

# Biologia Vegetale

## Capitolo 3: cellule vegetali e struttura

### Differenziazione e ciclo cellulare

Esistono due tipi di cellule:

- unicellulari -> una sola cellula svolge tutte le funzioni
  - nessuna svolta in maniera ottimale
  - indipendenza (cellula muore se danneggiata)
- pluricellulari -> piu' cellule specializzate che svolgono diverse funzioni
  - divisione del lavoro = funzioni ottimali

durante il ciclo cellulare la cellula cambia:

- la cellula madre si divide in due cellule figlie identiche
- una si divide ulteriormente
- l'altra si specializza

### membrane

tutte le cellule presentano una membrana -> fluido sottile ed eterogeneo

funzioni:

- divisione in compartimenti
- regolazione del passaggio di molecole
- superficie di attacco per gli enzimi

composizione

- proteine (60%)
  - idrofiliche (associate ad acqua e fosfato)
  - idrofobiche (associate ad acidi grassi)
  - estrinseche: esterne alla membrana
  - intrinseche: interne alla membrana (parzialmente o interamente)
- doppio strato fosfolipidico (40%)
  - 2 acidi grassi (idrofobici) + un gruppo fosfato (idrofilo)
- talvolta zuccheri (<8%)
  - si legano a formare glicoproteine o glicolipidi

### proprietà'

- accrescimento
- esocitosi
- endocitosi
- permeabilità'
- dinamicità'

## tipi di cellule

procarioti -> cellule senza nucleo (es. batteri)

- assenza di compartimenti
- dimensioni ridotte
- membrana plasmatica

eucarioti -> nucleo e organuli (es. vegetali o animali)

## cellule vegetali

3 strutture caratteristiche: vacuoli, parete, plastici

### Vacuoli

formato da tonoplasto e succo vacuolare -> acqua, sali e pigmenti (metaboliti secondari di difesa -> es: alcaloidi, terpeni o oli essenziali)

tonoplasto -> piu' sottile rispetto alle altre membrane

contiene proteine: pompe regolatrici e acquaporine (permeabilità)

funzioni

- ruolo osmotico -> forza motrice e supporto (pressione di turgore -> richiamo di acqua)
- limita la massa plasmatica -> si riempie di acqua, cresce e spinge organelli ai lati
- riserva -> accumula numerosi nutrienti (es. polisaccaridi -> < punto crioscopico)
- difesa -> contiene calcio che forma l'ossalato di calcio -> repellente per erbivori
- regola il pH -> contiene acidi e basi da rilasciare

Plastidi

Organuli dinamici che svolgono diverse funzioni

Delimitati da due membrane:

- esterna (permeabile perché ricca di lipidi)
- interna (permeabile solo da molecole di piccole dimensioni) -> grossi metaboliti o ioni necessitano dei trasportatori

Tra le due troviamo lo stroma (fase solubile amorfa)

Si riproducono per divisione -> nelle cellule meristematiche troviamo i proplastidi che si differenziano poi in:

cloroplasti (parenchima fotosintetico) quando esposti alla luce

- contengono clorofilla e sono verdi
- Presentano tilacoidi, piccoli ripiegamenti che aumentano la superficie (maggiori cloroplasti e maggiore fotosintesi)

cromoplasti (colore ai fiori)

- Spesso differenziati dai cloroplasti -> la clorofilla si degrada (es: maturazione)
- Sono contenuti in fiori e frutti rossi/arancioni -> servono per attrarre gli impollinatori
- I cromoglobuli che contengono il pigmento sono presenti anche nei cloroplasti, ma vengono mascherati dalla grande quantità di clorofilla

**amiloplasti** (parenchima di riserva):

ezioplasti

- quando i proplastidi stanno al buio

## Parete cellulare

Distingue la cellula vegetale da quella animale

Circonda la cellula ed è formata da polisaccaridi, proteine e composti fenolici

- funzioni
- mantenimento della forma
  - conferimento rigidità
  - controllo della crescita
  - difesa contro microrganismi
  - determinante il tipo di cellula
  - coinvolgimento nel trasporto intercellulare

Struttura

Possiede una struttura complessa -> svolge funzioni complesse

3 diversi strati:

- lamella mediana
  - comune a tutte le cellule, si forma durante la mitosi
  - costituisce lo strato più esterno
  - si forma per escitiosi da vescicole del Golgi
  - è composta da pectine
  - unisce le cellule adiacenti
  - il fragmoplasto forma la parete divisoria tra le cellule figlie e guida le vescicole
  - equivalente dell'anello contrattile
- parete primaria
  - si forma nelle cellule in crescita
  - inizialmente è morbida per favorire la crescita della cellula -> dovuta all'aumento della pressione di turgore (rigonfiamento vacuolo)
  - composizione (polisaccaridi 90%, proteine e acqua):
    - cellulosa (componente fibrillare): molecole di glucosio unite da legami  $\beta$  (ruotate di  $180^\circ$ ) e formano delle microfibrille; sintetizzata nella parete dalla cellulosa sintetasi
    - proteine: ESTENSINE (estensibilità), LECTINE (riconoscimento tra cellule), ESPANSINE (espansione), CELLULASI (riconoscimento patogeni)
    - emicellulose e pectine (costituite da acido galatturonico)
- parete secondaria
  - si forma nelle cellule sviluppate
  - implica la perdita della parete primaria e l'apoptosi della cellula -> riduce la traspirazione

## modificazioni della parete

le fibrille sono presenti in maggiore quantita' -> tessitura parallela diversa tra gli strati (maggiore resistenza alle forze)

la parete secondaria spesso presenta

- lignificazione (lignina)
  - polimero complesso, ramificato
  - provoca solidificazione -> fondamentale per l'aumento di dimensioni (favorisce la ricezione di luce)
  - oltre alla solidificazione, dona impermeabilita' e protegge da microrganismi
  - 2 tipi di cellule: xilematiche (trasporto su grandi distanze) e parenchimatiche (sostegno)
  - parte dalla parete secondaria e penetra fino alla lamella
  - fine del processo = apoptosi
- suberificazione (suberina)
  - acidi grassi saturi e insaturi
  - presente insieme alle cere
  - dona impermeabilita', morbidezza e deformabilita'
  - protegge dall'attacco di parassiti
  - e' elastica
  - presente nei tessuti tegumentari (protezione)
  - es: sughero o corteccia
- cutinizzazione (cutina)
  - acidi grassi a lunga catena -> riduce la permeabilita'
  - e' presente negli strati piu' esterni (epidermide)
  - protegge dalla disidratazione insieme alle cere -> presente nelle xerofite (🌵)
- cere
  - accompagnano cutina e suberina -> dona impermeabilita'
- gelificazione
  - aumento delle sostanze pectiche
  - puo' essere fisiologico -> aumento dell'idrofilia
  - puo' essere patologico -> degradazione della parete
  - si ricavano (da alghe rosse, brune e rosse)
    - E406 (agar-agar -> agarosio): stabilizzanti, addensanti, gelatine, capsule
    - E400 (alginati): emulsionanti, gelificanti, agglomeranti, addensanti
    - carragenani: gelificanti, dentifrici, lozioni, vernici
- mineralizzazione
  - modificazione secondaria della parete -> deposizione di sostanze come carbonato di calcio e silice
  - causano incrostazione o un sistema interfibrillare cospicuo

- le alghe calcificate costituiscono la barriera corallina o rocce calcaree
- silicizzazione nella parete delle Diatomee -> usate per produrre isolanti
- pigmentazione
  - accompagna la lignificazione
  - causata da impregnazione della parete di tannini e polifenoli

#### plasmodesmi

la parete presenta anche dei plasmodesmi (canali di comunicazione tra cellule)

a livello della parete secondaria, sono presenti delle punteggiature

costituiti da membrana plasmatica e dal desmotubulo (fa parte del RER)

la comunicazione e' dinamica:

- il callosio controlla

#### risposta ad eventi patogeni o endogeni

- controllo dell'abscissione (organi o strutture si staccano dal corpo)  
si formano nelle dicotiledoni due strati:
    - strato di separazione: pareti sottili, molto debole
    - strato protettivo: cellule suberificate -> protegge da attacchi patogeni
  - lignificazione della foglia
- presenza di macchie sulla foglia -> risposta alla penetrazione di patogeni

---

#### Capitolo 5: i tessuti e il fusto

### Tipi di tessuti

#### Meristemati

meristemi: cellule specializzate a dividersi

#### meristemi primari

- presenti nell'embrione
- attivi per tutta la vita della pianta
- producono i tessuti primari
- apicali (apice di fusto e radice) e procambiali (fra tessuti primari -> produzione tessuti vascolari)
- si posizionano agli opposti dell'asse meristemato (ram e sam)
- determina la crescita indefinita della pianta
- alcune cellule apicali sono cellule staminali
  - o - cellule mitoticamente giovani e sane
- Piccole dimensioni e in continua divisione

#### meristemi secondari

- si sviluppano durante la vita della pianta
- responsabili dell'accrescimento in lunghezza
- si distinguono in cambio cribro-vascolare (cilindro centrale) e cambio subero-fellodermico (corteccia)
- possono essere avventizi (formano organi avventizi) o cicatriziali (in seguito a ferite)

### tessuti tegumentali

## epidermide

- protegge dalla perdita d'acqua
- barriera contro batteri
- protegge dall'abrasione
- protegge dall'eccessivo calore → riflette la luce
- le pareti esterne possono contenere cutina → riduce la permeabilità
- spesso esternamente forma la cuticola → NON permette gli scambi gassosi (lo fanno gli stomi)
- sono presenti anche tricomi (peli) → limitano perdita d'acqua
  - digerenti
  - urticanti
  - di protezione

## rizoderma

- non ha stomi o modificazioni
- una volta matura, dà vita a peli

## endoderma

- cellule vive e parete parzialmente suberificata

## esoderma

- cellule morte e parete suberificata
- protegge fusti e radici
- tessuto tegumentale pluristratificato
- isolante termico
- cicatrizzante
- protezione da batteri e perdita d'acqua
- presenta lenticelle → fessure che permettono scambi gassosi

## tessuti parenchimatici

cellule ricche di plastidi e vacuoli → forma poliedrica

### parenchimi fotosintetici

- tessuto specializzato per la fotosintesi
- pareti sottili e cloroplasti

### parenchimi di riserva

- specializzati all'accumulo di sostanze
- presenti in tuberi e bulbi → si esauriscono in seguito al consumo
- in fusti e radici rimangono funzionanti

### parenchima acquifero

- conservazione di acqua
- comune nelle piante d'acqua → cellule ricche di vacuoli

### parenchima aerifero

- presente in radici e fusti di piante acquatiche → carenza di ossigeno
- grandi spazi intercellulari

## tessuti meccanici

tessuti di sostegno → conferiscono resistenza a forze di trazione

le cellule presentano ispessimenti della parete

molto compatti (assenza di spazi intercellulari)

2 tipologie: collenchima e sclerenchima

### collenchima

cellule vive di forma allungata → fusti e piccioli non legnosi

pareti povere di cellulosa e deformabili

pareti spesse, ma non lignificate

## sclerenchima

cellule morte e lignificate → elementi di supporto che hanno smesso di crescere  
2 cellule:

- fibre → lunghe con lume ridotto (parete molto spessa)
- sclereidi → forma irregolare e lume largo → spesso porocanali

## tessuti conduttori

trasporto di acqua, molecole e ioni

### xilema

acqua e ioni da radici a parti aeree

trasporto veloce (m/h)

cellule morte organizzate in vasi/trachee → lume vuoto

### floema

composti organici dalle foglie al resto della pianta

trasporto lento (cm/h)

cellule vive associate a cellule compagne → sovrapposte per il trasporto di linfa

## tessuti secretori

interni o esterni (peli secretori [sostanze aromatiche → repellenti o attrattivi], urticanti [acetilcolina, acido formico], digerenti)

## Fusto

le angiosperme (piante a fiore) si distinguono in 3 categorie

- basali: piante poco usuali (alloro, magnolie)
- eucotiledoni: piante a foglia larga (rose, alberi da frutto)
- monocotiledoni: graminacee (1 foglia embrionale)

si distinguono nodi (attaccatura delle foglie) e internodi (zone tra i nodi)

nel punto di inserzione troviamo la gemma ascellare → florale (🌸) o vegetativa (ramo)

la disposizione delle foglie (fillotassi) è fondamentale: alternata, opposta o verticillata

nelle piante a rosetta → internodi talmente corti da far apparire le foglie impacchettate

svolge due funzioni fondamentali: conduzione (con foglie e radici) e sostegno (favorisce fotosintesi)

1° strato: epidermide

- limita perdita d'acqua
- barriera contro funghi e batteri
- protegge dall'abrasione
- protegge dall'eccessivo calore → riflette la luce

2° strato: tessuti meccanici

3° strato: parenchima (midollare e corticale)

4° strato: tessuti vascolari (xilema e floema) → separati da tessuto cribro vascolare

Monocotiledoni:

- mn
- Piante erbacee (crescono poco)

Dicotiledoni:

- floema
- Piante arboree (fusto importante)

---

## Capitolo 6: le foglie

### Foglie

si inseriscono nei nodi

funzioni: protezione, limitare perdita d'acqua e proteggere da batteri

lamina fogliare → raccoglie la luce per la fotosintesi (abassiale o adassiale)

monocotiledoni → no picciolo → foglia avvolge il fusto (guaina fogliare)

foglie sessili (parallele al fusto) → entrambe esposte alla luce

dicotiledoni → foglie picciolate → si spostano in favore della luce

2 tipi di foglie → semplici (intere) o composte (foglioline sul rachide → più resistenti)

le foglie si staccano sempre dal fusto (in base alla specie)

- sempreverdi: durano qualche anno → poche alla volta
- caducifoglie: cadono tutte insieme in base alla stagione

si staccano nella zona di abscissione → rilascio di enzimi per diminuire l'adesione

si formano poi strati di sughero a formare la cicatrice fogliare

sulla lamina troviamo nervature (fasci conduttori)

- monocotiledoni: parallela con dicotomia  
foglie identiche su entrambe le facce → stesso microclima
- dicotiledoni: reticolata  
foglia superiore: liscia  
foglia inferiore: ruvida, nervature in rilievo e stomi

foglie modificate: spine (protezione) e foglie carnose (riserva; es: cipolla o agave)

### tessuti

#### epidermide

presenta cere e cutina (cuticola per limitare la perdita di acqua)

cripte stomatiche (stomi e peli) nelle piante adattate al caldo

peli → lamina superiore (eccessiva luce) o lamina inferiore (perdita di acqua)

mesofillo (parenchima + tessuti vascolari)

monocotiledoni (equifacciali) → parenchima a palizzata sopra e sotto

parenchima spugnoso al centro (non sempre c'è)

dicotiledoni → parenchima a palizzata sulla lamina superiore (maggiore superficie)

parenchima spugnoso alla base

cellule separate per favorire la dispersione di anidride

#### vascolari

contenuti nelle nervature (sia floema che xilema primari)

monocotiledoni (parallelinervie) → nervatura parallela all'asse maggiore

fasci primari uniti da fasci minori

dicotiledoni → nervatura principale da cui si diramano nervature periferiche

xilema nella parte apicale e floema nella parte radicale

sono rivestiti da cellule che formano la guaina del fascio

---

## Capitolo 7: le radici

### Radici

principali funzioni:

- ancoraggio
- assorbimento
- rilascio di ormoni per la crescita
- riserva

monocotiledoni → stessa grandezza e lunghezza (sistema fascicolato)

originano tutte dalla parte finale del fusto

dicotiledoni → una radice principale e radici laterali (sistema a fittone)

originano da una radice embrionale (radichetta)

### tessuti

la radice si divide in 5 parti:

#### zona meristemica

nelle dicotiledoni corrisponde alla zona apicale, che si addentra nel terreno

e' protetta da una cuffia → le cellule si distruggono e rigenerano

le cellule spinte verso l'esterno si differenziano → rilasciano mucigel e batteri

al centro troviamo il centro quiescente → attivo solo in situazioni di stress

principale funzione del centro → riserva

#### zona di accrescimento

cellule estendono le pareti → pressione di turgore

inizia la differenziazione

- esterno: protoderma → epidermide
- centro: tessuto fondamentale → parenchima
- interno: provascolare → xilema e floema

#### zona pilifera

rizoderma produce peli → aumenta la superficie di assorbimento

effimeri → muoiono dopo 4 o 5 giorni → superficie torna liscia

delimitata dall'esoderma (corteccia) → trasporta minerali (apoplastico o simplastico)

#### zona di accrescimento primaria

da qui si formano le radici laterali

la crescita dipende dall'ambiente → arido e povero: poche radici e lunghe

→ umido e ricco: molte radici

#### zona di accrescimento secondaria

##### endoderma

si forma nello strato più interno della radice

forma la banda del Caspary → controllo dei minerali

ricco di lignina e suberina → diminuisce la permeabilità

tessuto vascolare

monocotiledoni → xilema e floema su raggi diversi e al centro il midollo

dicotiledoni → non c'è il midollo

→ alternanza di arche floematiche e arche xilematiche

#### una struttura fondamentale: periciclo

tra tessuto vascolare e endoderma

da qui originano le radici laterali → forma il cambio cribro-legnoso

# SECONDA PARTE

## capitolo 10: riproduzione nelle piante a fiore

### CONCETTI GENERALI

"riproduzione" si riferisce a due funzioni opposte: generare una progenie con corredo genetico identico o diverso da quello dei genitori

questo ne influenza la sopravvivenza

in condizioni di ambiente stabile sopravvive più facilmente una pianta già adattata che si riproduce mantenendo lo stesso corredo

nel caso in cui le condizioni ambientali siano variabili, hanno più probabilità le specie che modificano il corredo -> es. una pianta non resiste alle temperature basse, ma la progenie, presentando piccole modificazioni, riesce a sopravvivere e a generare nuovi individui per ripopolare l'area

le variazioni dell'ambiente possono essere legate ad aspetti meteorologici (inondazioni, siccità, gelo) o legati all'azione dell'uomo (costruzioni di strade) o ambientali (valanghe, frane)

ad oggi un grande problema è l'emissione di anidride carbonica -> cambiamento troppo veloce che rende difficile una risposta rapida

la riproduzione agamica non permette di formare progenie più adatta della pianta madre -> la riproduzione sessuale risulta molto più efficace

si possono creare numerose combinazioni geniche in maniera molto economica  
vantaggi: es. un albero in fioritura

- produce migliaia di cellule uovo e milioni di granuli pollinici usando bassissime quantità di carboidrati, sali e proteine
  - questi trasportati dal vento o da impollinatori raggiungono altre piante (ulteriori combinazioni)
  - si formano migliaia di semi (contenenti gli embrioni che formeranno i nuovi individui)
  - ogni seme è un esperimento genico -> la riuscita o meno, si può verificare durante la maturazione (se non è funzionale, il frutto cade -> non ruba risorse alla pianta)
  - le risorse per nutrire i frutti sono elevate, però la spesa ne vale la pena -> forma numerosi individui e sicuramente alcuni di essi saranno in grado di sopravvivere ai cambiamenti ambientali
  - lo stesso avviene con l'uomo -> i figli sono diversi dai genitori e le combinazioni possono portare determinate caratteristiche o problemi congeniti
- svantaggi:
- devono essere presenti due partner
  - deve essere garantito il trasporto dall'uno all'altro del polline -> inevitabilmente se ne perde un'elevata quantità
  - richiede spesa di risorse per produrre ricompense per gli impollinatori

- la distanza non può essere troppo elevata se i fiori sono unisessuali e portati da piante distinte → le piante femminili non riescono a produrre alcun seme → molti fiori sono ermafroditi e le piante si auto-impollinano (ma si preferiscono sempre gli incroci per maggiore variabilità genetica)

alcune piante si riproducono sia per via sessuale che per via agamica (fragole, bambù, kalanchoe)

i semi prodotti per via sessuale si disperdono più facilmente → espulsi tramite feci o trasportati dal vento

i semi prodotti per via agamica non si allontanano dalla pianta madre, perché non sarebbero in grado di sopravvivere in ambienti diversi dal loro

## RIPRODUZIONE AGAMICA O ASESSUALE

Esistono diverse modalità → la più diffusa è la frammentazione (porzioni di piante a fusto sviluppato diventano indipendenti e formano radici avventizie (es. cactus)

Viene favorita da determinati accorgimenti

- cactus: rami debolmente attaccati al fusto
- bulbilli (piccole piante che si formano al posto dei fiori)
- salice e cardo: gemme caulinari sulle radici che diventano poi indipendenti
- i pioppi presentano gemme caulinari generate da piante vive (si tratta di un solo individuo)

## RIPRODUZIONE SESSUALE

nelle angiosperme la riproduzione sessuale avviene grazie ai fiori → formazione degli individui riproduttivi (maschili e femminili)

prima di tutto però bisogna parlare del ciclo vitale delle angiosperme

### Ciclo Vitale

più complicato di quello umano

la pianta costituisce una fase del ciclo vitale: la generazione sporofitica (diploidi)

formano le loro strutture riproduttive mediante fiori → la meiosi produce delle spore

le spore producono il gametofito (aploide) attraverso la mitosi

sono diversi dalle spore: microscopici, no radici, fusto o foglie, no autonomia nutritiva

MA sono delle piante e producono i gameti (attraverso mitosi)

i gameti si fondono con la fecondazione e formano uno zigote (diploide)

maschili → microspore (microgametofiti)

femminili → megaspore (megagametofiti)

si tratta di un ciclo aplodiplonte (alternanza di generazioni: sporofito e gametofito)

altri cicli vitali:

- ciclo aplonte
  - alghe e funghi inferiori
  - abbiamo una sola generazione

- l'individuo forma gameti per mitosi (gametofito)
- i gameti si fondono e formano lo zigote (diploide)
- vive un periodo di latenza fino a condizioni favorevoli alla fase vegetativa
- per meiosi produce zoospore aploidi che costituiscono individui come quello di partenza
- ciclo diplonte
  - diatomee, alghe brune e funghi -> molto più diffuso negli animali
  - una sola generazione: gametofito diploide che produce gameti aploidi

### STRUTTURA DEL FIORE

fior: porzione finale di un ramo che presenta foglie modificate (no parti legnose o crescita secondaria)

pedicello fiorale (asse fiorale/parte di ramo che porta il fiore) e ricettacolo (parte terminale dell'asse)

4 appendici fiorali (sepal, petali, stami, carpelli) -> possono essere presenti in più copie fiori completi (tutte e 4) e fiori incompleti (mancano di una o più)

- sepal:
  - prossimali all'asse; costituiscono il calice
  - foglie modificate che avvolgono le altre strutture prima dell'antesi
  - protezione delle gemme da spore batteriche e fungine, insetti, perdita d'acqua
  - assenti se i fiori sono protetti da spine
  - colorati talvolta per attrarre gli impollinatori
- petali
  - l'insieme costituisce la corolla
  - foglie modificate: no clorofilla e fibre sclerenchimatiche -> struttura leggera
  - ruolo: attrarre uno specifico impollinatore (colore, disposizione, forma, grandezza)
  - se il fiore offre una buona ricompensa, l'impollinatore ricerca quel fiore
  - se si verificano modificazioni alla pianta, nessun problema se il fiore mantiene i caratteri distintivi
  - molti possiedono pigmenti che assorbono nell'ultravioletto -> creano pattern
  - specie notturne sono prive di pigmenti -> rilasciano odori
  - se il trasportatore è il vento -> niente petali
  - se manca il calice -> tepali
- stami
  - al di sopra dei petali
  - 2 parti: filamento e antera (cellule diploidi)

- nelle 4 teche si vedono cellule madri delle microspore → meiosi: 4 microspore (n)
- tappeto (tessuto periferico dell'antera) → ruolo nurse nella maturazione
- le microspore sono avvolte da membrane che vengono idrolizzate da un enzima rilasciato dal tappeto
- si separano, crescono e si forma il gametofito (mitosi) → le antere si aprono e rilasciano il polline

parete del polline

2 membrane: intina ed esina

in alcuni punti l'esina è sottilissima → aperture germinative

- carpelli
  - costituiscono il gineceo
  - foglie modificate: epidermide provvista di stomi, fasci conduttori
  - uno o più e singoli o fusi
  - la fusione può formare il pistillo: stigma (accoglie polline), stilo (eleva lo stigma) e ovario (contiene le megaspore)
  - richiusi per formare l'ovario attorno agli ovuli
  - l'ovulo contiene la nocella (tessuto parenchimatico) → contiene la cellula madre delle megaspore
  - dopo la fecondazione: ovulo diventa seme e ovario diventa frutto

## GAMETOFITI

### microgametofito

le microspore attraverso la mitosi costituiscono un granulo pollinico (microgametofito) nucleo si sposta verso la periferia e si divide → cellula vegetativa e generativa (una dentro l'altra)

in alcuni casi il polline è formato da tre cellule → quella generativa si divide in due microgameti

la condizione più comune è quella bicellulare

il granulo raggiunge lo stigma, germina e produce un tubetto pollinico che lo indirizza verso l'ovulo (trae nutrimento dai tessuti circostanti e segue un processo di crescita apicale)

### megagametofiti

sviluppati dalla megaspore superstite nell'ovario

nucleo va incontro a tre successive mitosi → 7 cellule e 8 nuclei

3 cellule antipodali

2 cellule sinergidi (tra cui la cellula uovo) → ai poli opposti

cellula centrale (2 nuclei polari)

## EMBRIONE E SEME

lo zigote compie una serie di mitosi → si sviluppa in embrione

una parte delle cellule costituiscono il sospensore → sospingere l'embrione nell'endosperma

1° stadio: stadio globulare → le cellule formano una sfera

2° stadio: stadio a cuore → si formano due primordi (cotiledoni)

3° stadio: stadio a torpedine → embrione allungato e cotiledoni sviluppati

nell'embrione riconosciamo: radichetta (abbozzo radice), ipocotile e epicotile (apice caulinare e radicale)

non esiste uno sviluppo fisso, ma dipende dai singoli embrioni

la maturazione del seme comporta un'elevata disidratazione che accompagna la quiescenza

## FRUTTO

si sviluppa dall'ovario e dipende dalla disposizione dei carpelli

solitamente le strutture fiorali persistono per una breve fase e poi cadono

strutture a pistillo → stigma e stilo cadono

si sviluppano 3 parti non distinte: esocarpo, mesocarpo e endocarpo (insieme: pericarpo)

es. frutto carnoso (🍓): esocarpo sottile, mesocarpo carnoso e endocarpo legnoso

## IMPOLLINAZIONE INCROCIATA

impollinazione: tutto ciò che concerne l'arrivo del polline fino al contatto col fiore

incrociata: polline arriva sul fiore di un individuo diverso

auto-impollinazione: polline proviene dallo stesso individuo

le piante tendono a favorire quella incrociata → maggiore variabilità genetica

risulta favorevole perché apporta modificazioni che possono risultare vantaggiose per la sopravvivenza → combinazioni migliorative rispetto ai genitori

l'auto-impollinazione è utile per le piante isolate → in assenza di un partner ripongono semi per formare nuovi individui con le stesse caratteristiche

## MATURITÀ DEGLI ELEMENTI RIPRODUTTIVI

l'impollinazione è impedita se antere e stigmi arrivano a maturità in tempi diversi

se le antere raggiungono maturità e rilasciano il polline ma lo stigma è immaturo non può

assumere acqua e va incontro a disidratazione → quando lo stigma matura, serve una

seconda ondata di polline per la fecondazione

non troppo efficace per evitare l'auto-impollinazione:

- può essere eseguita dai fiori giovani
- il polline può arrivare da piante vicine (che potrebbero essere imparentate)

## AUTO-INCOMPATIBILITÀ

strategia molto diffusa

auto-impollinazione impedita da una barriera di incompatibilità

interazione tra polline e tessuti sporofitici che bloccano la funzionalità del polline stesso

- incompatibilità di tipo gametofitico: corredo del microgametofito presenta un gene per l'incompatibilità identico ad uno dei due alleli del pistillo
- incompatibilità di tipo sporofitico: genoma dello sporofito genitore determina il rigetto o l'accettazione (sistema diploide/diploide → più probabilità di rigetto)

## IMPOLLINAZIONE ZOOFILA

impollinazione per opera di animali

fondamentale perché la produzione di pigmenti, secrezione zuccherine e composti volatili assume scopo adattivo (non più spreco di risorse)

aumenta inoltre la probabilità che la fecondazione avvenga con successo

inizialmente non c'erano caratteri distintivi → impollinazione casuale e infruttuosa

sono aumentati con l'evoluzione i caratteri distintivi

sia questo che la produzione di ricompense furono selettivamente vantaggiose

si attuò una reciproca coevoluzione

l'interazione pianta-insetto è incredibilmente vantaggiosa → chiusura dei carpelli e

aumento del carico pollinico → intensificazione della competizione tra microgametofiti

miglioramento della generazione sporofitica → gara vinta dal migliore (maggiori

concorrenti = miglior performance)

forma del fiore:

- actinomorfi (simmetria raggiata)  
polline non aderisce ad una parte specifica → l'insetto si accosta al fiore in molti modi
- zigomorfi (simmetria bilaterale) → efficace solo se il corpo dell'insetto è orientato e aderisce perfettamente  
polline aderisce ad una determinata parte del suo corpo e viene rilasciato direttamente sullo stigma (sul fiore e sulla parte giusta)  
interazione proficua per entrambi le parti  
la coevoluzione può avvenire solo se non c'è eccesso da nessuna delle due parti  
es. api ladre di nettare → specializzate a prendere nettare senza trasportare polline  
es. orchidee: ingannano le vespe → il fiore simula una vespa femmina e i maschi approssimano cercando di accoppiarsi con esso (nessuna ricompensa)

## IMPOLLINAZIONE ANEMOFILA

vettore: vento

mancano gli adattamenti per attrarre gli impollinatori → risparmia energia

petali e sepali assenti → fiori piuttosto piccoli (ma numerosi) e ovari non protetti

non c'è precisione → scarsa probabilità che raggiunga lo stigma → produce tantissimo

polline

allo stesso modo → stigmi ampi e sfrangiati → intercettano il massimo numero di granuli

aiuto dato dalla vicinanza tra gli individui → erbe, querce noci e betulle

## POSIZIONE DELL'OVARIO

l'ovario deve essere protetto dall'insetto → stili e filamenti molto allungati

oppure ovario infero (fiori epigini)

o ovario supero (fiori epigini)

o ovario semi-infero (fiori perigini)

## INFIORESCENZA E IMPOLLINAZIONE

è un raggruppamento di rami che portano fiori  
vantaggioso perché le risorse spese sono poche e aumenta il segnale visivo indirizzato all'impollinatore

permette di gestire il tempo di inizio, maturazione e apertura dei fiori → la pianta resta in fiore per settimane anche se il fiore vive un paio di giorni  
altro vantaggio: la produzione di nettare non è eccessiva → l'impollinatore ne riceve abbastanza da volerne cercare altro

2 tipologie di infiorescenze:

- **determinata**  
potenziale di accrescimento limitato → il fiore in alto si apre per primo e questo limita la crescita
- **indeterminata**  
si aprono prima i fiori basali
  - **racemo**: asse principale con fiori posti alla stessa distanza  
amenti: stessa struttura, fiori imperfetti
  - **spiga**: stessa struttura, ma i fiori sono sessili
  - **ombrella**: dallo stelo partono numerosi fiori
  - **capolino**: fiori inseriti in un'espansione dello stelo

## TIPI DI FRUTTI E DISPERSIONE DEI SEMI

il frutto serve per proteggere e disperdere i semi

a loro volta i frutti devono essere quindi dispersi → diversi vettori

i più utilizzati sono gli animali → struttura che protegga il seme nel tratto digestivo  
pericarpo → tessuti del frutto

solitamente è formato dall'ovario → veri frutti

se è formato da altre strutture fiorali è un frutto accessorio (mela: sepali e petali)

il grado di fusione dei carpelli identifica diversi tipi di frutto:

- 1 ovario: frutto semplice (pomodori, papaya)
- diversi ovari separati che si fondono durante lo sviluppo: frutto aggregato (more e lamponi)
- fusione dei piccoli fiori di un'infiorescenza: frutto multiplo (ananas e fichi) → sono anche frutti accessori

## CLASSIFICAZIONE TIPI DI FRUTTI

i frutti si distinguono in secchi e carnosì (eso-, meso- e endocarpo)

quelli secchi si distinguono in

- **deiscenti**  
si aprono una volta raggiunta la maturità (legumi, capsule)
- **indeiscenti**

rimangono chiusi anche dopo la maturità  
quelli carnosì si dividono in

- bacca (1 seme)
- pomo
- drupa (2 semi)

## DIFFERENZE MITOSI E MEIOSI

- mitosi  
clonazione cellulare: due cellule identiche alla madre (stesso numero di cromosomi)  
2 cellule identiche
- meiosi  
più complesso → creazione di cellule diverse dalla cellula madre, che svolgono il ruolo di gamete nella riproduzione sessuata  
la cellula madre raddoppia il numero dei cromosomi e attraverso due divisioni cellulari sono generate quattro cellule diverse  
avviene il **crossing-over** → scambio di segmenti di DNA fra i componenti di una coppia di cromosomi omologhi da cui risulta una ricombinazione di geni