Stramenopiles

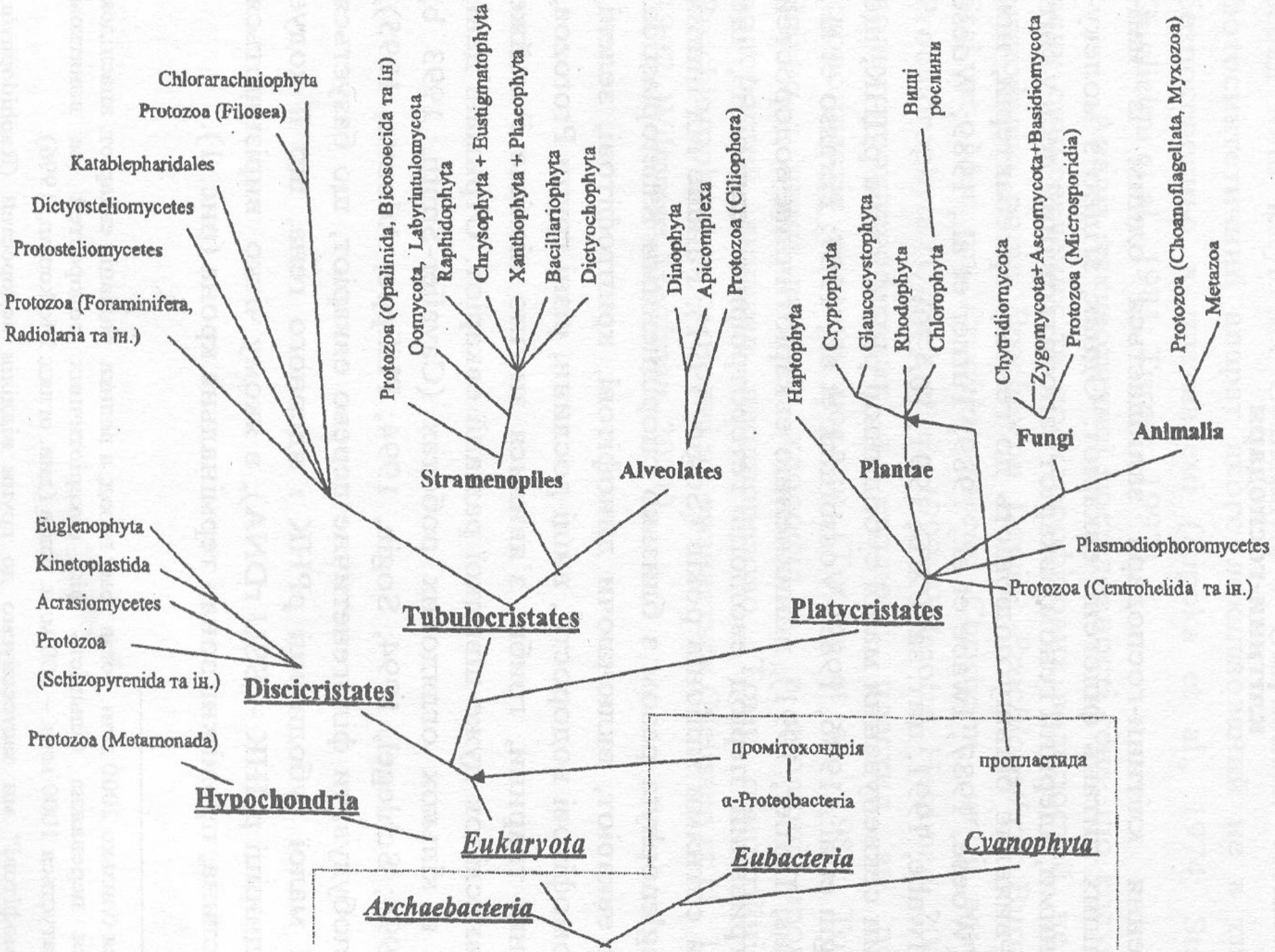
доктор біологічних наук,
професор
О.Є. Ходосовцев

Херсон - 2016

План лекції

1. Огляд відділів хромофітових водоростей
2. Огляд відділів гетеротрофних страменопілів
3. Філогенетичні зв’язки

1. Огляд відділів хромофітових водоростей (Stramenopiles)


Chlorarachniophyta
Protozoa (Filosea)
Katablepharidales
Dictyosteliomycetes
Protosteliomycetes
Protozoa (Foraminifera, Radiolaria та ін.)
Protozoa (Opalinida, Bicosoecida та ін)
Oomycota, Labyrintulomycota
Raphidophyta
Chrysophyta + Eustigmatophyta
Xanthophyta + Phaeophyta
Bacillariophyta
Dictyochophyta
Dinophyta
Apicomplexa
Protozoa (Ciliophora)
Вищі рослини
Haptophyta
Cryptophyta
Glaucocystophyta
Rhodophyta
Chlorophyta
Chytridiomycota
Zygomycota+Ascomycota+Basidiomycota
Protozoa (Microsporidia)
Protozoa (Choanoflagellata, Myxozoa)
Metazoa
Stramenopiles
Alveolates
Plantae
Fungi
Animalia
Euglenophyta
Kinetoplastida
Acrasiomycetes
Protozoa (Schizopyrenida та ін.)
Plasmodiophoromycetes
Protozoa (Centrohelida та ін.)
Tubulocristates
Platycristates
Discicristates
Protozoa (Metamonada)
Hypochondria
промітохондрія
α-Proteobacteria
пропластида
Eukaryota
Eubacteria
Cyanophyta
Archaebacteria

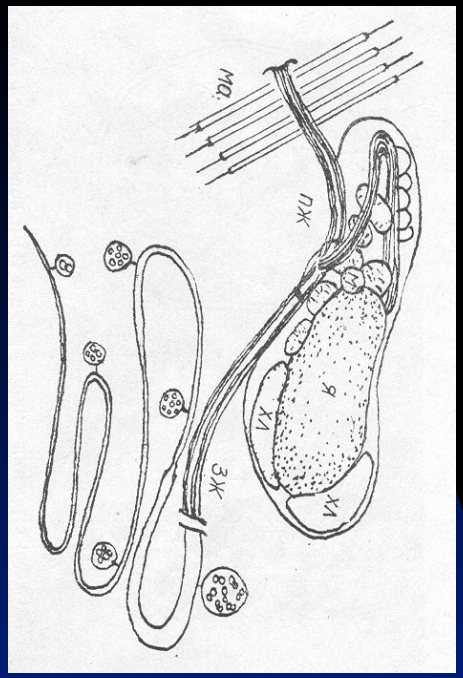
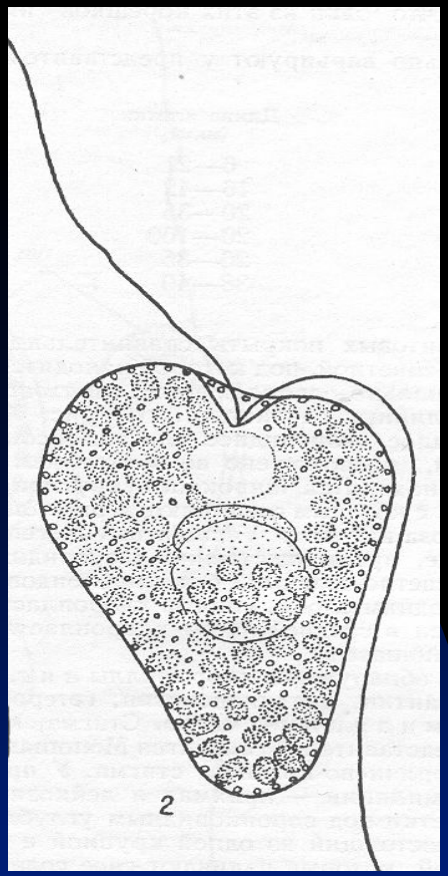


Схема будови спермія *Laminaria* Lam.:
ма – мастигонема (ретронема);
пж – передній джгутик;
м – мітохондрія;
я – ядро;
хл – хлоропласт (родопласт);
зж – задній джгутик.

Головні ознаки страменопілів

1. Джгутики гетероконтні, один гладкий, другий з пірчастою мастигонемою спеціальної будови **(ретронема),** який складається з трьох частин: базальної (яка прикріплюється до периферичного дублету аксонемальни трубочок, 0,2-0,3 мкм), проміжної (порожній циліндр, що складається з субодиниць, що розташовані паралельними, спірально закрученими рядами, 0,2-2,0 мкм) та термінальної (фібріла з одного ряду субодиниць).
2. Мітохондрії з трубчастими кристами.
3. Гетеротрофні та автотрофні організми.
4. Автотрофні хромофітові водорості об’єднуються у 7 відділів, які:
   - 4.1 Містять **хлорофіл а + с.**
   - 4.2. Мають **вторинно-симбіотичний родопласт з 4 мембранами**, з пластидною ЕПС що переходять в ядерну оболонку (крім Rhaphidophyta).

*



Vacuolaria viridis Cienk.

Відділ Raphidophyta

50 видів

Головні ознаки відділу

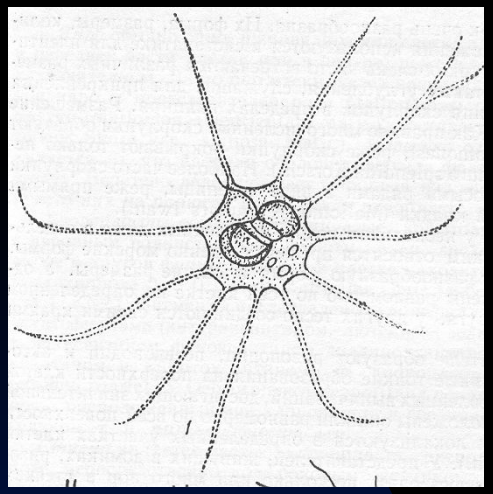
1. **Клітини вкриті тільки плазмалемою.**
2. **Наявність глотки.**
3. Джгутики субапікальні, виходять з глотки.
4. Тип мітозу закритий, центріолі відсутні, полярними структурами веретена поділу є базальні тіла джгутиків.
5. **Тип пластид: вторинно симбіотичні родопласти з 4 мембранами та родопластною ЕПС, що не переходить у ядерну оболонку.**
6. Пігменти: хлорофіл а + с, фукоксантин.
7. Запасаюча речовина – олія.
8. Еджективні органоїди: мукоцисти, трихоцисти.
9. Монадний морфологічний тип.

*

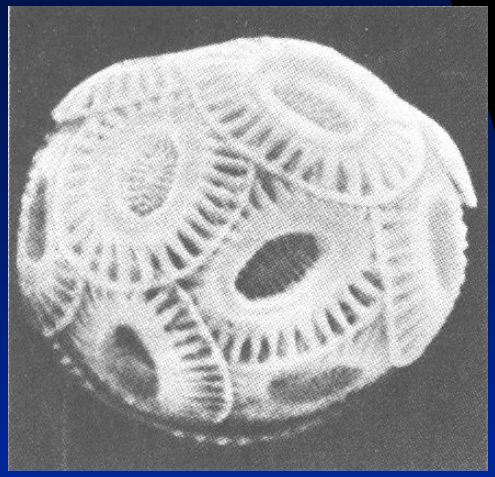
Vacuolaria

Goniostomum

(Фото І.Ю. Костікова)



Chrysamoeba tenera Matv.



Gephyrocapsa sp.

Відділ Chrysophyta

800 видів

Головні ознаки відділу

1. Клітинні покриви: **лусочки (органічні або кремнеземові), панцир (кремнеземовий), будиночки (органічні або мінералізовані),** клітинна оболонка (пектинова), або вкриті лише плазмалемою.
2. Джгутики субапікальні, із мікроскопічними лусочками, зустрічаються в гаметах та зооспорах.
3. **Характерна особливість - наявність у життєвому циклі стадії ендогенних кремнеземових цист.**
4. Мітоз відкритий, з двома ризопластами.
5. Стигма в хлоропласті.
6. Пігменти: хлорофіл а + с, фукоксантин, запасаюча речовина - хризоламінарін (в цитоплазмі).
7. Еджективні органоїди: **дискоболоцити.**
8. Псевдоподії, ризоподії, щупальці.
9. Морфологічні типи: амебоїдна, кокоїдна, нитчаста.

Mallomonas

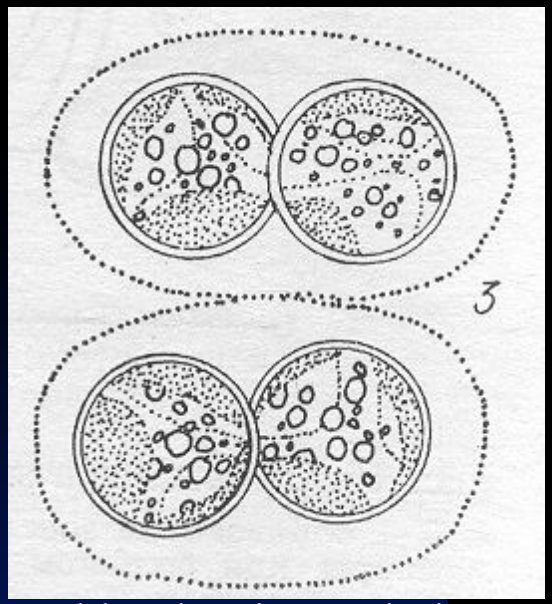
Кремнеземова циста

(Фото І.Ю. Костікова)

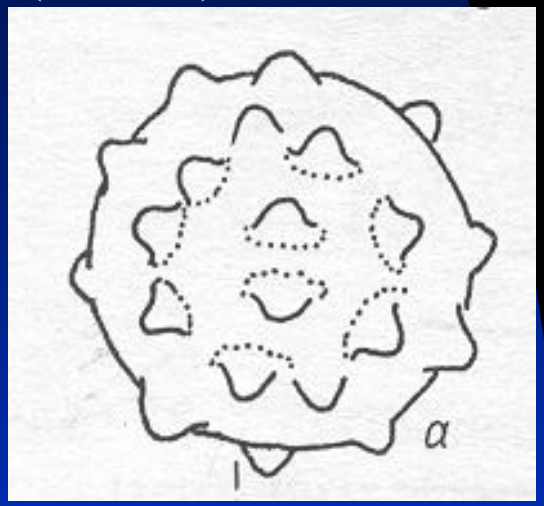
*

Відділ Eustigmatophyta

12 видів



Chlorobotris regularis (W. West) Bohl.

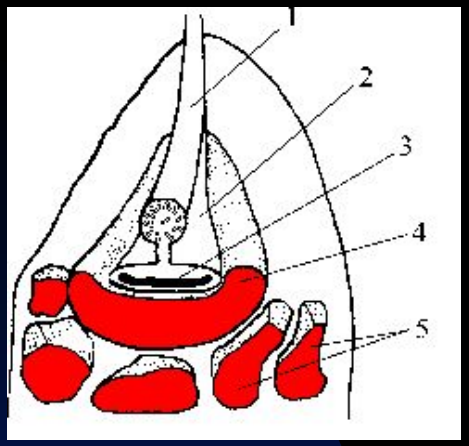


Vischeria stellata (Chod.) Pasch.

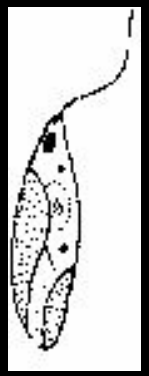
<u>Головні ознаки відділу</u>

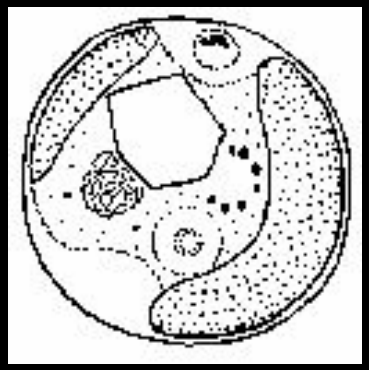
1. Клітинна оболонка пектинова.
2. Джгутики апікальні, зустрічаються в зооспорах та гаметах.
3. Мітоз закритий, центріолі відсутні, є ризопласт.
4. **Наявність у монадних стадій унікального фоторецепторного апарату (стигми), розташованого у цитоплазмі біля основи джгутиків. Вона складається з осміофільних глобул, які не оточені мембраною.**
5. В зооспорах ЕПС хлоропласта в ядерну оболонку не переходить.
6. Пігменти: хлорофіл а + с, запасаюча речовина – хризоламінарін (в цитоплазмі).
7. Кокоїдний морфологічний тип (одноклітинні або колоніальні).

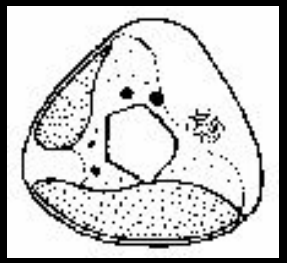
*

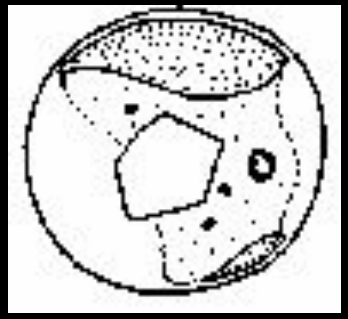


Фоторецепторний апарат евстигматофітових водоростей

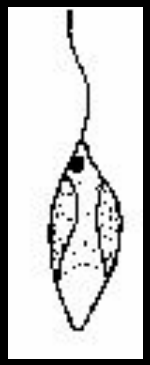


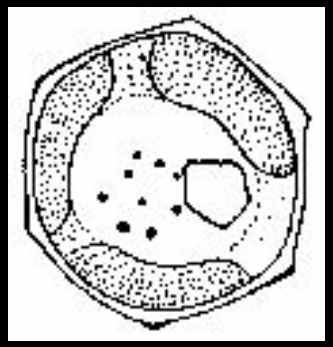






Eustigmatos

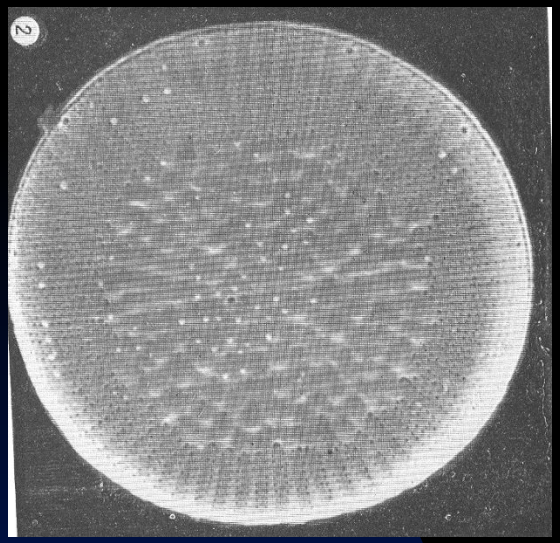




(Фото І.Ю. Костікова)

Vischeria

*



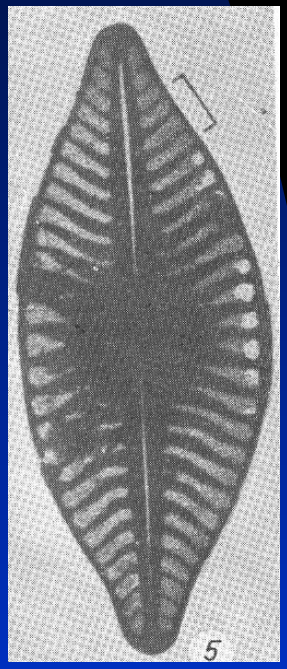
Cyclotella operculata (Grun.) Lemm.

Відділ Bacillariophyta

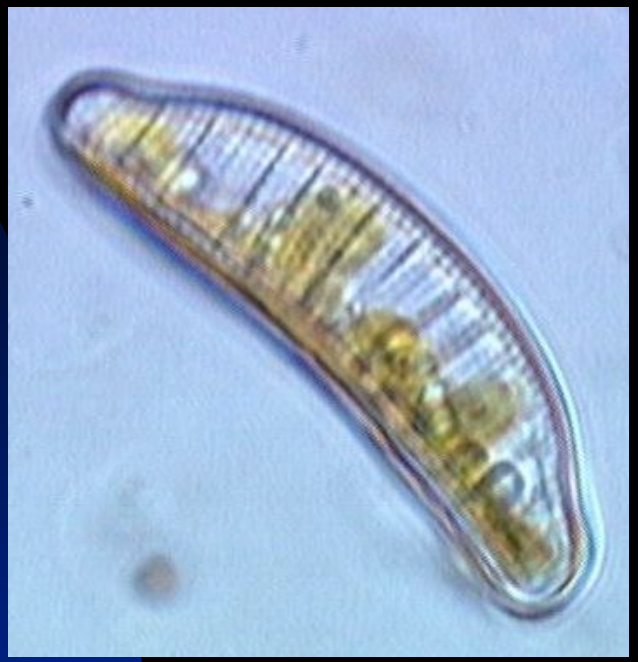
10 000 видів

Головні ознаки відділу

1. Клітинні покриви представлені кремнеземовим панциром, якій складається з гіпотеки та епітеки.
2. Джгутик один (другий редукований), апікальний, нерухомий, аксонема описується формулою 9 + 0, зустрічається в гаметах.
3. Мітоз відкритий, центріолі відсутні.
4. Пігменти: хлорофіл а + с, фукоксантин, запасаюча речовина – хризоламінарін (в цитоплазмі).
5. Кокоїдний морфологічний тип (одноклітинні або колоніальні).



Navicula pupula Kutz.



Hantzschia *Rhopalodia* *Caloneis*

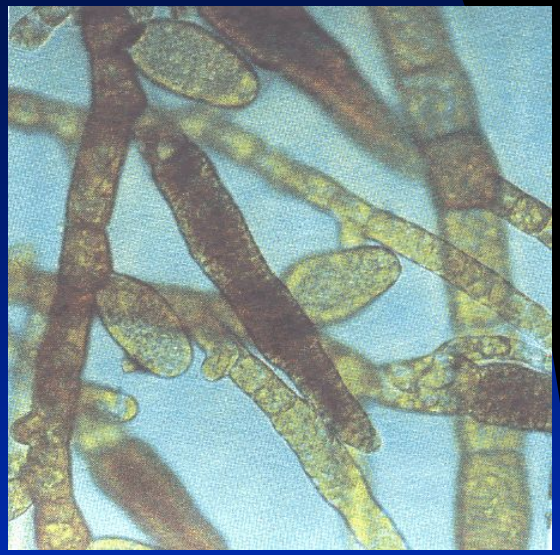
(кремнеземовий панцир)

(Фото І.Ю. Костікова)

Відділ Phaeophyta

1500 видів

Fucus vesiculosus L.



Ectocarpus siliculosus Dillw.

Головні ознаки відділу

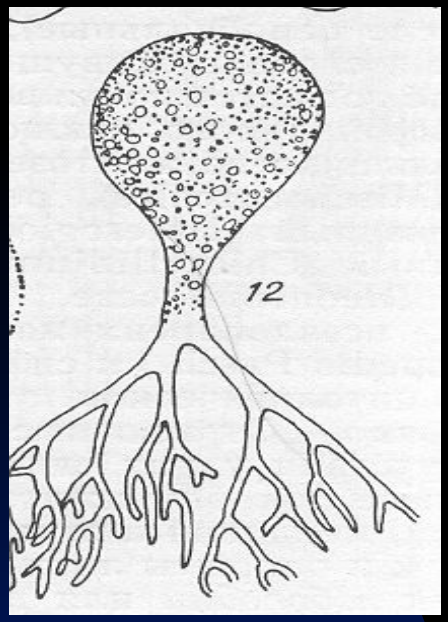
1. Клітинна оболонка целюлозно-пектинова з **альгінатами.**
2. Джгутики латеральні, в зооспорах та гаметах.
3. Мітоз напіввідкритий, центріолі присутні.
4. Стигма в пластиді.
5. Пігменти: хлорофіл а + с, фукоксантин, запасаюча речовина – **ламінарін** (в цитоплазмі).
6. Морфологічні типи: гетеротрихальний, паренхіматозний.

*

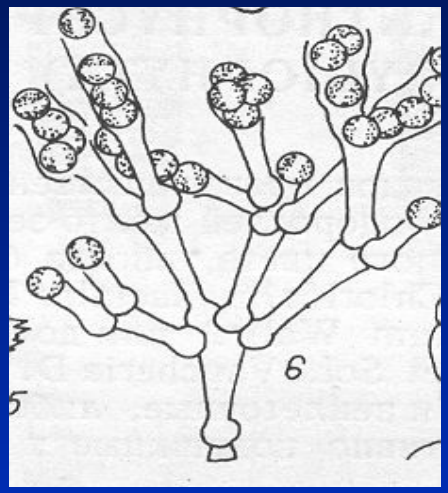
Laminaria

Fucus

*



Botrydium granulatum (L.) Grev.



Mischococcus confervicola Nag.

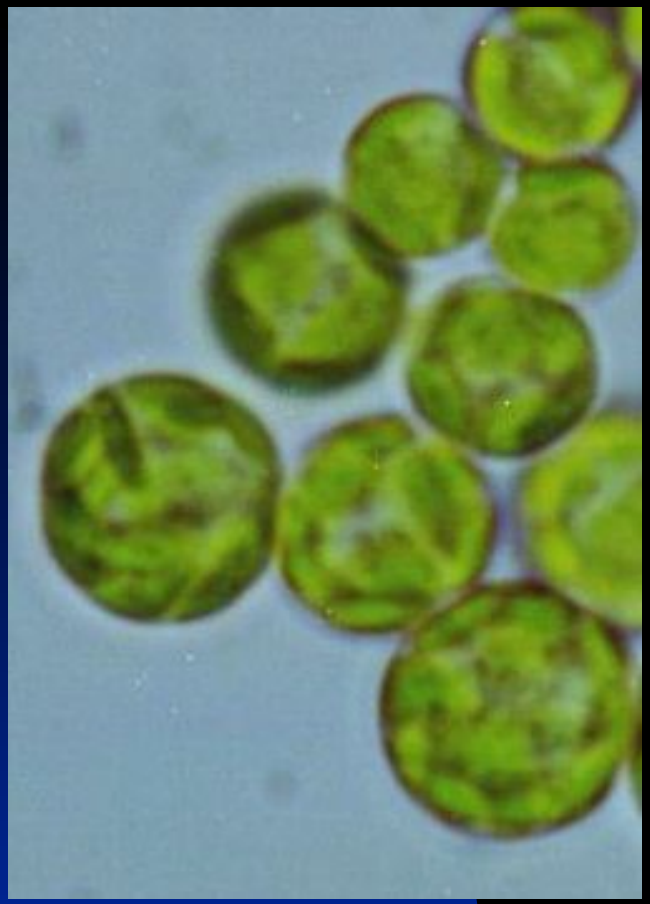
Відділ Xanthophyta

600 видів

Головні ознаки відділу

1. Клітинна оболонка пектинова, целюлозно-пектинова, часто насичена солями заліза, марганцю, кремнеземом.
2. Джгутики апікальні, субапікальні.
3. Мітоз закритий, є центріолі, є ризопласт.
4. Стигма в пластидах.
5. Пігменти: хлорофіл а + с, **характерна особливість - відсутність жовтого ксантофілу фукоксантину.**
6. Запасаюча речовина – хризоламінарін (в цитоплазмі).
7. Морфологічні типи: монадний, гемімонадний, кокоїдний, амебоїдний, сарциноідний, трихальний, гетеротрихальний, сифональний.

*



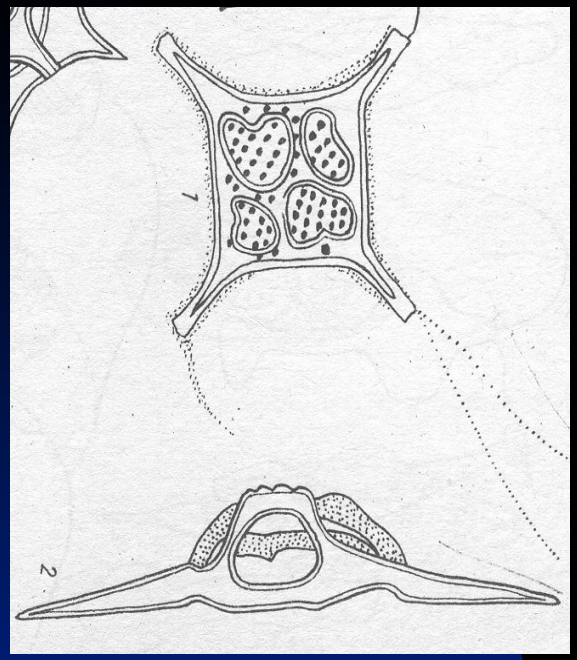
Botrydiopsis

Characiopsis

Tribonema

(Фото І.Ю. Костікова)

*



Dictiocha fibula Ehr.

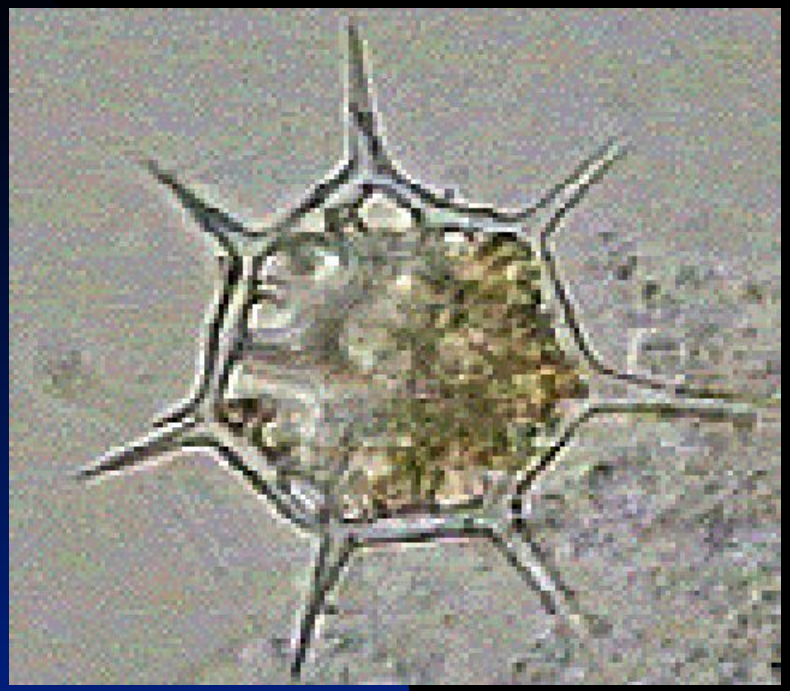
Відділ Dictyochophyta

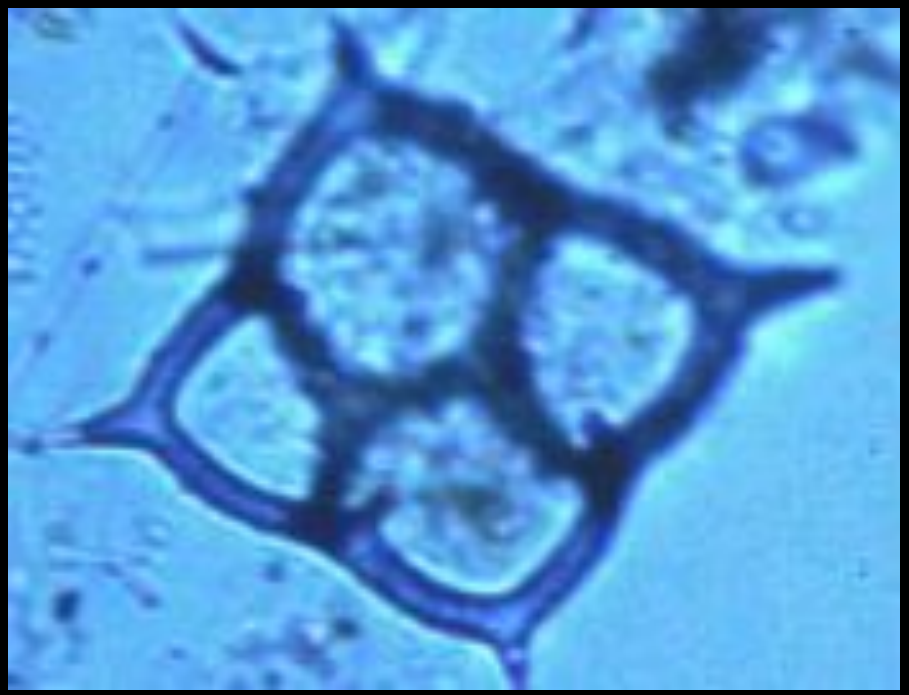
40 видів

Головні ознаки відділу

1. Покрови з слизової капсули та **кремнеземового скелету (полі трубки)** над плазмалемою, рідше органічні лусочки.
2. Джгутики апікальні (на відміну від всіх інших хромофітових водоростей, у диктиохофіт відсутні джгутикові корені. **Базальні тіла джгутиків асоційовані безпосередньо з ядерною мембраною.**
3. **Аксоподії.**
4. Пігменти: хлорофіл а + с, фукоксантин, запасаюча речовина – хризоламінарин.
5. Морфологічні типи: монадний (є також гетеротрофи, що втратили фотосинтезуючий апарат).

*





Жива клітина

Dictyocha

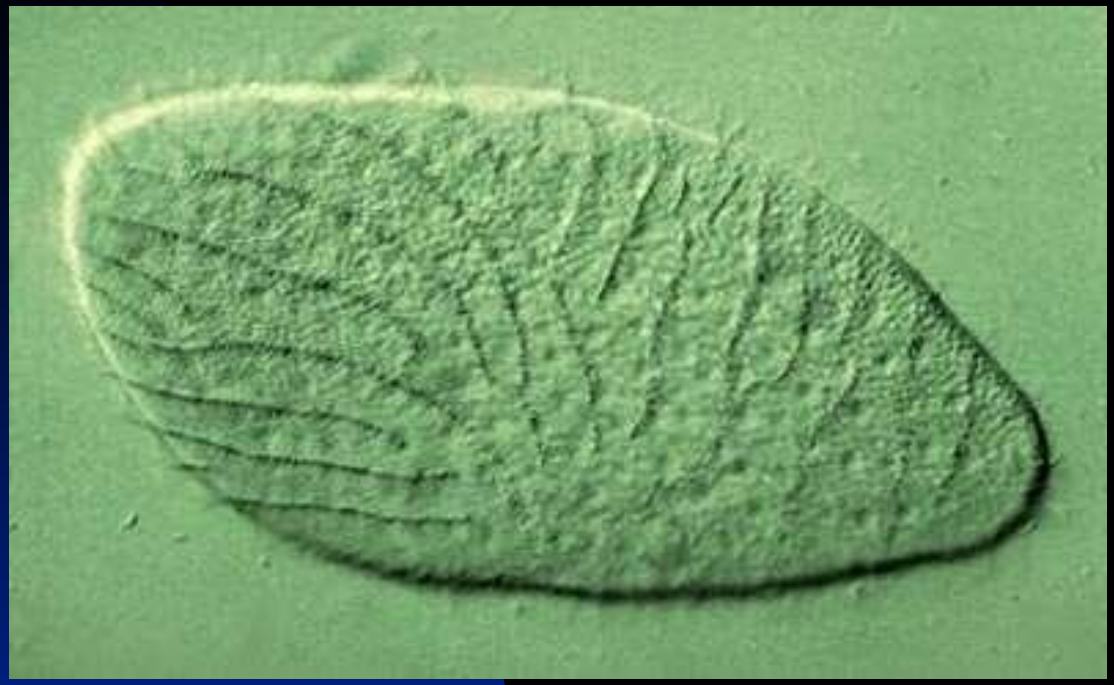
Кремнеземовий скелет

(Фото І.Ю. Костікова)

*

2. Огляд філем гетеротрофних страменопілів

Тип Opalinata

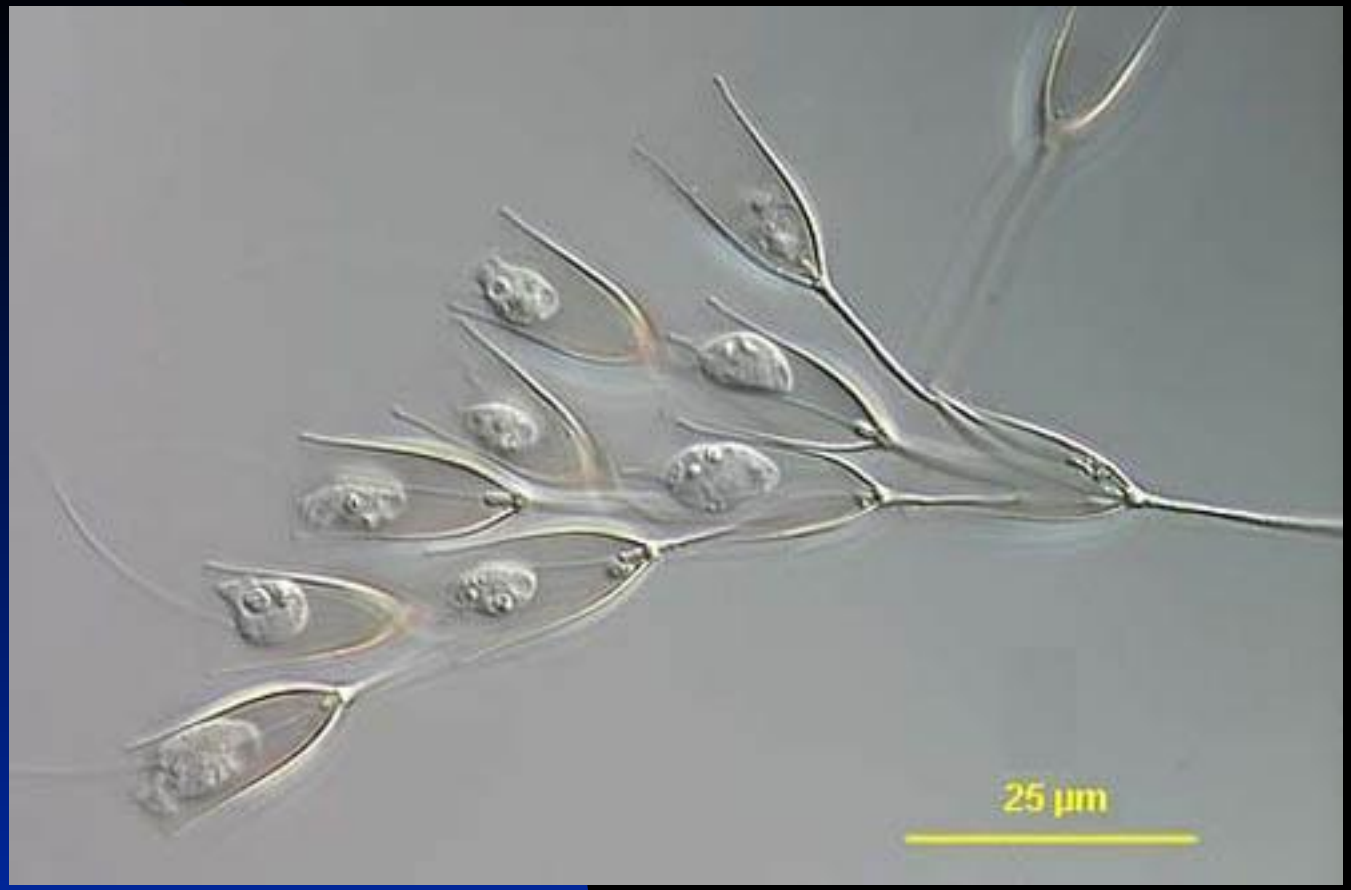


400 видів

Opalina ranarum

Мають чисельні однакові ядра та джгутики, статевий процес – копуляція. Опаліни є коменсалами земноводних.

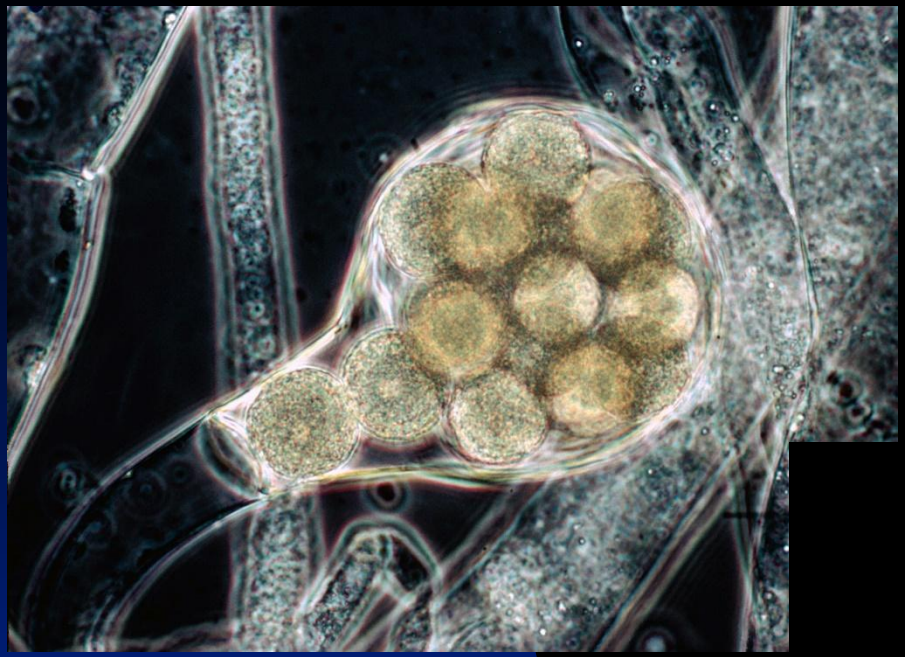
Тип Bicosoecida



Гетероконтні джутиконосці, клітини яких часто знаходяться у ковпачках “lorica”. Зустрічаються як вільноіснуючі у морях та прісних водоймах.

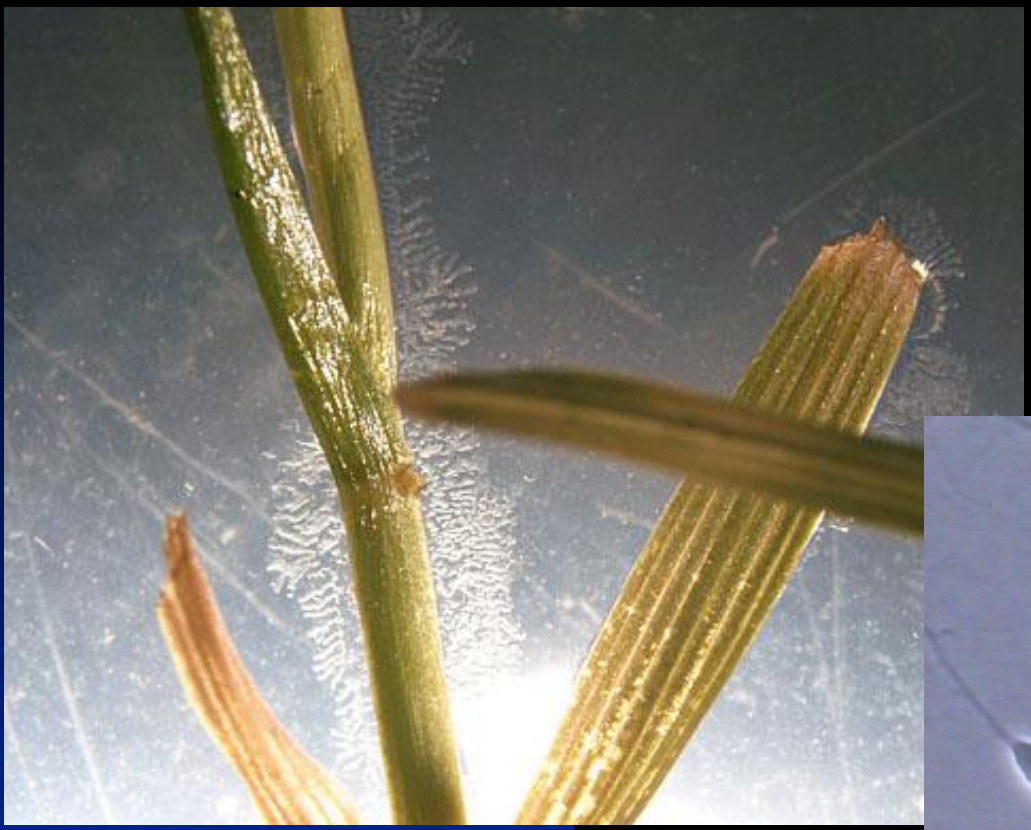
Bicosoeca petiola

Відділ Oomycota

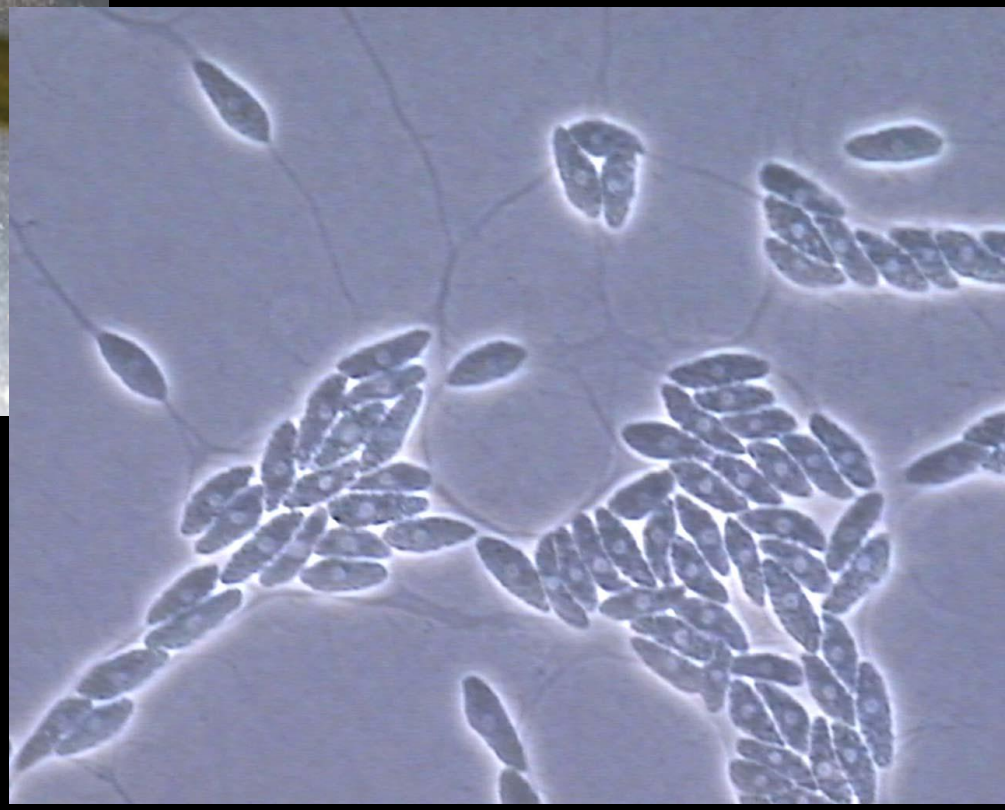


Saprolegnia

*



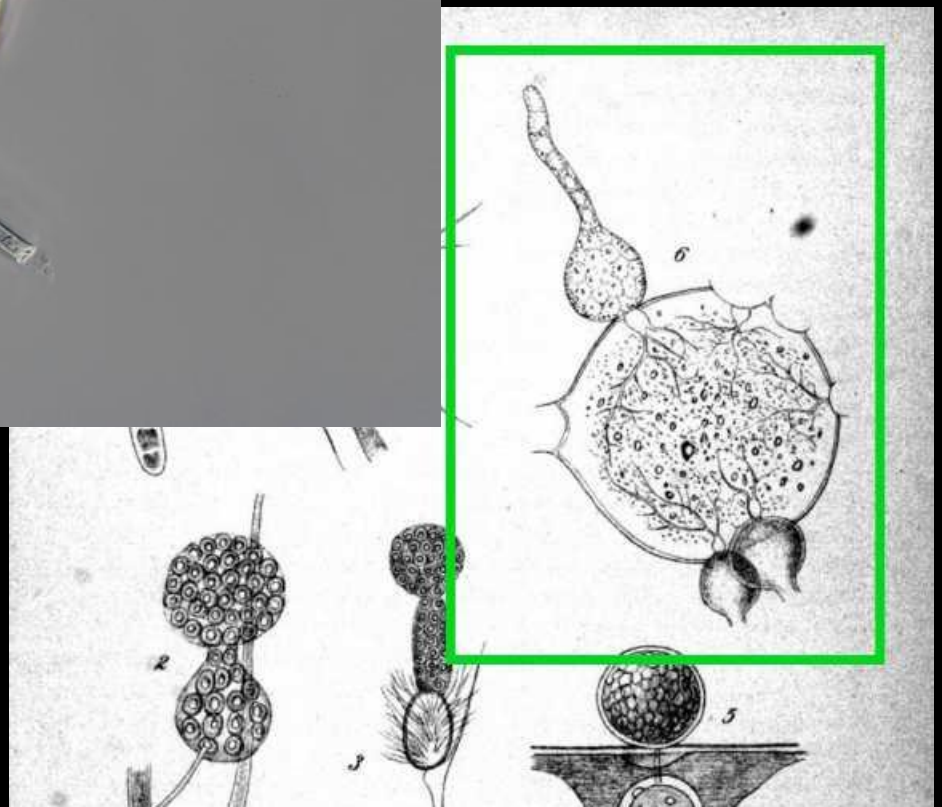
Відділ Labyryntulomycota



Labyryntula

*

Тип Hyphochytryomycota



Rhizidiomyces

*

3. Філогенетичні зв’язки

The Revised Adl et al_2012_Classification of Eukaryotes.pdf - Adobe Reader
Окно Справка
25 / 79 116% Инструменты Подписание

Sar (R)
The least inclusive clade containing *Bigelowiella natans* Moestrup & Sengco 2001 (Rhizaria), *Tetrahymena thermophila* Nanney & McCoy 1976 (Alveolata), and *Thalassiosira pseudonana* Cleve 1873 (Stramenopiles). This is a node-based definition in which all of the specifiers are extant; it is intended to apply to a crown clade; qualifying clause – the name does not apply if any of the following fall within the specified clade – *Homo sapiens* Linnaeus 1758 (Opisthokonta), *Dictyostelium discoideum* Raper 1935 (Amoebozoa), *Arabidopsis thaliana* (Linnaeus) Heynhold 1842 (Archaeplastida), *Euglena gracilis* Klebs 1883 (Excavata), *Emiliania huxleyi* (Lohmann) Hay & Mohler in Hay et al. 1967 (Haptophyta). The name is derived from the acronym of the three groups united in this clade. The apparent composition of Sar is: Alveolata, Rhizaria, and Stramenopiles, as defined here. The primary reference phylogeny is Burki et al. (2008, Fig. 1).

- Stramenopiles Patterson 1989, emend. Adl et al. 2005
  Motile cells typically biciliate, typically with heterokont ciliation – anterior cilium with tripartite mastigonemes in two opposite rows and a posterior usually smooth cilium; tubular mitochondrial cristae; typically 4 microtubular kinetosomal roots.

  - Opalinata Wenyon 1926, emend. Cavalier-Smith 1997 [Slopalinida Patterson 1985]
    Pluriciliated with double-stranded transitional helix at the transitional region between kinetosome and cilium; evenly spaced cortical ridges underlain by microtubules, ranging from singlets to ribbons; cyst-forming.

    - Proteromonadea Grassé 1952 (P?)
      One or two anterior pairs of anisokont cilia; uninucleate; endobionts in intestinal tract of amphibians, reptiles, and mammals. *Karotomorpha, Proteromonas*.

    - Opalinea Wenyon 1926
      Multiciliated cells with cilia originating from an anterior morphogenetic centre, the falx, and forming oblique longitudinal rows or files; microtubular ribbons supporting longitudinal pellicular ridges between ciliary rows; two to many monomorphic nuclei; endobionts in amphibians and some fish; life cycle complex, with sexual processes induced by hormones of host and linked to the host's life cycle. *Cepedea, Opalina, Protoopalina, Protozelleriella, Zelleriella.*

  - *Blastocystis* Alexeev 1911
    Rounded nonciliated cells, anaerobic commensals/parasites of intestinal tracts; recovered as sister group to

The Revised Adl et al_2012_Classification of Eukaryotes.pdf - Adobe Reader
тр Окно Справка
25 / 79 116% Инструменты Подписание

- *Blastocystis* Alexeev 1911
  Rounded nonciliated cells, anaerobic commensals/parasites of intestinal tracts; recovered as sister group to Opalinata in molecular phylogenies. *Blastocystis*.
- Bicosoecida Grassé 1926, emend. Karpov 1998
  Biciliate with or without tripartite mastigonemes, typically lacking transitional helix; without plastids; phagotrophic with cytostome, supported by broad microtubular rootlet No. 2 of posterior cilium;

Table 2. Classification of the higher ranks of the protists and multicellular groups. cont'd.

predominantly sedentary, often attach to substrate with posterior cilium; with or without lorica; solitary and colonial. *Bicosoeca, Caecitellus, Cafeteria, Pseudobodo, Pseudodendromonas*.

- Placidida Moriya et al. 2002
  Biciliate cells without plastids; described species have mastigonemes on anterior cilium, attach to substrates by posterior cilium during feeding; double-stranded transitional helix. *Placidia, Wobblia*.
- Labyrinthulomycetes Dick 2001
  Producing an ectoplasmic network of branched, anastomosing, wall-less filaments via a specialized orga-

The Revised Adl et al_2012_Classification of Eukaryotes.pdf - Adobe Reader
Справка
26 / 79 116% Инструменты Подписание Ком

by posterior cilium during feeding; double-stranded transitional helix. *Placidia*, *Wobblia*.

- Labyrinthulomycetes Dick 2001
  Producing an ectoplasmic network of branched, anastomosing, wall-less filaments via a specialized organelle known as the bothrosome; Golgi-derived scales; biciliate zoospores with lateral insertion in many species.

  - *Labyrinthula* Cienkowski 1867 [Labyrinthulaceae Haeckel 1868]
    Spindle-shaped vegetative cells distributed in an extensive ectoplasmic net; zoospores with eyespots; sexual reproduction. *Labyrinthula*.
  - Thraustochytriaceae Sparrow 1943
    Cells producing a small ectoplasmic net; presence of interphase centrioles in vegetative cells; no eyespots; no sexual reproduction. *Althornia, Aplanochytrium, Elnia, Japonochytrium, Schizochytrium, Thraustochytrium, Ulkenia*.
  - Incertae sedis Labyrinthulomycetes: Amphitraemidae (previously in filose testate amoebae), *Amphitrema*, *Archerella*.

- Hyphochytriales Sparrow 1960
  Single anteriorly directed cilium.

  - Anisolpidiaceae Karling 1943, emend. Dick 2001
    Thallus holocarpic. *Anisolpidium, Canteriomyces*.
  - *Hyphochytrium* Karling 1939 [Hyphochytridiomycetaceae Fischer 1892, emend. Karling 1939]
    Thallus eucarpic and polycentric. *Hyphochytrium*.
  - Rhizidiomycetaceae Karling 1943
    Thallus eucarpic and monocentric. *Latrostium, Rhizidiomyces, Rhizidiomycopsis*.

- Peronosporomycetes Dick 2001 [Öomycetes Winter 1897, emend. Dick 1976]
  Thallus mainly aseptate; cell wall of glucan-cellulose, may have minor amount of chitin; haplomictic-B nuclear cycle; lysine synthesized via the diaminopimelate (DAP) pathway; lanosterol directly from swaline oxide; zoospores biciliate and heterokont but rarely uniciliate; cilia anteriorly inserted; anteriorly directed cilium shorter; transitional plate of kinetosome sitting above the plasma membrane with a central bead; kinetid base structure with six parts, including four roots; oogamous reproduction that results in the forma-

The Revised Adl et al_2012_Classification of Eukaryotes.pdf - Adobe Reader
Окно Справка
26 / 79 116% Инструменты Подписание

- Peronosporomycetes Dick 2001 [Öomycetes Winter 1897, emend. Dick 1976]
  Thallus mainly aseptate; cell wall of glucan-cellulose, may have minor amount of chitin; haplomictic-B nuclear cycle; lysine synthesized via the diaminopimelate (DAP) pathway; lanosterol directly from swaline oxide; zoospores biciliate and heterokont but rarely uniciliate; cilia anteriorly inserted; anteriorly directed cilium shorter; transitional plate of kinetosome sitting above the plasma membrane with a central bead; kinetid base structure with six parts, including four roots; oogamous reproduction that results in the formation of thick-walled sexual spores known as oospores, due to contact between male and female gametangia. *Achlya, Leptomitus, Peronospora, Pythium, Phytophthora, Rhipidium, Saprolegnia.*

  - Incertae sedis Peronosporomycetes: *Ciliomyces, Crypticola, Ectrogella, Eurychasma, Haptoglossa, Lagena, Lagenisma, Myzocytiopsis, Olpidiopsis, Pontisma, Pythiella, Rozellopsis, Sirolpidium.*

- Actinophryidae Claus 1874, emend. Hartmann 1926
  Axonemal pseudopodia emerging from amorphous centrosome near nuclei; axonemal microtubules in double interlocking coils; single central nucleus or several peripheral nuclei; tubular mitochondrial cristae; two types of extrusomes for prey-capture along axopodia; cysts covered with siliceous elements; autogamy reported within spores. *Actinophrys, Actinosphaerium.*

- *Bolidomonas* Guillou & Chrétiennot-Dinet 1999 [Bolidophyceae in Guillou et al. 1999]
  Swimming cells with two cilia, one anteriorly directed and one posteriorly directed; no microtubular or fibrillar kinetosomal roots; ciliary transitional helix absent; no paraciliary rod; chloroplast with girdle lamella; outer chloroplast endoplasmic reticulum membrane with direct membrane connection to the outer nuclear envelope membrane; plastid DNA with ring-type genophore; no eyespot; plastid pigments include chlorophylls *a* and $c_{1\text{-}3}$, fucoxanthin, 19′-butanoyloxyfucoxanthin, diatoxanthin, and diadinoxanthin. *Bolidomonas*.

- Chrysophyceae Pascher 1914
  Predominately ciliated cells, but also capsoid, coccoid, filamentous, and parenchymatous forms; swimming cells biciliated – one anteriorly directed and one laterally directed; tripartite mastigonemes with short and long lateral hairs on the shaft; kinetosome usually with 4 microtubular kinetosomal roots and one large

The Revised Adl et al_2012_Classification of Eukaryotes.pdf - Adobe Reader
Окно Справка
27 / 79 116% Инструменты Подписание

Table 2. Classification of the higher ranks of the protists and multicellular groups. cont'd.

striated root or rhizoplast; ciliary transitional helix with 4–6 gyres located above the major transitional plate; no paraciliary rod; cell coverings, when present, include organic scales, silica scales, organic lorica, and cellulose cell wall; chloroplast with girdle lamella; outer chloroplast endoplasmic reticulum membrane with direct membrane connection to the outer nuclear envelope membrane; plastid DNA with ring-type genophore; eyespots present or absent; plastid pigments include chlorophylls *a* and $c_{1,2}$, fucoxanthin, violaxanthin, anthaxanthin, and neoxanthin.

••• Chromulinales Pascher 1910
Swimming cells with only one cilium visible by light microscopy; four microtubular kinetosomal roots. *Chromulina, Chrysomonas.*

••• *Hibberdia* Andersen 1989 [Hibberdiales Andersen 1989]
Swimming cells with only one cilium visible by light microscopy; three microtubular kinetosomal roots. *Hibberdia.*

••• Ochromonadales Pascher 1910
Swimming cells with two cilia visible by light microscopy. *Ochromonas.*

•• Dictyochophyceae Silva 1980
Single cells, colonial ciliated cells or amoebae; swimming cells usually with one cilium, anteriorly directed and bearing tripartite tubular hairs; kinetosomes adpressed to nucleus; no microtubular or fibrillar kinetosomal roots; ciliary transitional helix, when present, with 0–2 gyres located below the major transitional plate; paraciliary rod present; cells naked, with organic scales or with siliceous skeleton; chloroplasts, when present, with girdle lamella; plastid DNA with scattered granule-type genophore; no eyespot; plastid pigments include chlorophylls *a* and $c_{1,2}$, fucoxanthin, diatoxanthin, and diadinoxanthin.

••• Dictyochales Haeckel 1894
Silica skeleton present on at least one life stage; with chloroplasts. *Dictyocha.*

••• Pedinellales Zimmermann et al. 1984
Naked, organically scaled or loricate ciliated cells; with or without chloroplasts. *Actinomonas, Apedinella, Ciliophrys, Mesopedinella, Palatinella, Pedinella, Pseudopedinella, Pteridomonas.*

••• Rhizochromulinales O'Kelly & Wujek 1994

кно Справка
27 / 79 116% Инструменты Подписание

•• Eustigmatales Hibberd 1981
Coccoid organisms, single cells or colonies; swimming cells biciliate – one anteriorly directed and one posteriorly directed; 4 microtubular kinetosomal roots and one large striated kinetosomal root or rhizoplast; ciliary transitional helix with 6 gyres located above the major transitional plate; no paraciliary rod; cell walls present; chloroplast without girdle lamella; outer chloroplast endoplasmic reticulum membrane with direct membrane connection to the outer nuclear envelope membrane; plastid DNA with ring-type genophore; eyespot present but located outside of the chloroplast; plastid pigments include chlorophylls *a*, violaxanthin, and vaucherioxanthin. *Botryochloropsis, Eustigmatos, Monodopsis, Nannochloropsis, Pseudocharaciopsis, Vischeria.*

•• Pelagophyceae Andersen & Saunders 1993
Ciliated, capsoid, coccoid, sarcinoid or filamentous; swimming cells with 1 or 2 cilia – anteriorly directed cilium bearing bipartite or tripartite tubular hairs and second cilium, when present, directed posteriorly; kinetosome(s) adpressed to nucleus; no microtubular or fibrillar kinetosomal roots on uniciliated cells; four microtubular roots on biciliated cells; ciliary transitional helix, when present, with 2 gyres located below the major transitional plate; paraciliary rod present or absent; cells naked or with organic thecae or cell walls; chloroplasts with girdle lamella; plastid DNA with scattered granule-type genophore; no eyespot; plastid pigments include chlorophylls *a* and $c_{1,2}$, fucoxanthin, 19′-hexanoyloxyfucoxanthin, 19′-butanoyloxyfucoxanthin, diatoxanthin, and diadinoxanthin.

••• Pelagomonadales Andersen & Saunders 1993
Ciliated or coccoid organisms; when ciliated, a single cilium without a second kinetosome; no kinetosomal roots. *Aureococcus, Aureoumbra, Pelagococcus, Pelagomonas.*

••• Sarcinochrysidales Gayral & Billard 1977
Sarcinoid, capsoid, ciliated or filamentous; cells typically with organic cell wall; ciliated cells biciliated with four microtubular kinetosomal roots. *Ankylochrisis, Nematochrysopsis, Pulvinaria, Sarcinochrysis.*

215,9 x 279,4 мм

The Revised Adl et al_2012_Classification of Eukaryotes.pdf - Adobe Reader
осмотр Окно Справка
28 / 79 116% Инструменты Подп

Table 2. Classification of the higher ranks of the protists and multicellular groups. cont'd.

•• Phaeothamniophyceae Andersen & Bailey in Bailey et al. 1998
Filamentous, capsoid, palmelloid, ciliated, or coccoid; swimming cells biciliated – anteriorly directed cilium bearing tripartite tubular hairs and posteriorly directed cilium without tripartite hairs; 4 microtubular kinetosomal roots but no striated kinetosomal root or rhizoplast; ciliary transitional helix with 4–6 gyres located above the major transitional plate; no paraciliary rod; cells covered with an entire or two-pieced cell wall; chloroplast with girdle lamella; chloroplast endoplasmic reticulum membrane with direct membrane connection to the outer nuclear envelope membrane; plastid DNA with ring-type genophore; eyespots present; plastid pigments include chlorophylls *a* and *c*, fucoxanthin, heteroxanthin, diatoxanthin, and diadinoxanthin.

••• Phaeothamniales Bourrelly 1954, emend. Andersen & Bailey in Bailey et al. 1998 (R)
Distinguished from the Pleurochloridales based upon molecular phylogenetic analyses. *Phaeothamnion*.

••• Pleurochloridales Ettl 1956 (R)
Distinguished from the Phaeothamniales based upon molecular phylogenetic analyses. *Pleurochloridella*.

•• Pinguiochrysidales Kawachi et al. 2003
Ciliated or coccoid organisms; swimming cells with one or two cilia; tripartite hairs present or absent on immature cilium; 3–4 microtubular kinetosomal roots and one large striated kinetosomal root or rhizoplast; ciliary transitional helix with 2 gyres located below the major transitional plate; no paraciliary rod; cells naked or enclosed in mineralized lorica; chloroplast with girdle lamella; outer chloroplast endoplasmic reticulum membrane with direct membrane connection to the outer nuclear envelope membrane; plastid DNA with scattered granule-type genophore; eyespots absent; plastid pigments include chlorophylls *a* and $c_{1,2}$, fucoxanthin, and violaxanthin. *Glossomastix, Phaeomonas, Pinguiochrysis, Pinguiococcus, Polypodochrysis*.

•• Raphidophyceae Chadefaud 1950, emend. Silva 1980
Naked swimming biciliates with one anteriorly directed cilium bearing tripartite tubular hairs and one posteriorly directed cilium lacking tripartite hairs; microtubular kinetosomal roots present but poorly characterized; one large striated kinetosomal root or rhizoplast present; ciliary transitional helix absent; no paraciliary rod; chloroplast with or without girdle lamella; outer chloroplast endoplasmic reticulum membrane with no or very weak direct membrane connection to the outer nuclear envelope membrane; plastid

Окно Справка
28 / 79 116% Инструменты Подп

$c_{1,2}$, fucoxanthin, and violaxanthin. *Glossomastix, Phaeomonas, Pinguiochrysis, Pinguiococcus, Polypodochrysis.*

- Raphidophyceae Chadefaud 1950, emend. Silva 1980
  Naked swimming biciliates with one anteriorly directed cilium bearing tripartite tubular hairs and one posteriorly directed cilium lacking tripartite hairs; microtubular kinetosomal roots present but poorly characterized; one large striated kinetosomal root or rhizoplast present; ciliary transitional helix absent; no paraciliary rod; chloroplast with or without girdle lamella; outer chloroplast endoplasmic reticulum membrane with no or very weak direct membrane connection to the outer nuclear envelope membrane; plastid DNA with scattered granule-type genophore; eyespots absent; plastid pigments include chlorophylls *a* and $c_{1,2}$; carotenoid composition distinctly different between marine (M) and freshwater (FW) species - fucoxanthin (M), violaxanthin (M), heteroxanthin (FW), vaucherioxanthin (FW). *Chattonella, Fibrocapsa, Goniostomum, Haramonas, Heterosigma, Merotricha, Olisthodiscus, Vacuolaria.*

- Synurales Andersen 1987
  Predominately ciliated cells but benthic palmelloid colonies known; swimming cells usually with two anteriorly directed cilia – one bearing tripartite tubular hairs with short and long lateral hairs on their shafts, two microtubular kinetosomal roots and one large striated kinetosomal root or rhizoplast; ciliary transitional helix with 6–9 gyres located above the major transitional plate; no paraciliary rod; cells covered with bilaterally symmetrical silica scales; chloroplast with girdle lamella; chloroplast endoplasmic reticulum membrane with no (or very weak) direct membrane connection to the outer nuclear envelope membrane; plastid DNA with ring-type genophore; eyespots absent; plastid pigments include chlorophylls *a* and c_1, fucoxanthin, violaxanthin, anthaxanthin, and neoxanthin. *Chrysodidymus, Mallomonas, Synura, Tesselaria.*

- Xanthophyceae Allorge 1930, emend. Fritsch 1935 [Heterokontae Luther 1899, Heteromonadea Leedale 1983, Xanthophyta Hibberd 1990]
  Predominately coccoid or filamentous, rarely amoeboid, ciliated or capsoid; swimming cells with two cilia – one anteriorly directed and bearing tripartite tubular hairs and one posteriorly directed and lacking tripartite hairs; 4 microtubular kinetosomal roots and one large striated kinetosomeal root or rhizoplast; ciliary transitional helix with 6 apparently double gyres located above the major transitional plate; no paraciliary rod; cell walls typical, probably of cellulose and either entire or H-shaped bisectional walls;

Окно Справка
29 / 79 116% Инструменты Подп

Table 2. Classification of the higher ranks of the protists and multicellular groups. cont'd.

chloroplast with girdle lamella; outer chloroplast endoplasmic reticulum membrane with direct membrane connection to the outer nuclear envelope membrane; plastid DNA with ring-type genophore; eyespots present or absent; plastid pigments include chlorophylls *a* and $c_{1,2}$, violaxanthin, heteroxanthin, and vaucheriaxanthin. **Note 3**.

●●● Tribonematales Pascher 1939
Filamentous, coccoid, and capsoid forms, sometimes becoming parenchymatous or multinucleate with age; cell walls, when present, either with H-shaped overlapping cell wall pieces or with complete or entire cell walls; elaborate reproductive structures lacking. *Botrydium, Bumilleriopsis, Characiopsis, Chloromeson, Heterococcus, Ophiocytium, Sphaerosorus, Tribonema, Xanthonema.*

●●● Vaucheriales Bohlin 1901
Siphonous filaments; elaborate sexual reproductive structures as antheridia and oogonia. *Vaucheria.*

●● Phaeophyceae Hansgirg 1886 (not Kjellman 1891, not Pfitzer 1894)
Filamentous, syntagmatic, parenchymatous or ciliated; swimming cells with two cilia usually inserted laterally – one anteriorly directed and one posteriorly directed; usually 4 microtubular kinetosomal roots but no striated kinetosomal root or rhizoplast; ciliary transitional helix typically with 6 gyres located above the major transitional plate; no paraciliary rod; little to no substantial tissue differentiation occurring in parenchymatous forms; cell wall present, containing alginate compounds and cellulose; plasmodesmata or pores between cells in parenchymatous forms; chloroplasts with girdle lamella; outer chloroplast endoplasmic reticulum membrane with direct membrane connection to the outer nuclear envelope membrane; plastid DNA with ring-type genophore; eyespots present or absent; plastid pigments include chlorophylls *a* and $c_{1,2}$, fucoxanthin, and violaxanthin. Note that several subdivisions are separated on the basis of life history and gene sequence information, but taxonomic classification is still in flux.

●●● Ascoseirales Petrov 1964
Sporophyte parenchymatous, with intercalary growth; several scattered discoid plastids without pyrenoid; heteromorphic life cycle but gametophyte not free-living; isogamous sexual reproduction. *Ascoseira.*

отр Окно Справка
31 / 79 116% Инструменты Подп

storage product undescribed. *Schizocladia* ischiensis.

•• Diatomea Dumortier 1821 [= Bacillariophyta Haeckel, 1878]
Vegetative cells cylindrical with a circular, elongate or multipolar cross-section, lacking any trace of cilia except as the sperm of centric lineages; cell wall complete, composed of tightly integrated silicified elements and comprised of two valves, one at each end of the cell, with several girdle bands as hoops or segments covering the cylindrical 'girdle' lying between the valves; chloroplasts usually present, bounded by 4 membranes, and with lamellae of 3 thylakoids and a ring nucleoid (rarely multiple nucleoids); ciliated sperm

Table **2.** Classification of the higher ranks of the protists and multicellular groups. cont'd.

cells bearing a single anterior cilium with a 9 + 0 axoneme and mastigonemes; life cycle diplontic and of unique pattern – slow size reduction over several years during the vegetative phase, caused by an unusual internal wall morphogenesis, alternating with rapid size restitution via a growth phase (auxospore) over several days. **Note 4**.

••• Coscinodiscophytina Medlin & Kaczmarska 2004 (P)
Valve outline circular (rarely elliptical); valve pattern radiating from a central or subcentral circular annulus; rimoportulae usually present; girdle bands hoop-like or segmental; sexual reproduction oogamous, with nonmotile eggs and uniciliate sperm; auxospore with scales but no band-like elements; many small chloroplasts.

•••• Paralids Mann in Adl et al. 2005 (R)

Філогенетичні зв’язки

1. Рослини-страменопіли виникли близько 300 млн. років тому (Мезозой).
2. Фенотипічні та генотипічні ознаки свідчать про тісну спорідненість хромофітових водоростей-страменопілів, які мають спільне походження і утворюють єдину філу органічного світу.
3. Встановлено тіснішу спорідненість між *Xanthophyta* та *Phaeophyta*, *Chrysophyta* та *Eustigmatophyta*.
4. Найближчими гетеротрофними організмами є грибоподібні організми – *Oomycota*, *Labyrintulomycota* та найпростіші – *Opalinida*, *Bicosoecida*.
5. Група страменопілів близька до царств *Chrysoleucobyonta* (Кусакин, Старобогатов, 1973), *Chromista* (Cavalier-Smith, 1986), *Heterocontes* (Кусакин, Дроздов, 1998).

Рекомендована література:

1. Кусакин О.Г., Дроздов А.Л. Филема органического мира. Ч.2. Прокариоты и низшие эукариоты. – С.-Пт.: Наука, 1998ю – 478 с.
2. Маргелис Л. Роль симбиоза в эволюции клетки. – М.: Мир, 1983. – 352 с.
3. Масюк Н.П. Эволюционные аспекты морфологии еукариотических водорослей. – К.: Наук. думка, 1993. – 256 с.
4. Масюк Н.П., Костіков І.Ю. Водорості в системі органічного світу. – К.: Академперіодіка, 2002. – 178 с.
5. Cavalier-Smith T. A revision six-kingdom system of life // Biol. Rev. – 1998. – 73. – P.203-266.
6. Cavalier-Smith T. Membrane heredity and early chloroplast evolution // Trends in Plant Sci. – 2000. – 5, N4. – P. 174-182.