

L'ACQUA NELLE PIANTE

Vediamo i principali spostamenti e fenomeni fisici ai quali va incontro l'acqua all'interno delle piante.

MOVIMENTO MOLECOLARE

Molecole e ioni sono in costante movimento casuale; questo moto è detto moto browniano, ed è il risultato degli innumerevoli urti ai quali vanno incontro le varie particelle (ad es. di acqua).

La Diffusione

E' lo spostamento di particelle (molecole o ioni) da una zona dove la loro concentrazione è maggiore, verso una zona a concentrazione minore, quindi secondo gradiente di concentrazione. La velocità della diffusione dipende da numerosi fattori; aumenta infatti con la temperatura, con particelle piccole, e con gradiente di concentrazione maggiore. Quando lo spostamento diventa trascurabile vuol dire che si è raggiunto l'equilibrio.

L'Osmosi

L'osmosi consiste nel passaggio di un solvente attraverso una membrana semipermeabile, da una zona dove la concentrazione di solvente è maggiore verso la zona dove invece la concentrazione è minore. L'osmosi cessa al raggiungimento dell'equilibrio. La pressione necessaria ad impedire il passaggio di solvente attraverso l'osmosi è detta pressione osmotica, o potenziale osmotico (i fisiologi vegetali parlano più specificatamente di "potenziali").

Quando l'acqua entra in una cellula vegetale, la rende turgida, ed aumenta la sua pressione di turgore; questa pressione, dovuta all'ingresso di acqua, prende anche il nome di potenziale di pressione.

Il potenziale idrico di una pianta è dato dalla combinazione di questo potenziale di pressione col potenziale osmotico. L'acqua si muoverà dalla cellula con maggior potenziale (quindi con più acqua) verso quella con minor potenziale.

E' proprio l'osmosi il principale meccanismo attraverso il quale l'acqua entra nella pianta, sino ad attraversarla completamente e raggiungere le foglie. L'acqua entra nelle radici poiché il potenziale idrico del suolo è maggiore rispetto a quello delle radici stesse.

L'Imbibizione

Sostanze colloidali e macromolecole possono sviluppare delle cariche elettriche quando sono bagnate; l'acqua, polare, può aderire fortemente a queste molecole (ad es. la cellulosa).

Come risultato avremo un grande rigonfiamento dei tessuti, detto **imbibizione**; è il meccanismo alla base della germinazione dei semi.

Trasporto Attivo

Come gli animali, anche le piante possono sfruttare trasporti attivi per trasportare e trattenere sostanze (contro gradiente). Grazie a proteine collocate nella membrana, come ad esempio le pompe protoniche che sfruttano ATP, sono in grado di effettuare trasporti attivi, e trasportare ed assorbire specifici ioni.

L'ACQUA ALL'INTERNO DELLA PIANTA

L'acqua costituisce circa il 90% in peso delle cellule giovani, ed è fondamentale per il funzionamento degli enzimi ed altre sostanze; inoltre interviene, seppure in maniera piuttosto trascurabile, anche nella fotosintesi.

Abbiamo visto che tutta la pianta, dalle radici alle foglie, è attraversata da vasi xilematici; l'acqua entra dalle radici attraverso l'osmosi, e percorre la pianta per tutta la sua lunghezza.

Ci sono voluti anni prima di scoprire il fenomeno grazie al quale l'acqua fosse in grado di risalire le piante, sino ad evaporare dalle foglie (stomi) mediante il fenomeno della traspirazione.

Stephen Hales scoprì la forza responsabile di questo spostamento, la *pressione radicale*, grazie alla "teoria della coesione-tensione". Per comprenderla appieno dobbiamo tenere in considerazione due fenomeni:

1. Ciascuna molecola d'acqua possiede una debole carica positiva ed una negativa; queste cariche possono interagire con quelle di altre molecole d'acqua, andando a formare legami idrogeno, e quindi legare, seppur debolmente, diverse molecole, creando una certa tensione. Inoltre l'acqua tende ad aderire leggermente anche alle pareti dei capillari, incrementando ulteriormente la tensione.
2. L'acqua, per osmosi, si sposta verso le zone in cui la sua concentrazione è minore.

L'acqua entra nelle radici per osmosi. Quando evapora (traspira) dalle cellule di una foglia e fuoriesce attraverso gli stomi, nella porzione terminale (quella vicino agli stomi) si avrà un potenziale idrico inferiore rispetto a quello presente nelle nervature, che causerà uno spostamento di acqua verso quella zona, per osmosi (avendo perso dell'acqua, nella zona fogliare avremo un potenziale idrico inferiore rispetto a quello della zona radicale). L'acqua che si sposta, grazie alla tensione di cui abbiamo parlato prima, non fa altro che "trascinare" l'acqua presente in tutto il sistema xilematico, che passerà attraverso le cellule ed attraverso gli spazi intercellulari.

Quindi, ricapitolando: la colonna d'acqua viene "tirata" dalle radici verso le foglie grazie alla **differenza di potenziale idrico** esistente tra le due zone.

REGOLAZIONE DELLA TRASPIRAZIONE

Abbiamo visto come gli stomi siano i principali mediatori della regolazione della traspirazione e degli scambi gassosi nelle piante. La relativa elasticità delle cellule di guardia permette l'apertura o la chiusura degli stomi in risposta a determinate situazioni che determinano variazioni della pressione di turgore. Se la pressione di turgore è alta, lo stoma sarà aperto, mentre se la pressione di turgore è bassa, lo stoma sarà chiuso.

Le variazioni di turgore avvengono solitamente quando vi sono cambiamenti nelle concentrazioni dei soluti presenti nelle cellule di guardia e nelle cellule epidermiche limitrofe. Ad esempio, quando le cellule di guardia, provviste di cloroplasti, vanno incontro a fotosintesi, utilizzano energia per trasportare al loro interno ioni potassio K^+ (dalle cellule epidermiche). Il potassio richiama acqua per osmosi; così quando la fotosintesi cessa, ed il potassio torna alle cellule epidermiche, anche l'acqua uscirà dalle cellule di guardia.

Gli stomi possono chiudersi anche a seguito di uno stress idrico; sembra che ciò sia dovuto ad un ormone secreto dalle piante stressate (ormone acido abscissico) in grado di far perdere turgore alle cellule di guardia.

In molte piante (*quelle che seguono la fotosintesi CAM, solitamente piante desertiche*) gli stomi sono aperti solo di notte (*per conservare l'acqua*), e quindi la pianta non può assorbire la CO_2 che le sarà necessaria per la fotosintesi. Tuttavia sono in grado di convertire la CO_2 disponibile in acidi organici; al bisogno, questi acidi organici verranno riconvertiti in CO_2 , e suddette piante potranno avviare la fotosintesi senza problemi.

In alcune piante, solitamente desertiche, gli stomi sono collocati in piccole cavità, dette cripte stomatiche, spesso ricoperte di peli; queste cripte stomatiche permettono di "coprire" gli stomi dai flussi d'aria, riducendo ulteriormente la perdita d'acqua.

Correnti d'aria elevate favoriscono la traspirazione; al contrario, un'elevata umidità la rallenterà notevolmente.

Di notte può verificarsi un fenomeno particolare, la **guttazione**, che consiste nella perdita di acqua in forma liquida attraverso strutture dette **idatodi**, collocati all'estremità delle nervature fogliari in alcune piante erbacee. Quando la pianta assorbe minerali di notte (con gli stomi chiusi), questi raggiungono gli spazi intercellulari attorno i vasi xilematici; il potenziale idrico degli elementi xilematici si abbassa, e l'acqua entra al loro interno. Poiché di notte gli stomi sono chiusi, questa pressione aumenta notevolmente, fino a spingere l'acqua fuori dalla pianta attraverso gli idatodi.

TRASPORTO DEI SOLUTI IN SOLUZIONE - L'IPOTESI DEL FLUSSO DI PRESSIONE

Uno dei ruoli fondamentali dell'acqua è senza dubbio il trasporto (o *traslocazione*) delle sostanze nutritive (*fotosintati*). Ad oggi, la teoria più accettata relativamente al movimento delle sostanze nel floema è l'ipotesi del flusso di pressione (o *del flusso di massa*).

Secondo questa ipotesi l'acqua entra da una sorgente ("source") per osmosi, e fuoriesce in un punto dove i fotosintati sono necessari, detto pozzo ("sink").

Quindi il tutto inizia con il caricamento del floema: gli zuccheri entrano per mezzo di trasporti attivi, facendo diminuire il potenziale idrico, e quindi favorendo l'ingresso di acqua nelle cellule floematiche per osmosi. Si crea una pressione di turgore che favorisce il flusso attraverso i tubi cribrosi, fino a raggiungere i pozzi.

Raggiunti i pozzi, i fotosintati escono secondo gradiente di concentrazione, trascinando anche acqua; la pressione nei tubi si abbassa, causando una variazione di pressione idrica, e quindi un flusso di massa, dalla sorgente verso il pozzo (*che avrà una pressione minore*).

La maggior parte dell'acqua diffonde nello xilema e torna alla sorgente, dove sarà traspirata oppure reimmessa in circolo.