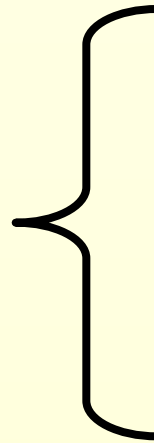


RIZOSFERA

volume di suolo che subisce l'influenza delle radici



Esterna

Interna

Rizopiano = interfaccia
suolo-radice

Nella rizosfera troviamo :

1. *Microrganismi* → associazione radici- microrganismi

- possono svilupparsi sia all'esterno che all'interno delle radici
- possono ricoprire fino al 10% della superficie radicale
- Influenza reciproca sullo sviluppo delle specie microbiche

• **Inibizione** della crescita radicale → Fitotossine

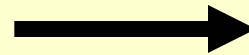
• **Stimolazione** della crescita radicale → Micorrize

2. Materiali organici liberati dalle radici:

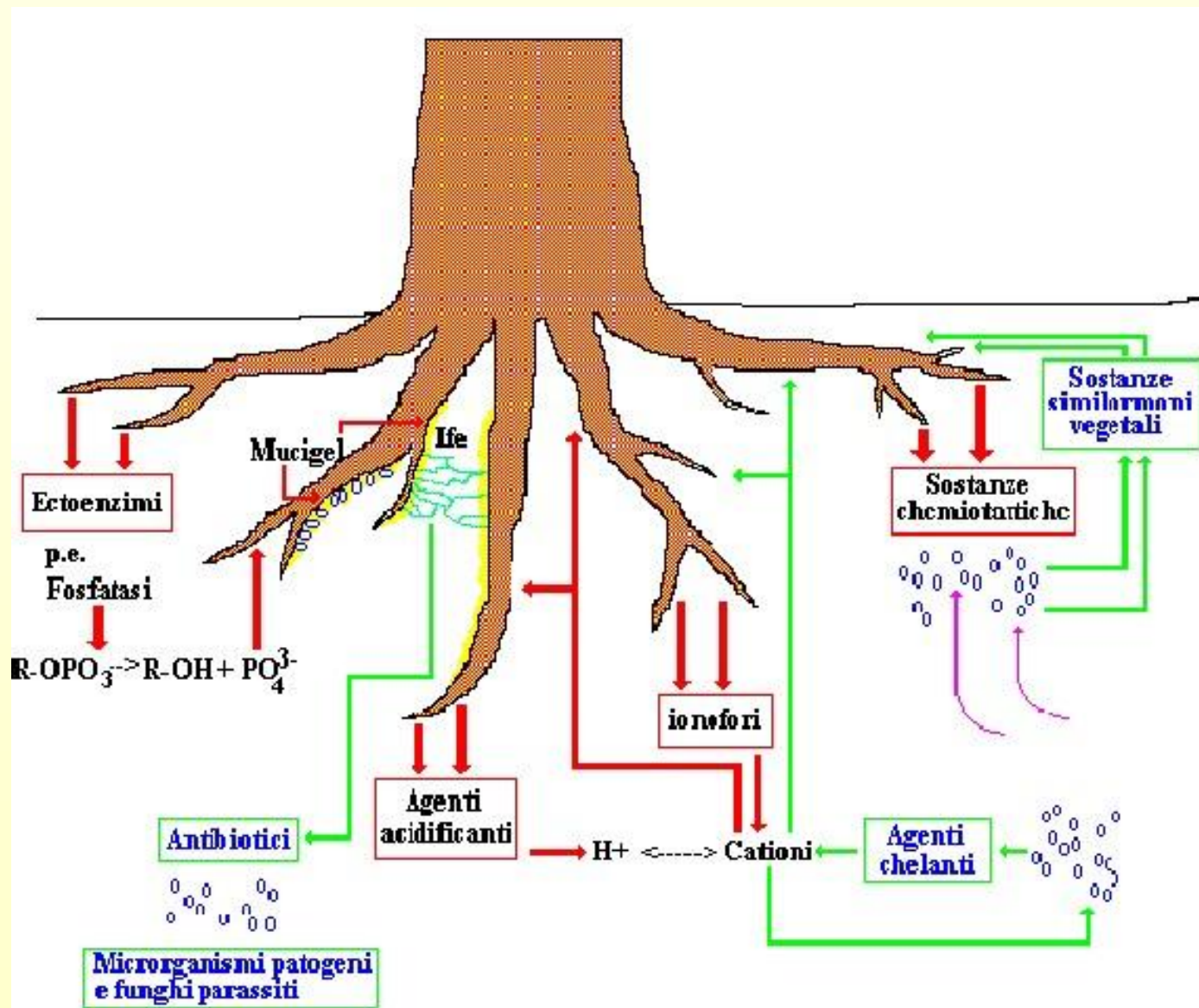
- **Essudati** composti a basso peso molecolare
- **Ectoenzimi** (fosfatasi)
- **Lisati** prodotti da autolisi delle cell epidermiche più vecchie e dall'attività batterica
- **Mucillagini** composti complessi di natura polisaccaridica

La rizosfera è un ambiente altamente reattivo:

- Notevole attività biologica
- Reazioni di complessazione e redox
- Elevata concentrazione di H⁺



**Aumento della
disponibilità di
nutrienti per le
piante**

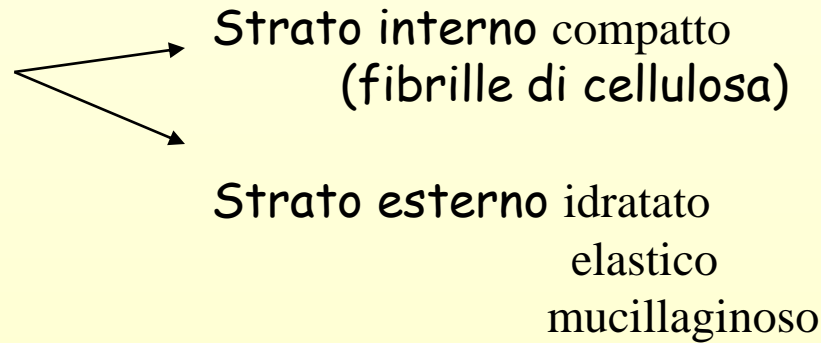


Interfaccia suolo-radice

Le parti più giovani della radice sono le più attive metabolicamente:

- Elevato assorbimento
- Produzione di essudati

Le **pareti cellulari**
Complesso strutturale
multilamellare

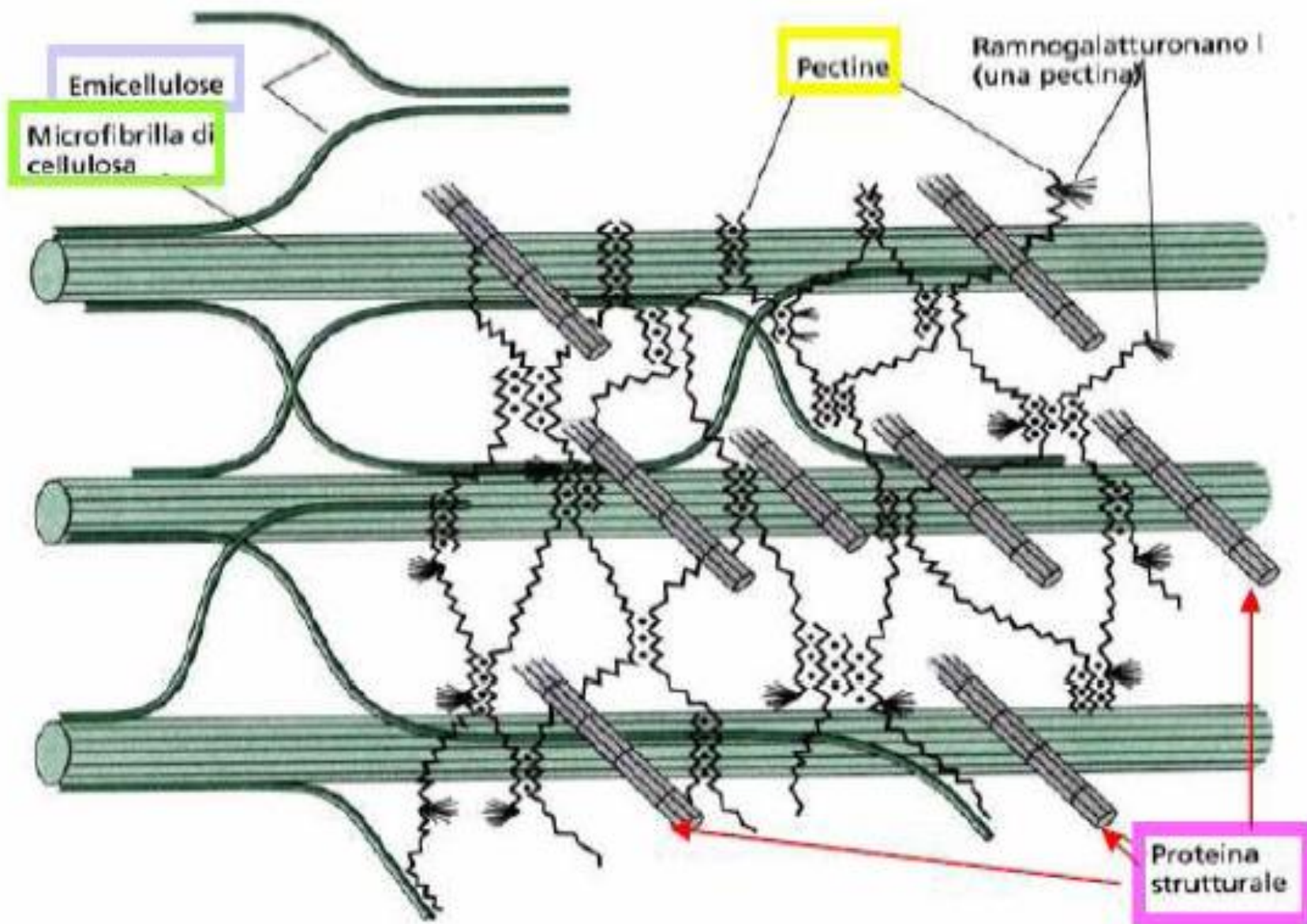


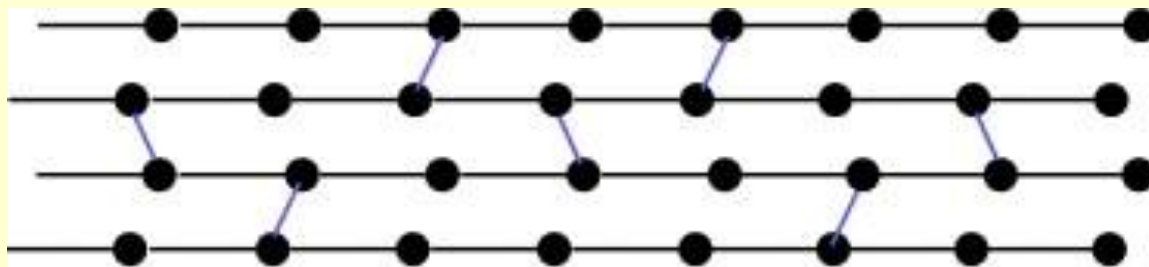
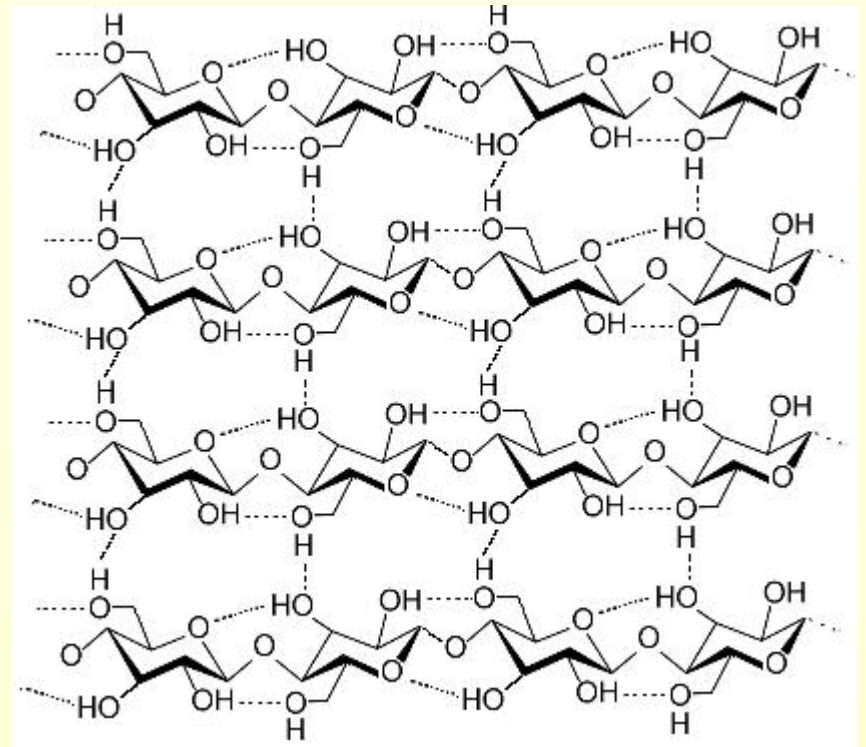
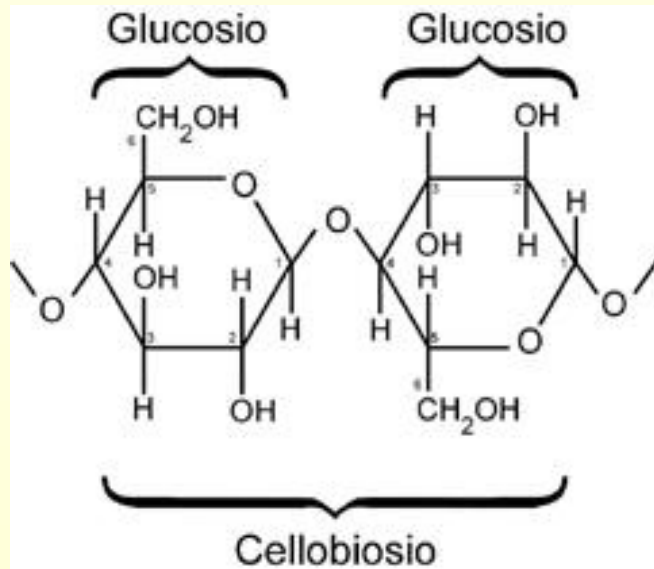
Film mucillaginoso all'interfaccia suolo-parete
cellulare continuamente liberato dallo strato esterno
dell'epidermide

Le mucillagini

favoriscono

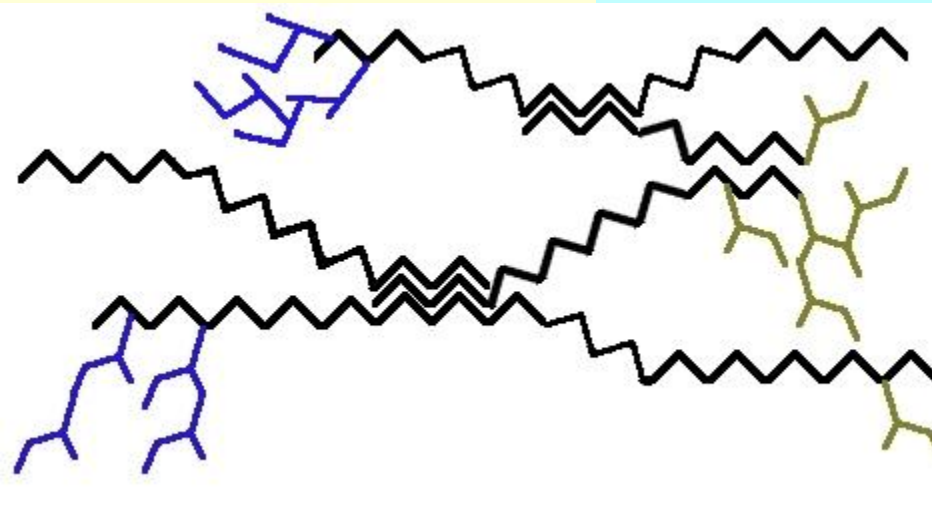
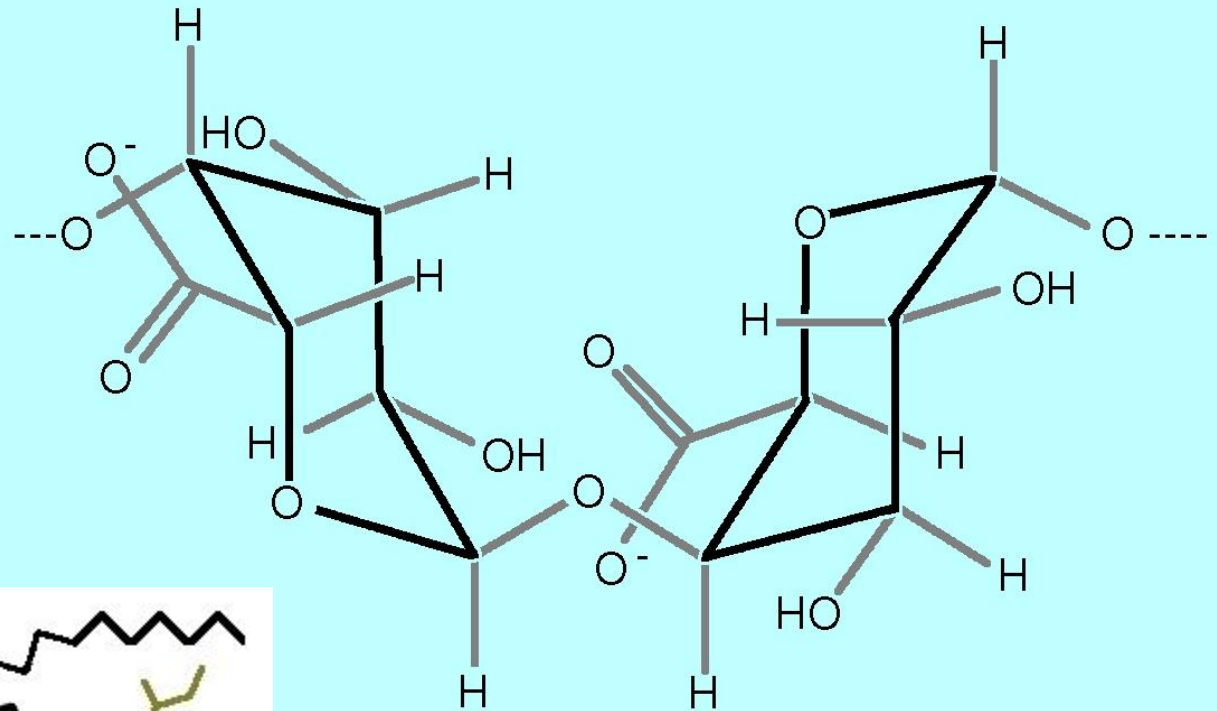
-
- Penetrazione delle radici
 - Processi di scambio
 - Accumulo di nutrienti
 - Colonizzazione microbica





PECTINA

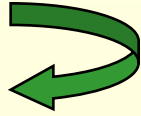
Due molecole di Acido- α -D-Galatturonico



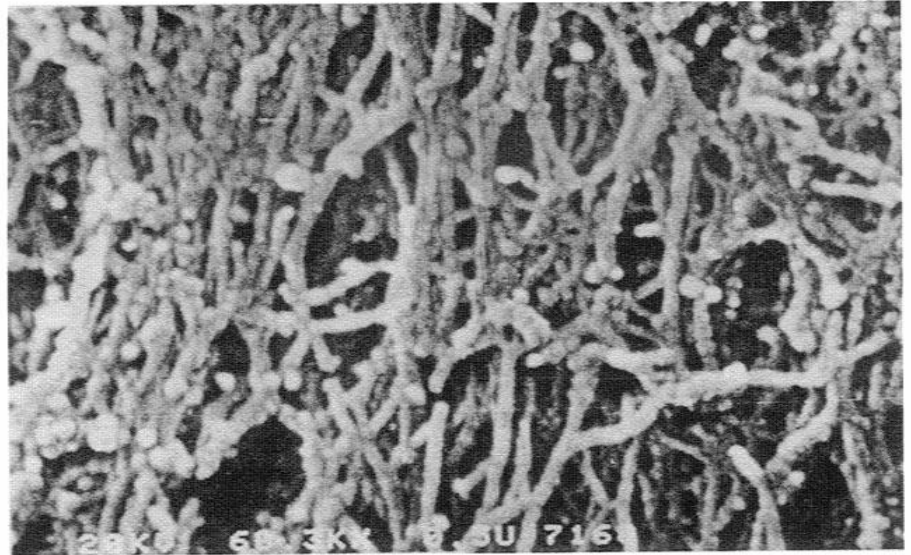
Sono polimeri lineari, costituiti da zuccheri acidi, in prevalenza da acido glucuronico e acido galatturonico, con interposte molecole di xilosio, ramnosio e galattosio.

L'interfaccia mucillaginosa ha struttura fibrillare

Le fibrille intrecciandosi



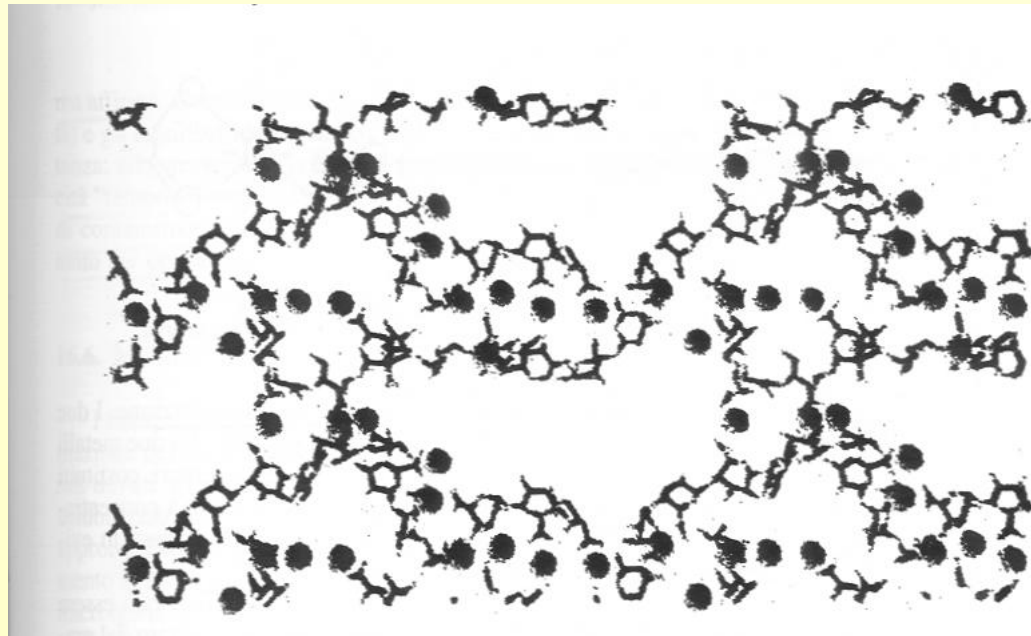
Corpo poroso
con spazi liberi e
comunicanti



- Reticolazione dei biopolimeri (pectine)

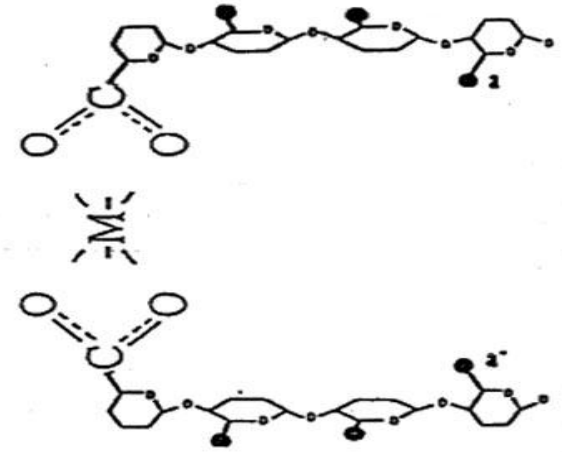
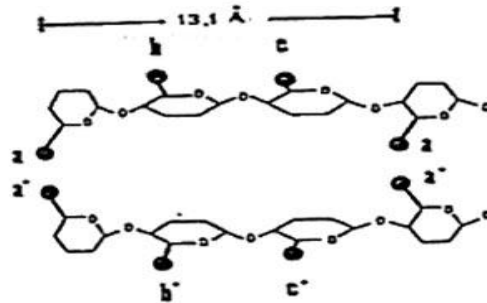


Strato spugnoso



Reticolazione dei biopolimeri fra gr. COO^- delle pectine e ioni Ca^{2+} in soluzione

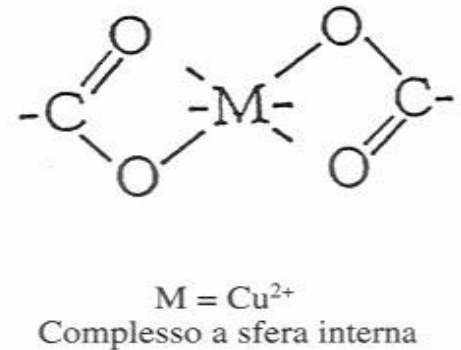
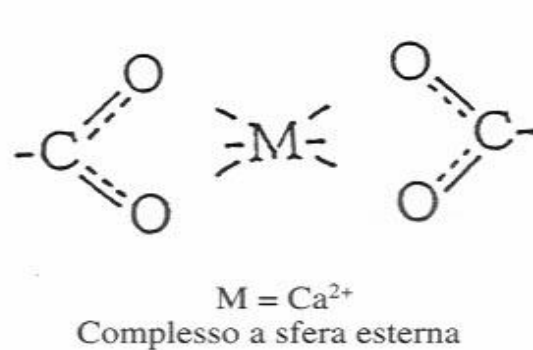
Formazione di Ponti ionici stabilizzati da legami H



Il volume dello Spazio libero dipende dalle interazioni dei metalli con i biopolimeri:

• **Complesso a sfera aperta:** $\text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$ di idratazione ampio grado di idratazione del reticolo **notevole elasticità e ampio volume dello spazio libero**

• **Complesso a sfera interna:** è stabile **volume ridotto dello spazio libero**



E' importante l'affinità degli ioni per i biopolimeri della componente pectica

L'interazione ione-reticolo dipende :

- caratteristiche dello ione
- pH \longrightarrow modificazione carica superficiale

Divisione in 3 gruppi:

1. Specie chimiche con
scarsa affinità

{ Molecole neutre di opportune
dimensioni

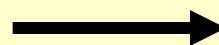
2. *Specie ad alta affinità*
Complessi a sfera aperta

{ Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} ,
 Mn^{2+} , Zn^{2+}

3. Specie legate come
Complessi a **sfera interna**

{ Cu^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+}

Fissazione nell'apoplasto



movimento molto lento

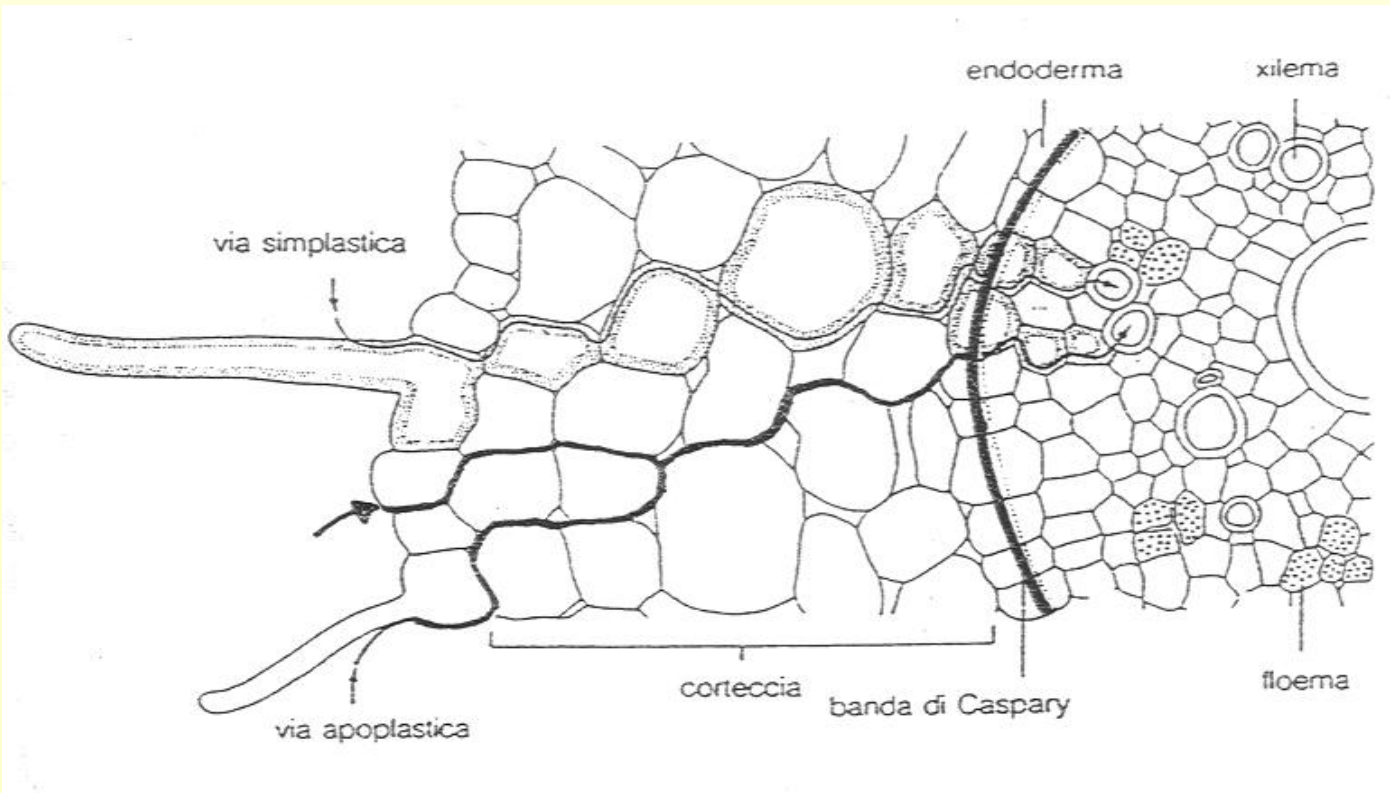
Il sistema poroso, degli spazi liberi non è un'esclusiva della Interfaccia suolo-radice, ma anche all'interno della radice:

Pareti cellulari + Spazi intercellulari



Sistema apoplastico di trasporto

- Superfici radicali delle cellule del rizoderma
- Pareti e spazi intercellulari della corteccia

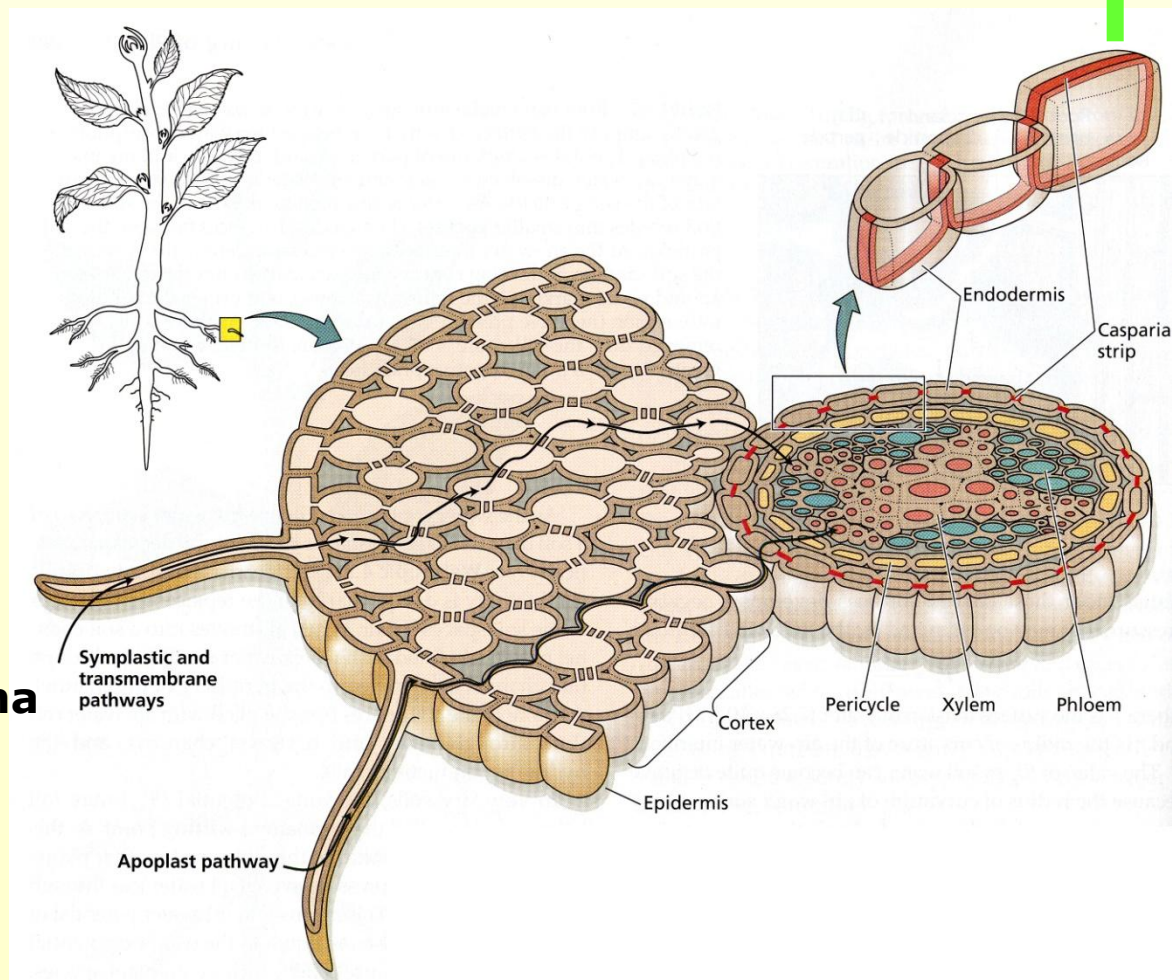


Il volume dello spazio libero ~ 10% del volume totale delle giovani radici

TRASPORTO RADIALE

Assorbimento dell'H₂O dalle radici

I peli radicali aumentano enormemente la superficie disponibile per l'assorbimento.



Banda di Caspary
parete cellulare radiale nell'endodermid e impregnata di **suberina**

Apoplastica

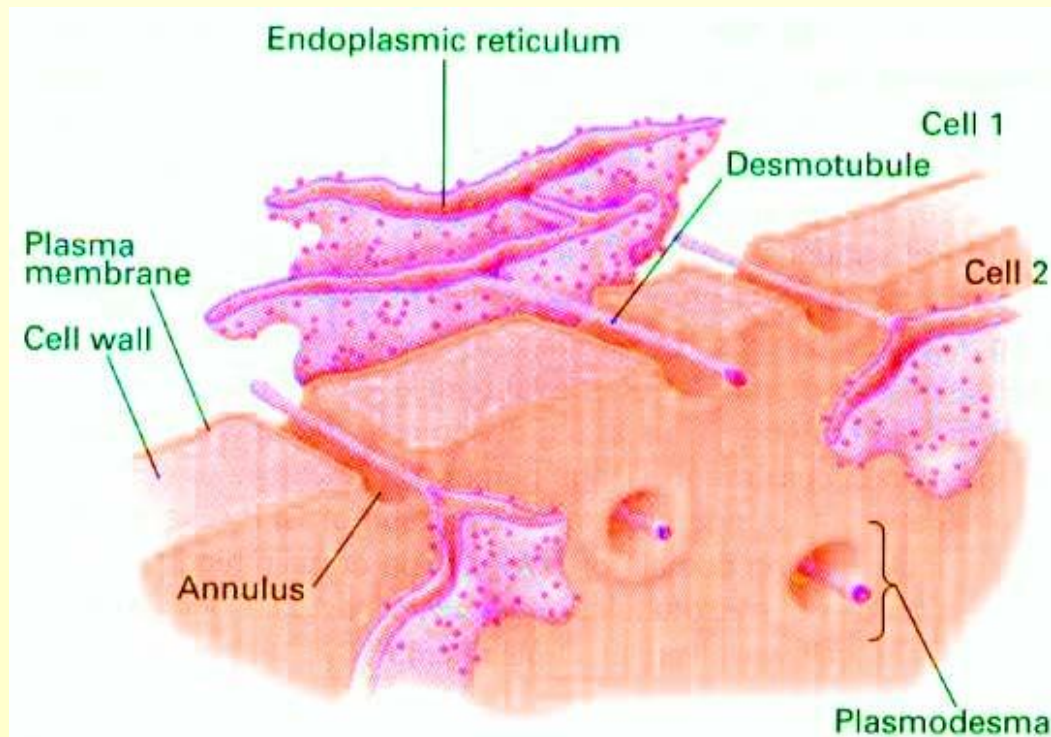
Transmembrana

simplastica

L'H₂O entra prevalentemente nella zona apicale che non è suberinizzata

- Il trasporto nel simplasto avviene tramite i **PLASMODESMI** = ponti citoplasmatici che attraversano le pareti cellulari collegando cellule vicine .

Presenza di **desmotubuli** = tubi di reticolo endoplasmatico (R.E.) intorno al poro .



*a livello del
manicotto
citoplasmatico
avviene il
passaggio di
H₂O e soluti.*

3 TAPPE principali nella traslocazione dell' H₂O

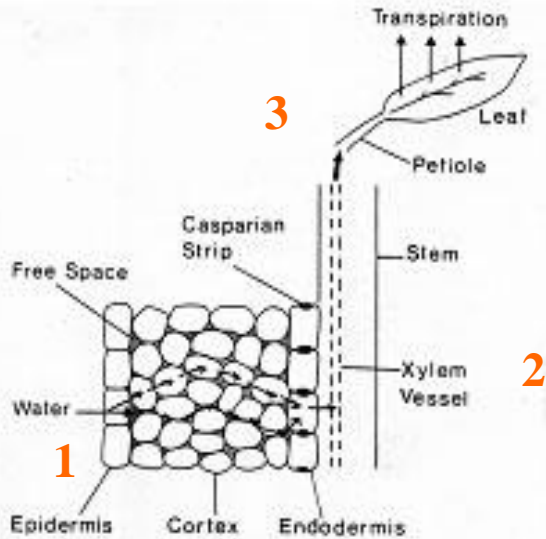


Fig. 4.4 Water pathways in the higher plant.

1. Trasporto centripeto, a breve distanza:

Tessuti corticali → vasi xilematici
radicali → cilindro centrale

2. Trasporto verticale, a lunga distanza:

Radici → Foglie

3. Rilascio dell' H₂O come gas:

Interfaccia pianta - atmosfera

$$\Psi_{\text{ATMOSFERA}} < \Psi_{\text{SUOLO}}$$

Questa differenza è la forza trainante dell' H₂O

da Suolo → alla pianta → all'atmosfera

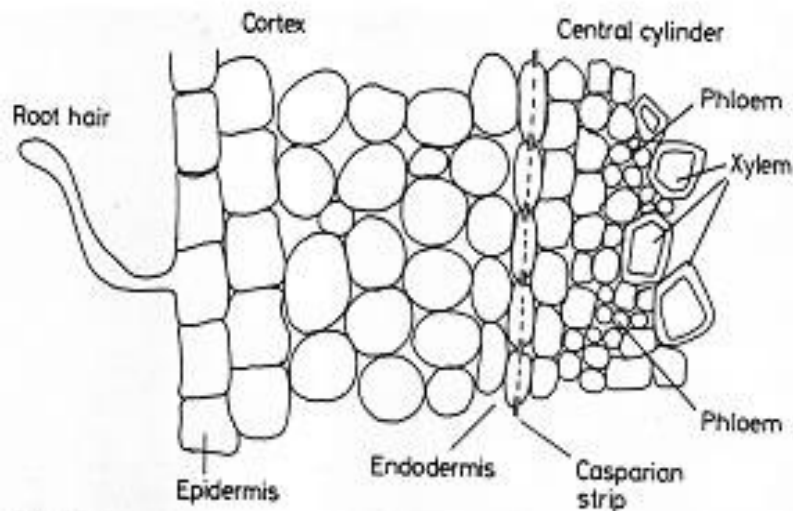


Fig. 4.5 Transverse section of a young root.

Nella **pianta** il **potenziale idrico** Ψ_t è rappresentato diversamente rispetto al suolo:

$$\Psi_t = \Psi_p + \Psi_s + \Psi_m$$

Ψ_p = **potenziale di pressione**, uguale alla *pressione idrostatica*

- può essere una componente positiva come Pressione di turgore esercitata dall'acqua nelle cellule
- può essere componente negativa come nello xilema delle piante che traspirano

Ψ_s = **potenziale osmotico** dovuto alla *presenza di soluti* che determinano una

- Diminuzione dell'attività dell'acqua e una
- Riduzione del potenziale chimico

Ψ_m = **potenziale di matrice**

dovuto alle forze di imbibizione o adsorbimento di acqua.

Ψ_m è *importante nel suolo ma nelle cellule è trascurabile.*



$$\Psi_t = \Psi_p + \Psi_s$$

Lo xilema è costituito da 4 tipi di cellule:

1. Fibre
2. cellule parenchimatiche
3. tracheidi
4. articoli dei vasi (o trachee)

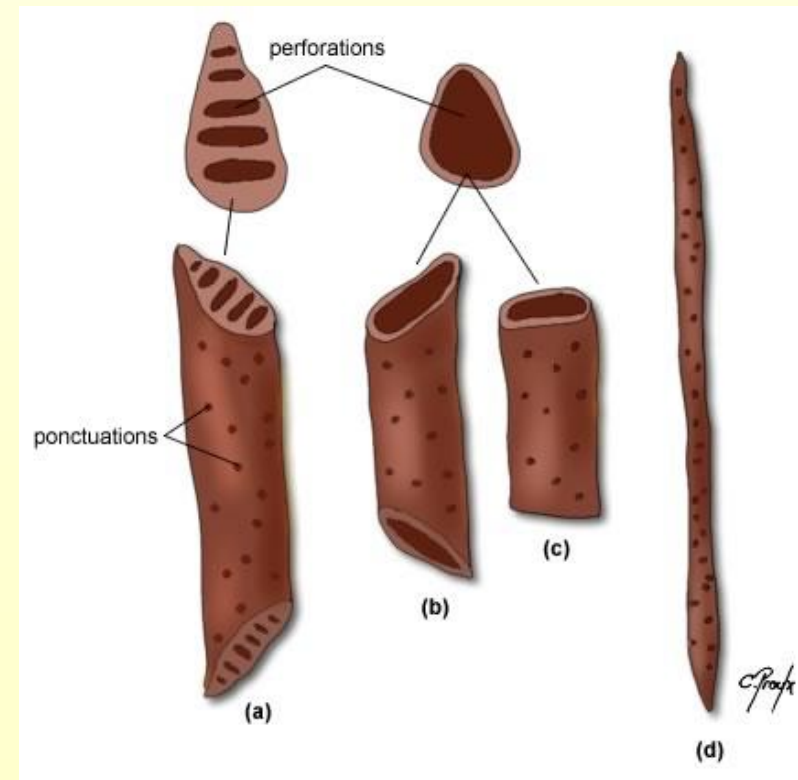
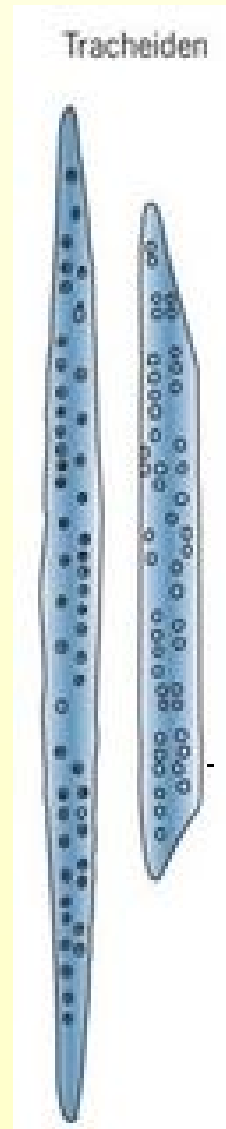
Le **cellule parenchimatiche** formano dei raggi che decorrono radialmente

Tracheidi e articoli dei vasi decorrono longitudinalmente

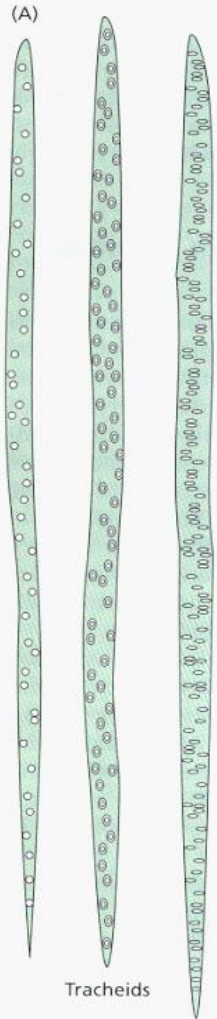
*Le gimnosperme (conifere)
hanno solo tracheidi*

*Nelle angiosperme (piante a fiore) si
trovano tracheidi e trachee*

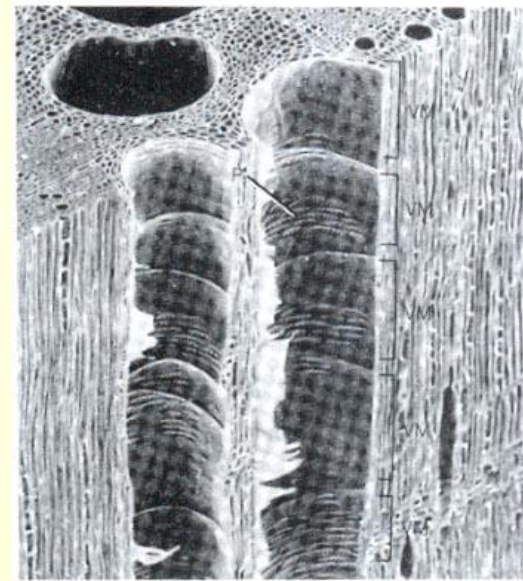
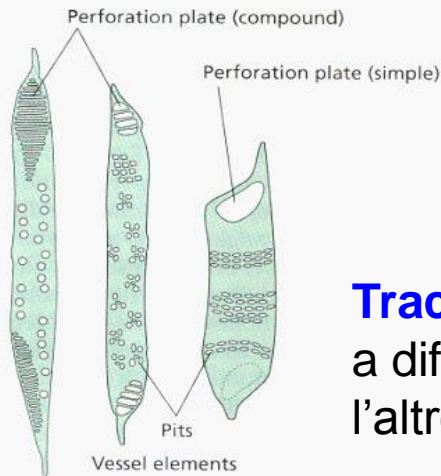
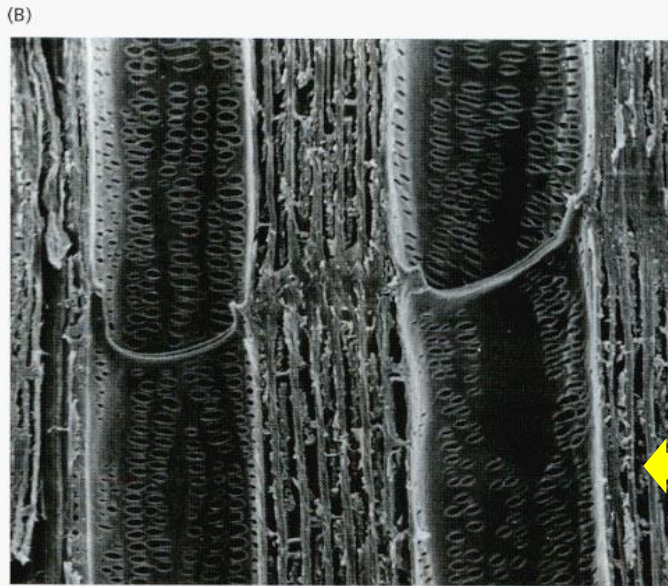
anche
nel floema



XILEMA struttura specializzata per il trasporto dell'H₂O con la massima efficienza



tracheidi



sovrapposizione di elementi vasali a formare un vaso

le tracheidi e trachee sono cellule morte. Tubi cavi rinforzati da pareti secondarie lignificate

Trachee o articoli dei vasi

a differenza delle Tracheidi sono impaccate uno su l'altro

Nelle *tracheidi e trachee*

i protoplasti muoiono e sono assorbiti da altre cellule

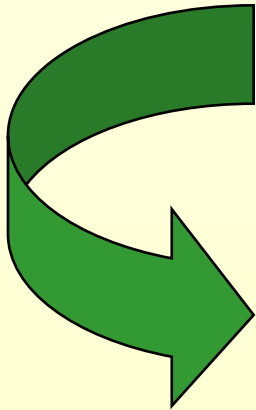
prima della morte : modificazioni importanti ai fini del flusso dell'acqua

- Formazione di una *parete secondaria fortemente lignificata* :

notevole robustezza per impedire lo schiacciamento per effetto delle tensioni;

Le pareti lignificate non sono permeabili all'acqua

- Presenza di *punteggiature*: sottili fori rotondi in cui è presente solo la parete primaria



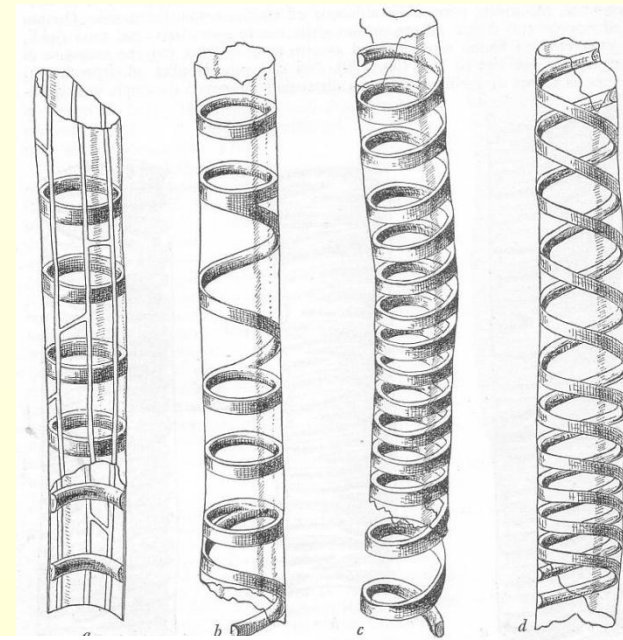
Le tracheidi hanno estremità affusolate e la presenza di punteggiature consente la salita verticale dell'acqua.

Le punteggiature sulle pareti trasversali consentono anche il trasporto fra cellule adiacenti

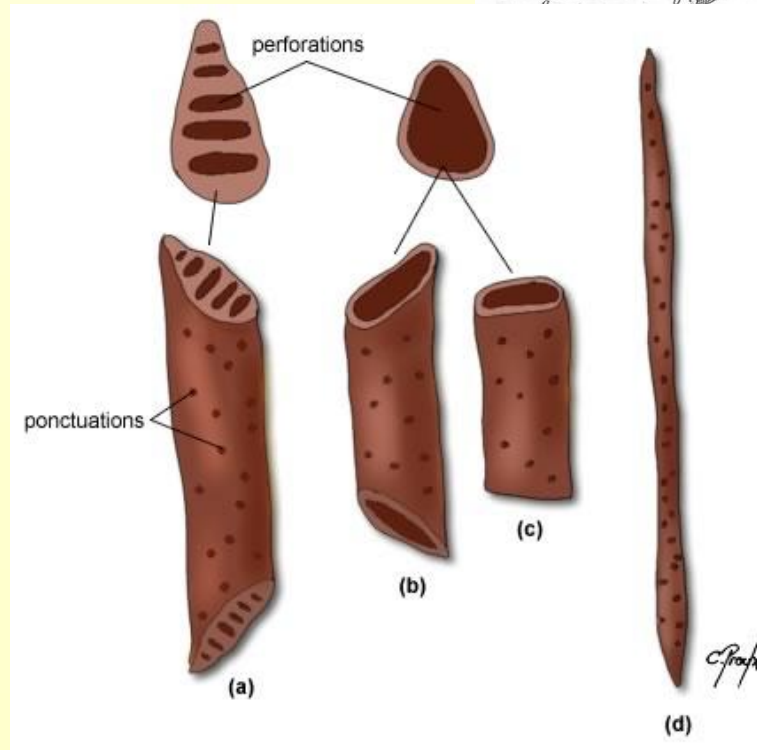
Gli **articolati dei vasi o trachee** sono rinforzati da anelli, spirali o altri tipi di ispessimenti.

Le pareti trasversali presentano delle **perforazioni semplici o multiple** → rapido passaggio dell'acqua

La velocità del flusso è maggiore rispetto alle tracheidi



...ralato; c, vaso spiraleto; d, vaso doppiamente spi-
(da BONNIER).



E' stato calcolato che per la maggior parte degli alberi sono richiesti gradienti di potenziale idrico nell'intervallo:

$$0,05 < \Psi_t < 0,2 \text{ atm/m}$$

- Il trasporto di acqua dalle radici alle foglie deve bilanciare le perdite per traspirazione
- Le strutture xilematiche consentono velocità di flusso molto elevate, ma notevolmente variabili da pianta a pianta

Tab. 17.1 – Velocità di trasporto dell'acqua in diversi tipi di piante

| | Velocità (m.h⁻¹) |
|--|------------------------------------|
| Conifere | 1,2 |
| Essenze mediterranee sempreverdi | 0,4-1,5 |
| Latifoglie a trachee strette (acero, pioppo) | 1-6 |
| → Latifoglie a trachee larghe (olmo, frassino) | 4-44 |
| Piante erbacee | 10-60 |
| Liane | 150 |

- Le specie con resistenza al flusso più bassa:

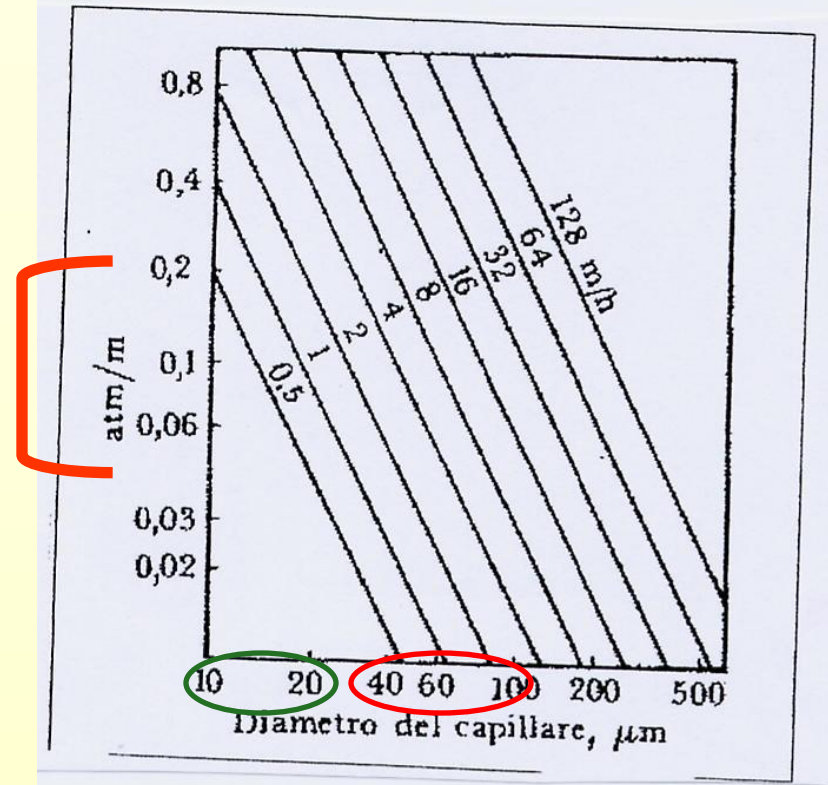
latifoglie a trachee larghe

→ velocità di trasporto più elevate

Relazione che intercorre fra:
Gradiente di potenziale idrico e velocità di trasporto
assimilando i vasi conduttori a dei capillari

Il diametro delle **tracheidi** = 10 – 25 μm
 Il diametro delle **trachee** = 40-80 μm
 anche 500 μm


I valori teorici non sono reali
Le trachee non si comportano
come capillari ideali
presentano una resistenza 5
volte maggiore



| | % dei valori teorici |
|----------------------------|----------------------|
| Liane | 100 |
| Quercia (radici) | 53-84 |
| Abete | 26-43 |
| Betulla (radici) | 34,8 |
| Pioppo (fusto) | 21,7 |
| Piante erbacee e arbustive | 12-22 |

CARICAMENTO DELLO XILEMA

I vasi xilematici sono spazio apoplastico per mancanza di citoplasma:

Passaggio simplasto  **apoplasto (xilema)**

- *È un trasporto mediato da carrier*

- *E' un trasporto attivo :*

Esistenza di una **pompa protonica** sulla membrana delle cellule parenchimatiche:



ioni H^+ vengono pompati nello xilema


acidificazione del pH xilematico (5.2-6.0)



Gli H^+ agiscono da controioni nel trasporto di **cationi**

rilascio di ioni K^+ e Ca^{2+}

dalle cellule del parenchima al vaso xilematico


Gli **anioni** entrano per gradiente elettrico:  **Lo xilema è carico +**

- Il rilascio di ioni nello xilema è condizionato da:

*Disponibilità di O_2 e di Carboidrati nelle radici
per rifornire di energia il trasporto attivo*

Il sistema di caricamento dello xilema è regolato indipendentemente dall'assorbimento radicale.

Il rilascio di ioni nello xilema provoca:

Aumento Ψ_{osmotico}  Diminuzione Ψ della pianta

Richiamo di H_2O dall'esterno  Aumento della pressione idrostatica Ψ_p

pressione radicale



Spinta di H_2O e soluti verso l'alto

La pressione radicale diminuisce salendo verso l'alto

Il processo determinante e prevalente

per assicurare la risalita dell' H_2O è la

pressione negativa esercitata dalle foglie

in seguito alla traspirazione (Suzione = Tensione)

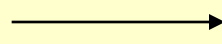
La forza motrice è il gradiente decrescente di Ψ

dal suolo all'atmosfera

TEORIA DELLA COESIONE

- La **coesione** è dovuta ai legami fra le molecole di H_2O lungo la via di scorrimento \longrightarrow **tensione** che si trasmette verso il basso, fino alle radici e al terreno.
- Esistenza di **forze di adesione** :
attrazione fra molecole di H_2O e pareti cellulari
- Una interruzione della catena di molecole di H_2O

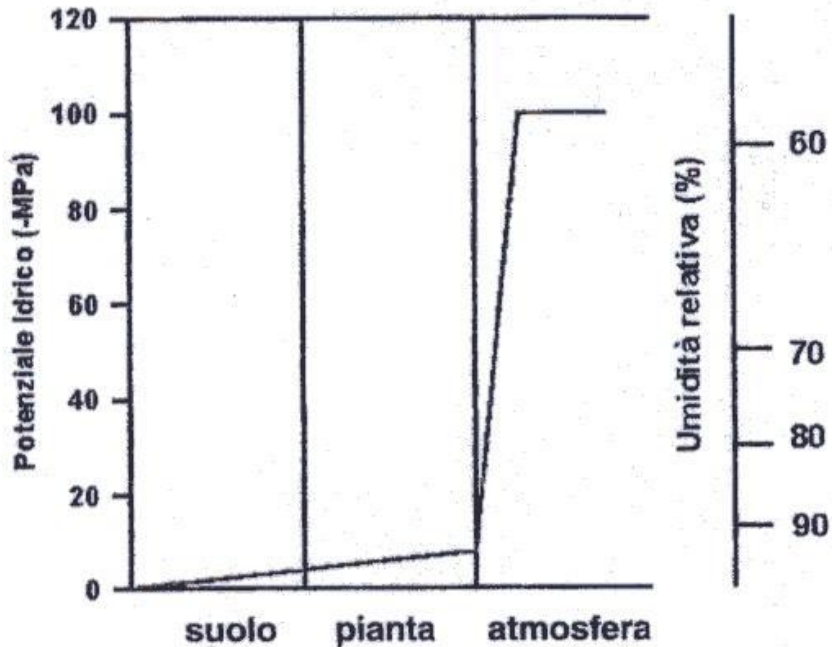
Formazione di bolle di aria



Cavitazione



Blocco della Traspirazione



Il potenziale idrico dell'acqua nell'atmosfera si calcola sulla base della relazione che considera

T= temperatura e

UR= umidità relativa

$$\Psi = -10,7 \times T \times \log 100/UR$$

$$0,1 \text{ MPa} = 1 \text{ Bar}$$

Le forze di coesione legano le molecole di H₂O



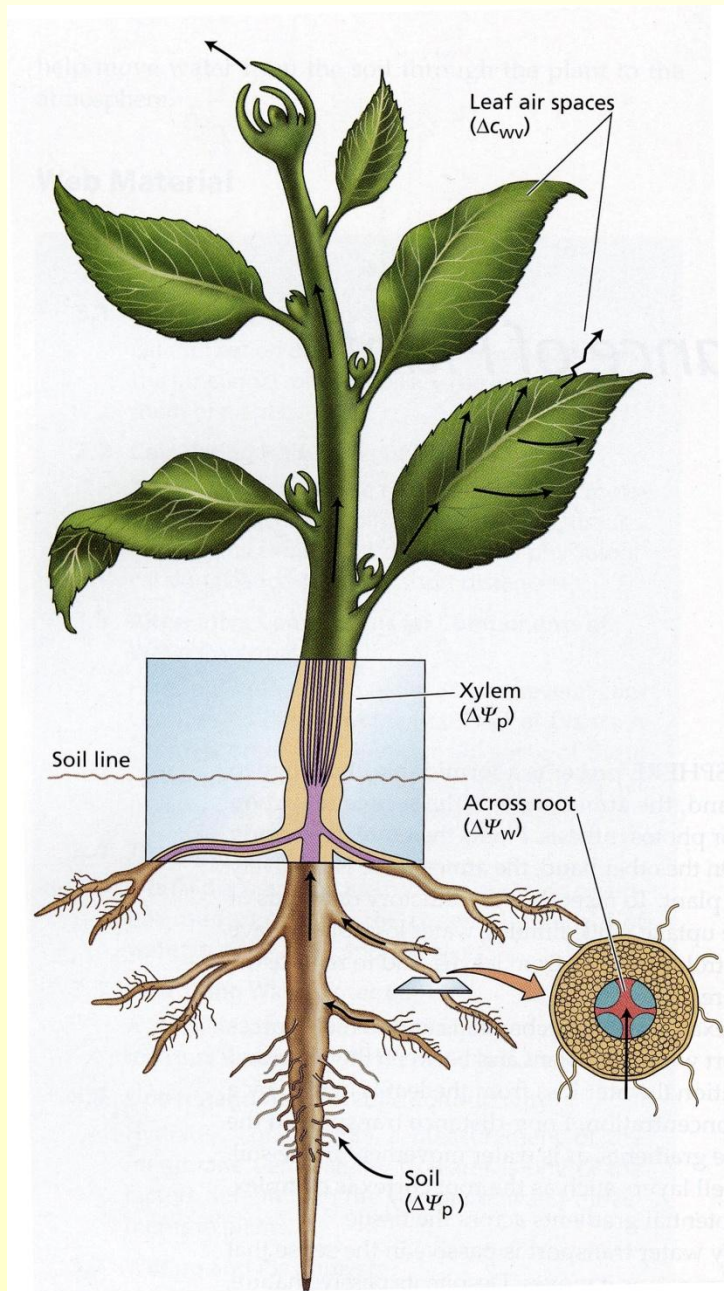
Sistema continuo di acqua

dalle radici

(superfici assorbenti)

alle foglie

(superfici evaporanti)



meccanismi e forze motrici per il trasporto dell'acqua

gradiente di concentrazione del vapor d'acqua nella traspirazione

gradiente di pressione nel trasporto a lunga distanza nello xilema

gradiente di potenziale idrico nella radice

gradiente di pressione nel suolo

FATTORI che influenzano *velocità e composizione* del succo xilematico

1. Aumento della concentrazione ionica nel mezzo esterno

Incremento del contenuto ionico nel succo xilematico

Diminuzione del flusso per abbassamento del gradiente di concentrazione fra mezzo esterno e succo xilematico

Riduzione della concentrazione relativa del singolo ione

Tab. 15.7 - Relazione tra concentrazione ionica nel mezzo nutritivo, composizione e flusso dell'essudato in piante di girasole decapitate (modificata da Marschner, 1986).

| Concentrazione (mM) di KNO_3 e $CaCl_2$ nel mezzo nutritivo | Composizione dell'essudato (mM) | | | Fattore di concentrazione | | | Flusso dell'essudato (ml · 4 ore) |
|---|---------------------------------|-----------|----------|---------------------------|-----------|----------|-----------------------------------|
| | K^+ | Ca^{2+} | NO_3^- | K^+ | Ca^{2+} | NO_3^- | |
| 0.1 | 7.3 | 2.8 | 7.4 | 73 | 28 | 74 | 4.0 |
| 1.0 | 10.0 | 3.2 | 10.7 | 10 | 3.2 | 10.1 | 4.5 |
| 10.0 | 16.6 | 4.2 | 10.3 | 1.7 | 0.4 | 1.0 | 1.6 |

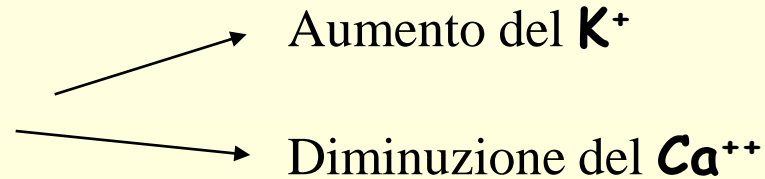
2. Aumento di Temperatura:



Aumento del volume del flusso

Alterazione del rapporto

K^+ / Ca^{++}



Alterazione della selettività di membrana ??

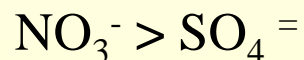
Tab. 15.8 - Effetto della temperatura sul flusso e sulla composizione ionica dell'essudato di piante di mais decapitate (*) (modificata da Marschner, 1986).

| Temperatura (°C) | Flusso dell'essudato (ml - 4 ore) | Composizione ionica (mM) | | Rapporto K^+ / Ca^{2+} |
|---------------------|---|-----------------------------|-----------|-----------------------------|
| | | K^+ | Ca^{2+} | |
| 8 | 5.3 | 13.4 | 1.5 | 8.9 |
| 18 | 21.9 | 15.2 | 1.0 | 15.2 |
| 28 | 31.7 | 19.6 | 0.8 | 24.5 |

(*) La concentrazione di KNO_3 e $CaCl_2$ nel mezzo nutritivo era 1.0 M.

3. Rapporto anioni/cationi

- *La velocità del flusso è doppia con il trattamento con KNO_3*
- La quantità di K^+ assorbita è invariata nei 2 trattamenti
- La concentrazione degli anioni è diversa:



- Il deficit di cariche negative viene bilanciato da un accumulo maggiore di anioni organici.

Tab. 15.9 - Flusso e composizione ionica dell'essudato di piantine di frumento (*) (modificata da Triplett et al., 1980).

| Parametri | Trattamento | |
|--|-------------|-----------|
| | KNO_3 | K_2SO_4 |
| Flusso dell'essudato ($\mu\text{l}/\text{h} \cdot 50$ piante) | 372 | 180 |
| Composizione ionica ($\mu\text{eq}/\text{ml}$) | | |
| Potassio | 23.3 | 24.5 |
| Calcio | 9.1 | 9.5 |
| Nitrati | 18.1 | 0.0 |
| Solfati | 0.2 | 0.8 |
| Acidi organici | 9.6 | 25.8 |

(*) Alle piantine veniva somministrato KNO_3 (1.0 mM) o K_2SO_4 (0.5 mM) in presenza di $CaSO_4$ (0.2 mM).

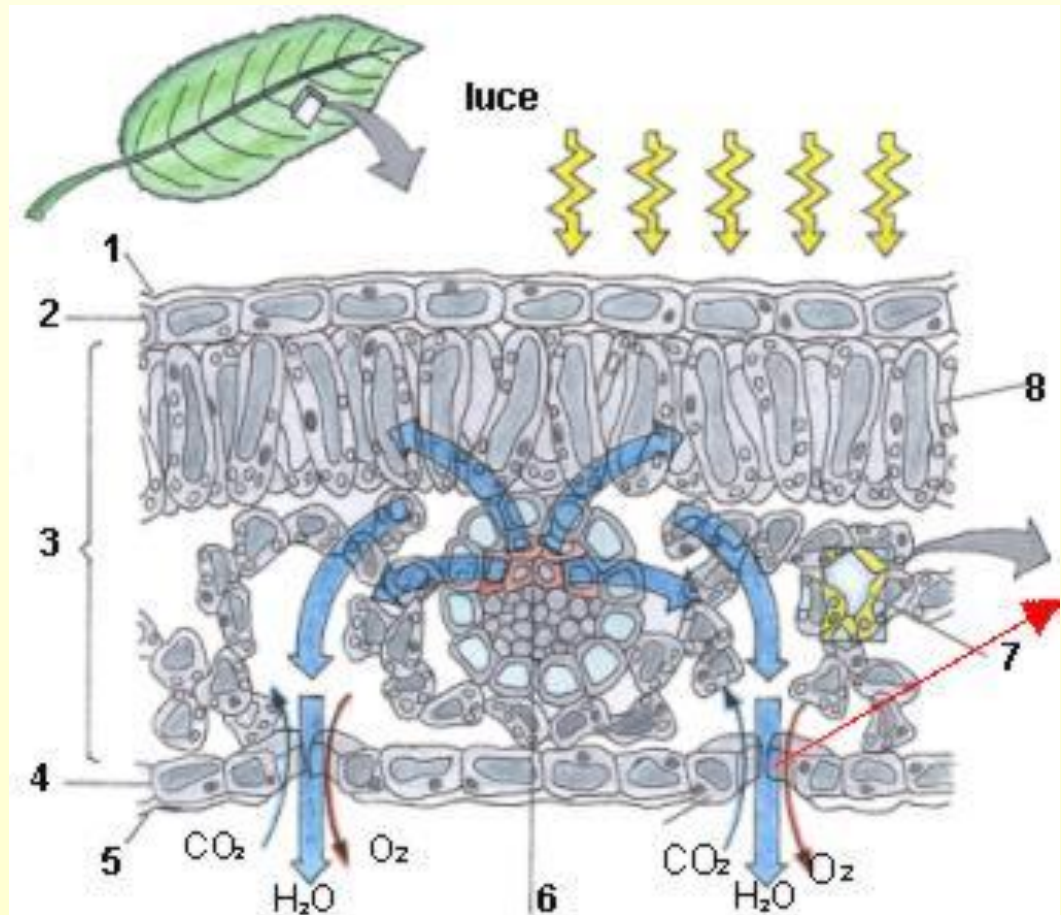
Nelle **foglie**

- l'acqua evapora dalle pareti cellulari del **parenchima a palizzata** e del **Parenchima lacunoso** che insieme formano il

Mesofillo

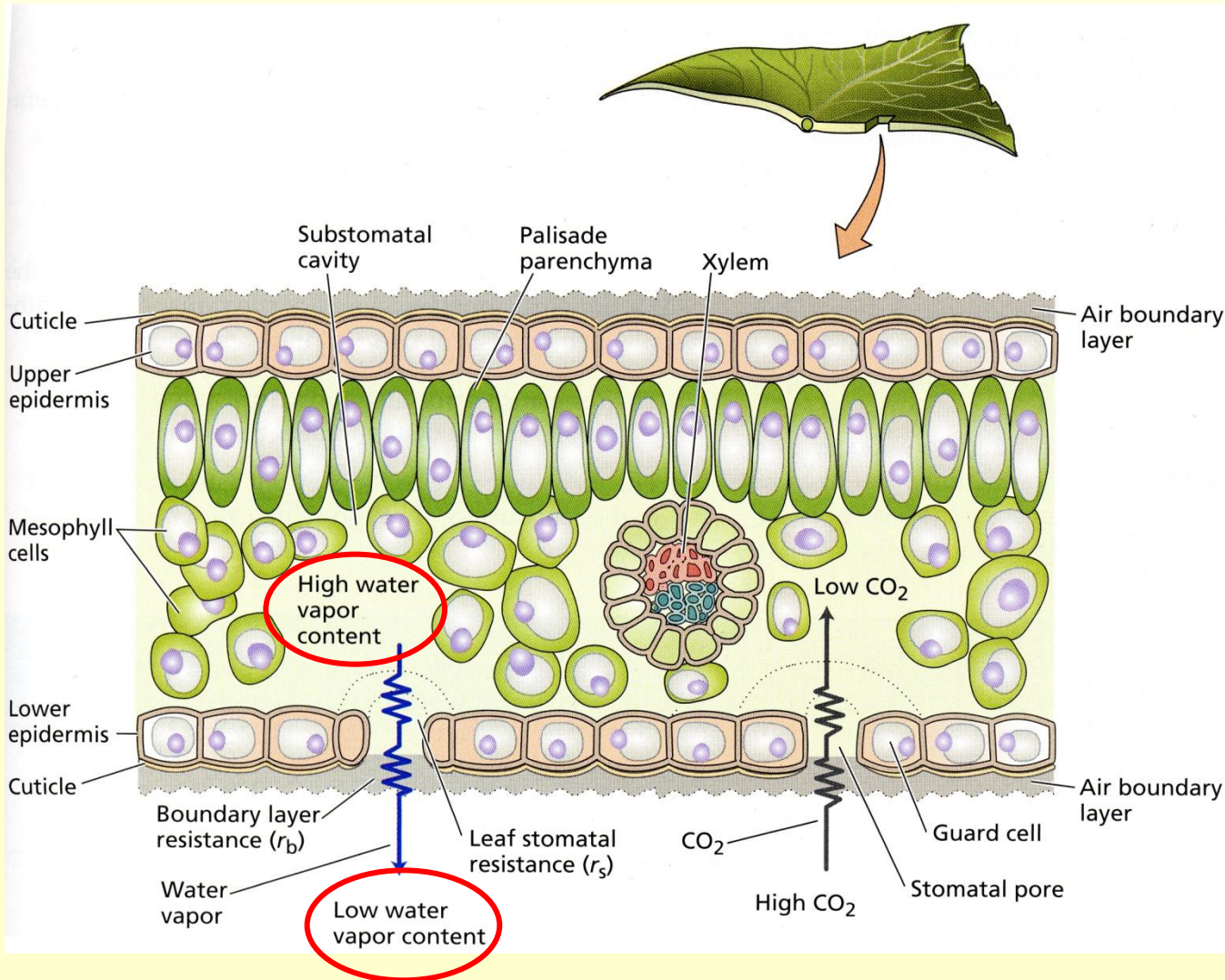
- passaggio negli **spazi intercellulari**
- in comunicazione con l'esterno attraverso gli

stomi = aperture regolabili



- La + parte del vapore acqueo e dei gas passa attraverso l'apertura (rima stomatica) compresa fra le **cellule di guardia**
- La cuticola cerosa presente sull'epidermide delle foglie limita la diffusione

l' H_2O , evaporata dalla superficie delle cellule negli spazi aeriferi, esce dalla foglia per **diffusione**



la forza motrice per la perdita di H_2O è il **GRADIENTE DI CONCENTRAZIONE del vapor d'acqua** tra gli spazi aeriferi e l'aria

La velocità di traspirazione dipende, oltre che dal gradiente di concentrazione, dalla resistenza alla diffusione

Gli stomi si aprono perché le cellule di guardia assorbono acqua e si rigonfiano

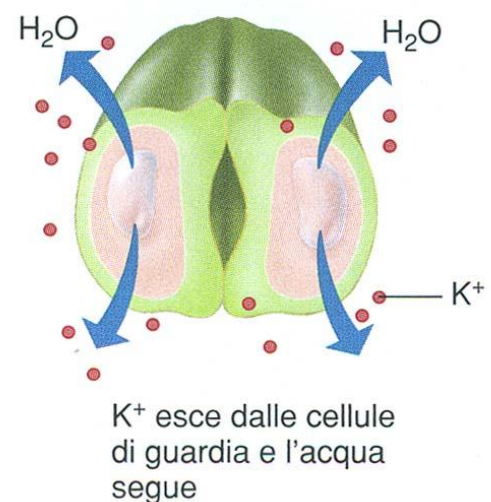
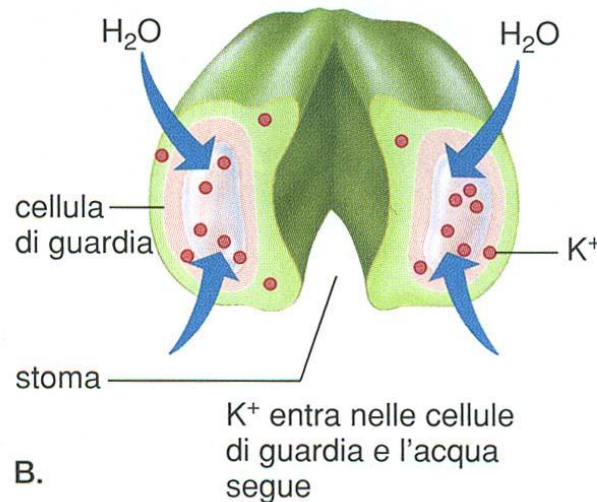
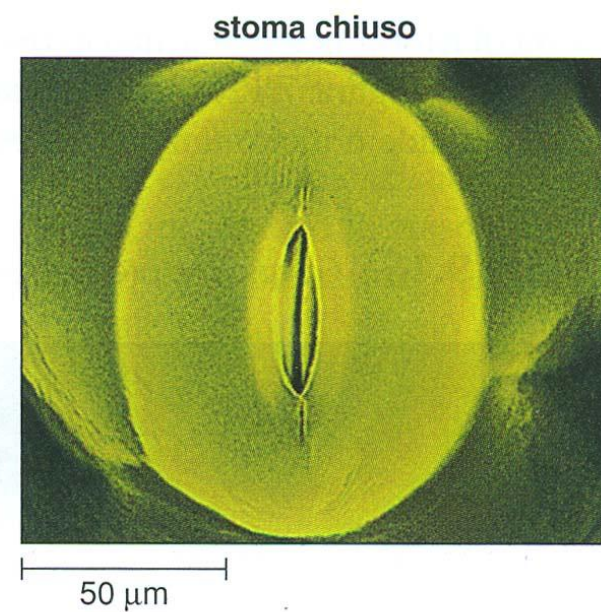
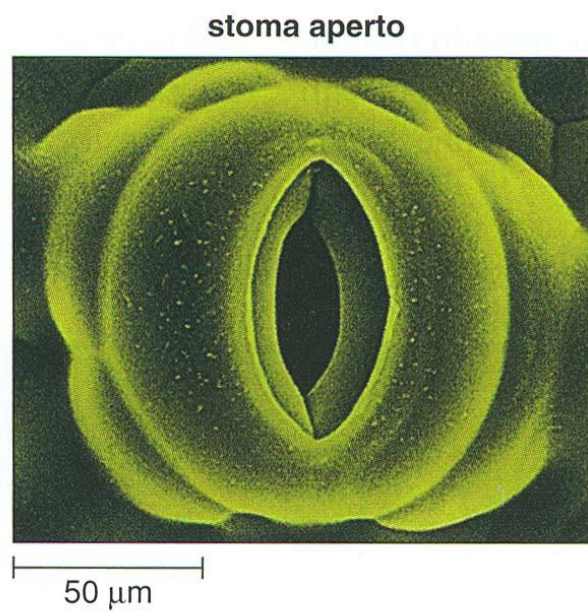
- Le microfibrille di cellulosa impediscono aumento in diametro
- Allungamento lungo le pareti esterne
- Le cellule di guardia si rigonfiano verso l'esterno

Apertura dello stoma

Un flusso di ioni K^+

dalle cellule ausiliare alle cellule di guardia determina:

- Aumento del potenziale osmotico e abbassamento del potenziale idrico
- Richiamo di acqua dalle cellule ausiliarie



Evaporazione dell'H₂O nel mesofillo fogliare

Nelle cellule vicine agli elementi conduttori della foglia

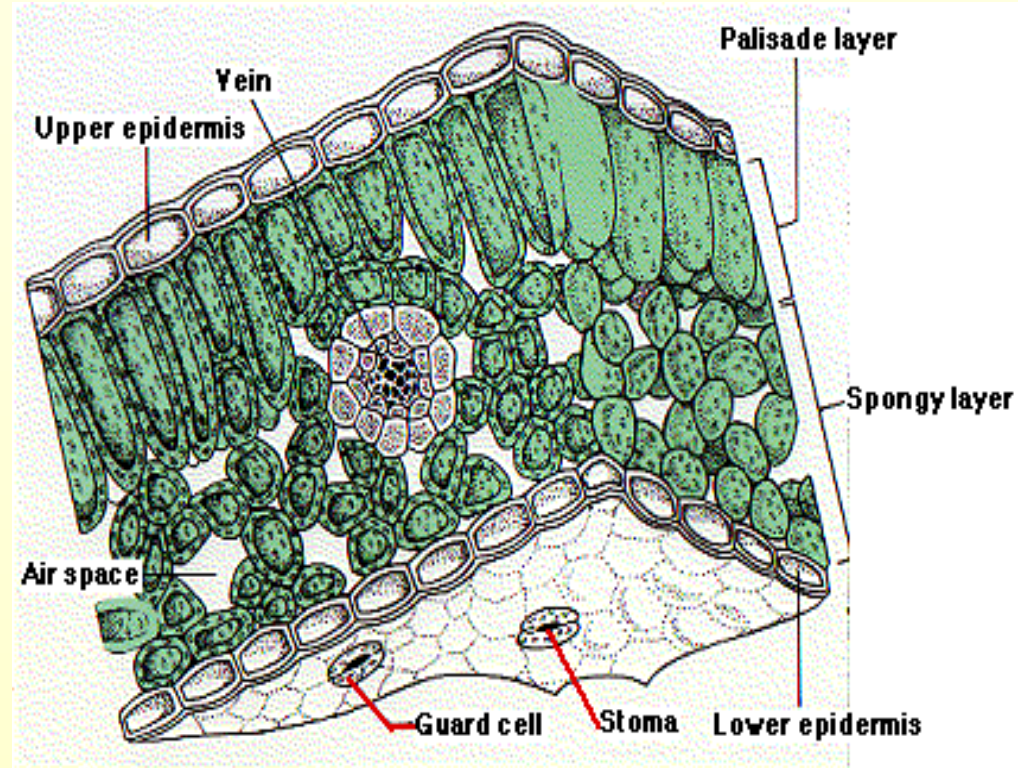
L'evaporazione dell' H₂O



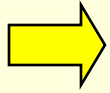
Deficit idrico nei vacuoli



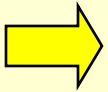
Richiamo di H₂O dai vasi conduttori



Trasporto Floematico

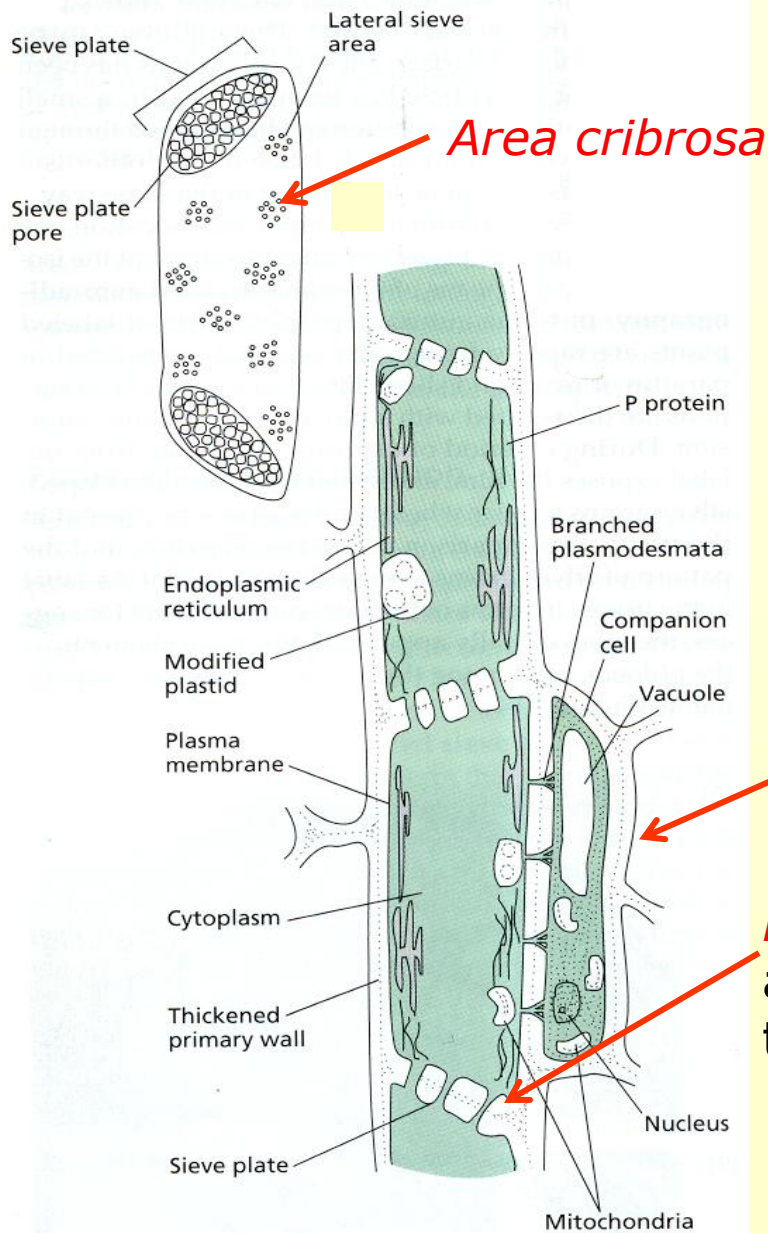


Il floema è il tessuto in grado di traslocare i **prodotti della fotosintesi** da foglie adulte ad aree di accrescimento e di accumulo



Ridistribuisce **l'acqua ed altri composti** pervenuti per via xilematica agli organi non soggetti a traspirazione (frutti, semi, tessuti meristemati)

Cellula Cribrosa



Elementi del Cribro



Cellule cribrose (gimnosperme)

Elementi dei tubi cribrosi (angiosperme)

Cellule compagne

Placche cribrose:
aree estese di connessione
tra elementi dei tubi cribrosi

Gli elementi del cribro sono caratterizzati da

- **aree cribrose:**

Porzioni della parete cellulare dove pori (diametro 1-15 μm) mettono in comunicazione le cellule conduttrici.

- **Placche cribrose** posseggono dei pori più grandi e sono situate sulle pareti terminali degli elementi cribrosi

Le cellule si uniscono a formare una serie longitudinale



Tubi cribrosi

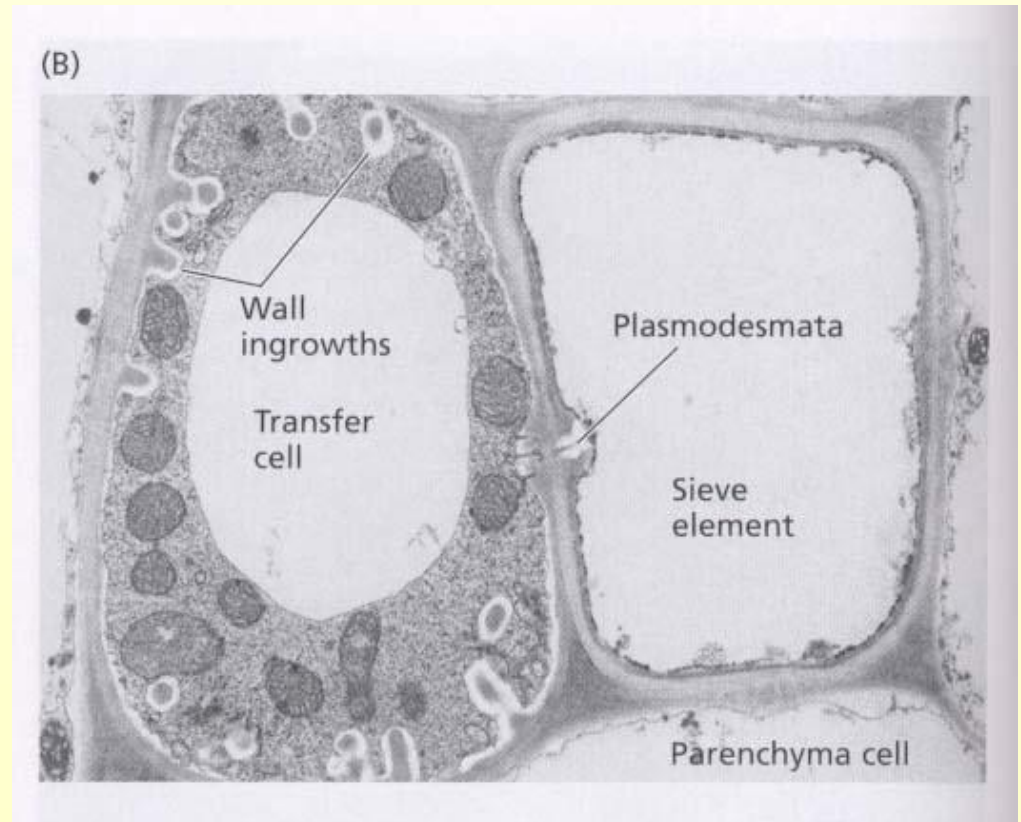
I pori delle placche cribrose sono canali aperti e permettono il trasporto fra le cellule

Ogni elemento del cribro è associato a 1 o più **cellule compagne**

numerosi **plasmodesmi** collegano i tubi cribrosi e le loro cellule compagne

Cellule Compagne

- Derivano dalla stessa cellula madre dell'elemento cribroso
- Sono ricche di mitocondri
- Sono sorgente di ATP e di altri composti
- Trasporto di prodotti fotosintetici da cellule produttrici agli elementi del floema delle venature minori della foglia



TRASPORTO FLOEMATICO

La direzione di traslocazione nel floema non è definita rispetto alla gravità

Il **flusso è bidirezionale**:

Da zone di rifornimento

Source = sorgente : (tessuti fotosintetizzanti o di riserva)



Sink = pozzo : dove i prodotti vengono utilizzati o accumulati
a zone di metabolismo o di accumulo

Una foglia adulta è **source** : fotosintetizza più del suo
fabbisogno

Una foglia giovane è **sink** : il suo fabbisogno metabolico
supera la capacità produttiva

la distinzione
non è netta

*I Sink non sono equamente riforniti da tutte le foglie (source) di una pianta
ci sono regole anatomiche e di sviluppo:*

- VICINANZA

Le **foglie mature superiori** di una pianta riforniscono

—————> Foglie giovani e gli apici vegetativi

Le **foglie inferiori** riforniscono —————> il sistema radicale

Le foglie in **posizione intermedia** —————> esportano in entrambe le direzioni

- SVILUPPO

L'importanza dei Sink può variare durante lo sviluppo:

- Durante l'accrescimento vegetativo:

i tessuti meristemati di radici e germogli sono i pozzi principali (sink)

- Durante lo sviluppo riproduttivo

i frutti sono i sink dominanti soprattutto dalle foglie + vicine (source)

Tabella 8.1

Confronto tra la composizione della linfa xilematica e quella della linfa floematica del lupino bianco (*Lupinus albus*)

| | Linfa xilematica mg L ⁻¹ | Linfa floematica mg L ⁻¹ |
|-------------|--|--|
| Saccarosio | ND ^a | 154 000 |
| Amminoacidi | 700 | 13 000 |
| Potassio | 90 | 1 540 |
| Sodio | 60 | 120 |
| Magnesio | 27 | 85 |
| Calcio | 17 | 21 |
| Ferro | 1,8 | 9,8 |
| Manganese | 0,6 | 1,4 |
| Zinco | 0,4 | 5,8 |
| Rame | Tr ^b | 0,4 |
| Nitrato | 10 | ND ^a |
| pH | 6,3 | 7,9 |

^a ND = non presente in quantità misurabile.

^b Tr = presente in tracce.

Riportato da Pate (1975).

La concentrazione dei soluti

La concentrazione di soluti

del floema

>

dello xilema

IL TRASPORTO NEL FLOEMA

Il caricamento del floema:

movimento dei prodotti fotosintetici

dai cloroplasti del mesofillo agli elementi del cribro

modello del flusso di pressione

Il prodotto iniziale della fotosintesi (triosio) viene trasportato dal cloroplasto al citosol e convertito in **saccarosio** .

1. Caricamento degli elementi del cribro:

gli zuccheri sono trasportati nelle cellule compagne e negli elementi del cribro
meccanismo di **Trasporto Attivo:**

*nel cribro gli zuccheri sono più concentrati
che nelle cellule del mesofillo*

2. Esportazione: il saccarosio e gli altri soluti vengono traslocati lontano dalla sorgente (Source) fino al Sink (pozzo)

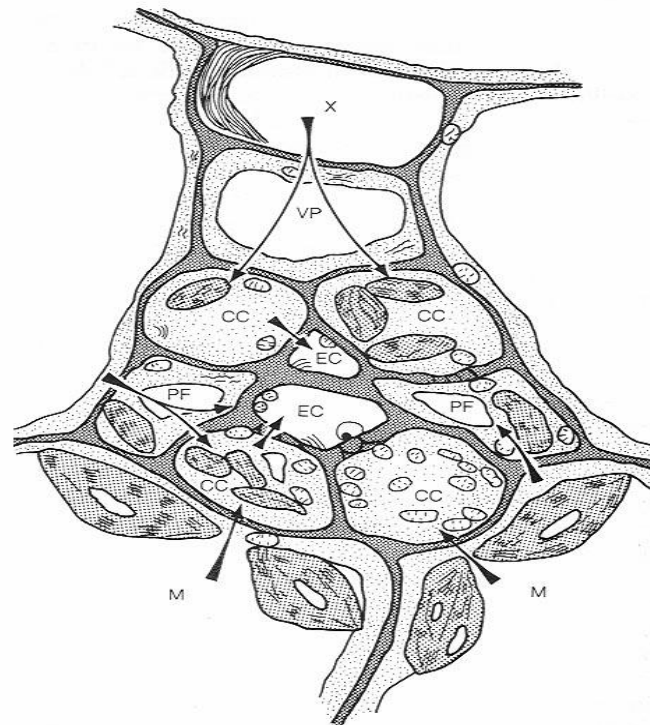
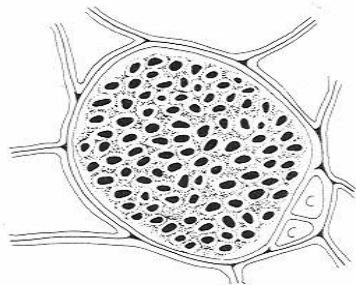
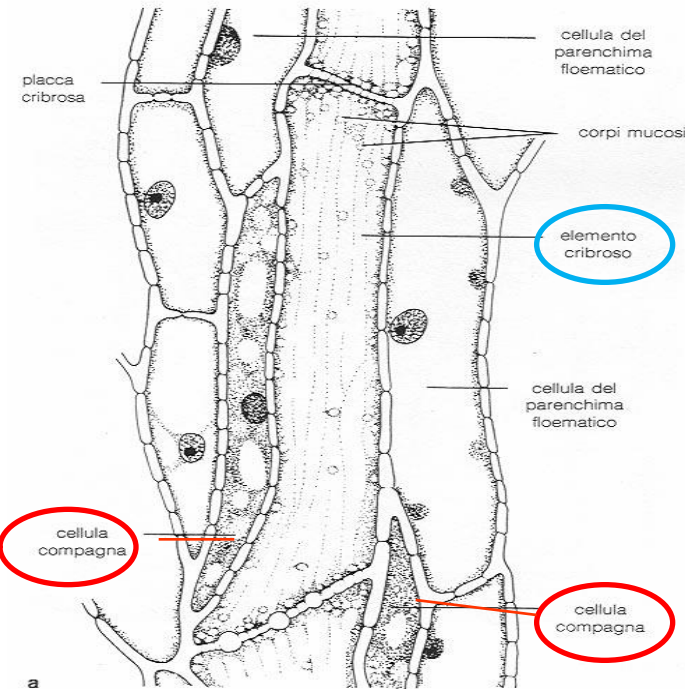


trasporto a lunga distanza

Il trasporto nel floema è attivo.

Caricamento del floema:

Cellule del mesofillo → Cellule compagne → Vasi floematici



gli zuccheri
fotosintetizzati
nelle cellule del
mesofillo fogliare
entrano nel floema
a livello del complesso
cellula compagna
/elemento del cribro,
considerati
come un'unica unità
funzionale.

Gli acidi organici non richiedono un sistema attivo di caricamento, ma diffondono passivamente attraverso la membrana

- ***Il saccarosio richiede un trasporto attivo*** : è una molecola neutra
si trova nel complesso costituito dagli elementi del cribro e dalle cellule compagne a una concentrazione maggiore



Trasporto contro gradiente di concentrazione

Trasporto attivo

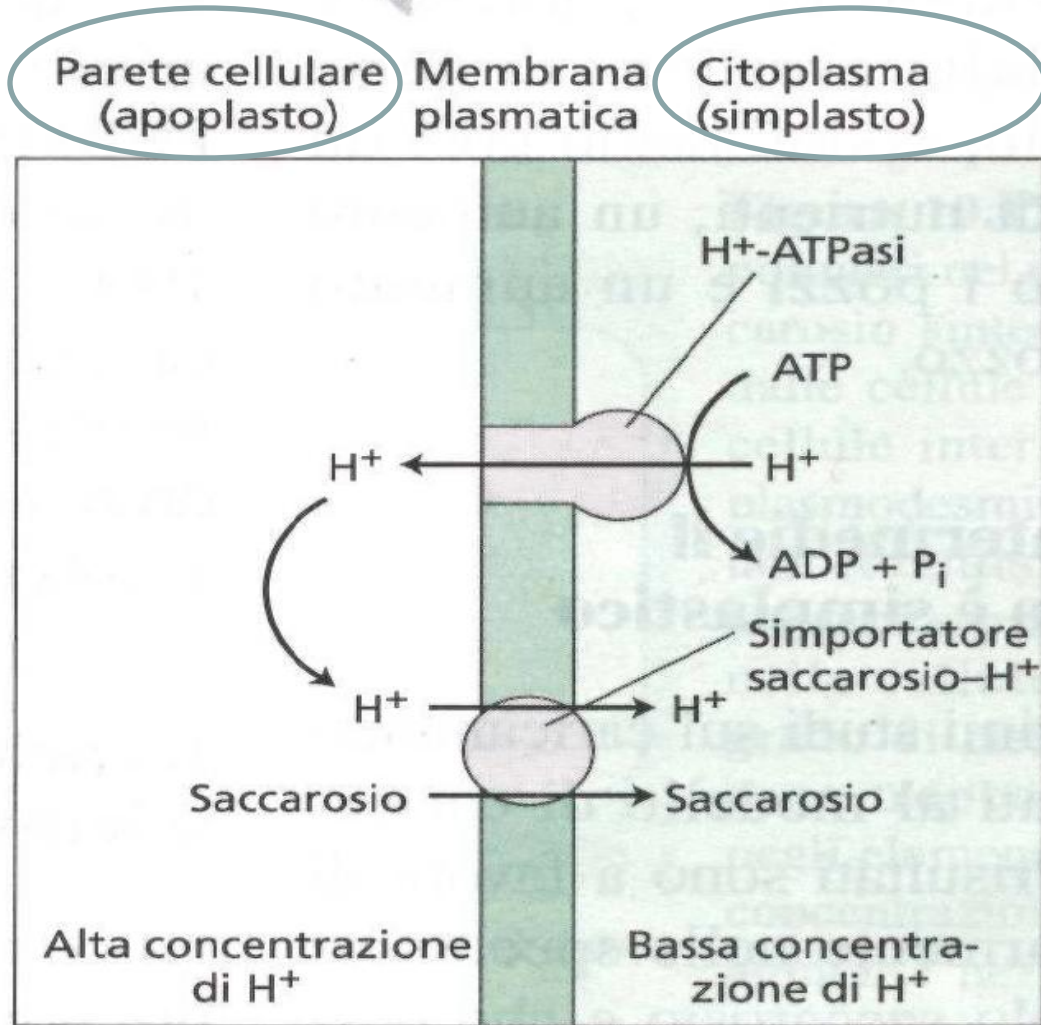
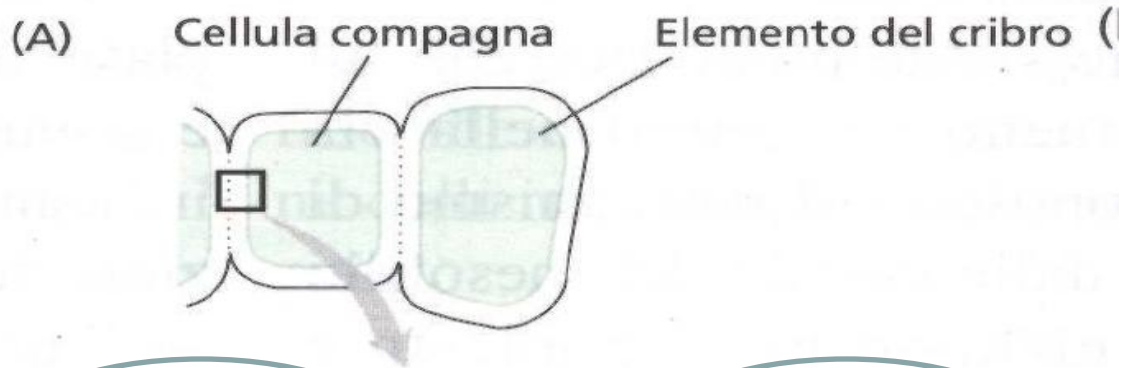
L'idrolisi dell' ATP fornisce energia per una **pompa protonica**

H⁺ fuori dalla membrana nell'apoplasto



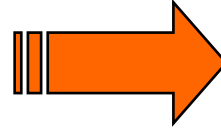
H⁺ rientrano

come **cotrasporto saccarosio/ H⁺**



**CELLULA
COMPAGNA**

I processi di caricamento del floema (nel source) e di scaricamento (nel sink) producono la forza motrice per la traslocazione dei soluti nel floema



La traslocazione dei fotosintati nel floema avviene per **flusso di massa o flusso di pressione** secondo **la teoria di Munch**

2 osmometri collegati fra loro da un tubo:

1. Osmometro Source: (A)

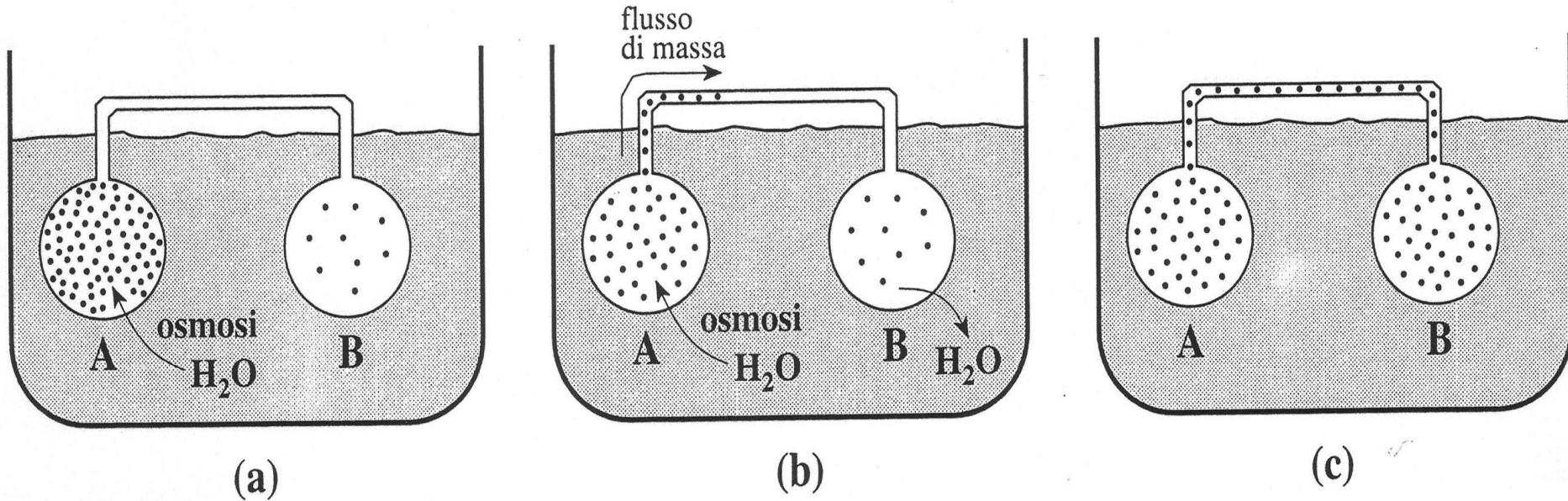
elevata concentrazione di soluti \longrightarrow **basso ψ**
richiamo di H_2O \longrightarrow aumento p idrostatica (**Ψ_p**)

La soluzione viene spinta verso la concentrazione minore

2. Osmometro Sink : (B)

l'apporto di soluti + H_2O \longrightarrow **Aumento p idrostatica (Ψ_p)**
 \longrightarrow fuoriuscita di H_2O all'esterno

Teoria di Munch



Per osmosi → ingresso di acqua e aumento di pressione I° osmometro.
la pressione si trasmette dal I° al II°

l'aumento di pressione idrostatica nel II° → potenziale + positivo del mezzo esterno → l'acqua esce attraverso la membrana.

→ diminuzione della pressione nel sistema
richiamo di altra acqua nel I° osmometro

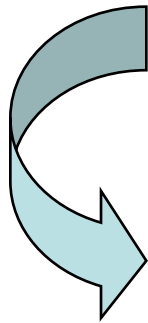
risultato :

un flusso di massa (acqua e soluti) attraverso dal I° verso il II° osmometro.

I tubi cribrosi non possono espandersi analogamente agli osmometri

Secondo Munch nella pianta :

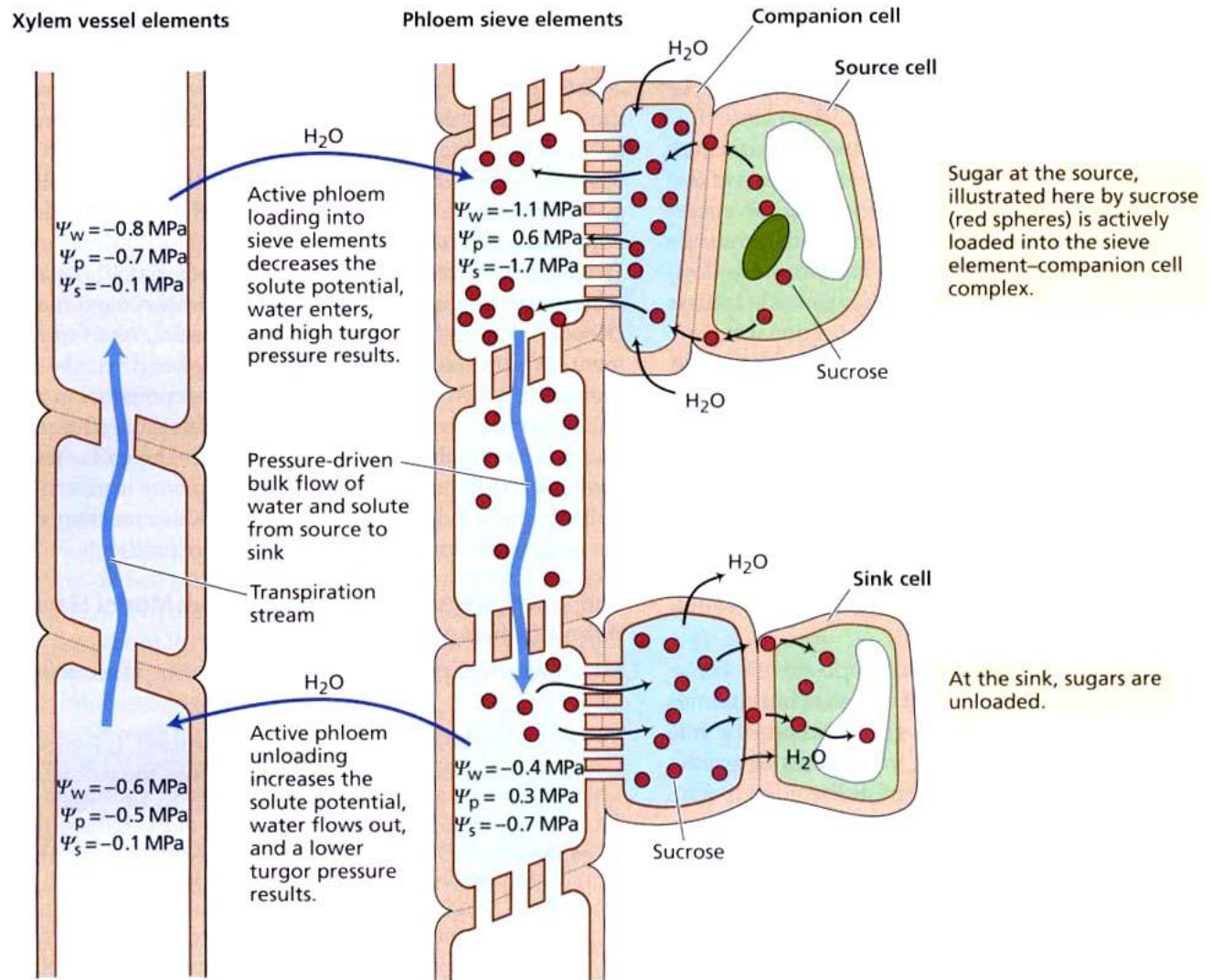
- **Gli elementi del cribro (floema)** vicino alle cellule fotosintetizzanti costituiscono il **I° osmometro**: la concentrazione dei prodotti della fotosintesi è mantenuta elevata dalle cellule adiacenti del mesofillo.
- **All'estremità opposta** del sistema floematico, " **sink**", la concentrazione degli assimilati è mantenuta bassa (**II° osmometro**) in quanto essi vengono trasferiti ad altre cellule dove vengono utilizzati o accumulati sottoforma di amido.
- Il **canale di collegamento** fra source e sink è **il sistema floematico** con i suoi tubi cribrosi



***Il flusso nei tubi cribrosi è di tipo passivo**
secondo gradiente di pressione determinato
dall'ingresso di acqua per osmosi nei tubi cribrosi
all'estremità source del sistema e dalla
fuoriuscita all'estremità sink*

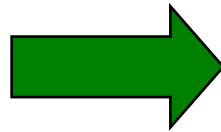
Flusso da pressione

Il flusso avviene in risposta ad un gradiente di P che si crea in seguito al caricamento e allo scaricamento del floema



Lo *scaricamento del saccarosio* avviene tramite un *Processo diffusivo* secondo gradiente di concentrazione:

Da un comparto
più concentrato



verso un comparto
a concentrazione minore

Il gradiente è garantito da una rapida rimozione
del saccarosio che può essere:

- Accumulato
- Idrolizzato e consumato
- Inviato per via simplastica o apoplastica ai tessuti riceventi