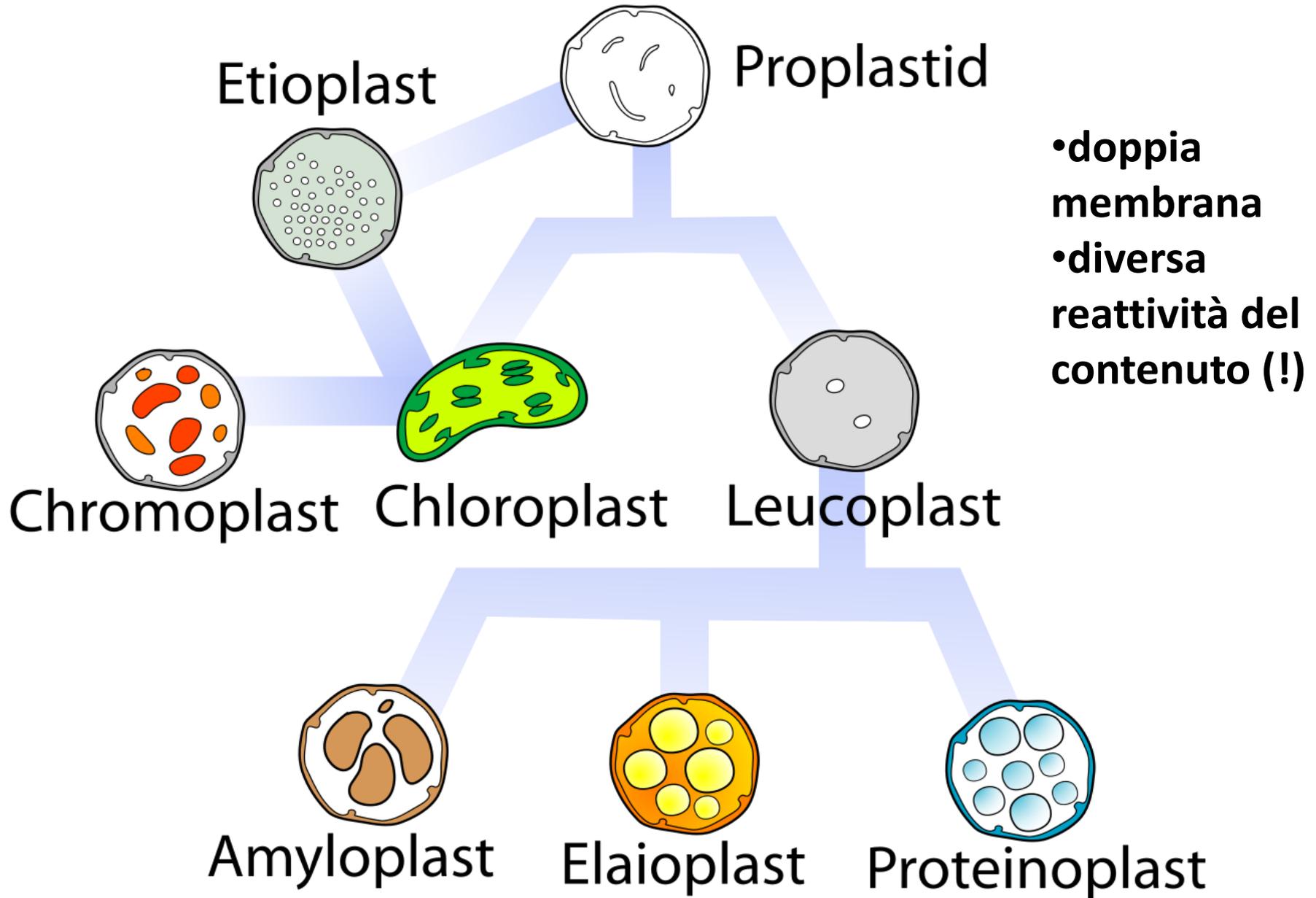


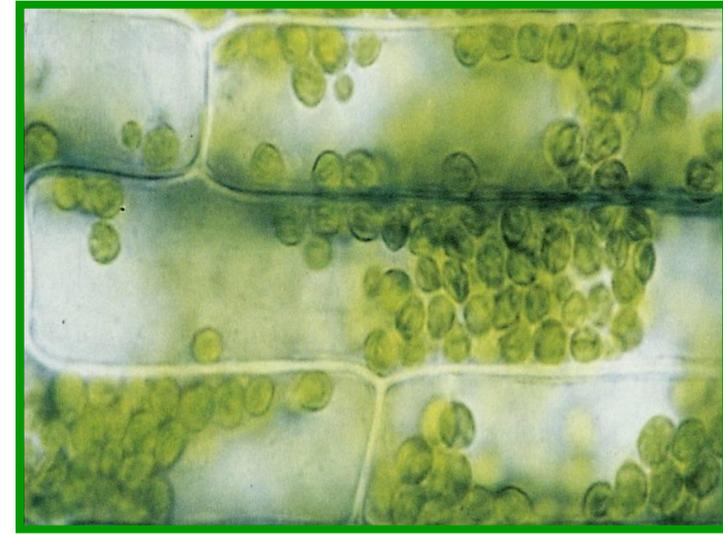
Plastids



Famiglia di organuli propri degli organismi fotoautotrofi ossigenici eucariotici.

Multiple f(x).

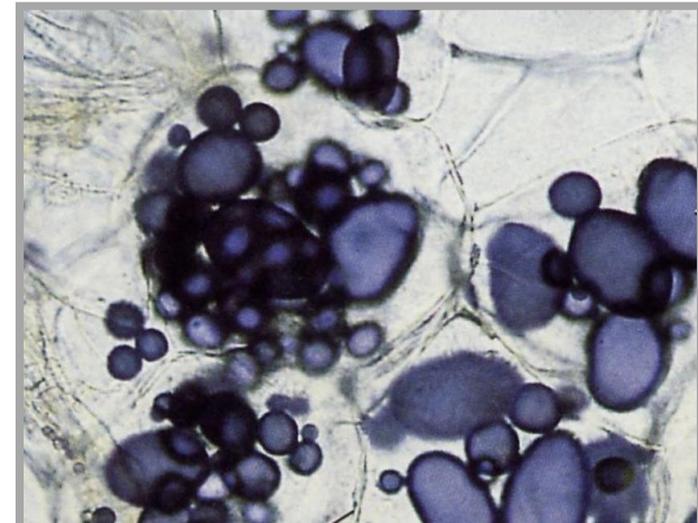
Cloroplasti: assimilazione della CO_2 (fotosintesi) e molto altro...



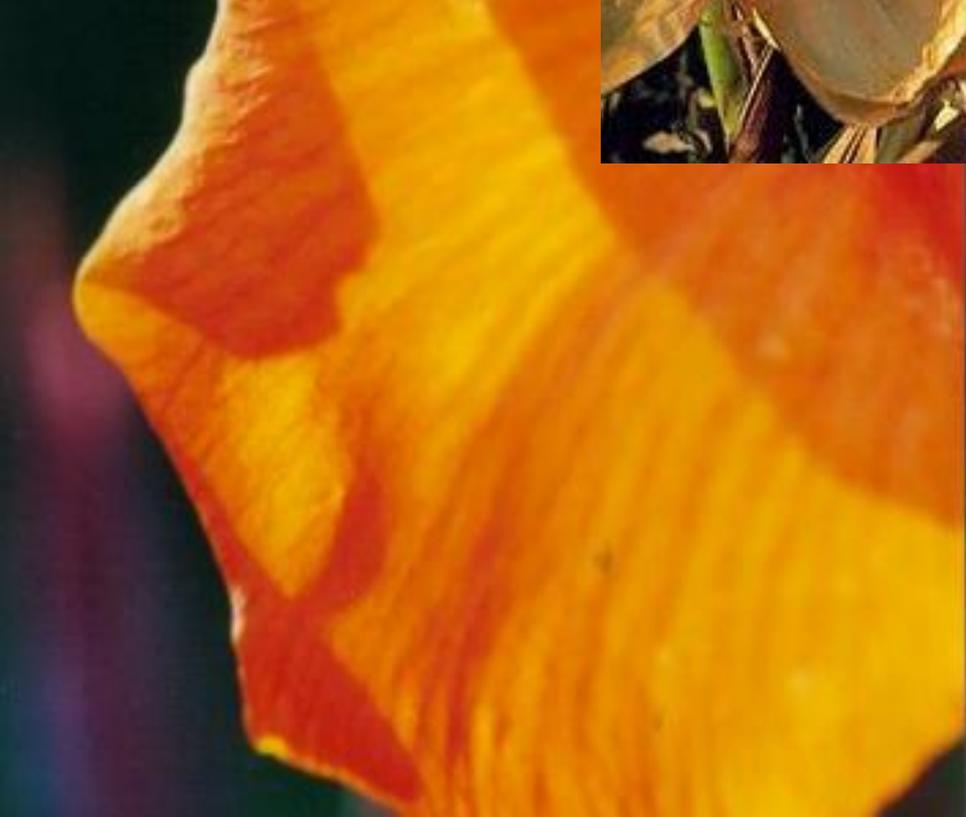
Cromoplasti: accumulo di pigmenti lipofili (per colorare i tessuti, ma talvolta anche come sostanze di riserva)



Leucoplasti: accumulo di sostanze di riserva

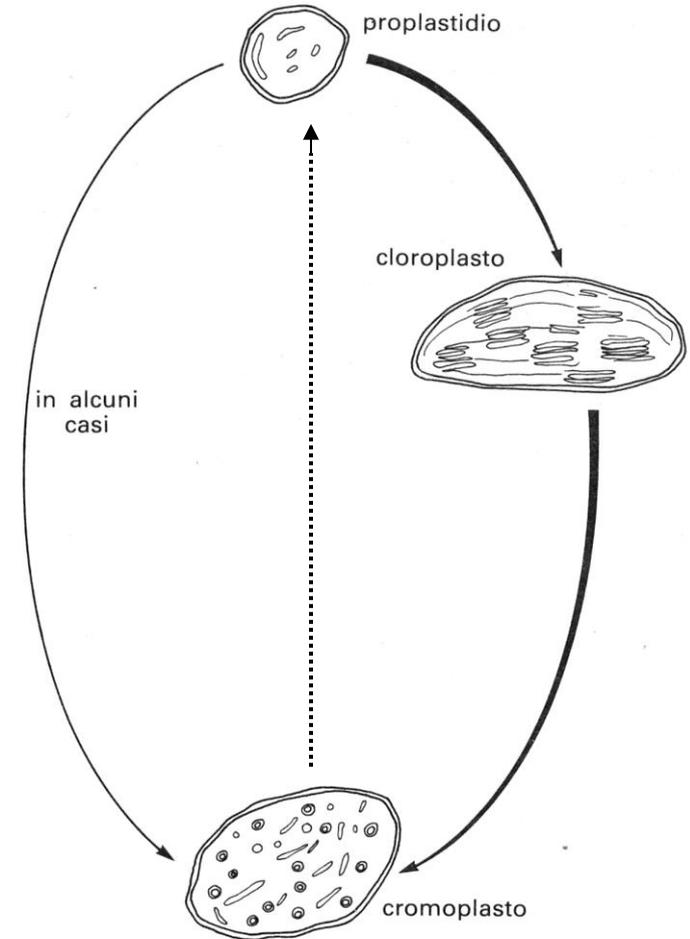


CROMOPLASTI



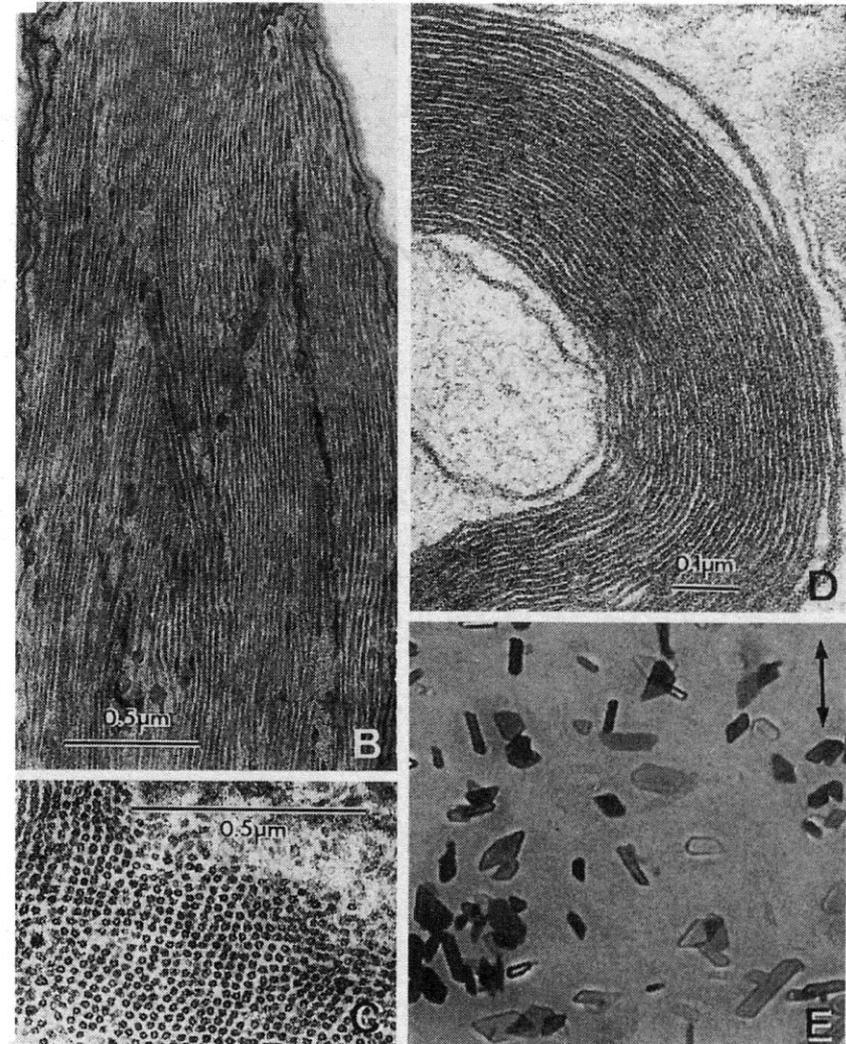
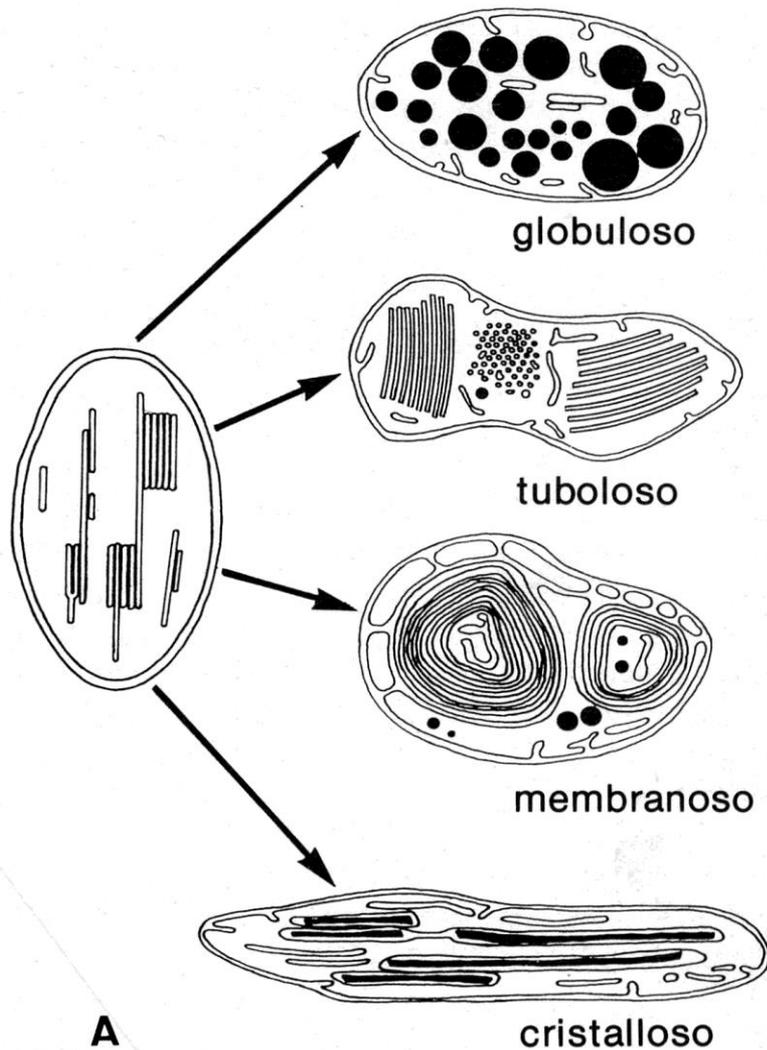
CROMOPLASTI

- La differenziazione in cromoplasti segue un preciso piano di sviluppo, può anche essere reversibile (trasformazione inversa).
- Geni nucleari regolatori della cromoplastogenesi correlati con la biosintesi dei carotenoidi.
- Fattori eso- ed endogeni agiscono su differenziamento (fitormoni con $f(x)$ antagonista).
- Mancano di membrane tilacoidali.



Questo schema illustra in quali modi i diversi tipi di plastidi possono trasformarsi l'uno nell'altro. È evidente che tutti i plastidi derivano direttamente o indirettamente dai proplastidi.

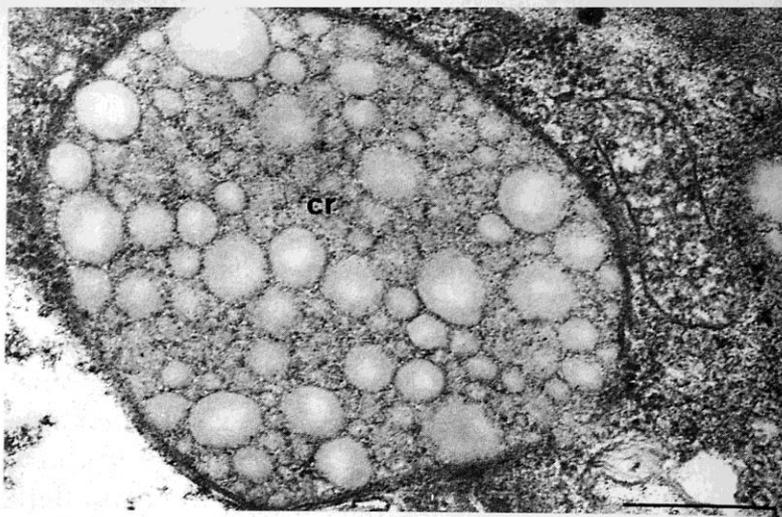
CROMOPLASTI



Cromoplasti. **A**, diversi modelli strutturali; lo sviluppo inizia spesso da cloroplasti (giovani). **B**, **C**, cromoplasti tubolari sezionati longitudinalmente e trasversalmente (frutto di rosa e petalo di *Impatiens noli-tangere*). **D**, cromoplasti membranosi di *Narcissus pseudonarcissus*, in sezione. **E**, cromoplasti cristallini dalla

radice di carota in luce polarizzata; i cristalli di β -carotene sono dicroici, l'assorbimento della luce dipende dalla direzione di oscillazione della radiazione luminosa (freccia) (A da H. Mohr e P. Schopfer, Lehrbuch der Pflanzenphysiologie. Springer-Verlag, Berlin, 4a edizione 1991. B-D originali. E 750:1, preparato di D. Kuhnen).

CROMOPLASTI



Cromoplasto (cr) globulare in petalo di crisantemo. Le masse globulari in questo caso sono poco elettron-dense e occupano l'intero volume dell'organello. (TEM, barra = 0,5 μm)

Cromoplasti **globulari**: i più primitivi, in frutti (es. arancia, pesca) e in alcuni fiori (es. *Ranunculus*). Le vescicolette interne sono delimitate da un monostrato di lipidi e proteine.

Cromoplasti **membranosi**: i più poveri di pigmenti (3% di carotenoidi), fortemente apolari; nei petali del narciso e nel frutto del peperone.

Cromoplasti **cristallini**: accumulano cristalli di beta carotene (radice di carota) o di licopene (frutto del pomodoro).



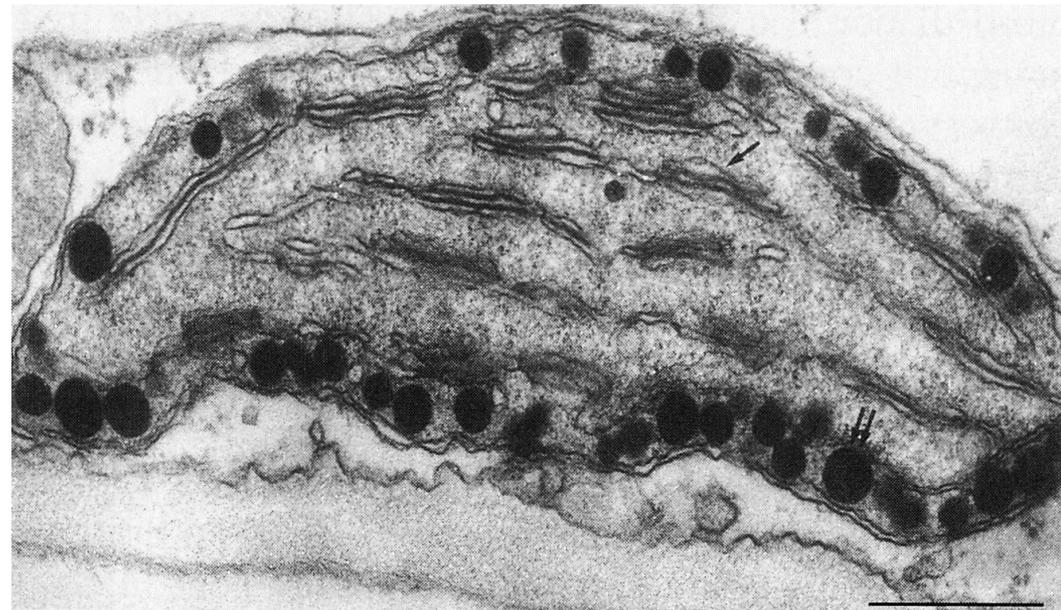


GERONTOPLASTI

(i falsi) CROMOPLASTI

La sintesi ex novo di elevate quantità di carotenoidi è l'evento che definisce i veri cromoplasti.

In foglie senescenti o in tessuti verdi attaccati da patogeni (es. funghi) → degenerazione dei cloroplasti con degradazione delle clorofille e dei tilacoidi → formazione di plastoglobuli, “scoprendo” i carotenoidi già presenti, senza che si verifichi un loro aumento → plastidi senescenti = **gerontoplasti**

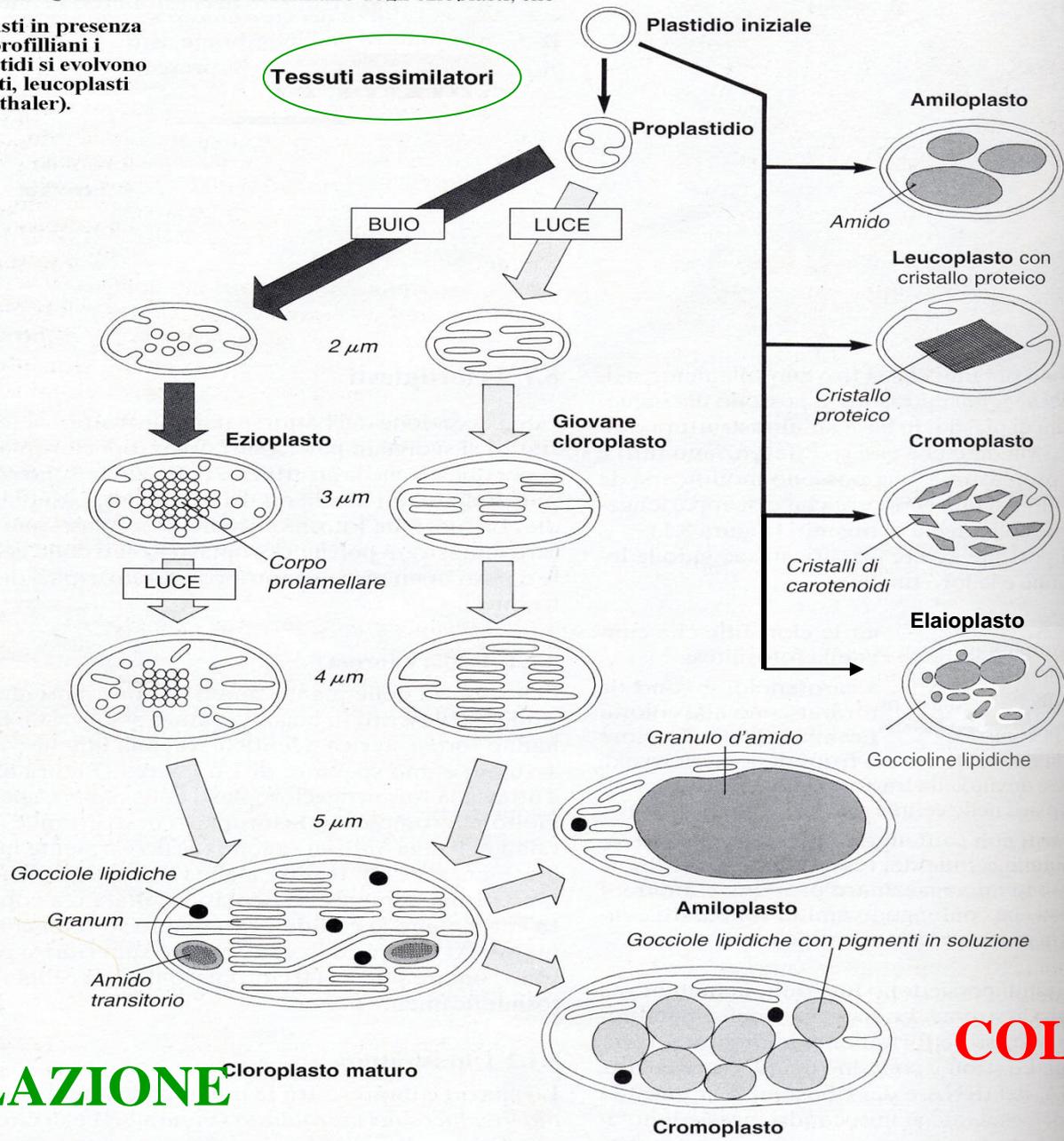


Tessuti non clorofilliani

Tessuti assimilatori

Schema dello sviluppo dei diversi tipi di plastidi. La via principale corrisponde allo sviluppo di un proplastidio e del plastidio iniziale in un plastidio fotosinteticamente attivo. Quest'ultimo si trasformano in cloroplasti in presenza di luce. Nei tessuti non clorofilliani i plastidi iniziali e i proplastidi si evolvono direttamente in amiloplasti, leucoplasti o cromoplasti (da Lichtenthaler).

timo si può trasformare in un amiloplasto con funzione di riserva di amido. Può anche degenerare, trasformandosi in cromoplasto (frutti in maturazione). Al buio si formano degli ezioplasti, che

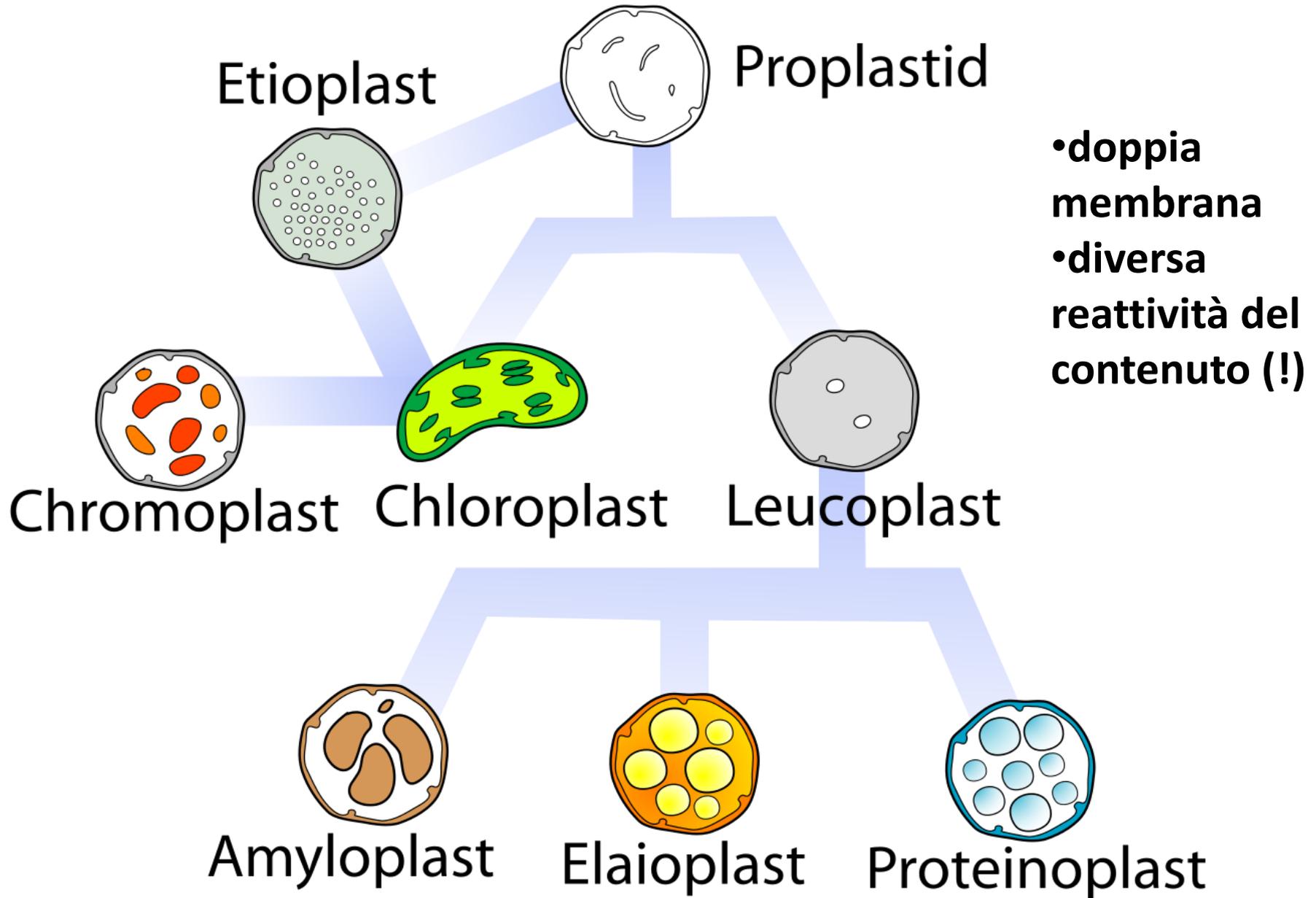


R
I
S
E
R
V
A

ASSIMILAZIONE Cloroplasto maturo

COLORAZIONE

Plastids



PLASTIDI DI RISERVA

Numerosi in *i*) tessuti di riserva degli organi di riserva (tuberi, bulbi, bulbotuberi, radici tuberizzate), *ii*) parte corticale di alcuni cauli (subito sotto lo strato verde più esterno), *iii*) radici.

- granuli di amido

→ **AMILOPLASTI**

- cristalli di
proteine →

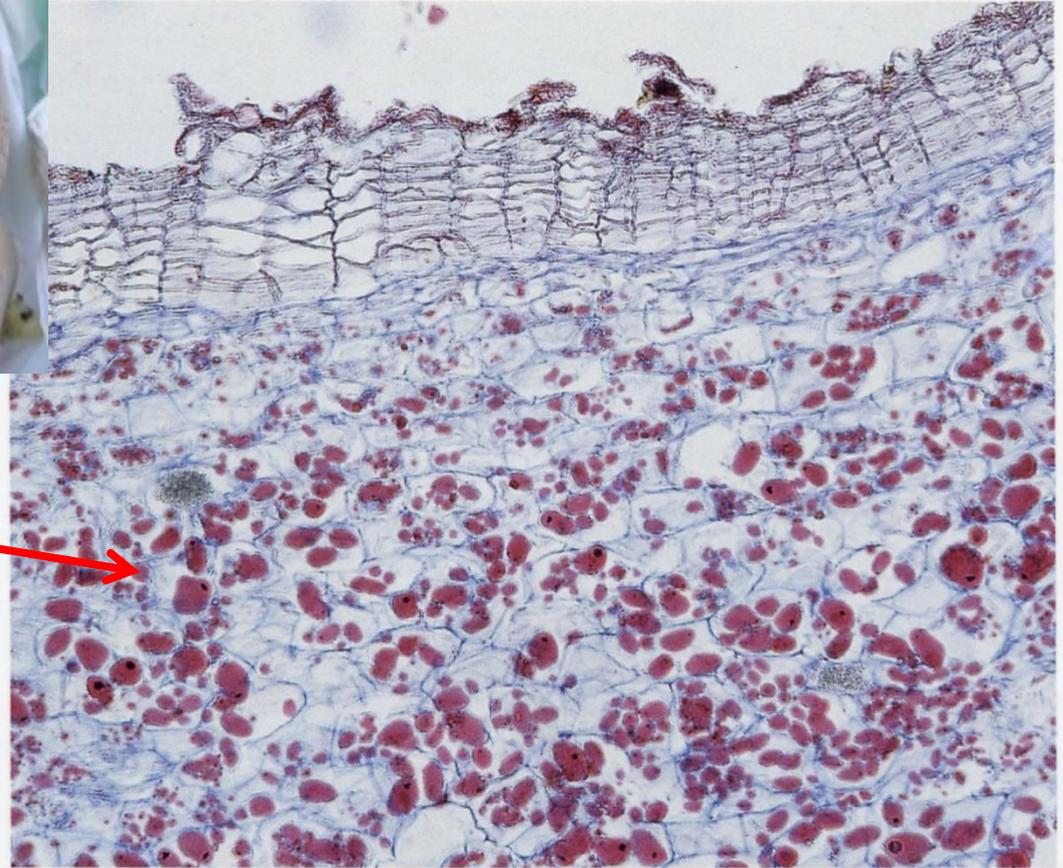
PROTEOPLASTI

- olii o grassi →

ELAIOPLASTI



TUBERO DI PATATA

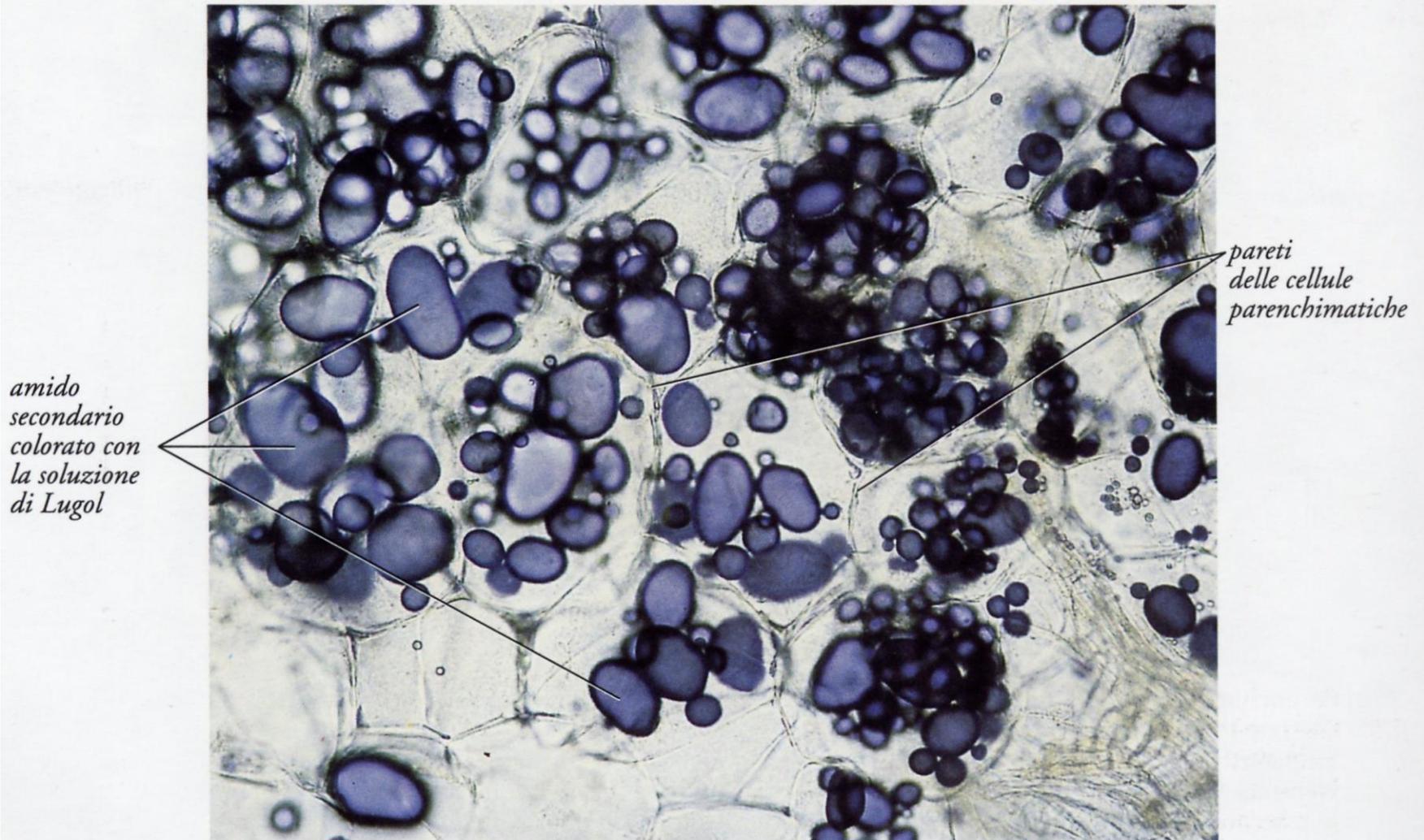


**Parenchima amilifero
con amido secondario**



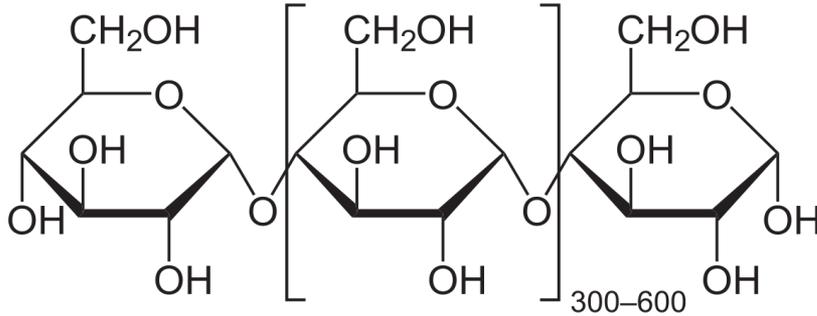
Parenchima di riserva amilifero nel tubero di patata (*Solanum tuberosum* L., fam. Solanaceae)
Sezione trasversale. x 100 (100)
Il caso più comune è quello del parenchima cosiddetto amilifero, in cui la sostanza immagazzinata è amido (secondario), contenuto nei leucoplasti.

AMILOPLASTI

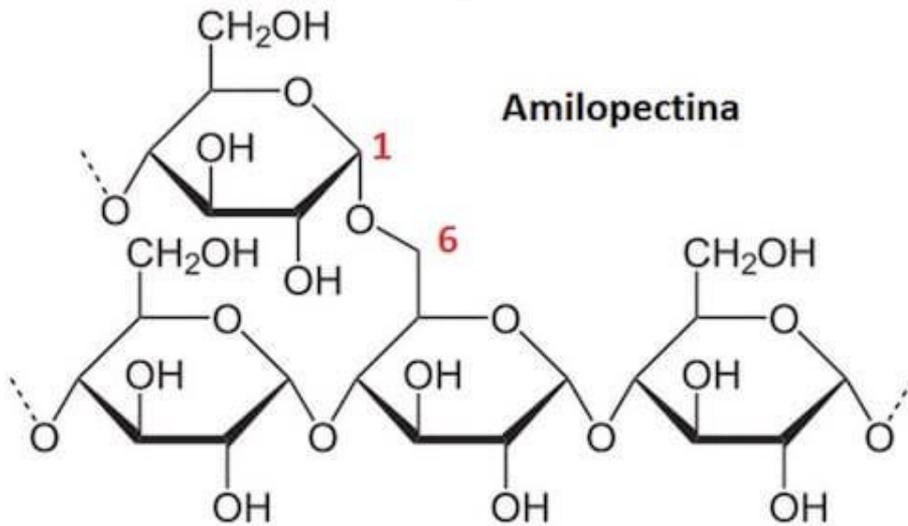
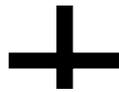


Parenchima di riserva amilifero nel tubero di patata (*Solanum tuberosum* L., fam. Solanaceae).
Sezione trasversale. x 200 (200)

Amido secondario: funzione di riserva



Amylose = catene **lineari** di molecole di α -D(+)-glucosio unite da legami $\alpha(1 \rightarrow 4)$ (da 300 a 3000)



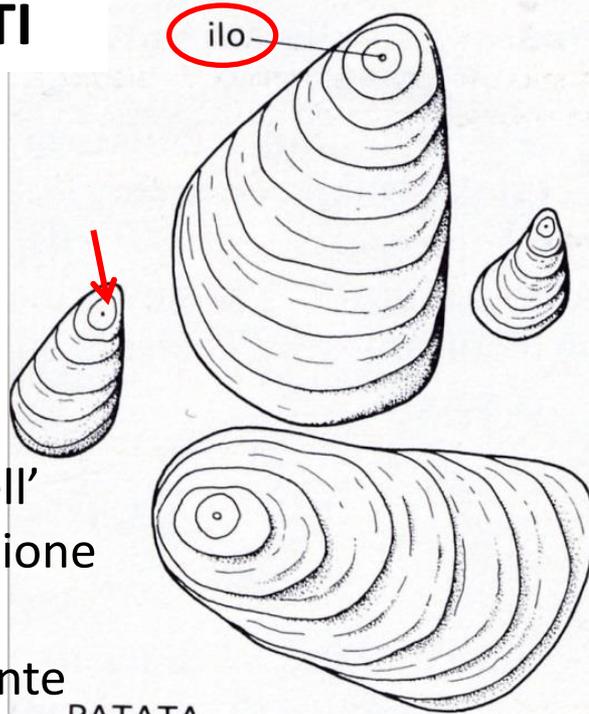
Amylopectina

Amylopectina = catene **ramificate** di molecole di α -D(+)-glucosio unite da legami $\alpha(1 \rightarrow 4)$ e $\alpha(1 \rightarrow 6)$ (ogni 24-30 unità). Da 20.000 a 200.000 unità totali

Amylose e Amylopectina si possono colorare con lo iodio = colorazione più intensa dell'amylose. Amylopectina = **rosso-viola**; amylose = **azzurro - viola**

AMILOPLASTI

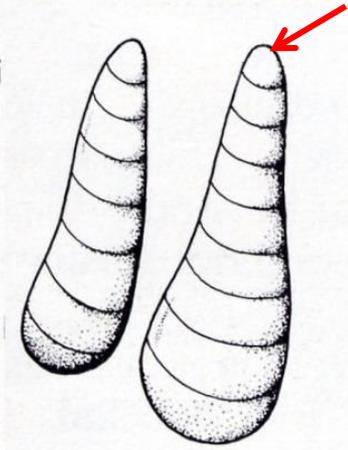
ilo: centro di
aggregazione dell'
amido; deposizione
dell' amido
concentricamente
attorno



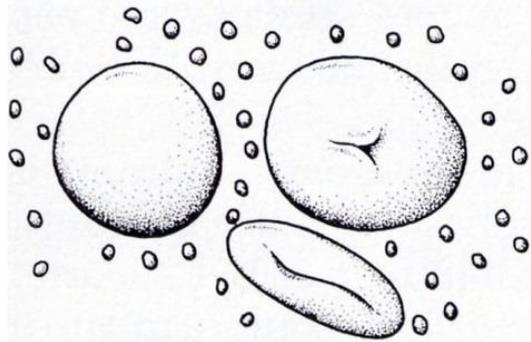
PATATA



FAGIOLO



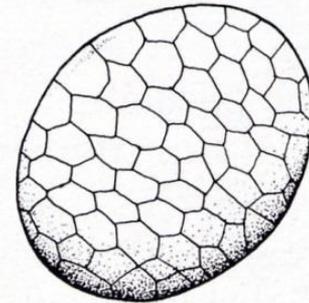
BANANA



FRUMENTO



GRANTURCO



AVENA

Granuli composti: formati da tanti granuletti primari
(e.g. in avena, riso, grano saraceno)

AMILOPLASTI: presenza nelle cellule della cuffia di apici radicali -> GRAVITROPISMO

Apice
radicale



Cuffia

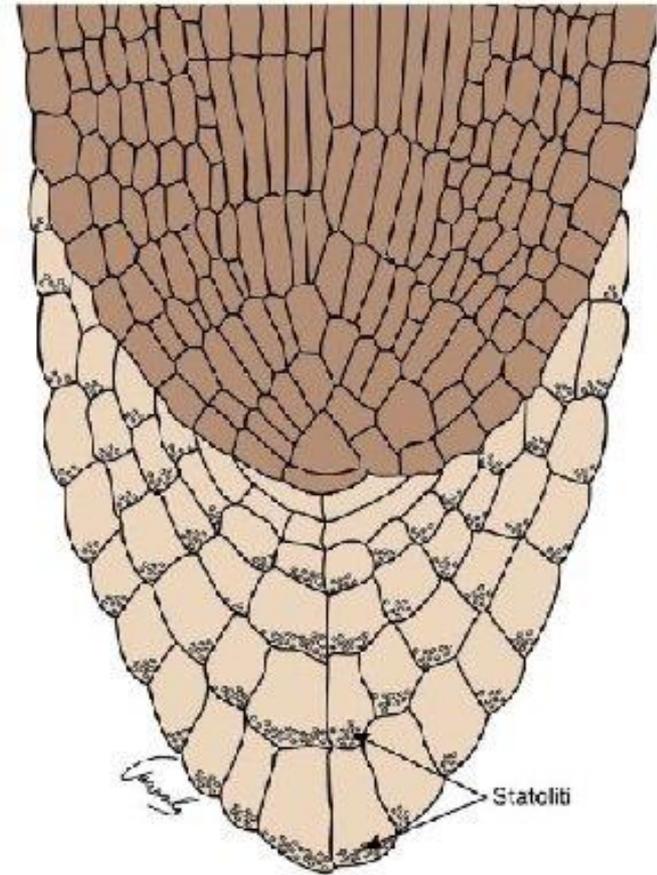
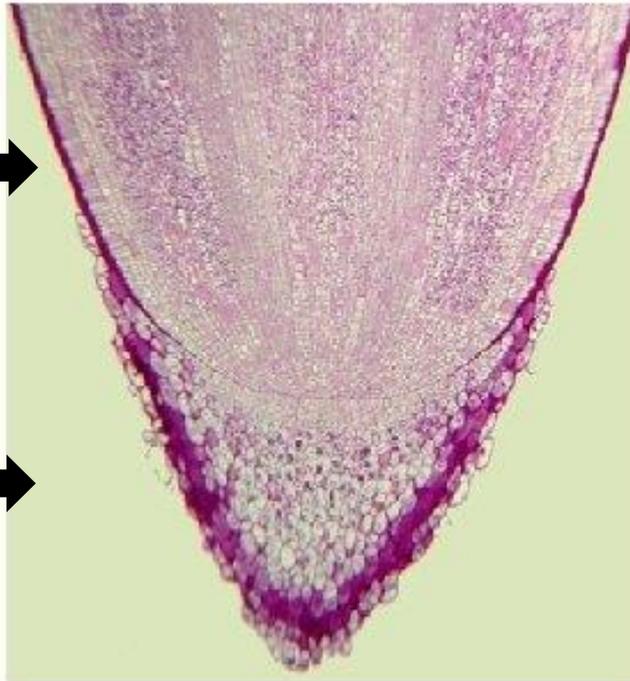
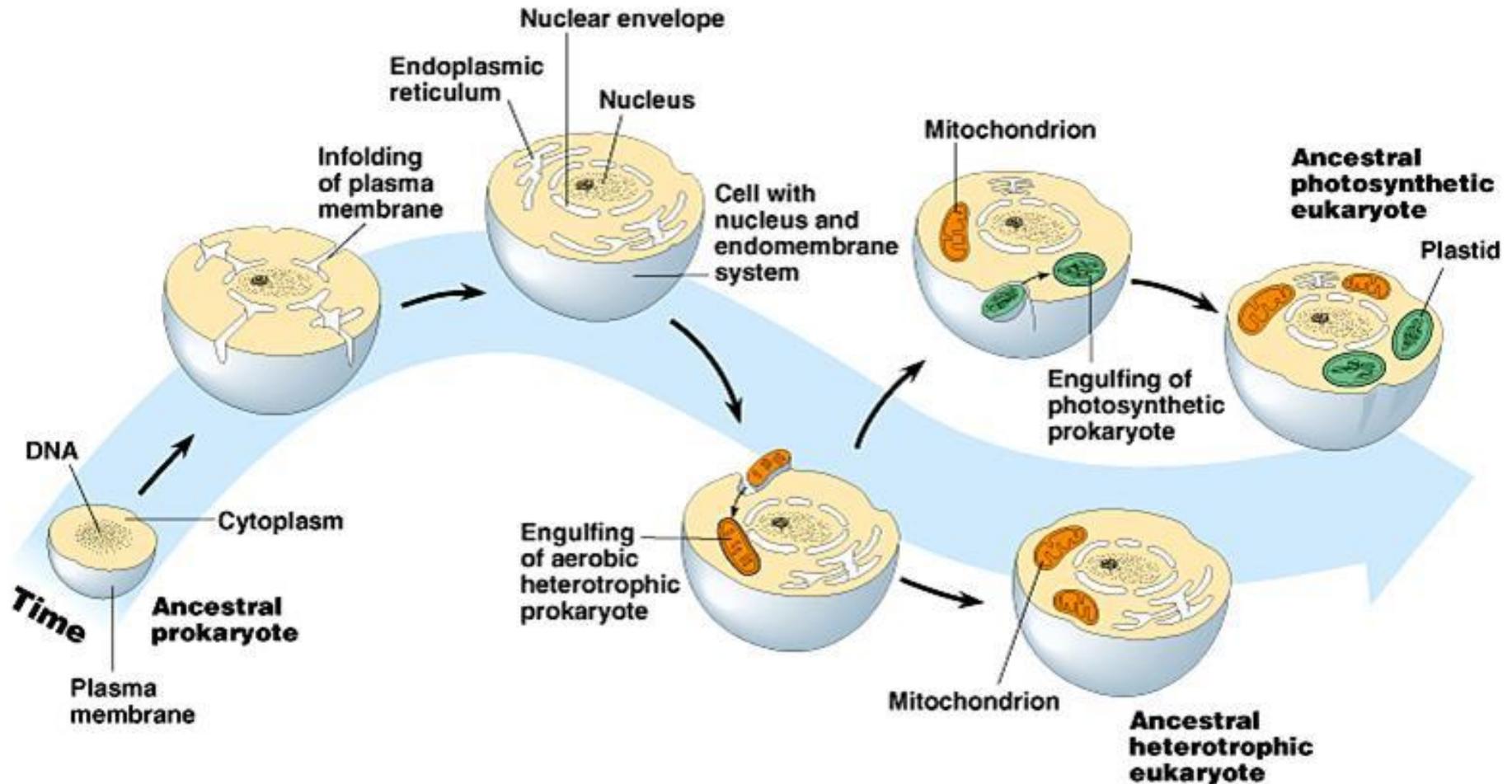


Figura 6.11

Statoliti (freccie) nella cuffia di un apice radicale.

ORIGINE ENDOSIMBIONTICA



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

.... cianobatteri fotoautotrofi e non



5T1003 [RM] © www.visualphotos.com

.... la primitiva ameba gigante *Pelomyxa palustris*

- Methanosaeta* (methanogenic archaea)
- Syntrophorhabdus* (syntrophic Gram-negative bacteria)
- Rhodococcus* (aerobic chemoorganotrophic Gram-positive bacteria).

Possiede svariati batteri endocitobiontici obbligati, con f(x) analoga ai mitocondri.

Priva di dittiosomi, vacuoli contrattili, centrioli, flagelli, mitocondri;

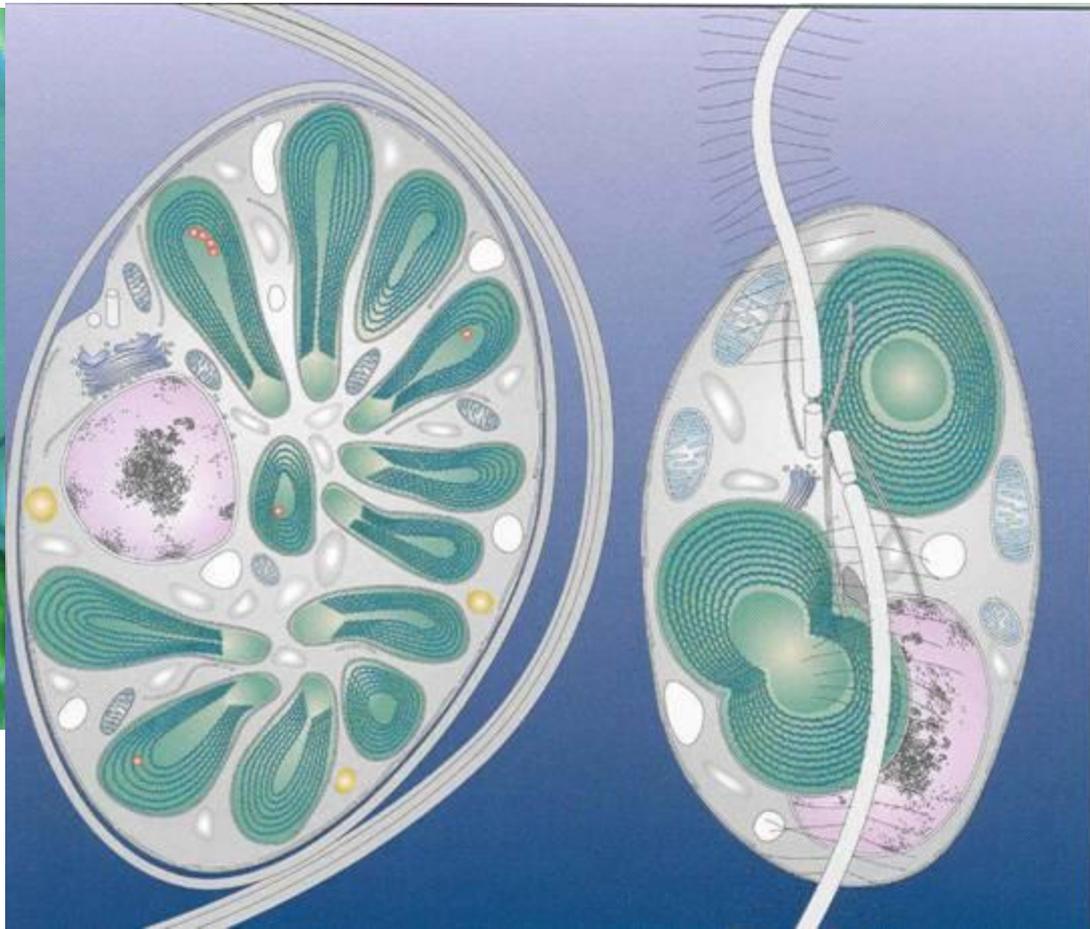


ENDOCIANOMI, organismi unicellulari (GLAUCOPHYTA) contenenti cianobatteri endociti indicati con il termine di **CIANELLE**, che hanno ancora una parete di peptidoglicano (dipendenza reciproca marcata tra endocitobionte ed ospite).

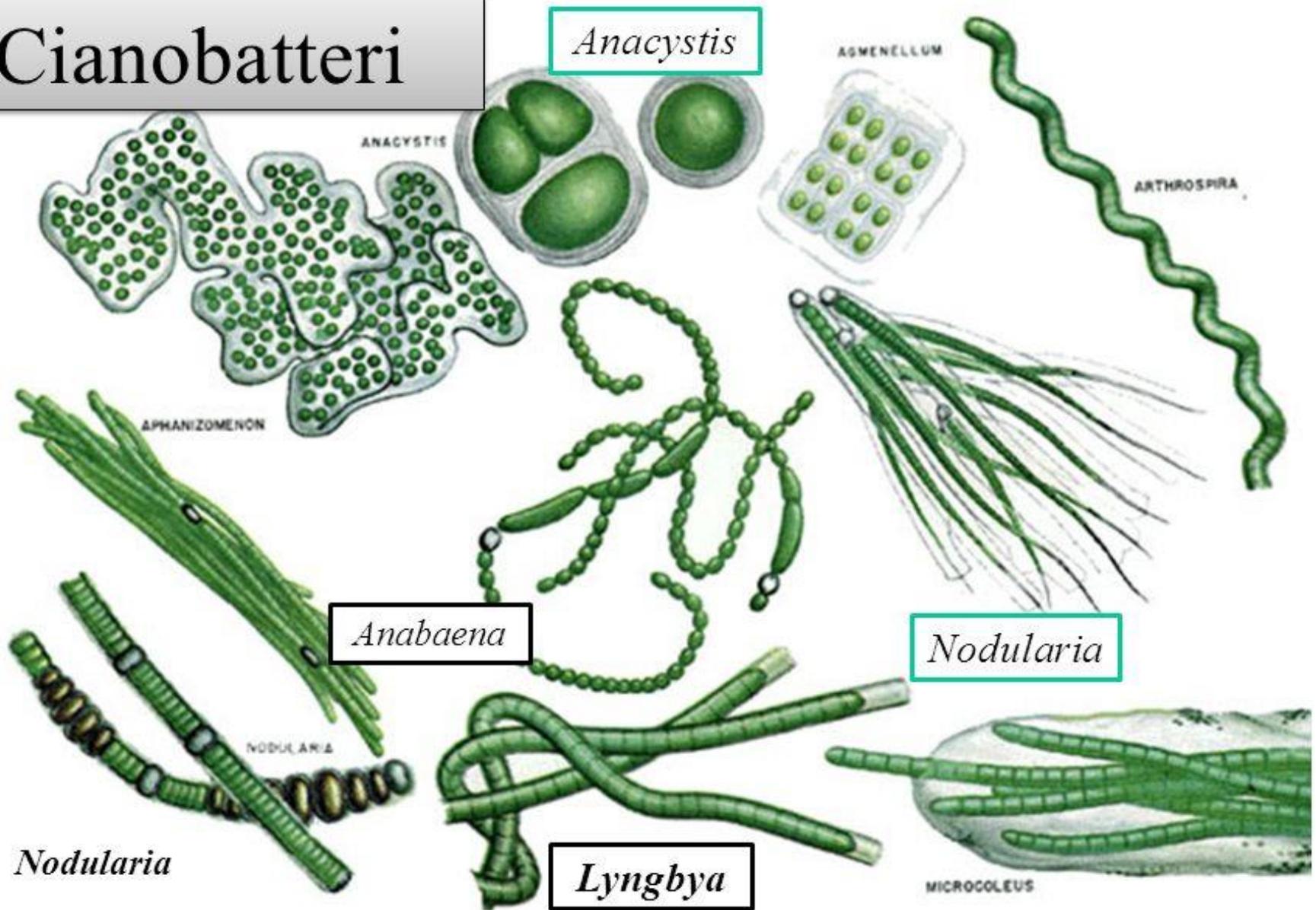
Cianella: DNA con solo 1/10 delle informazioni di un cianobatterio normale, la maggior parte delle proteine specifiche sono codificate sul DNA della cellula ospite.



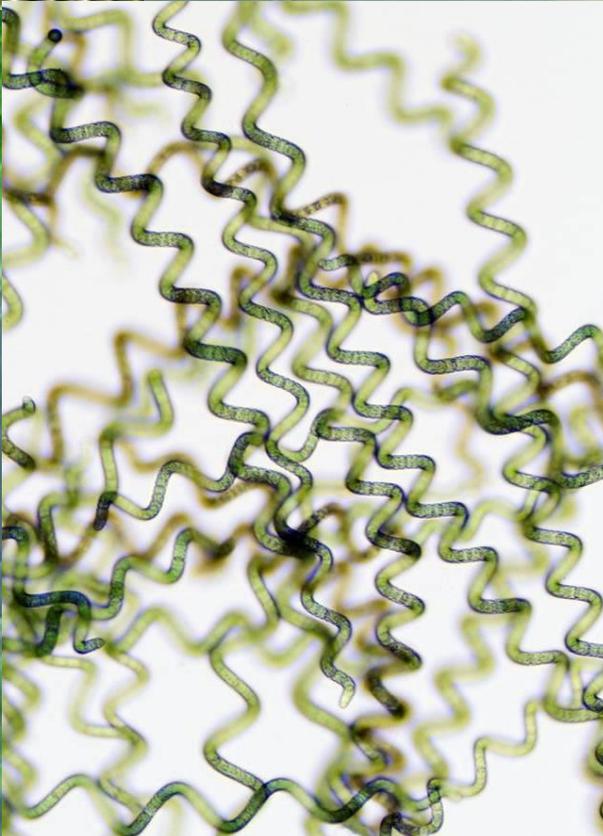
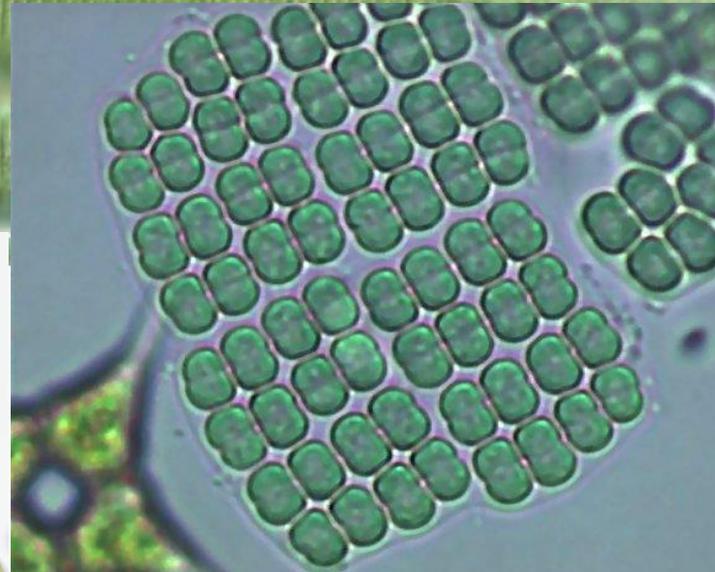
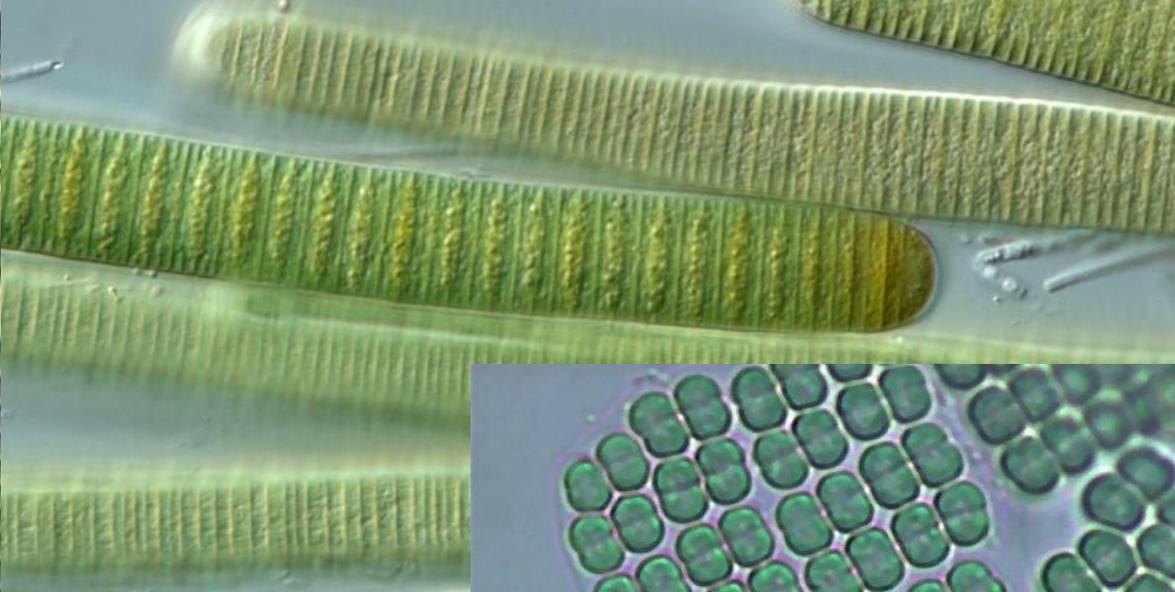
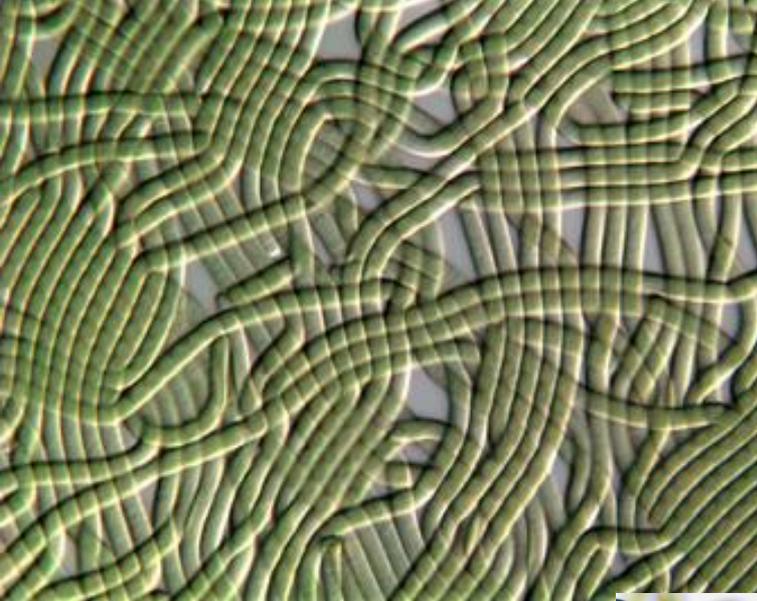
Glaucocystis nostochinearum



Cianobatteri



- Fotosintesi ossigenica
- Riduzione dell'azoto ($N_2 \rightarrow NH_3$)



- Organismi unicellulari procarioti
- Non contengono organelli cellulari.
- Non ci sono specie flagellate.
- Solitari o riuniti in colonie di varia forma.
- **Tricòma:** forma coloniale filamentosa più caratteristica
- Comprendono c. 150 generi con oltre 2000 specie, distribuite su tutto il globo in habitats diversi:



AMBIENTI:

MARE (specie planctoniche & bentoniche)

ACQUE DOLCI (c.s.)

SUOLO (nei primi strati del terreno, sino a qualche centimetro di profondità)

ROCCE (specie endolitiche)

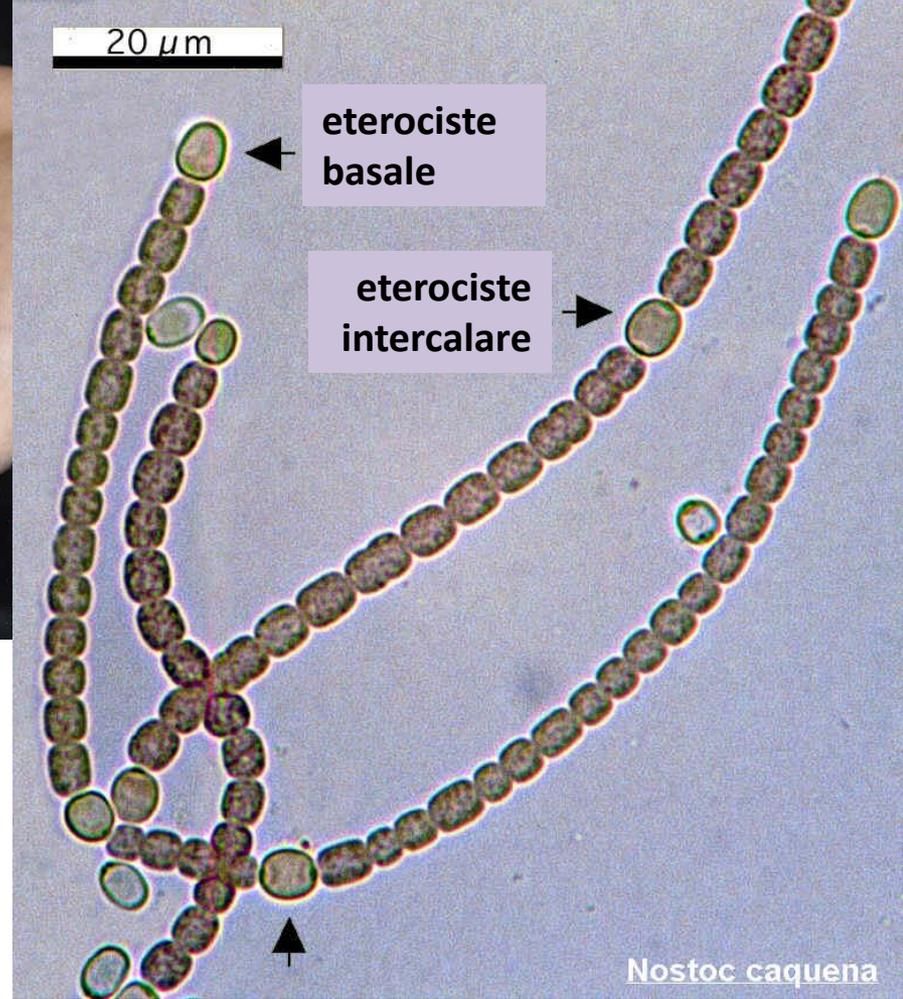
SORGENTI TERMALI (le acque termali più ricche di ciano-batteri sono quelle alcaline, pH = 9)



NEW_ZEALAND
Rotorua_Waimangu_Valley

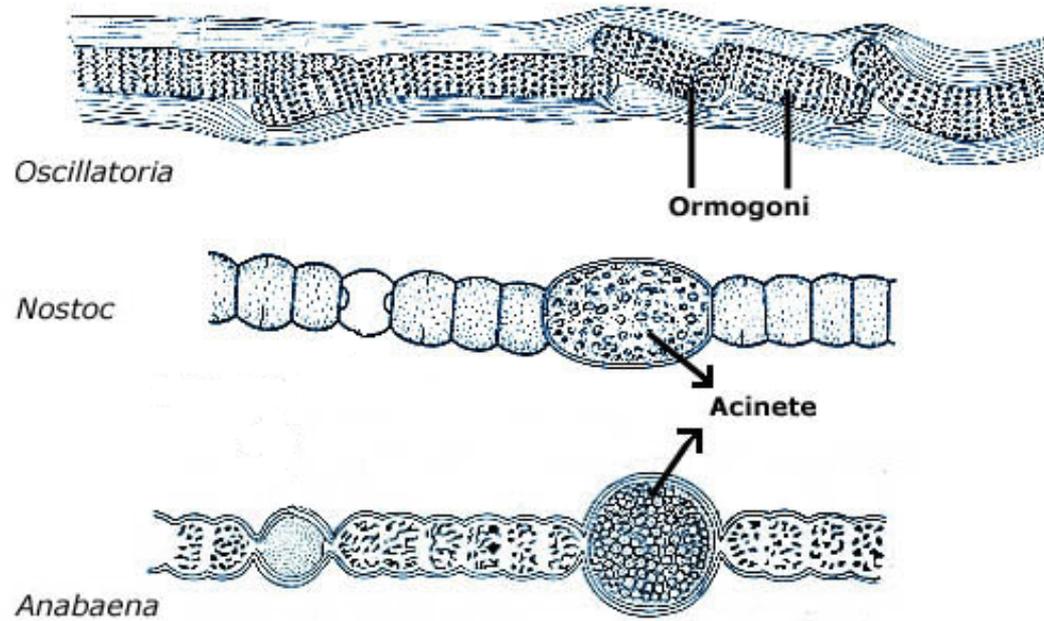
Nostoc sp.

free living &
symbiotic



Eterocisti: cellula differenziata che non si divide più, fissazione N con **nitrogenasi** ($\text{N}_2 \rightarrow \text{NH}_4^+ \rightarrow \text{-NH}_2$)
protoplasto incolore.

Ormogoni: segmenti di tricoma che si separano dalla colonia madre



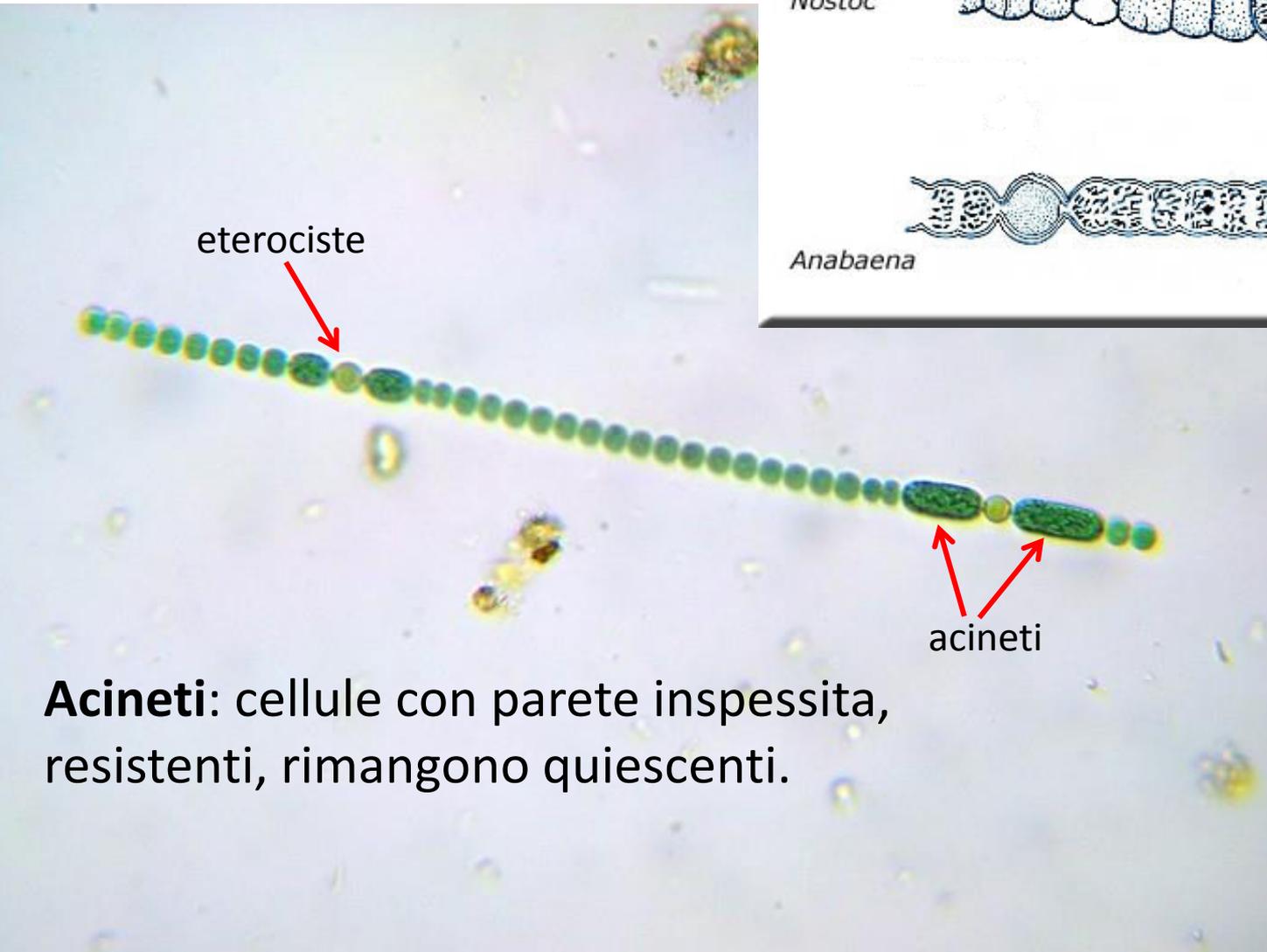
eterociste



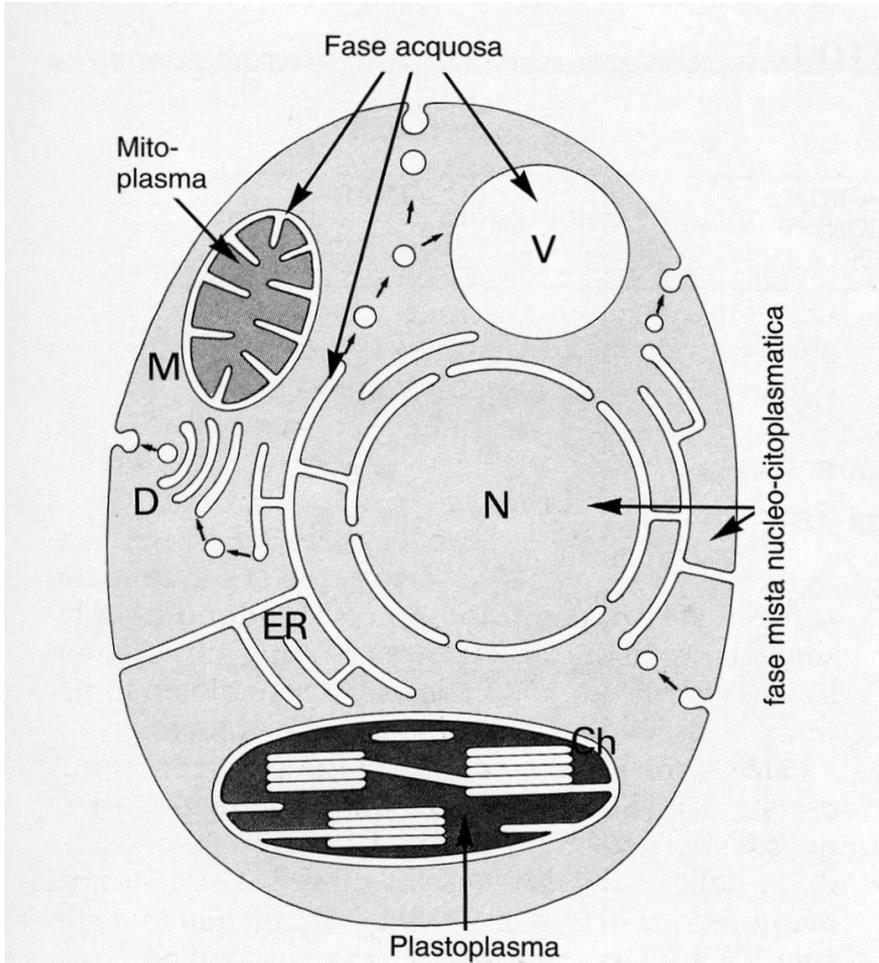
acineti



Acineti: cellule con parete inspessita, resistenti, rimangono quiescenti.



Cellula eucariotica



Schema di compartimentazione nella cellula eucariotica secondo E. SCHNEPF con fasi acquose e tre fasi plasmatiche: fase mista nucleo-citoplasmatica, mitoplasma (= «matrice» dei mitocondri) e plastoplasma (= «stroma» dei cloroplasti).
 Ch, cloroplasto; D, dittiosoma; ER, reticolo endoplasmatico; M, mitocondrio; N, nucleo; V, vacuolo.

Cellula procariotica

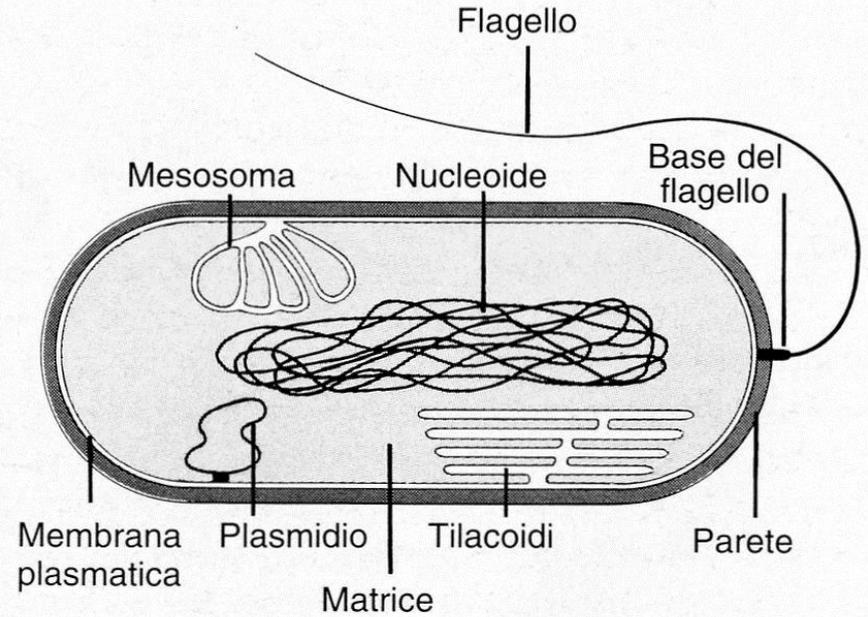


Figura 1.5 Schema di una cellula batterica.

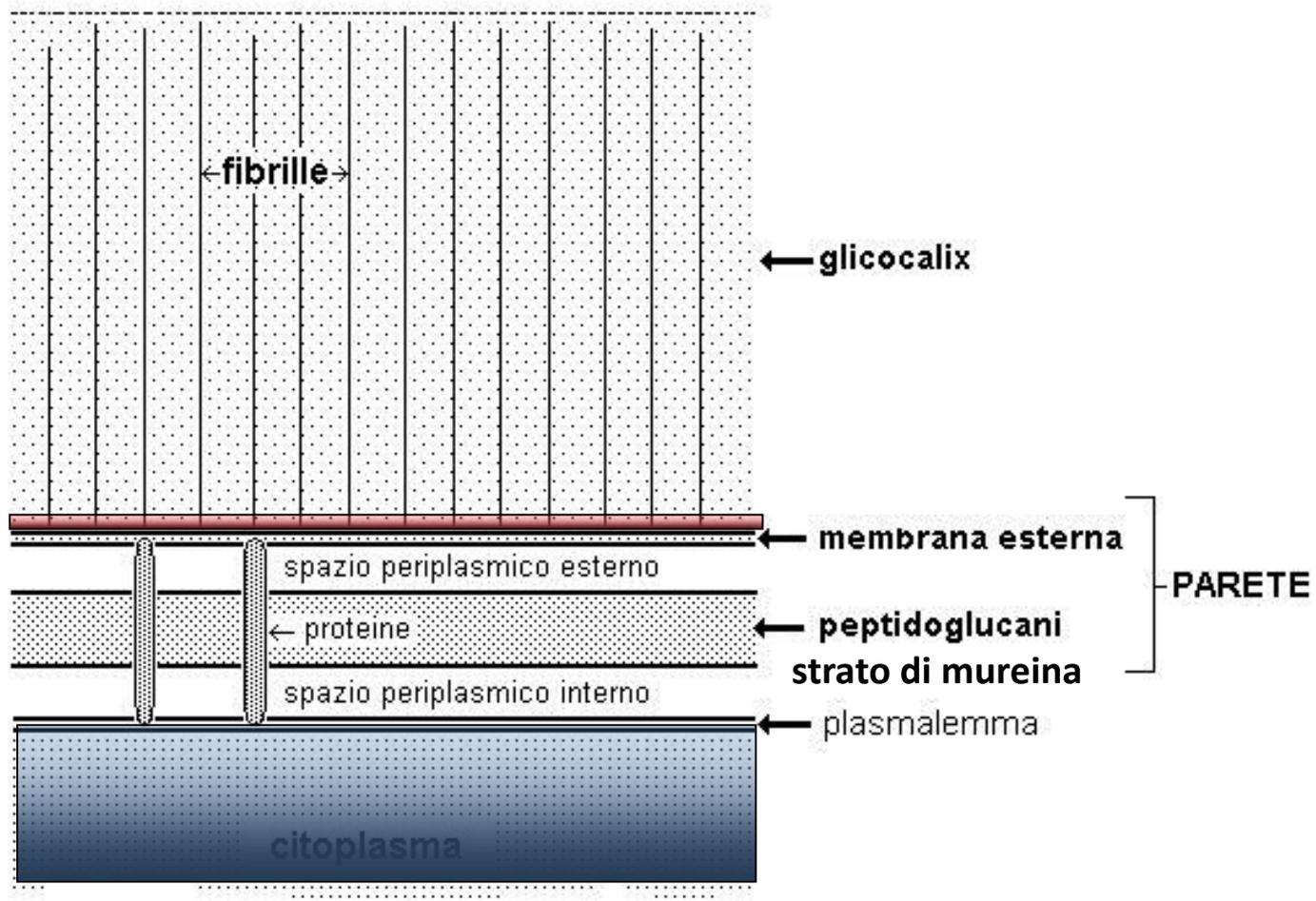
ATTENZIONE! I due schemi non sono in scala!

1

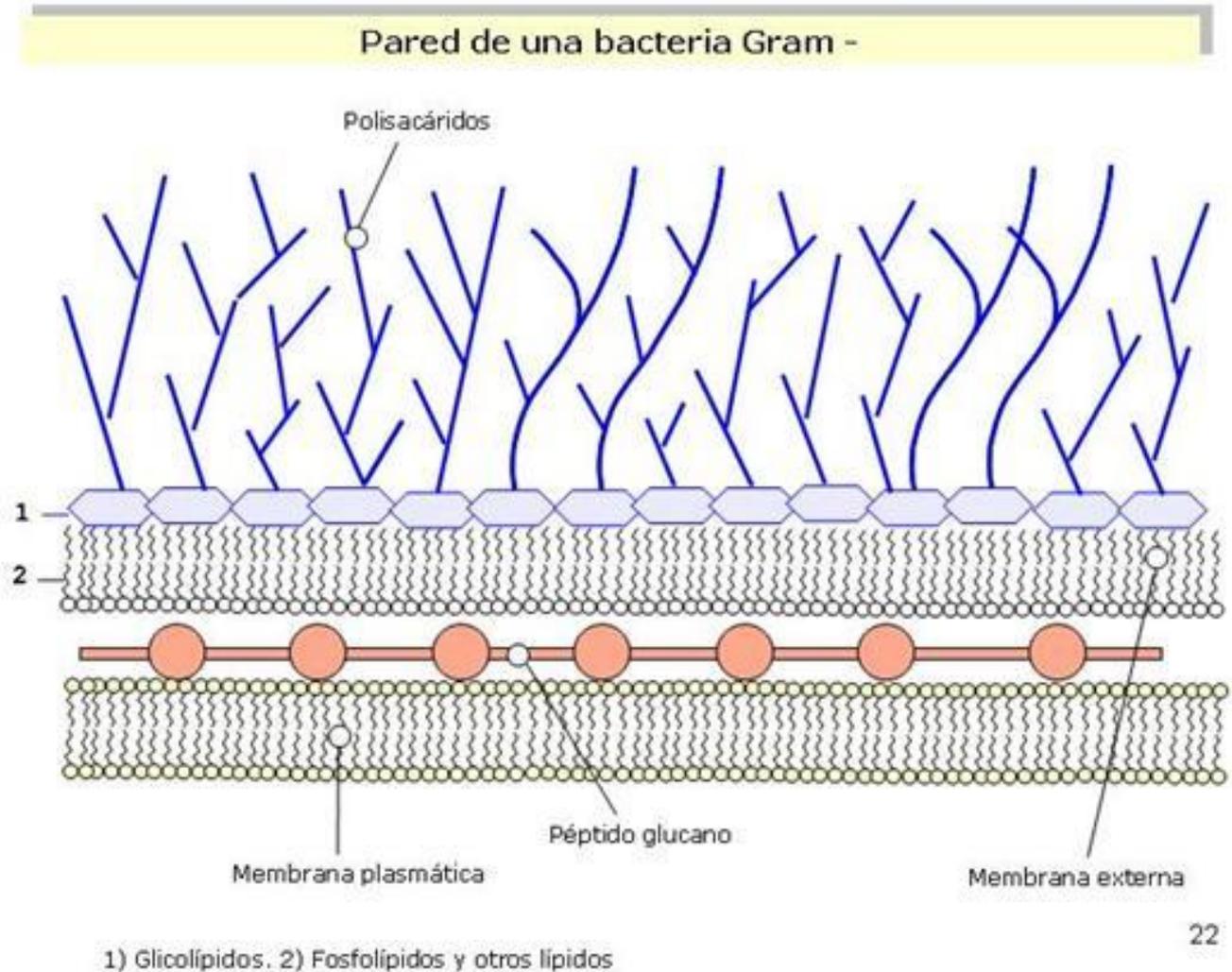
➤ **Strutture di protezione esterna:**

- membrana cellulare (plasmalemma)
- parete composita (*sacculum* di peptidoglicani + membrana esterna)
- glycocalix**: spessa guaina gelatinosa, visibile anche al microscopio

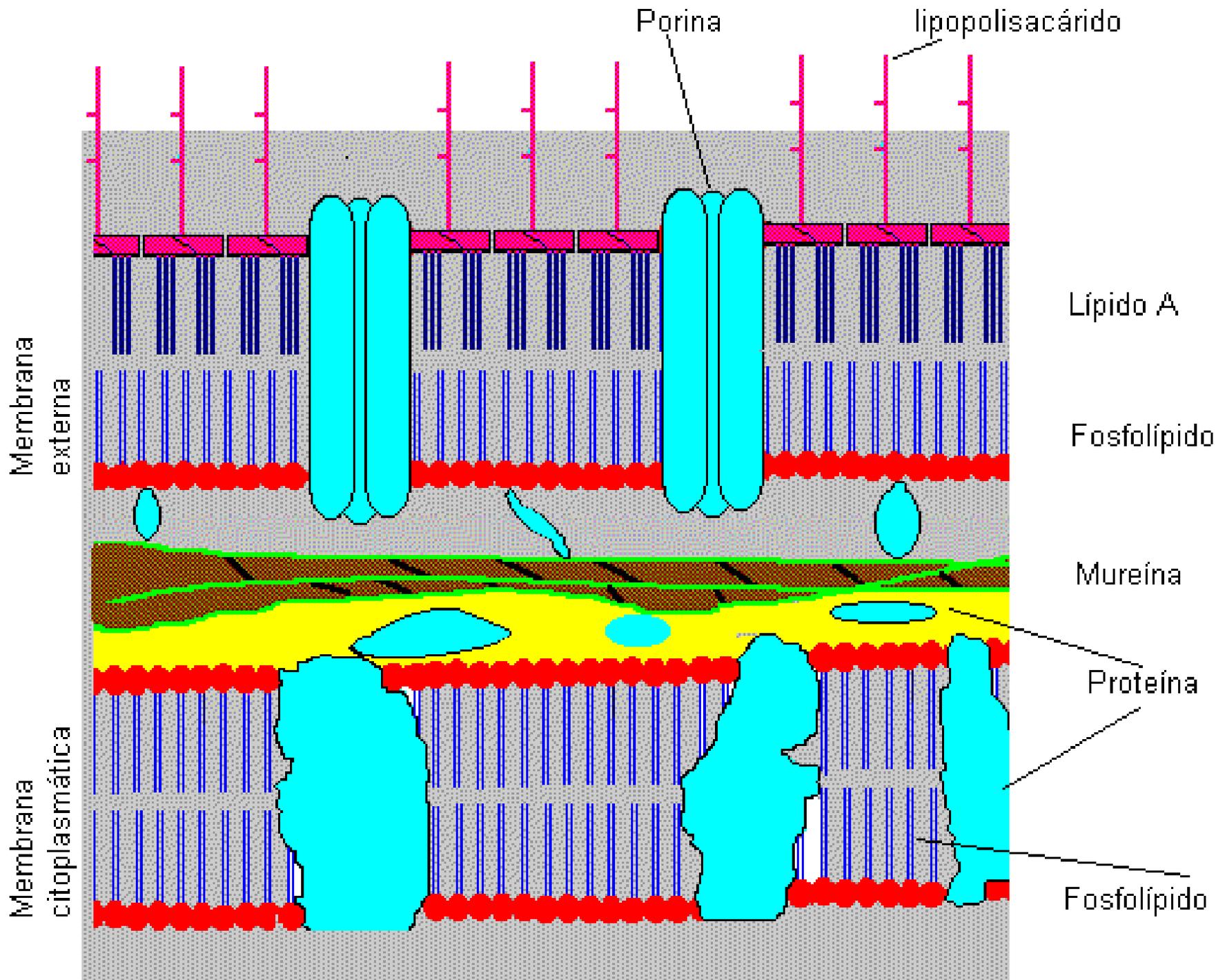
proteine
strutturali &
trasporto



Parete cellulare :
colorazione Gram+
vs. Gram-
(cianobatteri)
Colore cellule: nero,
blu-verde, rosso
violaceo \leftrightarrow
proporzioni tra i vari
pigmenti fotosintetici
ed pigmenti protettivi
depositati a livello
della guaina
gelatinosa esterna.

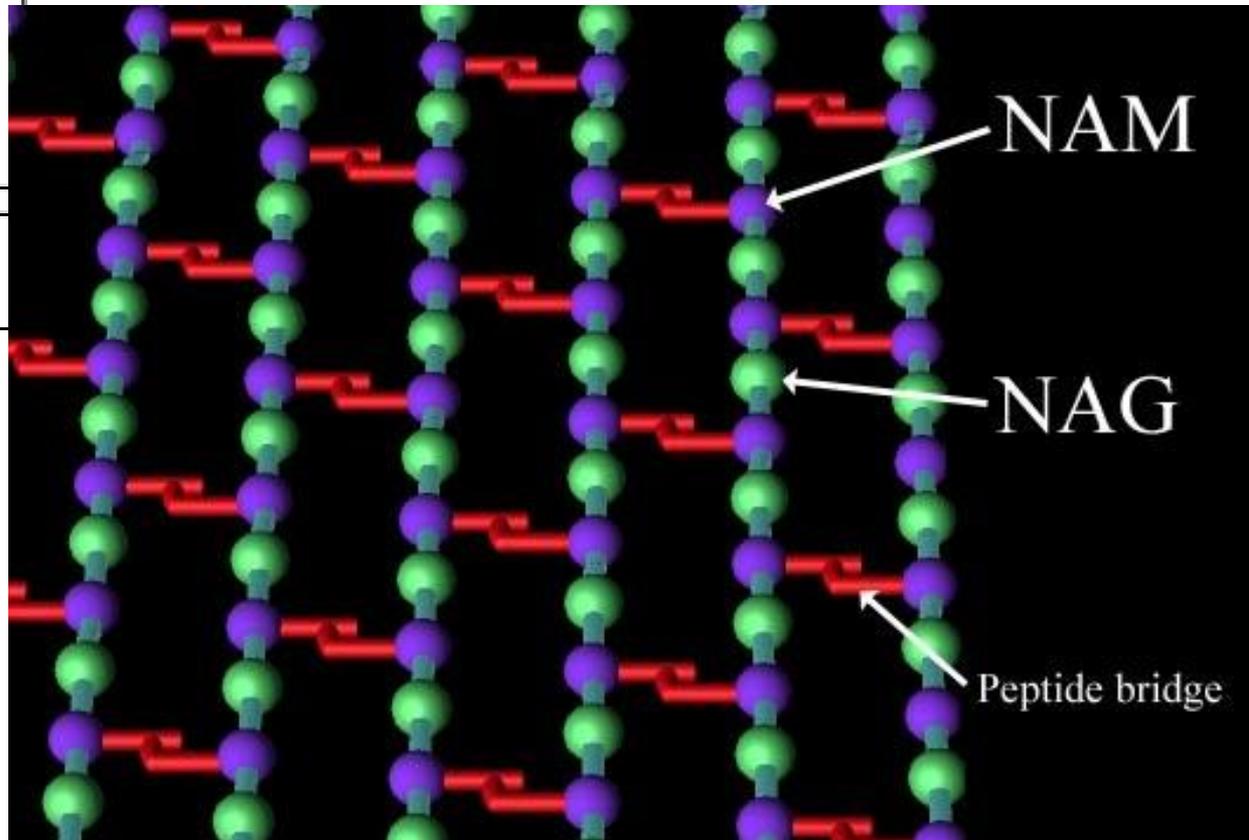
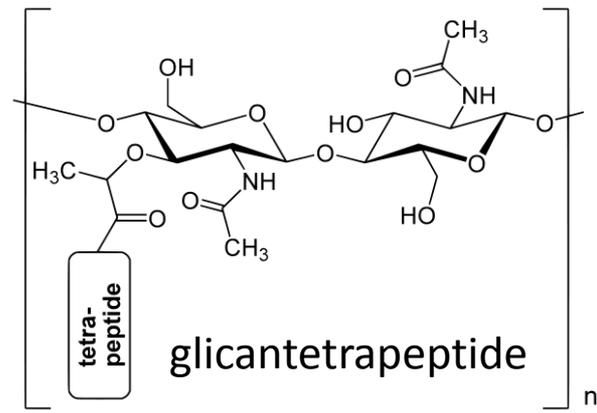
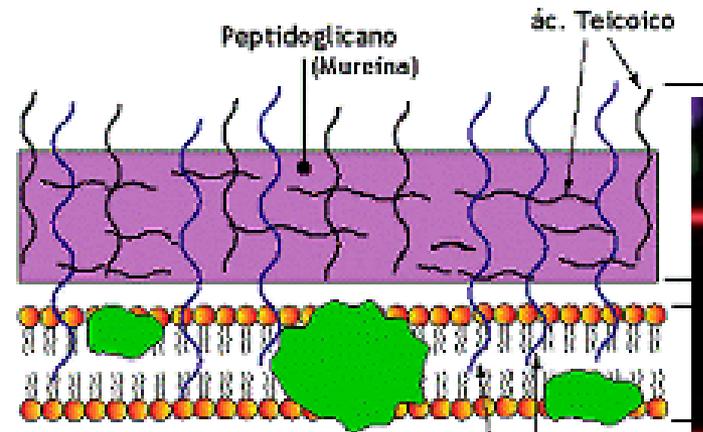


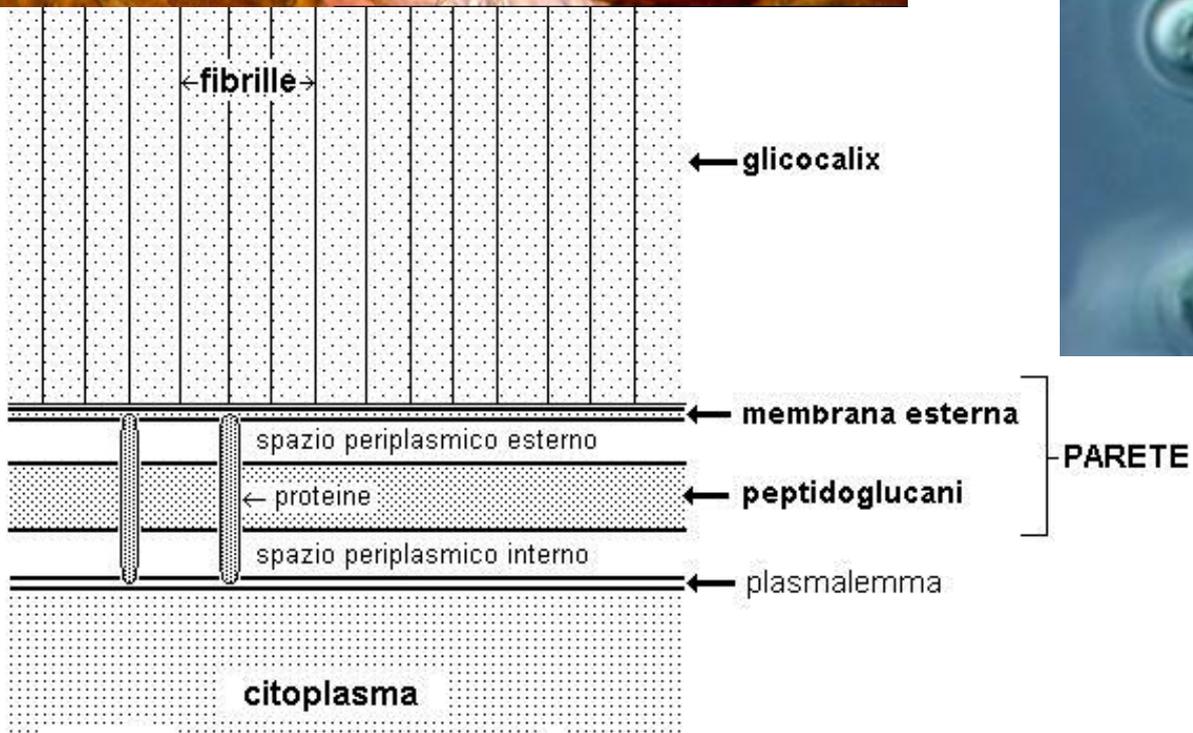
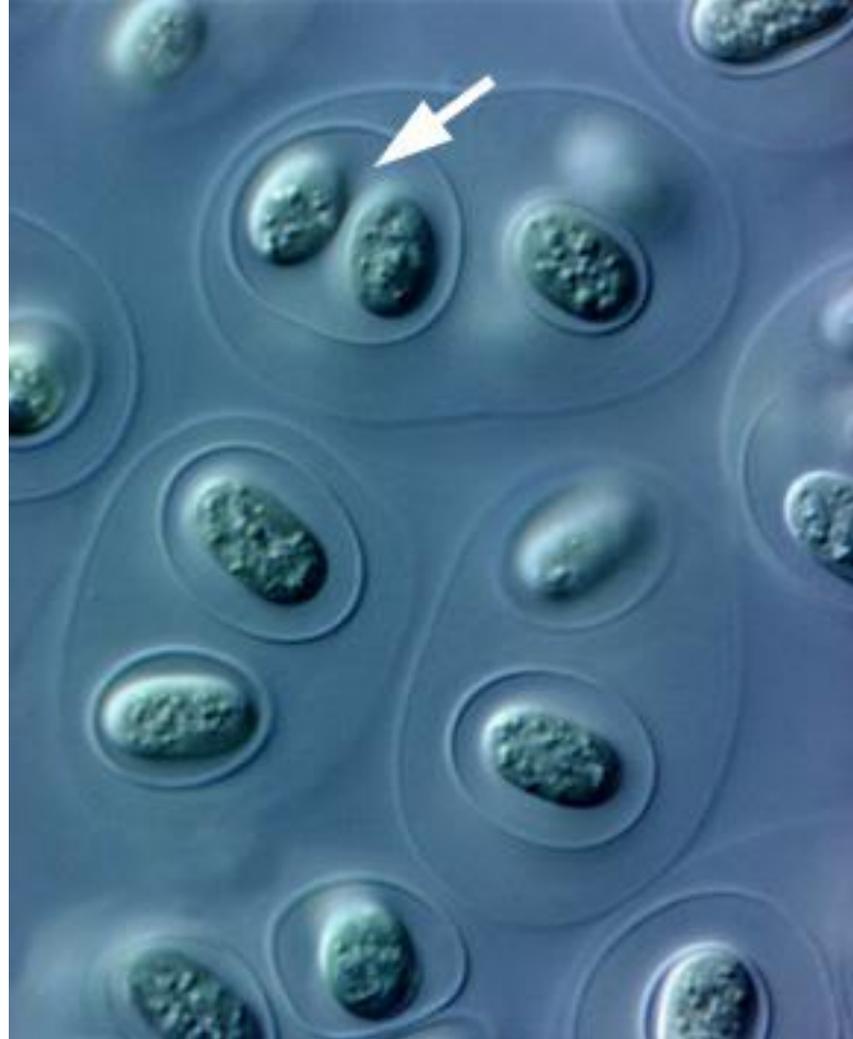
I processi ossidativi avvengono a livello del plasmalemma o sulle membrane dei tilacoidi.



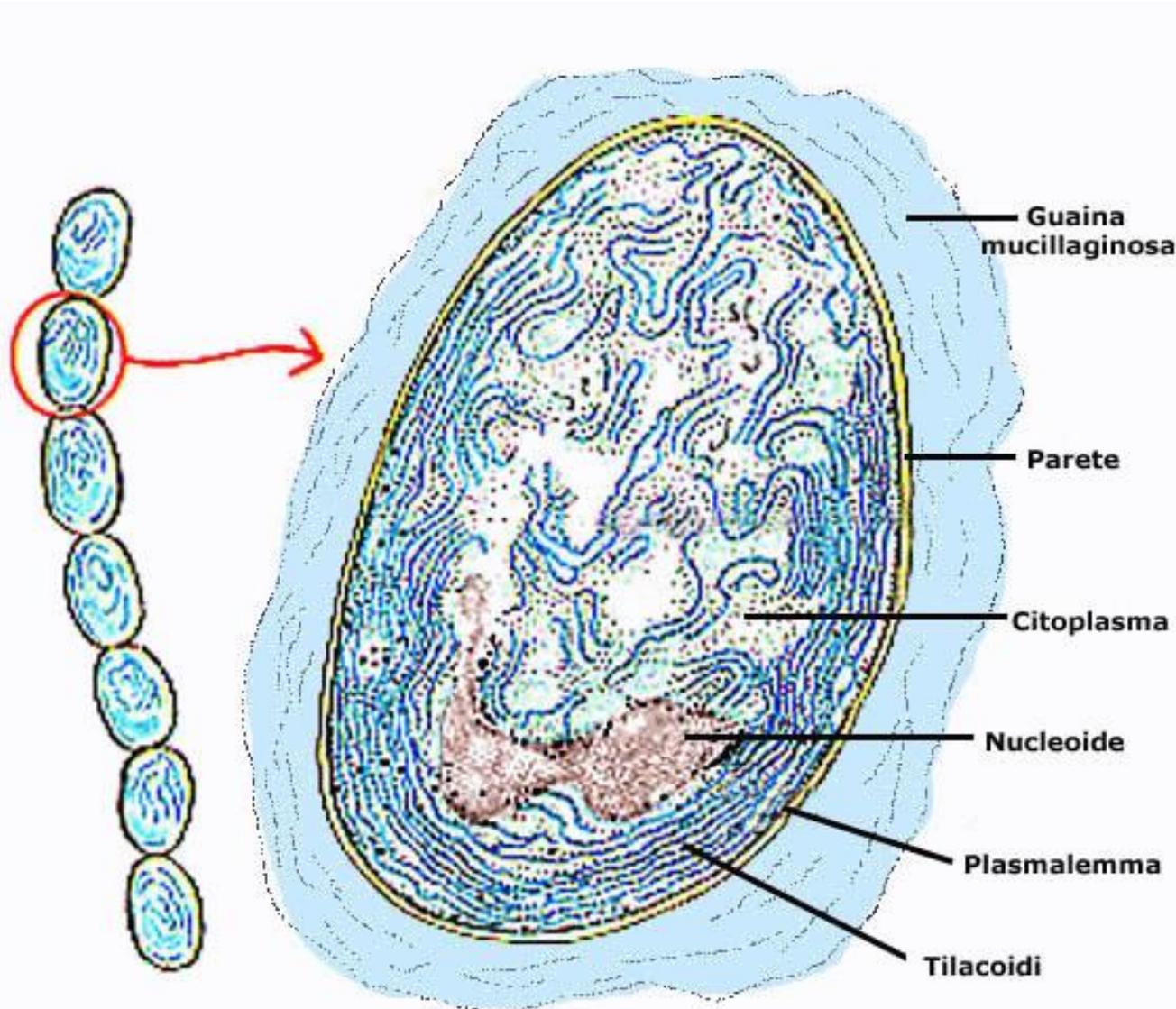
Strato polimerico di mureina = peptidoglicano = glicopeptide:

- acido N-acetil-muramico (NAM) + N-acetil-glucosammina (NAG) + 3 aa (ac. D-glutamico, D-alanina, ac. Diaminopimelico, ASSENTI NELLE PROTEINE!!!)
- costituito da una ripetizione di lamine monomolecolari composte di glican-tetrapeptide legate insieme da legami crociati tetrapeptidici tra amminoacidi delle unità adiacenti.





➤ Membrane tilacoidali in zona periferica (NON in grana!)



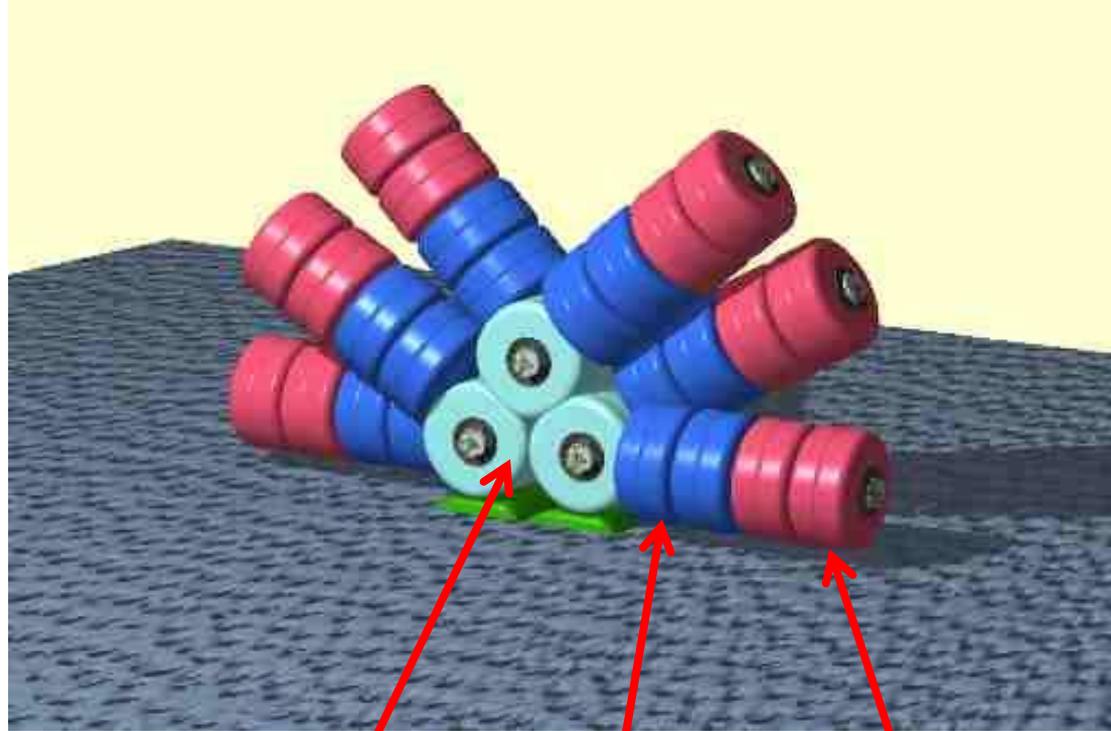
Struttura di una cellula di cianobatterio

Cromatoplasma:
struttura lamellare di tilacoidi singoli concentrici e paralleli senza interconnessioni.

Lamellosomi o mesosomi:
protrusioni dei tilacoidi specializzate nella funzione respiratoria.

Pigmenti fotosintetici:

- **clorofilla a**;
- carotenoidi: **b-carotene**;
xantofille (comuni=zeaxantina;
particolari = echinenone,
mixoxantina, caloxantina,
nostocxantina, oscillaxantina);
- **ficobiliproteine** (proteine +
cromoforo): C-ficocianina,
alloficocianina, C-ficoeritrina,
ficoeritrobilina (in cianobatteri
ed alghe rosse).

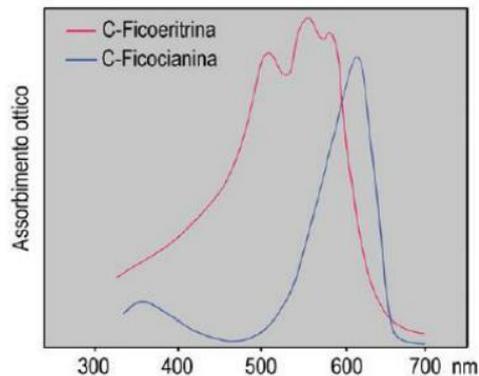


alloficocianina

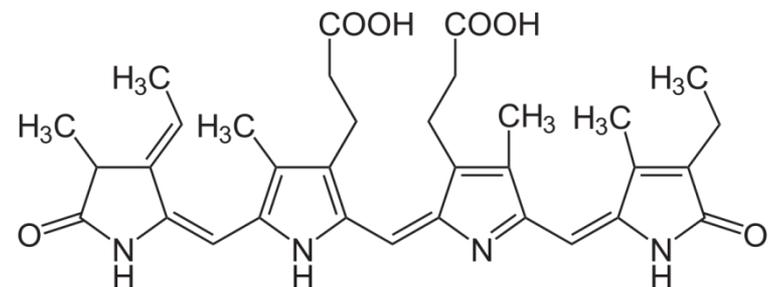
ficocianina

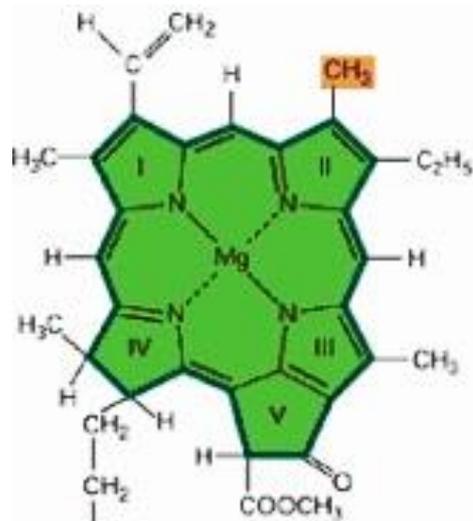
FICOBILISOMA

ficoeritrina

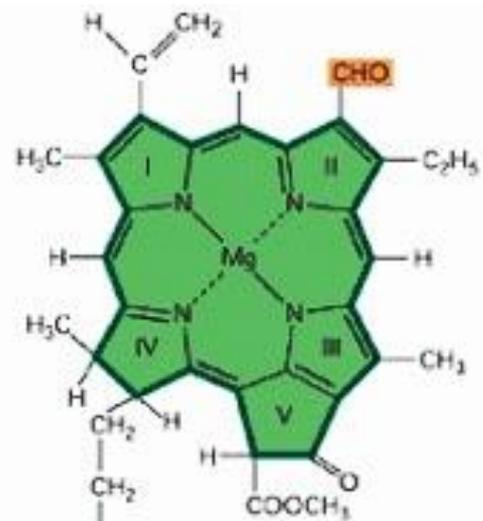


ficobilina

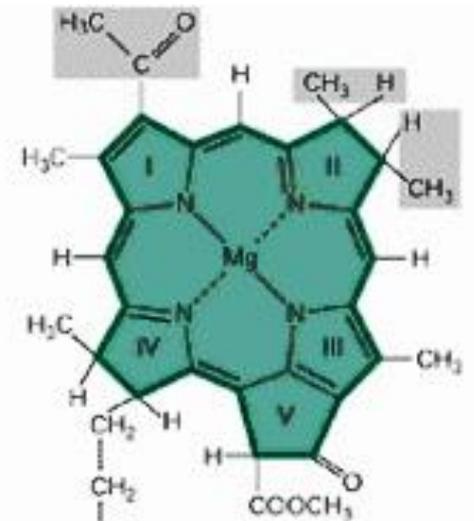




Chlorophyll a

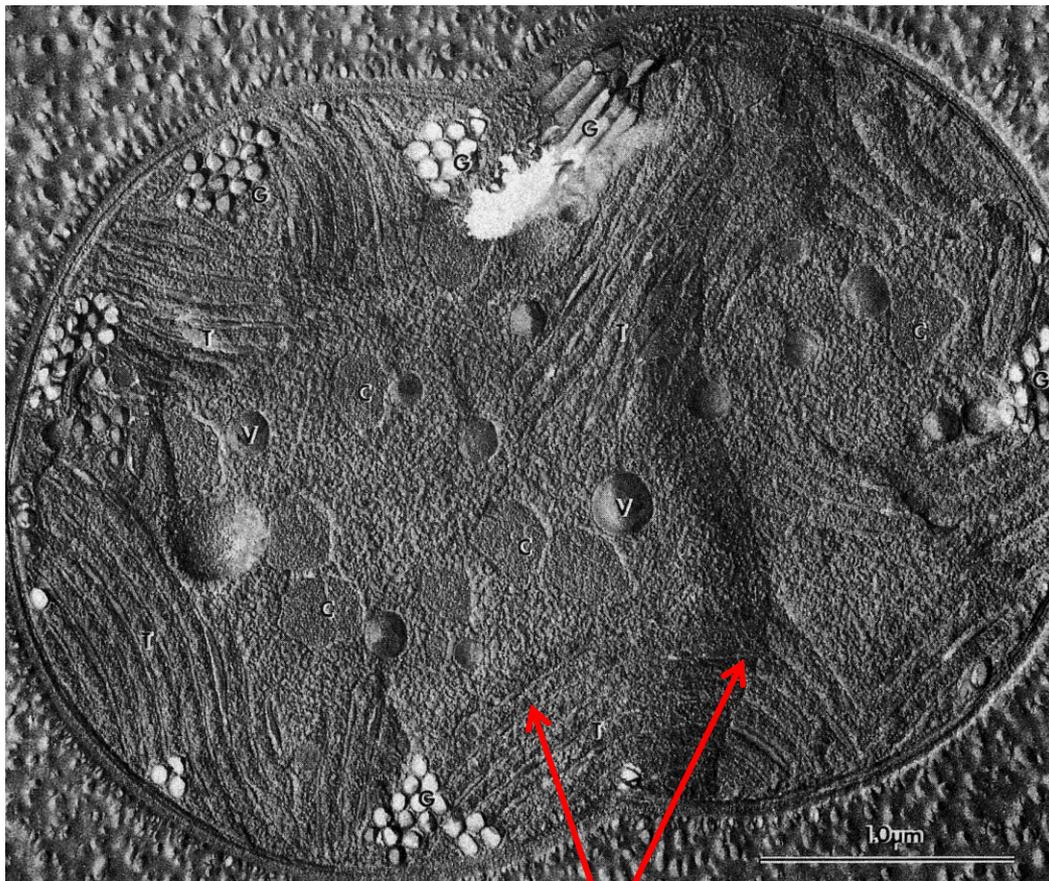


Chlorophyll b



Bacteriochlorophyll a

CENTROPLASMA: parte centrale

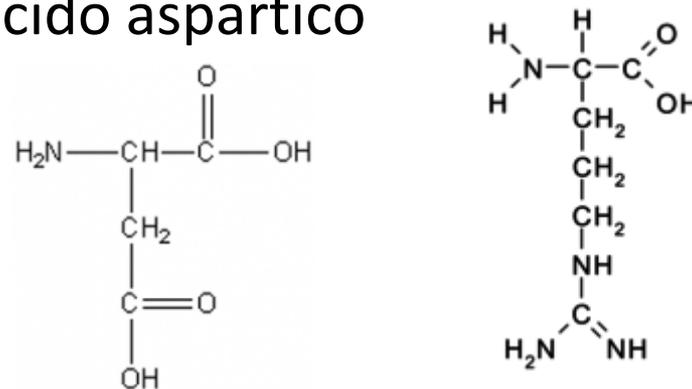


I cianobatteri planctonici sono dotati di **vacuoli gassosi**, delimitati da un rivestimento proteico \rightarrow f(x): galleggiamento, posizione ottimale per la luce, schermo di elevate radiazioni UV

➤ Inclusioni cellulari:

Poliglucano (omopolimero di D-glucosio)

Cianoficina, un oligopeptide formato da 2 aa, arginina e acido aspartico

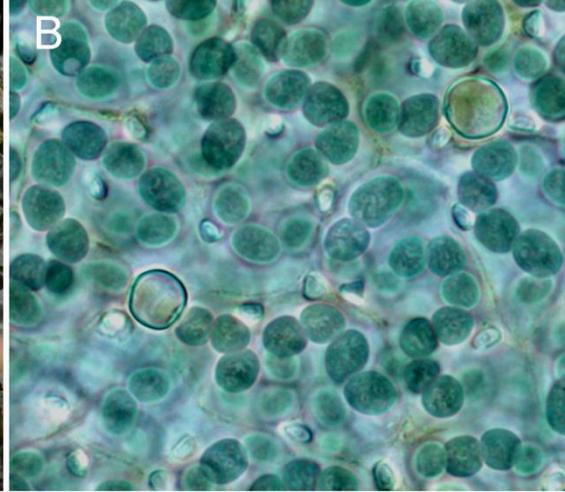


Volutina = polifosfati
 $(\text{HPO}_3)_n$, $(\text{HPO}_2)_n$

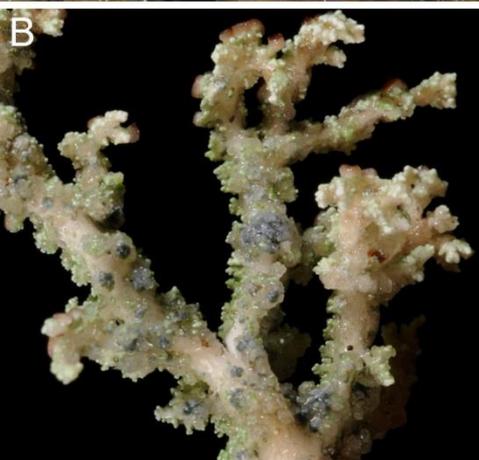
Corpi poliedrici/ carbossisomi: con RUBISCO, stessa f(x) del pirenoide

Importanza evolutiva ed ecologica dei cianobatteri

- Precambriano
- **Stromatoliti**: rocce calcaree sedimentarie, stratificate, formate da batteri e cianobatteri
- **Teoria endosymbiontica** [Lynn Margulis (1967) *On the Origin of Mitosing Cells* → Gray (2017) *Lynn Margulis and the endosymbiont hypothesis: 50 years later.*]
- Cianobatteri come **epibionti** (sul tallo di macroalghe)
- Cianobatteri come **simbionti** (ectobionti) in licheni, briofite, felci, angiosperme, diatomee, spugne, coralli, amebe
- Sintesi di **micosporine** (MAA) → assorbimento di radiazioni UV alte → schermo/protezione; protezione da stress ossidativo e disseccamento

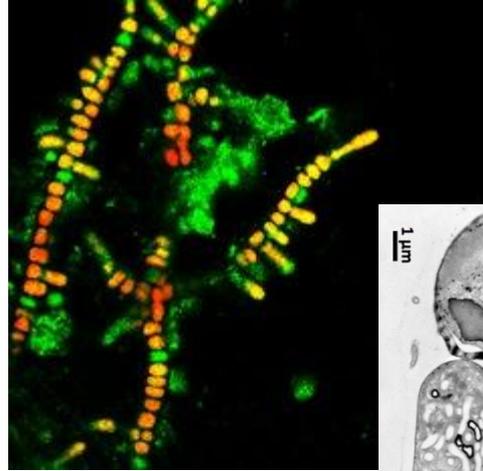


CYANOLICHENS

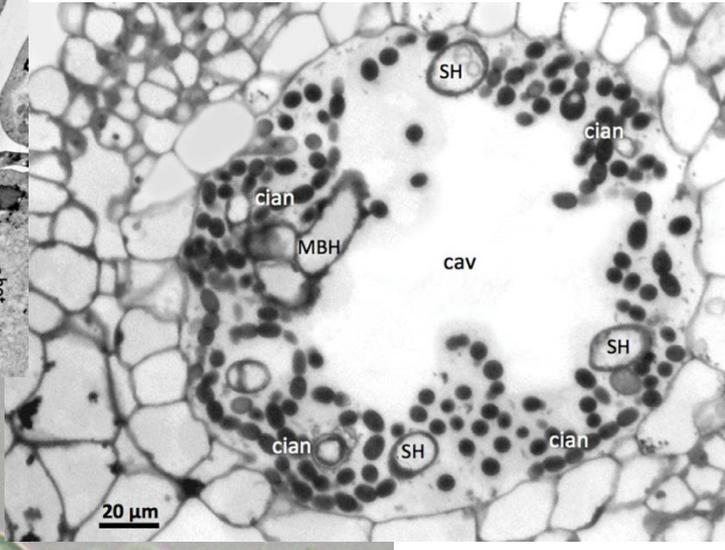
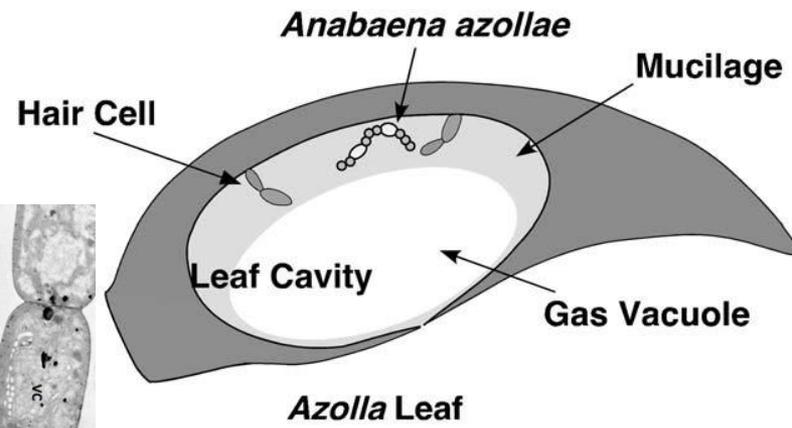


Briofite & cianobatteri

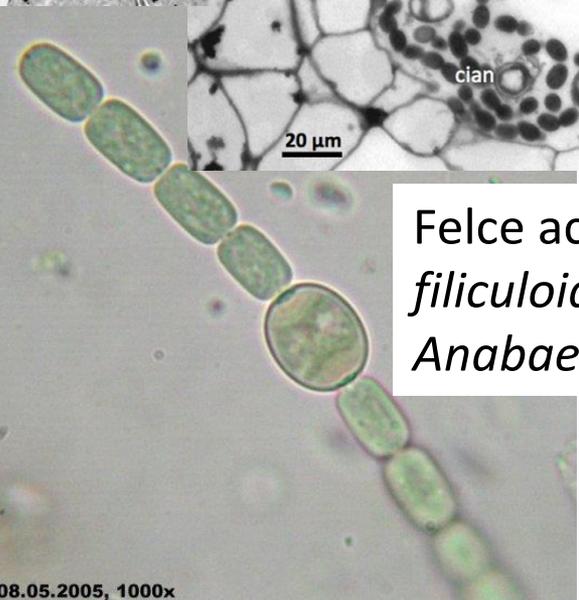
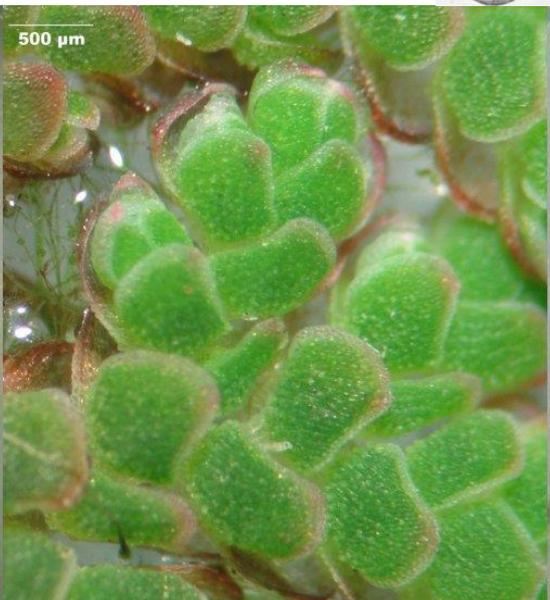
340 generi di briofite (e.g. *Blasia*, *Cavicularia*, *Anthoceros*, *Notothylas*, *Phaeoceros*) associati con cianobatteri (*Nostoc* spp.)



Stigonema on *Pleurozium* leaf



Pteridofite & cianobatteri



Felce acquatica *Azolla filiculoides* con *Anabaena azollae*

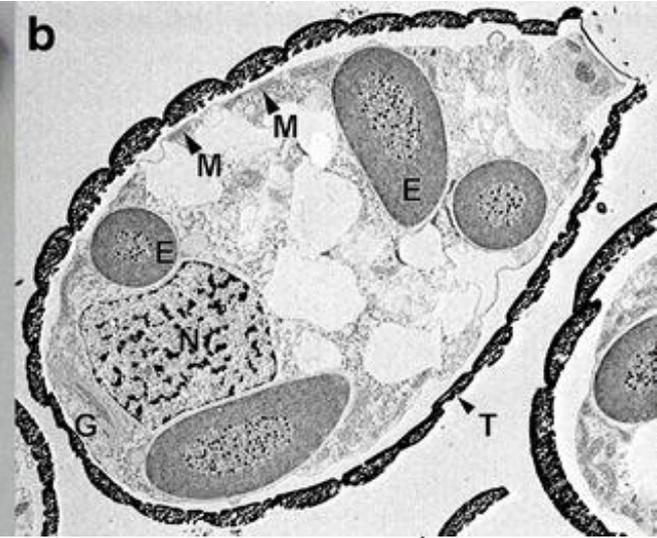
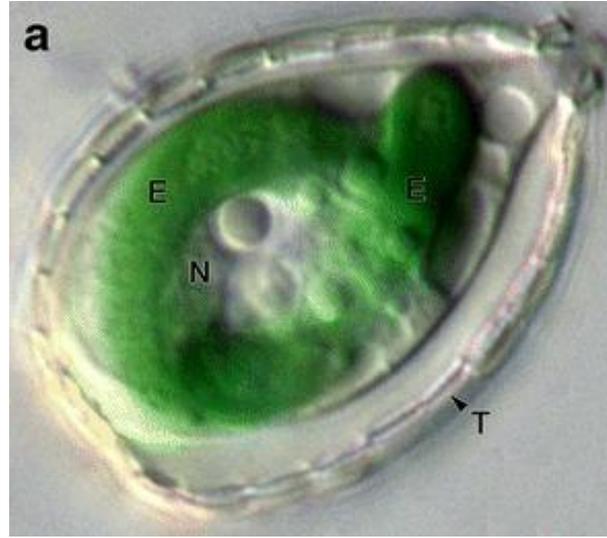
Gunnera spp. (Angiosperme) & cianobatteri



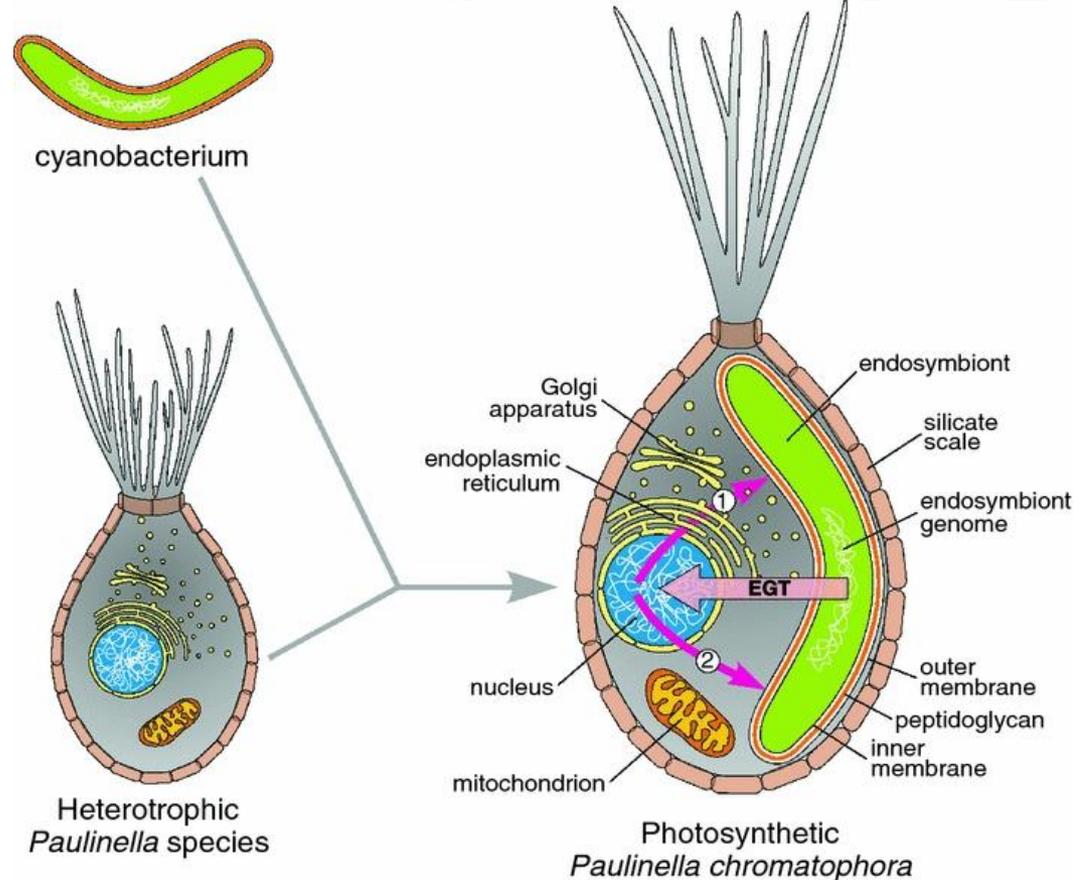
***Alnus viridis* (Angiosperme)
& batteri (*Frankia* spp.)**



Ameba & cianobionti (“cleptoplastidi”)

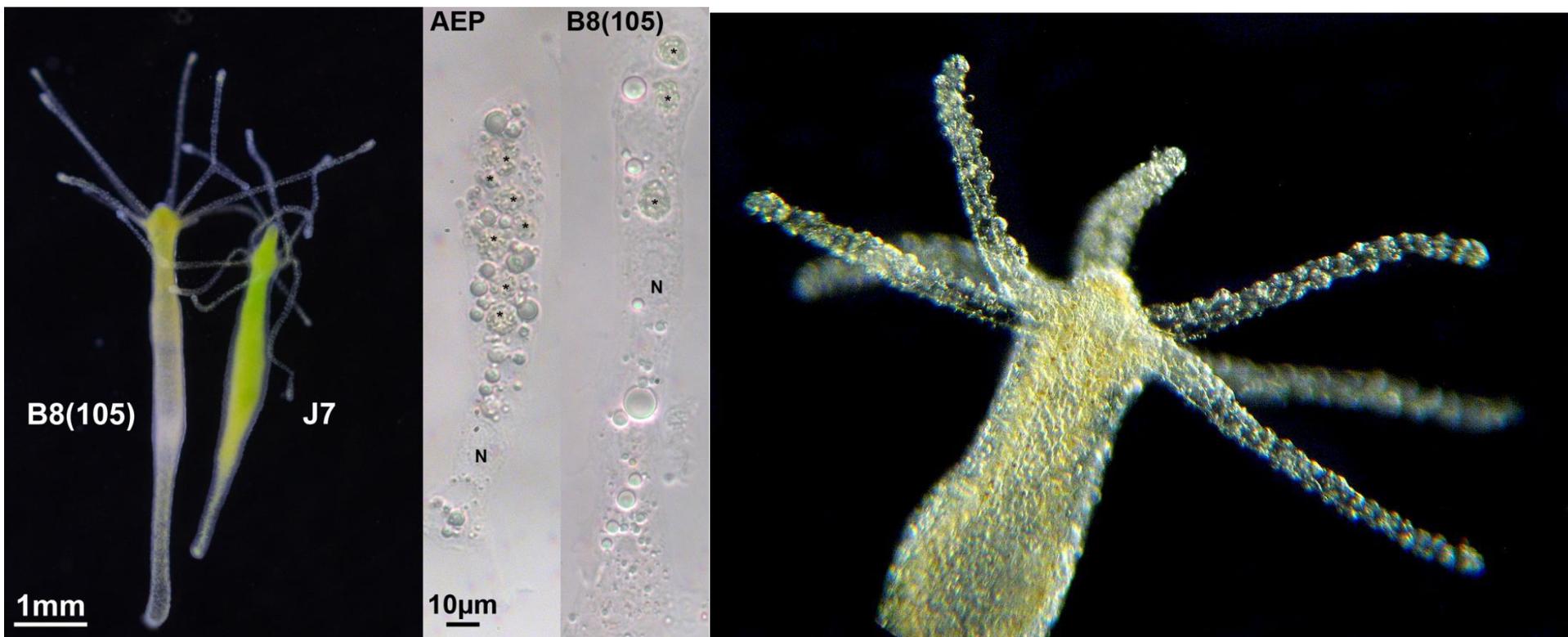


Pauliniella chromatophora
(Euglyphide, ameba tecata) &
cyanobacteria (very primitive
onces with few DNA)
=cleptoplastidi



Endocitobiosi (stabile) in cui cellule fotosintetiche variamente ridotte nella loro complessità citologica sono partner di organismi animali uni- e pluricellulari → fenomeno ecologicamente significativo.

Madrepore, amebe, diversi ciliati, alcuni funghi, i polipi d'acqua dolce (*Hydra*) spesso contengono all'interno delle loro alghe che possono venire digerite, ma che forniscono abitualmente sostanze utili.





Coralli con Zooxantelle (simbionti fotoautotrofi!)

