

Podani János

A növények evolúciója és osztályozása

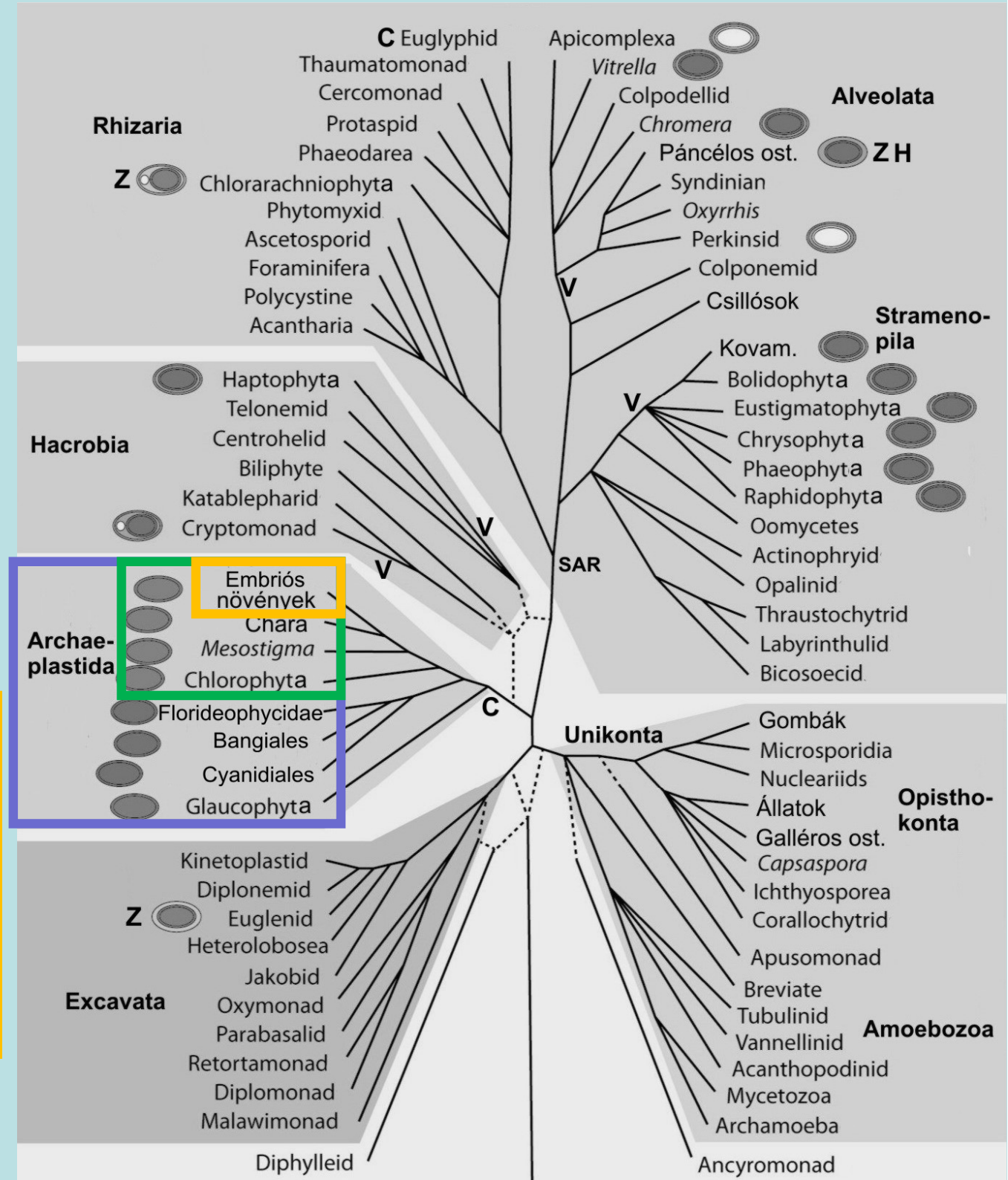
Rendhagyó rendszertan



<https://podani.web.elte.hu/books.html>

Az eukarióták kladogramja
(Keeling 2013)

Embrió: a megtermékenyítést követően az újonnan fejlődő diploid növény első fejlődési szakasza, ami az anyanövénynen (archegóniumban) marad.



„Embriós” növények a szárazföldön

Bangiomorpha pubescens 1.05 Md éves
Ivari elkülönülés!!



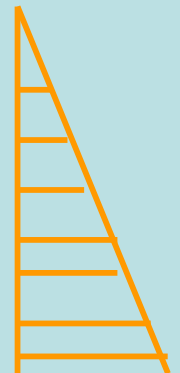
M. év	Idő	Időszak
1000	Neo-proterozoikum	
541		Kambrium
485	Paleozoikum	Ordovícium
444		Szilur
419		Devon
359		Karbon

Soksejtes vörösalgák, zöldalgák

Zöld és vörösalgák nagy mennyiségben, diverzifikáció

Az embriós növények valószínű megjelenése. Az embriós és vízi zöld növények evolúciójának szétválása ---- **irány a szárazföld!!!!**

SPÓRA-leletek



A legősibb spóralelet:
kb. 450 M. éves.
Tetrád

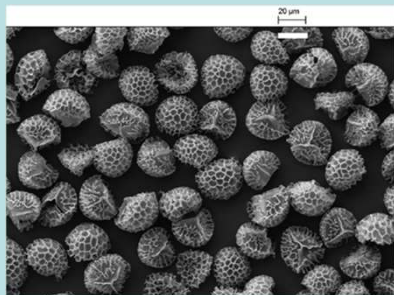
- Szárazföldi lét:**
- kiszáradás veszélye
 - szénforrás biztosítása

Alapkérdés: hogyan „hódították” meg a növények a szárazföldet, mikor, és melyek voltak a pionírok ??

Feltételek:

- 1) Környezeti feltételek:**
 - geol. változások (pl. partszakaszok)
 - oxigén (eredetileg kevés --- cianobaktériumok), majd ózonpajzs (szilur) – UV elleni védelem
 - növekvő szervesanyag-felhalmozódás
- 2) Vegetatív adaptáció:**
 - relatíve kisebb felület (pseudoparenchyma)
 - kutikula, lignin, szuberin
 - vízfelvevő sejtek → rizoid → gyökér
 - gázcserenyílások, aerenchyma

3) Reproductív adaptáció:



- spórák védettsége (sporopollenin)
- ivarsejtek védettsége (ivarszervek)
- zigóta védettsége → **embrió**
- életfázis-váltakozás módosulásai, a fázisok eltérésének erősödése →

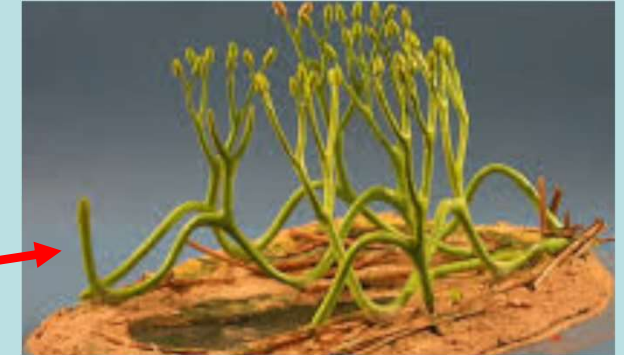
4) Szimbózis gombákkal (mikorrhiza)

Egyes gombák (*Glomeromycota*) és növények együttélése kb. 410-450 millió éves.

Erre paleontológiai és molekuláris bizonyítékok is vannak (növényleletekben

micéliumokra emlékeztető struktúrák, vö. *Aglaophyton*

ill. három, a szimbiozishoz szükséges gén molekuláris evolúciója alapján).

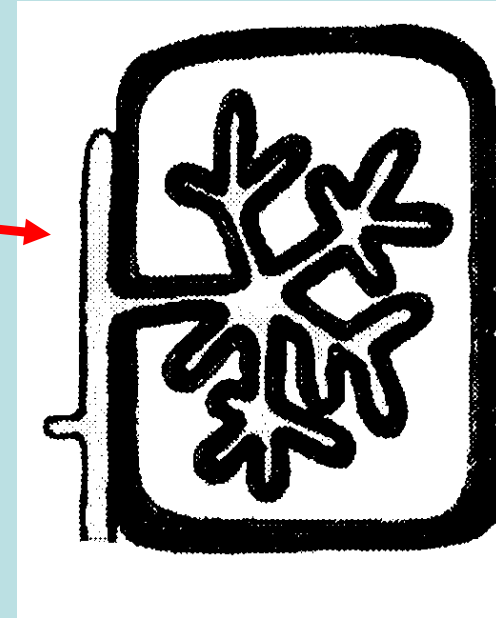


Koevolúciójuk megkönnyíthette a szárazföldre települést majd az inváziót. A gomba szerves anyagokat kap az anyanövénytől, s közben ásványi anyagokat (pl. foszfátok) és vizet szolgáltat neki.

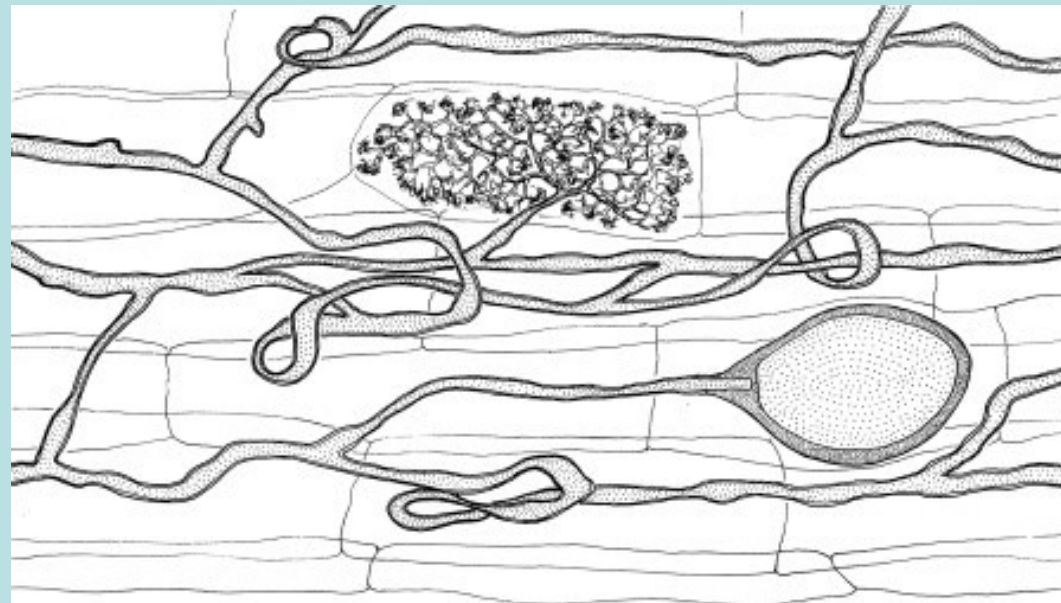
Ma kb. 240.000 növényfajnak van mikorrhizája, 6000 gombafaj képez mikorrhizát – főleg tömlős (*Ascomycota*), de van bazidiumos (*Basidiomycota*) és járomspórás („*Zygomycota*”) – extracellulárisan...

és

..a szárazföldi növények kb. 80%-ában az ún. arbuszkuláris mikorrhiza fordul elő, amelyben a gombapartner a *Glomeromycota*-ba tartozik...
- ma kb. 230 faj.



Intracelluláris szimbiózis

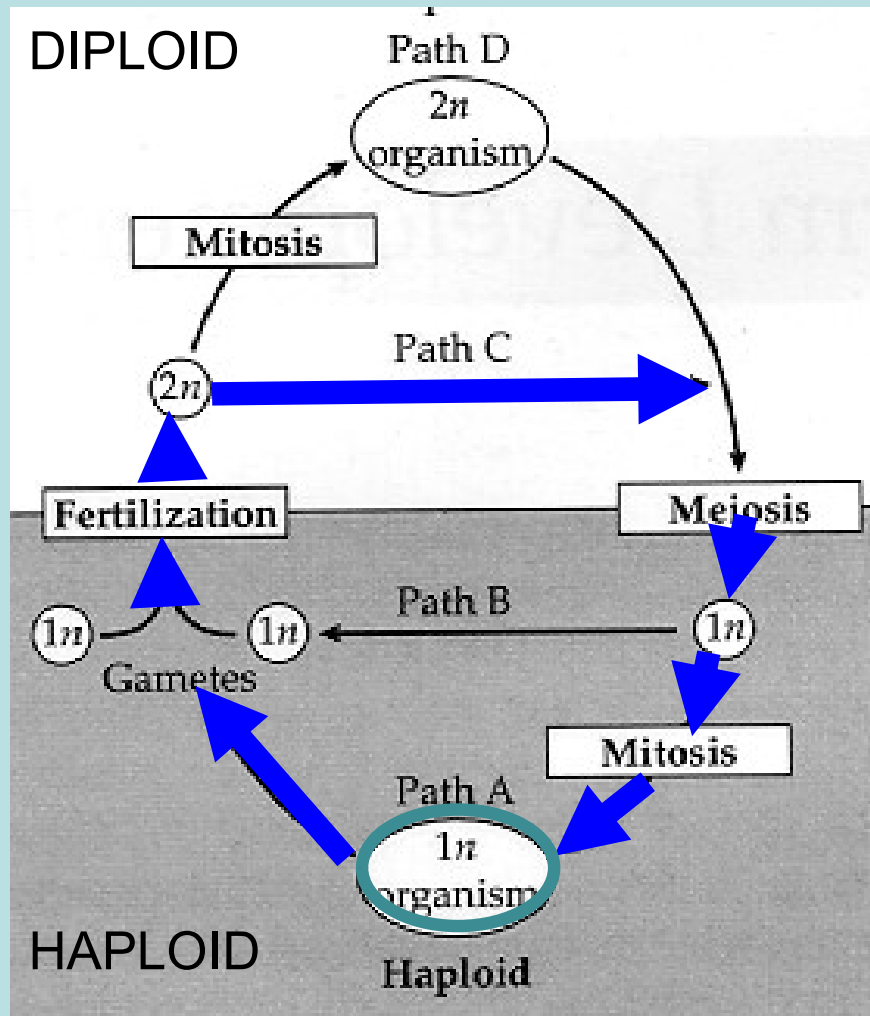


Reproduktív adaptációhoz:

„Nemzedékváltakozás” azaz életfázis-váltakozás

Felfedező: W. Hofmeister (kb. 1868)

Az ivaros és ivartalan szakaszok, diploid, illetve haploid sejtekből álló szervezetek szabályos váltakozása

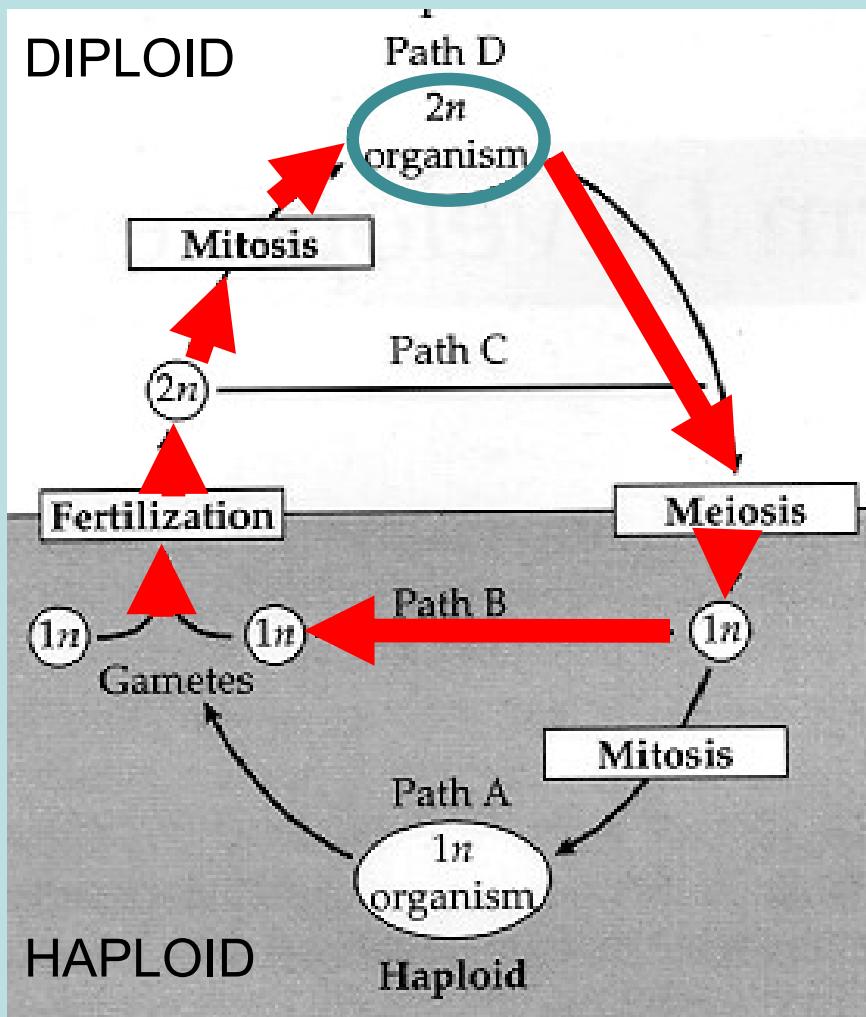


Homofázisos váltakozás

1. **Haplonta:** pl. egyes zöldalgák (és sok gomba, amőba, páncélos ostoros, stb.)

Homofázisos váltakozás

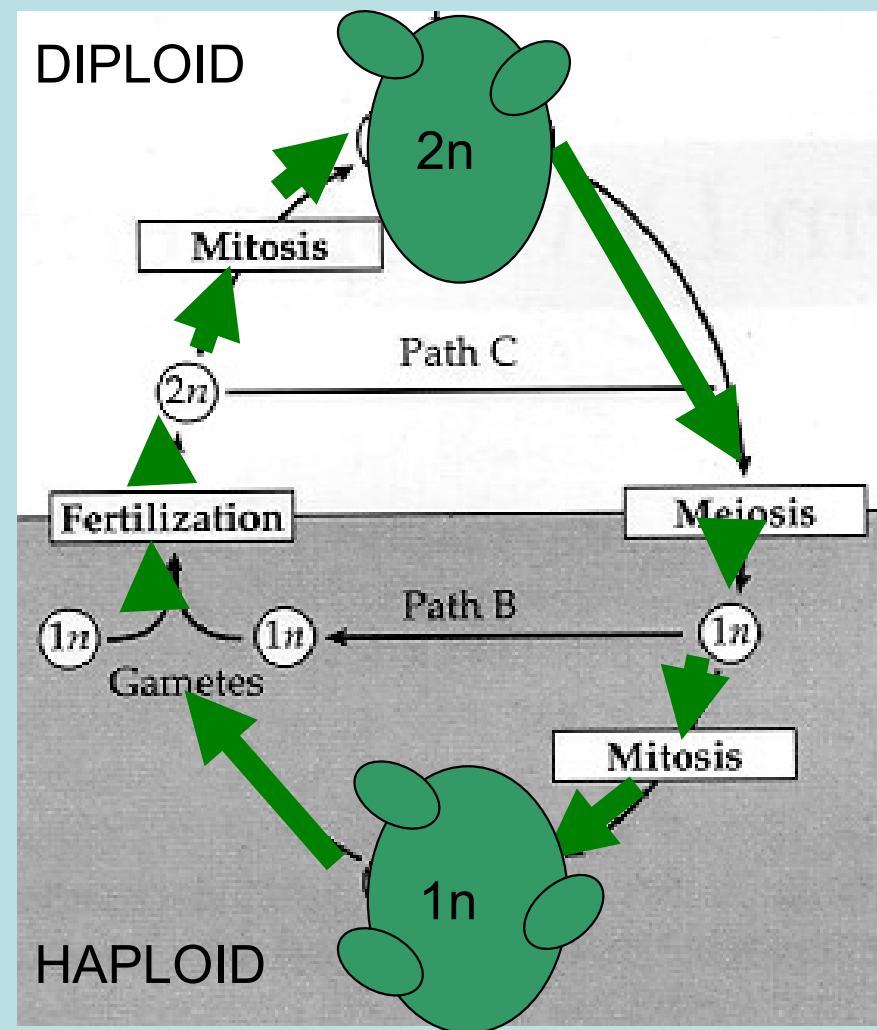
2. Diplonta: pl. kovamoszatok, állatok, tömlősgombák csillósok, növényeknél ritka (pl. *Acetabularia*)



Heterofázisos váltakozás

Diplohaplonta: Többsejtes, elkülöníthető haploid és diploid fázisok. Növények.

(Háromfázisos: 2 diploid szakasz - vörösmoszatok)

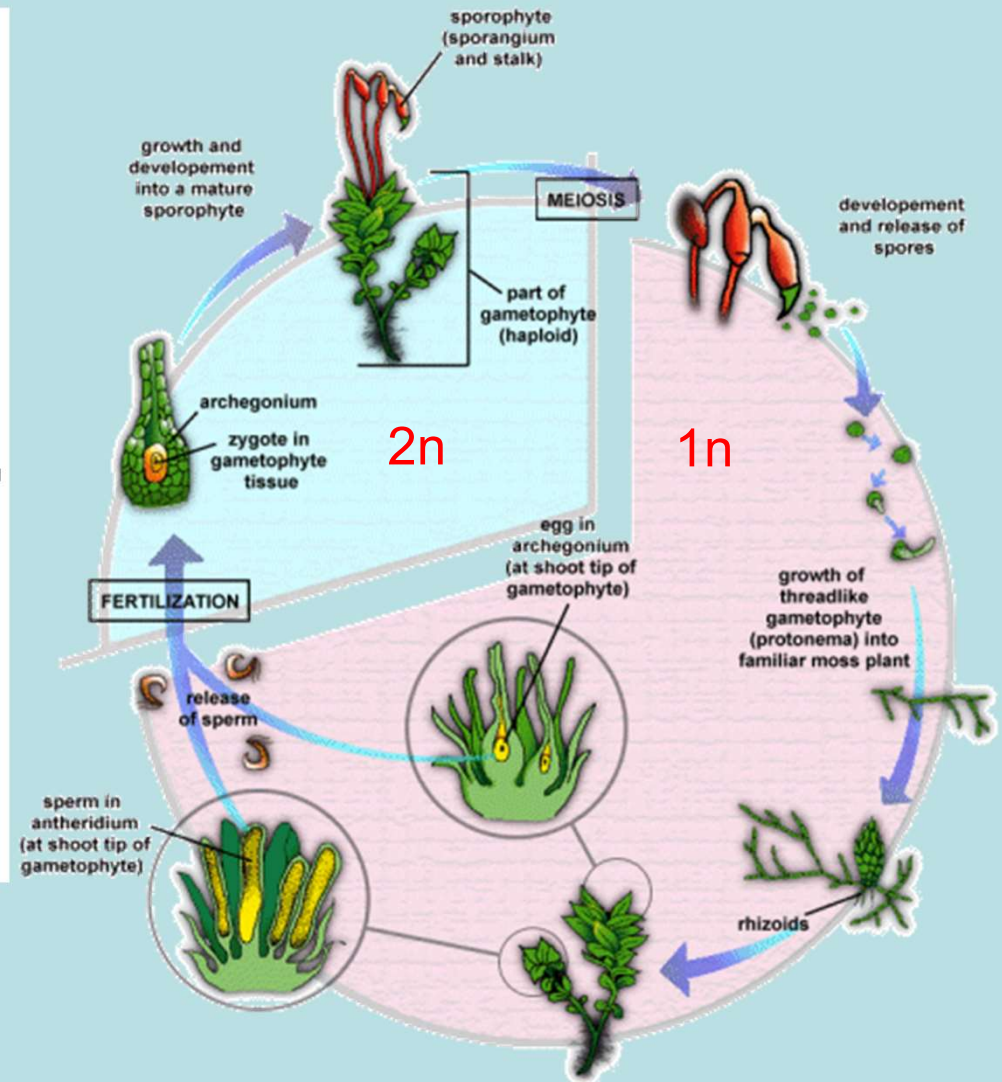
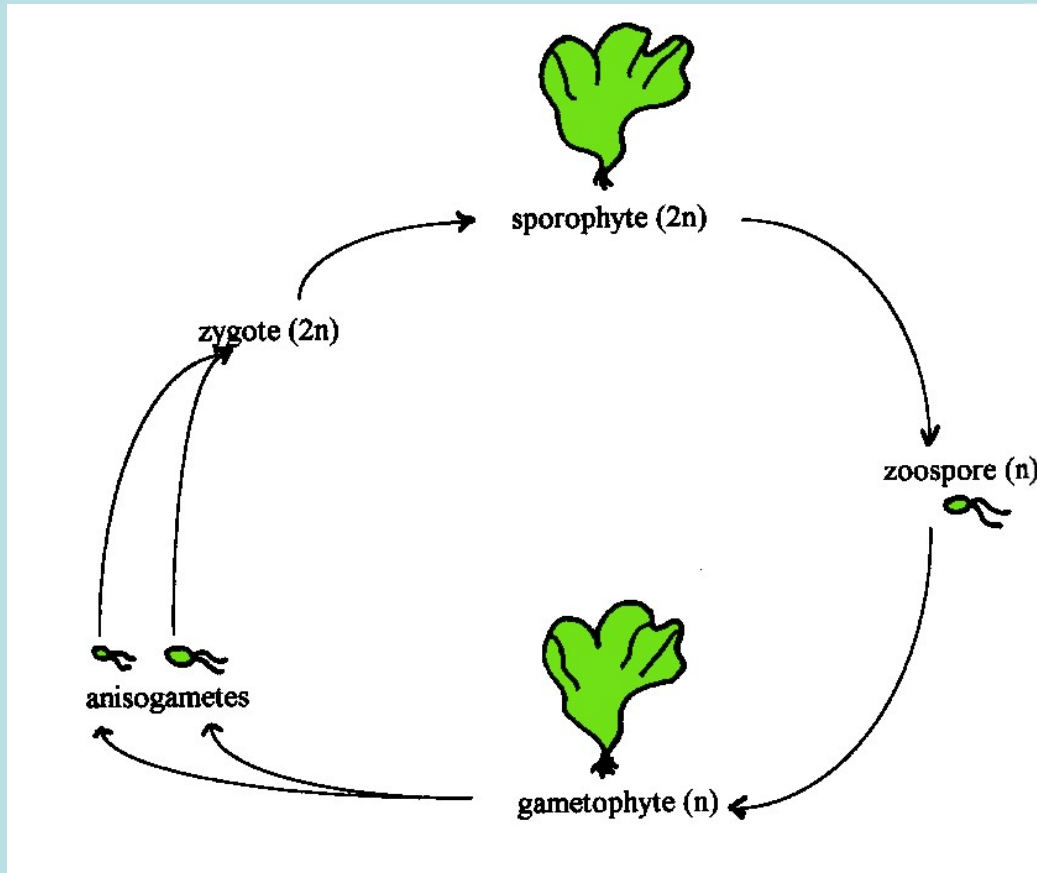


Diplohaplonta életciklus-váltakozás

főleg: embriós növények, barnaalgák, mészmoszatok...

Izomorf: morf. azonos a két fázis
(pl. *Cladophora*, *Ulva*)

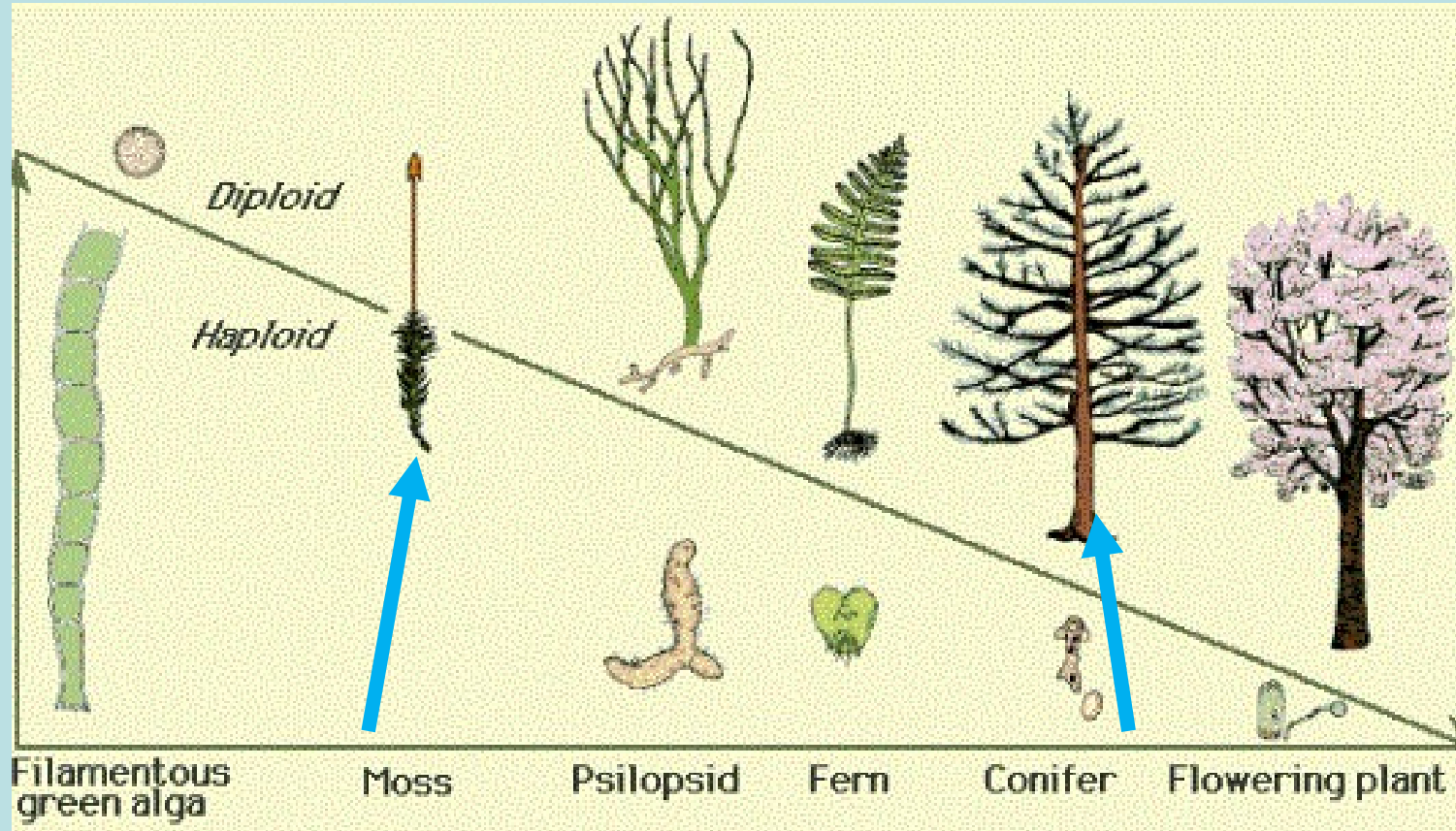
Heteromorf: morf. eltérő a két fázis (pl. mohák)



Sporofiton: spóratermelő
Gametofiton: gamétatermelő

Életfázisok arányai a zöld növényeknél

**Gameto-
fiton**
azaz
„gaméta-
termelő”
szakasz



**Sporo-
fiton**
azaz
„spóra-
termelő”
szakasz

A sporofiton „„élősködik”” a gametofitonon, később fordítva...

A szárazföldi növényi lét szempontjából nyilvánvalóan a diplohaplonta eset a lényeges, ami egyértelműen a haplonta típusból alakult ki...

...de hogyan?

1. elképzelés: *Interpolációs* elmélet (L. J. Čelakovský, F. O. Bower 1890)



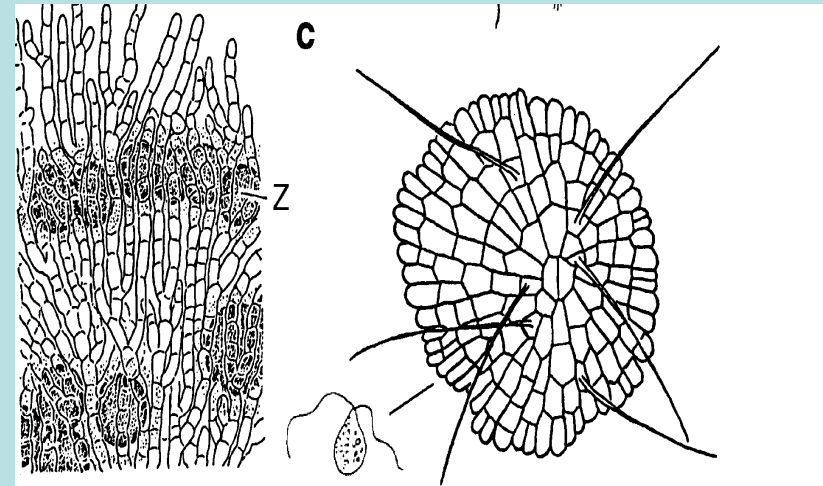
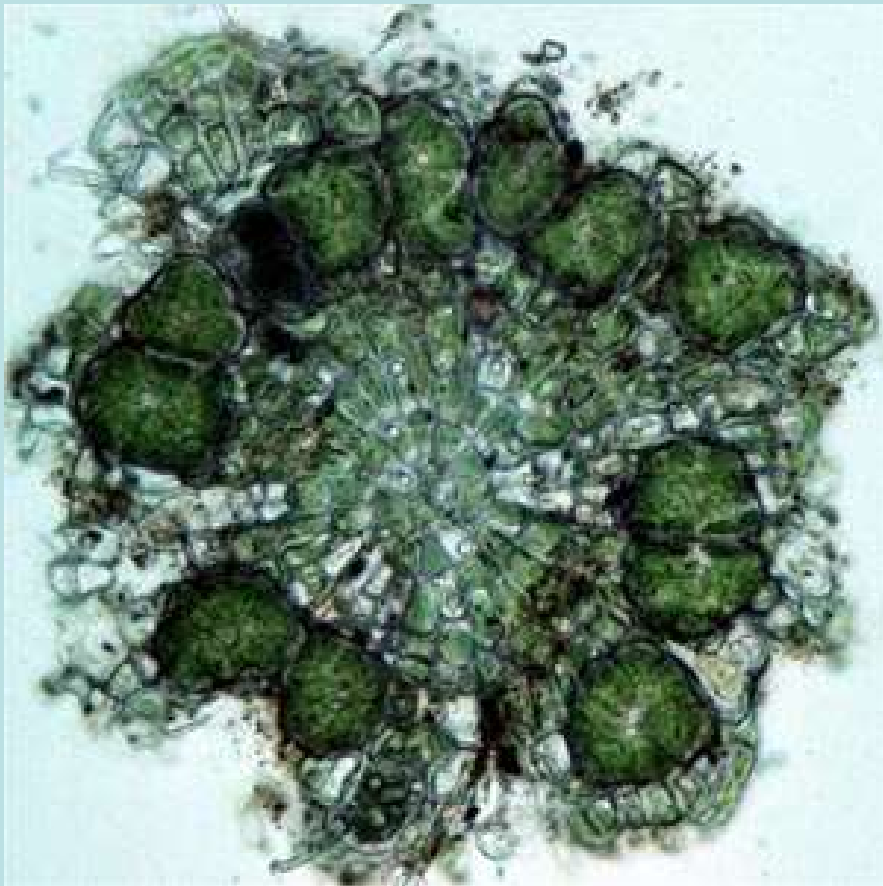
A szárazföldi növények **haplonta zöldalgák leszármazottai. A vízi életről való áttérés közben (v. következtében?) a zigóta meiotikus osztódása helyett mitózis következett be, s ily módon egy többsejtes diploid szakasz ékelődött be. — Ez a sporofiton.**



A sporofiton egyre több sejtből áll, amelyek elvesztik spóráképző képességüket. Maga a diploid sejttest alkalmazkodik jól a szárazföldi körülményekhez, és fokozatosan differenciálódik.

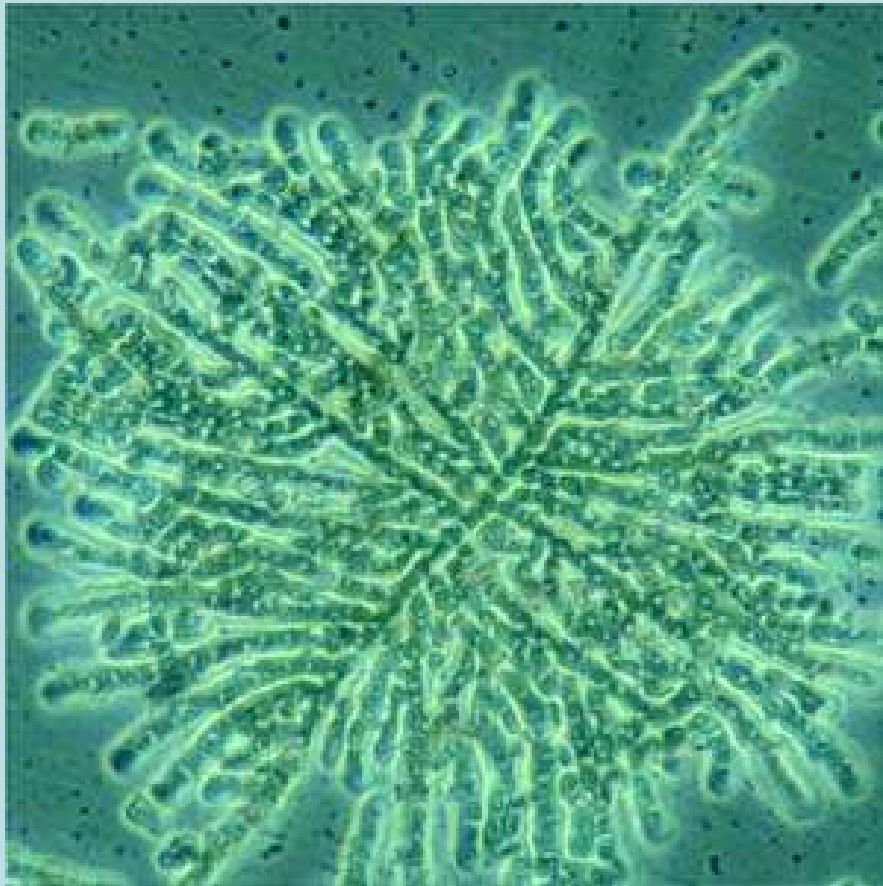
A sporofiton kezdetben a gametofitonra utalt, majd függetlenedik, s a helyzet megfordul – mint láttuk...

A kezdet? A *Coleochaete orbicularis* (*Streptophyta*) példája

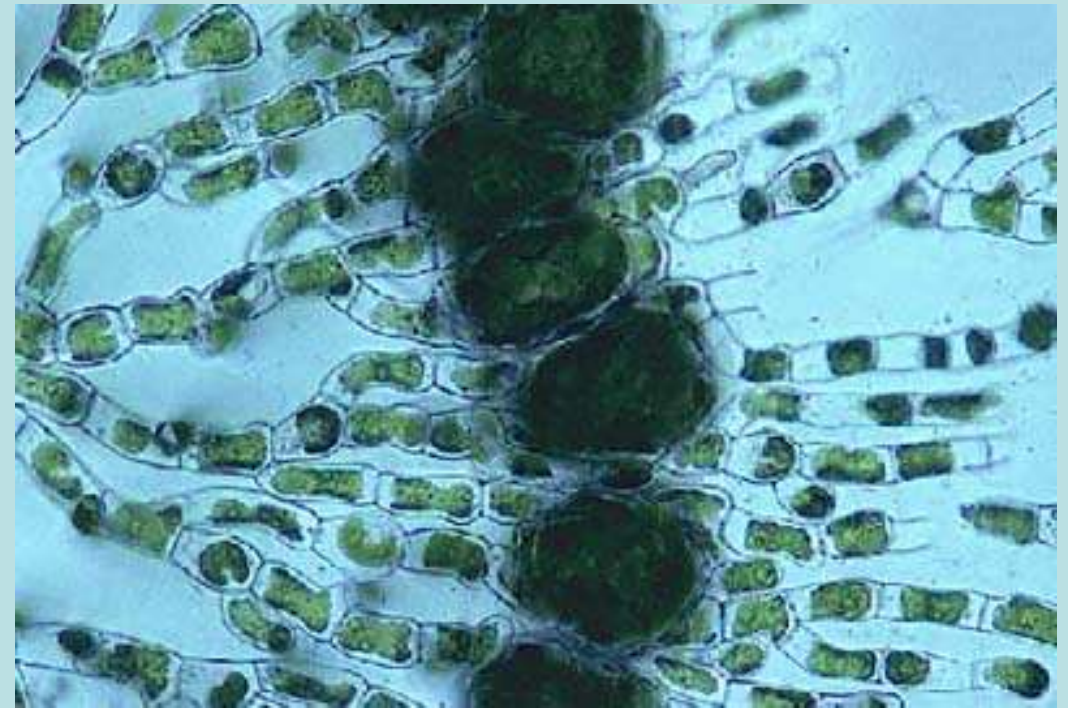


A zigóta sosem szabadul ki az oogoniumból („zigótatermés”). Ezt kéregszerű fonaltömeg övezi. Az oogoniumon belül osztódik, s rajzospórákat fejleszt

Coleochaete regularis



Coleochaete pulvinata



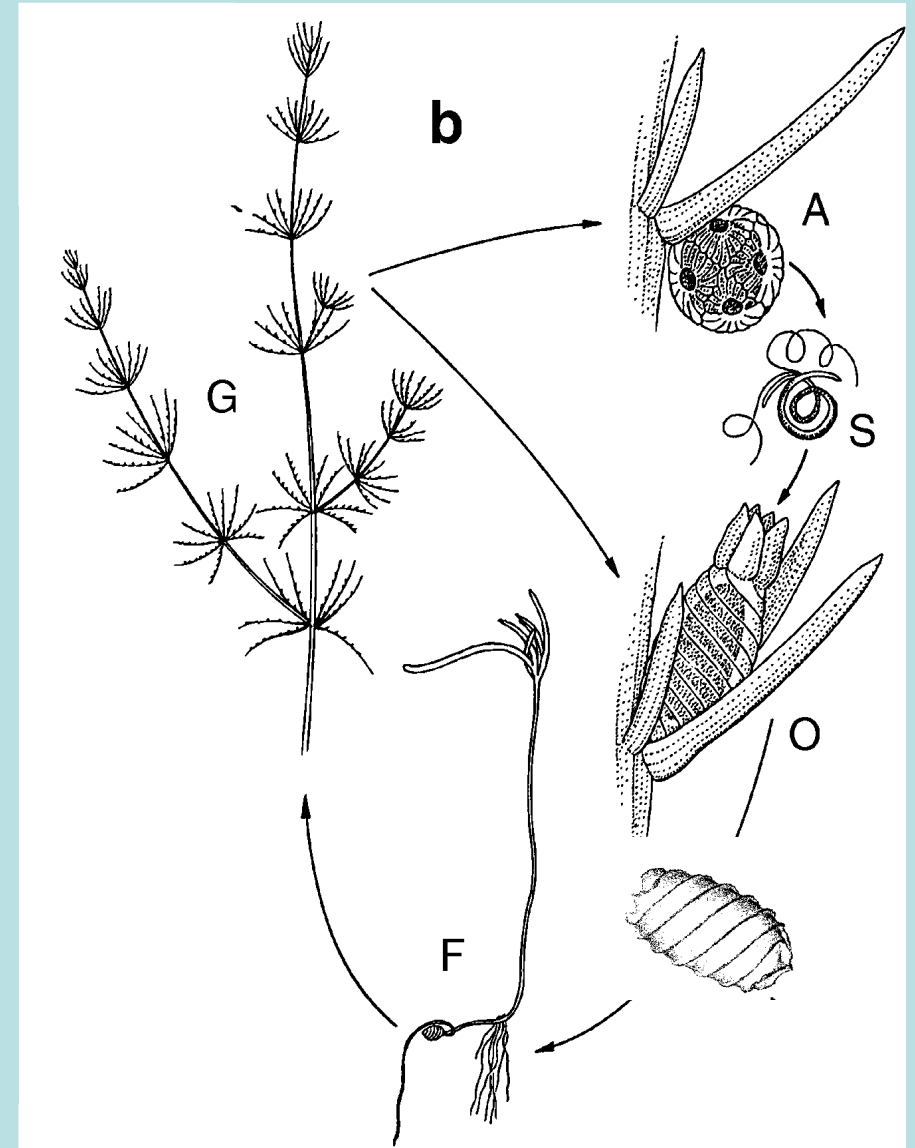
Pszeudoparenchima!! Háromosztatú vezérsejt!!

... esetleg a csillárkamoszat (*Chara*)?



A zigóta elég sokáig fennmarad az anyanövényen, s később hullik csak le...

- átmenet az embrió felé... ??



Chara



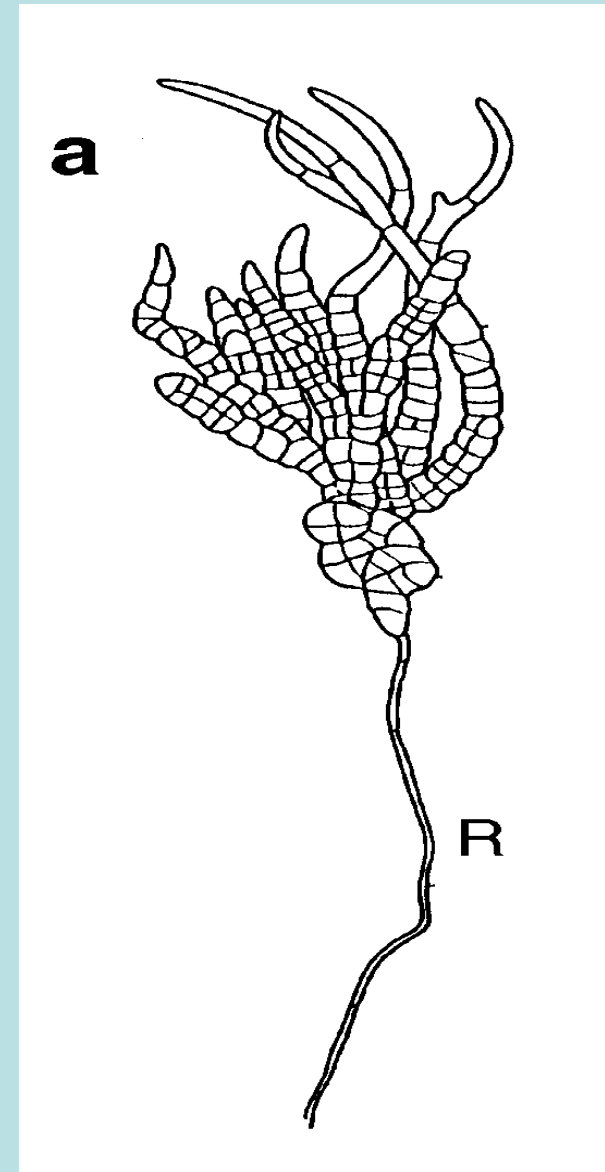
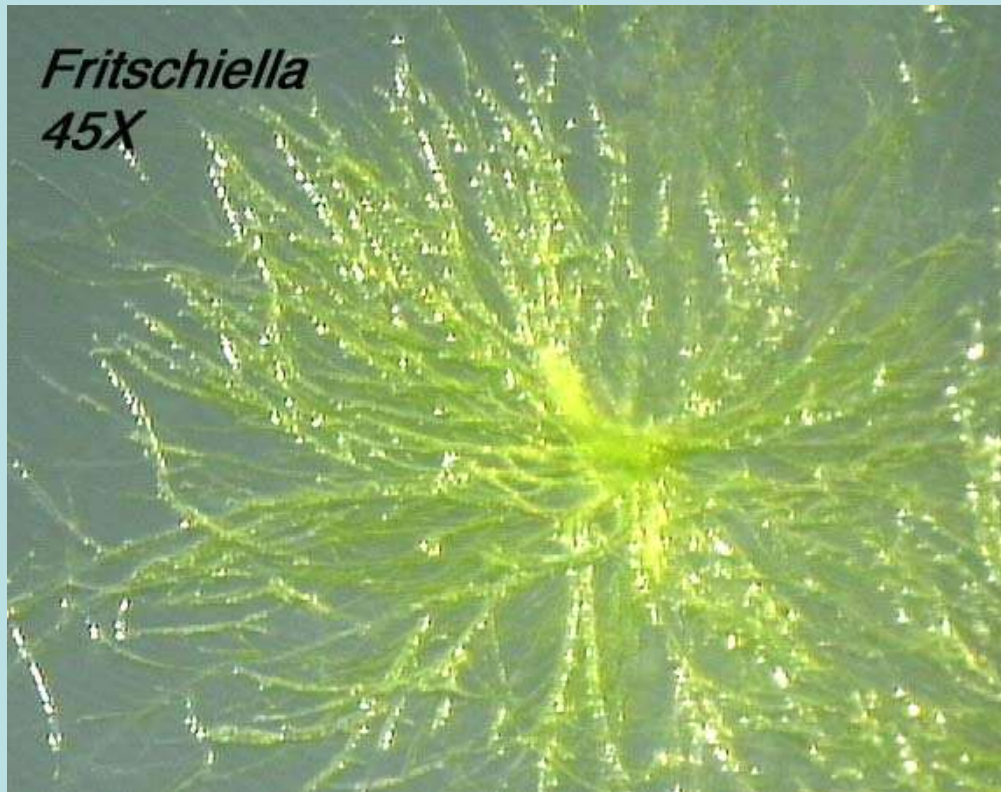
Pszeudoparenchima!! Ligninszerű anyagok a sejtfalban!

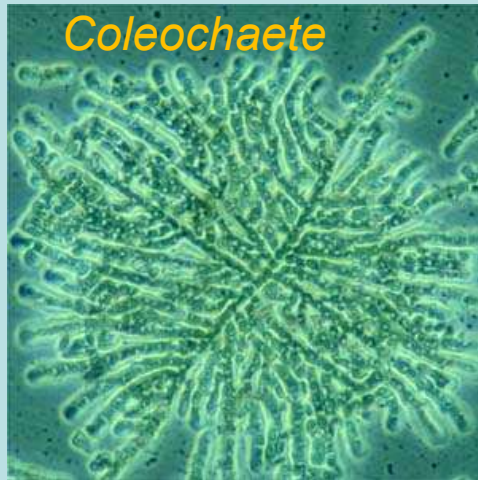
2. elképzelés: *Transzformációs* elmélet (Čelakovský, Hallier 1902, Zimmermann 1930)

A szárazföldi növények izomorf, diplohaplonta algákból alakultak ki, a diploid szakasz fokozatos átalakulásával. Ezeknél is eredetileg a sporofiton a meiózis elmaradásával jött létre haplonta algából, de a változatlan körülmények között ez megegyezett alakilag a gametofitonnal.

A sporofiton morfológiailag összetett lehet, pl. villás elágazás, primitív spóratartók. A szárazföldre jutva a diploid szakasz fokozatosan alkalmazkodik a megváltozott körülményekhez. A sporofiton függősége azonban az algaősöknél nem volt meg.

Heterotrich zöldalgák (*Chlorophyta*, *Chlorophyceae*, *Chaetophorales*)





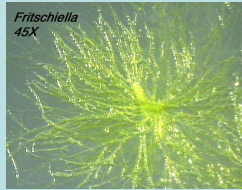
Összefoglalva

- Az embriós növények közvetlenül zöldalgákból evolválódtak
- a szárazföldön a gametofiton lesz a sporofitonra utalva, a hangsúly a vizes közeget közvetlenül nem igénylő szakaszra tolódik.
- a védett spórák elterjesztése hatékonyabb, mint a gamétáké, vagy zoospóráké.

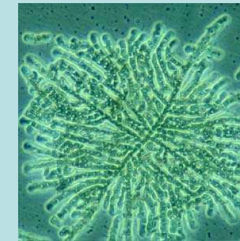
De melyik elmélet a helyes??

Mit mond a kladisztika?

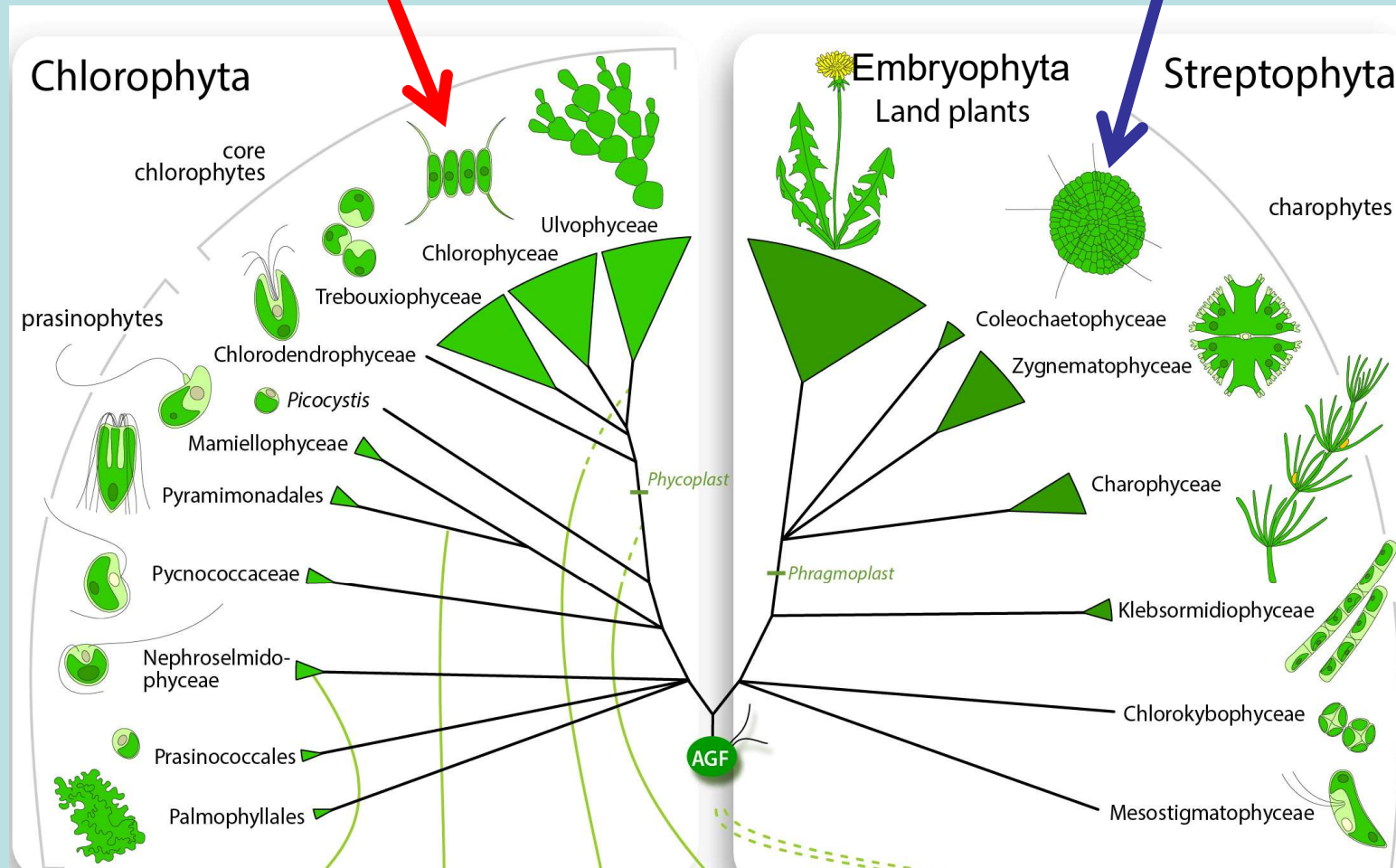
A zöld növények kladogramja



fikoplaszt



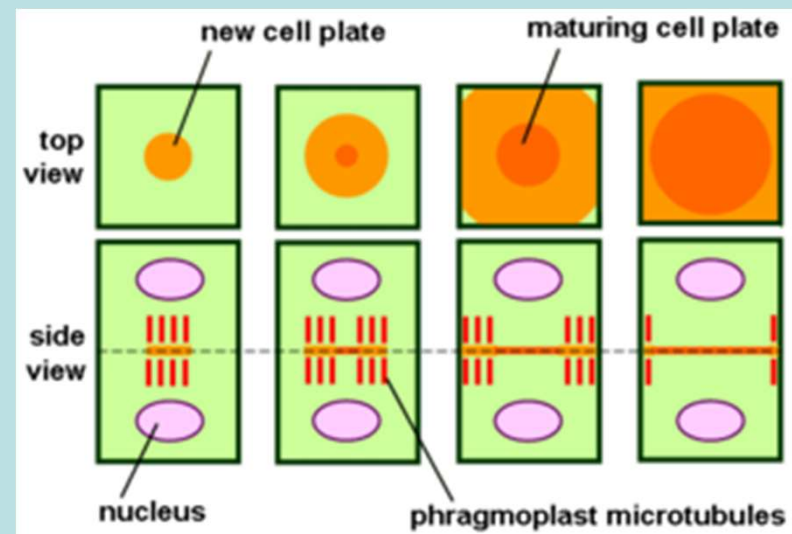
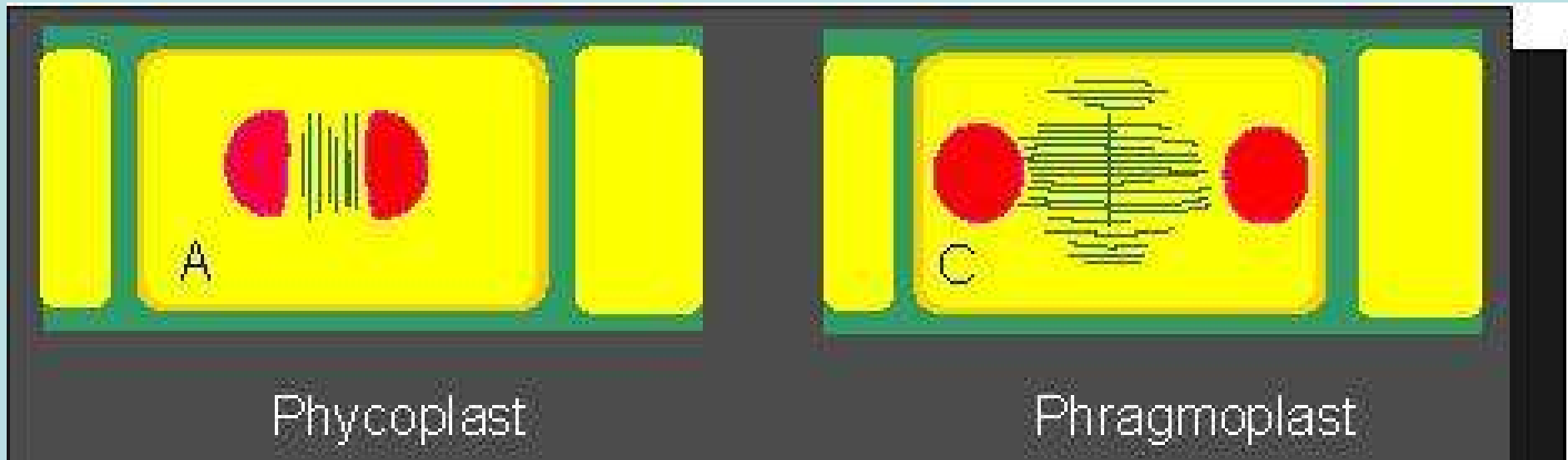
fragmoplaszt



Leliaert et al.
2012

Fikoplaszt: Mikrotubulusok párhuzamosak az ÚJ SEJTFALLAL. Az orsófonalak eltűnése után alakul ki a fal.

Fragmoplaszt: Mikrotubulusok párhuzamosak az ORSÓFONALAKKAL, belőlük alakulnak ki, részt vesznek a fal kialakulásában.



Chlorophyta

Streptophyta

A vízből történő kilépés helye

Sokáig uralkodó nézet: tengerből, közvetlenül.

**Valószínűbb: az embriós növények
édesvízi eredetűek.**

**Közvetett bizonyíték: a teljes *Chara*,
Coleochaete és *Zygnema* rokonság
("Charophyta") édesvízi!**

**A *Charophyta* kládok és az
Embryophyta között azonban
igen nagy a szakadék – legalábbis a ma ismert
formák esetében.**

n
gametofiton



2n
sporofiton



**A gametofiton
génjei manifesztálódnak
a sporofitonban is?**

Chara sp.

Ceratophyllum demersum



Arabidopsis thaliana

n
gametofiton



Physcomitrella patens

A gének 66%-ának megvan a homológ párja a **mohában** is!!