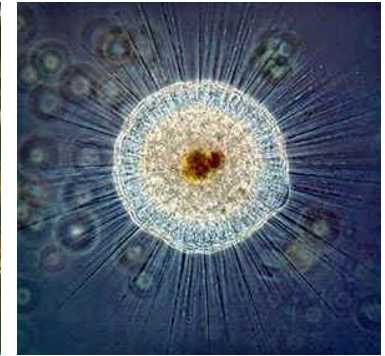
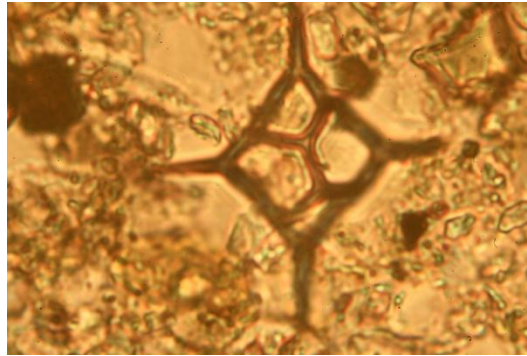
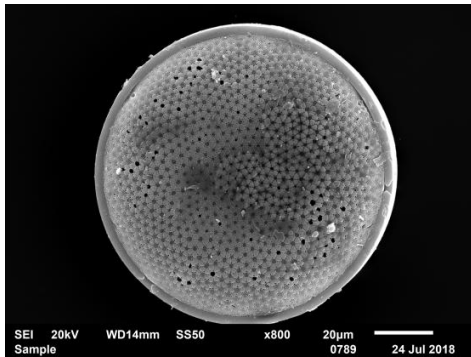


# OPĆA PALEONTOLOGIJA

# PROTOKTISTA

# (Protista)



doc. dr. sc. Karmen Fio Firi  
[karmen.fio@geol.pmf.unizg.hr](mailto:karmen.fio@geol.pmf.unizg.hr)

### Six Kingdoms

<http://www.greennature.ca/>

Eubacteria	Archaeobacteria	Protista	Fungi	Plantae	Animalia
------------	-----------------	----------	-------	---------	----------

### Five Kingdoms

Monera	Protista	Fungi	Plantae	Animalia
--------	----------	-------	---------	----------

### Three Domains

Bacteria	Archaea	Eukaryota
----------	---------	-----------

### Haeckel (1894)

Tri carstva

### Whittaker (1959)

Pet carstava

### Woese (1977)

Šest carstava

### Woese (1990)

Tri Domene

<u>Protista</u>	<u>Monera</u>	<u>Eubacteria</u>	<u>Bacteria</u>
		<u>Archaeobacteria</u>	<u>Archaea</u>
	<u>Protista</u>	<u>Protista</u>	<u>Eukarya</u>
<u>Plantae</u>	<u>Fungi</u>	<u>Fungi</u>	
	<u>Plantae</u>	<u>Plantae</u>	
<u>Animalia</u>	<u>Animalia</u>	<u>Animalia</u>	

[https://hr.wikipedia.org/wiki/Carstvo\\_\(taksonomija\)](https://hr.wikipedia.org/wiki/Carstvo_(taksonomija))

# Domene, carstva i podjele...

Linnaeus 1735	Haeckel 1866	Chatton 1925	Copeland 1938	Whittaker 1969	Woese <i>et al.</i> 1977	Woese <i>et al.</i> 1990	Cavalier-Smith 1993	Cavalier-Smith 1998	Ruggiero <i>et al.</i> 2015
<i>(not treated)</i>	<i>(not treated)</i>	<a href="#">2 empires</a>	<a href="#">2 empires</a>	<a href="#">2 empires</a>	<a href="#">2 empires</a>	<a href="#">3 domains</a>	3 superkingdoms	<a href="#">2 empires</a>	<a href="#">2 superkingdoms</a>
2 kingdoms	3 kingdoms	<i>(not treated)</i>	<a href="#">4 kingdoms</a>	<a href="#">5 kingdoms</a>	<a href="#">6 kingdoms</a>	<i>(not treated)</i>	<a href="#">8 kingdoms</a>	<a href="#">6 kingdoms</a>	<a href="#">7 kingdoms</a>
<i>(not treated)</i>	<a href="#">Protista</a>	<a href="#">Prokaryota</a>	<a href="#">Monera</a>	<a href="#">Monera</a>	<a href="#">Eubacteria</a> <a href="#">Archaeobacteria</a>	<a href="#">Bacteria</a> <a href="#">Archaea</a>	<a href="#">Eubacteria</a> <a href="#">Archaeobacteria</a>	<a href="#">Bacteria</a>	<a href="#">Bacteria</a> <a href="#">Archaea</a>
		<a href="#">Eukaryota</a>	<a href="#">Protista</a>	<a href="#">Protista</a>	<a href="#">Protista</a>	<a href="#">Eucarya</a>	<a href="#">Archezoa</a> <a href="#">Protozoa</a> <a href="#">Chromista</a>	<a href="#">Protozoa</a> <a href="#">Chromista</a>	<a href="#">Protozoa</a> <a href="#">Chromista</a>
<a href="#">Vegetabilia</a>	<a href="#">Plantae</a>		<a href="#">Plantae</a>	<a href="#">Plantae</a>	<a href="#">Plantae</a>		<a href="#">Plantae</a>	<a href="#">Plantae</a>	<a href="#">Plantae</a>
<a href="#">Animalia</a>	<a href="#">Animalia</a>		<a href="#">Plantae</a> <a href="#">Fungi</a>	<a href="#">Fungi</a>	<a href="#">Fungi</a>		<a href="#">Fungi</a>	<a href="#">Fungi</a>	<a href="#">Fungi</a>
			<a href="#">Animalia</a>	<a href="#">Animalia</a>	<a href="#">Animalia</a>		<a href="#">Animalia</a>	<a href="#">Animalia</a>	<a href="#">Animalia</a>

[https://en.wikipedia.org/wiki/Kingdom\\_\(biology\)#Seven\\_kingdoms](https://en.wikipedia.org/wiki/Kingdom_(biology)#Seven_kingdoms)

# PROTOKTISTI

- jednostanični organizmi sa formiranom staničnom jezgrom
- Prisutni na Zemlji oko 1,5 mlrd. godina
- Autotrofni i heterotrofni oblici
  
- **PROTOPHYTA** (PRABILJKE)
- **PROTOZOA** (PRAŽIVOTINJE)
- ALGE
- GLJIVE sluznjače

# Protophyta vs. Protozoa

- Jednostanični organizmi
- Eukarioti
- Žive u vodenim sredinama
- Važni u prehrambenom lancu i za stvaranje kisika na Zemlji
- Razmnožavaju se spolno i nespolno
- Oblik tijela ovisno o staničnoj stjenci
- Heterotrofi
- Pokretljivi (različiti načini)
- Luče spore (faza mirovanja)
- Poznati oblici: Euglena, dijatomeje
- Pyrrophyta, Chrysophyta, Euglenophyta

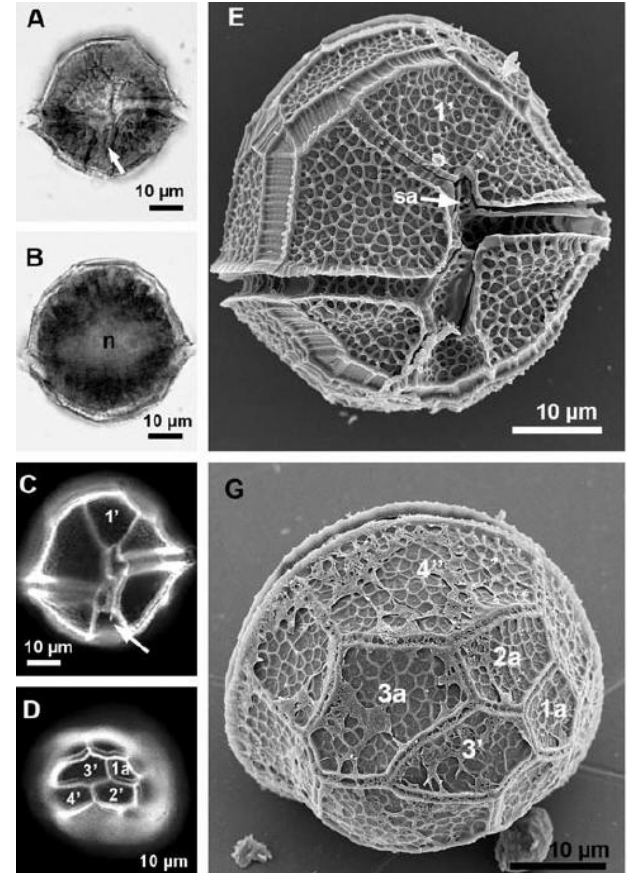
- Jednostanični organizmi
- Eukarioti
- Žive u vodenim sredinama
- Važni u prehrambenom lancu
- Razmnožavaju se spolno i nespolno
- Oblik tijela ovisno o staničnoj membrani
- Heterotrofi
- Pokretljivi (različiti načini)
- Luče ciste (faza mirovanja)
- Poznati oblik: ameba
- Razredi: Foraminiferida, Radiolaria, Calpionellida

# Protophyta (prabiljke)

## Pyrrophyta

## Dinoflagelati

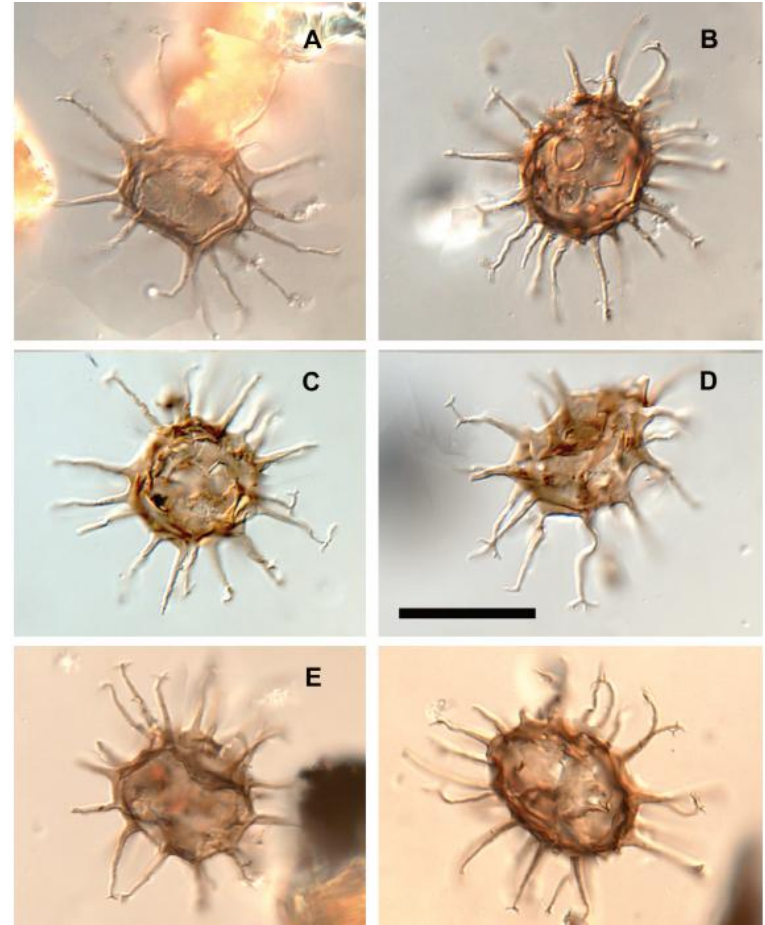
- Jednostanične alge, kreću se pomoću dva biča
- Autotrofni i heterotrofni oblici
- Imaju čvrstu ovojniciu (oklop) od celuloze
- Nesporno razmnožavanje
- Rijetke u slatkim vodama, uglavnom morski oblici (fitoplankton)
- Žive kao simbionti i paraziti
- Ciste – akritarhe?
- Neki oblici luče toksine (*Peridinium*) – crvena plima – fosilni zapis o oligocenskom pomoru riba (Rumunjska)



*Peridinium cinctum*, iz rada Hansen & Flaim (2007)

# AKRITARHE

- grč. akritos = zbunjen
- Mali organski fosilni ostaci koje nalazimo još od arhaika, sve do danas
- Umjetna skupina
- Obuhvaća strukture različitog podrijetla: reproduktivne i hibernacijske ciste eukariota, moguće i ostaci predaka dinoflagelata



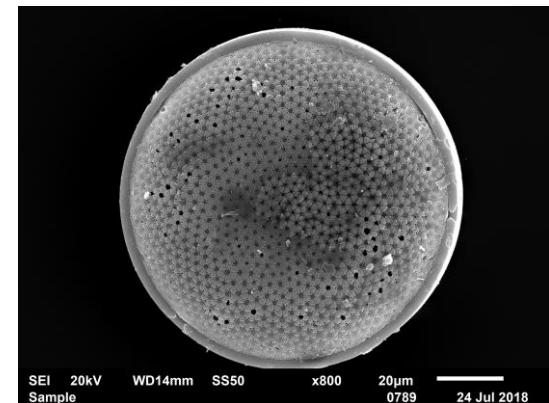
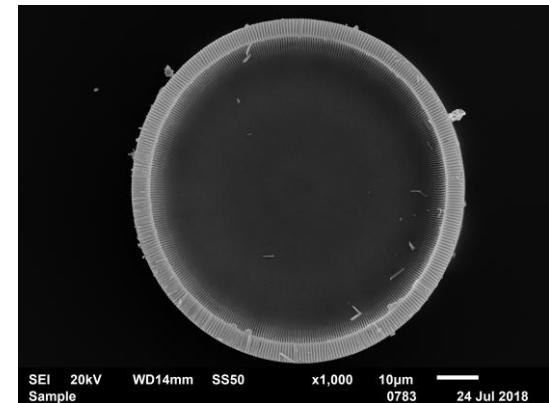
Palacios et al. (2010), kambrijske akritarhe. Mjerilo = 20  $\mu\text{m}$ .

# Protophyta (prabiljke)

## Chrysophyta – zlatnosmeđe alge

### Diatomeae

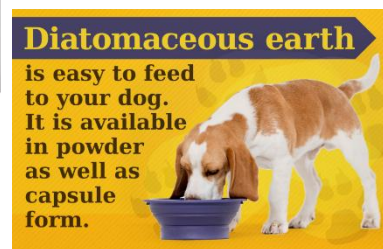
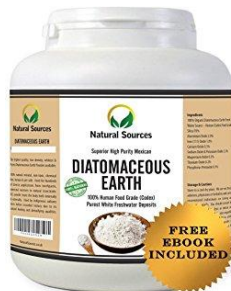
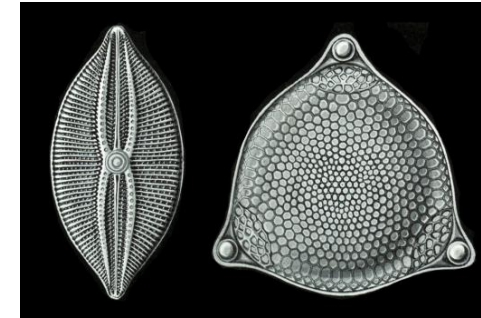
- Alge kremenjašice
- Silificirani dvodjelni skeleti (epiteka i hipoteka) → cjelovita kućica – **frustula**
- Kućice različite simetrije: radijalna (Centrales) i bilateralna (Pennales)
- Veličine najčešće do 0,3 mm
- Uglavnom žive zasebno, ali ima i kolonija
- Žive u slanoj, slatkoj i brakičnoj vodi, ali i u tlu
- Fosilno poznate od jure, vjerojatno i ranije (materijal za postanak nafte)
- U Hrvatskoj fosilno česte u miocenu (sarmat) – listićavi lapori
- Što je DIJATOMIT?



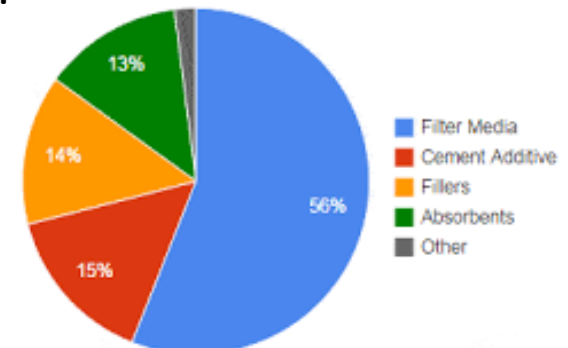
Iz diplomskog rada Ive Olić, 2018.

# DIJATOMIT / DIJATOMEJSKA ZEMLJA / KISELGUR

- Sitnozrnate silikatne stijene, najčešće svijetlih boja – podrijetlom od frustula dijatomeja (alga kremenjašica) dimenzija najčešće između 10 i 200  $\mu\text{m}$
- Vrlo porozne zbog silikatnih skeleta algi, i male gustoće
- Strateška sirovina zbog raznolike primjene
- Zemlje bogate dijatomitom: SAD, Kina, Danska, Meksiko, Japan, Španjolska, Francuska...
- U Hrvatskoj se ne eksploatira, ali je poznat u sarmatskim stijenama sjeverne Hrvatske i na otoku Braču ( $\text{K}_2\text{-Pg}$ )
- Korisna mineralna sirovina u različitim granama industrije: industrija prerade piva, vina i sokova, različita punila, termoizolacijski materijali, nosači katalizatora, nosači i razrijeđivači insekticida, fungicida i gnojiva, u ind. papira, abrazivnih sredstava (paste za zube!) i gume, u ind. dinamita...



Uses of Diatomite and Diatomaceous Earth



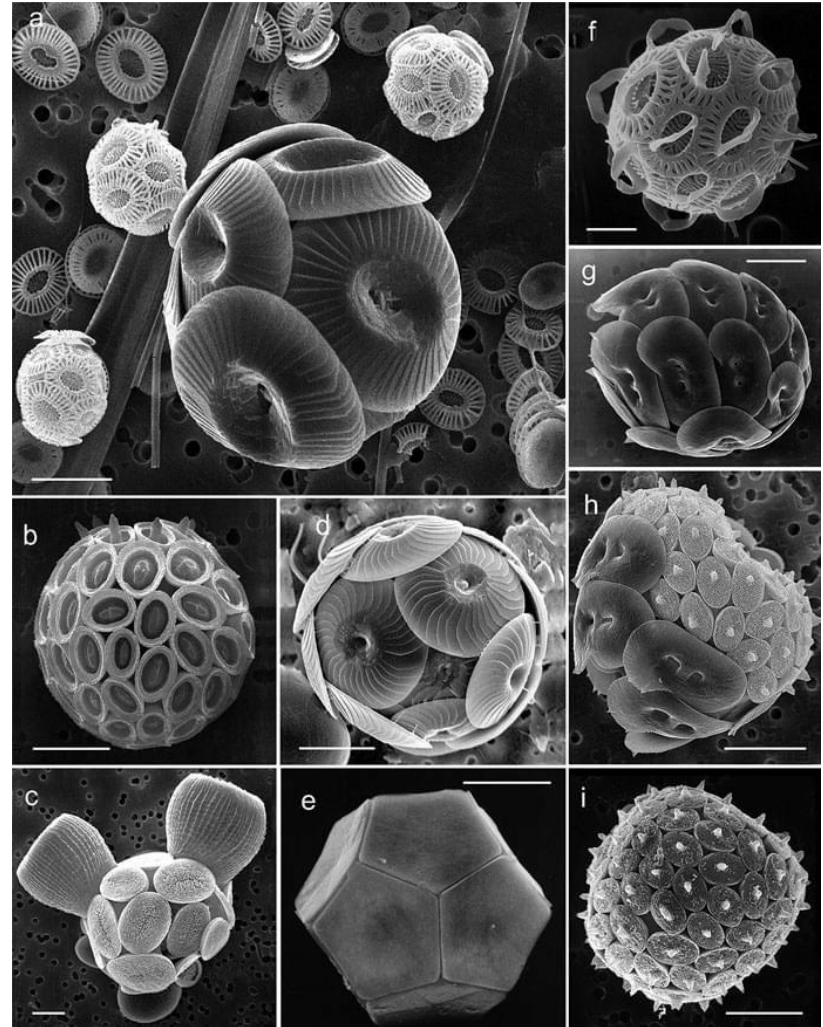
Data From: USGS Mineral Commodity Summary for 2013

# Protophyta (prabiljke)

## Chrysophyta – zlatnosmeđe alge

### Coccolithophoridae

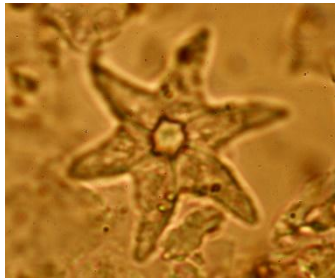
- Kalcificirani skeleti, najčešće kuglasti (kokosfere, radosfere), građene od pločica – kokolita, ili štapića – rabdolita
- Planktonski organizmi, pokretanje bičevima
- Najviše morskih, ima i slatkovodnih oblika
- Pz?, J-rec. – važni za stratigrafiju od krede na dalje (nanozone)



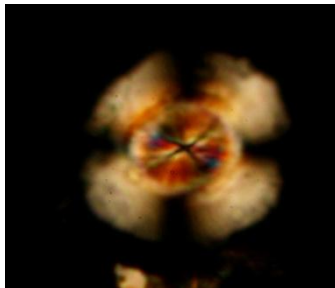
# Protophyta (prabiljke)

## Chrysophyta – zlatnosmede alge

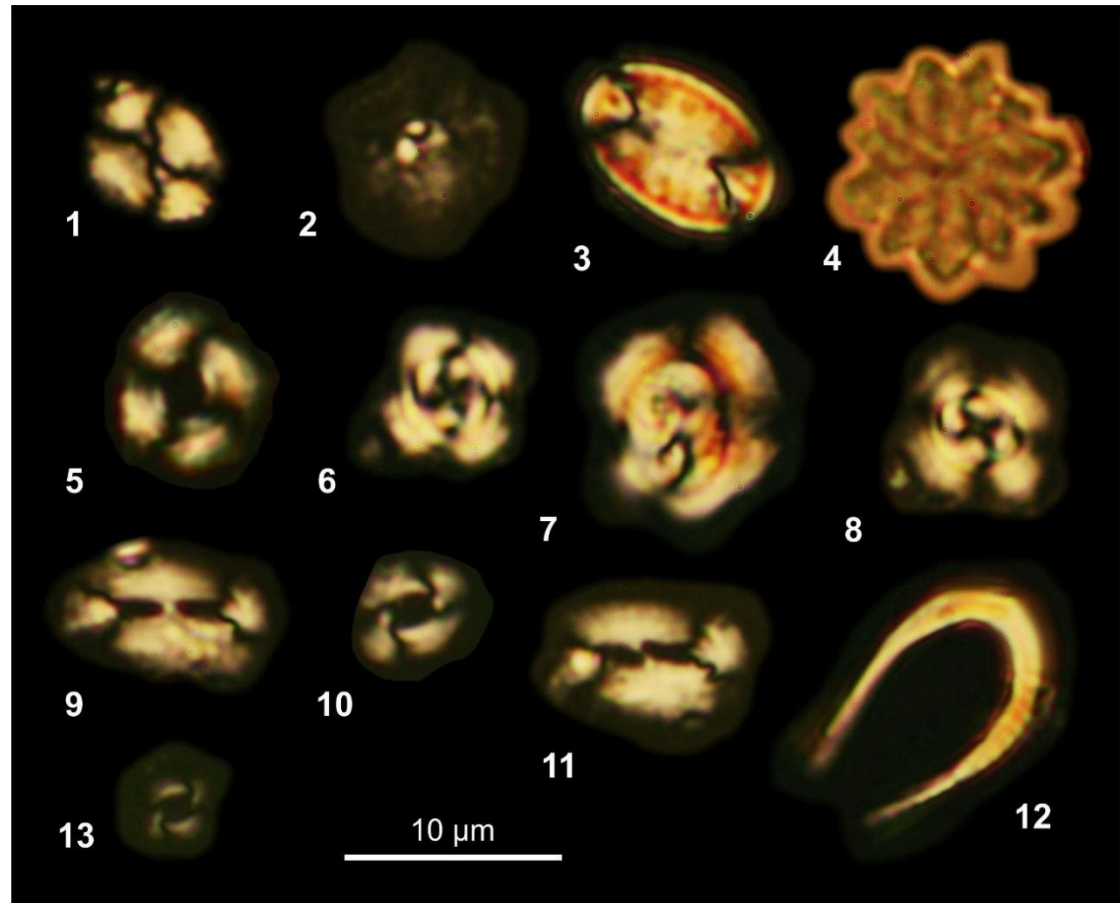
### Coccolithophoridae



*Discoaster*



*Dictyococcites*



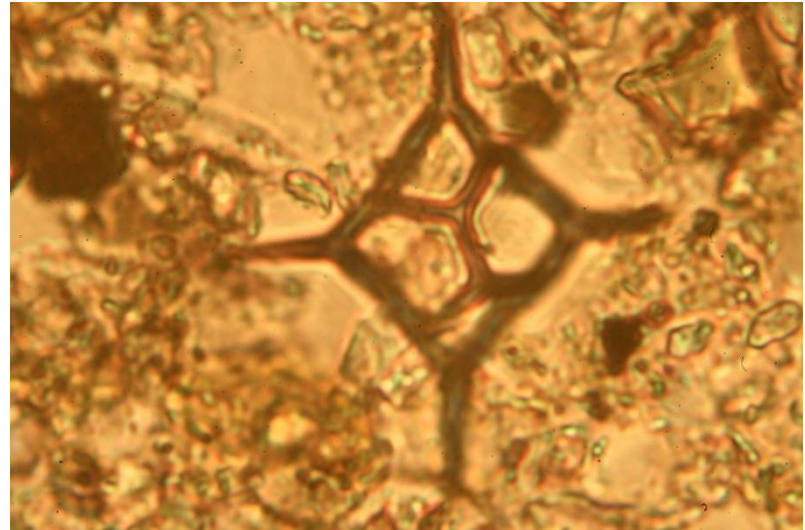
Mikrofoto – izgled u mikroskopskom preparatu; foto Šimun Aščić

# Protophyta (prabiljke)

## Chrysophyta – zlatnosmede alge

### Silicoflagellatae

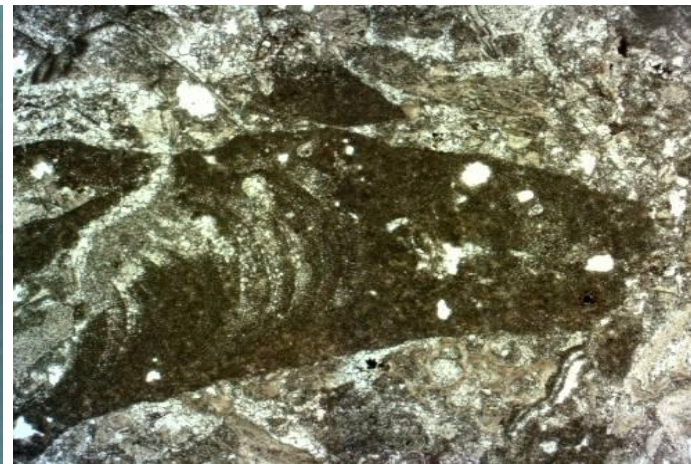
- Skelet od kremenih stupača (šupljih)
- Planktonski organizmi, isključivo morski
- K-rec.



Fotomikrografija: Šimun Aščić

# ALGE

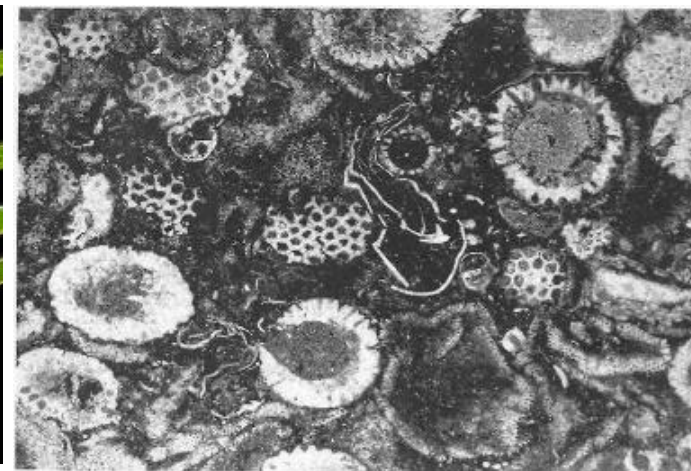
- CRVENE ALGE



- ZELENE ALGE



<https://plantlet.org/evolution-of-green-algae-tetrasporine-trend/>



- SMEĐE ALGE



X?

# RHODOPHYTA (crvene alge)

- Složeno građeni, višeslojni talusi
- Žive u morima od pola do tropa
- Fosilno poznate od pretkambrija i paleozoika
- Najčešće se sačuvaju taksoni koji proizvode karbonatne skelete, a to su pripadnici familija:

## SOLENOPORACEAE

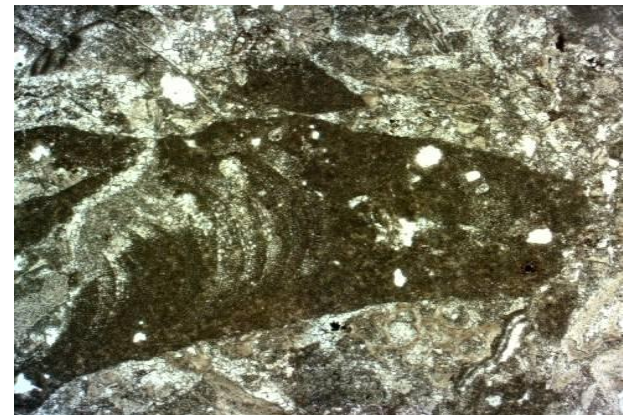
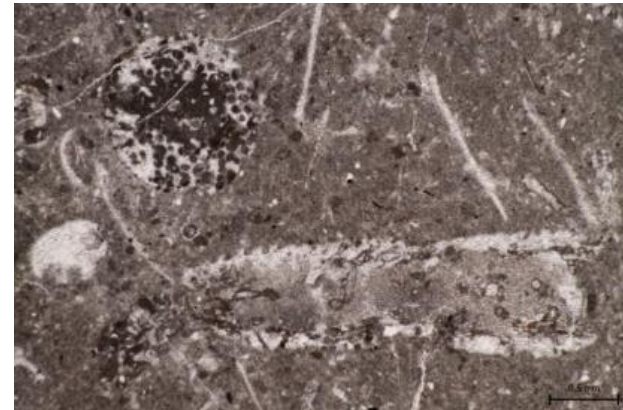
## GYMNOCODIACEAE

*Gymnocodium* (perm)

*Permocalculus* (perm) – izdužen, ponekad člankovit talus

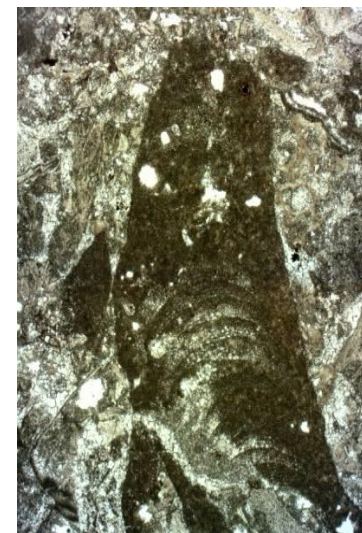
## CORALLINACEAE

*Lithothamnium* (jura–rec.) – koraste i grumenaste forme



# RHODOPHYTA (crvene alge)

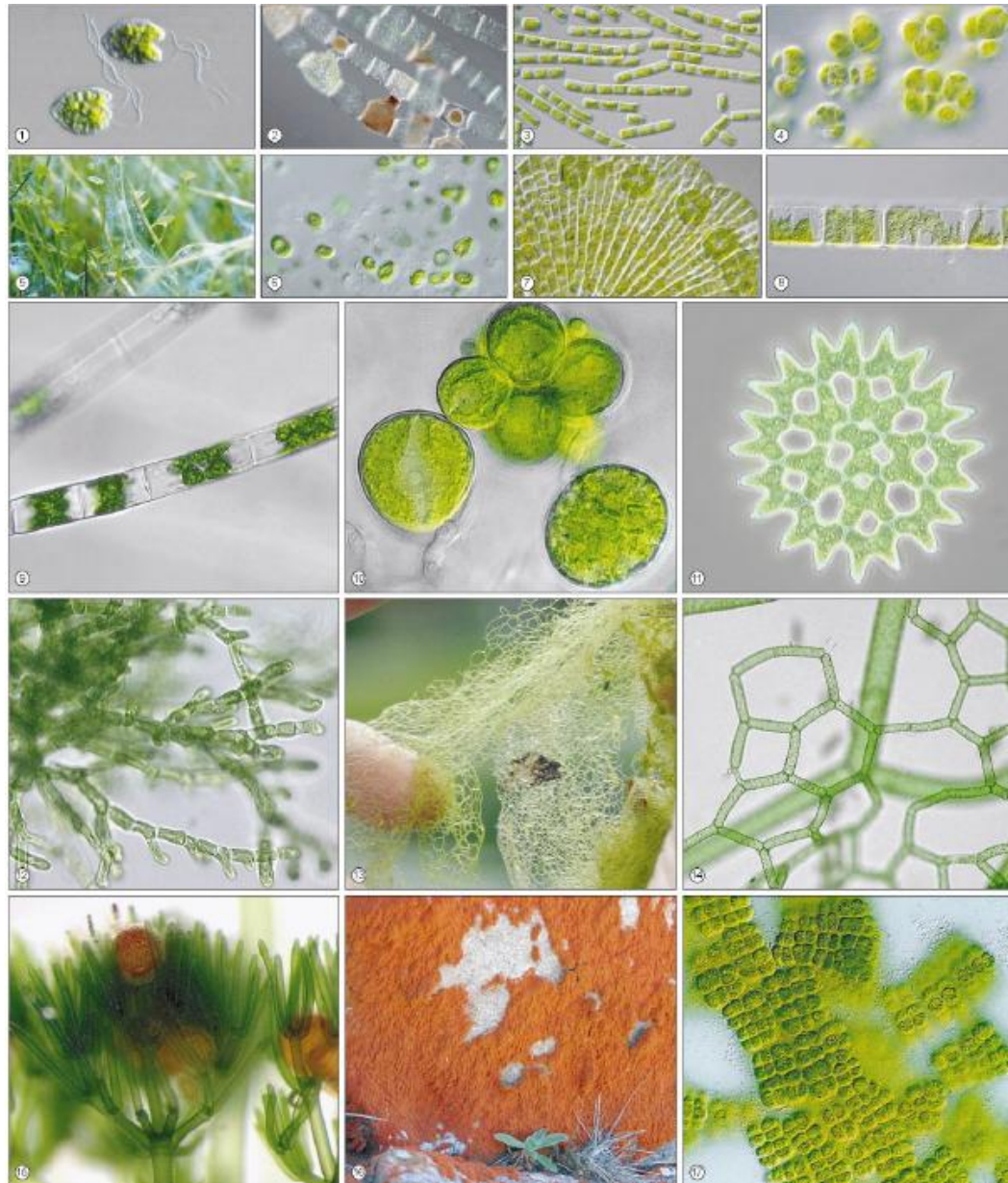
- Corallinaceae: unutarnji skelet, od magnezijuskog kalcita impregniranog u opnu stanice
- Česti rodovi: *Lithothamnium*, *Lithophyllum* – česti u miocenskim naslagama sjeverne Hrvatske → litotamnijski vapnenaci (koralini, koraljni)
- Litotamnijski vapnenac, i litavac – eksploatirani na rubnim dijelovima Medvednice, posebice Vrapče i Bizek – najkorišteniji građevni kamen na zagrebačkom području
  - Kvaliteta i obradivost kamena?



# CHLOROPHYTA

## ZELENE ALGE

- Cm–rec.
- Vrlo raznolika skupina, žive kao bentos i kao plankton, u svim vodenim sredinama, i na kopnu
- 90% današnjih zelenih algi živi kao plankton ili bentos u slatkoj vodi, manji dio je morski
  - CODIACEAE
  - DASYCLADACEAE
  - CHARACEAE

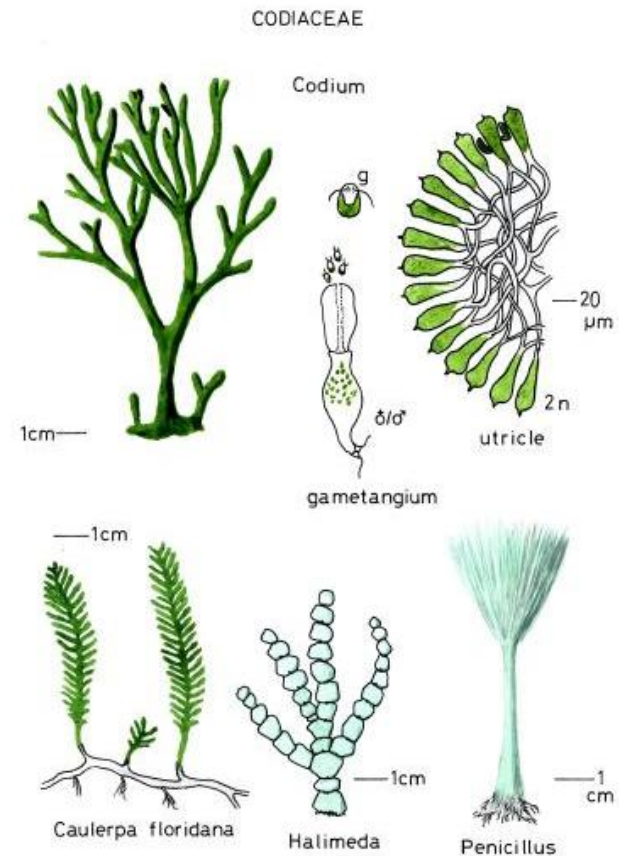
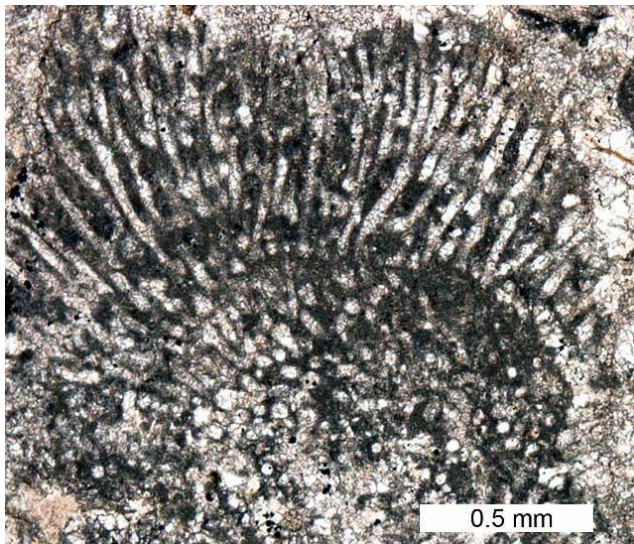


Različiti oblici recentnih zelenih algi, iz Lewis & McCourt (2004)

# CHLOROPHYTA (zelene alge)

## CODIACEAE

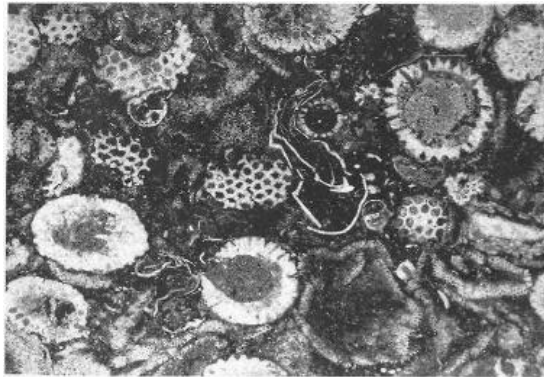
- dugačke cijevolike stanice s većim brojem jezgara
- mineralni sastav: aragonit
- *Cayeuxia*



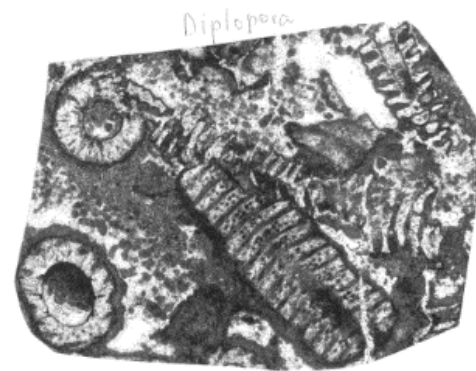
# CHLOROPHYTA (zelene alge)

## DASYCLADACEAE

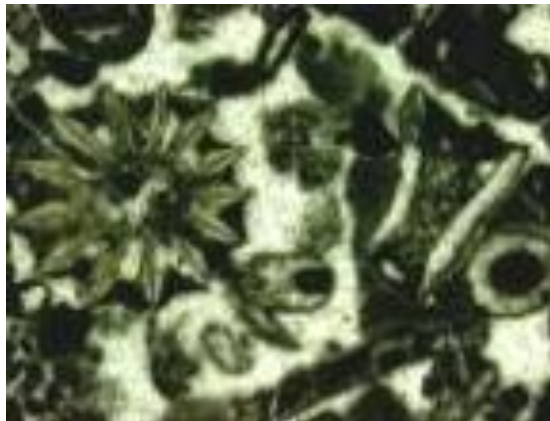
- Cijevast, često člankovit, aragonitni vanjski skelet (mineralni omotač) → fosilizacija!
- Isključivo morski oblici



*Mizzia* (paleozoik)



*Diplopora* (trijas)



*Clypeina* (jura)

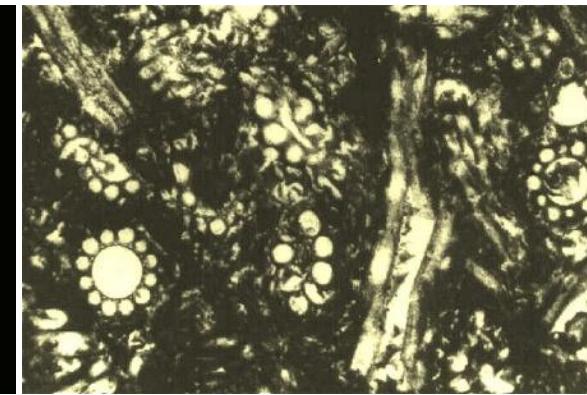


*Acetabularia* (rec.)

# CHLOROPHYTA (zelene alge)

## CHARACEAE

- Prisutne od paleozoika, ishodišna skupina za mahovine
- razgranjene, pršljenaste stieljke
- česti nalazi ženskih rasplodnih stanica – nukula (oogonij) – kalcitne po sastavu
- *Chara*



<https://www.southampton.ac.uk/~imw/purbfac.htm>

# PHAEOPHYTA (smeđe alge)

- Višestanične alge, najčešće su marinske, i to stanovnici hladnih mora
- Ne izlučuju mineralni skelet, rijetko sačuvanje
- Npr. rodovi *Fucus* i *Padina*, žive u priobalju Jadrana (recentni)



*Fucus*

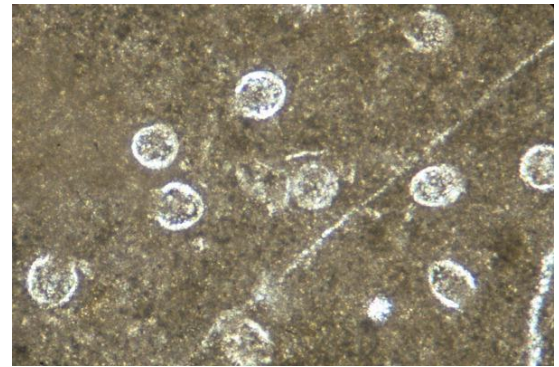
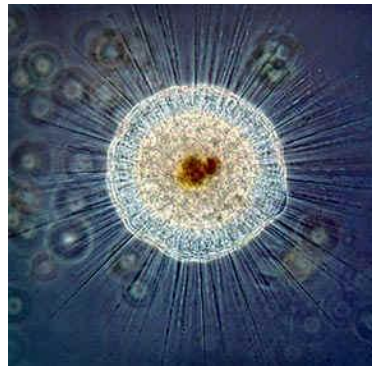
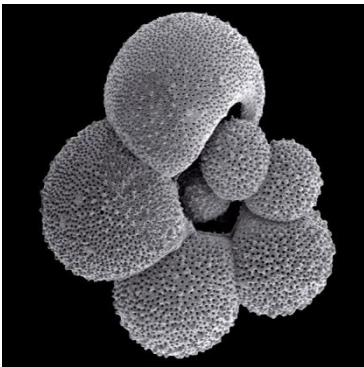


*Padina*

# PROTOZOA

Praživotinje, jednostanični organizmi koji konzumiraju gotovu organsku hranu

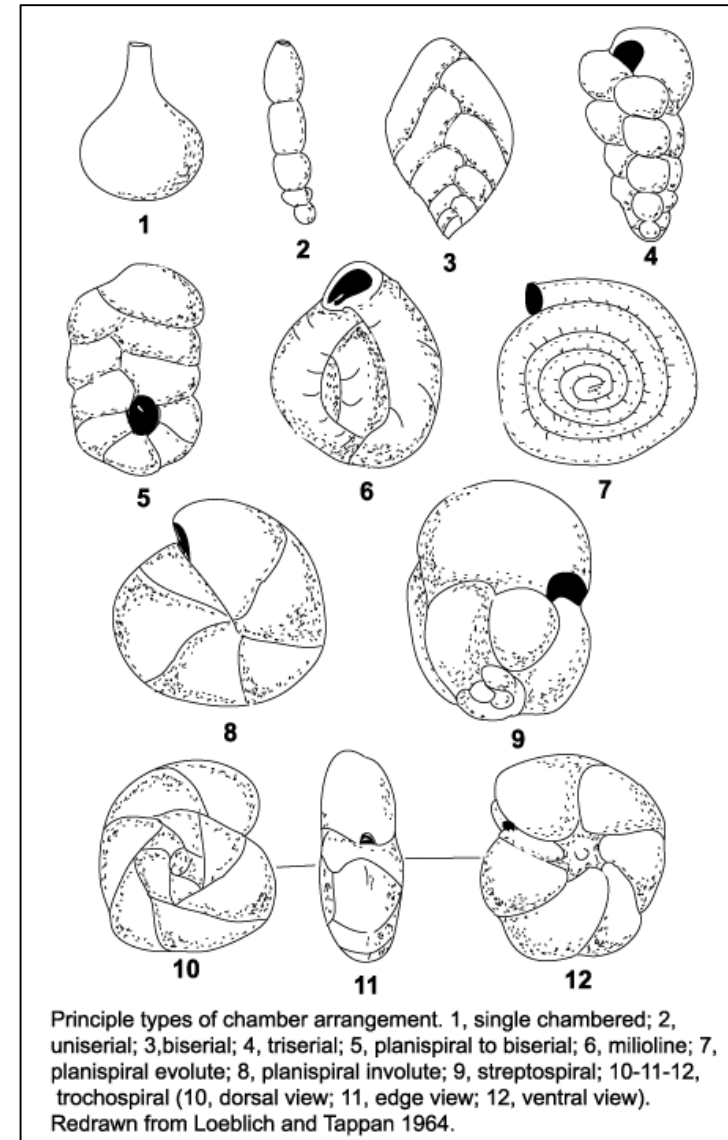
Razredi: **FORAMINIFERIDA, RADIOLARIA, CALPIONELLIDA**



# Protozoa (praživotinje)

## Foraminifere

- Jednostanični organizmi s promjerom kućica od 0,02 do 19 cm
- Kućice različitog oblika, ovisno o načinu života
- Stijenka kućice (**teka**) građena od različitog materijala:
  - tektina → **hitinske** foraminifere (poznate od Cm)
  - čestica iz okoliša → **aglutinirane** foraminifere (od kambrija)
  - kalcita/magnezijskog kalcita → **vapnenačke** foraminifere (od silura)
- Mogu se sastojati od jedne komorice (monotalamične) ili od više komorica (politalamične)
- Početna komorica = **prolokulus** (protokonh)
- Komorice su međusobno odjeljene pregradama (septama) koje su izbušene (**foramen**) za prolaz protoplazme
- Karakteristična ušća (**aperture**)
- Različite ornamentacije izvana na kućici

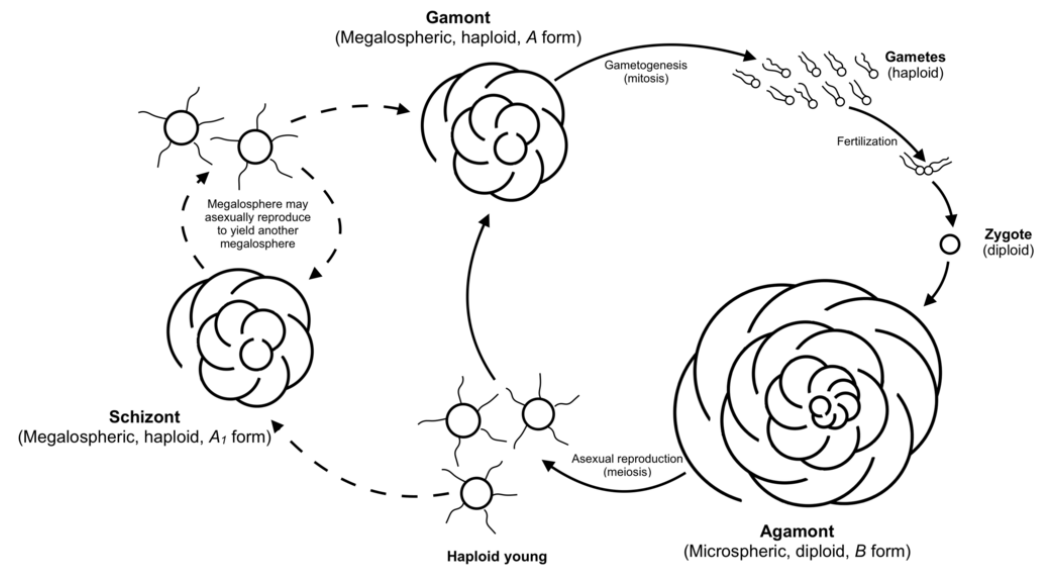


# Protozoa (praživotinje)

## Foraminifere

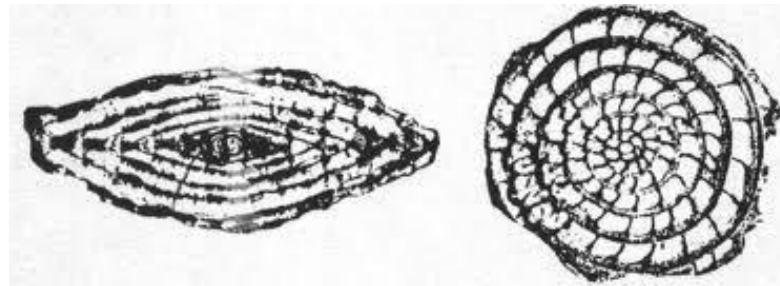
- Pseudopodiji (lažne nožice) – za pokretanje i pribavljanje hrane
- Razmnožavanje je spolno i nespolno, ili se izmjenjuju spolna i nespolna generacija (spolna generacija ima malu kućicu, ali ima veliku početnu klijetku – megalosferična generacija)
- Većina živi u moru normalnog saliniteta; bentički (vagilni, sesilni bentos), manji broj je planktonski

<https://www.youtube.com/watch?v=mEm17kTDHqY>



# Foraminifere

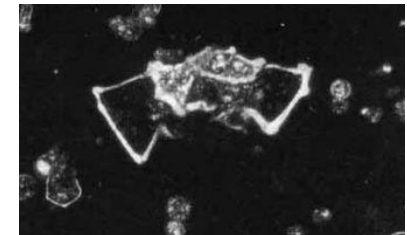
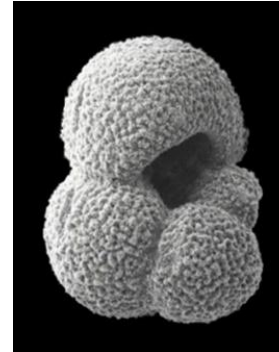
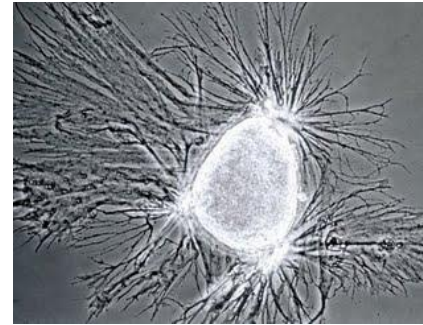
- Proučavanje u različitim presjecima:
  - osni ili aksijalni (duž osi namatanja komorica)
  - medijalni ili ekvatorijalni presjek (okomito na os savijanja komorica)
  - tangencijalni presjek → građa stijenke
- orijentirani presjeci kod „izvađenih” formi



# FORAMINIFERIDA

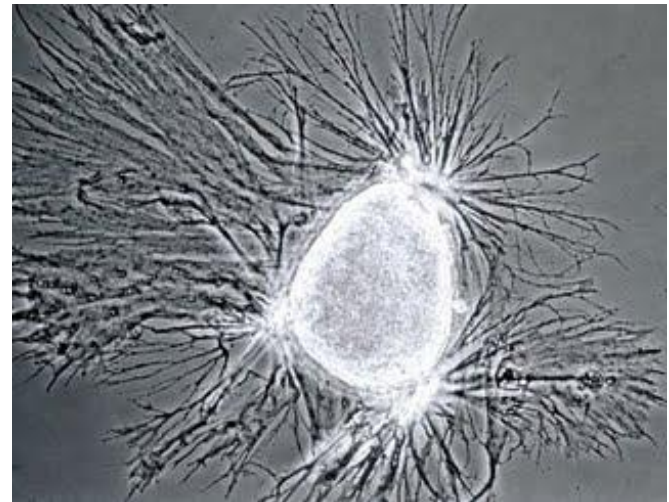
- ALLOGROMIINA – Cm–rec.
- TEXTULARIINA – Cm–rec.
- FUSULININA – **izumrla** skupina! → S–P
- MILIOLINA – C–rec.
- ROTALIINA – P–rec.

- Stijenka kućice (**teka**) građena od različitog materijala:
  - tektina → **hitinske** foraminifere (poznate od Cm)
  - čestica iz okoliša → **aglutinirane** foraminifere (od Cm)
  - kalcita/magnezijskog kalcita → **vapnenačke** (od S):
    - **sitnozrnate** (Pz, fuzulinide)
    - **porculanske** (C–rec.)
    - **staklaste** (P–rec.)



# FORAMINIFERIDA

- ALLOGROMIINA
  - stijenke od organskog materijala, tektina
  - rijetko se sačuvaju
  - Cm–rec.
  - danas žive u slatkim vodama



# FORAMINIFERIDA

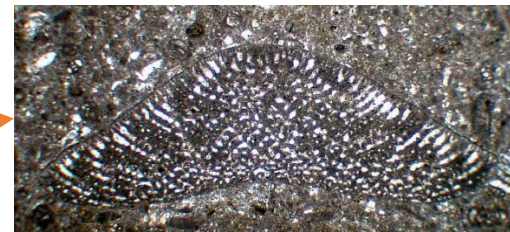
## • TEXTULARIINA

- sljepljuju kućice od okolnog materijala (aglutinirane)
- bentički organizmi
- Cm–rec.
- danas indikator dubljih okoliša

• *Textularia* (J–rec.)

• *Orbitolina* (K)

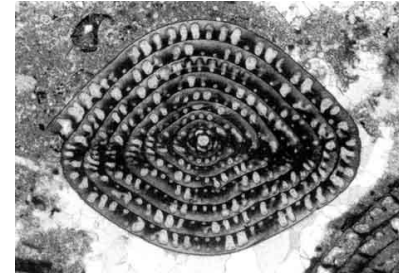
• *Orbitopsella* (J)



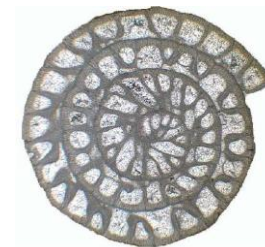
# FORAMINIFERIDA

- FUSULININA

- kućice od mikrokristala kalcita
- složen sustav pregrada, često valovito borani septi
- indikator plitkog potplimnog okoliša
- izumrla skupina → S-P



- *Fusulina*
- *Schwagerina*
- *Triticites*



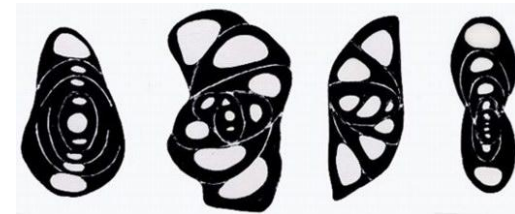
# FORAMINIFERIDA

- MILIOLINA

- kućice od kompaktnog kalcita, porculanastog sjaja izvana
- indikator zaštićenih okoliša
- tolerantni na promjene saliniteta
- C-rec.

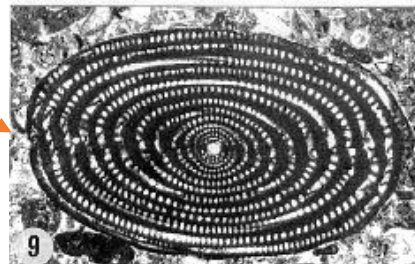


Izgled izvađene miliolide – bijela!



Izgled u presjeku (preparat) – crna stjenka!

- različite miliolide (K-rec.)
- *Alveolina* (Pc<sub>3</sub>–E<sub>3</sub>)



# FORAMINIFERIDA

## • ROTALIINA

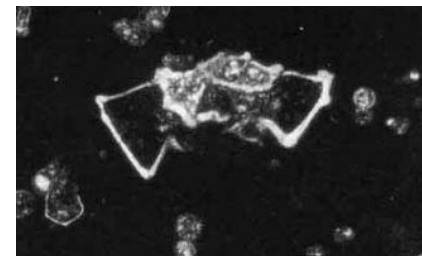
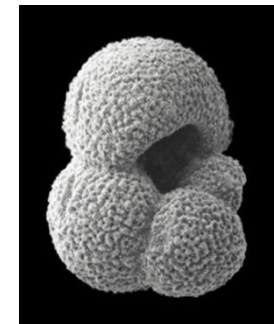
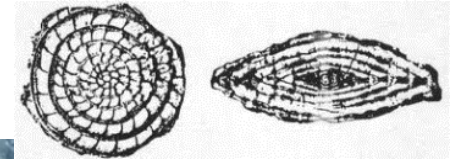
- staklasta (hijalina) stijenka, najnaprednija
- u prolaznom svijetlu prozirne
- P–rec.

• *Nummulites* (Pg)

• *Elphidium* (Pg–rec.)

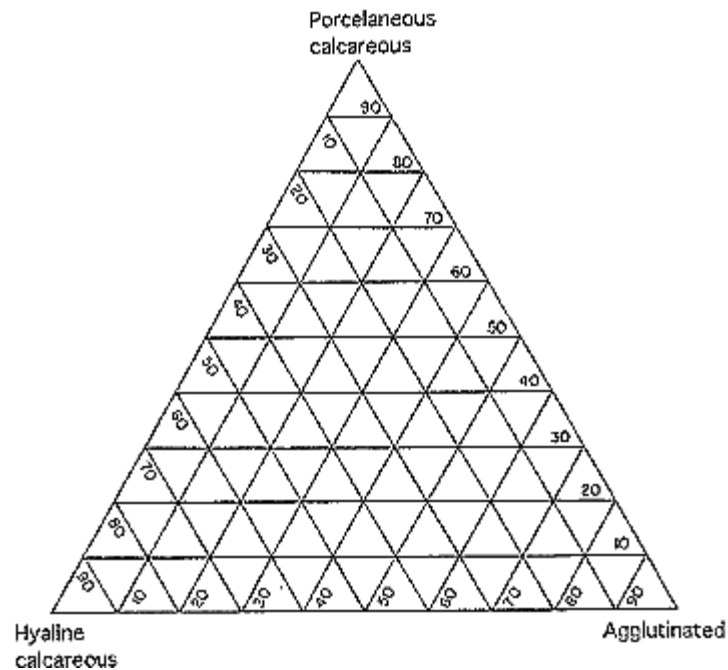
• *Globigerina* (E<sub>3</sub>–rec.)

• *Globotruncana* (K<sub>2</sub>)



# FORAMINIFERIDA

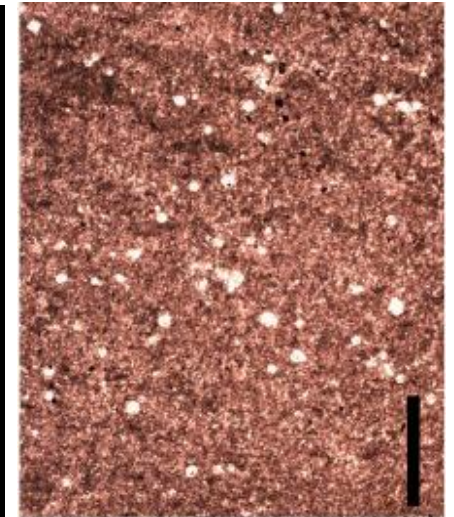
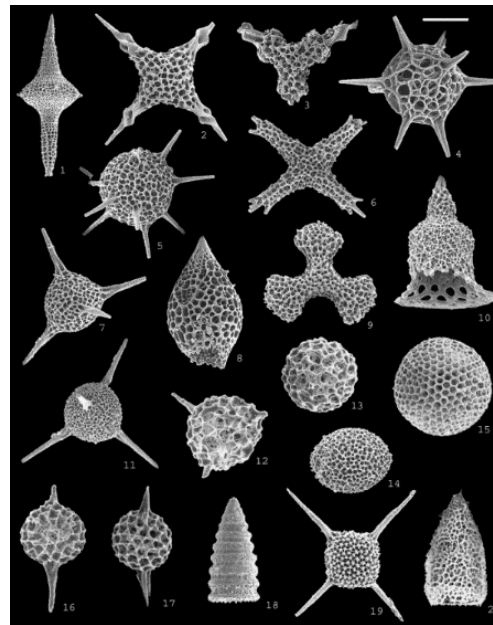
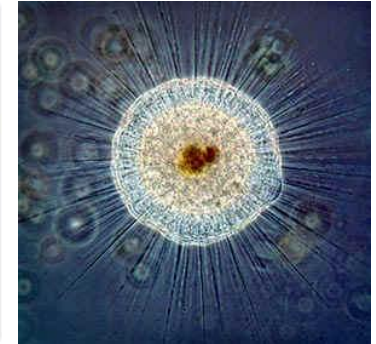
- Međusoban **odnos** staklastih, porculanastih i aglutiniranih kućica u foraminiferskoj zajednici dobar je **indikator saliniteta**



- **Udio planktona** u zajednici ukazuje na **dubinu** taložnog prostora

# RADIOLARIA

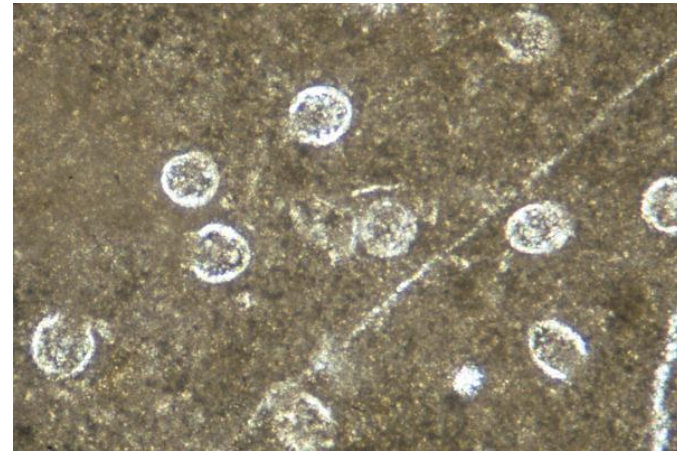
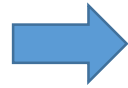
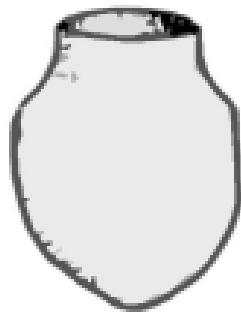
- Planktonski protozoa sa šupljikavim skeletom, najčešće od amornog kremena
- Kućice u obliku šuplje kugle (Spumellaria) ili zvona (Nassellaria)
- Žive na otvorenoj pučini, češće u hladnim morima
- Pseudopodiji izlaze kroz mnogobrojne šupljine skeleta – povećavaju površinu tijela i olakšavaju plutanje (uz kapljice masti)
- Kućice im se talože na velikim dubinama, i >5000 m → radiolarijski muljevi
- Dobri indikatori dubine
- Cm–rec.



Radiolarije u preparatu. Mjerilo: 100  $\mu$ m (Yang et al., 2012).

← Izvađene radiolarije. Mjerilo: 100  $\mu$ m (Longridge et al., 2007).

# CALPIONELLIDA



- Planktonski trepetljikaši nježnih kućica (**lorika**) u obliku vrča
- Karbonatna stijenka
- Proučavaju se u presjecima, ne mogu se izvaditi iz sedimenta
- Česti u pelagičkim sedimentima **gornje jure** i **donje krede** → dobri facijesni i provodni fosili
- Sličnost s trepetljikašima reda Tintinnida koji se rijede fosilno sačuvaju zbog hitinske ili aglutinirane stijenke