

MODELLI VEGETALI

FUNZIONI SVOLTE DAI VACUOLI

- riserva dei metaboliti
- ruolo osmotico: (supporto meccanico, funzione somatica) l'ingresso e l'uscita dell'acqua regola la pressione di turgore

pressione di turgore: pressione esercitata dal vacuolo sulle pareti

pressione di parete: pressione meccanica esercitata dalla parete

Funzioni della pressione di turgore:

- - sostegno per organi privi di strutture di supporto
- - incremento del volume cellulare durante l'accrescimento per distensione
- - distensione e accrescimento cellulare
- viene mantenuta grazie all'azione di pompe protoniche
- Plasmolisi: in soluzione protonica l'acqua viene persa attraverso la parete
- Funzioni litiche → idrolasi (acide, proteasi, nucleasi, glicosilasi, lipasi) contribuiscono alla rottura e al riciclo di quasi tutti i componenti cellulari.
- Ph e omeostasi ionica: riserva di protoni e ioni, ph compreso tra 5,0 e 5,5, controllando il rilascio di protoni e altri ioni nel citosol, le cellule possono regolare il ph citosolico e l'attività degli enzimi, l'assemblaggio della struttura del citoscheletro e degli eventi di fusione delle membrane.
- Segregazione di metaboliti: accumulo di sostanze tossiche all'interno dei vacuoli. → ridurre attività di alimentazione degli erbivori e distruggere patogeni microbici si possono accumulare carbs, proteins e vari tipi di cristalli.
- Limitazione di massa citoplasmatica: efficiente distribuzione dell'apparato fotosintetico.

PLASTIDI

Dotati di un proprio DNA (teoria endosimbiosi) → sintesi proteica autonoma.

Sono costituiti da membrana interna ed esterna e da uno spazio e tra membrane detto spazio intermembrana. La membrana esterna attua il riconoscimento ed il trasferimento all'esterno di componenti plastidiali sintetizzati all'interno. La membrana interna regola il flusso di metaboliti e ioni inorganici.

Protoplastidi

Tutti i plastidi derivano dalla stessa forma embrionale → protoplastidio

Si differenziano in base alla cellula vegetale, non hanno ancora raggiunto organizzazione dei plastidi

- si trovano nell'embrione e nelle cellule meristematiche degli apici radicali e caulinari
- hanno dimensioni ridotte
- sono dotati di un sistema ridotto di endomembrane
- sono incolori o verde pallido

Cloroplasti

presenti maggiormente all'esterno del mesofilo

Hanno un sistema interno di endomembrane → membrane tilacoidali

si organizzano in vescicole che si impilano (grana), unite tra loro da tilacoidi di integrazione (filamenti tra pile di grana).

Nei cloroplasti avviene la fotosintesi (nel lume) → FASE LUMINOSA all'interno delle membrane

→ FASE OSCURA in corrispondenza dello stroma

Stroma: contenuto interno del cloroplasto in cui sono immersi i tilacoidi

All'interno del cloroplasto si trovano:

granuli di amido di tipo primario
 goccioline lipidiche
 ribosomi
 DNA plastidiale

Nelle membrane sono presenti proteine di trasporto
 membrana interna → TIC
 membrana esterna → TOC

FOTOSINTESI

Processo mediante il quale l'energia luminosa viene trasformata in sostanza organica e accumulata. I pigmenti fotosintetici, che sono inclusi nelle membrane dei tilacoidi, sono responsabili della cattura della luce e trasformano l'energia solare in energia chimica. Possono essere distinti in:

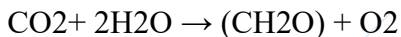
clorofilla: ubiquitari

carotenoidi: ubiquitari (antiossidanti) proteggono clorofille da eccessiva esposizione solare

ficobiliproteine: solo in alcune alghe

Requisiti fondamentali affinché avvenga la fotosintesi:

- 1 - presenza di pigmenti antenna (clorofille e carotenoidi), capaci di raccogliere e trasferire energia ai fotosistemi (siti in cui l'energia viene trasformata, trasferita per risonanza)
- 2 – centri di reazione (all'interno dei fotosistemi) capaci di utilizzare l'energia trasmessa dai sistemi antenna trasformandola in energia di tipo ossido=riduttivo e costituiti da una coppia di clorofille
- 3 – presenza di apparato di membrana capace di utilizzare l'energia derivante dal centro di reazione e trasformarla in gradiente di pH e cariche elettriche per la sintesi di ATP e NADPH
- 4 – corredo di enzimi che convertono l'energia accumulata sottoforma di ATP e NADPH in zuccheri o acidi organici.



FASE LUMINOSA

La luce colpisce il FOTOSITEMA II, sistema di pigmenti e componenti che catturano luce.

L'elettrone della clorofilla viene eccitato e trasferito fino ai pigmenti dei centri di reazione “riduce il plastochinone creando una catena di ossido-riduzione fino ad arrivare al FOTOSISTEMA 1 (che aveva preso un elettrone allo stesso modo del fotosistema II) che recupera l'elettrone perso.

L'elettrone perso al FOTOSISTEMA II viene recuperato dall'acqua → formazione di protoni e gradiente)

L'accettore finale è il NADP per sintesi da NADP. La differenza di potenziale creatasi all'interno della membrana viene sfruttata dalla ATPsintetasi.

FASE OSCURA (CICLO DI CALVIN)

La sintesi di amido permette alla velocità della fotosintesi di rimanere a livelli alti quando la sintesi di saccarosio è limitata. Due tipi di amido:

- primario si forma nei plastidi quando c'è eccesso di fotosintesi
- secondario si forma dopo che il saccarosio è stato sintetizzato

L'eccesso di triosofosfati rischia di non essere completamente trasformato in saccarosio, quindi viene trasformato in amido primario. Quando c'è carenza di saccarosio viene ucciso per produrre triosofosfati.

Se c'è un'eccessiva fotosintesi c'è anche eccessivo consumo di CO₂, eccessiva perdita di acqua, eccessivo calore. Per evitare eccessiva perdita di acqua vengono chiusi gli stomi, ma ne consegue un minore passaggio di CO₂.

Quando c'è scarsità di CO₂ inizia la foto-respirazione con consumo di O₂.

FOTORESPIRAZIONE

La rubisco oltre a catalizzare la carbossilazione del ribulosio 1,5-difosfato può catalizzare anche la sua ossigenazione. (maggiore affinità con carbonio -> difetto minore produzione zucchero)

Il tasso di ossigenazione è il 25% di quello della carbossilazione -> evita eccessivo consumo CO₂, ATP, NADH. La conservazione del 3-fosfoglicolato in 3-fosfoglicerato comporta la perdita di una molecola di anidride carbonica.

La foto-respirazione previene la foto-inibizione.

Le piante abituate a una grande esposizione solare hanno sviluppato il metabolismo C₄.

PIANTE C₄

Eliminano la foto-respirazione mediante un meccanismo che concentra la CO₂. Sono più produttive perché non hanno perdita di carbonio durante la foto-respirazione e la reazione della rubisco procede alla massima velocità in quanto l'enzima è saturato con anidride carbonica.

Intorno ai fasci di conduzione c'è un anello di cellule della guaina del fascio in cui viene accumulata CO₂.

Per la carbossilasi cattura CO₂ e la unisce -> forma ossalacetato (4C) che a sua volta forma acido malico (accumulato nella guaina del fascio) che viene trasformato in PEP (ossalacetato libera CO₂).

CROMOPLASTI

Hanno un ruolo di protezione. Mancano di un sistema tilacoidale vero e proprio.

In genere si differenziano a partire dai cloroplasti ma possono derivare anche da proplastidi o leucoplasti.

In essi avviene la sintesi e l'accumolo di carotenoidi.

Non devono essere confusi con i gerontoplasti che non sono in grado di sintetizzare i carotenoidi ex-novo, questi derivano dai processi degradati irrimediabili in cloroplasti di foglie senescenti.

LEUCOPLASTI

Plastidi privi di colore classificati in base alle sostanze prodotte e/o accumulate

- elaioplasti: accumulo lipidi
- amiloplasti: accumulo amido
- proteinoplasti: accumulo proteine

TESSUTI TEGUMENTALI

proteggono la pianta e impediscono la perdita di acqua

sono formati da cellule vive (eccetto quelli di origine secondaria)

sono posti esternamente a tutti gli altri tessuti (tegumentali esterni) o all'interno degli organi (tegumentali interni)

sono eterogenei come costituzione, origine e struttura.

EPIDERMIDE

Tessuto di origine primaria che riveste le parti giovani epigee (fusto nella parte giovanile). È a diretto contatto con l'ambiente subaereo. È interrotta dagli stomi che consentono gli scambi gassosi con l'atmosfera (si trova solo nelle cormofite). Normalmente monostratificata ma può essere bi o tristratificata (xerofite).

È formata da cellule appiattite a contatto tra di loro, prive di spazi intercellulari e prive di cloroplasti (fanno eccezione piante acquatiche e piante del sottobosco). Forma correlata a quella dell'organo che proteggono. → *Arabidopsis thaliana*

Può andare in contro a cutinizzazione e mineralizzazione

Funzioni:

- protezione contro perdita di acqua
- protezione contro fattori abiotici → proteggono dalla fotolisi la clorofilla contenuta nei tessuti sottostanti
- protezione contro fattori biotici
- funzione di relazione → può essere colorata e per richiamare insetti e animali per l'impollinazione e disseminazione
- funzione di assorbimento

Cellule epidermiche specializzate

- **peli epidermici**: hanno funzione di protezione o di limitazione della traspirazione. Quelli ghiandolari liberano il secreto interno

tricomi vivi → metaboliti secondari

tricomi morti → protezione

Le foglie di elio nell'epidermide inferiore delle foglie hanno i peli che riflettono la luce e impediscono l'eccessiva traspirazione

- **cellule bulliformi** (tipiche delle graminacee): in caso di bilancio idrico deficitario perdono il loro turgore (perdita acqua nei vacuoli) provocano l'accartocciamento della foglia
- **stomi**: hanno pareti più spesse all'interno. Quando aumenta il turgore cellulare, le cellule di guardia si gonfiano e si piegano. Quando diminuisce diventano flosce e lo stoma si chiude. Al diminuire dello ione K^+ si ha un aumento di acqua all'interno.

Nelle piante in ambienti secchi possono essere infossati per diminuire la traspirazione e si trovano nella parte inferiore dell'epidermide perché meno a contatto con la luce (meno calore). Nelle piante in ambienti umidi possono essere sopraelevati per aumentare la traspirazione, si trovano sia nell'epidermide superiore che inferiore. Nelle piante con stomi acquiferi le cellule di guardia sono morte, la rima stomatica è sempre aperta. Gli stomi sono formati da ... che sono contenuti da tracheidi terminali, da cellule parenchimatice con parete sottile (epiterna) e da uno stoma acquifero. Permettono la guttazione (eliminazione di acqua grazie alla pressione radicale).

Emergenze: rivestimenti esterni formati da cellule epidermiche, ma alla formazione concorrono anche tessuti sottoepidermici. Sono in grado di ricevere gli stimoli e chiudersi → responsabili della risposta delle piante all'ambiente. Il potenziale chimico cambia turgore che causa apertura o chiusura → deriva dallo stimolo esterno che si trasforma.

1- arrivo allo stimolo

2- trasformazione stimolo in segnale chimico

3- cambiamento concentrazione degli ioni casuali cambiamento di turgore

Epidermidi multiple

epidermidi multistratificate formate nella maggior parte dei casi da cellule più grandi negli strati interni che trattengono acqua fingendo quasi da parenchima acquifero.

Velamen radicale → esempio di epidermide multistratificata; tessuto privo di spazi intercellulari e formato da cellule che muoiono precocemente e la cui parete presenta numerose perforazioni.

Presente in molte orchidee è responsabile sia dell'assorbimento che della perdita d'acqua ed è coinvolto nella percezione sia osmotica che meccanica.

RIZODERMA

È il tessuto tegumentale che riveste la zona assorbente della radice primaria. È costituita da cellule normali appiattite (articoblasti) e da cellule più piccole (tricoblasti) che presentano delle cospicue estroflessioni (peli radicali)

- costituito da cellule con pareti sottili e prive di cutina.
- Contrariamente all'epidermide è permeabile all'acqua e ai sali minerali, il cui assorbimento è la funzione primaria della radice.
- A mano a mano che si accresce in lunghezza e nuovi peli e nuovo rizoderma vengono formati le zone della regione pilifera perdono le loro funzioni e vengono sostituite dallo strato sottostante della corteccia che suberifica e si trasforma in un tessuto tegumentale di

origine primaria: **esoderma**.

Peli radicali

la parete dei peli radicali è molto sottile e nella parte più superficiale ricca di sostanze pectiche. Sono di fondamentale importanza perchè si insinuano tra le particelle del terreno e raggiungono direttamente l'acqua e i sali minerali. La superficie sviluppata, per esempio nella segale, assomma alla cifra di 400 mq per pianta.

Si rinnovano completamente e procedono ad esplorare il terreno a mano a mano che la radice si allunga ad opera del meristema apicale. Secernono il mucigel, sostanza mucillaginosa, che facilita l'assorbimento delle sostanze disciolte nel terreno.

Mantengono distanza costante dalla zona di assorbimento perchè all'allontanarsi dell'apice i peli vecchi vengono persi e quelli nuovi generati.

TEORIA TENSIONE COESIONE

A livello fogliare la pianta apre gli stomi, evapora l'acqua che viene ripresa dal vacuolo. Le cellule dello xilema danno acqua alla foglia e che viene rimpiazzata dall'acqua assorbita dalle radici. La polarità dell'acqua permette alle molecole di incatenarsi e quindi trascinarle → l'adesione pareti xilema.

Dalle radici l'acqua viene poi assorbita dai peli radicali.

- 1- il vapore acqueo diffonde attraverso gli stomi aperti
- 2- l'acqua evapora dalle cellule del mesofillo
- 3- l'acqua contenuta nei fasci vascolari entra nelle cellule del mesofillo
- 4- la tensione trascina la colonna d'acqua in alto nello xilema dei fasci vascolari delle foglie
- 5- la tensione trascina la colonna d'acqua in alto nello xilema del fusto
- 6- la tensione trascina la colonna d'acqua in alto nello xilema della radice
- 7- le molecole d'acqua costituiscono una colonna coesiva
- 8- l'acqua raggiunge la stele per osmosi.

ESODERMA

Si forma in seguito alla degenerazione del rizoderma e grazie alla suberificazione delle pareti delle cellule parenchimatice sottostanti, che assumono la funzione tegumentale. È presente nella parte più esterna del cilindro corticale. Protegge la radice primaria nel passaggio a secondaria mentre si forma il sughero

ENDODERMA

Unico tessuto tegumentale interno.

È di origine primaria ed è situato come mantello protettivo che avvolge la stele o cilindro centrale delle radici dove sono situati i tessuti conduttori. La sua funzione è quella di "filtrare", con la membrana plasmatica delle cellule, le soluzioni che penetrano nel terreno nelle giovani radici. L'azione filtrante è dovuta al fatto che le cellule endodermiche possiedono le pareti radicali e trasversali impregnate di sostanze impermeabili che costituiscono la banda di Caspary e che costringono l'acqua e i sali ad attraversare il protoplasma

SUGHERO

Deriva da un meristema secondario chiamato **fellogeno** che si forma all'interno dell'epidermide o del rizoderma.

Il fellogeno possiede attività dipleurica (produce tessuti all'interno e all'esterno). Le cellule più esterne si differenziano nel sughero, mentre quelle rivolte verso l'interno diventano cellule parenchimatice (felloderma). È un tessuto secondario che prende il posto dell'epidermide a esoderma quando vengono danneggiati. Barriera contro perdita d'acqua.

Trasporto nell'endoderma

Trasporto apoplastico -> passaggio indiscriminato di acqua e Sali minerali apoplasto: zona che

circonda la cellula

Trasporto sinplastico -> l'acqua non può passare attraverso la suberina; trasporto regolato

Punti di permeazione .-> punti in cui la parete non è ispessita per permettere il trasporto apoplastico.

Il sughero quando si forma lacera l'epidermide -> ne sostituisce la funzione. Le lenticelle si trovano in corrispondenza degli stomi, in primavera vengono lacerate e in inverno si richiudono. Sono formate da cellule con ampi spazi intracellulari.

TESSUTI MECCANICI

Per il sostegno del proprio corpo le piante hanno seguito tre strategie:

- 1) Turgore cellulare -> piante più piccole e parti più giovani
- 2) Collenchima
- 3) Sclerenchima

Collenchima

Tessuto vivo con pareti parzialmente ispessite di natura celluloso-pectinica ed estensibili, fortemente plastico, le sue cellule possono raggiungere lunghezze fino a 10 volte maggiori. Occupa una posizione periferica negli organi erbacei; non si trova nelle radici. La parete delle cellule è una parete primaria formata internamente dallo stesso numero di strati caratterizzati in alcuni punti da diverso spessore

3 tipi: angolare, lacunato, lamellare.

È in grado di riprendere attività rigenerativa e le sue cellule sono trasparenti.

Sclerenchima

Pareti spesse quasi sempre lignificate, nonostante la durezza ha una certa elasticità. La parete cellulare delle cellule dello sclerenchima presenta un contenuto di lignina intorno al 30%, la lignificazione dalla lamella mediana e si estende progressivamente alla parte primaria e infine alla parete secondaria.

Le cellule dello sclerenchima sono generalmente morte ma alcune restano vive per lungo tempo grazie a grosse punteggiature che garantiscono un buon livello di scambio con le cellule parenchimatiche adiacenti.

Sclereidi -> forma irregolare, lume generalmente più ampio e numerosi porocanali (interruzioni nell'ispessimento della parete) spesso ramificati. Gruppi di sclereidi, alternati con fibre, formano spesso una fascia di irrobustimento alla periferia del fusto.

Fibre -> lunghissime con forma affusolata, appuntita all'estremità, parete molto spessa e lume ridotto. Generalmente raccolte in fascetti nella parte periferica del fusto cementate insieme nella lamella mediana, ma anche nelle nervature delle foglie. Possono essere nel legno (xilari) o fuori (extraxilari come nel fluoma).

Fibre tessili non corrispondono sempre alle fibre sclerenchimatiche.

TESSUTI CONDUTTORI

A volte possono fornire sostegno alla pianta in quanto hanno parete lignificata. Caratterizzano le piante vascolari che hanno raggiunto il più alto grado di specializzazione. Il trasporto delle sostanze all'interno della pianta avviene in due tessuti conduttori diversi. Tessuto vascolare e tessuto cribroso non sono isolati ma associati a XILEMA e FLOEMA.

Il trasporto avviene in due direzioni opposte e parallele:

ascendente → LINFA GREZZA dalle radici al germoglio

vascolare

discendente → LINFA ELABORATA dal germoglio alle radici

cribroso

XILEMA (xilos= legno) è composto da tessuto vascolare, tessuto meccanico e parenchima

FLOEMA (floios= libro) è formato da cellule e tubi cribrosi, cellule compagne, fibre e parenchimi

Hanno funzioni di trasporto, sostegno, riserva.

Tessuto Vascolare

La condizione di linfa grezza è opposta dai vasi che sono cellule cilindriche morte e vuote (la parte funzionale è rappresentata dalle pareti). I vasi impilati l'uno sull'altro formano delle strutture microtubulari o capillari.

Le pareti dei vasi devono essere spesse e solide per impedire al vaso di collassare a causa della pressione (teoria tensione coesione) ma devono anche consentire alle soluzioni di entrare e uscire con facilità.

Nei vasi le pareti trasversali sono formate solo da parete primaria molto sottile, che in alcuni punti viene degradata a formare le perforazioni (trachee) → cambiano in base al tipo di specie.

1- perforazioni scalariformi con alcune barre anastomizzate

2- reticolata

3- scalariforme con poche barre spesse

4- perforazione con aperture allungate ed ellissoidali.

Trasporto Cribroso

Il floema è il tessuto in grado di traslocare i prodotti della fotosintesi da foglie adulte ad aree di accrescimento ed accumulo comprese le radici. Ridistribuisce anche l'acqua ed altri composti attraverso la pianta intera. I tubi cribrosi e le cellule cribrose sono cellule vive prive di parete secondaria. Le cellule cribrose sono singole cellule allungate. I tubi cribrosi sono formati da cellule allungate sovrapposte l'un l'altra lungo l'asse longitudinale. Agli elementi cribrosi (cellule e tubi) si associano ad altre cellule che sono:

- Cellule albuminose (gimnosperme, cellule cribrose)
- Cellule compagne (angiosperme, tubi cribrosi)

Gli elementi cribrosi delle Gimnosperme sono le primitive cellule cribrose, lunghe e strette, con le estremità affusolate. Sulla superficie hanno molte aree cribrose fornite di pori (che interrompono la parete primaria) derivati da plasmodesmi, distribuiti in maniera uniforme su tutte le pareti cellulari. Più evoluti e tipici delle Angiosperme sono i tubi cribrosi. Si differenziano dalle cellule cribrose perché le aree cribrose sono localizzate sulle pareti trasversali dove maggiore è il flusso di linfa, formando le placche cribrose (P).

Le placche cribrose hanno pori che possono essere rivestiti da callosio. I tubi cribrosi hanno una durata di circa due anni per poi essere sostituiti da cellule più efficienti. Il callosio chiude i pori per isolare la cellula e farla morire.

Gli elementi dei tubi cribrosi mancano di nucleo, tonoplasto, microfilamenti, microtubuli, golgi e ribosomi, in essi permangono alcuni plastidi, pochi mitocondri e qualche tubulo del reticolo endoplasmatico. Gli elementi dei tubi cribrosi sono connessi mediante plasmodesmi con una o più cellule compagne.

Cellule Compagne: derivano dalla stessa cellula madre dell'elemento cribroso. Sono la sorgente di ATP e di altri composti -> ricche di mitocondri

P protein: proteine floematiche che sigillano i pori degli elementi danneggiati, sono presenti in molte angiosperme ma non nelle dicotiledoni.

Trasporto floematico

In corrispondenza delle foglie dove avviene la fotosintesi vengono sintetizzati saccarosio e trifosforati (sorgente delle molecole di zucchero) che possono essere trasferiti alle cellule adiacenti che non possiedono -> trasporto attivo attraverso nervature del floema fino ad arrivare ai tubi cribrosi. L'aumento dei soluti richiama acqua dai vasi vicini (xilema) creando un flusso che consente il trasporto a tutta la pianta aiutato dalla pressione di turgore. Quando arrivano alle radici vengono allontanati dallo xilema e vengono di nuovo trasferiti con trasporto attivo. La concentrazione di soluti quindi diminuisce insieme alla pressione e l'acqua viene restituita allo xilema. Passaggio di acqua dal floema allo xilema: sono in contatto per avere anche trasporto trasversale e quindi favorire il flusso in tutta la pianta.

TESSUTI CONDUTTORI

Xilema e Floema sono organizzati in fasci a decorso longitudinale nell'organo in cui si trovano i fasci xilematici e quelli floematici possono essere tra loro associati a formare i FASCI LIBRO-LEGNOSI o cribrosi-vascolari

Tessuto Vascolare

Sulle pareti longitudinali si deposita una parete secondaria ma non in maniera uniforme. Gli ispessimenti della parete secondaria sono lignificati. In base al tipo di ispessimenti si distinguono i vasi:

- Anulati
- Anulo-spiralati
- Spiralati
- Scalariformi
- Punteggiati (semplice e areolata)

I vasi possono essere:

- 1) Chiusi o TRACHEIDI- tipici delle Gimnosperme; meno evolute e meno specializzate, tipiche in ambienti poveri di acqua perché diminuiscono l'evaporazione. Le pareti trasversali delle tracheidi sono fortemente oblique, riccamente punteggiate e si mantengono integre (vasi chiusi); lume stretto e sono fortemente allungate.
- 2) Aperte o TRACHEE- tipici delle Angiosperme; le pareti trasversali delle trachee vengono più o meno degradate (vasi aperti), quasi completamente riassorbite; lume più largo e sono più corte.

Nelle Gimnosperme troviamo le fibrotracheidi.

Le gimnosperme hanno il legno OMOXILO, cioè formato solo da tracheidi (elementi che svolgono sia funzioni di sostegno, sia di conduzione). Le angiosperme hanno invece il legno ETEROXILO, cioè formato da trachee aperte (più funzionali delle tracheidi in ambienti tropicali e temperati) e da altre cellule che svolgono determinate funzioni; fibra con funzioni di sostegno, sclereide con funzioni meccaniche, cellula parenchimatosa con funzioni di riserva.

TESSUTI SECRETORI

Secrezione extracellulare espellono fuori dalle loro cellule le sostanze segregate

Secrezione intracellulare conservano dentro le cellule le sostanze riversandole nei vacuoli

Esterni (origine epidermica)

- Cellule epidermiche: ad essenze (petali), a resine (gemme), ad oleoresine (gemme)
- Peli ghiandolari: a testa s. unicellulare (digitale, geranio), a testa s. pluricellulare (labiate, luppolo), peli urticanti (ortica), peli di piante insettivore
- Nettari: fiorali (piante agrumarie), extrafiorali (lauroceraso, ricino)

Nettari producono soluzioni zuccherine che derivano dalla trasformazione della linfa elaborata,

perciò sono sempre in prossimità dei tessuti floematici. Il nettare proveniente dagli elementi cribrosi viene trasformato nelle cellule nettiferi grazie ad enzimi specifici.

Possono essere organizzati in modi differenti: possono essere costituiti da tricomi uni- o pluricellulari, da epidermidi o parenchimi specializzati (caratterizzati da cellule piccole, ricche di plasmodesmi e ribosomi, con citoplasma denso e grande nucleo).

Possono essere localizzati nel fiore (nettari fiorali) oppure al suo esterno, su parti vegetative della pianta (nettari extrafiorali), solo i primi sono direttamente associati con l'impollinazione, mentre i secondi hanno probabilmente la funzione di attirare insetti a scopo di difesa.

Il nettare si accumula nelle cisterne del reticolo endoplasmatico e del golgi e viene riversato all'esterno per fusione delle vescicole con il plasmalemma.

Interni (origine parenchimatica)

- Cellule ad essenza (idioblasti)
- Tasche: lisigene (ruta), schizogene (iperico), schizolisigene (frutti delle agrumarie)
- Canali resiniferi (pino)
- Canali laticiferi: articolati (sinciziali)
- Non articolati (apociziali)

Idioblasti

Interni (origine parenchimatica)

Tasche o canali schizogeni: derivano dall'ingrandimento di spazi intercellulari già esistenti (mirto, eucalipto)

Tasche schizo-lisigene: la formazione della struttura di secrezione e la liberazione del secreto avvengono sia per lisi sia per allontanamento schizogeno delle cellule interessate (pericarpo di arancio, limone)

Interni (canali laticiferi)

Costituiti da cellule vive, allungate, a volte ramificate, con citoplasma ridotto ad un piccolo strato a ridosso della parete cellulosa ed un grande vacuolo centrale contenente il lattice.

I laticiferi formano una fitta rete dentro la pianta, estesa lungo tutta la superficie interna (es. fico, papaveracee, euforbiacee)

Lattice = miscelanea liquida generalmente bianca, opaca, simile al latte.

Costituita principalmente H₂O e poli-terpeni, a cui sono mescolate altre sostanze: Sali, glucidi, acidi organici, glucosidi, alcaloidi, tannini, gomme, enzimi... il lattice è indotto ad uscire dalla pianta a seguito di lesioni che interessano i canali laticiferi.

Alcuni laticiferi contengono gomma naturale sotto forma di goccioline (hevea brasiliensis).

Interni (canali resiniferi)

Dotti che percorrono legno, corteccia e foglie aghiformi delle conifere.

I dotti sono circondati da cellule del parenchima del legno, mentre il lume è rivestito da cellule epidermiche che secernono i terpeni nel canale intercellulare.

La fuoriuscita, in seguito a lesione, è determinata dalla pressione interna di circa 70 atm.

Resina vegetale

Miscela liposolubile prodotta da una pianta, costituita da composti terpenici volatili e non volatili e/o di composti fenolici.

Le resine sono un gruppo complesso di sostanze solide (occasionalmente liquide) che tendono ad essiccarsi all'aria. Di composizione chimica assai variabile, sono prodotte dalle piante sia spontaneamente sia a seguito di uno stress (ferita, attacco di patogeni).

Probabilmente hanno la funzione di proteggere la pianta da insetti, funghi o altre infezioni, o di chiudere le ferite.

ANATOMIA

FUSTO O CAULE

Il fusto è l'organo che collega le foglie alle radici. Le sue funzioni sono fondamentalmente le seguenti:

- Porta l'organo fotosintetizzante (foglie) e lo espone, in modo ottimale, alla radiazione luminosa
- Trasporta la linfa grezza (acqua e Sali minerali) dalle radici alle foglie e la linfa elaborata (acqua e zuccheri) dalle foglie alle radici
- Insieme alle radici può funzionare da organo di riserva

Il fusto non va equiparato al germoglio; con questo termine viene indicato l'insieme del fusto con le foglie, i fiori e le gemme.

Germoglio: sistema di organi comprendente gemma apicale, foglie, fusto, rami, gemme

Ipocotile: tra radice e cotiledoni e meristema apicale

Fusto composto da:

- Nodo: punto in cui si inseriscono foglie, fiori e gemme
- Internodo: punto tra due nodi

Cono vegetativo o gemma apicale: apice meristemato che consente la crescita.

Esternamente sono presenti abbozzi fogliari chiusi per proteggere l'apice (perule)

Anatomia

Il cono vegetativo da origine al corpo primario del fusto grazie all'attività di una (pteridofite) o più (spermatofite) cellule iniziali. Queste derivano dalle cellule meristematiche dell'embrione.

Alla zona a struttura primaria può seguire, in alcune piante, la zona di struttura secondaria dove ai tessuti primari si aggiungono i tessuti secondari.

Il cono vegetativo dipende dal tipo di pianta

Pteridofite (felci)

Unica cellula apicale, divisione asimmetrica: dopo la divisione una rimane meristemato, l'altra si modifica

Angiosperme

Tunica esterna (strati L1 e L2)

Corpus interno (L3) divisione periclinale (la nuova lamella mediana che si forma e le corrispondenti pareti cellulari delle cellule figlie sono parallele alla superficie dell'organo nel quale avviene il processo).

Tunica: nuove cellule senza aumentare il numero di strati (tessuti tegumentali e protocorteccia)

Gimnosperme

Gruppo di cellule iniziali indistinto formano tunica e corpus, in base alla divisione periclinale o anticlinale (piano perpendicolare)

Zona di determinazione

FOGLIA

È un organo della pianta dove viene svolta la fotosintesi. Per garantire una buona esposizione al sole le foglie hanno generalmente un aspetto laminare.

Le singole foglie sono posizionate intorno al fusto seguendo un modello fisso genericamente determinato e in modo tale che ognuna di esse non sia ombreggiata da quelle sovrastanti. La posizione e la forma vengono regolate geneticamente.

Filotassi -> modo in cui le foglie sono distribuite

Le singole foglie sono posizionate intorno al fusto seguendo un modello fisso geneticamente determinato e in modo tale che ognuna di esse non sia ombreggiata da quelle sovrastanti.

- Alternata = se su ogni nodo si inserisce una foglia.
- Opposta = se su ogni nodo si inseriscono due foglie

- Verticillata = se su ogni nodo si inseriscono più foglie
- Distica = (tipo di foglie opposte) se le foglie inserite su un nodo formano un angolo retto con quelle dei nodi adiacenti
- Elicoidale = (tipo di foglie alterne) una sola foglia per nodo e foglie inserite a spirale intorno al fusto

Morfologia

Piccolo = peduncolo che connette la lamina al fusto

Stipole = espansioni squamiformi alla base del piccolo

La presenza del picciolo:

- Favorisce mobilità fogliare rispetto alla luce
- Consente alle foglie di essere agitate dal vento favorendo gli scambi gassosi e impedendo a fitofagi, microrganismi o polveri di depositarsi sulla lamina e consentendo quindi l'apertura degli stomi

Anatomia - Epidermide

Deve essere impermeabile e trasparente per favorire la fotosintesi nel sottostante mesofillo.

Gli stomi sono generalmente presenti in maggior numero sulla pagina inferiore, ma non mancano eccezioni come gli stomi presenti sulla pagina superiore delle foglie galleggianti.

In ambienti secchi adattamenti frequenti sono:

- Epidermide pluristratificata e cripte stomatiche come nell'oleandro (presenza di molta luce)
- Tricomi riflettenti la luce sulla pagina superiore come nei semprevivim) o che rallentano la traspirazione sulla pagina inferiore.

Struttura fondamentale: epidermide superiore -> mesofillo -> epidermide inferiore

Anatomia - epidermide, stomi

- Foglie ipostomatiche: stomi solo quella pagina inferiore (foglie bifacciali), più frequente in quando gli stomi non sono a diretto contatto con la luce solare e questo diminuisce l'evaporazione dell'acqua.
- Foglie epistomatiche: con stomi solo sulla pagina superiore (bifacciali natanti di piante acquatiche, esempio ninfea)
- Foglie anfistomatiche: stomi su ambedue le superfici fogliari (foglie equifacciali, esempio mais) hanno bisogno di molta acqua a causa degli stomi aperti.
- Foglie astomatiche: sono prive di stomi (ad esempio le foglie di piante sommerse)
- I tricomi in alcune piante (come l'ulivo) servono a riflettere parte della luce e a coprire gli stomi.

Anatomia_ fasci conduttori

I fasci conduttori che arrivano dal caule deviano verso la foglia, lo xilema che è interno seguendo la piega si ritrova all'esterno e il floema si ritrova all'interno.

Nervature = faschi che vengono dal caule

Nervature maggiori: uno o più fasci conduttori; attraversano l'interno mesofillo e trasportano acqua e nutrienti dal fusto alla foglia e fotosintati dai parenchimi clorofillani ai siti di utilizzo; sono dotate anche di tessuti meccanici

Nervature minori: un fascio conduttore; sono localizzate nel parenchima lacunoso e scambiano sostanze con cellule parenchimatice; le più piccole hanno solo xilema e floema o anche solo xilema.

Le nervature maggiori sono circondate da cellule parenchimatice con pochi o assenti cloroplasti, le minori possono essere circondate da uno strato di cellule parenchimatice che è detto guaina del

fascio (presente in alcune piante C3 e nelle piante C4, dove svolge anche funzione metabolica). Gli scambi di acqua, Sali minerali e fotosintati avvengono tramite queste cellule, che hanno una funzione simile a quella dell'endoderma della radice.

Anatomia – parenchima

Mesofillo. I tessuti compresi tra le due epidermidi sono indicati come mesofillo. Verso la superficie superiore è presente il parenchima clorofilliano a palizzata. Gli strati inferiori costituiscono il mesofillo lacunoso che permette alla CO₂ di diffondere rapidamente.

Due tipi di mesofillo:

- A palizzata. Cellule più allungate e appressate le une alle altre, superficie di scambio con l'esterno maggiore (fase luminosa della fotosintesi)
- Lacunose: forma più irregolare, meno cloroplasti

Certe foglie (denominate isofacciali) hanno parenchima a palizzata su entrambe le facce e il tessuto lacunoso o è centrale o può pure mancare. In queste foglie gli stomi sono presenti su entrambe le superfici.

Foglie probabilmente derivate da foglie dorsoventrali che dopo essersi ripiegate su se stesse hanno saldato i loro margini, prendendo forma di una specie di tubo cilindrico o appiattito con la parte ventrale all'esterno (epidermide esterna corrisponde ad epidermide inferiore). In queste foglie una delle due facce (generalmente la superiore) viene a mancare.

Le foglie unifacciali si distinguono dalle isofacciali per la disposizione dei fasci.

Foglia bifacciale xeromorfa (xerofite); esempio: Nerium oleander

- Adattamenti xeromorfici
- Spessa cuticola
- Epidermide superiore pluristratificata (talora anche per la riserva d'acqua, peperomia)
- Frequente ipoderma meccanico (sclerofille, Yucca, ficus)
- Tessuto a palizzata stratificato
- Tessuto lacunoso compatto
- Epidermide inferiore anche associata con un ipoderma acquifero
- Stomi infossati, anche all'interno di cripte stomatiche

Foglia bifacciale natante (idrofitte); esempio: Nymphaea odorata

- Stomi sulla pagina superiore (foglie epistomatiche)
- Tessuto lacunoso cospicuo e con ampi spazi aeriferi
- Presenza di sclereidi (contro il collasso degli spazi aeriferi)
- Piccioli ricchi di aerenchima (galleggiamento, diffusione dei gas)

Genesi e Sviluppo

Secondo modello tunica corpus:

- Epidermide sempre originata dallo strato L1 della tunica;
- Se tunica monostratificata (monocotiledoni e gimnosperme) il mesofillo fogliare deriva dal corpus;
- Se tunica bistratificata la porzione esterna del mesofillo è formata dallo strato L2 quella interna dal corpus (strato L3).

Inizialmente la bozza è formata solo da protoderma e meristema fondamentale in seguito si originano cordoni procambiali.

Formazione lamina:

- Inizialmente a carico del meristema apicale della foglia, successivamente dovuta all'attività di un meristema intercalare alla base della foglia;
- Accrescimento in larghezza dovuto a meristemi marginali;
- I meristemi fogliari hanno attività limitata, dopo accrescimento dovuto a distensione (ad eccezione meristema basale indefinitamente attivo nelle poaceae).
- Seguono si originano cordoni procambiali.

Abscissione fogliare

Abscissione: separazione delle foglie dal fusto. Si realizza attraverso due strati:

strato di separazione- formato da c. piccole con parte sottile. Dopo aver riposto nel fusto elementi ancora utilizzabili (ioni Mg, zuccheri), alcuni enzimi indeboliscono la lamella mediana e idrolizzano le pareti di cellulosa.

Strato protettivo- posto sotto lo strato di separazione e formato da cellule parenchimatiche suberificate per isolare i tessuti tra foglia e fusto. La cicatrice fogliare è la traccia della foglia caduta e corrisponde allo stato protettivo. La caduta delle foglie è stimolata da una diminuita produzione di auxina (ormone che normalmente inibisce l'attività delle cellule della zona di abscissione) che si verifica quando una foglia è danneggiata, vecchia o all'inizio della stagione sfavorevole nelle caducifoglie.

Particolari tipi di foglie: cotiledoni

Prime foglie della pianta che si formano allo stadio embrionale

- In semi privi di endosperma (girasole, pisello) i cotiledoni sono carnosì e con funzione di riserva
- In semi con endosperma abbondante i cotiledoni hanno funzione di assorbire le sostanze dall'endosperma e trasferire alla plantula
- Generalmente hanno struttura e dimensioni diverse rispetto alle vere foglie e vita breve
- In alcuni casi (fagiolo) inverdiscono e svolgono limitata fotosintesi.

Particolari tipi di foglie: foglie delle conifere

Ago di pino:

- Pareti esterne cellule epidermiche sono spesse, lignificate e ricoperte da cuticola
- Stomi infossati al di sotto superficie fogliare
- Ipoderma, strato privo di spazi intercellulari sotto l'epidermide
- Cellule del tessuto fondamentale hanno pareti ispessite e sono prive di spazi intercellulari
- Canali resiniferi nel mesofillo paralleli all'asse principale della foglia
- 2 fasci conduttori circondati da tessuto di trasfusione (costituito da cellule parenchimatiche e tracheidi) coinvolto nel trasporto tra mesofillo e fasci conduttori. Il tessuto di trasfusione è circondato dall'endoderma.

Modificazioni della foglia -> i fiori derivano dalla modificazione della foglia

RADICE (fatto 24)

La radice è la parte del corno ipogea a contatto col terreno, le sue funzioni sono le seguenti:

- Ancoraggio al terreno e sostegno delle parti epigee
- Assorbimento dell'acqua e dei Sali minerali
- Conduzione della linfa elaborata
- Organo di riserva
- Produzione di ormoni (citochine e gibberelline) che armonizzano lo sviluppo delle parti epigee con quella ipogea

Morfologia

La prima radice della pianta è detta radice principale e deriva dalla radichetta embrionale. Possiamo avere due casi:

se la radice principale persiste per tutta la vita della pianta le radici laterali si originano da essa, gli apparati radicali vengono detti allorizzici e si distinguono in:

- Apparati a fittone
- apparati fascicolati

Gli apparati radicali vengono detti omorizzici, come nelle Pteridofite, quando si originano dal caule.

Anche nelle Monocotiledoni si può avere un apparato omorizzico, di tipo secondario, quando la radice principale muore e viene sostituita da altre radici che si originano dal caule.

Anatomia

Cuffia: tessuto di protezione che ricopre apice e protegge l'apice radicale dall'abrasione durante la penetrazione del suolo

Apice radicale: responsabile dell'aumento del numero di cellule della radice; in esso è localizzato meristema apicale

Zona di differenziazione: composta da cellule in via di differenziazione che si accrescono per distensione; detta anche zona liscia.

Zona pilifera: caratterizzata dalla presenza di peli radicali; fa parte della zona a struttura primaria

Zona a struttura primaria: caratterizzata da cellule che hanno completato la crescita; in questa zona si formano le radici laterali.

Zona a struttura secondaria: caratterizzata da tessuti originati dall'attività dei meristemi secondari

Zona di determinazione molto piccola tra la zona di differenziazione e meristema

Anatomia: cuffia o caliptra

Le cellule della cuffia hanno nuclei poliploidi, reticolo endoplasmatico sviluppato e un ridotto apparato vacuolare. Si distinguono le cellule della columella (contengono statoliti) e le cellule periferiche che si sfaldano formando una sostanza mucillaginosa.

Gli statoliti sono granuli di amido che indicano la direzione della gravità all'apice (indirizzano il geotropismo positivo della radice).

La cuffia si sfalda nella crescita ma viene riprodotta continuamente dalle cellule del caliptrogeno (cellule iniziali adiacenti al meristema dell'apice). È stato calcolato che, dalla formazione alla sua eliminazione, una cellula della cuffia dura 5 giorni. È formata da pochi strati di cellule e non supera i 500-600 μm, ma in alcune specie può raggiungere la lunghezza di alcuni millimetri.

Anatomia: apice radicale

Oltre alla cuffia il meristema apicale produce tutti gli altri tessuti.

Le cellule della porzione centrale del meristema apicale si dividono molto raramente e formano il centro quiescente. Le cellule adiacenti al centro quiescente sono invece molto attive e la velocità di divisione aumenta con la distanza dal centro quiescente.

Anatomia: zona di differenziazione

Zona di differenziazione: adiacente all'apice meristemato termina in corrispondenza della struttura primaria.

Nella zona di differenziazione o distensione si possono riconoscere:

- Il procambio che darà origine al cilindro centrale
- Il meristema fondamentale che darà origine alla corteccia
- Il protoderma che darà origine al rizoderma

Anatomia: zona a struttura primaria

Nella struttura primaria si distinguono:

- Rizoderma
- Cilindro corticale
- Cilindro centrale
- Rizoderma

Cellule con parete cutinizzata; è privo di stomi ed ha funzione assorbente, accentuata dalla presenza dei peli radicali, ha vita breve e presto viene sostituito dall'esoderma.