот сид е присутна само кај видовите кои се јавуваат во водни средини богати со карбонати. Преградни сидови се јавуваат само при формирањето на органите за размножување или при повреда на талусот (под дејство на паразити или пак механичка повреда).

Видовите од родот *Vaucheria* се размножуваат бесполово и полово. Бесполовото размножување се врши преку создавање на зооспори, а половото по пат на оогамии. На иста единка се



формираат антеридиуми во кои се создаваат голем број сперматозоиди и оогониум во кој се создава една јајна клетка. Формата на органите за размножување претставува значајна таксономска карактеристика. Од добиениот зигот, кој се означува како ооспора, во поволни услови се развива нова единка.

Видовите од родот *Vaucheria* се доста распространети во водните екосистеми

(слатководни, бракични води и морски). Во слатководните екосистеми главно населуваат чисти води. Некои видови се сретнуваат и како аерофити на

влажно земјиште.

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Vaucheria* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Класа Phaeophyceae (кафеави алги)

Сите кафеави алги претставуваат **повеќеклеточни (мултицелуларни) организми**, кои главно се жители на **морските екосистеми** каде го населуваат **бентосот** (исклучок се слатководните претставници од родовите *Pleurocladia*, *Lithoderma*, *Bodanella*).

Во однос на морфолошката и анатомската сложеност на талусот, кафеавите алги се карактеризираат со голема разновидност. Талусот најчесто е со **кормоидна** морфологија (наликува на вишите растенија), а додека неговата градба е **псевдопаренхиматична**; истиот е најчесто макроскопски (најголем дел од кафеавите алги се **макрофити**, со димензии од неколку cm – до повеќе десетици m), но има претставници чии талуси се и со микроскопски димензии. Кај претставниците од кафеавите алги кои се наоѓаат на највисок степен на организација, талусот многу потсетува на вегетативните органи кај вишите растенија (се сретнуваат структури кои морфолошки наликуваат на корен, стебло и лист, означени како **ризид**, **каулоид** и **филоид**, соодветно).

Талусот кај примитивно градените претставници е изграден од **разгранет трихом** или од повеќе трихоми поставени во заедничка слузеста обвивка, додека кај претставниците со највисок степен на организација во градбата на талусот се присутни **лажни** и **вистински ткива** (се јавува **псевдопаренхим**). Кај видовите со сложена морфолошка и анатомска градба на талусот се јавуваат и клетки кои по својата функција наликуваат на високо специјализираните клетки кај васкуларните растенија, односно клетки кои вршат складирање на органски материи, механички клетки или клетки кои ги спроведуваат минералните и органските материи.

Клеточниот сид кај кафеавите алги е изграден од **мрежа од целулозни микрофибрили** кои се зацврснати со солите на **алгинска киселина** (најчесто **калциум алгинати**). Оваа мрежа го претставува структуралниот дел на клеточниот сид. Покрај тоа, во клеточниот сид се сретнува аморфна фракција изградена од **фукоидан** и **слузести алгинати**. Цитоплазмата е претставена во вид на тенок слој во близина на клеточниот сид, а централно место во клетката зазема крупна вакуола. Хроматофорите, кои кај кафеавите алги се означуваат како **феопласти**, содржат хлорофил *a* и *c* (како и кај останатите хетероконтни алги), каротени и ксантофили, особено **βкаротен** и **фукоксантин**. Тие имаат дисковидна форма и се со изразена кафеава боја, бидејќи **хлорофилот е маскиран од помошниот пигмент – фукоксантин**. Карактеристични органели за кафеавите алги претставуваат **физодите** кои содржат големи количини на **феофицејски танини**. Како и кај останатите кафеави алги, **хризоламинаринот** е основна резервна материја.

Кај кафеавите алги, не се сретнуваат вегетативни клетки кои се подвижни, односно единствените клетки кои содржат хетероконтни флагаелуми се репродуктивните.

Кафеавите алги се размножуваат вегетативно, бесполово и полово. Вегетативното размножување се одвива со фрагментација на талусот, а бесполовото преку формирање на подвижни спори – зооспори кои се хаплоидни. Само кај некои видови се јавуваат тетраспори кои настануваат во **унилокуларни (едногнездени) спорангиуми**. Од зооспорите, преку процес на нивно ртење, се развива гаметофит на кој се развиваат половите органи. Кај

попримитивните претставници од овој тип половиот процес е изогамија, а кај поголем број е хетерогамија. Само кај претставниците со највисок степен на организираност на талусот, се јавува полов процес оогамија. Изогаметите и хетерогаметите настануваат во **плурилокуларни гаметангиуми**. Оплодување секогаш се врши во надворешноста и од добиениот зигот веднаш се развива диплоиден талус на алгата.

За повеќето претставници од кафеавите алги карактеристична е „**смена на генерации**“ која може да биде *изоморфна* (спорофитот и гаметофитот имаат ист или приближно ист хабитус) или *хетероморфна* (спорофитот се разликува како морфолошки, така и анатомски од гаметофитот). При хетероморфната смена на генерации доминира спорофитот. Во рамки на типот постои јасна еволуциска тенденција за редукција на гаметофитот, при што кај претставниците на највисок степен на организација гаметофитот не претставува самостојна единка.

Кафеавите алги, со исклучок на неколку рода, ги населуваат морските екосистеми. Имаат широко географско распространување, но сепак најзастапени се во ладните води на северната и јужната хемисфера. Кафеавите алги се ограничени во однос на распространувањето, бидејќи истите **се сретнуваат прикрупени само во крајбрежниот регион**, на максимална длабочина до 6-15 m. Само неколку родови се јавуваат на длабочини до 100 m, каде можат да формираат т.н. „**подземни шуми и прашуми**“.

Класификацијата на кафеавите алги досега претрпела повеќе измени, поради тоа што различни автори користат различен пристап (различна главна карактеристика) за одредување на бројот на класите и нивната номенклатура. Во овој практикум е презентираан само еден од обидите за класификација на класата Phaeophyceae. Според неа типот се дели на три подкласи: Ectocarpophyceae, Laminariophyceae и Fucophyceae.

Подкласа Ectocarpophyceae

Подкласата Ectocarpophyceae ги опфаќа попримитивните претставници, со нежни, „лентовидни“ тенки талуси. Попримитивните претставници од Ectocarpophyceae се со трихални талуси кои најчесто се разгранети и по својот изглед најчесто се грмушести. Сепак, најголем дел од претставниците на оваа класа се со *кормоидна морфологија* кои по својата форма можат да видат плочести, лепезести или пак најчесто, во вид на *дихотомно разгранети ленти*. **Талусот кај нив е псевдопаренхиматичен** и се состои од два, три или повеќе слоја на клетки. Талусот достигнува димензии до 50 cm. Бесполово се размножуваат со помош на фрагментација на талусот или со тетраспори, а половото размножување се одвива по пат на оогамија или изогамија. Кај овие претставници смената на генерациите е изоморфна.

Padina (Linnaeus) Thivy

Талусот кај претставниците од родот *Padina* е макроскопски со кормоидна морфологија и достигнува димензии од 10 cm. На него се разликуваат *ризид* кој е релативно слабо развиен и ѝ овозможува на алгата да се прицврсти за подлогата, *каулоид* кој е исто така релативно слабо развиен и кој носи *силно развиен филоид со лепезаста форма*. Филоидот е силно калифициран, но интензитетот на калификацијата не е подеднаква во сите делови, односно



Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Padina* sp. и означете ги неговите карактеристики.

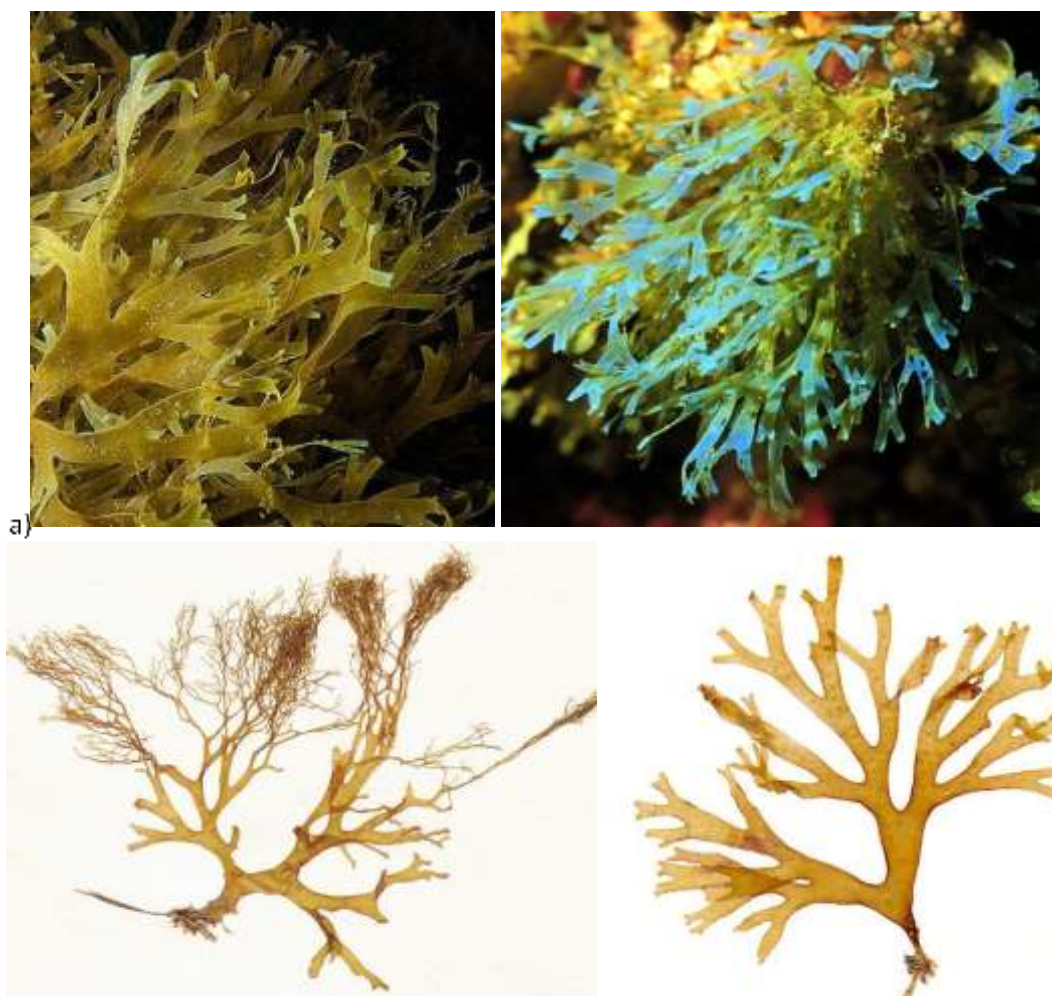
Датум:

Прегледал:

Dictyota Lamouroux

Основна карактеристика на талусот на претставниците од родот *Dictyota* е **дихотомното разгранување** што е резултат на специфични делби на врвната клетка. Талусот е нежен, во вид на **дихотомно разгранети ленти**. На филоидите **не се наоѓа средно ребро**. Кај видовите од *Dictyota* се јавува изоморфна смена на генерации. Видовите се дводомни, што доведува да во циклусот на развој кај овие видови се јавуваат три морфолошки *слични* единки: машки гаметофит, женски гаметофит и спорофит. Претставниците од овој род ги населуваат плитките, крајбрежни региони, каде со помош на ризоди се прицврстуваат за карпи и покрупни камења. **Еден од најраспространетите претставници е *Dictyota dichotoma* (Hudson) J.V.Lamouroux, како и *Dictyota linearis* (C.Agardh) Greville.**

Слика 41. Приказ на *Dictyota dichotoma* (Hudson) J.V.Lamouroux



а) Хабитуелен приказ на *Dictyota dichotoma* во природната средина

б) Приказ на хербален материјал од *Dictyota dichotoma*

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Dictyota dichotoma*. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

Dictyopteris Lamouroux

Талусот на претставниците од *Dictyopteris* е исправен или лежечки по супстратот, прицврстен за каменитата подлога со систем на разгранети, цилиндрични продолжетоци (анг. *holdfast*) од кои се протегаат огромен број на испреплетени ризоиди. Талусот најчесто е до 60 cm долг, претставен со дихотомно до латерално разгранети ленти кои имаат **јасно упадливо средно ребро (жила)**, со или без ситни жили кои излегуваат од страните.

Претставниците од родот *Dictyopteris* јасно се препознаваат во упадливата средна жила на талусот. Чест вид во Јадранското море е *Dictyopteris polypodioides* (De Candolle) Lamouroux, кој се развива во крајбрежната зона прицврстен за карпите од бентосот.



© V. González Ortiz

Dictyopteris polypodioides



Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Dictyopteris polypodioides* и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

Подкласа Laminariophyceae

За претставниците од оваа класа, карактеристично е тоа што во текот на животниот циклус се формираат два типа на талуси: микроталус и макроталус. Микроталусот е микроскопски и се состои од разгранети едноредни филаменти, кои растат преку делба на апикалната клетка. Макроталусот е *листовиден* и може да биде од неколку дециметри до неколку десетици метри. Макроталусот има *комплексна паренхиматична структура* и се карактеризира со интеркаларна делба со помош на меристодерм.

Претставниците од оваа класа е познати по нивните **циновски макроталуси**, кои претставуваат едни од најголемите организми на Планетава. Како најголем жив организам на Планетава воопшто се смета видот *Macrocystis pyrifera*, кој достигнува големина и до 150 m. За споредба, од циновските секвои кои се сметаат за најголемите дрвја, досега рекордот изнесува 94.8 m. Претставниците на оваа класа се карактеристични за поголемите длабочини на бентосот, каде градат „подземни шуми и прашуми“.

Од оваа класа, мошне значаен е редот **Laminariales**, чии претставници се познати и по називот **келпи**. Келпите растат во „подземните шуми“ (келпски шуми) во плитките океани, особено во услови на збогатени хранителни материи и температури на водата помеѓу 6 и 14 °C. За нив карактеристичен е мошне брзиот раст — пример, претставниците на родовите *Macrocystis* и *Nereocystis* можат да растат со зголемување на должината на нивниот талус *за пола метар на ден*, ултимативно достигнувајќи најчесто од 30 до 80 метри. Голем дел од претставниците на

Laminariales се јадливи, односно во овој ред припаѓаат добро познатите **јадливи кафеави „морски тревы“** (анг. seaweeds, kelps), како што *се комбу, араме, вакаме*, морските палми и сл.

***Saccharina japonica* (Areschoug) Lane, Mayes, Druehl & Saunders**

Saccharina japonica (позната по народното име **комбу**) е макроскопска алга со **миновски „листовиден“ (фолиозен, плочест) талус**. Овој вид е корерцијално важен, бидејќи мошне интензивно се одгледува во *Јапонија* и *Кореа* преку негова култивација на јажиња кои се поставуваат во морињата. Интензивно е застапен во исхраната на Источна Азија и се смета за „суперхрана“ која е мошне богата со минерални материи.





Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Saccharina japonica* и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

Подкласа *Fucophyceae*

Подкласата *Fucophyceae* ги опфаќа претставниците кои се наоѓаат на повисок степен на морфолошка и анатомска организација, чии претставници имаат крупни талуси, изградени од вистински или лажни ткива. Претставниците се карактеризираат со отсуство на бесполов начин на размножување, а половото размножување е по пат на оогамија. Органите за размножување (оогониуми и антеридиуми) се сместени во посебни вдлабнувања на талусот означени како **концептакулуми** или **скафидии**. Концептакулумите најчесто се поставени на врвните делови на талусот кои се задебелени и се означуваат како **рецептакулуми**.

Fucus Linnaeus

Претставуваат макроскопски алги (макрофити, со димензии и до 1 m) со *кормоидна морфологија* и *псевдопаренхиматична градба* на талусот. Ризоидалниот дел од талусот е *проширен*, со помош на кој алгата се прицврстува за каменитото дно. Каулоидот е краток, но развиен и јасно забележителен. На него се развива дихотомно разгранет и *сплескан филоид*. Низ средниот дел на филоидот се јавува задебелување означено како *средно ребро*. Исто така на филоидот се јавуваат и проширувања исполнети со воздух кои овозможуваат негова исправена положба (**аероцисти**). На врвните делови од филоидот се забележуваат задебелувања кои претставуваат **рецептакулуми**. На напречен пресек на рецептакулумот се забележува концептакулумите со облик на балон чиј отвор, означен како *остиолум*, е свртен кон надворешноста. Во концептакулумот се развиваат оогониумите и антеридиумите како и стерилни конци - парафизи. Оогониумите доста крупни, кафеави со топчеста форма. Во нив се формираат осум јајни клетки. Антеридиумите се поситни светли и разгранети и потешко се забележуваат. Во нив се формираат поголем број сперматозоиди (најчесто 64).

Видовите од родот *Fucus* се еднодомни или дводомни. Кога антеридиумите и оогониумите се зрели, тие се исфрлаат преку *остиолумот* на концептакулумот. Оплодувањето на јајната клетка се врши во надворешната средина и од оплодениот зигот се формира нова единка.

Видовите од родот *Fucus* се често распространети на северната хемисфера во приобалните региони (чест претставник е ***Fucus vesiculosus* Linnaeus**, кој е **доминантен вид во Северното Море, Германија**). Честопати, видовите на *Fucus vesiculosus* се исфрлаат на самиот брег од страна на плимата и осеката, по што целиот брег на северното море е познат по големите „шуми“ од *Fucus vesiculosus*. Во Јадранското Море пак, живее ендемичниот ***Fucus virsoides* J. Agardh** (т.н. „*Jadranski bračić*“). Овој вид се развива во литоралната зона, прицврстен за карпи. Талусот е со големина од 2 – 22 cm, со маслиновидно-кафеава боја. Кај овој вид **отсуствуваат големите меурести проширувања (присутни се само мали аероцисти)**. Најверојатно, *Fucus virsoides* е единствениот вид од овој род кој се развива во Јадранското Море.





Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Ficus sp.* и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

Sargassum sp.

Видовите од родот *Sargassum* се макрофитски алги со кормоиден талус. **Талусот** е силно морфолошки и анатомски диференциран и по својот изглед во голема мера личи на телото на васкуларните растенија (**псеудопаренхиматичен талус**).

Каулоидот е силно развиен и е претставен од една долг оска на која се наоѓаат крупни **филоиди** кои мошне личат на листовите присутни кај вишите растенија. Секој филоид е составен од кратка дршка на која се наоѓа проширен дел во облик на лисната ламина. По средниот дел на проширениот дел се забележува здебелување означено како **средно ребро** или „**среден нерв**“. На талусот се забележуваат и бројни **аероцисти** исполнети со воздух, кои му овозможуваат на талусот да биде поставен исправено во водата, а воедно и по откинувањето на делови од талусот истите да можат да испливаат на површината од водата.

Откинатите делови продолжуваат да растат и од нив можат да се формираат нови единки. **Концептакулумите** се развиваат на посебни грани кои започнуваат од пазувите на филоидите. Видовите од *Sargassum* се развиваат главно во топлите мориња на јужната хемисфера, но често се среќаваат и на северната хемисфера (Јадранското Море).



Слика. Приказ на *Sargassum* sp.

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Sargassum* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

Тип Dinophyta (огнени алги)

Најголем дел од претставниците на типот Dinophyta (тип Pyrrophyta според Blaženčić, 1990), односно таканаречените **симбиотски** и **огнени алги** (од грчкиот назив *pyrros* – оган) се *едноклеточни флагелатни организми*, додека само мал број претставници се колонијални или филаментозни. Дополнително, неколку еволутивни линии се јавуваат и како *високоспецијализирани хетеротрофни форми*, кои во текот на еволуцијата ја изгубиле способноста за фотосинтеза. Голем дел од претставниците на Dinophyta се способни за формирање на т.н. „**црвена плима**“ во морињата, дел од нив содржат **луциферин** и се способни за **биолуминисценција**, а додека голем дел од овие претставници се јавуваат како **ендосимбионти со коралите**.

Од морфолошки аспект, главна карактеристика за типот Dinophyta е **дорзовентралната градба** и присуството на клеточен сид во облик на **цврст дорзовентрален целулозен панцир** („**оклоп**“ или **тека**) во кој е сместена клетката. Панцирот е изграден од **споени полигонални плочки**, кои се **рамни и цврсти** и се слепуваат по ивиците (треба да се напомене дека *не сите* претставници од Dinophyta имаат целулозен панцир). Самите полигонални целулозни плочки се најчесто орнаментирани со помали плочки кои пак од своја страна се перфорирани со ситни пори, преку што настанува размена на материите со околната средина. **Формата, градбата и орнаментацијата на целулозниот панцир се специфични за секој вид.**

Целулозниот панцир кај претставниците од Dinophyta е разделен со **една или две бразди**, при што доколку се присутни две бразди, едната е напречна, а другата е надолжна; кај видовите кои имаат само една бразда таа е секогаш надолжна. Од браздите на панцирот излегуваат **флагелуми** кои вршат функција на локомоторни органели. Флагелумите се различни по должина и по функција, при што едниот служи за локомоција, додека другиот служи за насочување (ориентација) на организмот. Мал број видови огнени алги се движат амевидно, а некои воопшто не се подвижни (кокоидни).

Иако градбата на клетката кај сите претставници од огнените алги е од еукариотски тип (присутни се морфолошки диференцирани органели; централно место во клетка зазема вакоула, околу која се распоредени крупно јадро и хроматофори), сепак кај овие организми се сретнуваат бројни **примитивни** („архаични“) **цитолошки карактеристики**. Хромозомите во јадрото се **без хистони** и се постојано **силно кондензирани** и **лесно препознатливи** (дури и во текот на интерфазата). Во суштина, секој хромозом претставува единечна, силно збиена, суперспирализирана DNA молекула (слично како и кај *цијанобактериите*), која останува **постојано суперспирализирана**. Dinophyta не поседуваат само атипични хромозоми, туку поседуваат и мошне необичен тип на митоза. При клеточната делба **отсуствуваат центриоли** во делбеното вретено и во текот на метафаза **отсуствува централна рамнина** во која се распоредуваат метафазните хромозоми. За време на митозата, исто така **јадрената обвивка останува интактна**, а сноп од микротубули на делбеното вретено минуваат низ јадрото преку

цитоплазматичен канал. Овој тип на јадро се означува и како „динокарион“ или „мезокарион“, односно претставува „прастаро еукариотско јадро“.

Типичните хлоропласти кај Dinophyta содржат три мембрани, **хлорофил а и с**, каротеноиди (во најголема мера *β-каротен*) и **специфични ксантофили**, од кој најзастапен е **перидининот**, кој е карактеристичен само за претставниците од Dinophyta. Од останатите ксантофили, позначајни се **дијадиноксантино**т и **диноксантино**т. Перидининот е главен помошен пигмент кај повеќето фотосинтетски огнени алги и е тесно поврзан со хлорофилот *а* во **хлорофил-а–перидинин протеински комплекс**. Поради овие причини, хлорофилот во хлоропластите во голема мера е маскиран од помошниот пигмент **перидинин**, како и од останатите ксантофили и *β-каротенот*, па затоа телото на овие алги е обоено жолто, кафеаво или црвено.

Треба да се нагласи дека неколку претставници од Dinophyta поседуваат *нетипични хлоропласти*, кои всушност претставуваат еукариотски ендосимбионти, кои се редуцирани во поголема или помала мера. Сепак, околу половина од сите видови на Dinophyta воопшто не поседуваат хлоропласти и се облигаторно хетеротрофни.

Дополнување: хлоропласти кај огнените алги и докази за ендосимбиотската теорија

Хлоропластите кај динофлагелатите имаат различно потекло, односно настанале со секундарна или терцијална ендосимбиоза со различни еукариотски алги. Попрецизно, кај нив утврдени се три типа на хлоропласти. Првиот тип е „типичниот“ хлоропласт кој се сретнува кај најголем дел од претставниците, кој содржи 3 мембрани и перидинин како помошен пигмент (карактеристичен за *Peridinium cinctum*). Вториот тип на хлоропласти претставува редуциран хетероконтофитен ендосимбионт, што укажува дека ваквиот хлоропласт е настанат како резултат на терцијална ендосимбиоза на хетеротрофен домаќин со хетероконтна алга. Ендосимбионтот („хлоропластот“) сè уште содржи плазмалема, неколку хлоропласти во себе, митохондрии, голци апарат, па дури и јадро. Овој хлоропласт кој содржи кафеав ендосимбионт е карактеристичен за неколку видови од огнените алги, како што се *Peridinium balticum* и *Peridinium quinquecorne*.

Третиот тип на хлоропласти содржат редуцирана зелена алга како ендосимбионт. Хлоропластот кај овие претставници е обвиткан со мембрана на хранителната вакуола, а истиот содржи плазмалема на ендосимбионтот, слој на ендосимбионтската цитоплазма, хлоропласти на ендосимбионтот (кои се обвиткани со две мембрани), како и остаток од јадрото на ендосимбионтот. За нештата да бидат уште покомпликувани, кај *Noctiluca scintillans* утврдено е дека зелена алга од родот *Pedinomonas* како ендосимбионт слободно живее („плива“) во вакуолата на домаќинот. Од овие сознанија, се смета дека Dinophyta во основа се група на хетеротрофни протисти кои се здобиле со фотосинтеза во повеќе наврати во еволуцијата со инкорпорирање на различни фотосинтетски еукариотски алги. Размножувањето кај огнените алги е најчесто вегетативно, со надолжна делба на клетката. При тоа двете клетки-ќерки добиваат по една половина од целулозниот панцир, а останатата половина сами ја синтетизираат. Тие се размножуваат и бесполово со зооспори (подвижни спори) и апланоспори (неподвижни спори). При неповолни услови, доаѓа до контрахирање на протопластот и негово преминување во трајна спора (**циста**), од која во поволни услови се развива нова единка. Половото размножување настанува преку формирање на микрогамети и макрогамети и нивна фузија, со што се добива зигот.

Зиготот подлежи на мејоза (редукциона делба), со што се добиваат хаплоидни вегетативни клетки. Повеќето видови се изогамни.

1.

Класа Dinophyceae

Класата опфаќа главно едноклеточни претставници кои живеат во површинските води во морињата, слатките и бракичните води. Нивната клетка е сместена (условно кажано „заробена“) во **дводелен целулозен панцир** (означен како **тека**) кој е разделен на две половини со континуирана **напречна бразда** која минува во вид на прстен околу панцирот. Браздата го дели целулозниот панцир на **епивалва** (горнен дел – „капак“) и **хиповалва** (долен дел – „дно“). Панцирот е **дорзовентрален**, односно надолжната бразда се наоѓа само на вентралната (стомачна) страна. Од надолжната бразда излегува флагелум кој е кончест, прав и служи за движење на клетката, а додека во напречната бразда е сместен лентовиден, спирален флагелум кој обично не излегува од неа и служи за насочување на организмот (флотација во планктонот). Поради присуството на две бразди и два флагелума кои излегуваат од истите, претставниците од оваа класа исто така се познати и како **динофлагелати** (тип **Dinoflagellata** според *Интернационалниот код за зоолошка номенклатура* - ICZN).

Најголем дел од огнените алги се планктонски организми кои поседуваат различни продолжетоци со често необична форма, што им овозможува на истите полесно да се одржуваат во планктонот. Динофлагелатите се познати од поларните, тропските и водите од умерената зона, но сепак имаат тенденција најмасовно да се развиваат во топлите води. Во умерената зона тие имаат максимум во текот на доцната пролет и летото. Така на пример, по пролетниот масовен развој на дијатометите, следува развој на динофлагелати. Повеќето од видовите (**околу 90%**) се **морски претставници**. Најголем диверзитет и застапеност на динофлагелатите се забележува во крајбрежните зони на океаните и морињата каде хранителните материи се со зголемена концентрација.

При поволни услови клетките на одредни видови можат да се делат многу интензивно и да продуцираат **динофлагелатен „воден цвет“ кој има црвена боја**. Во морињата, ваквата појава е означена како **„црвена плима“** (анг. *red tide*) и е предизвикана главно од претставниците на родовите *Gymnodinium*, *Gonyaulax*, *Glenodinium*, *Dinophysis* и *Procentrum*, но исто така и од хетеротрофни видови од родот *Noctiluca*. Црвената плима се јавува во текот на касна пролет, после намалувањето на пролетниот интензивен раст на дијатомеите. Водениот цвет од некои динофлагелати е токсичен за многу животни, што доведува да црвената плима е скоро секогаш пропратена со масовно изумирање на морските организми. Црвената плима може да предизвика и труење кај човекот доколку се консумираат мекотели (најчесто школки) кои акумулирале високи концентрации од нивните токсини - **сакситоксини** (анг. **Paralytic shellfish poisoning**). ***Alexandrium tamarense*** е еден од најчестите продуценти на силни токсини во планктонот на морето.

Во текот на денот, масовниот развој на огнените алги се забележува по нивната црвена боја, додека во текот на ноќта тие се забележуваат по нивното светкање (**биолуминисценција**). Одредени претставници од огнените алги се способни за биолуминисценција (поседуваат ензимски комплекс **луциферин/луцифераза**) од каде доаѓа и нивното име. Исто така, треба да се спомене дека одредени претставници од огнените алги (како *Symbiodinium*) стапуваат во ендосимбиоза со коралите, каде се познати под името **зооксанти**.

Претставници кои не содржат тека (целулозен панцир)

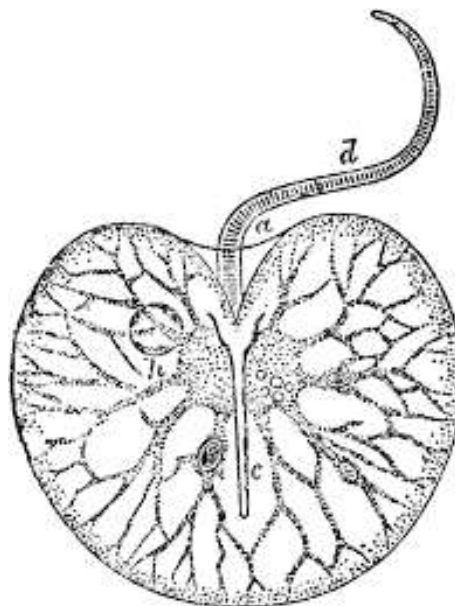
Noctiluca scintillans (Macartney) Kofoid & Swezy

Клетките на *Noctiluca scintillans* се топчести, со форма на крупен балон (ang. *balloonshaped*), силно пловни и *мошне големи* (дијаметар од 200-1200 μm). Тие поседуваат крупни вакуоли. Како и кај останатите претставници од овој ред, клетките се голи, односно отсуствува целулозниот панцир. Целосно развиените клетки *немаат напречна бразда* и клетката *не е диференцирана на горна и долна половина*. **Надолжната бразда има форма на голема орална празнина (перистома)**. На дното на празнината се наоѓа **цитостома** („уста“). Од надолжната празнина излегува кус флагелум кои првенствено има улога во контрола на флотацијата. Во непосредна близина на цитостомата, излегува **долго „пипало“** кое е карактеристично за овој претставник; неговата улога е да помага на фаќањето на храна. *Noctiluca scintillans* не поседува хлоропласти иако некои видови имаат **зелени ендосимбионтски алги кои слободно пливаат во нивната вакуола**. Цитоплазмата е претежно безбојна, со исклучок на присуството на минијатурни каротеноидни глобули околу периферијата на клетката. Изогамијата се одвива помеѓу гамети кои значително се разликуваат во однос на вегетативните клетки.

Сл. 1 Приказ на биолуминисценција предизвикана од *Noctiluca scintillans*



Видот е широко распространет во крајбрежните води на северниот Европски брег каде предизвикува фасцинантна **биолуминисценција**.



Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Noctluca scintilans* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

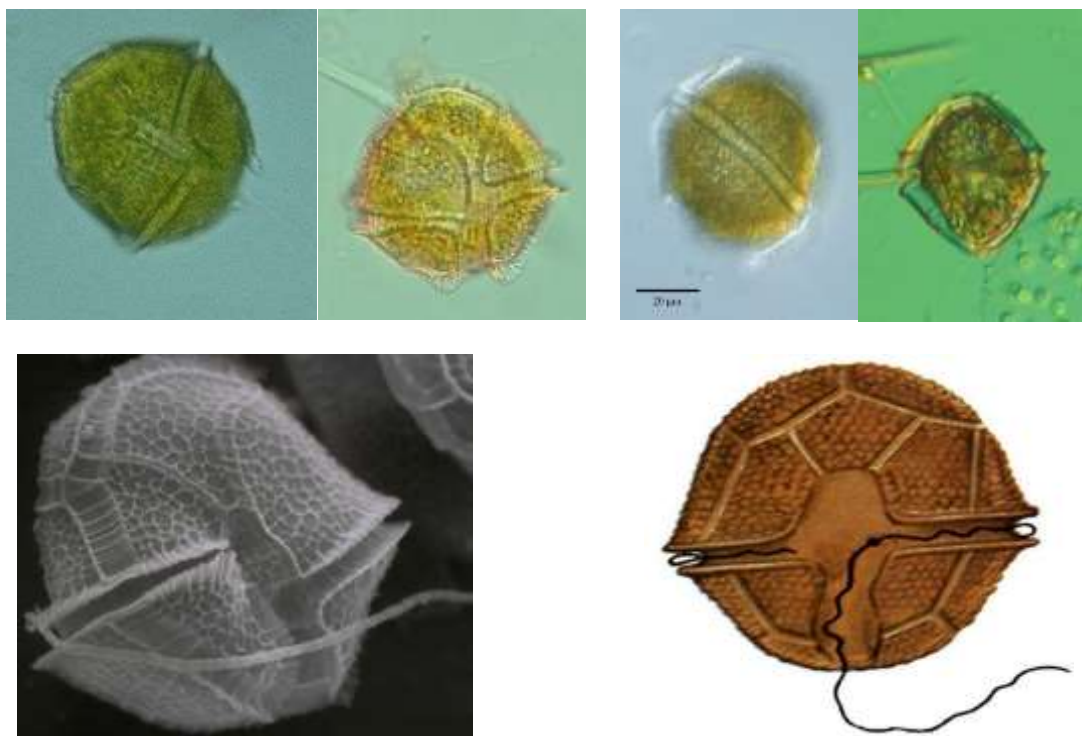
Претставници со добро развиен, цврст целулозен панцир (тека)

Peridinium Ehrenberg

Обликот на клетката на видовите од *Peridinium* е повеќе или помалку *овален* (од каде потекнува и неговото име: *peridineo* - да се врти околу). Клетката е обвиткана со цврст целулозен панцир составен од релативно крупни полигонални целулозни плочки чиј распоред е карактеристичен за секој вид (слика 18). Панцирот е поделен со две бразди - напречна и надолжна, при што напречната бразда го дели телото на горен (епивалва) и долен (хиповалва) дел. Надолжната бразда се наоѓа на вентралната (стомачна) страна.

Видовите од родот *Peridinium* се **планктонски** и ги населуваат слатководните и морските екосистеми. Во Орхидското Езеро најчест вид е *Peridinium cunningtonii* Lemmermann.

Сл. 4 Приказ на *Peridinium* sp.



Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Peridinium* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

Ceratium Schrank

Видовите од родот *Ceratium* се главно едноклеточни, а ретко се групираат во нестабилни колонии. Клетките се релативно големи, а главен дијакритичен карактер за родот е присуството на неколку долги израстоци на панцирот (рогови), по што родот го добил и своето име (лат. *cerātium* – рог). Бројот и топологијата на роговите е карактеристичен за секој вид.

Иако претставниците на родот *Ceratium* се мошне поголеми од претставниците на родот *Peridinium*, сепак, со исклучок на долгите рогови на панцирот, градбата на панцирот е слична како и кај родот *Peridinium*, односно истиот е исто така составен од полигонални плочки кои се орнаментирани (слика 19) и на него се јавуваат надолжна бразда (флагеларен сулкус, во кој е сместен флагелумот за движење) и, напречна бразда во вид на континуиран појас која го дели телото на епивалва и хиповалва и го содржи флагелумот за насочување. Епивалвата продолжува во еден долг апикален рог (изграден од долги апикални плочки), а додека хиповалвата поседува еден до три покуси рога, во зависност од видот (приказ на дијакритичните карактери на слика 20).

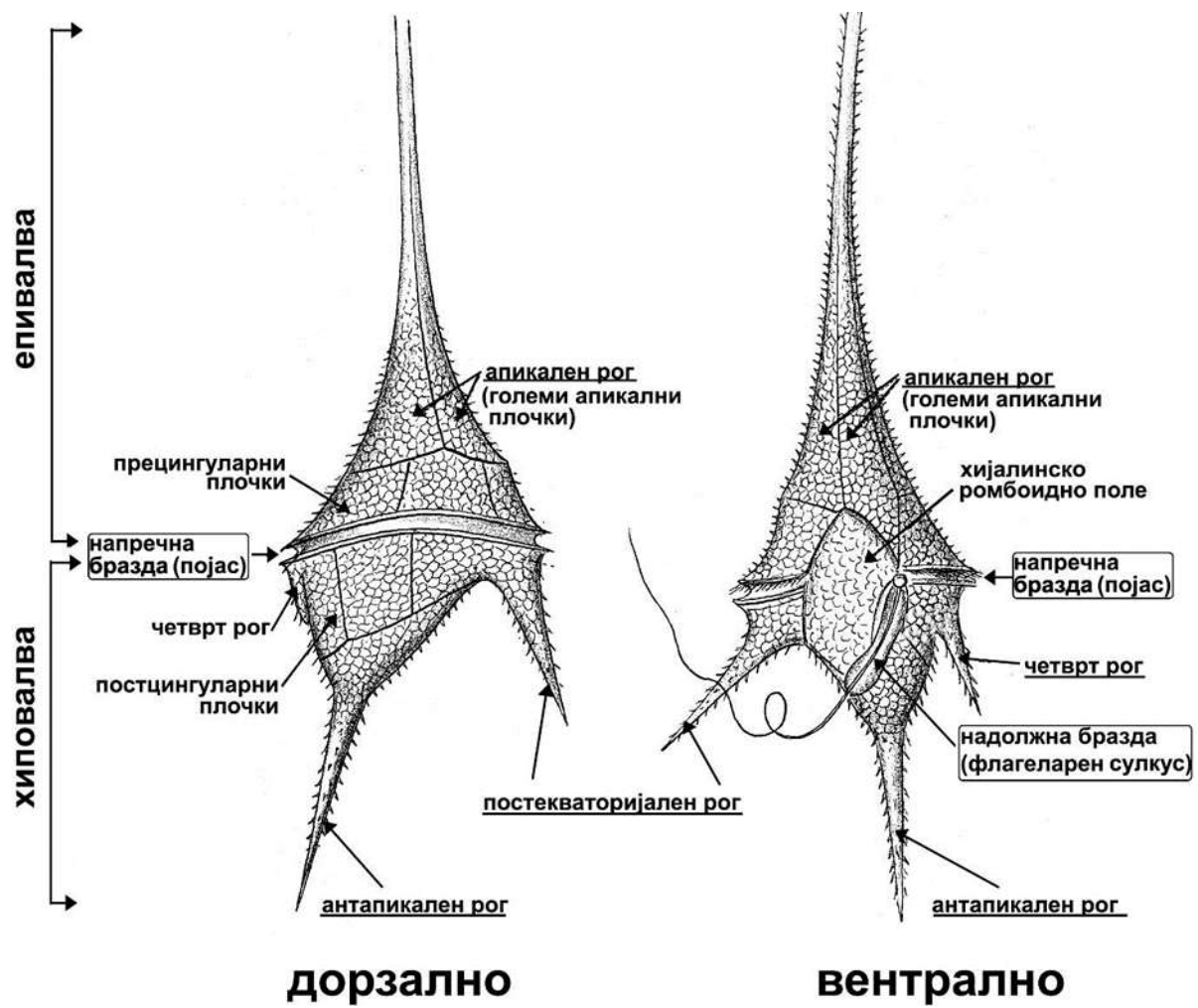
Типичен слатководен претставник од овој род е *Ceratium hirundinella* кој поседува два до три рога на хиповалвата и релативно често се сретнува во планктонот на стагнантните слатководни екосистеми кои се збогатени со хранителни материи. Поради присуството на најчесто 3 рога на хиповалвата, панцирот наликува на ластовичка во лет, по што и овој вид го добил своето име (лат. *Hirundo* – ластовичка). Според Moustaka-Gouni et al (1997), во Дојранското Езеро во текот на месец август 1996 се појави воден цвет од *Ceratium monoceras* Moustaka-Gouni.

ВАЖНО

При еутрофни и хипер-еутрофни услови во водните екосистеми, слатководните видови од родот *Ceratium* се способни масивно да се умножат, притоа доведувајќи до формирање на динофлагелатен воден цвет. Водниот цвет од *Ceratium* има црвена боја и доведува до поцрвенување на водните екосистеми. Оттаму, појавата на ненадејно „поцрвенување“ на еутрофните езера во нашата земја, честопати е резултат на воден цвет од *Ceratium*.

Пример за ова е случајот со Дојранското Езеро. Во периодот од август 1996, Дојранското Езеро ненадејно поцрвене. По извршените анализи, беше утврдено дека како резултат на хипереутрофните услови, настанало масовната пролиферација и развој на воден цвет од видовите *Ceratium* sp. и *C. hirundinella*. Притоа, детектираниот *Ceratium* sp. кој поседувал само еден израсток беше опишан како нов вид - *Ceratium monoceras*, за првпат детектиран токму во нашето Дојранско Езеро.

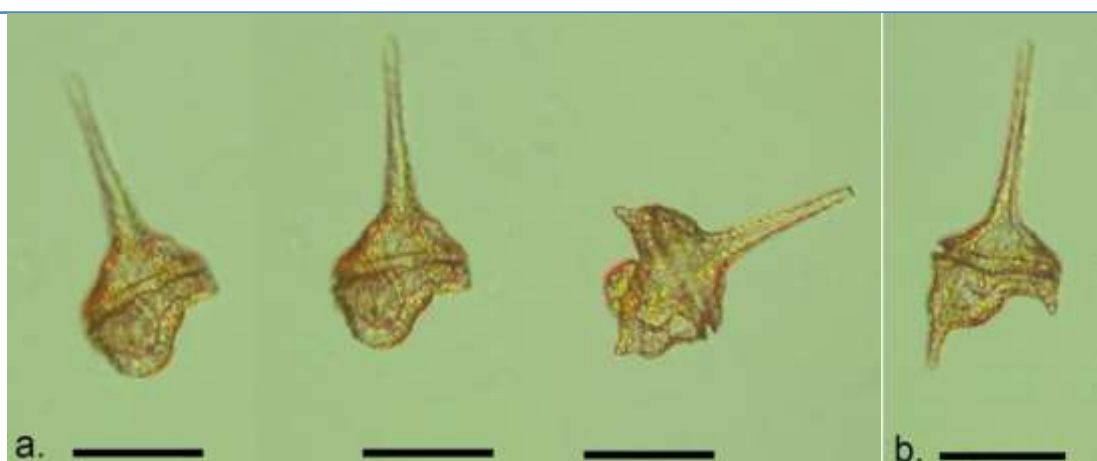
Сл. 5 Шематски приказ на *Ceratium hirundinella*



Сл.6 Микроскопски приказ на *Ceratium hirundinella*



Сл. 7 Микроскопски приказ од *Ceratium hirundinella* од Дебарско Езеро 2017



Сл. 8 Микроскопски приказ од *Ceratium monoceras* од Дојранско Езеро 1996

Морски претставници од родот *Ceratium* Schrank

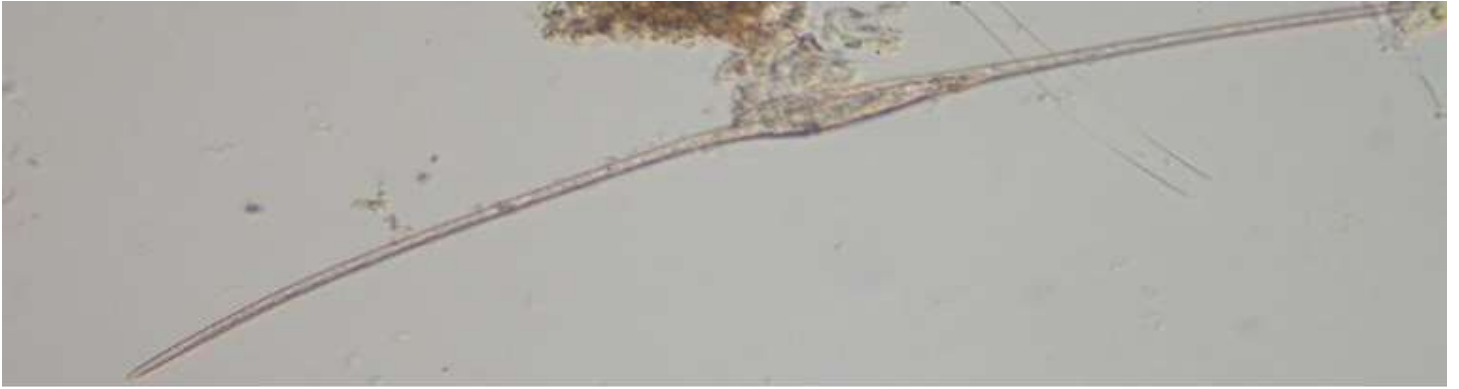
Најголемо видово богатство на родот *Ceratium* се сретнува во морскиот планктон. Набљудувајте материјал од морски планктон и, идентификувајте ги следниве претставници



Ceratium tripos (O.F.Müller) Nitzsch

Ceratium contortum (Gourret) Cleve





Ceratium longirostrum Gourret



Ceratium pentagonum Gourret



Ceratium furca (Ehrenberg) Claparède & Lachmann

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Ceratium* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

Тип Euglenophyta

Типот Euglenophyta опфаќа едноклеточни, подвижни организми кои се со **монадна градба**. Активно се движат со помош на еден или два флагелуми. Претставниците од овој тип се карактеризираат со тоа што немаат клеточен сид, туку на површината на клетката се наоѓа обвивка означена како **пеликула**. Кај некои видови, пеликулата е еластична, што овозможува промена на формата на телото, додека кај останатите видови таа е цврста и често инкрустирана со неоргански соли. Пеликулата се наоѓа под клеточниот сид и е изградена од протеински ленти кои се протегаат *спирално* или *лонгитудинално* по должината на организмот.

Телото на алгата, најчесто е со зелена боја како резултат на доминацијата на пигментите од групата на хлорофили (**хлорофил а и b**), но се среќаваат и видови со црвена боја како и безбојни. Од останатите пигменти се среќаваат каротени (α , β или ϵ каротени) и неколку ксантофили. Во рамки на овој тип се сретнуваат и видови кои немаат пигменти и се исхрануваат **холозојски** (на анимален начин), а некои видови се и паразити. Дел од видовите се карактеризираат со **миксотрофија**, односно автотрофни организми кои имаат способност за сапрофитски начин на исхрана.

Во цитоплазмата е присутно едно овално или издолжено јадро. Митозата кај овие претставници се карактеризира со низа примитивни својства (отсуство на делбено вретено, не се врши дезинтеграција на јадрена мембрана и сл.). Во предниот дел од телото кај некои видови се среќава и очно петно - **стигма** која е составена од повеќе телца со портокалова боја која потекнува од пигментите каротен и астаксантин. Стилмата е осетлива на светлинско надразнување и заедно со **парабазалното тело** (кое исто така е фоторецептор) го регулира движењето на клетката, така што хлоропластот секогаш е под одреден агол. Како резервна материја претставниците од типот Euglenophyta се јавува **парамилон**, кој по својата структура е сличен на скробот кај васкуларните растенија.

Претставниците од овој тип се размножуваат вегетативно со надолжна делба на клетката. Во неповолни услови одредени видови на еуглени создаваат спори.

Видовите од овој тип се широко распространети. Тие се типични претставници на мали стагнантни, топли води збогатени со органски материи. Типот Euglenophyta опфаќа само една класа Euglenophyceae.

Euglena Ehrenberg

Претставниците од овој род се едноклеточни, *подвижни* алги. Клетките се вретеновидни и во одредена мера асиметрични и повеќе или помалку *спирално извиткани*. На површината на клетката се наоѓа **пеликула** кој најчесто е еластична. Пеликулата во суштина претставува **плазмалема која е силно асоцирана со протеински ленти** (анг. *strips*) од цитоскелетни кортексни протеини (кои се наоѓаат под неа), заедно со микротубулите од клеточниот кортекс.

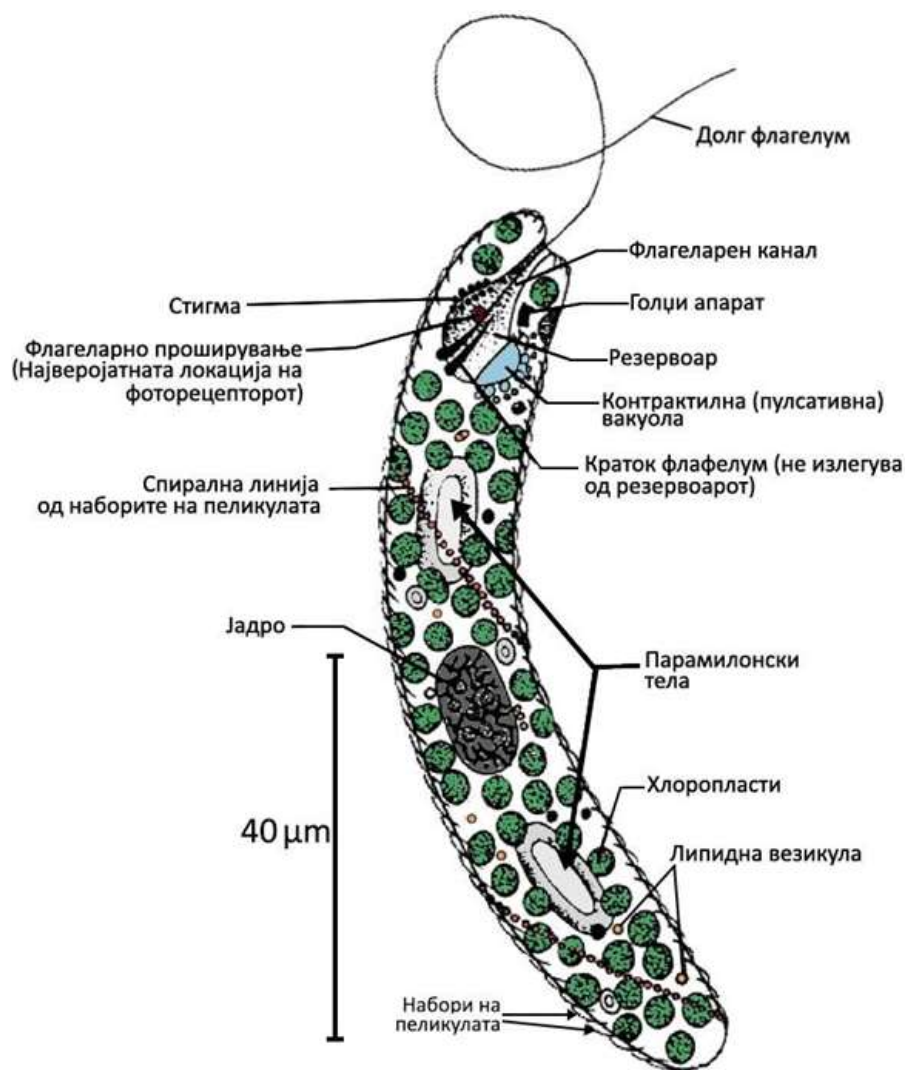
Односно, кај еуглените, клеточниот кортекс е „здилен“, „нафалтан“ и **специфично просторно организиран во испакнати протеински ленти** (долги и тесни компактни сегменти) кои „како керамида“ специфично се подредени еден до друг. Распоредот и структурата на ваквите испакнати протеински ленти на пеликулата е од исклучителна важност за нивната таксономија, за што се прават анализи на SEM. (слика 52, б).

На предниот дел од телото се наоѓа долг флагелум кој во внатрешноста на клетката завршува со **базално тело**. Меѓутоа кај еуглените се јавуваат две базални тела што укажува дека во минатото овие видови имале два флагеума, при што едниот целосно или делумно се редуцирал.

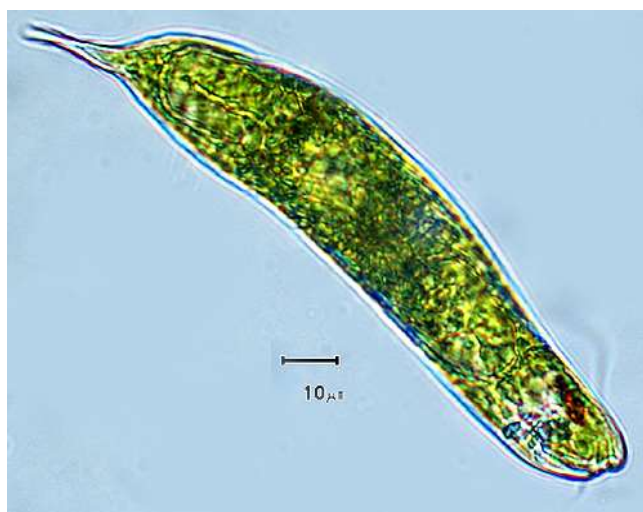
Во предниот дел од телото може да се забележи и крупна вакуола која настанува со спојување на две или повеќе *пулсативни вакуоли*. Низ т.н. **левкаст канал** кој е поставен субапикално (на предниот дел од телото во близина на флагелумот) се исфрла вишокот на внесена течност, но воедно низ него е возможно внесување на органски честички од надворешната страна (холозојски начин на исхрана). Во близина на вакуолата се наоѓа и **стигмата** (фоторецетор) за насочување на клетката од темни во осветлени региони. Во клетката се среќава едно јадро сместено во централниот дел. Исто така во клетката можат да се забележат и гранули од **парамилон**.

Размножувањето кај претставниците од родот *Euglena* се врши по пат на надолжна делба на клетката. Во неповолни услови клетките поминуваат во дебелосидни, топчести цисти.

Видовите од овој род се широко распространети во слатководни, стагнантни води збогатени со органски материи (бари, забарени делови од реки... исклучок е *Euglena sanguinea* Ehrenberg која живее на снег и мраз), како и во води богати со железни и азотни солзи. Максимален развиток достигнуваат во топлите периоди во годината. За Македонија се познати 10 таксони (8 вида, еден вариетет и една форма).



Сл. 1 Шематски приказ од *Euglena* sp.



Сл. 2 Микрокопски приказ од *Euglena* sp.

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Euglena* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

Phacus Dujardin

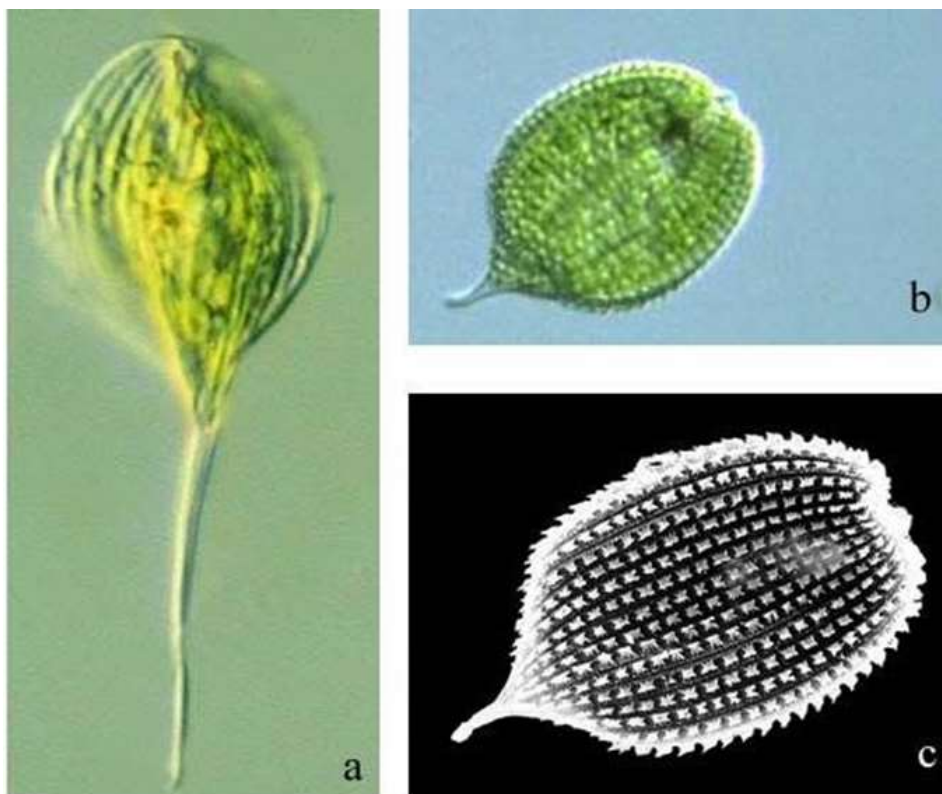
Видовите се едноклеточни подвижни алги чие тело е сплескано и асиметрично. Обликот на телото е постојан поради присуството на **цврста пеликула**, на која често се забележуваат **протеински ленти на пеликулата кои се протегаат надолжно (лонгитудинално)** (слика 54, в).

На предниот дел од телото се јавува еден флагелум кој кај различни видови е со различна големина. Задниот дел од телото може да биде заоблен или пак, почесто, **да има продолжетоци со различна должина во форма на тенок, прав или извиткан конус**.

Внатрешната градба на клетките од *Phacus* е слична со еуглените. Клетките се еднојадрени, хлоропластите се повеќе на број со лековидна или плочеста форма, а како резервна супстанца се јавува *парамилон*. Размножувањето се врши по пат на надолжна делба, при што кај некои видови во тек на делбата движењето престанува, а додека кај некои видови клетките цело време се подвижни.

Видовите од родот *Phacus* се сретнуваат во слатководни стагнантни екосистеми. Доста често се среќаваат во тресетиштата. За Македонија се познати 11 таксони (10 вида и еден вариетет).

Сл. 3 Микроскопски приказ од *Phacus*



Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Phacus* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

Тип Chlorophyta (зелени алги)

Типот Chlorophyta опфаќа едноклеточни (подвижни и неподвижни) алги, колонијални (подвижни и неподвижни) форми, како и повеќеклеточни трихални, хетеротрихални, паренхиматични и сифонални алги. Големината на талусот се движи од неколку микрометри до неколку метри.

Кај најпримитивните облици на површината на клетката се јавува *перипласт*, но сепак најголем број зелени алги имаат типичен **клеточен сид од целулоза**. Цитоплазмата најчесто е припиена до клеточната мембрана, а додека централно место зазема *крупна вакуола*, односно **од цитолошки аспект, градбата на клетката соодветствува на градбата на растителните клетки кај вишите растенија**, поради што и овој тип е вклучен во царството Plantae, Viridiplantae (лат. „зелени растенија“).

Хлоропластите се со различна форма: прстенести, пехарести, плочести, лентовидни, ѕвездовидни и леќовидни, а *нивната форма е значаен карактер за нивната таксономска детерминација*. Како главни карактеристики за типот се земаат: **присуството на хлоропласт со две мембрани и тилакоиди, во кој како главни фотосинтетски пигменти се наоѓаат хлорофил *a* и *b* и, складирањето на скроб како резервна материја, во самиот хлоропласт**. Секако, како и кај останатите алги и виши растенија, се јавуваат и помошни пигменти, од групата на α и β каротени и неколку ксантофили. Во склоп на хлоропластот, честопати се сретнуваат неколку т.н. **пиреноиди**, кои претставуваат структури кои го содржат ензимот **RuBisCO** и служат како **центри за фиксација на CO₂**. Честопати околу пиреноидите се депонира скроб, поради што истите јасно се забележуваат во форма на темни, мали округли структури во хлоропластите. Истите можат еклатантно да се забележат доколку се изврши боење на скробот со Луголов раствор.

Кај зелените алги се јавува вегетативно (делба на клетка, фрагментација на талусот), бесполово (зооспори и апланоспори) и полово размножување (хологамија, изогамија, хетерогамија, оогамија и коњугација). Од добиениот диплоиден зигот по пат на редукциона делба се добиваат 1-4 хаплоидни зооспори од кои настануваат нови единки.

Претставниците од типот Chlorophyta се широко распространети. Тие населуваат различни видови екосистеми: мориња (топли и ладни), езера, реки, потоци, тресетишта, се јавуваат на снег и мраз (криофилни видови), па дури и во води со мошне ниска рН од 1-3 (ацидофилни видови). **Но најголем број од зелените алги (90%) се слатководни жители каде го населуваат бентосот и планктонот**. Некои видови се јавуваат и како аерофити.

Типот Chlorophyta се дели на шест класи, од кои во интерес на овој практикум се:

- Protococcophyceae
- Ulotrichophyceae
- Siphonophyceae
- Conjugatophyceae

1.

Класа *Protococcophyceae*

Најголем број претставници од оваа класа имаат *едноклеточна* или *ценобијална* градба, додека видовите со колонијална или повеќеклеточна градба се поретки. Истите се кокални (*неподвижни*). Во однос на изгледот и големината, овие алги се мошне различни, но сепак најбројни се видовите кои имаат овална форма со микроскопски димензии.

Клетката најчесто е *еднојадрена*. Во цитоплазмата е присутен **еден пехарест хлоропласт со пиреноид околу кој се наталожува скроб**. Клеточниот сид е изграден од целулоза или целулозно-пектински материи и често поседува *израстоци кои помагаат во одржувањето во планктонот*.

Видовите кои припаѓаат кон оваа класа главно се автотрофни, но со изразена способност за користење на органски материи за својот раст и развиток, односно кај нив се јавува појава на *миксотрофија*.

Размножувањето кај овие претставници се одвива по пат на делба на клетката (вегетативно) или со формирање на зооспори (бесполово). Половиот процес се јавува поретко, при што најчесто е изогамија, поретко хетерогамија, а само кај мал број видови е утврдена оогамија.

Претставниците од оваа класа се **исклучиво слатководни организми**. Најзастапени се во планктонот, но не ретко и во бентосните, перифитонските и неустонските заедници. Поединечни видови влегуваат во симбиоза со габите (во лишаи) или пак со животински организми (зоохлорели) кои се јавуваат во хидрите, сунѓерите, мекотелите и прстенестите црви.

Во однос на класификацијата на оваа класа постојат повеќе различни мислења од повеќе автори. Во интерес на овој практикум е само редот *Chlorococcales*.

1.1 Ред *Chlorococcales*

Редот опфаќа најголем број претставници од оваа класа. Повеќето видови се едноклеточни, но се среќаваат и видови со ценобијална и колонијална градба. Клетките најчесто се сферични, **еднојадрени, со пехарест хроматофор и пиреноид**. Се размножуваат бесполово со зооспори и апланоспори, поретко полово.

Редот опфаќа повеќе фамилии.

Фам. *Hydrodictyaceae*

Pediastrum Meyen

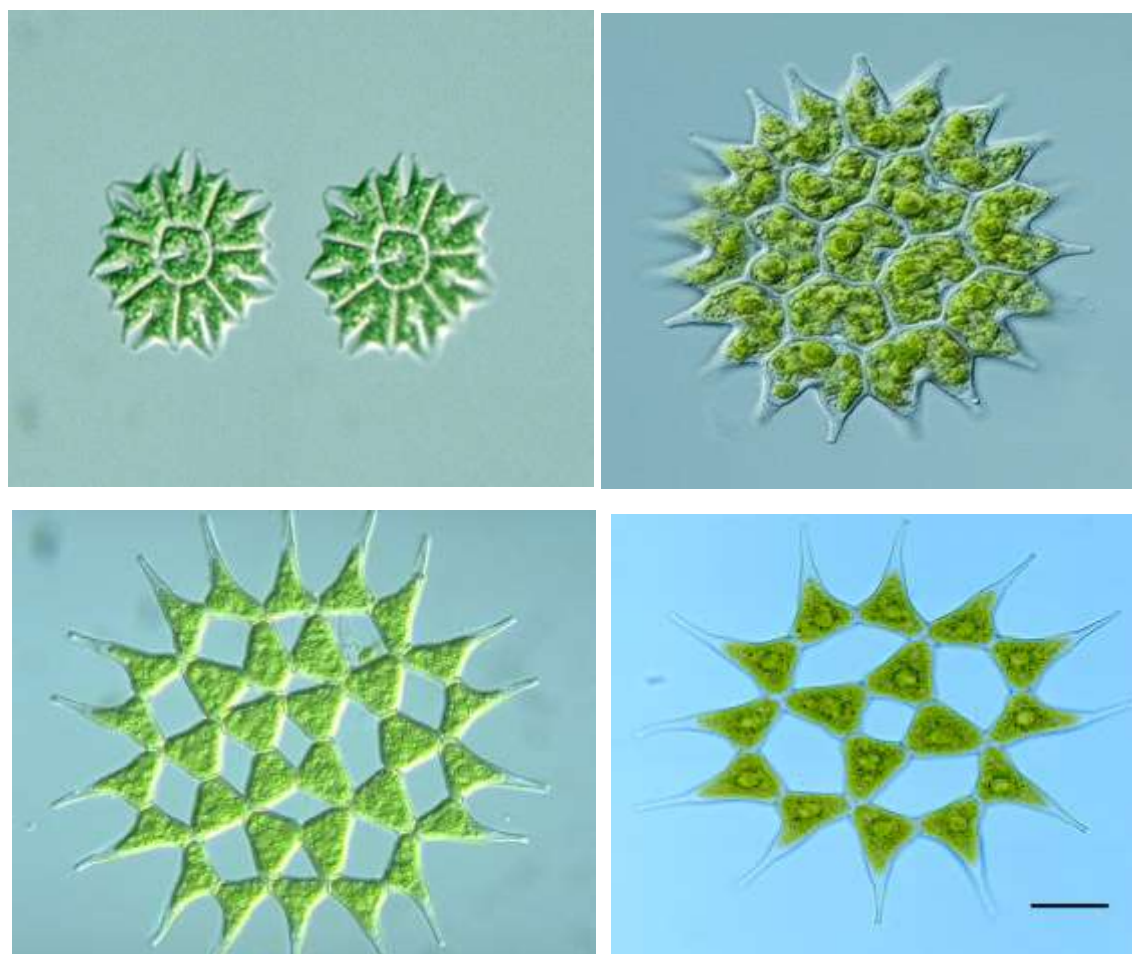
Ценобијален претставник, чии ценобии се **плочести со ѕвездовиден облик**, најчесто составени од 16-32 клетки. Кај некои видови клетките се приближени со целата површина на клеточниот сид, а додека кај други видови спојувањето не е толку изразено, така што помеѓу клетките се јавуваат празни простори.

Во рамки на ценобијата се разликуваат два вида на клетки: клетки кои се наоѓаат *во внатрешноста* кои се со неправилен облик и без израстоци и **надворешни клетки кои имаат**

правилна и постојана форма, и поседуваат израстоци кои кај различни видови се со различна големина, број, облик. Со помош на овие израстоци се зголемува слободната површина на ценобијата што овозможува нејзино полесно одржување во планктонот. Целулозниот клеточен сид кај некои видови може да биде инкрустриран со калциум карбонат.

Видовите од родот *Pediastrum* се размножуваат со зооспори кои можат да настанат од било која клетка од ценобијата.

Видовите од родот *Pediastrum* се јавуваат главно во планктонските заедници во стагнантните и споротечечки водени екосистеми, но се сретнуваат и како епифити на виши растенија. Најчесто застапен вид е ***Pediastrum boryanum* (Turpin) Menghini.**



Сл. 1 Микроскопски приказ од *Pediastrum* spp.

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Pediastrum* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

Фам. Scenedesmaceae *Scenedesmus* Meyen.

Ценобијален претставник чии ценобии се изградени од 2-8, а најчесто 4 клетки. Во случај кога ценобијата е составена од 8 клетки, тие се поставени во два реда и клетките од едниот ред алтернираат со клетките од другиот ред. *Клетките се поврзани меѓу себе преку бочните сидови.*

Клетките се *издолжени, елипсовидни, цилиндрични* со заоблени или *зашипени краеве*. Клеточниот сид на крајните две клетки од ценобијата најчесто поседува **трновидни израстоци различни по форма и големина**, со помош на кои се зголемува слободната површина на ценобијата, што овозможува подобро одржување во слободната водна маса. Во секоја клетка е присутно **едно јадро и еден пехарест хлоропласт со јасно видлив пиреноид**.

Видовите од родот *Scenedesmus* имаат космополитско распространување, при што најчесто се среќаваат во **планктонските заедници** во стагнантни и споротечечки води, **често збогатени со органски материи**. Некои видови се среќаваат и во „воден цвет“ каде како резултат на излучување на токсични супстанции можат да доведат до изумирање на одредени групи организми. Видовите од овој род, заедно со видовите од *Chlorella* претставуваат едни од најчесто култивираниите алги со цел комерцијална употреба или пак за проучувања на биолошките процеси кај алгите и кај живите организми воопшто.



Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Scenedesmus* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

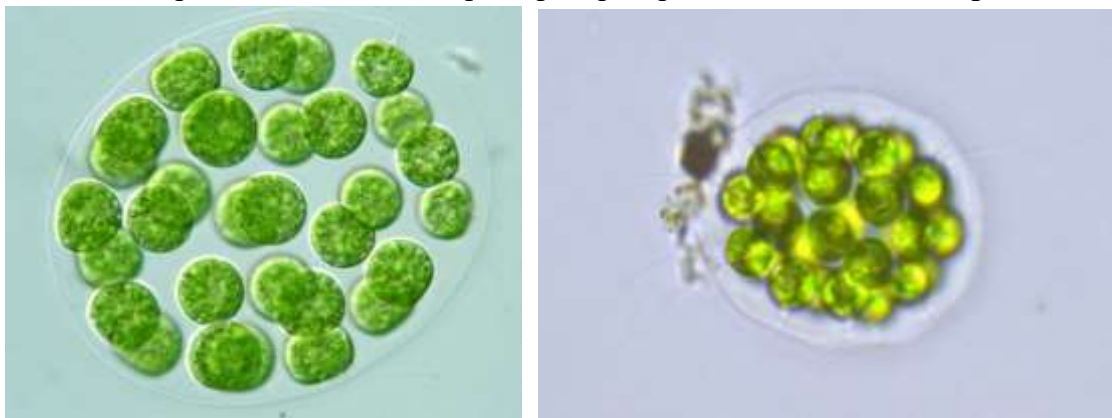
Класа Volvocophyceae

Eudorina sp.

Видовите од родт Eudorina се колонијални зелени алги изградени до **16, 32** или **64** индивидуални клетки. Клетките од колонијата се обвиткани со **желатинозна обвивка** (екстрацеуларен матрикс) која што е изграден од гликопротеини. Колониите најчесто имаа **сферична** до **елипсовидна** форма.

Клетките во колонијата се сферични или овални и поседуваат по два идентични **флагелуми** и овозможувајќи движење на колонијата. Присутен е и **пиреноид** кој има функција на фоторецептор.

Видовите од родот Eudorina се широко распространети **слатководни претсатвници**.



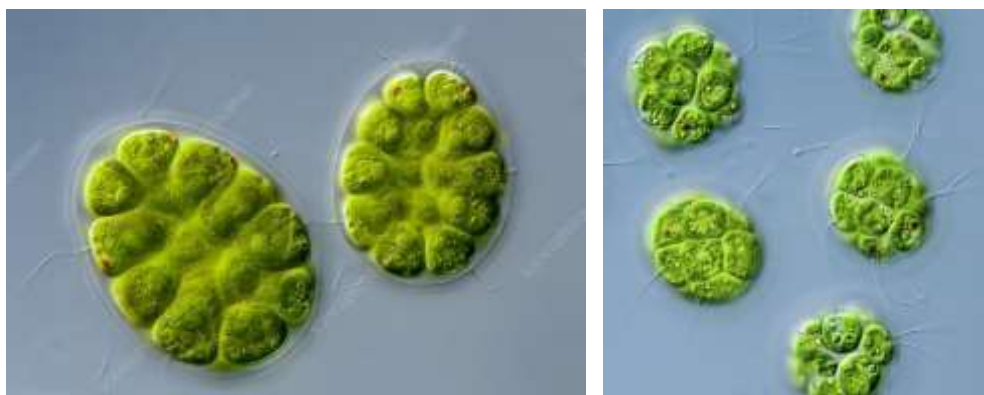
Слика. Приказ на Eudorina sp.

Pandorina sp.

Видовите од родот Pandorina се колонијални зелени алги изградени од **8, 16**, а понекогаш и **32** клетки блиску поставени меѓу себе и обвиткани со желатинозна обвивка (екстрацеуларен матрикс) изградена од гликопротеини.

Клетките се овални до сферични со два идентични флагелуми кои и овозможуваат движење на колонијата. Присутен е и **пиреноид** кој има функција на фоторецептор.

Видовите од родот Eudorina се широко распространети **слатководни претсатвници**.



Слика. Приказ на Pandorina sp.

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Eudorina* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

Фамилија *Volvocophyceae*

Volvox sp.

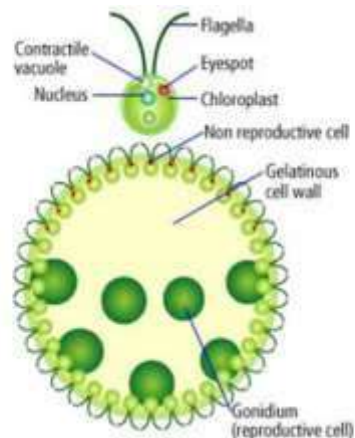
Видовите од родт *Volvox* се колонијални зелени алги изградени од **сферични клетки** кои можат да достигнат бројност до **50 000** во една колонија. Колонијата е обвиткана со слузест клеточен ѕид (**желатинозна материја**). Во колонијата можат да се забележат два типа на клетки и тоа: **соматски клетки** (нерепродуктивни клетки) и **гонидиуми** (репродуктивни клетки).

Соматските клетки поседуваат по **2 флагелуми** и неколку **контракtilни вакуоли** кои овозможуваат движење на колонијата. Присутни се и поединечен **хлоропласт** како и **очно петно** кое има функција на фоторецептор.

Гонидиумите се репрдуктивни клетки кои овозможуваат вегетативно размножување преку формирање на мали ќеркини колонии.

Видовите од родот *Volvox* се размножуваат и полово преку формирање на зигот.

Видовите од родот *Eudorina* се широко распространети **слатководни претсатвници**.



Слика. Приказ на *Volvox* sp.

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Volvox* sp. и означете ги неговите карактеристики

Датум:

Прегледал:

Класа Ulotrichophyceae

Класата Ulotrichophyceae опфаќа претставници кои имаат *трихален*, *хетеротрихален* или *паренхиматичен* талус (последниот може да има плоската листовидна морфологија или лентовидно – цевчеста). Кај најпростите претставници од оваа класа се јавува трихален талус составен од мал број на еднакви клетки. Кај сесилните облици во базалниот дел се јавуваат и клетки кои служат за прицврстување на трихомот за подлогата, што претставува почеток за појава на хетеротрихалност. Кај посложено градените видови клетките се делат во две нормални рамнини што доведува до појава на паренхиматичен талус со плоската („листовидна“) морфологија. Димензиите на талусот кај видовите од оваа класа се различни и се движат од неколку микрометри па до десетина центиметри.

Кај претставниците од оваа класа се јавува вегетативно (по пат на фрагментација на талус), бесполово (зооспори и апланоспори) и полово размножување (изогамија, хетерогамија и оогамија).

Видовите од класата Ulotrichophyceae се широко распространети во водната средина, а дел се јавуваат и како аерофити. Се јавуваат во бентосот, поретко во планктонот на слатководни екосистеми, бракични и солени води.

Класата Ulotrichophyceae се дели на четири реда:

- Ulotrichales (трихални претставници)
- Ulvales (паренхиматични претставници)
- Chaetophorales (хетеротрихални претставници)
- Oedogoniales (трихални претставници со оогамија)

2.1 Ред Ulotrichales (трихални претставници)

Претставниците од овој ред имаат **неразгранет трихален талус**. Кај најпримитивните облици талусот е составен од една низа на клетки кои се идентични по својата функција и градба. По својата градба и функција едноставно може да се разликува базалната клетка чија функција е прицврстување на талусот за подлогата.

Редот опфаќа повеќе фамилии, од кои во интерес на овој практикум е фамилијата Ulorichaceae.

Фам. Ulorichaceae *Ulothrix*

Kützinger.

Талусот е претставен со еднореден хомоцитен трихом од идентични клетки. Сите клетки имаат способност да се делат и да образуваат зооспори. Исклучок прави базалната клетка која служи за прикрепување на талусот. Клетките се цилиндрични, еднојадрени. Во цитоплазмата е присутен еден **полупрстенест хроматофор** со еден или повеќе пиреноиди, што претставува главниот дијакритичен карактер за негова таксономска идентификација.

Видовите од родот *Ulothrix* се размножуваат бесполово со зооспори. Половиот процес е изогамија, а зиготот е подвижен.

Претставниците се широко распространети во слатководни екосистеми, бракични и солени, стагнантни и истечни води како епифити и епилити. Чест вид е *Ulothrix zonata* (F. Weber & Mohr) Kützinger кој се среќава во чисти, добро аерирани води, каде интензивно се јавува во почетокот на летото.

Сл. 3 Шематски приказ од *Ulothrix* sp.

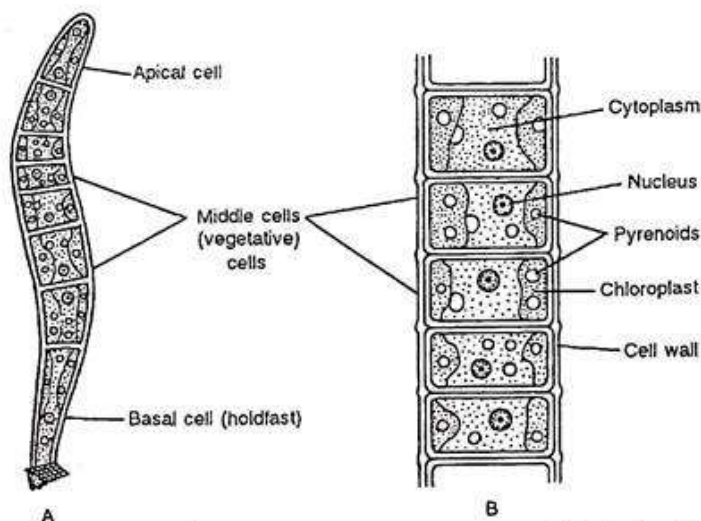
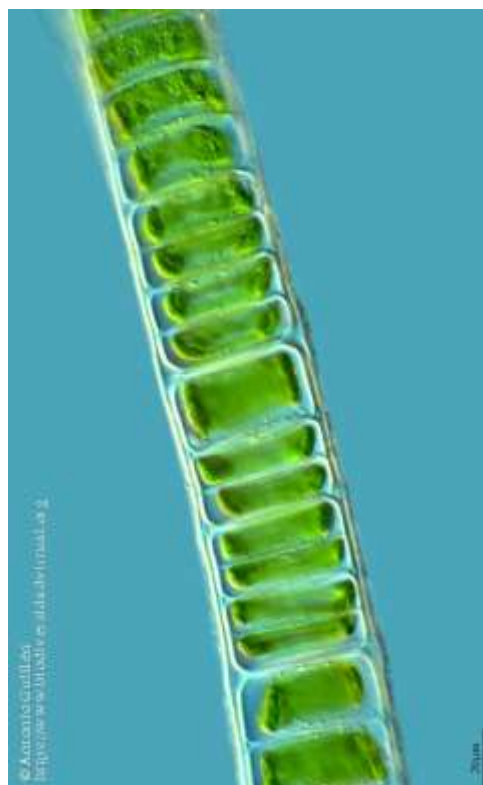


Fig. 3.59 : *Ulothrix* sp. : A. Single filament with basal cell (holdfast) and apical cell, B. Portion of filament showing vegetative cells



Сл. 4 Макроскопски и микроскопски приказ од *Ulothrix* sp.



Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Ulothrix zonata* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

2.2 Ред *Ulvales* (паренхиматични претставници)

Фам. *Ulveae*

Ulva Linnaeus

Талусот на *Ulva* е плоснат (сплескан), мошне тенок и *широко листовиден*, со изразена зелена боја. Истиот може да биде целокраен или насечен. Хабитуелно, талусот има кормоидна морфологија. Тој е прикремен за подлогата со помош на кус, слабо претставен *ризоид*. Каулоидот е *слабо развиен* и е претставен со краток цилиндричен дел. **Филоидот е силно претставен**, и често пати *е набран со повеќе или помалку насечени краеве (лобуси)*, односно неговата маргина е *ундулантна*. Поради слабо развиените каулоид и ризоид често пати алгата може да се откине од подлогата (карпи, камења) и да продолжи слободно да плива. Анатомски, **талусот на *Ulva* е изграден од два слоја на клетки** (слика 66), поради што талусот е мек, еластичен и повеќе или помалку просирен. Вегетативните клетки имаат по еден парietален хлоропласт, со еден до три пиреноиди.

Вегетативното размножување е со фрагментација на талусот, бесполовото размножување е по пат на формирање на зооспори, а додека половото по пат на изогамиија. Во тек на животниот циклус кај видовите од *Ulva* се јавува изоморфна смена на генерации, односно од добиениот зигот се формира диплоиден спорофит кој формира зооспори. Од хаплоидните зооспори се формираат нови единки - гаметофит кои се дводомни.

Видовите од родот *Ulva* се широко распространети во **литоралната зона на Средоземното море**, каде го населуваат **морскиот бентос**. Честопати можат да се најдат и крајбрежно, дури и на брегот, надвор од морската водна средина, најчесто како епилитон (прикрупени за камен), но можат да се најдат и прикрупени за други супстрати (школки, слика 66). Еден од најраспространетите и најчести видови е ***Ulva lactuca* Linnaeus**, која поради својот изглед широко е позната по народното име **морска салата** или **морска марула** (анг. *sea lettuce*). *Ulva lactuca* е јадлива алга, која поради релативно големата содржина на протеини (над 20%), јаглехидрати и витамини се користи во исхраната на луѓето и животните, како и за фертילизирање на земјиштето.



Сл. 5 Приказ на *Ulva lactuca*

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Ulva lactuca* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

Enteromorpha (Link) Harvey

Талусот на *Enteromorpha* е сличен со оној на *Ulva*, со единствена разлика во неговиот хабитуелен изглед. Хабитуелно, за разлика од *Ulva*, претставниците од *Enteromorpha* имаат типично **тубуларен (цевчест) талус** кој е **издолжен (ланцеолатен)**, прикремен за подлогата со краток ризоид. *Kauloидот* е краток, цилиндричен. **Филоидот е силно претставен, плочест, рамен и мошне издолжен во вид на цевка**. Анатомски, додека е млад, филоидот е изграден од два слоја на клетки. Во текот на растот, како резултат на натрупување на кислородни меурчиња (продукт на фотосинтезата) меѓу двата слоја клетки, доаѓа до нивно одвојување, така да кај постари филоиди горните делови се изградени од еден слој на клетки.

Во однос на претходниот претставник (во споредба со *Ulva* sp.), видовите од родот *Enteromorpha* имаат посветло зелена боја. Клетките се заоблено квадратни до многуаголни, распоредени во повеќе или помалку јасни надолжни редици. Бесполовото размножување е со зооспори, а половото размножување е изогамија.

Видовите се широко распространети во литоралната зона на Средоземното Море, а некои видови се развиваат и во бракични води. Чест претставник е ***Enteromorpha intestinalis*** (Linnaeus) Nees, познат по народното име “gutweed”.

Сл. 6 Приказ на *Enteromorpha* sp.



Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Enteromorpha* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

2.3 Ред Chaetophorales (хетеротрихални претставници)

Претставниците од овој ред се карактеризираат со **хетеротрихален талус** кој во поголема и помала мера е со сложена градба. Кај повеќето претставници од овој ред се јавуваат *израстоци* во форма на трнови. Повеќето видови се слатководни жители, а само мал број се среќаваат во морињата. Некои видови се јавуваат како аерофити.

Фам. Chaetophoraceae

Stigeoclonium Kützinger

Талусот на *Stigeoclonium* е макроскопски, составен од два дела: **ползечки** и **исправен** дел. Ползечкиот дел е претставен со бројни испреплетени филаменти кои се прикрупени за супстратот и интензивно се разгрануваат, притоа давајќи му на талусот псевдопаренхиматичен изглед. Исправениот дел (т.н. вертикален талус) е составен од трихоми со единечни разгранувања (**хетеротрихална градба**), кои обично завршуваат со *четинка*. Трихомите имаат нежна слузава обвивка.

Клетките се цилиндрични, со тенка клеточна мембрана. Тие се еднојадрени, со еден околуосен хроматофор, кој има еден или повеќе пиреноиди.

Вегетативното размножување е со фрагментација на талусот, а бесполовото со зооспори и апланоспори. Половиот процес е изогамија, а кај некои видови е утврдена хетероморфна смена на генерации.

Видовите од овој род се распространети во слатководните истечни и стагнантни екосистеми.



Сл. 7 Приказ на *Stigeoclonium* sp.

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Stigeoclonium* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

Draparnaldia Bory

Талусот е *макроскопски*, обвиткан со слузеста обвивка. Талусот е составен од развиена **осовинска низа** на крупни цилиндрични клетки и **бочни разгранувања** составени од поситни клетки со **мрежовиден хроматофор** со повеќе пиреноиди. Осовинските клетки често се безбојни (без хлоропласти) или пак со еден крупен околуциден хроматофор. Крајните клетки на разгранувањата завршуваат со **безбојна четинка**.

Бесполовото размножување се одвива со зооспори, а поретко со апланоспори. Половото размножување е изогамија.

Претставниците од родот *Draparnaldia* се жители на чисти, добро аерирани слатководни екосистеми.



Сл. 8 Приказ на *Draparnaldia* sp.

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Draparnaldia* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

2.4 Ред Oedogoniales (трихални претставници со оогамија)

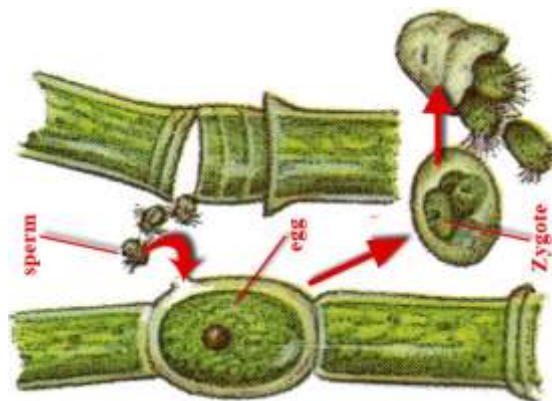
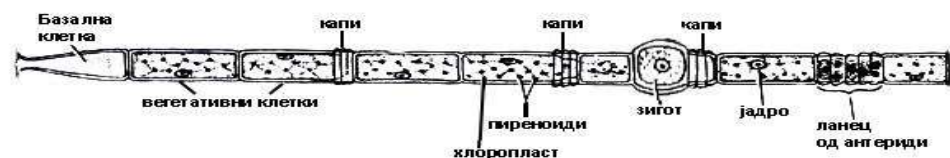
Претставниците од овој ред се разликуваат од претходните по низа свои карактеристики како што е **делбата на клетка**, градба на клеточен сид и особено начинот на размножување. Редот опфаќа само една фамилија Oedogoniaceae, со три рода.

Фам. Oedogoniaceae *Oedogonium*
Link.

Талусот е повеќеклеточен, *трихален* и неразгранет. Тој привремено е прицврстен за подлогата со помош на базална клетка, но мошне лесно се откинува и продолжува да егзистира во слободните водени маси. Клетките се еднојадрени, со еден **мрежест** хроматофор. Растењето на трихот се врши со делба на клетките при што настанува **напречно делење**. При процесот на делба на клетките, честопати остануваат прегради од клеточниот сид формирајќи т.н. **капи**, односно структури од едно до друго поставени клеточни сидови. Кога трихот ќе достигне одредена должина тој се фрагментира на повеќе помали трихоми кои започнуваат самостојно да егзистираат. На ваков начин се врши вегетативно размножување. Бесполовото размножување се врши преку зооспори. Половото размножување е оогамија. Половите клетки (сперматозоидите и јајната клетка) се образуваат во антеридиум и оогониуми. **Оогониумот** претставува крупна клетка со топчеста форма, значајно поширока во однос на вегетативните клетки (слика 70, б). Оогониумите се јавуваат поединечно или по повеќе во низа. Антеридиумите се карактеристични клетки поставени по неколку во низа и не содржат хлорофил. Во секоја од нив се формира 1 или 2 сперматозоиди.

Претставниците од родот *Oedogonium* се исклучиво слатководни жители, кои се среќаваат главно во стагнантни или споротечечки води, богати со органски материи. Сумарно, дијагритичните карактери на родот се сумирани на илустрацијата:

Сл. 9 Приказ на *Draparnaldia* sp.



Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Oedogonium* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

Класа Siphonophyceae

Во рамки на класата Siphonophyceae се сместени зелени алги кои имаат **сифонален тип** на организација на талусот. Талусот, иако едноклеточен, често пати е крупен и морфолошки диференциран. Попречни сидови - *септи* се формираат само при повреди или при формирање на органи за размножување. Цитоплазмата содржи едно или повеќе јадра, поголем број *лековидни* хроматофори во кои покрај останатите пигменти карактеристични за зелените алги се среќаваат и два специфични: **сифонеин** и **сифоноксантин** кои припаѓаат на групата ксантофили.

Сифоналните алги се размножуваат вегетативно со фрагментација на талусот, а поретко бесполово со зооспори и апланоспори. Најчесто се размножуваат полово, при што позастапена е хетерогамијата, а поретко изогамијата.

Видовите од оваа класа главно се жители на морињата, но се среќаваат и видови (околу 10%) кои ги населуваат слатководните екосистеми.

Класата опфаќа три реда:

- Siphonales (претставници со многујадрен ценоцитен сифон)
- Dasycladales (претставници со еднојадрен сифон)
- Siphonolcadales (претставници со септиран, разделен сифон)

Сл. 10. Фотографија од *Siphonophyceae* sp.



3.1 Ред Siphonales (претставници со многујадрен сифон)

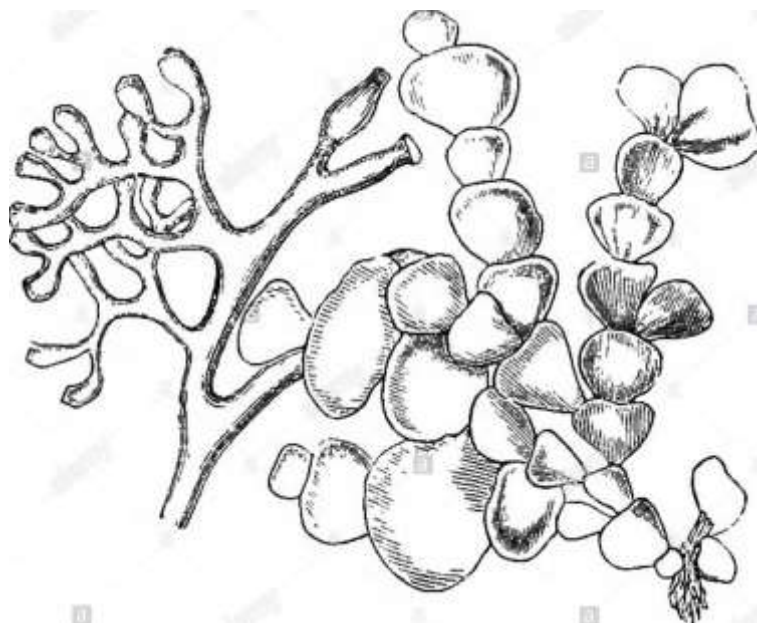
Редот опфаќа претставници со несептиран талус, претставен како *сифон со многујадрена цитоплазма (бројни органели, хлоропласти...)*, а само кај некои видови се формираат септи поради формирањето на гаметангиуми. Претставниците се најчесто крупни, *макрофити* и со *кормоидна морфологија*. Во рамките на редот се издвоени четири фамилии.

Фам. Caulerpaceae

Halimeda Lamouroux

Видовите од родот *Halimeda* имаат макрофитски, кормоидни талуси кои се составени од **поврзани сегменти на рамни калцифицирани плочи („членчиња“)** кои може да имаат бубреговидна или срцевидна форма. Талусот може да достигне големина од неколку cm до 1 m и истиот во голема мера е калцифициран. Сегментите (членчињата) се всушност **ценоцитни сифони** (мултијадрена протоплазма со клеточен сид од ксилани, односно без целулоза), а калцификацијата на поединечните членчиња не е еднаква, односно помладите (кон врвот на талусот) се помалку калцифицирани во однос на постарите (во базалниот дел). Но, и во рамките на едно членче калцификацијата не е подеднаква. Ваквата појава овозможува талусот да биде цврст, но исто така и еластичен. Оваа карактеристика е мошне значајна, бидејќи видовите на родот *Halimeda* ги населуваат приобалните региони на морињата, каде се прицврстени за карпи и камења.

Сл. 11 Шематски приказ на *Halimeda* sp.





Макроскопски приказ од *Halimeda* sp.

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Halimeda* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

Udotea Lamouroux

Видовите од родот *Udotea* имаат макрофитски, крупен, крут кормоиден талус (со големина до максимум 30 cm). Ризоидот е крупен, мошне развиен и во вид на проширување, а каулоидот е цилиндричен, краток и исправен. На каулоидот се развива **крупен филоид** кој достигнува димензии до 10-тина cm и е плочест, *односно наликува на лисната плоча кај васкуларните растенија (има форма на лепеза)*. Често на филоидот се забележуваат бели полиња кои претставуваат *калцифицирани* делови на талусот. Анатомски, талусот претставува ценоцитен сифон со многу јадра.

Видовите ја населуваат најчесто приобалната зона на топлите мориња, каде се прицврстуваат за карпи или покрупни камења. Чест претставник со филоид во вид на лепеза е *Udotea petiolata* (Turra) Børgesen (синоним *Udotea desfontainii* (J.V.Lamouroux) Decaisne).

Сл. 13 Макроскопски приказ од *Udotea*



Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Udotea* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

3.2 Dasycladales (претставници со еднојадрен сифон)

Талусот кај овие претставници е со **радијална симетрија**. Имено, истиот се состои од **централна оска** на која прешленесто се распоредени т.н. „гранки“. Во базалниот дел на централната оска се развиваат ризоиди со помош на кои алгата се прицврстува за супстратот. Талусот е **еднојадрен**, при што јадрото е сместено во базалниот дел на талусот. Претставниците се исклучително **морски жители**.

Фам. Dasycladaceae

Acetabularia Lamouroux

Претставниците имаат *макрофитски* талус, кој во вегетативниот период е доста неупадлив и покрај значителните димензии (околу 10 cm). Имено во тек на вегетативниот период алгата е во облик на тенка, **издолжена клетка** која е разгранета во ризоидалниот дел. Клетката е силно калцифицирана поради што бојата на талусот е бледозелена. Во вегетативна состојба клетката минува 2 (во топли мориња) или 3 години (во ладни мориња). Потоа клетката преминува во репродуктивна фаза, при што на врвот на клетката се формираат **радијално распоредени фертилни гранки (кои содржат гаметангиуми)** кои можат да сраснат меѓусебно формирајќи на тој начин структура *налик на чадорче*.

Видовите од родот *Acetabularia* се среќаваат во мирни морски делови. Доста чест вид во Медитеранот, Јадранското и Егејското Море е *Acetabularia mediterranea* Lamouroux (синоним *Acetabularia acetabulum* (Linnaeus) P.C. Silva), која често се среќава прикрепена за камчиња, капри, школки и други потопени објекти. Издолжената клетка со едно јадро на *Acetabularia* претставува пример за една од најголемите клетки на Планетава.

Сл. 14 Макроскопски приказ од *Acetabularia* sp.



Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Acetabularia* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

3.3 Ред Siphonocladales (претставници со септиран, разделен сифон)

Главна карактеристика на претставниците од редот Siphonocladales е тоа што нивниот сифонален талус е разделен со помош на септи на поголем број *повеќејадрени сегменти*. Ваквата градба (разделен сифон со септи) е означена како **сифонокладална градба**. Редот опфаќа повеќе фамилии од кои во интерес на овој практикум е само фамилијата Cladophoraceae.

Фам. Cladophoraceae

Cladophora Kützting

Талусот на претставниците од родот *Cladophora* е **макроскопски**, односно претставниците се **макрофити со сифонокладална градба**. Талусот е претставен со поголем број *повеќејадрени* сегменти кои се цилиндрични, подолги отколку широки. Талусот на алгата е најчесто силно **разгранет**. Клеточниот сид е *дебел*, изграден од целулоза и на микроскоп јасно забележлив.

Клеточниот сид не се раслузнува што доведува да претставниците од овој род релативно лесно се препознаваат по **острината на клеточниот сид**. Во цитоплазмата во секој сегмент се наоѓа **голем број на јадра**, како и **еден мрежест крупен хроматофор**. Во централниот дел на сегментите се наоѓа крупна вакоула.

Вегетативното размножување кај *Cladophora* е со фрагментација на талусот, а бесполовото преку зооспори кои се формираат во голем број. Зооспорите можат да се формираат од било кој сегмент на талусот со исклучок на ризоидалниот. Половиот процес е изогамија. Видовите имаат космополитско распространување, при што помал број видови живеат во слатководните екосистеми, во однос на морските. Често се среќаваат значајни популации од *Cladophora* во **води збогатени со органски материи**, како и релативно загадени води. За Македонија се познати 4 таксони (3 вида и 1 вариетет). Најчест вид во водите во Македонија кој **силно е застапен во реките збогатени со органски материи е *Cladophora glomerata* (L.) Kützting**. Во **еутрофните езера, исто така често се јавува *Cladophora glomerata* во епилитон**.

Сл. 15 Макроскопски и микроскопски препарат од *Cladophora* sp.



Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Cladophora* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

4.

Класа Conjugatophyceae

Класата опфаќа едноклеточни и повеќеклеточни трихални алги во чиј циклус на развиток не се појавуваат флагелатни форми и процесот на размножување е **коњугација**. Како резултат на коњугацијата се добива зигот, од кој по периодот на мирување се добиваат 1, 2 или 4 нови единки. Во клетките на претставниците од оваа класа се наоѓа едно јадро и хлоропласт кој е со различна форма - лентовиден, свездовиден, плочест и сл. Претставниците од класата Conjugatophyceae населуваат *слатководни* екосистеми, а некои се среќаваат и во бракични води и како аерофити. Најчести се во споротечечките, застоени води. Класата опфаќа четири реда, од кои во интерес на овој практикум се последните два: Zygnematales и Desmiales.

4.1 Ред Zygnematales



Редот опфаќа повеќеклеточни трихални алги. Талусот е *слузест*, со зелена боја. Во клетките кои се *еднојадрени*, се наоѓаат лентовидни, свездовидни или плочести хроматофори. Размножувањето е вегетативно и полово. Вегетативното размножување се одвива со фрагментација на талусот, половото по пат на коњугација. Коњугацијата може да биде

скалеста или **бочна**. Скалестата коњугација се одвива меѓу две клетки на два различни трихома, додека бочната се одвива помеѓу две соседни клетки во рамки на ист трихом. **Формата на хроматофорот и формата на зиготот претставуваат најважните карактери за таксономска класификација на овие претставници.**

Редот опфаќа само една фамилија.

Фам. Zygnemataceae

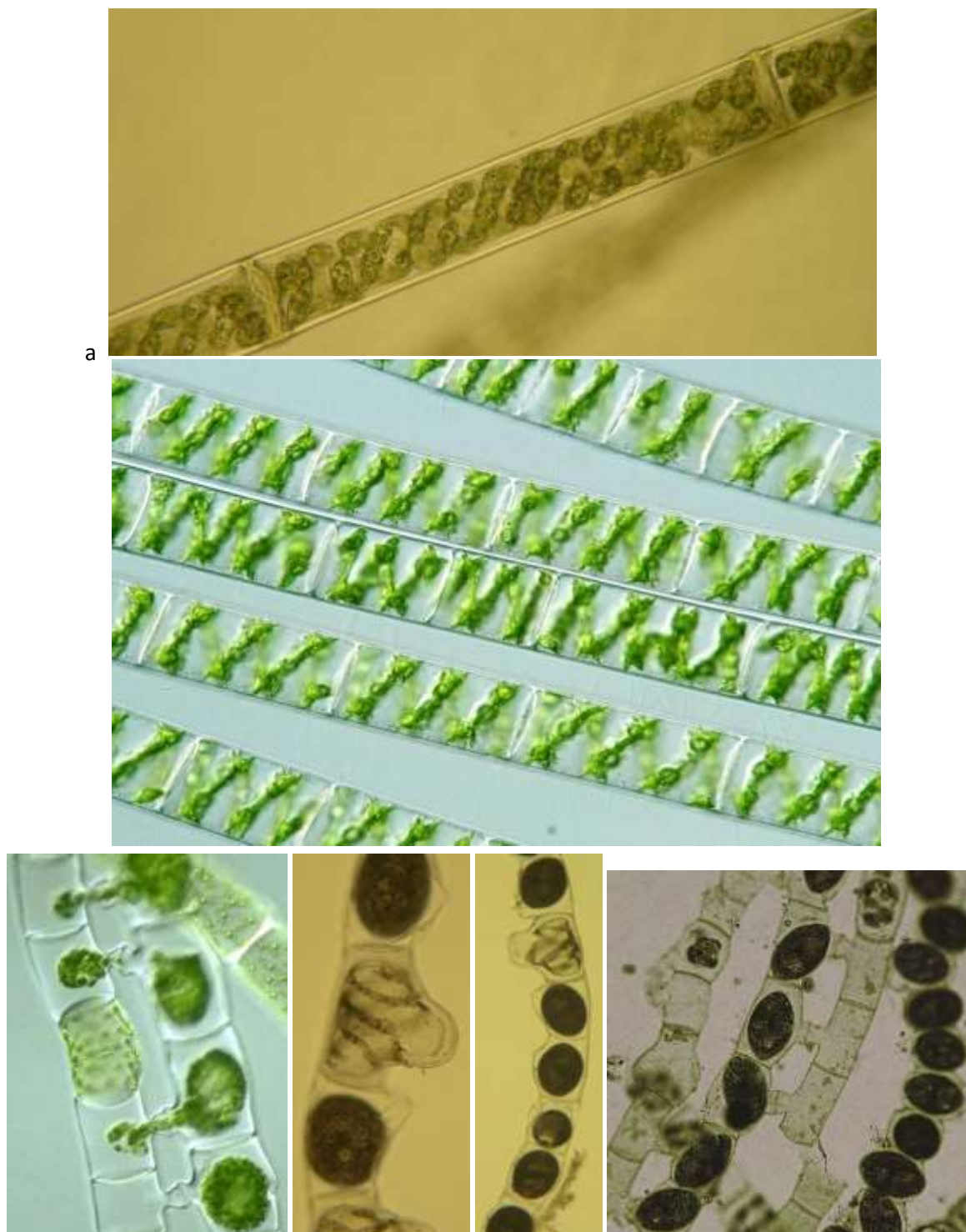
Spirogyra Link.

Талусот е претставен со повеќеклеточен трихом сочинет од **цилиндрични клетки**, *чија должина е значително поголема во однос на ширината*. Клеточниот сид е јасно воочлив, слузест и изграден од целулозно-пектински материи. Во цитоплазмата е присутно **едно јадро** и еден или повеќе **лентовидни, спирално извиени хроматофори** кои се протегаат од едниот до другиот крај на клетката. Бројот на хроматофорите е значајна таксономска карактеристика. Доколку се наоѓаат два хроматофори тие можат да бидат паралелно поставени или пак меѓусебно да се вкрстуваат. На нив, јасно се забележуваат **бројните пиреноиди**. Еден од позначајните дијакритични карактери е и присуството на **полупрстенести прегради** меѓу соседните клетки. Формата на зиготот, исто така претставува важен карактер за таксономска детерминација на различните видови во рамките на родот.

Видовите се размножуваат главно со **скалеста коњугација** (помеѓу *два различни трихома*), а бочната е присутна само кај мал број на претставници.

Родот *Spirogyra* е доста богат со видови (познати се околу 340 видови), кои се широко распространети во слатководните екосистеми. Максимално се развиваат во топли стагнантни или споротечечки води каде не ретко големи маси испливуваат на површината на водата.

Сл. 16 Микроскопски приказ од *Spirogyra* sp.



Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Spirogyra* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

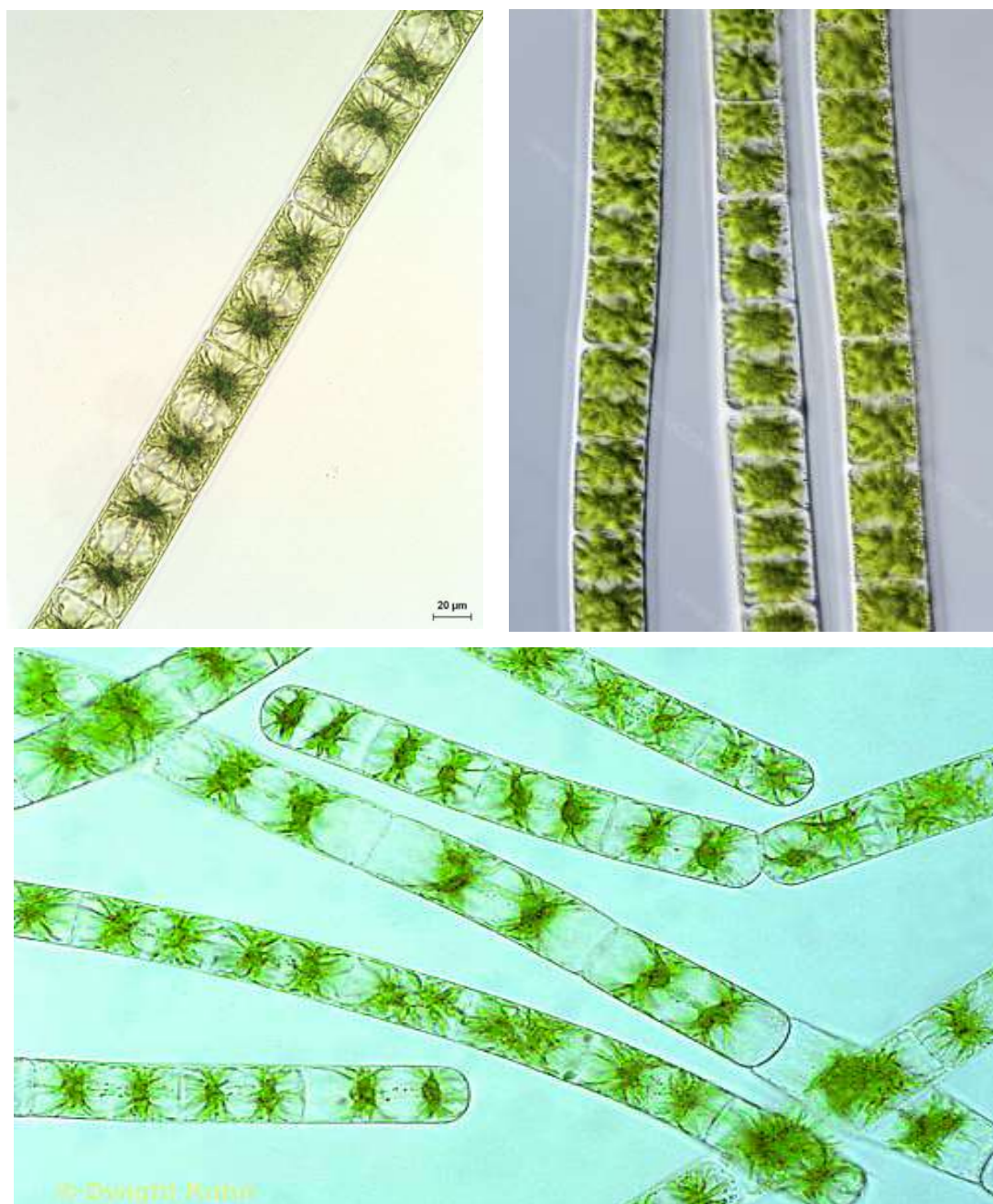
Прегледал:

***Zygnema* C. Agardh**

Талусот е трихален, неразгранет, сочинет од *кратки цилиндрични клетки*. Главна карактеристика на видовите од овој род е присуството на **два свездовидни хроматофора** поставени кон двата пола на клетката. Во централниот дел се наоѓа *крупна вакуола* и релативно ситно јадро. Коњугацијата може да биде скалеста и бочна, а зиготот се образува во коњугацискиот канал, а ретко во една од коњугиричките клетки.

Видовите ги населуваат истите станишта како и претходниот род.

Сл. 17 Микроскопски приказ од *Zygnema* sp.



Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Zygnema* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

4.2 Ред Desmidiales

Редот опфаќа претежно **едноклеточни алги**. Клетките се состојат од **две симетрични половини** кои се разделени со **мост (istmus)**. Помеѓу двете половини на клетката (означени како „*semicells*“) може да се јави силно стеснување (**бразда**) – **синус**, со што **истмусот станува јасно изразен како „мост“ меѓу двете половини**. **Јадрото се наоѓа во истмусот**.

Редот опфаќа исклучително разновидни, а воедно и исклучително прекрасни облици на клетки. Изгледот на клетката зависи од положбата од која алгата се набљудува. Имено, кај овие претставници се разликува *предна* и *бочна* страна, а кај некои видови постои разлика во изгледот и кога алгата се набљудува од врвот или од основата.

Клеточниот сид е изграден од целулозно-пектински материи и може да биде мазен или орнаментиран со различни брадавичести творби или пори. Видовите од овој ред се подвижни и тоа, позитивно фототаксички, при што начинот на движење е специфичен. Протопластот содржи еден или два хроматофори (најчесто два, по еден во секоја половина) со различен облик (свездовидни, лентовидни, и сл.). Формата на клетката и формата на хроматофорот претставуваат најважните карактери за таксономска детерминација.

Размножување се одвива по пат на делба на клетката (вегетативно) и по пат на коњугација. Коњугацијата започнува со обвиткување на две клетки во заедничка слуз, по што кај некои видови се формира коњугациски канал, а додека кај останатите доаѓа до пукање на клеточниот сид и ослободување на клеточната содржина. Од добиениот зигот со редукциона делба се добиваат четири јадра, од кои две дегенерираат, а додека од останатите две се формираат две нови единки.

Претставниците од редот Desmidiales се широко распространети во различни типови на слатководни средини. Најчесто се сретнуваат како планктон во стагнантни, споротечечки „забарени“ екосистеми, а големо разнообразие се јавува во тресетишта. Исто така добро се развиваат во водни средини со пониска рН. Редот опфаќа три фамилии.

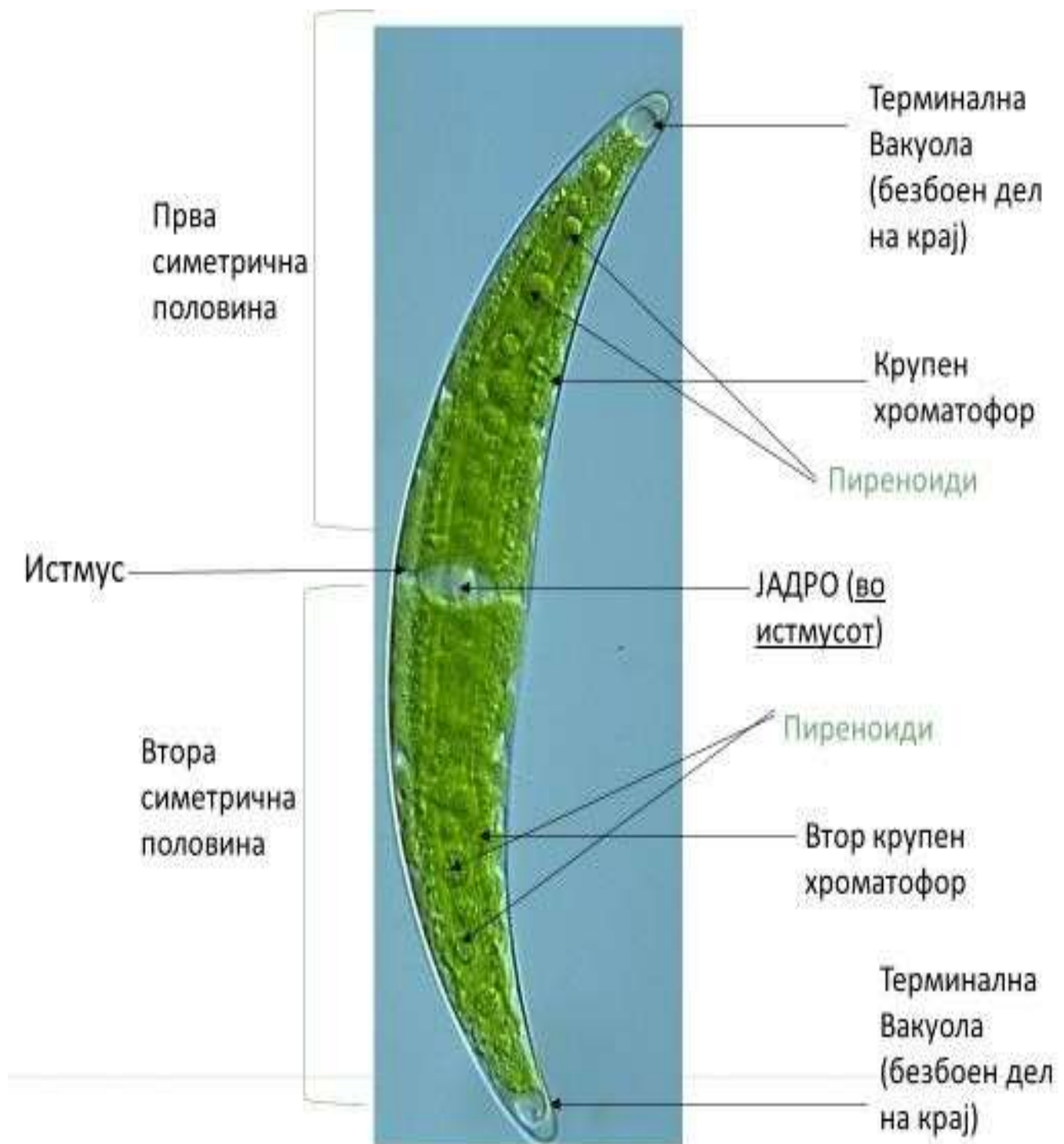
Видовите од родот *Closterium* маат вретеновидно тело (во форма на полумесечина) кое е повеќе или помалку извиено во однос на надолжната оска. Клетката е поделена на две симетрични половини помеѓу кои не се јавува стеснување (синус). Клеточниот сид е јасен, со мазна или орнаментирана површина со надолжни, а кај некои видови и со напречни бразди. Во секоја половина од клетката се наоѓа по еден крупен хроматофор со пиреноиди кои се распоредени по должина на неговата централната оска. Хроматофорот никогаш не доаѓа до краевите на клетката, бидејќи на терминалните делови од двете симетрични половини се наоѓа терминална вакуола (поради што терминалните краеве се безбојни). Во вакуолите на поголеми зголемувања можат да се забележат кристали од гипс. Јадрото се наоѓа во истмусот.

Видовите од родот *Closterium* го населуваат планктонот на стагнантните екосистеми, а поретко на и на споротечечките истечни води. Често се јавуваат и како епифити во тресетишта.



Сл. 18 Микроскопски приказ од *Closterium* sp.

Сл. 19 Микроскопски приказ од *Closteroum* sp.



Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Closterium* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

Фам. Cosmariaceae

Cosmarium Corda

Видовите од родот *Cosmarium* претставуваат едноклеточни организми. Клетките се повеќе или помалку сплескани во една рамнина и имаат **заоблени краеве**. Кај нив особено е изразена **симетријата во три рамнини**, односно секоја клетка има три изгледа – челен, темен и бочен.

Клетката е поделена на две половини со помош на напречно стеснување – **синус** кое е особено изразено при набљудување од челната страна. **Секоја половина е целокрајна** и **заоблена** (не е изрецкана и поделена на сегменти) и има различна форма – елиптична, округла, полукружна, правоаголна, трапезоидна и слично. Доколку се набљудуваат од бочна страна, клетките се поделени на две симетрични половини, но нивната ширина е помала во однос на ширината на клетките гледани од напред. При набљудувањето од темената страна најчесто клетките имаат елипсовидна форма.

Клеточниот сид може да биде мазен или пак да биде **орнаментиран со брадавичести формации**, пори и слично. Исто така тој може да биде рамен или *брановиден*. Во секоја симетрична половина се наоѓа еден хроматофор со еден крупен пиреноид, а поретко со повеќе ситни пиреноиди. Јадрото се наоѓа во истмусот.

Размножувањето е вегетативно со делба на клетката, а коњугацијата се одвива со распукување на клеточниот сид во синусниот дел.

Видовите се среќаваат како планктонери во стагнантни екосистеми, а големо разнообразие на овој род се јавува во тресетиштата.

Сл. 19 Микроскопски приказ од *Cosmarium* sp.



Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Cosmarium* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

Micrasterias C. Agardh ex Ralfs

Видовите од родот *Micrasterias* претставуваат едни од најубавите алги воопшто. Клетките се со различна големина, а често можат да бидат и доста крупни (до 400 μm долги).

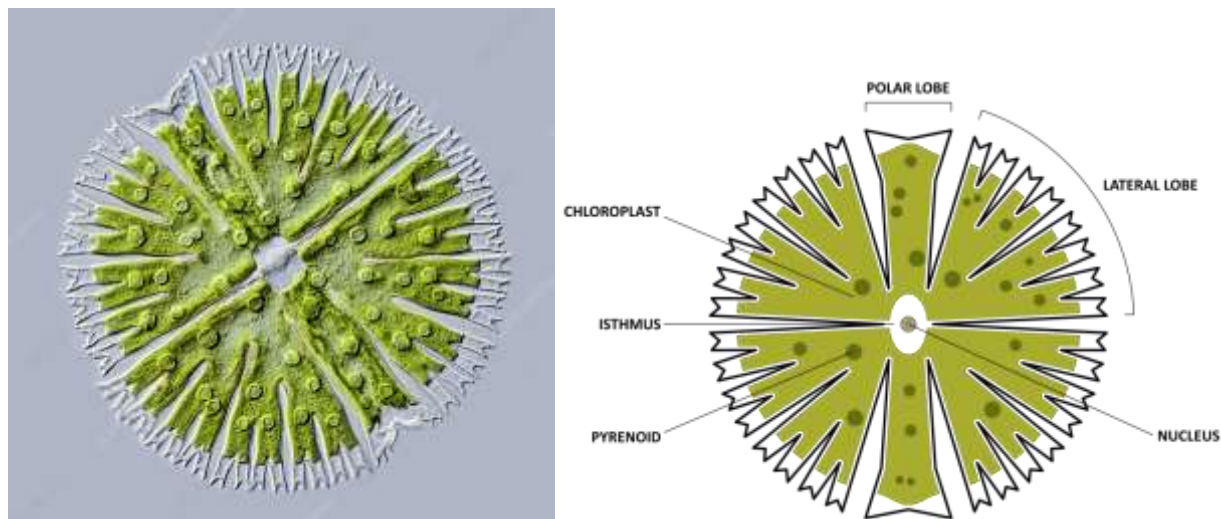
Набљудувани од предната страна, клетките најчесто имаат елиптична, поретко округла форма. Клетката е поделена на две симетрични половини со помош на линеарен **синус** кој го истакнува **истмусот**. Секоја половина е изградена од 5, а поретко од 3 **лобуса**, при што еден е апикален, а два се латерални. Апикалниот лобус е со различна форма, при што на неговиот средишен дел најчесто се јавува вдлабнување. Латералните лобуси исто така можат да имаат различна форма, и истите често се поделени на резни од II, III ред.

При набљудување на клетката бочно, на истата се забележуваат две симетрични половини кои во основата се проширени, а кон врвот се зашипени и тапи. При набљудување на клетката од горе (од темената страна), таа има елиптично-линеарна форма.

Клеточниот сид кај *Micrasterias* е орнаментиран со бројни пори, зрна или мали трнови на својата површина. Во протопластот е присутно едно јадро, поставено централно, меѓу двете половини (во истмусот) и **хроматофор кој исто така е поделен на лобуси**.

Видовите од овој род се чести во планктонските заедници на езерата и мочуриштата, но сепак најголемо видово разнообразие се сретнува во тресетиштата.

Сл. 20 Микроскопски и шематски приказ од *Micrasterias* sp.



Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Microsterias* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

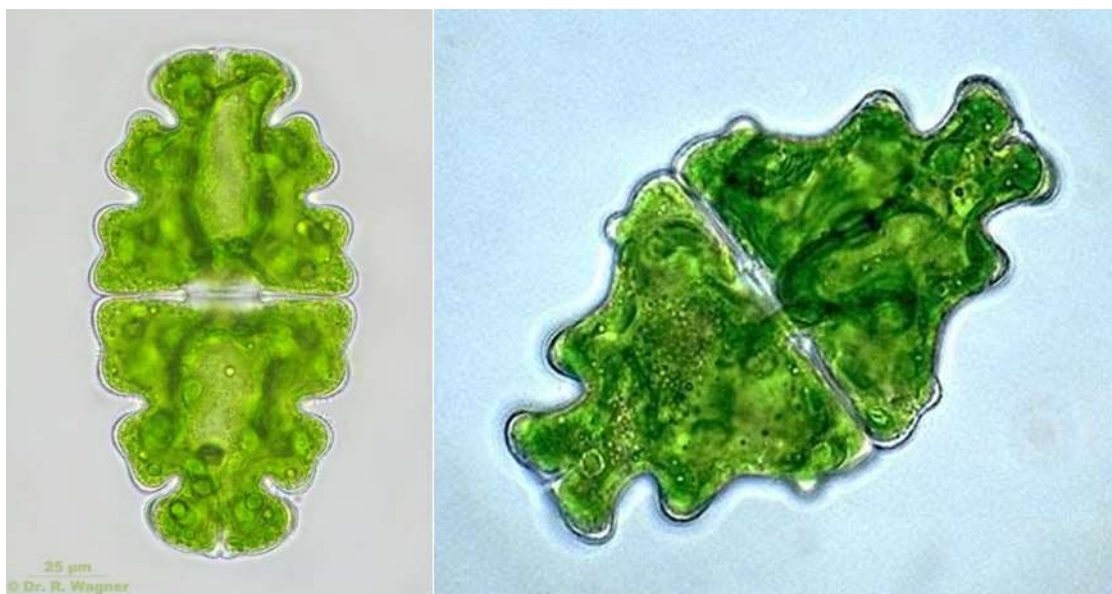
Euastrum Ehrenberg ex Ralfs

Претставниците на овој род се исто така едноклеточни, чии клетки се поделени на две симетрични половини со помош на **тесен синус** кој го истакнува **истмусот и**, на крајот се проширува. Секоја половина е полукружна до трапезоидна, и најчесто е составена од три **лобуса**: еден апикален и два латерални. Сепак, лобусите не се толку изразено поделени како кај *Micrasterias*. На таков начин клеточниот сид има *брановидна форма*. Апикалните лобуси во средишниот дел се повеќе или помалку вдлабнати и на своите краеве можат да имаат клиновидни израстоци. Клеточниот сид може да биде без орнаменти, но најчесто истиот е орнаментиран со бројни пори и куси трнови. Вообичаено, се јавува **само еден хлоропласт во секоја симетрична половина**. **Јадрото се наоѓа во истмусот**.

При бочно набљудување се забележува дека клетката е поделена на две симетрични половини кои најчесто имаат трапезоиден облик со брановидни страни. Гледано од горе (од темената страна) клетките имаат елипсовиден облик.

Видовите се сретнуваат на истите станишта како и видовите од претходните родови и, мошне често се сретнуваат заедно.

Сл. 21 Микроскопски и шематски приказ од *Euastrum* sp.



Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Eastrum* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

Тип Charophyta

Типот опфаќа релативно мал број видови кои се карактеризираат со доста крупни **талуси со кормоидна морфологија кои во голема мера наликуваат на „вишите“ растенија**. Сите претставници се макрофити. Имено, на талусот се наоѓа мошне развиен и разгранет *ризоидален* дел кој содржи „*кртоли*“ за вегетативно размножување, силно развиен и разгранет каулоиден (осовински) дел кој е **членковиден** (на него се разликуваат *ноди* и *интерноди*) и филоиден дел. Интернодиите се долги неколку сантиметри и се составени од **една крупна, цилиндрична клетка**, околу која кај некои видови (како што се видовите од родот *Chara*) се јавуваат клетки на „кора“. Филоидите се распоредени **во пршлени** и се ограничен раст.

Клетките се еднојадрени и содржат повеќе хлоропласти во чиј состав влегуваат хлорофил а и б. Резервна материја е **скроб**. Харите, зелените алги и „вишите растенија“ имаат заедничко потекло, односно се настанати со примарна едносимбиоза и нивните хлоропласти содржат две мембрани.

Размножувањето кај претставниците од овој тип може да биде вегетативно или полово. Вегетативно се размножуваат со помош на каулоидни или ризоидални **кртоли**. Половиот процес е **оогамија**. Оогониумите и антеридиумите се со специфична градба. Оогониумот е крупен (околу 1 mm), составен од една јајна клетка која е обвиткана со пет лентовидни клетки кои со своите бочни сидови се цврсто споени. На врвот на оогониумот се јавува т.н. **круница** која кај претставниците од Characeae има *пет* клетки, а кај Nitellaceae има *десет* клетки распоредени во два реда. Антеридиумите се топчести со портокалова боја и кај еднодомните видови се наоѓаат во близина на оогониумите. Обвивката на антеридиумите се состои од осум штитести клетки кои се меѓусебно споени со брановидни сидови. Од внатрешната страна на штитестата клетка поаѓа една цилиндрична клетка означена како **манубриум**. На врвот на манубриумот се наоѓа примарна топчеста клетка на која се развиваат шест секундарни топчести клетки. На секоја секундарна топчеста клетка се развиваат 3-5 спорогени конци кои содржат околу 200 клетки. Од секоја клетка на спорогениот конец се формира по еден сперматозоид.

Кај некои видови од Characeae се јавува партеногенеза.

Претставниците од типот Charophyta се широко распространети во слатководните екосистеми. Се среќаваат во различни типови водени средини: езера, канали, реки, извори во планински региони и слично. Значаен дел од видовите, особено од родот *Nitella*, се ендемити.

Типот Charophyta опфаќа една класа Charophyceae со еден ред Charales. Редот опфаќа две фамилии Nitellaceae и Characeae.

1.

Класа Charophyceae

Фам. Nitellaceae

Главна карактеристика на претставниците од оваа фамилија е присуството на т.н. круница од **10 клетки** распоредени во два реда, на врвот од оогониумот.

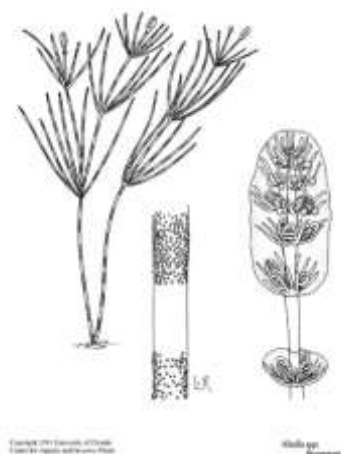
Nitella C. Agardh

Претставниците на родот *Nitella* се *макрофити*, односно нивниот талус има *кормоиден изглед* со *псеудопаренхиматична градба*. Видовите достигнуваат висина од 30-100 cm, прикрупени преку бројни базални ризоиди, кои се многуклеточни, безбојни и разгранети. Каулоидот е претставен со нодални и интернодални клетки. **Нодиите се многуклеточни**, составени од 6 (ретко 7-8) периферни клетки, додека пак **интернодиумот е една циновска клетка која содржи илјадници хаплоидни јадра и пластиди**. Кај *Nitella* интернодиумот не е опфатен со клетки на кора и отсуствува стипуларниот венец под филоидите. Оогониумот е најчесто инкрустриран со калциум карбонат и содржи круница од два реда по пет клетки.

Родот *Nitella* се смета за космополитски, и неговите видови се сретнуваат во слатководните и бракични екосистеми. Ендемични видови од родот *Nitella* се детектирани на сите континенти (освен на Антарктикот).

Nitella честопати се користи како моделен систем за проучување на движења на цитоплазмата, синтеза на клеточниот сид и мерење на акциски потенцијали. Бројни студии биле извршени за јонски транспорт, електрофизиологија и метаболизам користејќи ги циновските клетки на интернодиумот.

Сл. 22 Шематски приказ од *Nitella* sp.





Сл. 23 Микроскопски приказ од *Nitella* sp.

Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Nitella* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:

Фам. Characeae

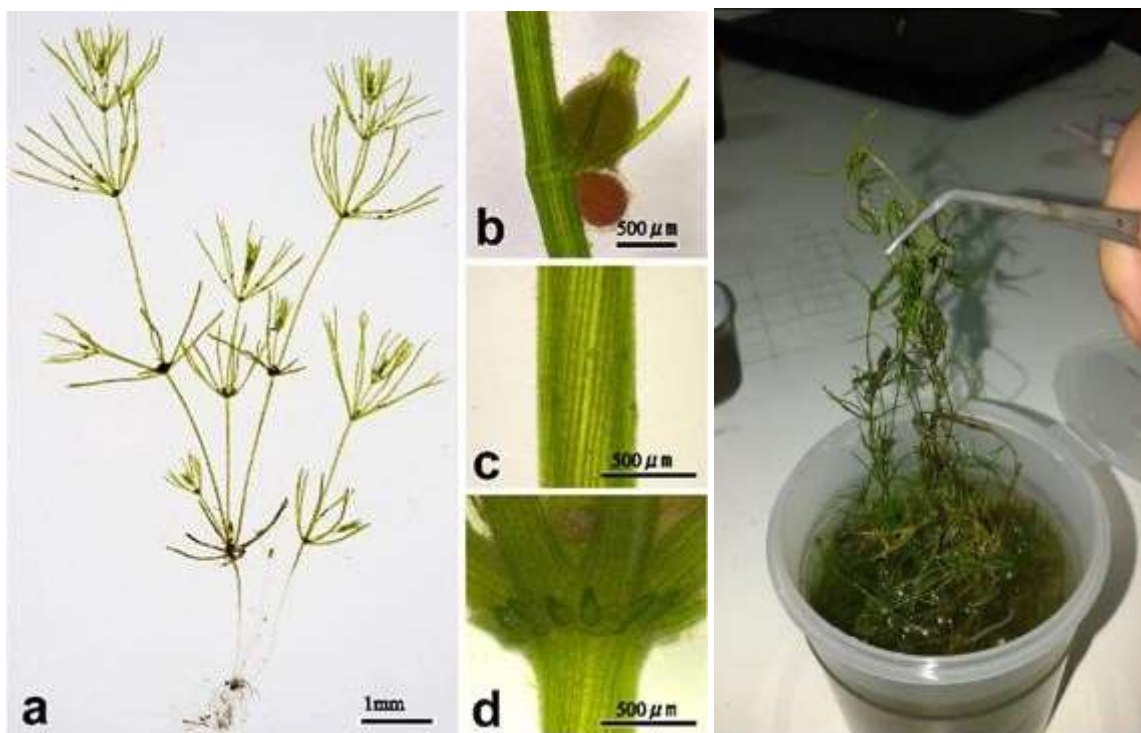
Главна карактеристика на претставниците од оваа фамилија е присуството на т.н. круница од **пет клетки** на врвот од оогониумот.

Chara Linnaeus

За претставниците од родот *Chara* карактеристично е присуството на добро развиените **клетки на кора** кои се групираат во надолжни низови и ги обраснуваат каулоидните интернодии. Имено, ваквите клетки отсуствуваат кај *Nitella*. Филоидите се прешленесто распоредени како и кај останатите претставници на Charophyta, но мошне значајна таксономска карактеристика кај претставниците на родот *Chara* е присуството на клетки кои образуваат т.н. **стипуларен венец** непосредно под филоидите, кој може да биде **еднореден** или **двореден**. Органите за полово размножување се наоѓаат на пазувите од филоидите. Претставниците можат да бидат еднотомни или двотомни, при што кај еднотомните, оогониите се наоѓаат над антеридиумот.

Родот *Chara* е најбогат со видови од сите родови на типот Charophyta. Најголем дел од нив се слатководни претставници. Чести претставници кај нас во литоралот на Охридското Езеро се видовите *Chara ohridana* Kostic и *Chara ceratophylla* Wallroth, кои формираат **речиси континуиран појас** („појас на харите“). Појасот опфаќа 4,4% од површината на езерото (односно, фрапантни 10 551,7 тони биомаса). Оттука доаѓа и честиот израз дека „Охридското Езеро е *Chara* тип на езеро“.

Сл. 24 Микроскопски макроскопски приказ од *Nitella* sp.



Задача: Нацртајте го вашиот набљудуван препарат од *Chara* sp. и означете ги неговите карактеристики.

Датум:

Прегледал:
