

Херсонський державний університет
кафедра ботаніки

Stramenopiles

доктор біологічних наук,
професор
О.Є. Ходосовцев

Херсон - 2020

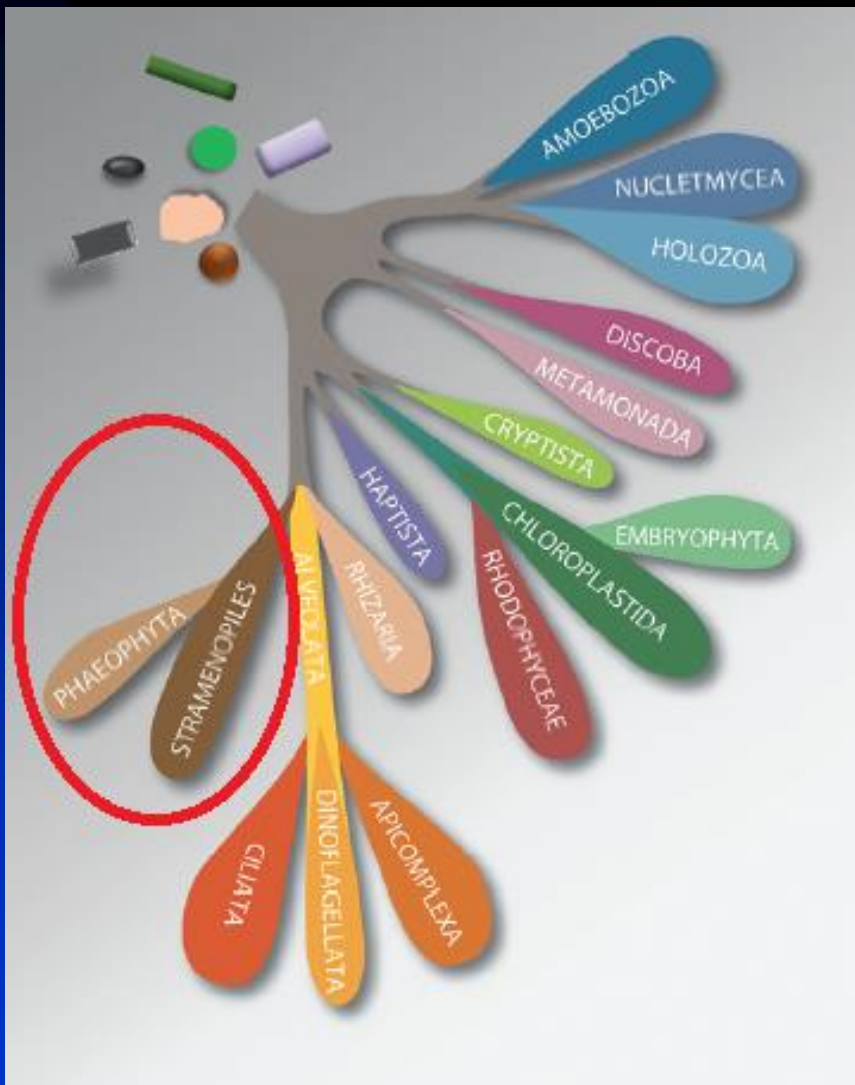
План лекції

1. Загальна характеристика
2. Bigyra
3. Gyrista

1. Загальна характеристика

● **Stramenopiles** | Patterson 1989, emend. Adl et al. 2005

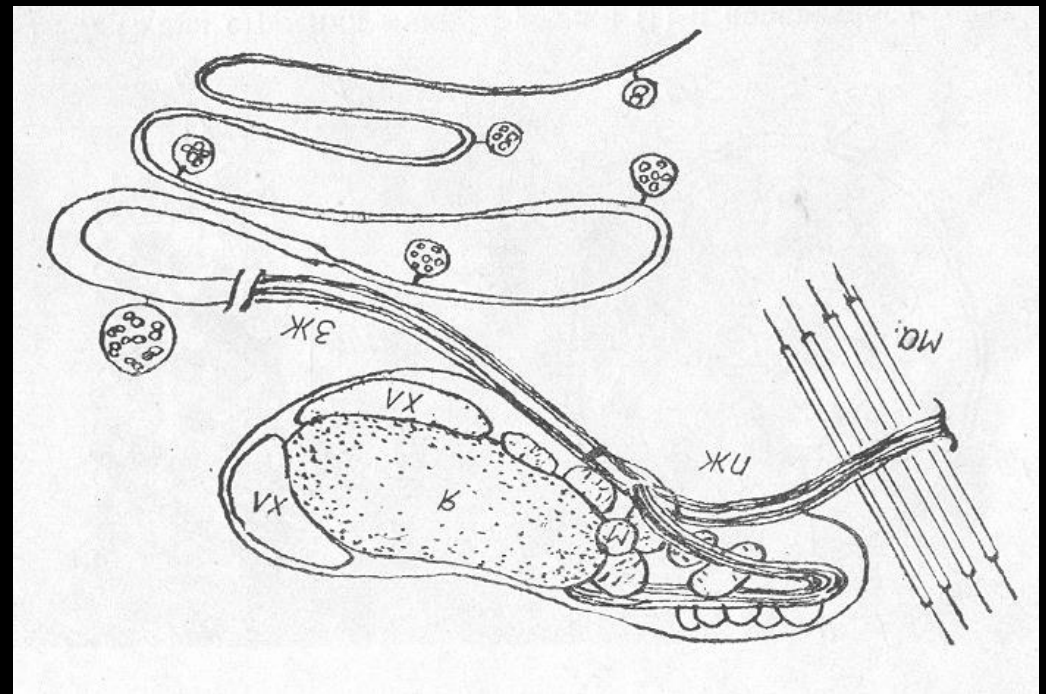
Motile cells typically biciliate, typically with heterokont ciliation—anterior cilium with tripartite mastigonemes in two opposite rows and a posterior usually smooth cilium; tubular mitochondrial cristae; typically, four microtubular kinetosomal roots.



Мають два
гетероконтні джгутики
з ретронею в
життєвому циклі,
трубчасті кристи в
мітохондріях.

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, спіральньо закрученими рядами, 0,2-2,0 мкм) та термінальної (фібрила з одного ряду субодиниць).

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



2. Bigyra

●● Bigyra Cavalier-Smith 1998, emend. 2006 (R)

Heterotrophs, mostly phagotrophs, without vegetative cell walls.

Гетеротрофи, головним чином фаготрофи, без вегетативних клітинних стінок.

***Opalozoa Cavalier-Smith 1991 em. 2006

●●● Opalozoa Cavalier Smith 1991, emend. 2006

Cilia without tubular hairs or absent; without plastids, typically without vegetative cell walls; most of them phagotrophic but often osmotrophic saprotrophs in vertebrate guts.

Джгутики без тубулярних волосків або відсутні, без пластид, без вегетативних клітинних стінок, фаготрофи, рідше осмотрофи в кишковиках хребетних.

Тип Opalinata



400 видів

Opalina ranarum

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

Тип Vicosoecida



Гетероконтні
джутиконосці,
клітини яких
часто
знаходяться
у ковпачках
“lorica”.

Зустрічаються як
вільноіснуючі у
морях та прісних
водоймах.

Vicosoeca petiola

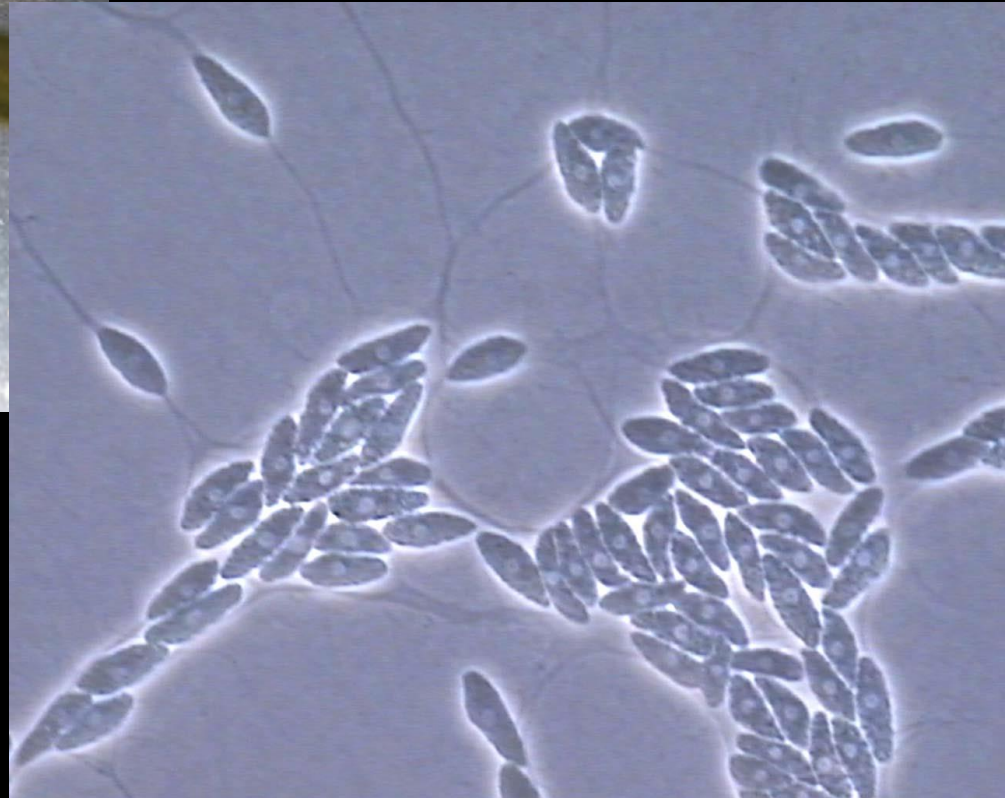
***Sagenista Cavalier-Smith 1995

●●● Sagenista Cavalier-Smith 1995

Heterotrophic phagotrophs and in some cases osmotrophs, biciliated cells present in some stages of their life cycle in most species.

Гетеротрофні фаготрофи і в деяких випадках осмотрофи, гетероконтні клітини присутні в деяких стадіях в деяких ЖИТТЄВИХ ЦИКЛАХ.

Відділ *Labyryntulomycota*
(четвертий ранг)



Labyryntula

13.05.2020

3. Gyrista

**Gyrsta Cavalier-Smith 1998

●● Gyrsta Cavalier-Smith 1998

Cells with helical or double helix/ring system ciliary transition zone.

Клітини зі спіраллю або подвійною спіраллю /
кільцевою системою циліарної перехідної зони.

*** Developea Karpov et Aleoshin 2016

●●● Developea Karpov et Aleoshin 2016

Free-swimming, naked, heterotrophic, bearing two cilia, anterior cilium with mastigonemes. *Developyella*, *Develorapax*.

Вільноплаваючі, голі (без клітинних оболонок), гетеротрофні, має два гетероконтні джгутики, передній з мастигонею.

Develoayella, *Develorapax*

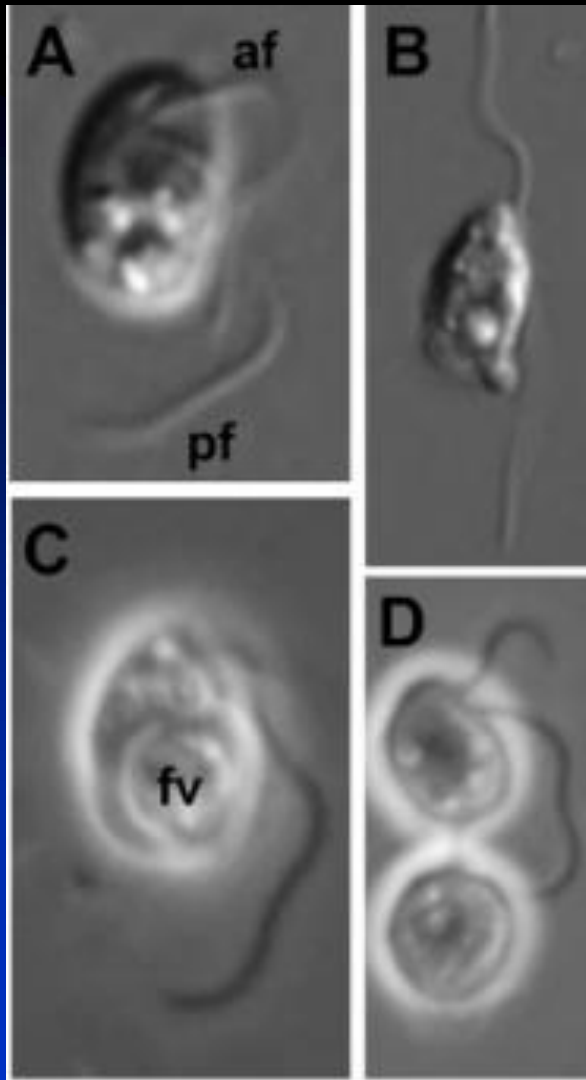
ORIGINAL RESEARCH ARTICLE

Front. Microbiol., 03 August 2016 | <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01194>



Heterokont Predator *Develorapax marinus* gen. et sp. nov. – A Model of the Ochrophyte Ancestor

Vladimir V. Aleoshin^{1,2,3*}, Alexander P. Mylnikov⁴, Gulnara S. Mirzaeva^{5,6}, Kirill V. Mikhailov^{1,2} and Sergey A. Karpov^{7,8*}



Вільноіснуючий гетеротрофний хижак в основі охрофітової лінії може розглядатися як модель для предка охрофіта.

Develorapax marinus

*** Hyphochytriales Sparrow 1960

●●● Hyphochytriales Sparrow 1960
Single anteriorly directed cilium.

Має один джгутик, пірчастий.

Тип Rhizochytriomycota

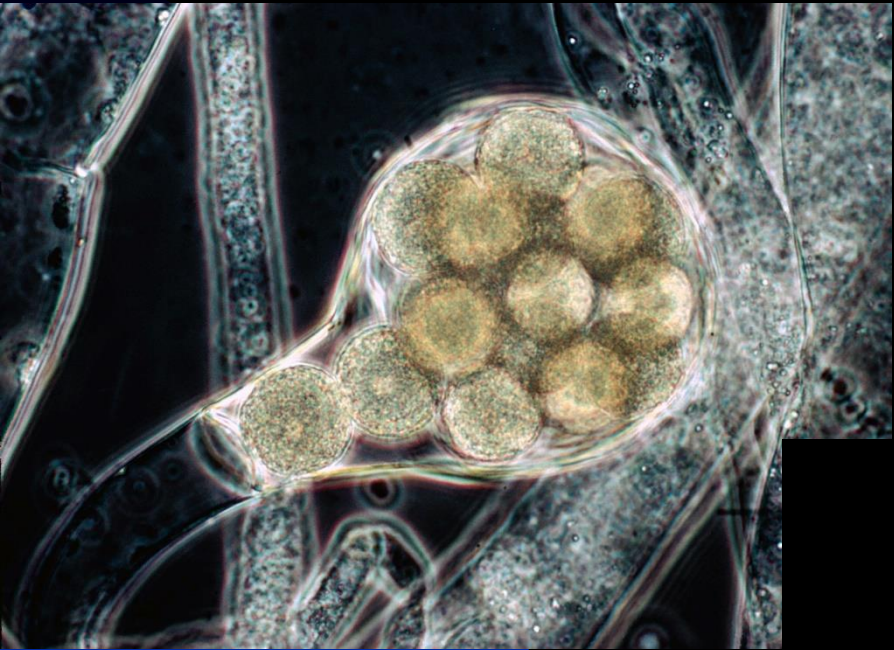


Rhizidiomyces

***Peronosporomycetes Dick 2001 [Oomycetes Winter 1897]

●●● Peronosporomycetes Dick 2001 [Oomycetes 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 squalene 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 in the most derived groups.



Saprolegnia



*** Pirsoniales Cavalier-Smith 1998 em. 2006

●●● Pirsoniales Cavalier-Smith 1998, emend. 2006

Biciliate parasites of diatoms that differentiate into an intracellular feeding part (trophosome) and external generative part (auxosome). *Pirsonia*.

Гетероконтні паразити діатомових водоростей, які диференціюються на внутрішньоклітинну стадію живлення (trophosome) і зовнішню генеративну стадію (auxosome).

ORIGINAL PAPER

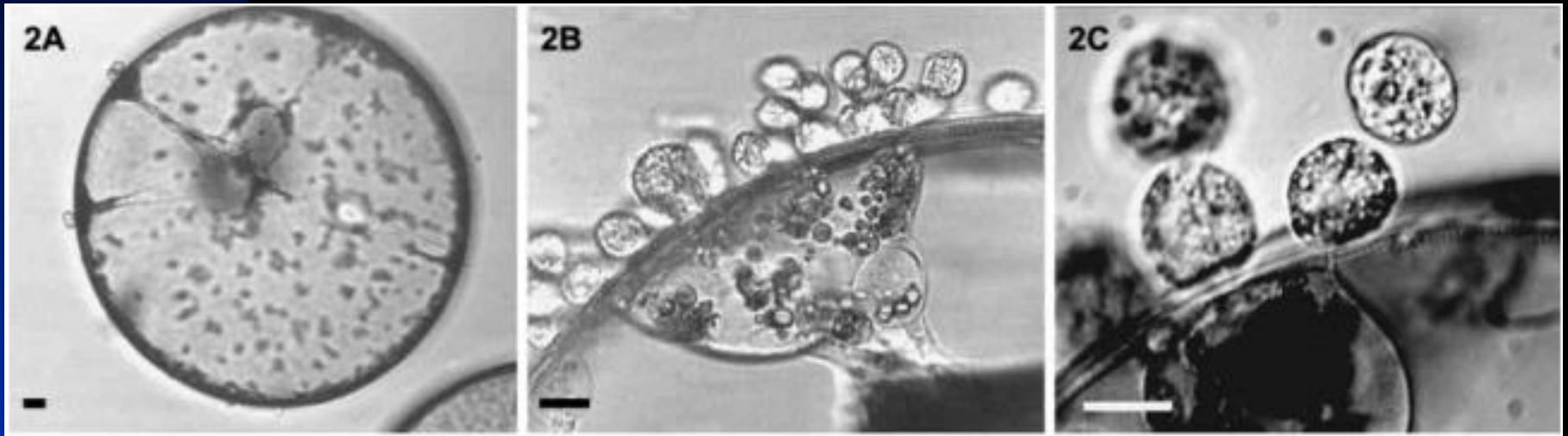
Phylogenetic Position of the Parasitoid Nanoflagellate *Pirsonia* inferred from Nuclear-Encoded Small Subunit Ribosomal DNA and a Description of *Pseudopirsonia* n. gen. and *Pseudopirsonia mucosa* (Drebes) comb. nov.

Stefanie Kühn^a, Linda Medlin^b, and Gundula Eller^{c,1}

^aDepartment of Marine Botany (FB2), University of Bremen, Leobener Str./NW2, D-28359 Bremen

^bAlfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Am Handelshafen 12, D-27570 Bremerhaven

^cDepartment of Physiological Ecology, Max Planck Institute for Limnology, August-Thienemann-Strasse 2, D-24306 Plön



Pirsonia diadema інфікує морську діатомею *Coscinodiscus wailesii*.

*** Actinophryidae Claus 1874 em. Hartman 1926

●●● Actinophryidae Claus 1874, emend. Hartmann 1926

Axopodia 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 cysts; cell division with semi-open orthomitosis; cilia never formed; freshwater and marine. *Actinophrys*, *Actinosphaerium*.

Аксоподії виходить з аморфної центросоми біля ядер; аксонемальні мікротрубочки у подвійних замикаючих котушках; єдине центральне ядро або кілька периферичних ядер; трубчасті мітохондріальні кристи; два типи екструсом для захоплення здобичі вздовж аксоподії; цисти вкриті кремнієвими елементами; поділ клітин з напіввідкритим ортомітозом; джгутики ніколи не утворюються (вторинно втрачені); прісноводні та морські.



Actinophrys sol (43 mkm)

3a <https://www.arcella.nl/actinophrys-sol/>

***Ochrophyta Cavalier-Smith 1986

●●● Ochrophyta Cavalier-Smith 1986, emend. Cavalier-Smith & Chao 1996

Commonly with chloroplasts, endoplasmic reticulum surround plastids like a membrane; plastids commonly containing chlorophyll *c1*, and often *c2*.

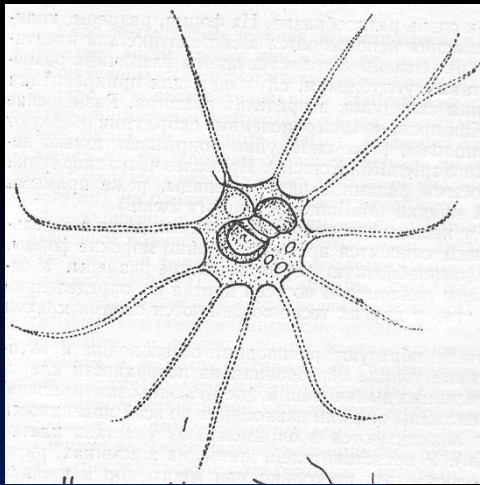
З вторинно-симбіотичними родопластами, містять хлорофіл *a* і *c*.

****Chrysista Cavalier-Smith 1986

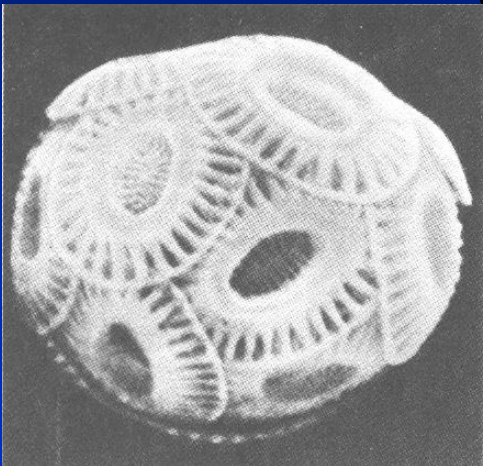
●●●● Chrysista Cavalier-Smith 1986

Unicellular, or filamentous or parentchymatous; ciliary supra-tz helix ancestrally; eyespot present or absent; transitional helix present or absent; chloroplast usually few in number and with girdle lamella; chloroplasts endoplasmic reticulum usually attached to the nuclear envelope.

Містить:
Chrysophyta,
Eustigmatophyta,
Phaeophyta,
Raphidophyta,
Xanthophyta



*Chrysamoeba
tenera* Matv.



Gephyrocapsa sp.

Відділ Chrysophyta (5 ранг)

800 видів

1. Клітинні покриви: лусочки (органічні або кремнеземові), панцир (кремнеземовий), будиночки (органічні або мінералізовані), клітинна оболонка (пектинова), або вкриті лише плазмалемою.
2. Характерна особливість - наявність у життєвому циклі стадії ендогенних кремнеземових цист.
3. Фукоксантин, запасуюча речовина - хризоламінарін (в цитоплазмі).
4. Еджективні органоїди: **дискоболоцити**.
5. Псевдоподії, ризоподії, щупальці.
6. Морфологічні типи: амебоїдна, кокоїдна, нитчаста.

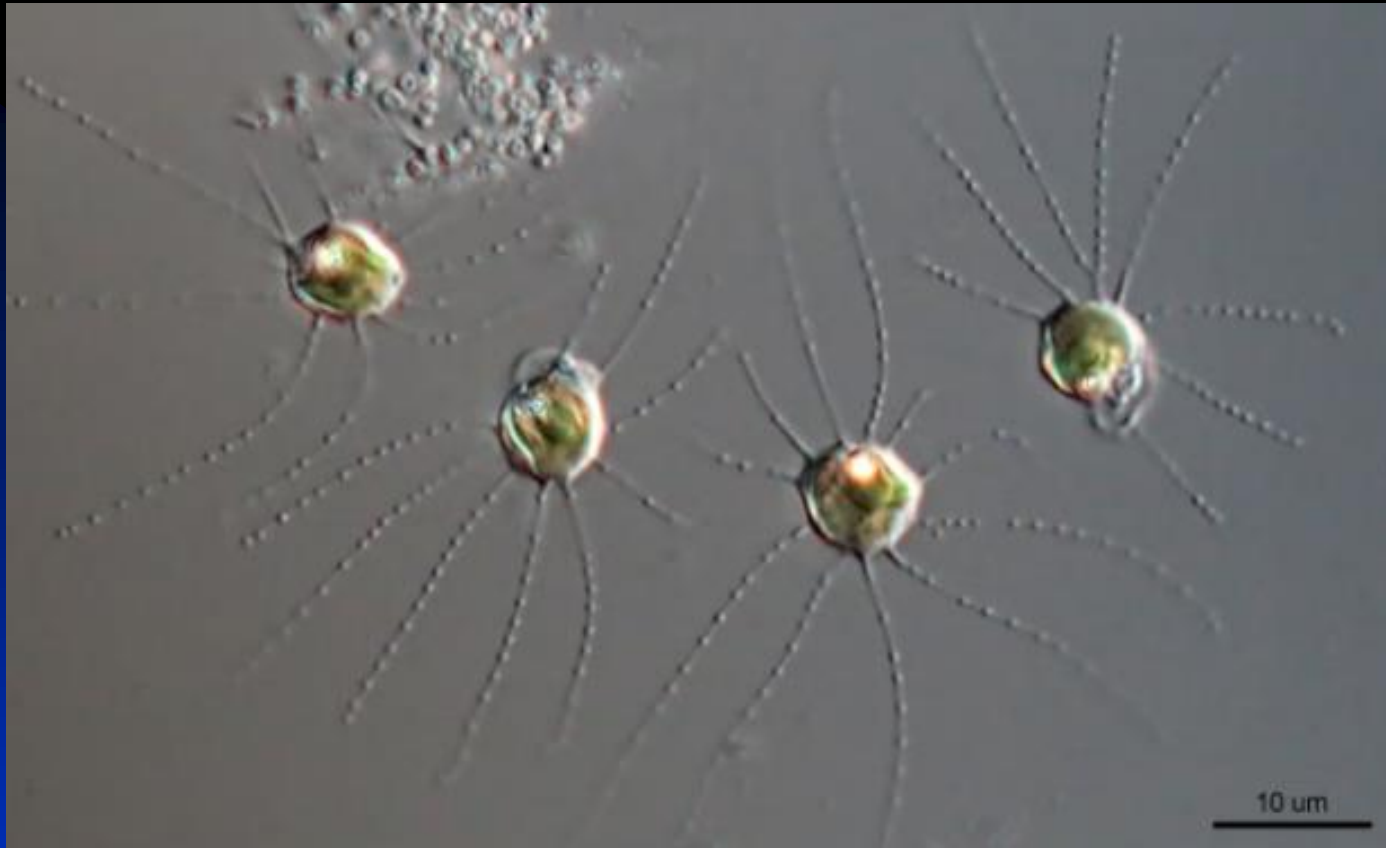


Mallomonas



Кремнезимова циста

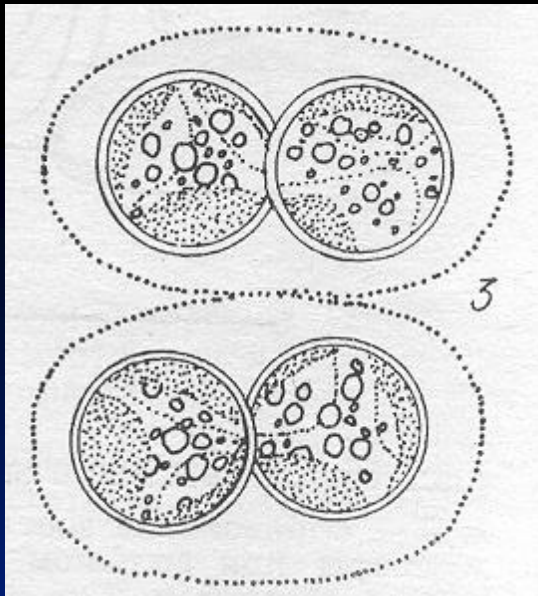
(Фото І.Ю. Костікова)



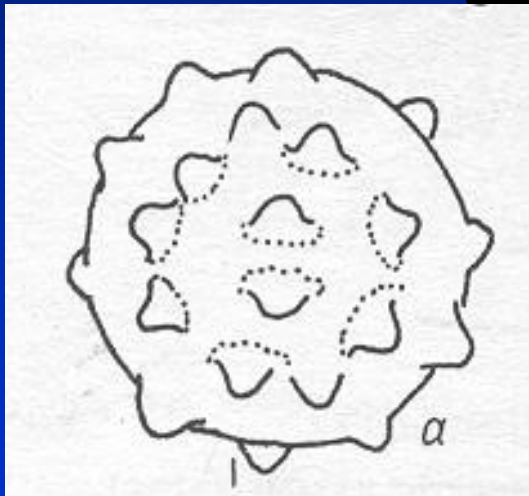
Chrysamoeba

3a <https://www.arcella.nl/chrysamoeba/>

Відділ Eustigmatophyta (5 ранг)

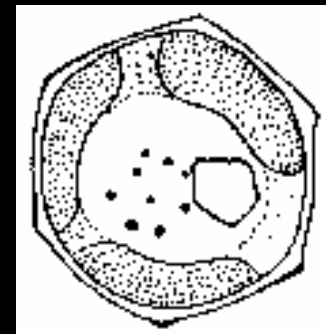
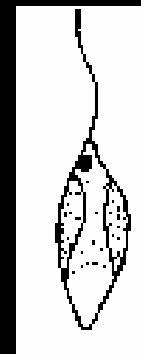
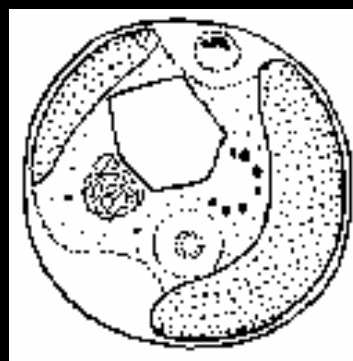
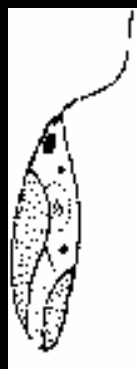
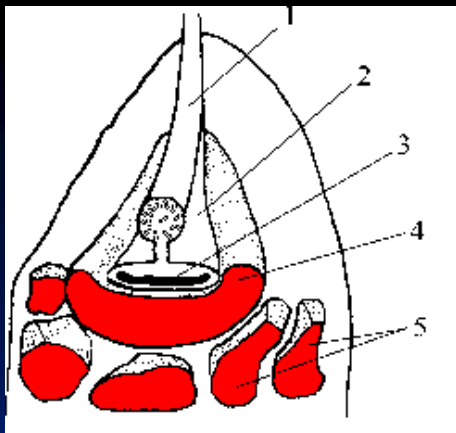


Chlorobotris regularis

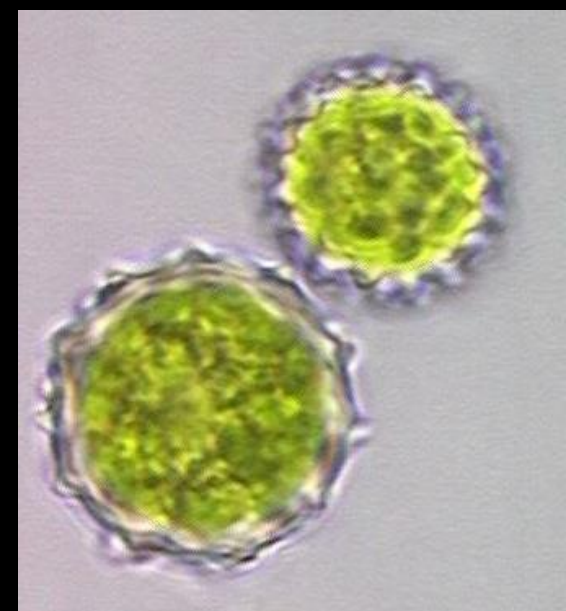
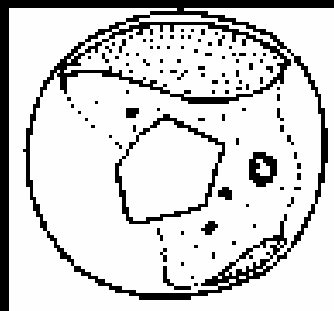
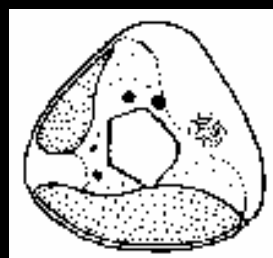


Vischeria stellata

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



Фоторецепторний
апарат
евстигматофітових
водоростей



Eustigmatos

(Фото І.Ю. Костікова)

13.05.2020

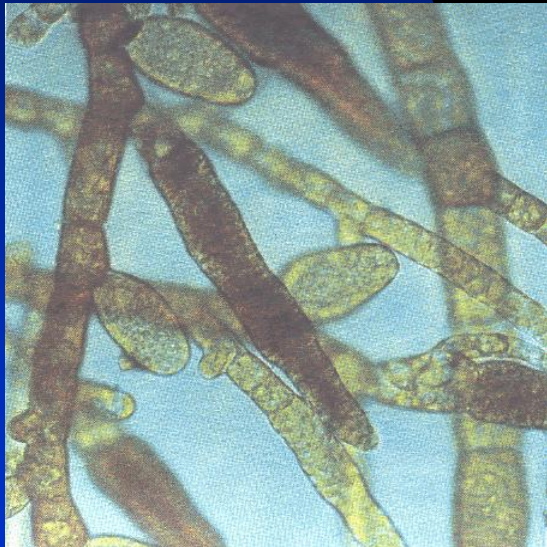
33.
Vischeria

Відділ Phaeophyta (5 ранг)

1500 видів



Fucus vesiculosus



Ectocarpus siliculosus

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, запасуюча речовина – **ламінарін** (в цитоплазмі).
6. Морфологічні типи: гетеротрихальний, паренхіматозний.



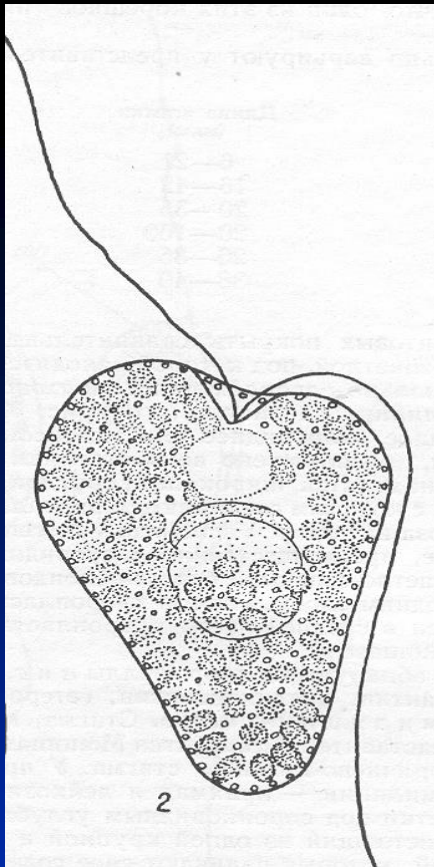
Laminaria



Macrocystis

Відділ *Raphidophyta* (5 ранг)

50 видів



1. Клітини вкриті тільки плазмалемою.
2. Наявність глотки.
3. Джгутики субапикальні, 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. Запасаюча речовина – олія.
7. Еджективні органоїди: мукоцисти, трихоцисти.
8. Монадний морфологічний тип.

Vacuolaria viridis



Vacuolaria

13.05.2020

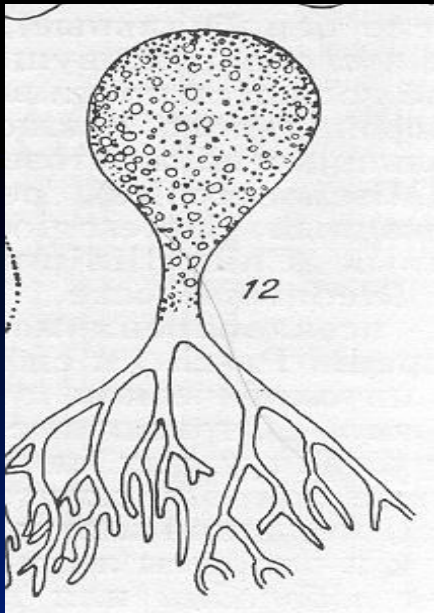


Goniosطومum

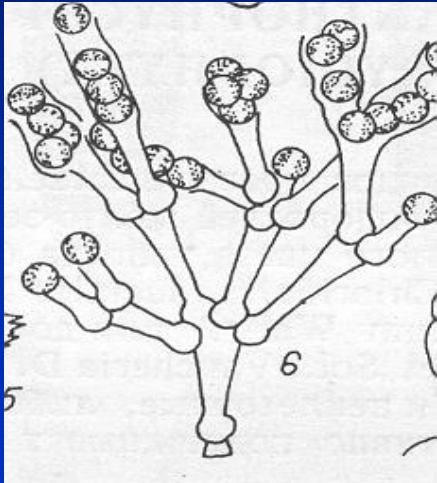
(Φοτο Ι.Ю. Κοστίκοβα) 37

Відділ Xanthophyta (5 ранг)

600 видів



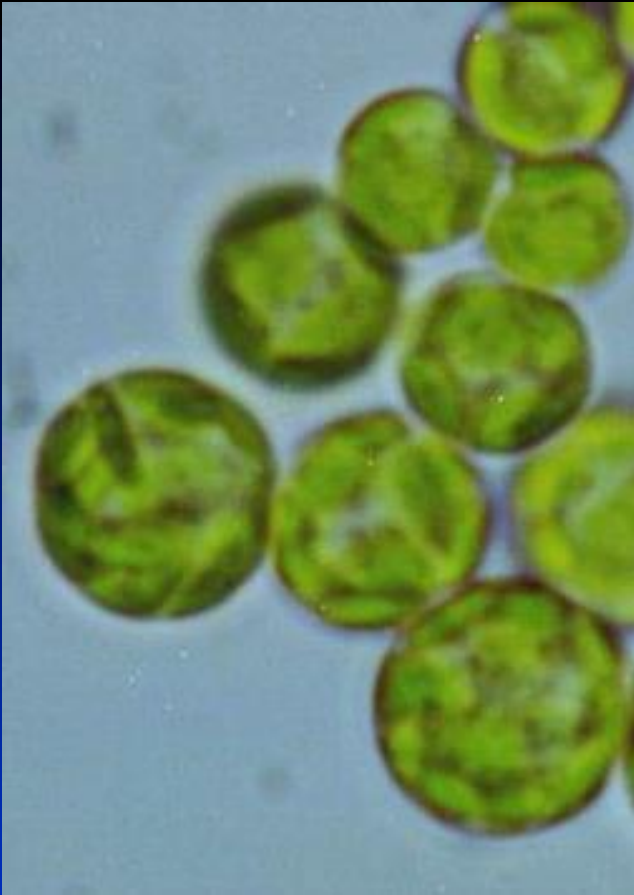
Botrydium granulatum



Mischococcus confervicola

13.05.2020

1. Клітинна оболонка пектинова, целюлозно-пектинова, часто насичена солями заліза, марганцю, кремнеземом.
2. Мітоз закритий, є центріолі, є ризопласт.
3. Стилма в пластидах.
4. **Характерна особливість - відсутність жовтого ксантофілу фукоксантину.**
5. Запасаюча речовина – хризоламінарін (в цитоплазмі).
6. Морфологічні типи: монадний, гемімонадний, кокоїдний, амебоїдний, сарциноїдний, трихальний, гетеротрихальний, сифональний.



Botrydiopsis



Characiopsis



Tribonema

(Фото И.Ю. Костикова)

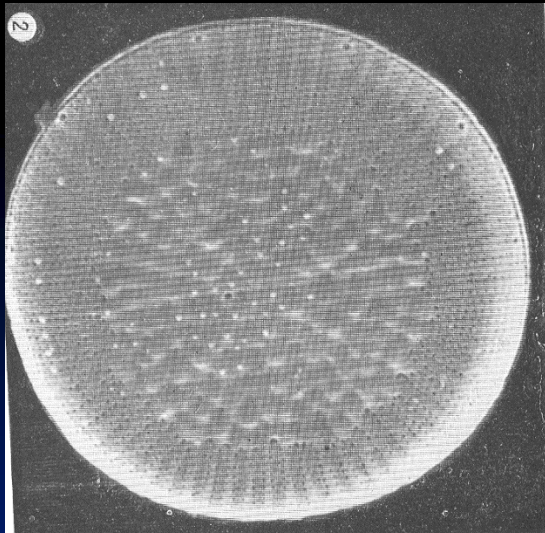
****Diatomista Derelle et al. 2016 em.

●●●● Diatomista Derelle et al. 2016, emend. Cavalier-Smith 2017 (R)

Unicellular or aggregative; no cell wall; naked or with silica frustules or scales; without supra-tz helix

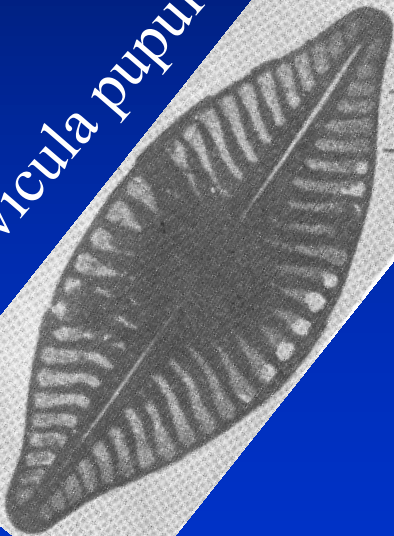
Відділ Bacillariophyta

10 000 видів



Cyclotella operculata

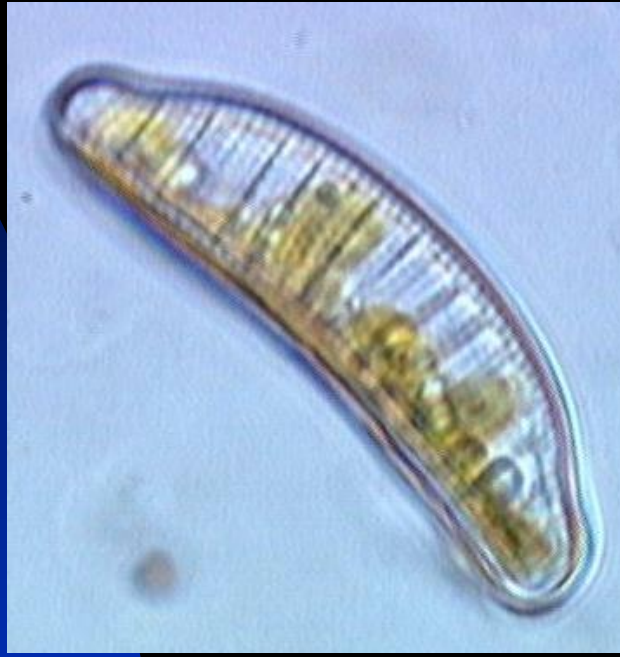
Navicula pupula



1. Клітинні покриви представлені кремнеземовим панциром, який 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, запасуюча речовина – хризоламінарін (в цитоплазмі).
5. Кокоїдний морфологічний тип (одноклітинні або колоніальні).



Hantzschia



Rhopalodia



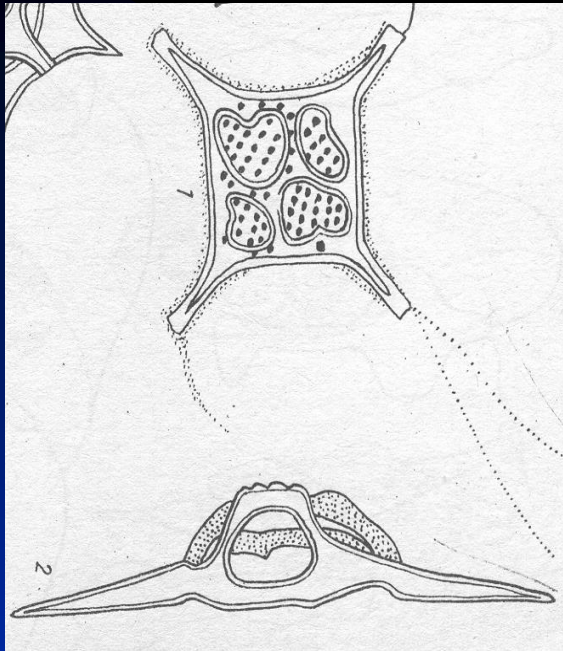
Caloneis

(кремнеземовий панцир)

(Фото І.Ю. Костікова)

Відділ Dictyochophyta

40 видів

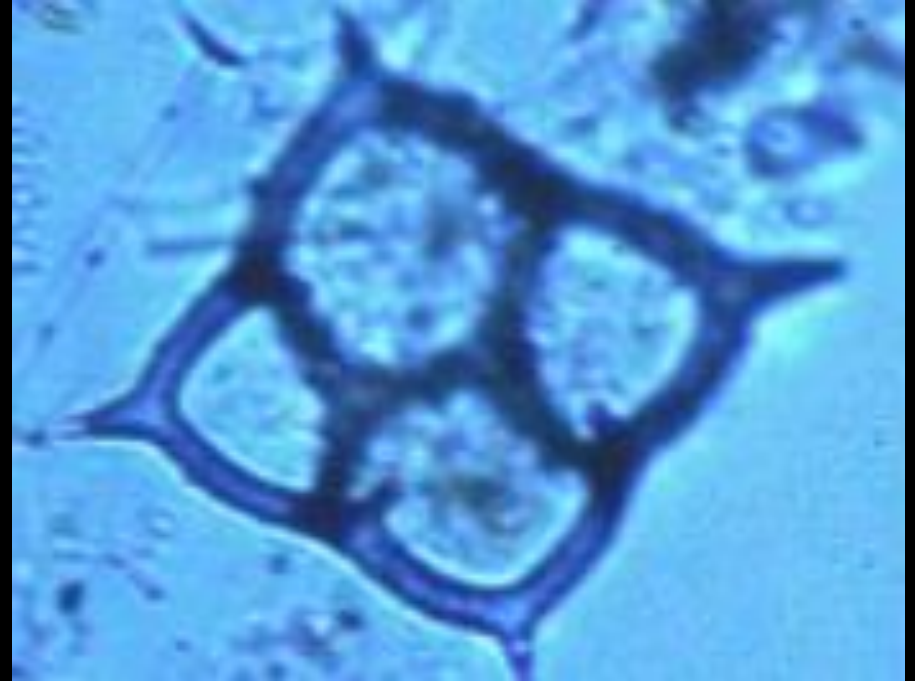


Dictyocha fibula

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. Фукоксантин, запасуюча речовина – хризоламінарин.
5. Морфологічні типи: монадний (є також гетеротрофи, що втратили фотосинтезуючий апарат).



Жива клітина

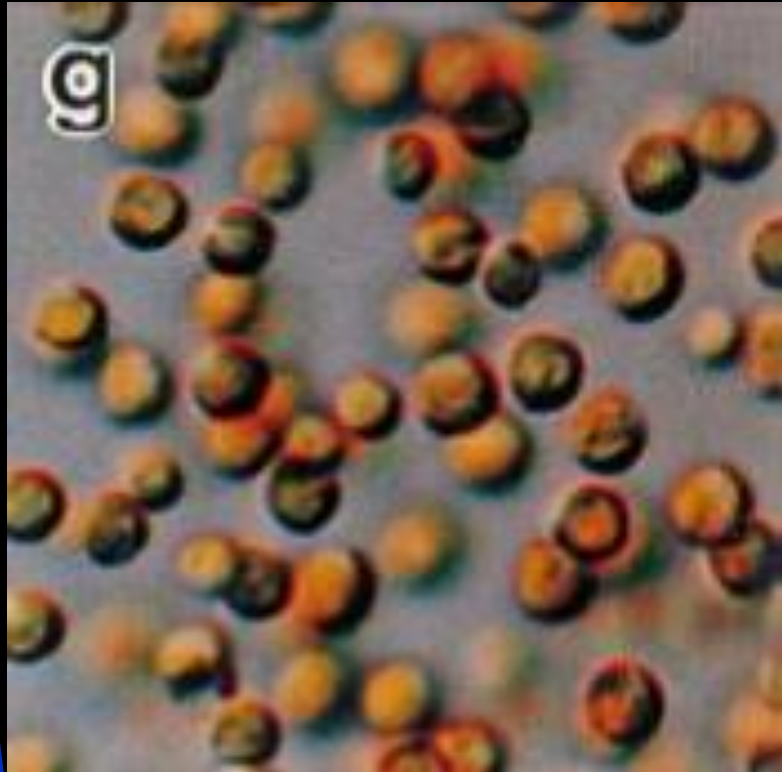


Кремнеземовий скелет

Dictyocha

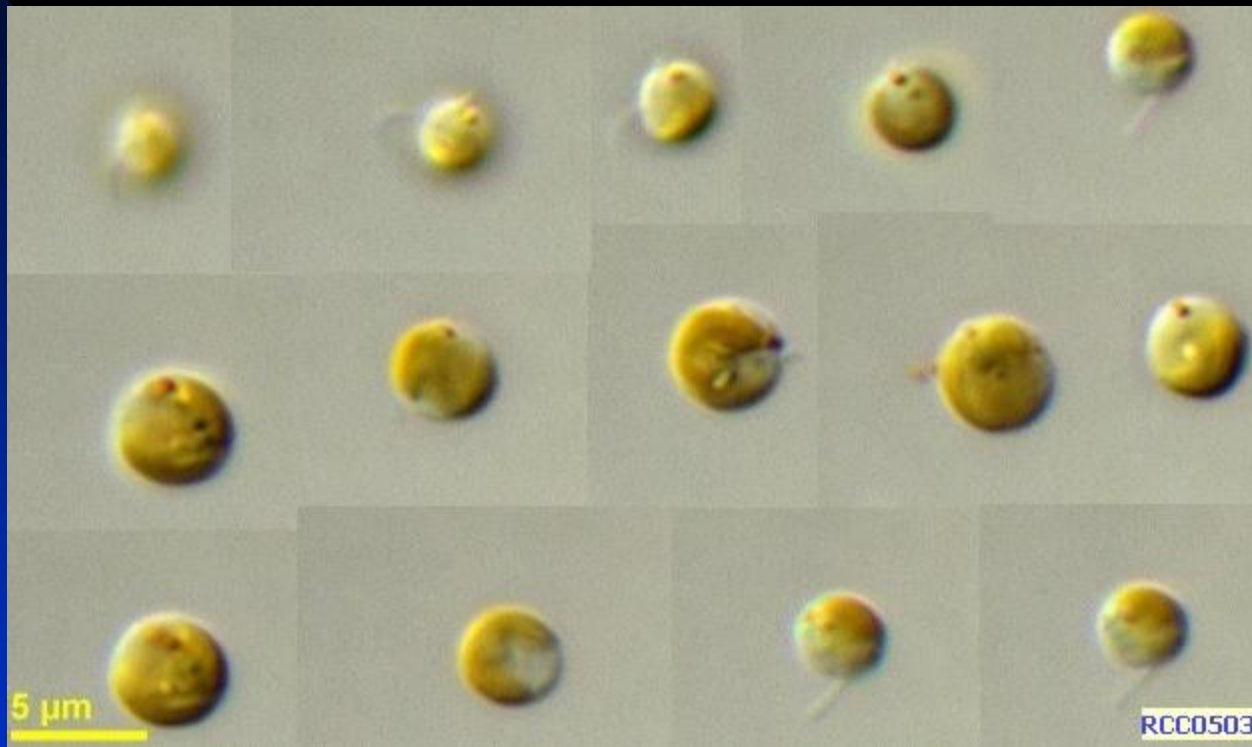
(Фото І.Ю. Костікова)

●●●●● Pelagophyceae Andersen & Saunders 1993



Pelagococcus subviridis
(3a Potter et al., 1997)

●●●●● Pinguiphyceae Kawachi et al. 2003



Phaeomonas sp.

Рекомендована література:

Основна:

Adl S.M. et al. Revision to the Classification, Nomenclature, and Diversity of Eukariotes. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 2019, 66, 4–119.

Леонтьев Д. В. Система органічного світу. Історія та сучасність. — Харків : Вид. група «Основа», 2018. — 112 с.

Додаткова:

Aleoshin, V. V., A. P. Mylnikov, G. S. Mirzaeva, K. V. Mikhailov, and S. A. Karpov. 2016. Heterokont Predator *Develorapax marinus* gen. et sp. nov. - A Model of the Ochrophyte Ancestor. *Front. Microbiol.*, 7: 1194.

Cavalier-Smith, T. 2018. Kingdom Chromista and its eight phyla: a new synthesis emphasising periplastid protein targeting, cytoskeletal and periplastid evolution, and ancient divergences. *Protoplasma*, 255:297-357.

Cavalier-Smith, T., and J. M. Scoble. 2013. Phylogeny of Heterokonta: *Incisomonas marina*, a uniciliate gliding opalozoan related to *Solenicola* (Nanomonadea), and evidence that Actinophryida evolved from raphidophytes. *Eur. J. Protistol.*, 49:328-353.

Chang, F. H., J. Sutherland, and J. Bradford-Grieve. 2017. Taxonomic revision of Dictyochales (Dictyochophyceae) based on morphological, ultrastructural, biochemical and molecular data. *Phycol. Res.* 65:235-347.

Derelle, R., P. Lopez-Garcia, H. Timpano, and D. Moreira. 2016. A Phylogenomic Framework to Study the Diversity and Evolution of Stramenopiles (=Heterokonts). *Mol. Biol. Evol.*, 33:2890-2898.

Lin, Y. C., T. Campbell, C. C. Chung, G. C. Gong, K. P. Chiang, and A. Z. Worden. 2012. Distribution patterns and phylogeny of marine stramenopiles in the north pacific ocean. *Appl. Environ. Microbiol.* 78: 3387-3399.

Massana, R., J. del Campo, M. E. Sieracki, S. Audic, and R. Logares. 2014. Exploring the uncultured microeukaryote majority in the oceans: reevaluation of ribogroups within stramenopiles. *ISME J.*, 8:854-866.

McCarthy, C. G. P., and D. A. Fitzpatrick. 2017. Phylogenomic Reconstruction of the Oomycete Phylogeny Derived from 37 Genomes. *mSphere*, 2.

Shiratori, T., T. Nakayama, and K. Ishida. 2015. A New Deep-branching Stramenopile, *Platysulcus tardus* gen. nov., sp. nov. *Protist*, 166:337-348.

Yang, E. C., G. H. Boo, H. J. Kim, S. M. Cho, S. M. Boo, R. A. Andersen, and H. S. Yoon. 2012. Supermatrix data highlight the phylogenetic relationships of photosynthetic stramenopiles. *Protist*, 163:217-231.

Питання для самостійної роботи:

1. Характеристика *Stramenopiles*, як групи першого рангу та положення представників групи в класичних таксономічних системах.
2. Сучасні погляди та обсяг групи другого рангу *Bigyra*
3. Знайти оригінальні відомості в інтернет просторі про одного представника *Opalozoa* на основі публікацій з урахуванням молекулярних даних. Надати коротку характеристику, яка б включала: морфологічний тип, специфічні морфологічні або біохімічні особливості, екологічні особливості, місце в системі та реальне або ймовірне використання.
4. Знайти оригінальні відомості в інтернет просторі про одного представника *Sagenista* на основі публікацій з урахуванням молекулярних даних. Надати коротку характеристику, яка б включала: морфологічний тип, специфічні морфологічні або біохімічні особливості, екологічні особливості, місце в системі та реальне або ймовірне використання.

5. Обсяг групи другого рангу *Gyrista*.
6. Знайти оригінальні відомості в інтернет просторі про одного представника *Develorea* на основі публікацій з урахуванням молекулярних даних. Надати коротку характеристику, яка б включала: морфологічний тип, специфічні морфологічні або біохімічні особливості, екологічні особливості, місце в системі та реальне або ймовірне використання.
7. Знайти оригінальні відомості в інтернет просторі про одного представника *Nurhocytriales* на основі публікацій з урахуванням молекулярних даних. Надати коротку характеристику, яка б включала: морфологічний тип, специфічні морфологічні або біохімічні особливості, екологічні особливості, місце в системі та реальне або ймовірне використання.
8. Знайти оригінальні відомості в інтернет просторі про одного представника *Peronosporomycetes* на основі публікацій з урахуванням молекулярних даних. Надати коротку характеристику, яка б включала: морфологічний тип, специфічні морфологічні або біохімічні особливості, екологічні особливості, місце в системі та реальне або ймовірне використання.

9. Знайти оригінальні відомості в інтернет просторі про одного представника *Pirsoniales* на основі публікацій з урахуванням молекулярних даних. Надати коротку характеристику, яка б включала: морфологічний тип, специфічні морфологічні або біохімічні особливості, екологічні особливості, місце в системі та реальне або ймовірне використання.

10. Знайти оригінальні відомості в інтернет просторі про одного представника *Actinophryidae* на основі публікацій з урахуванням молекулярних даних. Надати коротку характеристику, яка б включала: морфологічний тип, специфічні морфологічні або біохімічні особливості, екологічні особливості, місце в системі та реальне або ймовірне використання.

11. Знайти оригінальні відомості в інтернет просторі про одного представника *Ochrophyta* на основі публікацій з урахуванням молекулярних даних. Надати коротку характеристику, яка б включала: морфологічний тип, специфічні морфологічні або біохімічні особливості, екологічні особливості, місце в системі та реальне або ймовірне використання.

12. Співставити класичні підходи до виділення відділів гетероконтних водоростей та обсяги та ранги відповідних груп у філогенетичній системі Adl et al. 2019.