



Modulazione della tolleranza delle piante da frutto allo stress salino mediante l'uso di biostimolanti

Antonio Ferrante

Dip. Scienze Agrarie e Ambientali
Università degli Studi di Milano



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE
E AMBIENTALI - PRODUZIONE,
TERRITORIO, AGROENERGIA

Coltivazioni in aree esposte alla salinità del suolo, acqua e brezza

Salinità del suolo: accumulo di sodio, cloro e solfati oltre la soglia di tolleranza.

Aerosol marino: sale trasportato dalla brezza marina.

L'effetto del sale è la riduzione della crescita della pianta, per effetto osmotico la pianta non assorbe acqua.



Salinità del suolo

Effetto diretto sulla pianta, ma anche sulla struttura del suolo. La presenza di ioni Na^+ , provocano una destrutturazione del terreno: l'effetto può **essere mitigato dalla presenza di calcio e magnesio** (motivo per cui sono nel calcolo della SAR).

Piante alofite: sono così denominate le piante che si adattano ad alti livelli di salinità nel suolo. Possono crescere velocemente e resistere a 200-500 mM NaCl (tolleranti), oppure crescere lentamente fino a 200 mM NaCl (tolleranti con riduzione della crescita).

Piante glicofite: piante che non tollerano la salinità nel suolo.

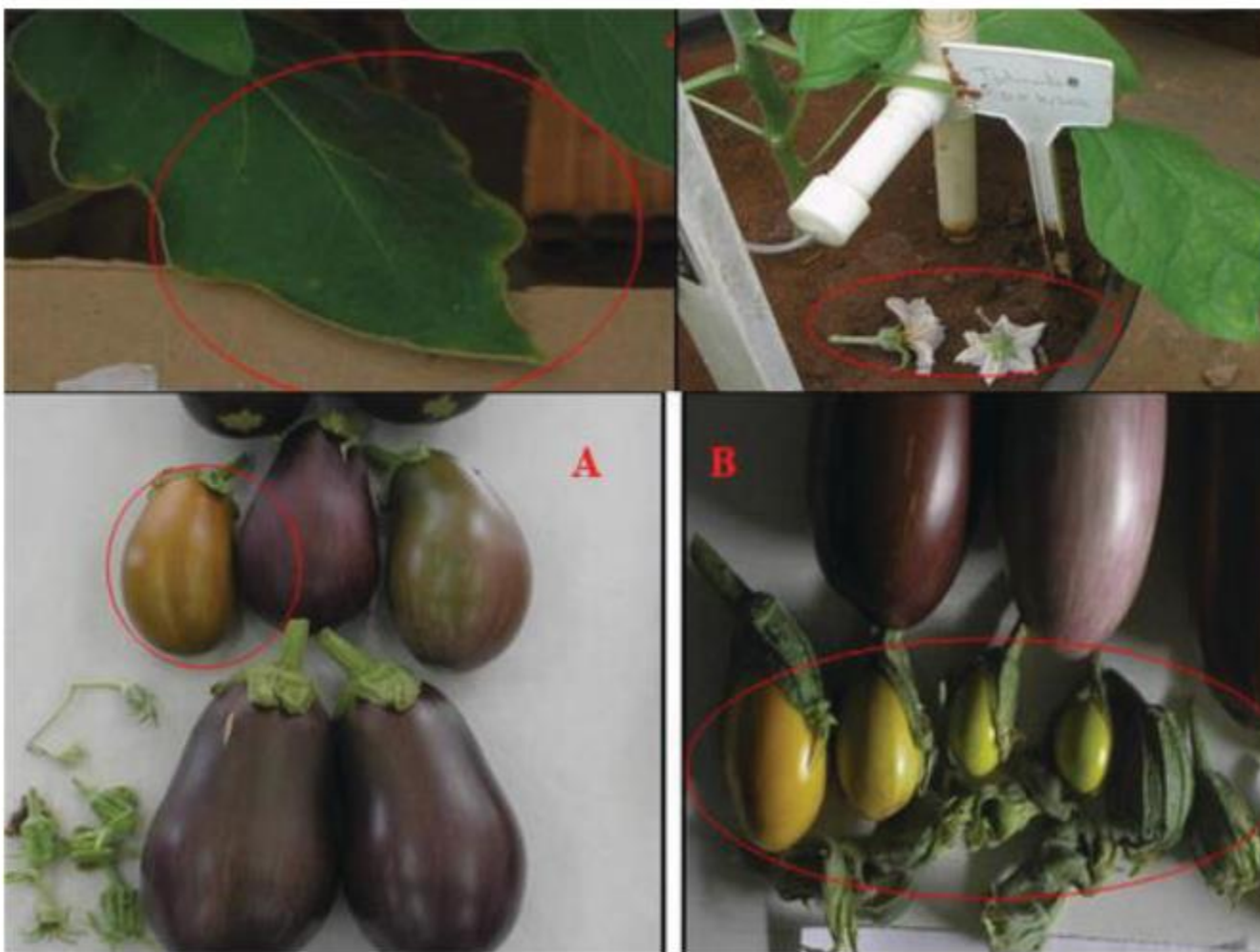


Problema nei sistemi colturali aree lungo la fascia costiera



Infiltrazione di acqua salmastra durante il periodo estivo, accumulo di ioni a livello delle foglie e dei frutti.
Accumulo nelle foglie più vecchie.





La salinità negli ortaggi induce la caduta dei fiori, l'alterazione del colore dei frutti, l'aborto dei fiori e necrosi dei margini delle fogliari.



Pomodoro Pachino



La qualità sensoriale dei frutti di pomodoro sono dovuti all'accumulo di sale nei frutti.

Il pomodoro di pachino è un ciliegino che la coltivazione in ambiente salino conferisce proprietà sensoriali particolari.



RISPOSTA DELLA PIANTA

Elevato assorbimento ionico

Effetti dannosi:
«eccesso di ioni»

Ioni nelle pareti

Deficit idrico nel
citoplasma delle cellule
espansive

Adattamento

**A) Tollerare un'elevata
concentrazione ionica**

Mantenimento del turgore
mediante
compartimentazione
ionica nei vacuoli e
accumulo di soluti neutri
nel citoplasma

**B) Evitare un'eccessiva
concentrazione ionica**

Eliminazione del sale dai
germogli mediante
ghiandole del sale o
esportazione floematica.

Controllo
dell'assorbimento e del
trasporto nelle zone in
crescita.

Incremento in volume
della parte aerea e.g.
succulenza.

Ridotto assorbimento ionico

Adattamento

A) Evitare il deficit idrico

Mantenimento del turgore
mediante la sintesi di soluti
organici;

Incremento
dell'estendibilità della
parete;

Mantenimento del turgore
tramite:

-incrementi della
permeabilità radicale
all'acqua;
-Incremento dello spessore
delle foglie.

Miglioramento
dell'efficienza d'uso
dell'acqua (WUE).

Effetti dannosi:
«deficit idrico»

Riduzione della crescita per
espansione a causa di un ridotto
turgore.
Riduzione nella fissazione di
CO₂ dovuta ad elevata
resistenza stomatica.

Effetti dannosi sul
metabolismo riduzione della
fissazione di CO₂ dovuta ad
elevata resistenza del
mesofillo.



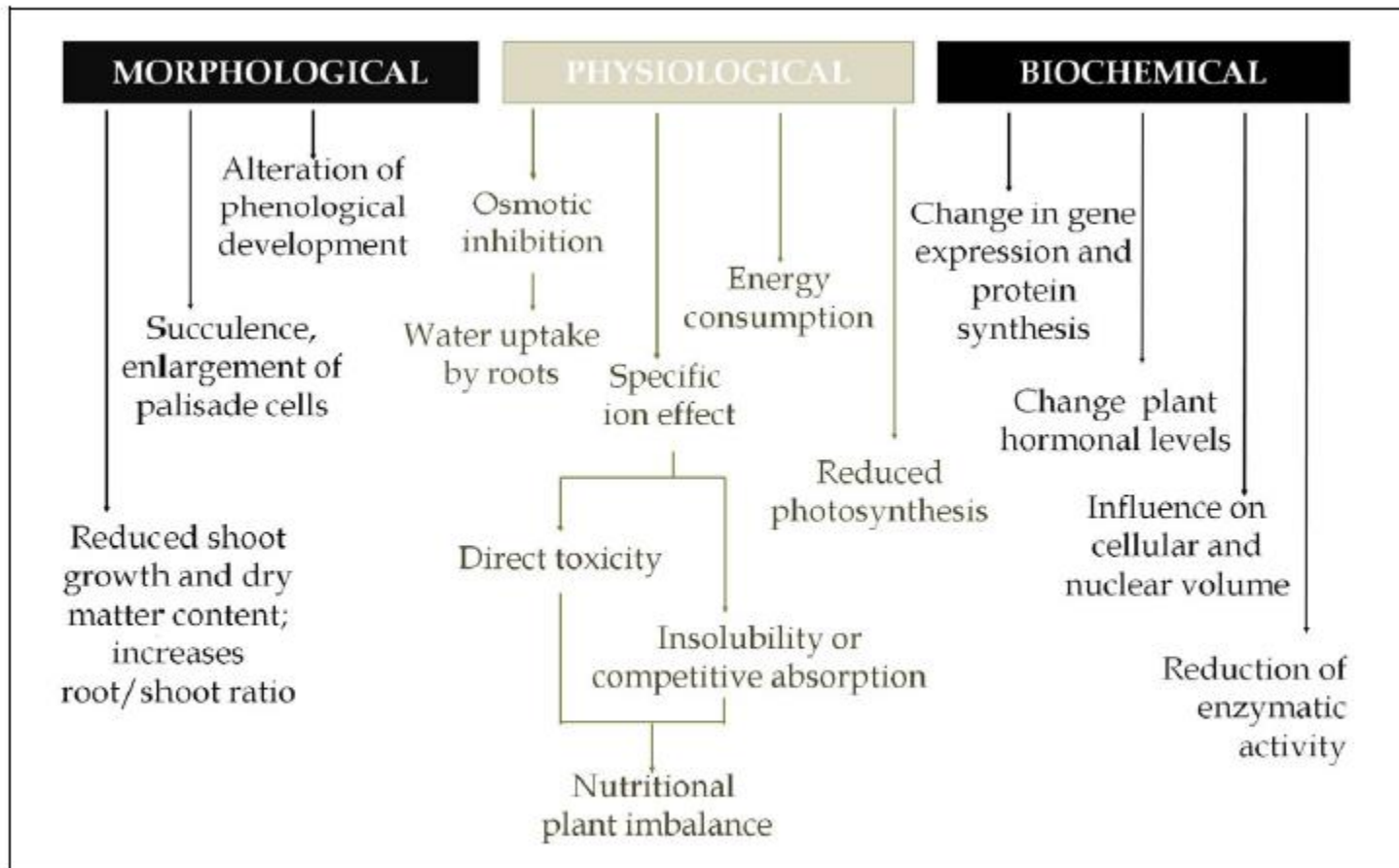
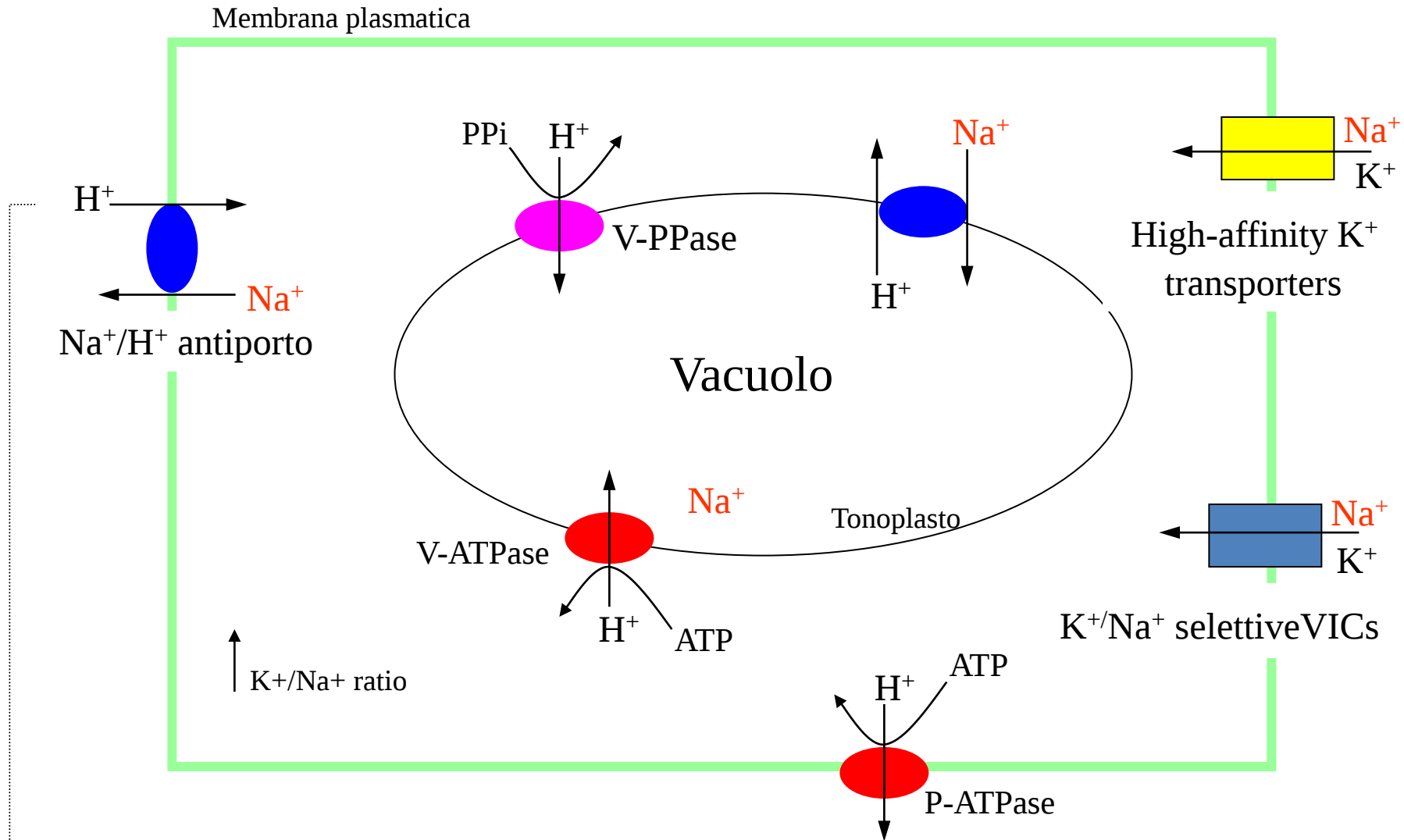


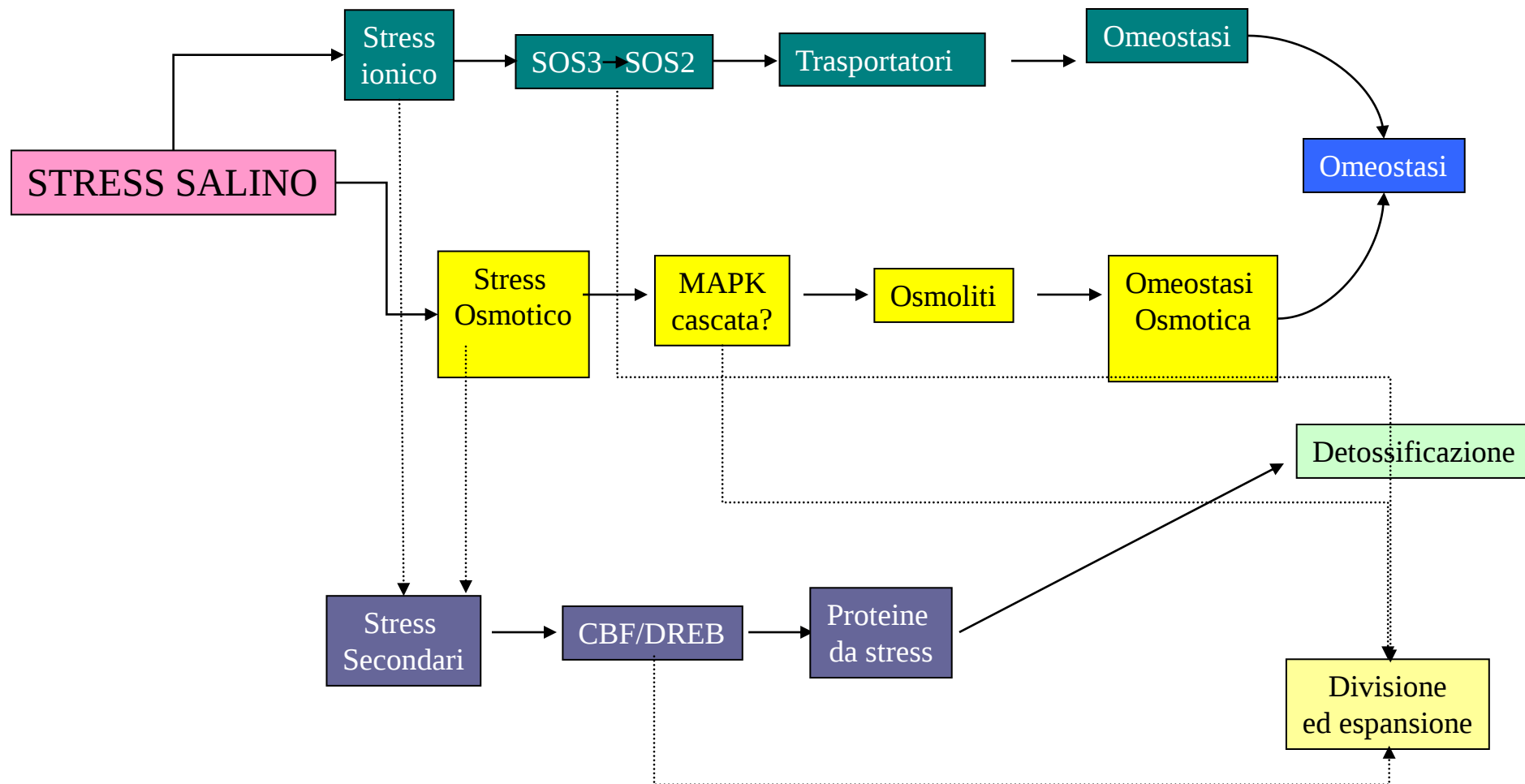
Fig. 1. Morphological, physiological, and biochemical effects of salt stress on plants (modified from Singh & Chatrath, 2001).



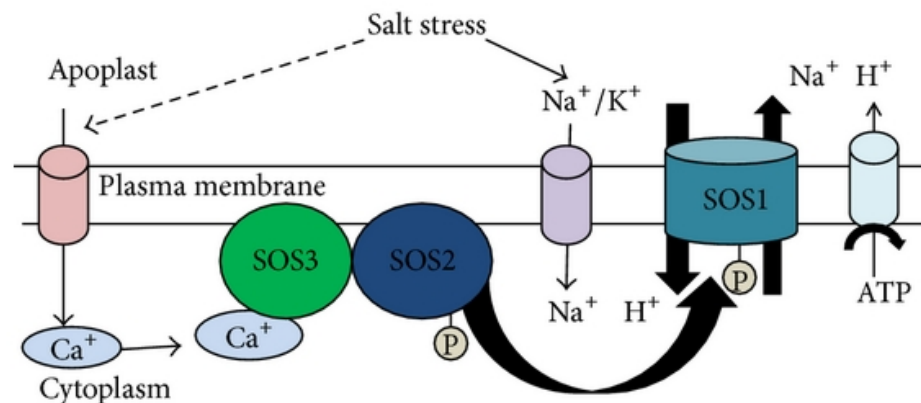
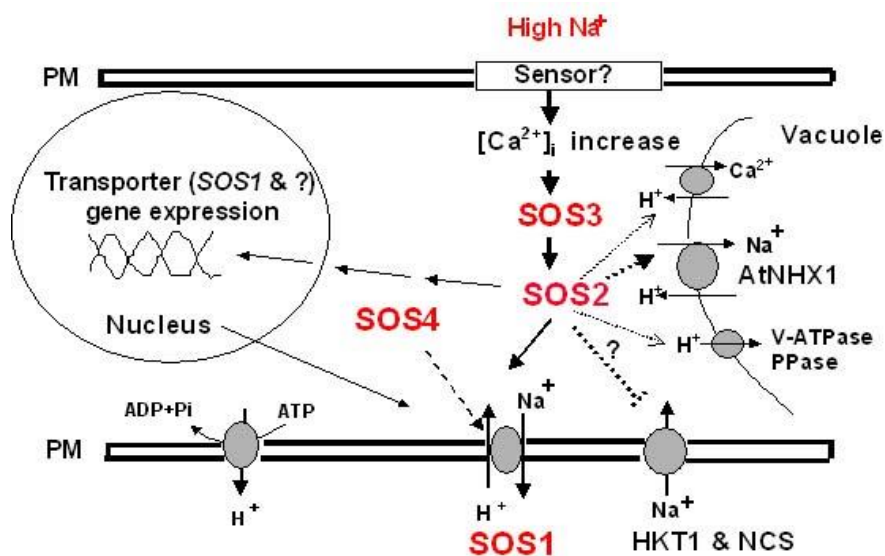
Na⁺ ASSORBIMENTO/ESTRUSIONE NELLE CELLULE



ASPETTI DELLA TOLLERANZA DELLE PIANTE AL SALE



REGOLAZIONE DELL'OMEOSTASI IONICA ATTRAVERSO SOS



In *Arabidopsis* sono stati isolati mutanti *Salt Overly Sensitive* (SOS) che hanno contribuito alla comprensione di come le piante si difendono da eccesso di sale.

In condizioni di alta concentrazione di sale, il calcio stimola i complessi proteici SOS3-SOS2. Questi complessi bloccano i trasportatori di sodio.



Sistemi colturali e salinità

L'eccesso di sali possono causare riduzione delle crescita e alterazioni fisiologiche che possono compromettere le rese e la qualità delle colture.

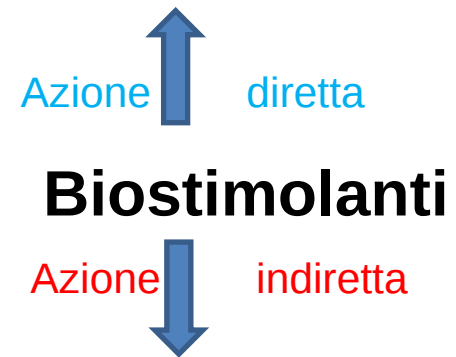
Biostimolanti possono contribuire ad attenuare gli effetti negativi aumentando la tolleranza delle colture alla salinità.



Cosa sono:

- Acidi umici e fulvici
- Estratti di alghe e specie vegetali
- Idrolizzati proteici e composti contenenti N
- Chitosano e altri biopolimeri
- Composti inorganici (Si, Se, Na, ecc.)
- **Funghi**
- **Batteri**

- Fotosintesi
- Crescita
- Produzione
- Metaboliti secondari



- Nutrizionale
- Ormonale

du Jardin 2015. Scientia Horticulturae, 196: 3-14.



Applicazione di biostimolanti

$$\Psi_w = \Psi_p + \Psi_\pi + \Psi_m$$

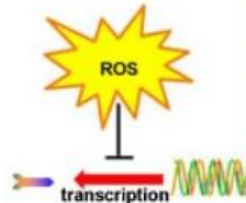
↑ biostimolante

↓ Stress idrico prolungato

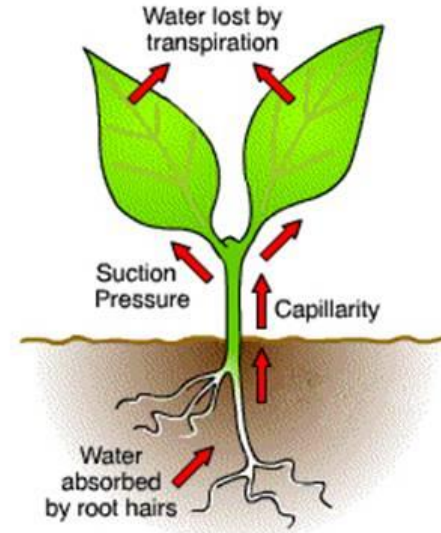
- Aumento del contenuto di osmoliti e sostanze associate allo stress idrico.

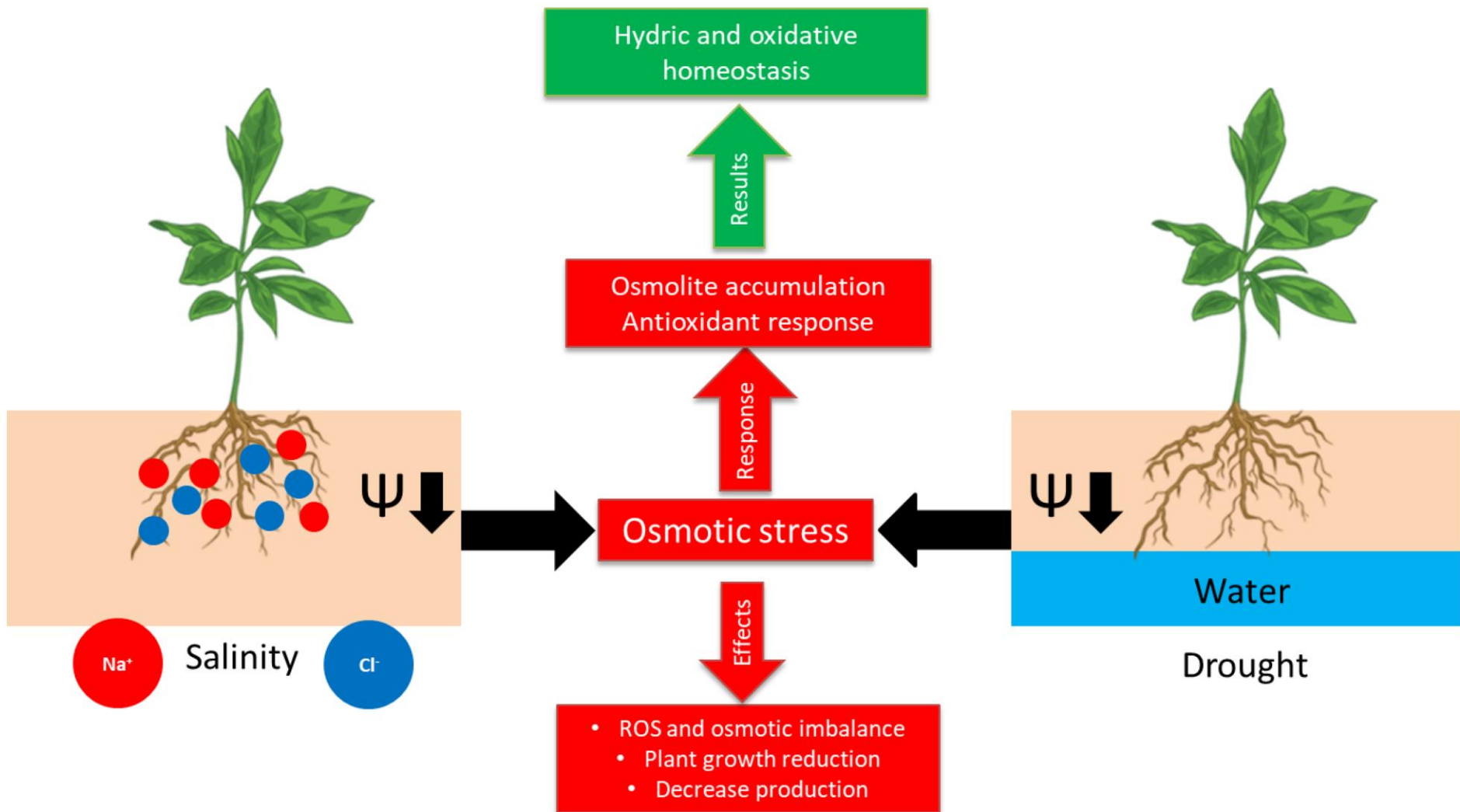


- Regolazione stomatica
 - Acido abscissico



- Aumento di composti antiossidanti
 - ROS
 - Alterazione delle membrane





Jiménez-Arias, et al., 2021. "A Beginner's Guide to Osmoprotection by Biostimulants" *Plants* 10, no. 2: 363.
<https://doi.org/10.3390/plants10020363>



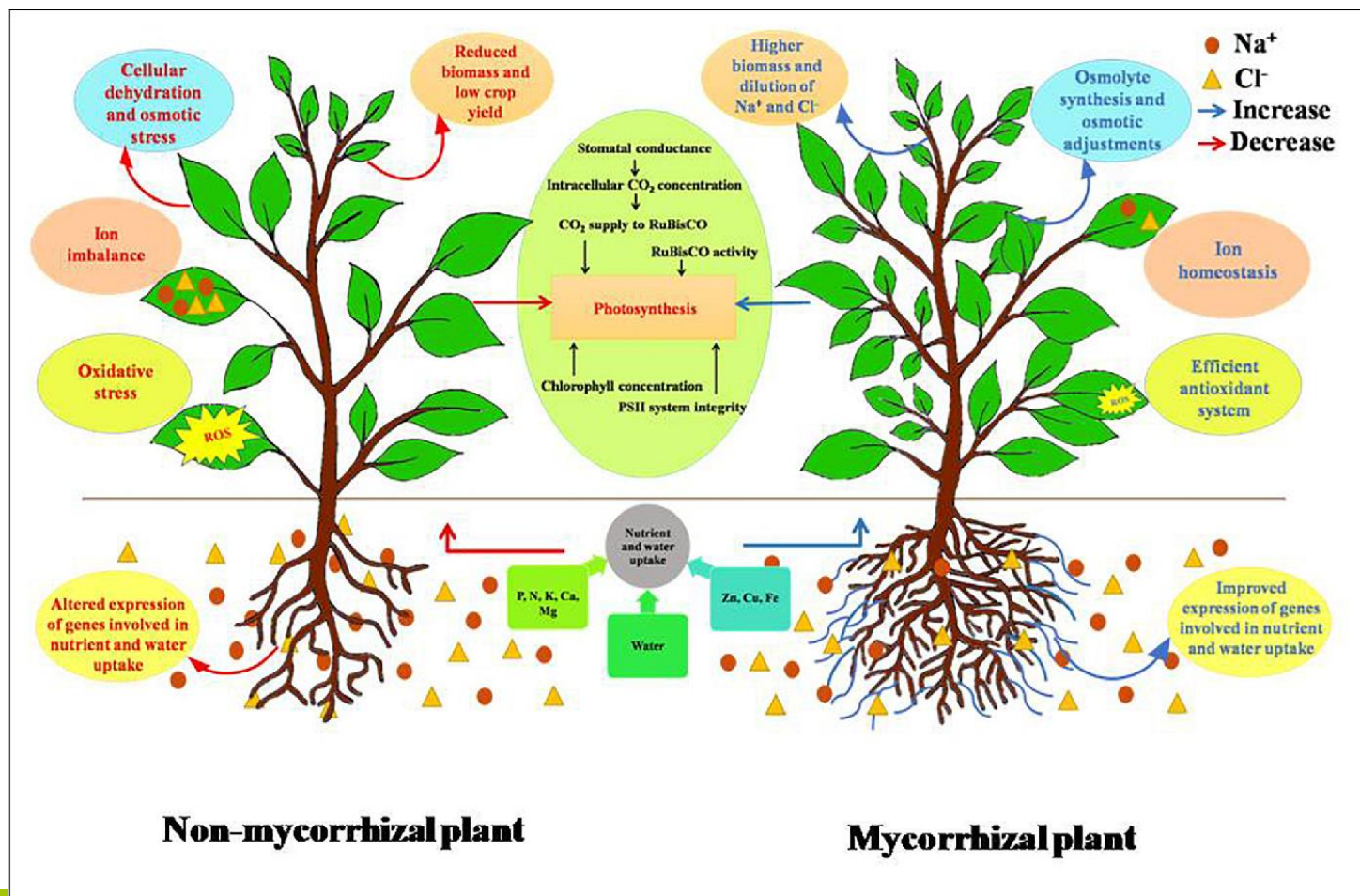
Piante da frutto

Fruit crop	Biostimulant	Mode and rate of application	Growing conditions	Abiotic stress (salinity)
Apple	AMF (<i>Glomus versiforme</i>)	Drench application (100 ml of inoculum)	Potted plants	Four salinity levels (NaCl: 0, 2‰, 4‰ and 6‰)
Date palm	AMF (<i>Glomus mosseae</i>), PGPB (<i>Azospirillum lipoferum</i> , <i>Paenibacillus polymyxa</i> and <i>Bacillus circulans</i>) and putrescine amine	Soil drench application with 85 ml (10^8 cells ml ⁻¹) per plant	Field trial	Plants were irrigated with saline water and grown in reclaimed saline soil
Grapevine	Potassium silicate (K ₂ SiO ₃ ·9H ₂ O)	Soil application Dosage: (2 mM)	Potted plants in greenhouse	Plants exposed to 0 and 100 mM NaCl
Persimmon	Protein hydrolysate (from animal origin) neutralised with calcium salts	Soil drench application (5 L ha ⁻¹ , every 8 days, 7 times in 2012 and 23 L ha ⁻¹ , every 6 days, 24 times in 2013)	Field trial	Soil in salinity condition
Strawberry	AMF (<i>Funneliformis caledonius</i> , <i>Funneliformis mosseae</i> and <i>Rhizophagus irregularis</i>)	Soil application (100 or 50 fungal propagules per plant)	Potted plants in greenhouse	Four salinity levels (100 ml of salt solution containing 0, 50, 100 or 200 mM NaCl)
Strawberry	Potassium silicate	Soil drench application. Once per week. Dosage: 1000 or 1500 ppm	Potted plants in greenhouse	Two salinity level (0 and 50 mM NaCl, added to nutrient solution)
Strawberry	PGPB (<i>Bacillus subtilis</i> EY2, <i>Bacillus atrophaeus</i> EY6, <i>Bacillus sphaericus</i> GC subgrup B EY30, <i>Staphylococcus kloosii</i> EY37 and <i>Kocuria erythromyxa</i> EY43)	Root dipping in bacterial suspensions (10^8 CFU ml ⁻¹) for 30 min.	Potted plants in greenhouse	Two salinity levels (0 and 35 mM of NaCl, added to the nutrient solution)
Tangerine orange	AMF (<i>Glomus mosseae</i> and <i>Paraglomus occultum</i>)	Soil application	Potted plants in greenhouse	Plants exposed to 0 and 100 mM NaCl

Basile et al., 2020. Appraisal of emerging crop management opportunities in fruit trees, grapevines and berry crops facilitated by the application of biostimulants, Scientia Horticulturae, 267, <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109330>.



Effetto dei biostimolanti nella risposta alla salinità



Biostimolanti e tolleranza alla salinità

I soluti che si accumulano variano da pianta a pianta e sono:

- Zuccheri semplici (principalmente **fruttosio e glucosio**);
- Zuccheri alcoli (**glicerolo e inositolo metilato**);
- Zuccheri complessi (**trialosio, raffiniosio e fruttani**);
- Amminoacidi derivati (**proline, glicina, betaina, β -alanina, betaina, prolina, ammine terziarie 1,4,5,6-tetraidro-2-metil-4-carbossil pirimidina**);
- Composti sulfonici (**colina solfato**).

Contribuiscono all'aggiustamento osmotico cellulare.



Conclusioni

I biostimolanti opportunamente selezionati possono contribuire mitigando l'effetto della salinità, agendo sulla rizosfera e a livello di regolazione osmotica sia radicale sia fogliare.

L'aumento della tolleranza può ridurre le perdite di rese ed avere effetti positivi sulla qualità delle produzioni.

