

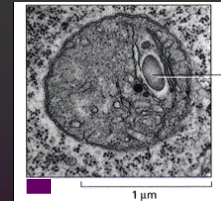
Plastydy

rodzina organelli
powstających w
toku ontogenezy
rośliny drogą
różnicowania form
prekursorowych

← **proplastydów**
w tkankach
merystematycznych

Proplastydy

- sferyczne; 0.5 -2 μm
- otoczka (2 błony)
- stroma

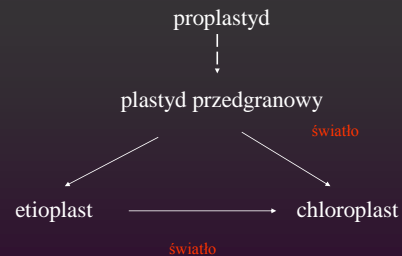


DNA (obszary nukleoidopodobne)
nieliczne rybosomy
słabo rozwinięty system błon wewnętrznych
pojedyncze ziarna skrobi
plastoglobule (karotenoidy, estry kwasów tłuszczowych)

Plastydy



Chloroplasty biogeneza

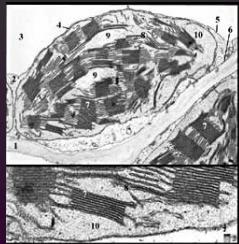


Chloroplasty plastyczność

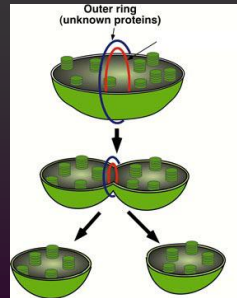
światło
deetiolacja (zielnienie)

etioplast ↔ chloroplast

brak światła
etiolacja

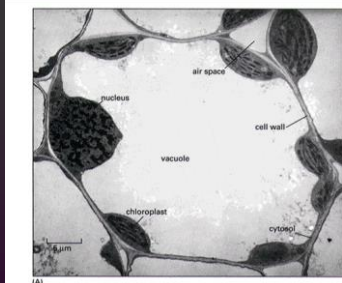
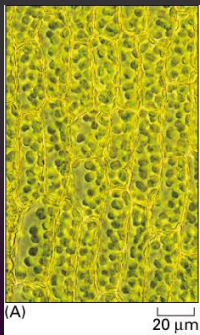


Chloroplasty podział

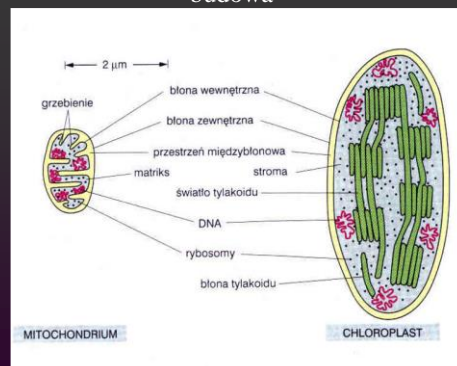


Chloroplasty

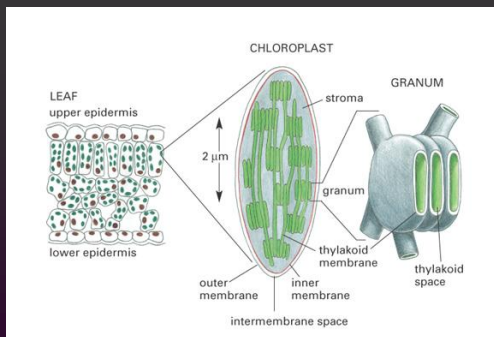
liczba, wielkość, kształt, rozmieszczenie



Chloroplasty budowa



Chloroplasty budowa

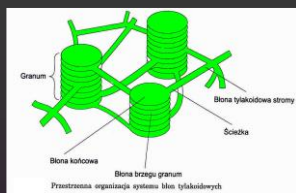


Chloroplasty

otoczka

- błona zewnętrzna (5-6 nm)
gładka
około 50% białek
przepuszczalność: kanały (do 5-10kD)
- błona wewnętrzna (5-6nm)
gładka
więcej niż 50% białek
bogata w galaktolipidy (monogalaktozydylacyloglicerol)
selektywność przepuszczalności
białka transportujące – translokatory
enzymy (syntezy kwasów tłuszczowych i lipidów chloroplastowych)
- przestrzeń między-blonowa (peryplastydowa) (10-20 nm)

tylakoidy



Mikrografia elektronowa tylakoidów chloroplastu liścia

tylakoidy

Błony:

- więcej niż 50% białek
(białka transportowe, enzymatyczne)
- lipidy acylowe - 35%
fosfolipidy, galaktolipidy, sulfolipidy
- barwniki fotosyntetyczne

płynność (stigmasterol, nienasycone kwasy tłuszczowe)
wysoka selektywność przepuszczalności

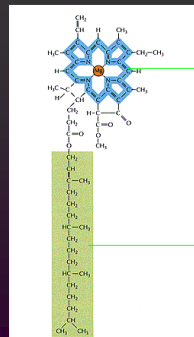
Chloroplasty

Barwniki fotosyntetyczne

- chlorofile (10-20%)
 - chlorofil a, chlorofil b (2,5:1-3,5:1)
 - chlorofil c₁, c₂, d
- karotenoidy (5%)
 - karoteny (β-karoten)
 - ksantofile (luteina, wiolaksantyna, neoksantyna i in.)
- fukoksantyna (**brunatnice**)
- fikobiliny (**krasnorosty**) – w fikobilinosomach

chlorofile

struktura chlorofilu a



- **pięciopierścieniowa feoporfiryna**
(pierścienie pirolowe -układ podwójnych wiązań sprzężonych między atomami C [-C=C-C-])
- **hydrofobowy ogon**
(20C -alkohol fitylowy)

barwniki fotosyntetyczne

Występują w kompleksach barwnikowo-białkowych

Chlorofile wykazują zdolność do:

- absorbowania promieniowania słonecznego w widzialnym zakresie widma światła
- osiągania stanu wzbudzenia elektronowego
- przekazywania stanu wzbudzenia elektronowego cząsteczkom sąsiednim

Karotenoidy:

- uczestniczą w absorbowaniu promieniowania słonecznego i transferze energii wzbudzenia elektronowego - funkcje anteny
- zabezpieczają aparat fotosyntetyczny przed skutkami nadmiernie wysokiego natężenia światła (fotooksydacją łańcuchów nienasyconych kwasów tłuszczowych) - funkcje ochronne

Fikobiliny (pochodne biliwerdyny):

fikoerytryna (czerwony) – krasnorosty

fikocyjanina (niebieski) - cyanobakterie

anteny energetyczne fotosyntezy

max absorpcji światła w innym zakresie niż chlorofile i karotenoidy

550 - 630nm (max - światło żółte)

możliwa fotosynteza w zbiornikach wodnych
gdzie nie dociera światło czerwone**Chloroplasty**
stroma

- konsystencja żelu
- białka:
 - enzymy reakcji ciemnych fotosyntezy (cyklu Calvin)
 - enzymy syntezy kwasów tłuszczowych
 - enzymy i czynniki do replikacji, transkrypcji i translacji
- DNA (obszary nukleidopodobne)
- t RNA, rRNA
- rybosomy
- ziarna skrobi, plastoglobule (ziarna lipidowe)

genom chloroplastowy

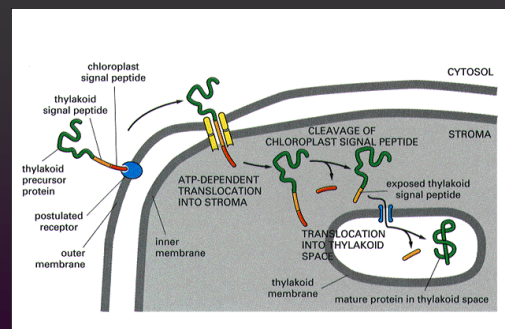
Obszary nukleidopodobne (1-20)

22-900 kopii genomu

cząsteczki DNA koliste

Genom:

- wysoce konserwatywny
- koduje:
 - chloroplastowe rRNA
 - chloroplastowe tRNA
 - kilkadziesiąt białek (łańcucha transportu elektronów, duża podjednostka karboksylazy rybulozo-1,5-bisfosforanu)

transport białek do chloroplastów

Proces fotosyntezy

$CO_2 + 2H_2O + 472,8kJ \longrightarrow [CH_2O]^* + O_2 + H_2O$

* związek zredukowany do poziomu cukru

2 fazy:

- światła - w błonach tylakoidów
 - źródło e^- i H^+
 - produkty: **ATP + NADPH**
- ciemna - w stromie
 - redukcja węgla do poziomu cukrów

Chloroplasty

Faza światła-

absorpcja kwantów światła i reakcje konwersji energii

centrum reakcji i antena w fotosystemie (fotoukłady I i II)

zbieranie energii świetlnej przez chlorofil

10⁻⁶ s

transport elektronów przez przenośniki

STROMA

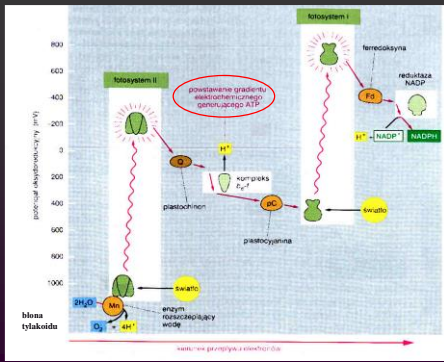
blona tylakoidu

enzym oszczędzający wodę

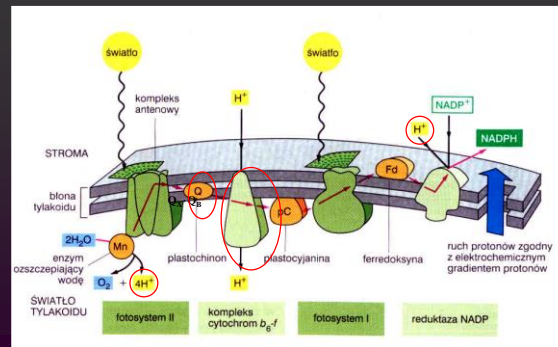
SWIATŁO TYLAKOIDU

fotosystem II kompleks cytochrom b_6-f fotosystem I reduktaza NADP

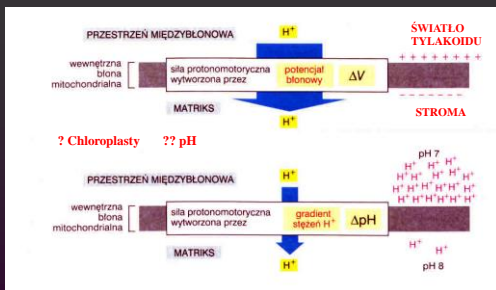
zmiany potencjału oksydoredukcyjnego podczas fotosyntetycznego transportu elektronów



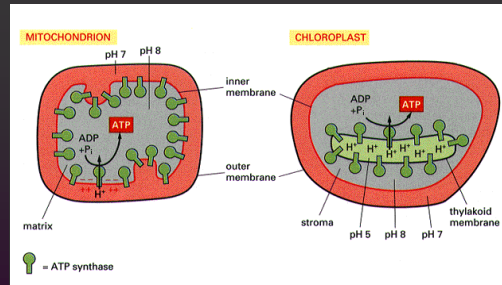
formowanie gradientu H+ w poprzek błony synteza ATP- kompleks syntazy ATP



elektrochemiczny gradient protonowy



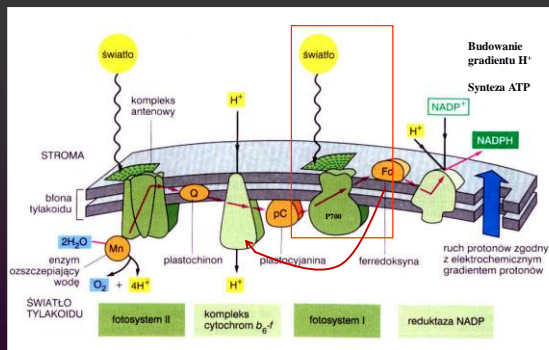
Chloroplasty przepływ protonów i synteza ATP



Faza jasna

produkty: NADPH i ATP

fosforylacja fotosyntetyczna cykliczna



Chloroplasty

proces fotosyntezy

Faza jasna (światła)

- absorpcja kwantów światła i reakcje konwersji energii (wzbudzenie elektronu w cząsteczce chlorofilu)
- transport elektronów przez przenośniki (tworzenie NADPH)
- formowanie gradientu H^+ w poprzek błony
- synteza ATP (syntaza ATP)

produkty: ATP i NADPH

Chloroplasty

proces fotosyntezy

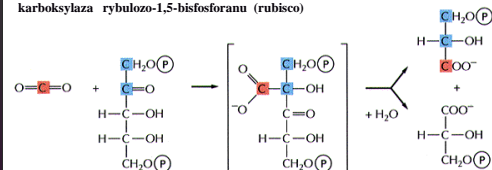
Faza ciemna - w stromie (cykl Calvina-Bensona)

- asymilacja CO_2 (tzw. pierwotny akceptor)
 - redukcja CO_2 do poziomu trioz (aldehid 3-fosfoglicerynowy)
 - cykl regeneracji pierwotnego akceptora
- synteza glukozy → innych cukrów

proces fotosyntezy- faza ciemna

cykl wiązania węgla - reakcja początkowa

karboksylaza rybulozo-1,5-bisfosforanu (rubisco)

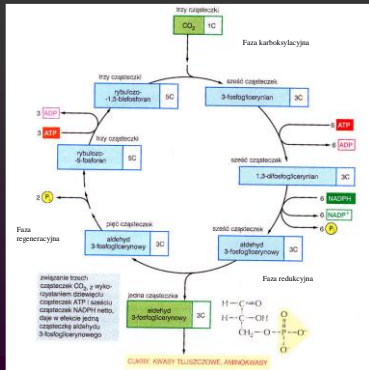


CO_2 rybulozo-1,5-bisfosforan produkt pośredni 3-fosfoglicerynian

rubisco (3 czast/s) 50% bialek chloroplastowych: 10mln ton w biosferze

cykl wiązania węgla (cykl Calvina-Bensona)

Nobel
1961



cykl wiązania węgla (cykl Calvina-Bensona)

