

IL VACUOLO

Il vacuolo è il terzo organulo che rende peculiare la cellula vegetale rispetto alle altre cellule eucariote. Questa cosa è in parte vera, perché il vacuolo si trova anche nelle cellule animali ma nelle piante ha un ruolo preponderante, importante.

Il vacuolo è un organulo cellulare presente nelle cellule eucariote. In quelle vegetali assume dimensioni e funzioni peculiari, infatti nella cellula vegetale è molto grande e spinge tutti gli altri organuli contro la membrana cellulare. È un organulo delimitato da una membrana chiamata tonoplasto e ripieno da un liquido chiamato succo vacuolare. Le cellule vegetali contengono tantissima acqua e poco materiale organico, quindi è molto favorito lo scambio con l'esterno perché i cloroplasti sono prossimi alla membrana cellulare, di conseguenza, la luce può colpirli più facilmente.

Il tonoplasto è una membrana lipoproteica bistratificata asimmetrica: la superficie rivolta verso l'esterno è ricca di proteine intramembrana rispetto alla faccia rivolta verso l'interno. Si tratta perlopiù di proteine carriers, pompe protoniche, proteine canali ed enzimi. Spesso sono glicoproteine cioè composte da residui oligosaccaridici rivolti verso il succo vacuolare e da una porzione proteica esterna. Ciò che viene portato quindi dentro dai canali, diventa succo vacuolare.

Le principali proteine del tonoplasto sono:

- Pompe specifiche per il trasporto attivo contro gradiente: da una regione meno concentrata a una più concentrata.
- Canali per trasporto di ioni
- Scambiatori di ioni
- Acquaporine o TIPs e sono tipiche del tonoplasto e facilitano il passaggio di acqua secondo gradiente osmotico.

Il succo vacuolare è costituito da:

- Acqua (maggior costituente)
- Ioni inorganici come calcio, potassio, cloro
- Zuccheri: monosaccaridi come glucosio e fruttosio, disaccaridi come saccarosio e maltosio, polisaccaridi come inulina
- Acidi organici: acido citrico, acido malico, succinico, salico
- Amminoacidi: arginina, lisina
- Flavonoidi: pigmenti rossi e blu (antociani) o gialli (flavoni)
- Alcaloidi: sostanze basiche probabilmente con funzione di difesa come morfina, cocaina, nicotina
- Altri metaboliti: glucosidi, resine, gomme

Se pianta una pianta in un'area inquinata e gli inquinanti vengono assorbiti dalla pianta e finiscono nella cellula vegetale, è possibile che essi vadano nel vacuolo. Il vacuolo è una sorta di pattumiera, dove ci sta un po' di tutto compresi i residui tossici della pianta.

Nel vacuolo si possono anche formare cristalli che si generano grazie a sostanze particolari ad alta concentrazione come l'ossalato di calcio che origina questi cristalli particolari come le druse ossia con un aspetto stellare, oppure i rafidi a forma di aghi. A microscopio si vedono molto bene.

Il succo vacuolare contiene l'acido citrico del limone, o come negli agrumi. Il vacuolo è anche quindi un organulo di accumulo, e ciò fa cambiare delle caratteristiche genetiche. Piante che crescono in condizioni diverse possono accumulare più o meno acido citrico, essere più o meno colorate, avere un sapore o un altro. Le condizioni pedoclimatiche e ambientali cambiano il metabolismo delle cellule.

ORIGINE DEL VACUOLO

Il vacuolo si origina direttamente da vescicole del reticolo endoplasmatico ma la maggior parte delle proteine e del tonoplasto derivano dall'apparato di Golgi. Oltre alle strutture proteiche si produrranno anche enzimi che andranno nel tonoplasto, sempre originandosi dal Golgi. Le varie vescicole, contenenti citoplasma ed enzimi subiscono una fusione progressiva. Gli enzimi degradano le macromolecole citoplasmatiche e si inizia a formare il succo vacuolare. Durante la crescita e maturazione cellulare, i vacuoli occupano gran parte della cellula. Iniziano a richiamare acqua grazie al principio dell'osmosi. Durante la vita della cellula il vacuolo immagazzina diverse sostanze a seconda del ruolo, posizione ed età della cellula. Grazie alla distensione della cellula, il vacuolo si accresce e questo fenomeno è detto accrescimento per distensione. La selezione delle sostanze che vengono immagazzinate è minima perché il principio è di massimizzare la forza osmotica. La crescita può essere più o meno veloce in base alla quantità di acqua presente

FUNZIONI DEL VACUOLO

La più importante funzione del vacuolo è quella di regolare il bilancio idrico della cellula. In particolare, regola l'osmosi che è un processo mediante il quale davanti a una membrana semipermeabile, l'acqua passa da una zona a più bassa concentrazione di soluti (alto potenziale idrico) a una zona più alta (basso potenziale idrico), sino all'equilibrio. Non è importante il tipo di molecola che compone il soluto ma la loro quantità, perché l'acqua fluisce sempre da un ambiente ipertonico (tanti soluti) a uno ipotonico (pochi soluti). Il vacuolo è quindi l'organo di riserva dell'acqua: procura l'acqua ai plastidi per fare la fotosintesi, ma l'acqua da rigidità al vacuolo il quale esercita una forte pressione sulla membrana plasmatica. Si può impedire lo spostamento dell'acqua da un ambiente ipotonico a uno ipertonico applicando una pressione uguale o contraria alla forza dell'osmosi. Per capire meglio il movimento dell'acqua è necessario introdurre il concetto di potenziale idrico. Il potenziale idrico è uguale alla somma di potenziale osmotico, potenziale di pressione e potenziale di matrice. Il potenziale osmotico è dovuto alla presenza di soluti e più soluti ci sono più questo potenziale è negativo. Il potenziale di pressione è quello che si crea esercitando pressione sull'acqua. Il potenziale di matrice infine è dovuto all'assorbimento dell'acqua alle componenti solide come la parete cellulare, la membrana ecc. l'acqua assorbita legata non è più disponibile. In genere nel comparto cellulare tale fattore è trascurabile. In questo modo si arriva allo stato di massimo turgore cioè la cellula è ricca di acqua ma non rischia di disgregarsi. L'acqua si sposta da una zona a potenziale idrico maggiore ad una minore e nella cellula ciò dipende dal potenziale di pressione e da quello osmotico. Il vacuolo contiene molti soluti, ioni e macromolecole che rendono molto negativo il potenziale osmotico. L'acqua passa da una regione a potenziale idrico più elevato, bassa concentrazione di soluto, potenziale osmotico più positivo (soluzione ipotonica) a una regione a potenziale idrico più basso, più elevata concentrazione di soluto e potenziale osmotico più negativo (soluzione ipertonica). Le piante carnivore amano essere bagnate da pochi sali. Il vacuolo, nella cellula vegetale, ha l'importante compito di richiamare l'acqua.

Quanta acqua si può introdurre in una cellula vegetale? Vi sono forze che impediscono tale flusso ovvero che si contrappongono al potenziale osmotico esercitato dal vacuolo? Una cellula posta in una soluzione isosmotica tende a richiamare acqua nel vacuolo all'infinito. La cellula vegetale tende quindi a gonfiarsi sempre più sino a che il vacuolo occupa la maggior parte dello spazio cellulare. Ad un certo punto la parete contiene l'espansione del vacuolo esercitando un potenziale di pressione. Quando tale potenziale è uguale o contrario al potenziale osmotico, avremo lo stadio di massimo turgore della cellula vegetale in cui la quantità di acqua che entra è uguale a quella che esce, ciò vuol dire massimo scambio di sostanze quindi essere metabolicamente attiva.

Raggiungere uno stato di massimo turgore nella pianta è importante perché: nelle piante ci sono sostanze rigide (lignina) ma non tutte le piante le hanno. Alcune piante stanno in piedi grazie alla pressione di turgore, ad esempio, i fili d'erba dei campi da calcio. Il massimo turgore da rigidità. Se non bagno abbastanza l'erba, essa si sdraia perché non ha più rigidità. Quindi, il massimo turgore da rigidità alla cellula e ai tessuti vegetali. Questo è importante per le piante che non hanno tessuto osseo (fili d'erba). Inoltre, il richiamare acqua garantisce un accrescimento per dimensioni della cellula vegetale quindi il vacuolo distende la parete

passando da una piccola cellula a una grande cellula. L'aumento delle dimensioni del vacuolo spinge il citoplasma verso l'esterno della cellula facilitando gli scambi metabolici perché i cloroplasti vengono spinti verso la parete in modo che assorbiscano meglio la luce. Inoltre, garantisce un elevato rapporto superficie volume importante anche per la fotosintesi, quindi c'è tanta superficie assorbente a fronte di una superficie assorbente e poco volume. Ciò vuol dire poco impegno energetico per la cellula.

Se una cellula vegetale si trova in ambiente iperosmotico, la cellula inizia a perdere acqua e rischia di andare in plasmolisi. La plasmolisi prevede il distacco della membrana plasmatica rispetto alla parete e raggrinzisce verso il vacuolo che diventa anch'esso più piccolo. Se metto questa pianta in una soluzione ipotonica, la situazione torna allo stato originario.

Il comportamento delle cellule animali e vegetali è contrario: le cellule animali scoppiano se le metto in un ambiente ipertonico, perché non hanno la parete. Le piante resistono meglio sia alla condizione iper che ipotonica

ALTRE FUNZIONI DEL VACUOLO

Il vacuolo rappresenta un sistema di escrezione dei rifiuti. Spesso nel vacuolo le piante immagazzinano sostanze tossiche rendendole inattive per la cellula. Esempi sono:

- Alcaloidi: contengono azoto di norma con anelli eterociclici. Sono veleni o importanti principi attivi di piante medicinali e possono avere importanti effetti biologici su piante, animali e parassiti. Le piante producono metaboliti secondari per difendersi dagli animali. Producono sostanze tossiche anche in alcuni momenti specifici
- Glicosidi: derivano da modificazioni di zuccheri e danno sapore amaro. Sono abbastanza diffuse ed esempi di questi sono l'acido acetilsalicilico. Possono essere anche molto tossici, ad esempio, i glicosidi cianogenici che liberano per idrolisi l'acido cianidrico.
- Terpeni: hanno come base l'isoprene e possono essere collegati a unità isopreniche. Sono generalmente insolubili in acqua e danno i profumi alle piante. Sono i principali componenti degli oli essenziali. Le piante con questi odori attirano o mandano via animali

Il vacuolo è anche organo di riserva di acqua e varie sostanze come ioni minerali (azoto, potassio, calcio, sodio) ma anche prodotti del metabolismo primario perché comuni a tutte le piante ad esempio il glucosio, fruttosio, saccarosio e l'inulina. Essi sono tutti composti che la pianta può riutilizzare in caso di necessità. Ci sono anche acidi organici come malonico, citrico, ascorbico, ossalico.

Il vacuolo concorre alla colorazione di fiori, frutti e altre parti vegetali. Grazie alle molecole in esso contenute una cellula può modificare il suo colore.

Il vacuolo garantisce un elevato rapporto superficie volume e direziona i cloroplasti prossimi alla membrana plasmatica, quindi più vicini alla luce.