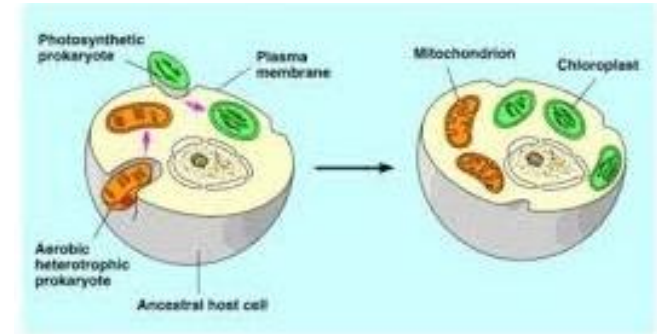
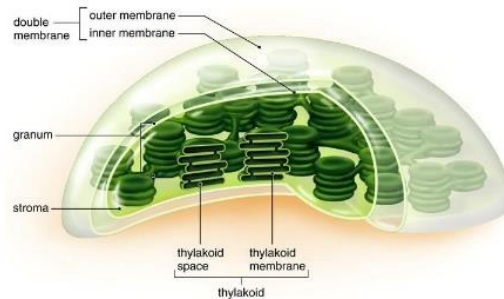


PLASTIDI

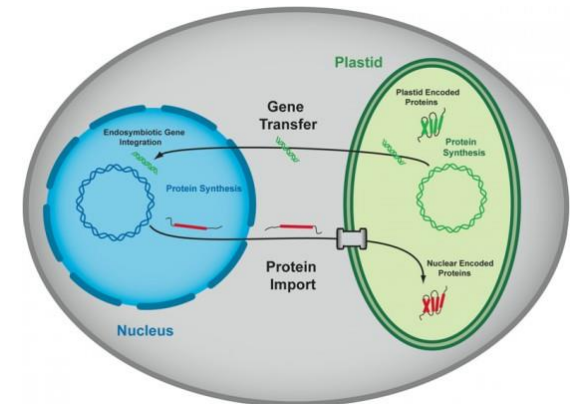
- samo u biljaka i alga
- porijeklo plastida u eukariotskoj stanici objašnjava endosimbiotska teorija



Endosimbiotska teorija

-u eukariotskoj stanici aerobna bakterija evoluirala je u mitohondrij, a organizam srodan cijanobakterijama u kloroplast

- vlastiti genom (plastom), RNA i ribosomi (70 S)
- dioba plastida
- tijekom evolucije – prijenos velikog dijela genetičkog materijala plastida u jezgru
 - proteini - kodirani genomom jezgre i plastida
primjer: enzim RubisCO



Membrane plastida

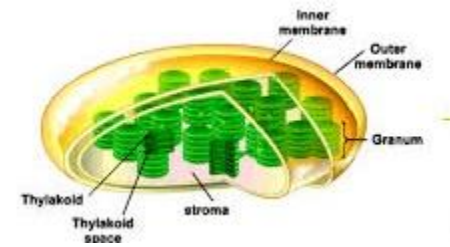
Dvostruka ovojnica

-selektivni unos proteina i drugih molekula u plastid(e)

a) vanjska membrana ovojnice - nespecifične proteinske

pore – difuzija iona i molekula do 10 kDa u međumembranski prostor

b) unutarnja membrana ovojnice - selektivnija; moguć prolazak plinova i malih nenabijenih molekula, ostale molekule samo putem prijenosnika



Unutarnje membrane (ovisno o stupnju razvoja i ulozi plastida)

RAZNOLIKOST PLASTIDA (strukturna, funkcionalna i metabolička)

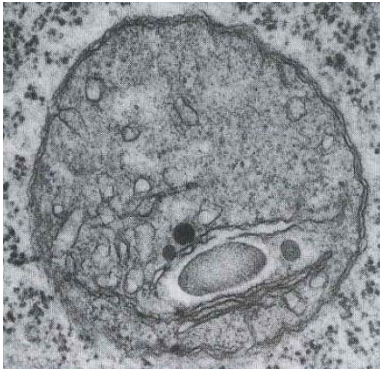
Tip plastida određen je vrstom i razvojnim stadijem tkiva u kojem se nalazi te unutarnjim i vanjskim čimbenicima kao što su biljni hormoni i svjetlost

Uloge:

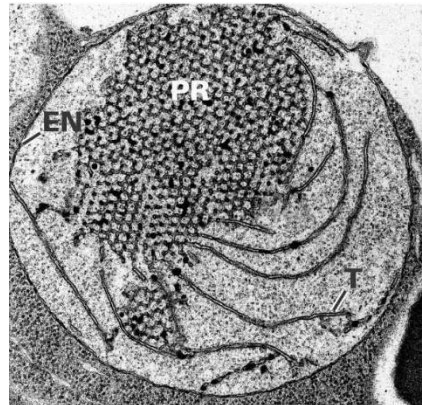
- fiksacija atmosferskog CO_2 u procesu fotosinteze (kloroplasti)
- asimilacija anorganskog dušika i sumpora
- skladištenje (npr. škrob)
- biosinteza molekula važnih za strukturu i funkciju biljne stanice (aminokiseline, klorofili, karotenoidi, masne kiseline, vitamini, nukleotidi)
- biosinteza nekih biljnih hormona (giberelini, apscizinska kiselina)
- biosinteza nekih specijaliziranih metabolita (npr. terpeni)

Plastidi snimljeni TEM-om

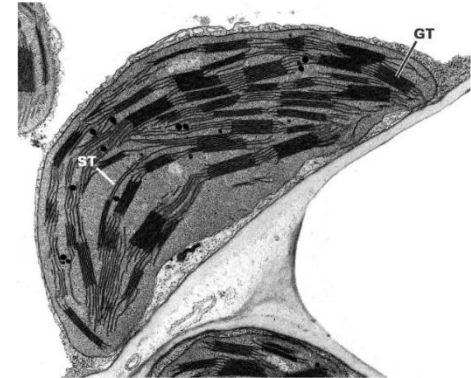
proplastidi



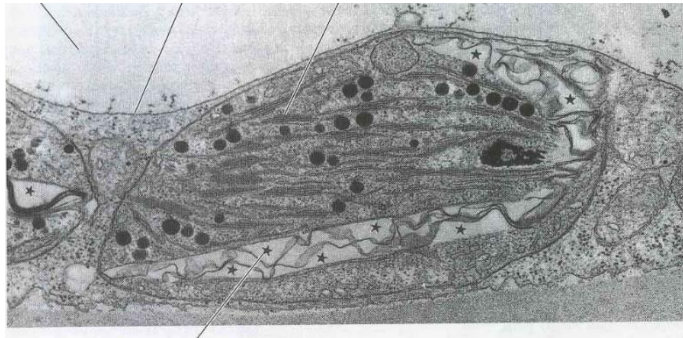
etioplasti



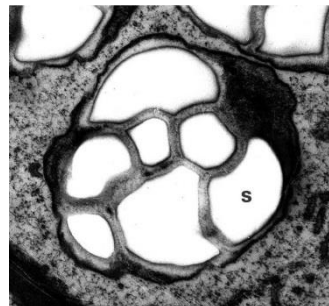
kloroplasti



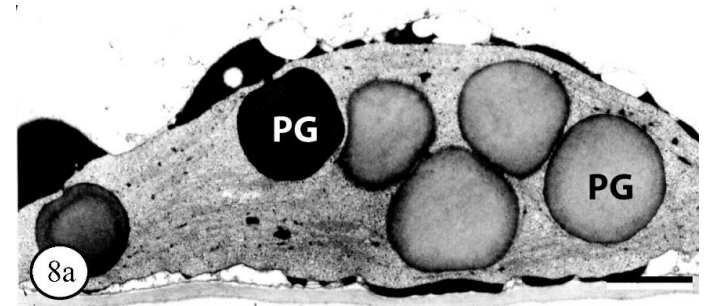
kromoplasti



amiloplasti

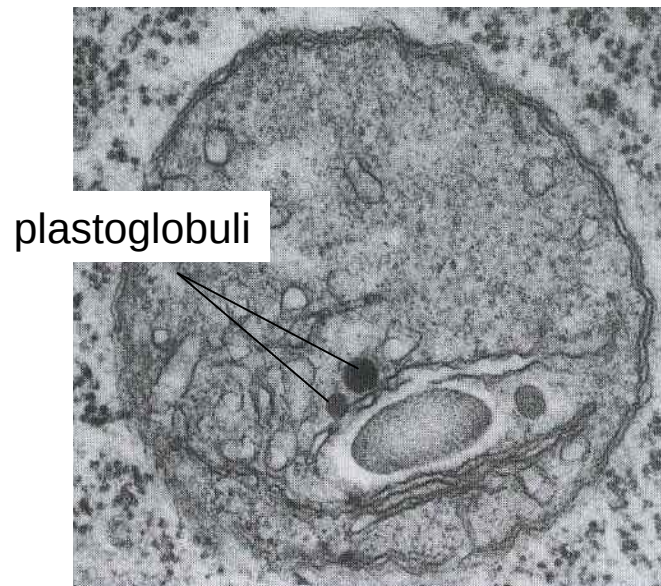


gerontoplasti



PROPLASTIDI

- u meristemskim stanicama
- preteče svih tipova plastida (kloroplasta, leukoplasta, kromoplasta) diferenciranih stanica
- prelaze na sljedeću generaciju putem jajne (najčešći način u kritosjemenjača) ili spermalne (najčešće u golosjemenjača) stanice; ili obje stanice
- mali broj unutrašnjih membrana, nema klorofila
- nepotpun set enzima potrebnih za fotosintezu

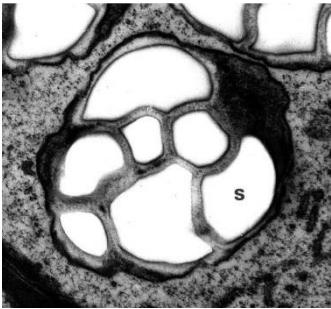


Proplastid iz meristemskih stanica korijena boba (*Vicia faba*) (TEM)

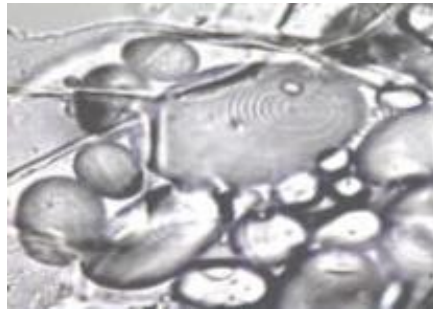
BEZBOJNI PLASTIDI

- u tkivima koja nisu fotosintetski aktivna
- strukturno i funkcionalno raznoliki

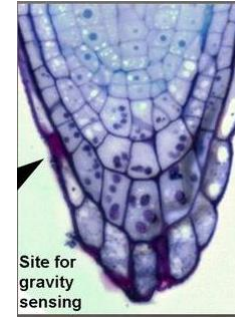
- Amiloplasti**
- sadrže škrobna zrnca; u spremišnim organima, npr. gomolji
 - u korijenovoj kapi imaju ulogu statolita (geotropizam)



Amiloplast ispunjen škrobnim zrnima u korijenu djeteline (TEM)



Amiloplasti iz gomolja krumpira (svjetlosni mikroskop)

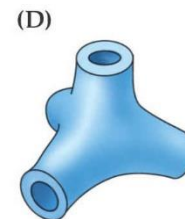
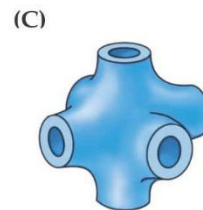
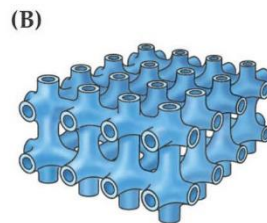
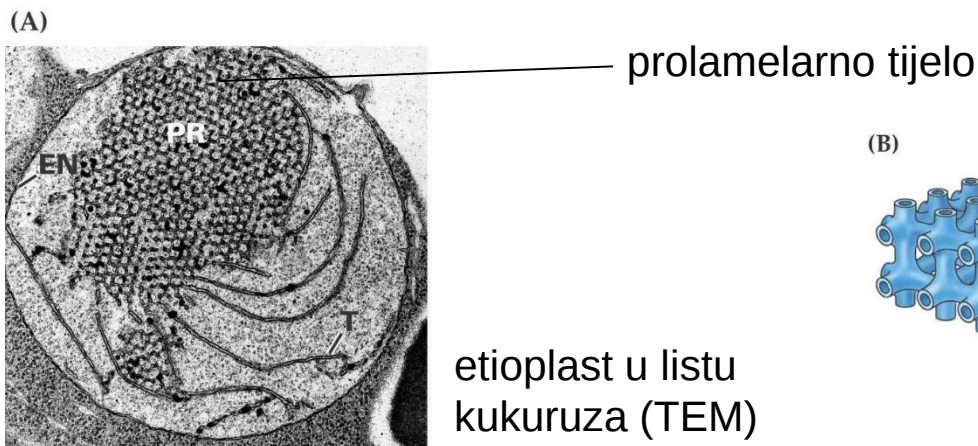


Amiloplasti u ulozi statolita u stanicama korijenove kape

- Elaioplasti**
- sadrže trigliceride i sterolne estere, obavijene jednim slojem lipida, kao u plastoglobulima
 - nalaze se npr. u stanicama tapetuma koje okružuju peludna zrnca u razvoju
- Leukoplasti**
- uloga: biosinteza terpena i drugih hlapljivih spojeva u sastavu esencijalnih ulja
 - u specijaliziranim žljezdanim stanicama, dlakama stabljika i listova te nektarijima cvjetova

ETIOPLASTI

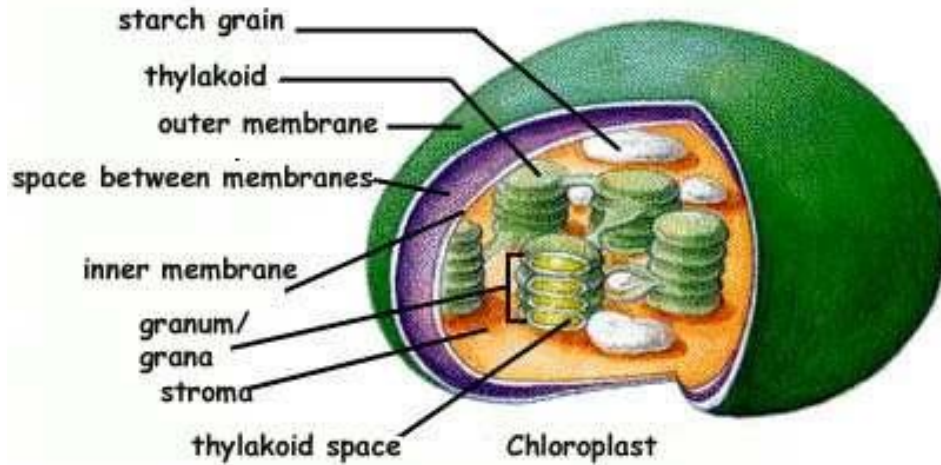
- u stanicama biljaka koje rastu u tami
- mali broj membrana – protilakoida
- prekursori klorofila, npr. protoklorofilid
- prolamelarno tijelo - semikristalinična struktura (skladišni oblik membranskih lipida)
- izlaganje svjetlosti – prolamelarno tijelo se razgrađuje i formiraju se funkcionalni tilakoidi



model membranskih
struktura koje čine
prolamelarno tijelo

KLOROPLASTI

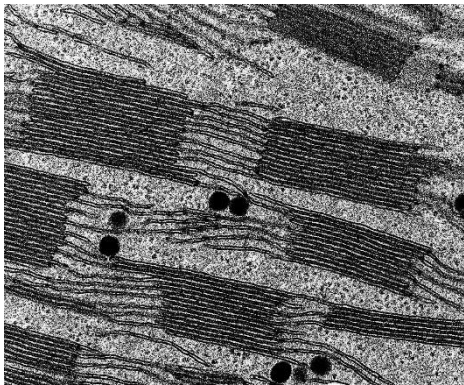
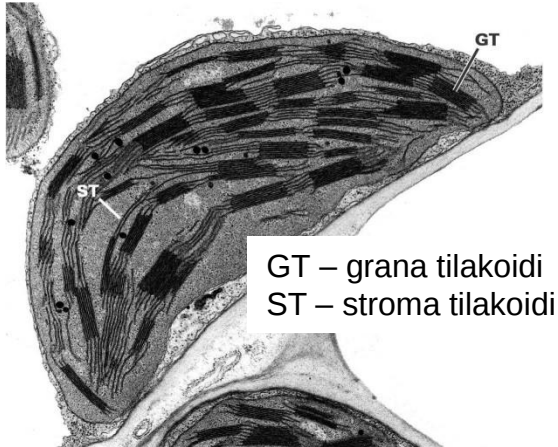
- fotosintetski aktivni plastidi
- okruglasti ili ovalni oblik
- duljina 5-8 μm , širina 3-4 μm
- dvostruka ovojnica
- tilakoidi
- škrobna zrnca



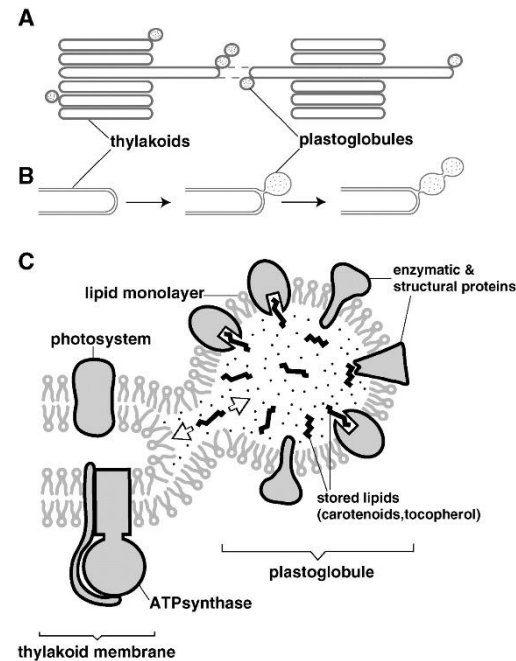
Kloroplasti u stanicama
(svjetlosni mikroskop)

Plastoglobuli

-lipoproteinska tjelešca



-na povećanom dijelu
vidljivi i plastoglobuli



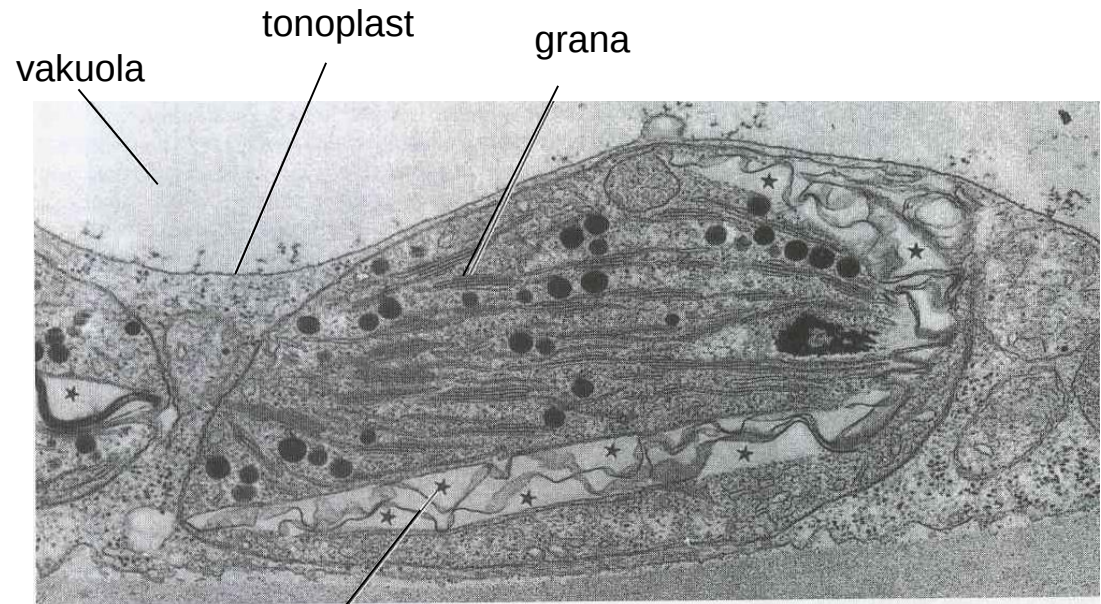
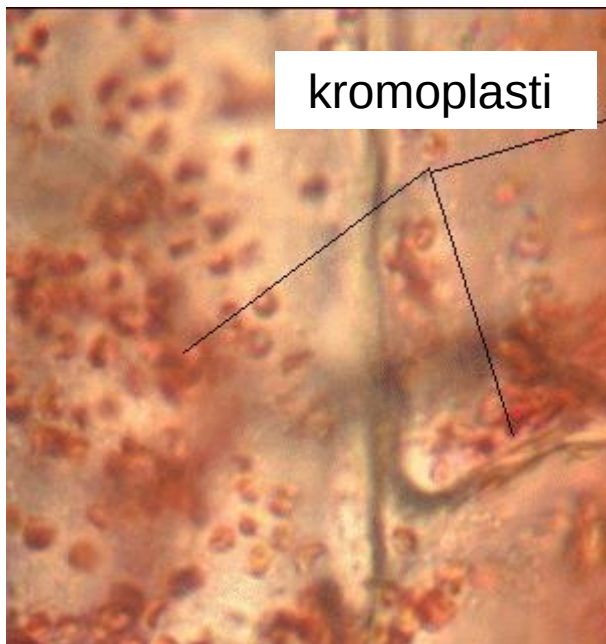
J. R. Austin II i sur.
(2006). The Plant
Cell 18, 1693-1703.

- formiraju se na rubnim dijelovima grana-tilakoida
- sastav: različiti lipidni spojevi – galaktolipidi, α -tokoferol, filokinon, plastokinon, trigliceridi, karotenoidi, razgradni produkti klorofila, specifični proteini
- obavijeni jednim slojem lipida (uglavnom galaktolipida), u koje su uklopljeni strukturni proteini (plastoglobulini) i enzimi za biosintezu i metabolizam lipida
- u povećanom broju prisutni u stresnim uvjetima i tijekom starenja (senescencije)

Uloga: vezana uz funkciju i razvoj tilakoida – od biogeneze do senescencije te u pretvorbi jednog tipa plastida u drugi. Specifični proteini plastoglobula omogućuju sintezu metabolita, popravak i pohranjivanje komponenti tijekom stresnih uvjeta

KROMOPLASTI

- žuto ili crveno obojeni plastidi
- u stanicama cvjetova, plodova, podzemnih dijelova biljke (mrkva)
- sadržaj: karotenoidi, lipidi, proteini
- pigmenti se nalaze u plastoglobulima a ponekad i unutar kristala likopena



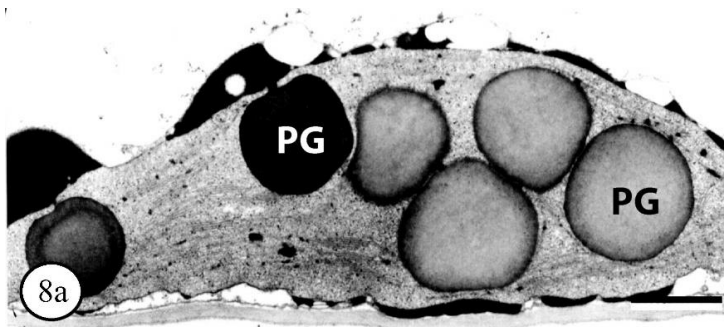
* kristali
likopena

Rana faza pretvorbe kloroplasta u kromoplast u plodu rajčice

-ostaci grana tilakoida (s vremenom će se razgraditi); zreli kromoplast će sadržavati plastoglobule i kristale likopena

GERONTOPLASTI

- plastidi u požutjelim listovima, formiraju se iz kloroplasta u procesu starenja
- katabolički metabolizam
 - razgradnja klorofila, degradacija tilakoidnog sustava, gubitak ribosoma i genetičkog materijala
 - nakupljanje plastoglobula u stromi - odlaganje hidrofobnih komponenti raspadnutih tilakoidnih membrana (lipidi i karotenoidi)



PG – plasto-
globuli

Gerontoplast iz lista duhana u procesu starenja
Preuzeto iz: R. R. Wise, J. K. Hooper (urednici), 2006.
The Structure and Function of Plastids, 3–26.

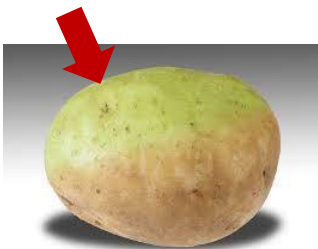
Diferencijacija, dediferencijacija i rediferencijacija plastida kao odgovor na razvojne (unutrašnje) i okolišne faktore

Razvoj kromoplasta:

- indukcija enzima koji kataliziraju biosintezu karotenoida

- direktno iz proplastida

- rediferencijacijom iz kloroplasta (npr. zrenje rajčice, jesenje lišće, plodovi roda *Citrus*)



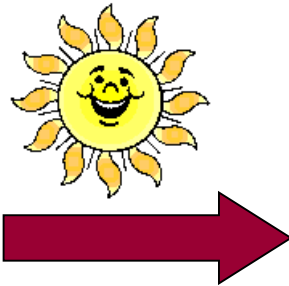
- rediferencijacija kromoplasta u kloroplast u dijelu korijena mrkve izloženog svjetlosti



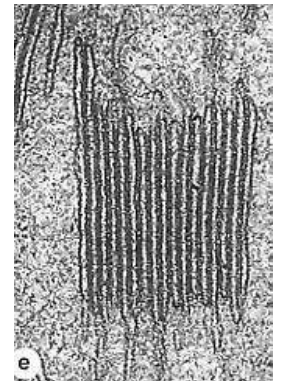
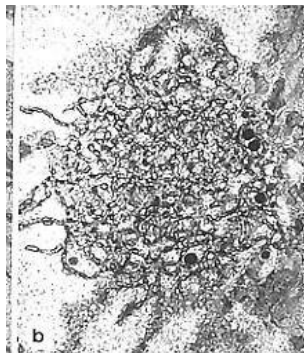
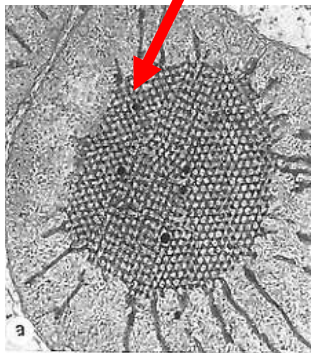
- transformacija amiloplasta u kloroplaste

Diferencijacija kloroplasta iz etioplasta nakon osvjetljavanja etioliranih biljaka
(u kratkom vremenu)

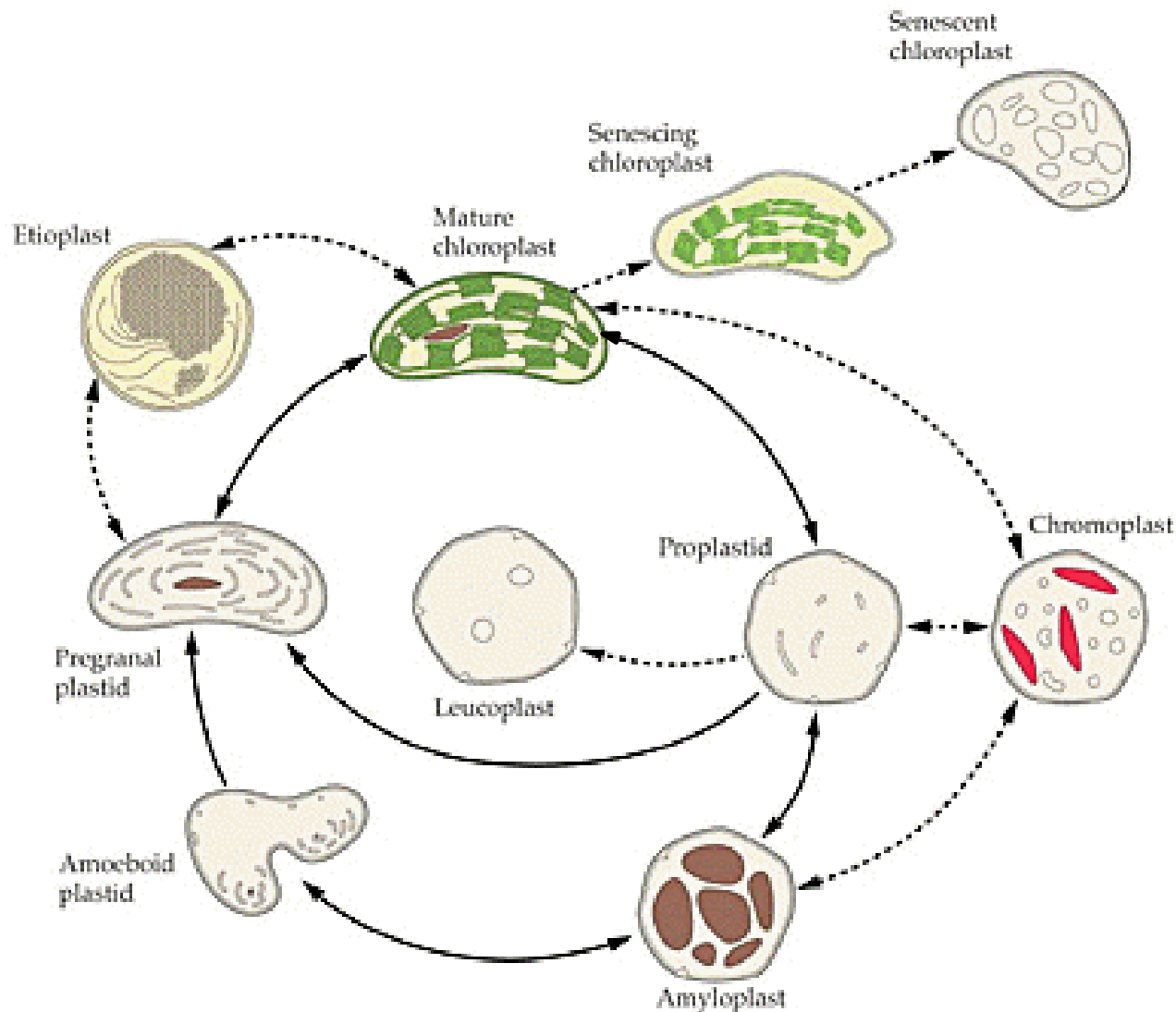
Prisutne su i druge promjene: pad stope produžnog rasta stabljike, otvaranje hipokotilne kuke, ozelenjavanje i rast kotiledona i listova



razvoj kloroplasta
i sinteza fotosin-
tetskih pigmenata



Razvojni ciklus plastida i pretvorbe različitih tipova plastida



pune linije – normalni
razvojni put
isprekidane linije –
pretvorbe u određenim
uvjetima