

Bassa temperatura e stress da raffreddamento

Avviene in specie vegetali che si ritrovano a crescere in ambiente con temperature inferiori rispetto alle ottimali, ma che non inducono congelamento. Es: piante tropicali o sub-tropicali, fagiolo, pomodoro, mais..

Si ha una riduzione delle attività metaboliche indotte dalla bassa temperatura, rigidità ed alterazione delle membrane cellulari (formazione di buchi sulle membrane cellulari, rigidità delle membrane e perdita della funzionalità delle proteine integrali di membrana), gravi danni all'apparato fotosintetico che subisce fotoinibizione, necrosi fogliare

Stress da congelamento

Si verifica quando la temperatura scende al di sotto del punto di congelamento. Il danno maggiore è la formazione di cristalli di ghiaccio all'interno delle cellule vegetali. Il tipo di stress che si verifica è analogo allo stress osmotico subito da piante in carenza idrica:

- 1) l'acqua presente nell'apoplasto, meno ricca in soluti rispetto al simplasto, solidifica a livello di punti di nucleazione del ghiaccio
- 2) H₂O esce per osmosi dal simplasto
- 3) PLASMOLISI della cellula

Se la T°C continua a calare, anche il simplasto congela

nan et al., Biochimica e Biologia molecolare delle piante. Zanichelli

- 1) l'acqua presente nell'apoplasto, meno ricca in soluti rispetto al simplasto, solidifica a livello di punti di nucleazione del ghiaccio
- 2) H₂O esce per osmosi dal simplasto
- 3) PLASMOLISI della cellula

Se la T°C continua a calare, anche il simplasto

Tolleranza al congelamento

Sebbene diverse piante mostrino differente tolleranza al congelamento, la formazione del ghiaccio è prima o poi inevitabile, e nessuna Cormofita può sopravvivere. Tuttavia, l'acclimatazione graduale al freddo permette alle piante di tollerare meglio il congelamento.

ACCLIMATAZIONE = esposizione graduale a basse temperature prima dell'esposizione al freddo vera e propria
I meccanismi che permettono la tolleranza al congelamento non sono del tutto chiari. Tuttavia, i processi che possono intervenire nello sviluppo della tolleranza al congelamento sono:

- a) Stabilità delle membrane: cambiamento della composizione dei lipidi di membrana per renderla più fluida in condizioni di bassa temperatura
- b) Accumulo di zuccheri e osmoliti compatibili nel vacuolo
- c) Cambiamenti dell'espressione genica

In generale, l'acclimatazione al freddo porta alla stabilizzazione e al mantenimento dell'integrità delle membrane cellulari, al potenziamento della sintesi di antiossidanti, all'aumento nella cellula di zuccheri e altre sostanze crioprotettive, in modo tale che la pianta riesca a superare senza troppi problemi il periodo di disidratazione associato alle basse temperature.

Adattamento delle piante alla temperatura

Quiescenza vegetale per limitare il danno causato dalle basse temperature e conferire resistenza al congelamento

Alcune piante legnose, durante la dormienza, sono in grado di resistere a temperature estremamente basse, anche minori di -50°C, se la dormienza è preceduta da un adeguato periodo di acclimatazione. L'acclimatazione nelle specie legnose avviene in due fasi distinte:

1. Le temperature fredde autunnali e l'accorciamento delle giornate inducono l'arresto della crescita. Durante questo periodo, le specie legnose svuotano d'acqua i vasi xilematici? evitare che si verifichi la spaccatura del fusto a causa dell'espansione dell'acqua durante il congelamento
2. La successiva esposizione al gelo induce la sintesi di molecole che proteggono le piante legnose e le rendono resistenti a questo tipo di stimolo

Dormienza vegetale per limitare il danno causato dalle basse temperature

Per evitare danni causati dalla diminuzione delle temperature fino al di sotto del punto di congelamento, le piante perenni hanno adottato delle strategie che permettono loro di essere inattive mediante:

- Perdita delle foglie
- Interruzione o rallentamento dell'attività meristematica
- Limitazione degli scambi gassosi
- Protezione delle gemme ed accumulo di sostanze di riserva, che verranno utilizzate durante la ripresa vegetativa primaverile, in appositi organi

Il periodo del ciclo biologico in cui la pianta o alcuni organi della pianta presentano funzioni vitali sospese o molto rallentate è detto DORMIENTE

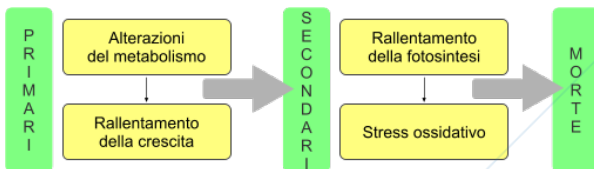
Lo **stress salino** è un tipo di **stress abiotico** causato dalla presenza eccessiva di sali nel terreno. Il **cloruro di sodio** (NaCl) è il sale che, in misura maggiore, conduce un organismo vegetale a stati di stress salino. Gli eventi di stress salino sono molto simili alle situazioni di **stress idrico**.

In base alla quantità di eccesso salino e all'esposizione allo stress, la pianta può risentirne secondo differenti gradi. In prima analisi può attuare sistemi di regolazione che limitano i danni derivanti da una elevata **concentrazione** salina; se questo non risultasse sufficiente la pianta può accusare a sofferenze fisiometaboliche di vario genere fino a perdere importanti funzionalità biologiche con conseguente morte.

Distinzione delle piante in base alla resistenza allo stress salino

Le piante possono essere classificate anche in base alla loro sensibilità o tolleranza ad ambienti fortemente salini. Le piante che sopportano, per periodi più o meno lunghi, elevate concentrazioni di sali nel suolo vengono definite **alofite** e si differenziano dalle piante sensibili che, generalmente, prendono nome di **glicofite**.

La presenza di un ambiente ricco di sale non danneggia *esclusivamente* la pianta ma anche il suolo che tende ad assorbire gli ioni. È sperimentalmente osservato che suoli molto salini presentano una porosità minore rispetto a corrispettivi substrati con minore contenuto ionico. La presenza di soluti ad attività ionica, come il cloruro di sodio, genera a livello del suolo un ulteriore problema giacché ne abbassa il **potenziale idrico** (Ψ_{suolo}). Un valore molto negativo di Ψ_{suolo} determina una maggiore difficoltà di estrazione dell'acqua da parte delle radici e, in genere, da parte di tutto l'organismo vegetale.



La presenza di uno stress salino induce delle alterazioni del metabolismo e un conseguente rallentamento della crescita. Questi effetti vengono definiti "primari" e accompagnano i "secondari", che si associano alla pianta osservando il rallentamento della fotosintesi e dalla comparsa di un conseguente **stress ossidativo**. L'arrivo di una situazione secondaria, in genere, è un evento limite dal quale la pianta difficilmente riesce a tornare indietro. In tempi brevi, infatti, sopraggiunge la morte cellulare.

Risposte allo stress salino

La prima strategia, di risposta allo stress salino, è la chiusura degli stomi che ha lo scopo di limitare la **traspirazione**, mediante l'aumento di sintesi di ABA. Questa, tuttavia, non è una valida strategia a lungo termine. L'abscissione fogliare, in altre parole la *caduta delle foglie*, rappresenta una strategia adoperata da alcune piante che garantisce un abbassamento della velocità di traspirazione e la dispersione di sale concentrato.

Una strategia, molto efficace, di risposta agli stress salini è data dalla sintesi di **soliti osmoticamente attivi**, o semplicemente **osmoliti regolatori**. La caratteristica principale dei soluti è che possono essere sintetizzati con una piccola spesa energetica, giacché sono generalmente delle semplici molecole, e non interferiscono con il normale metabolismo cellulare. I principali osmoliti appartengono a differenti classi di molecole, difatti si trovano sia **aminoacidi** come la **prolina**, e in genere poliamine come la glicina betaina o la prolina betaina. Anche l'**osmotina** è sintetizzata a seguito di stati di stress ossidativo.

RICORDA che alcuni ioni come Na e Cl sono tossici; il Na, ad esempio, è antagonista del Ca in quanto alte concentrazioni di Na non fanno assorbire il Ca e, dal momento in cui il sodio non fa da segnale come il calcio, non si producono le proteine e, conseguentemente, non si verifica la chiusura idroattiva degli stomi e quindi si ha la morte per tossicità da Na