



● Università
● degli Studi
della Campania
Luigi Vanvitelli



Efficacia dei biostimolanti nell'aumentare la tolleranza dei cereali alla salinità

Petronia Carillo

DISTABIF RESEARCH GROUP

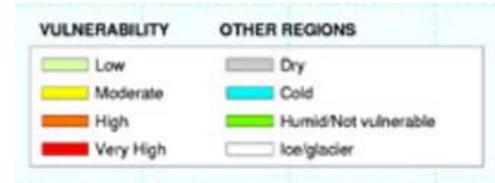
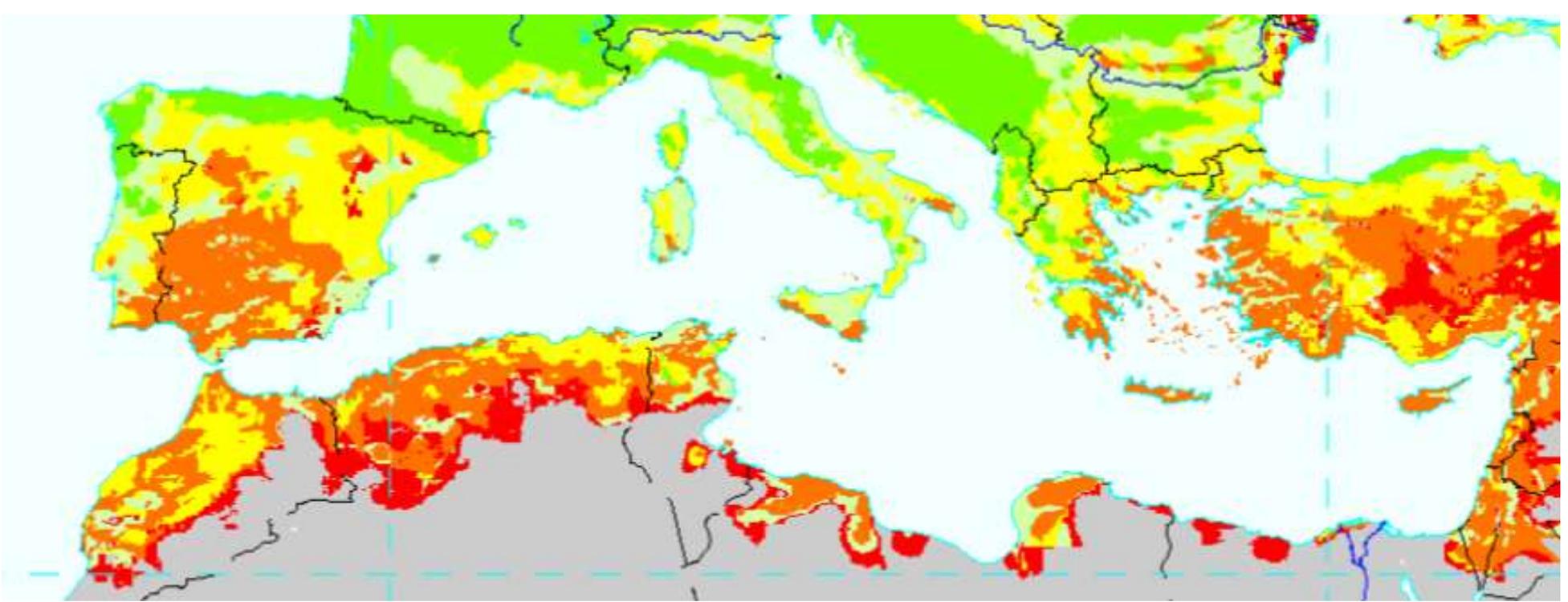


Plant Physiology

petronia.carillo@unicampania.it

La salinità colpisce più del 40% dei suoli dell'area mediterranea



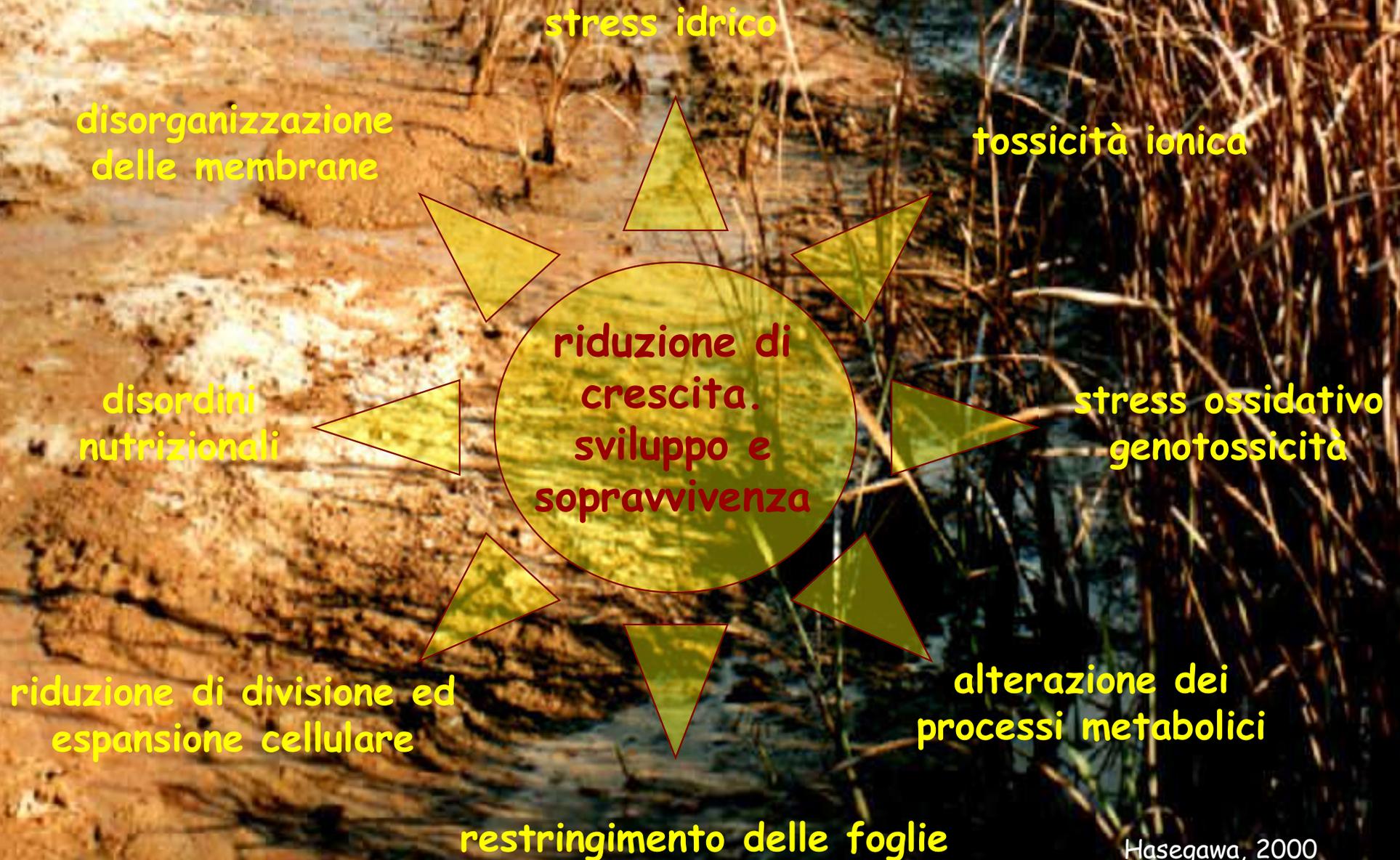


- ✓ intrusione marina negli acquiferi
- ✓ irrigazione con acqua salmastra
- ✓ scarse precipitazioni invernali

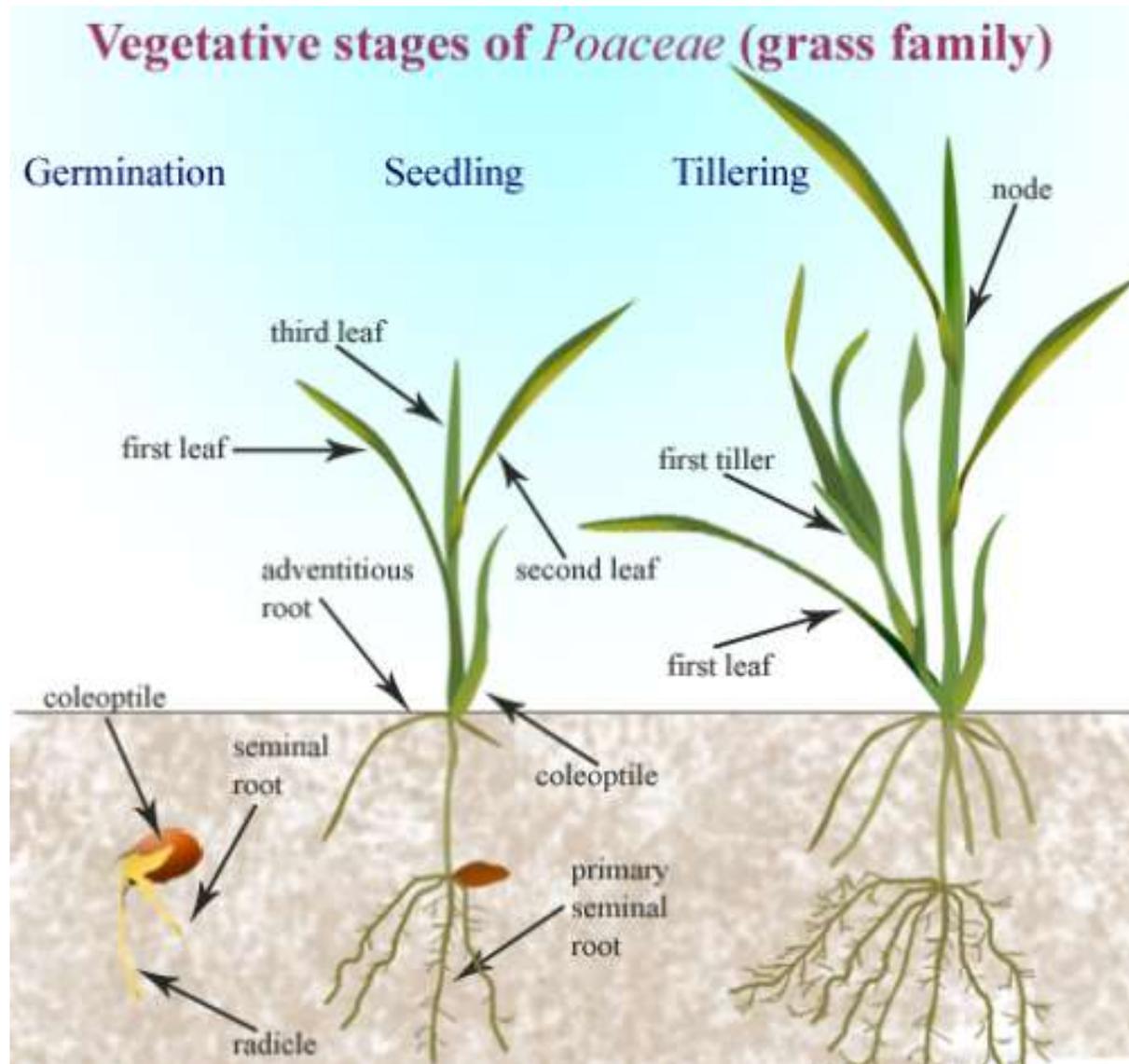


- esposizione quotidiana a stress iperosmotico
- effetti stagionali di accumulo di sali nelle radici

L'alta salinità causa effetti pleiotropici:



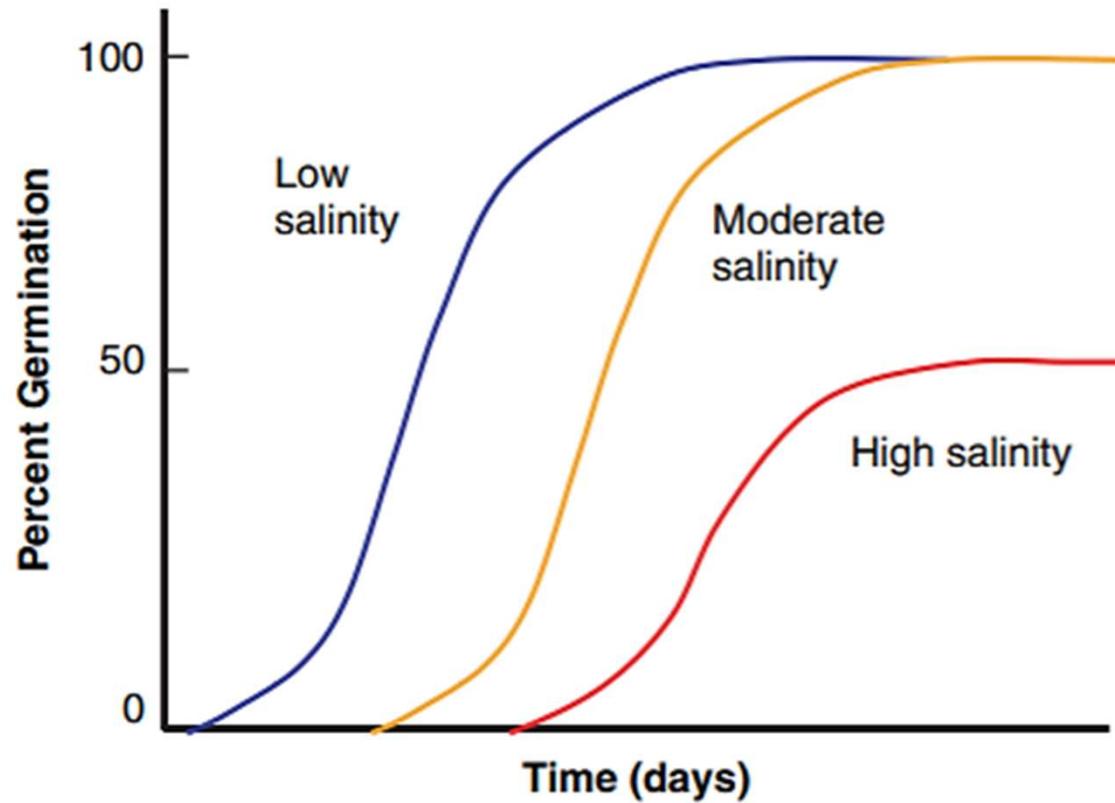
La germinazione e la stadio di plantula sono solo le fasi più vulnerabile della crescita dei cereali in condizioni di salinità



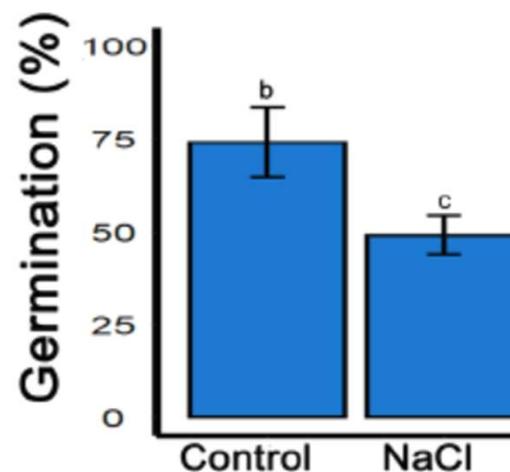
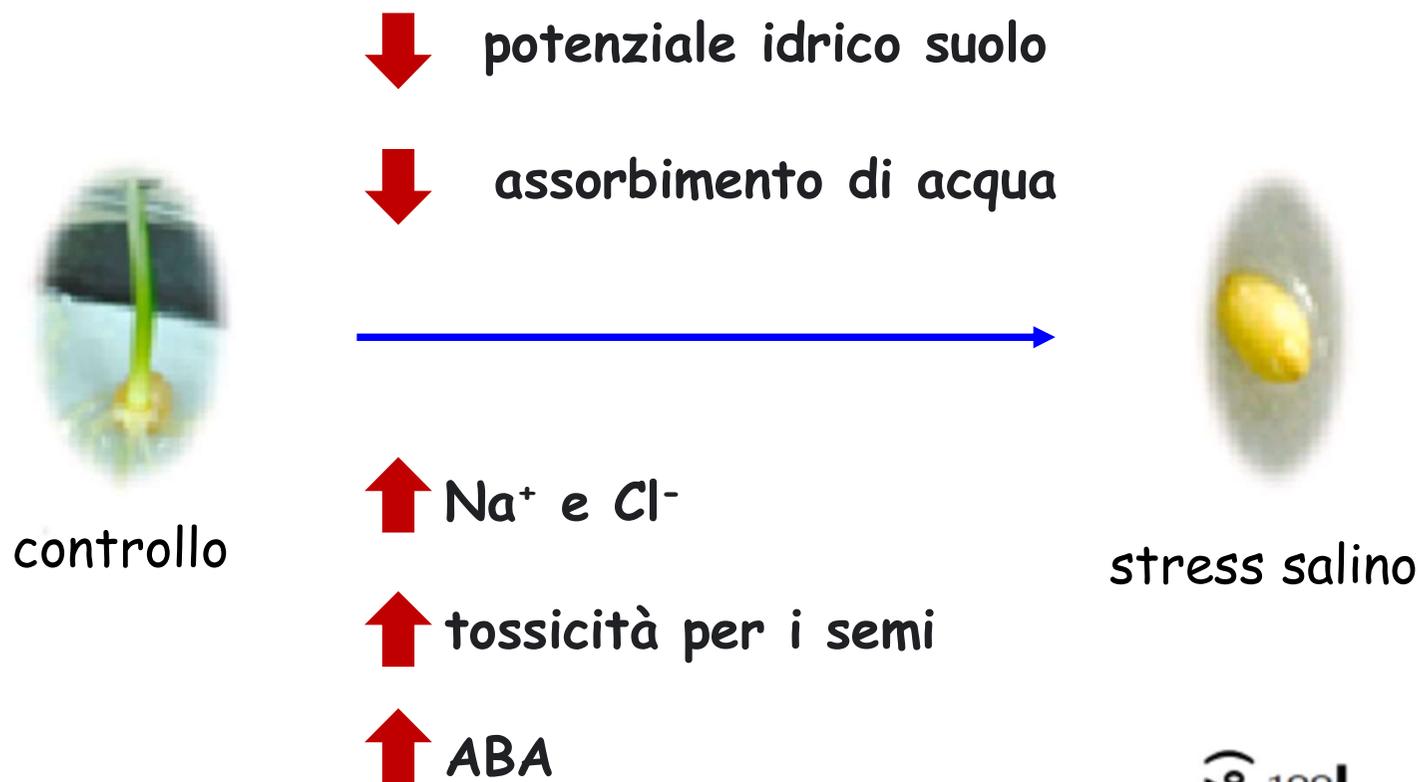
Annunziata et al. ,2017

<https://www.geochembio.com/biology/organisms/wheat/>

L'elevata salinit  del suolo inibisce e/o ritarda la germinazione dei semi



L'elevata salinità del suolo inibisce e/o ritarda la germinazione dei semi

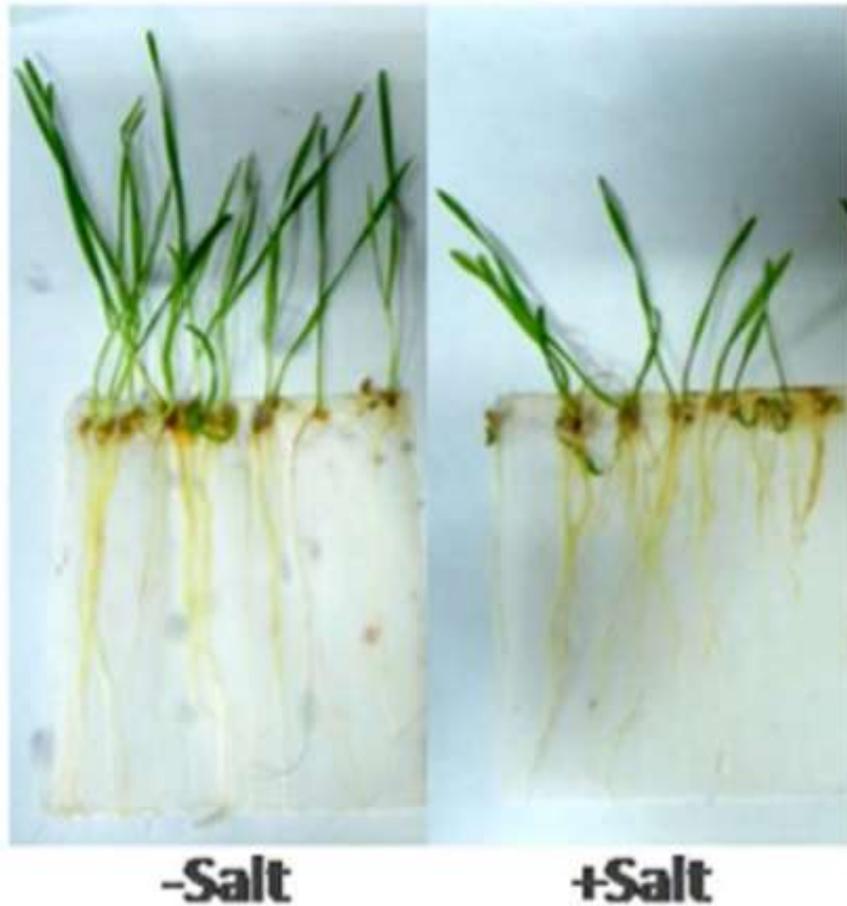


Guo et al., 2020

Shah et al., 2021

Khajeh-Hosseini et al., 2003

L'elevata salinità ritarda l'accrescimento di fusto e radice in plantule di grano

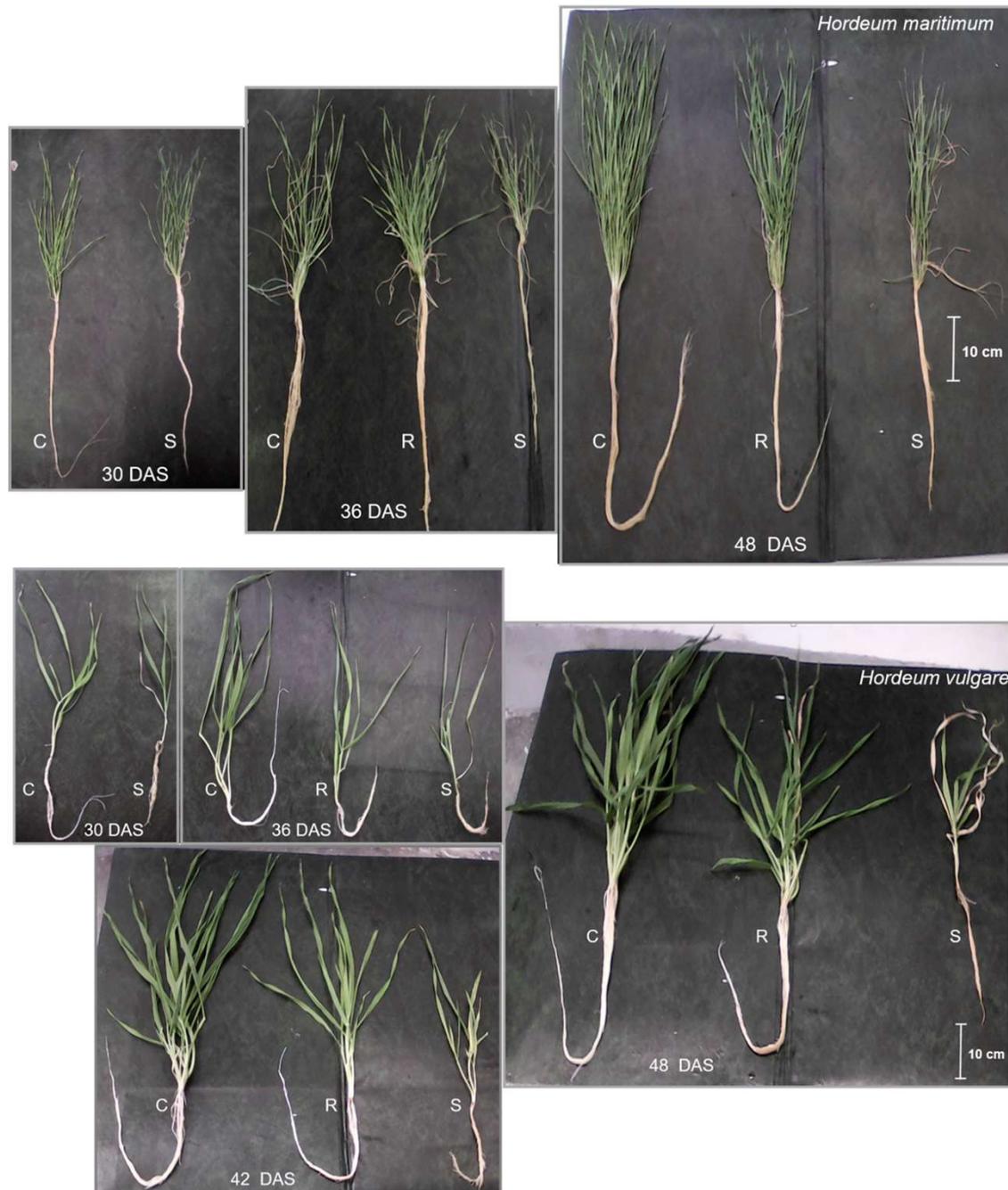


Triticum aestivum L. cv. HD 2285



Il sale (150 mM NaCl) è stato aggiunto gradualmente a partire da 14 GDS.

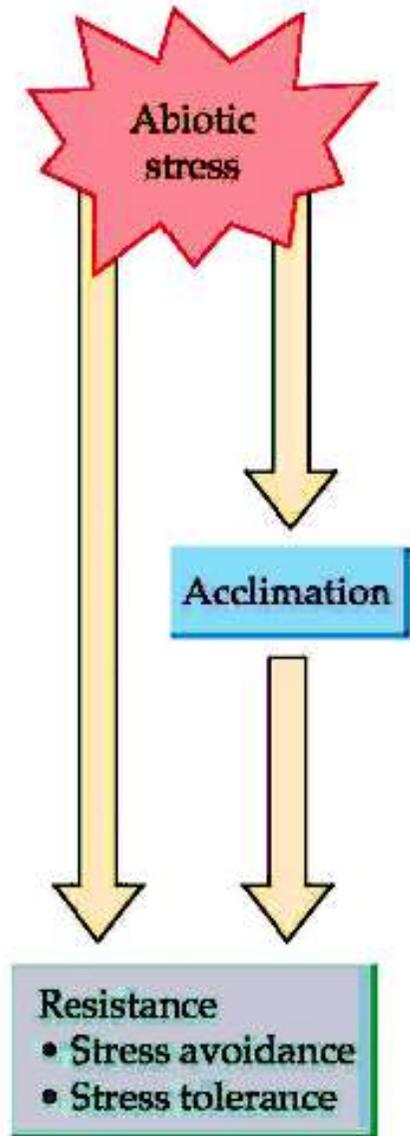
L'elevata salinità ritarda l'accrescimento di fusto e radice in plantule di orzo

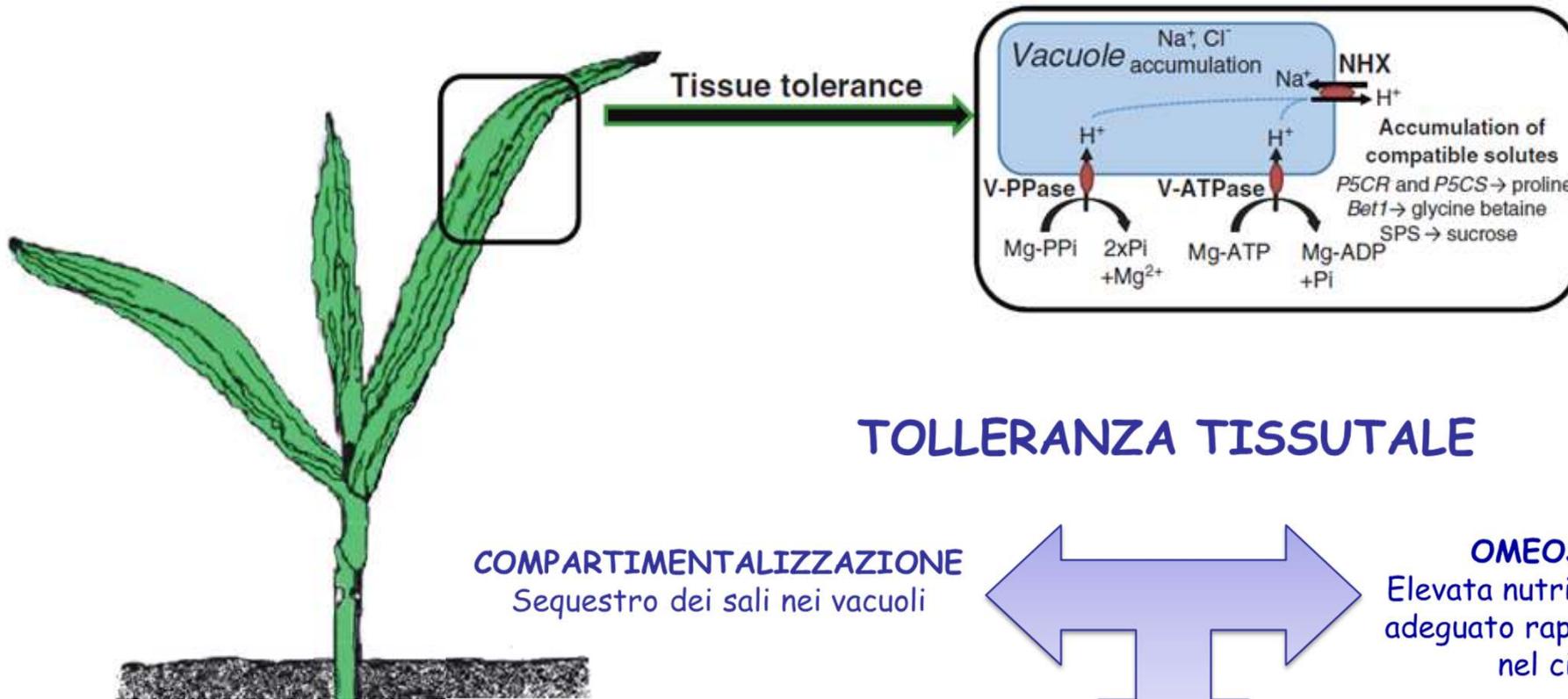


Il sale (200 mM NaCl) è stato aggiunto gradualmente ai trattamenti salinità (S) e recupero (R) a partire da 15 giorni dopo la semina (GDS).

In R il trattamento con sale è cessato a 30 GDS.

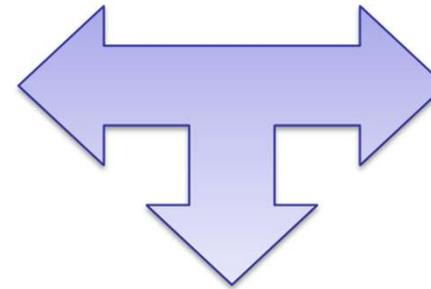
Le piante devono adattarsi
allo stress a causa della loro
immobilità/sessilità





TOLLERANZA TISSUTALE

COMPARTIMENTALIZZAZIONE
 Sequestro dei sali nei vacuoli



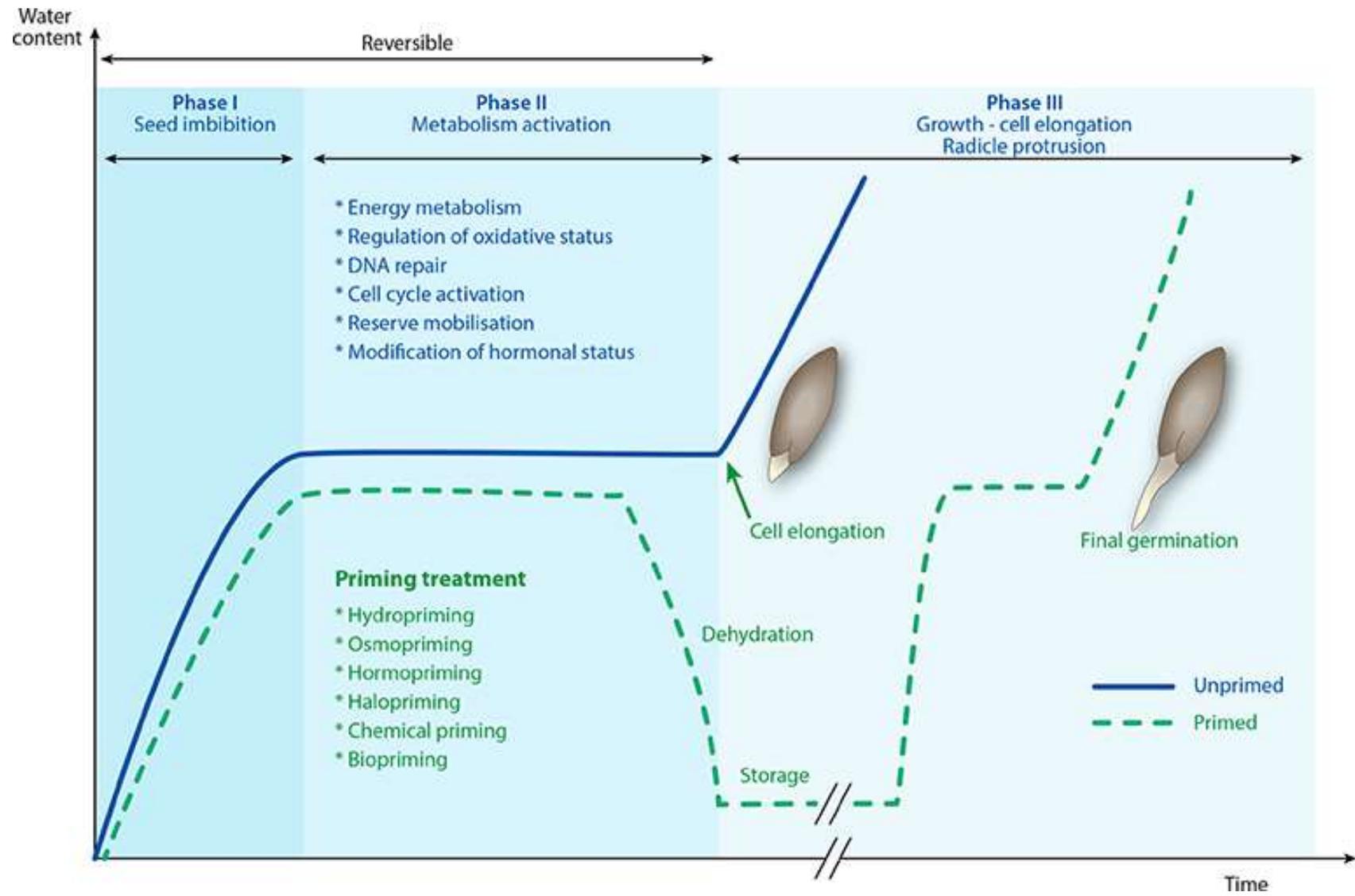
OMEOSTASI
 Elevata nutrizione di K^+ e adeguato rapporto K^+/Na^+ nel citosol

BIOSINTESI DI OSMOLITI COMPATIBILI:
 zuccheri, amminoacidi, ammine, betaine etc
 (50-70 moli ATP per mole)

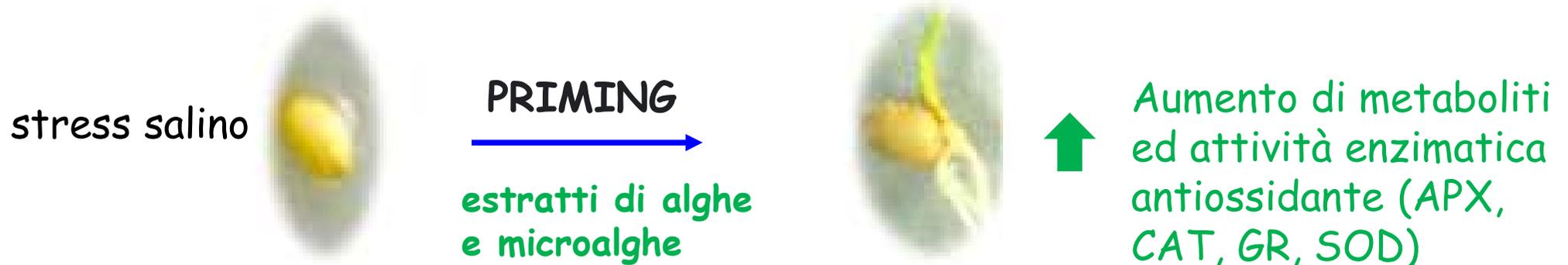
Roy et al., 2014

Raven, 1985
 Mansour, 2000
 Shabala, 2013

Le tecniche di priming promuovono la germinazione

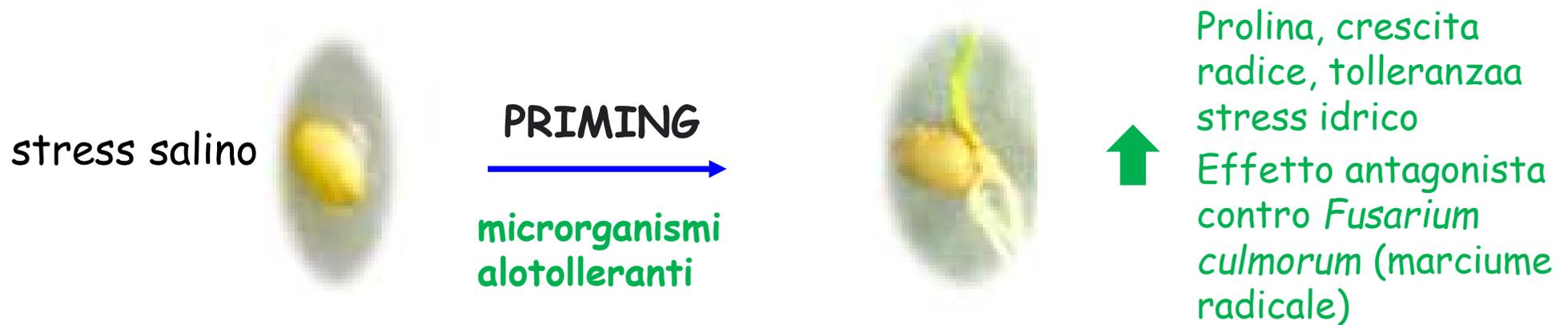


Le tecniche di priming con biostimolanti promuovono la germinazione e la tolleranza dei semi allo stress salino



<i>Oryza sativa</i>	Spirulina maxima 2.5-5 g L ⁻¹ (Sornchai et al., 2014)
<i>Triticum aestivum</i>	<i>Ulva lactuca</i> 1-10% (Ibrahim et al., 2014)
<i>Triticum durum</i>	<i>Ulva rigida</i> 25% (Chernane et al., 2015) Fucus spiralis (Latique et al., 2017)
<i>Triticum vulgare</i>	<i>Laurencia obtuse</i> 10% (Ibrahim et al., 2016)

Le tecniche di priming con biostimolanti promuovono la germinazione e la tolleranza dei semi allo stress salino



Hordeum vulgare

Hartmannibacter diazotrophicus (Suarez et al., 2015)

Triticum aestivum

Pseudomonas spp 100 mg/L (Egamberdieva 2009)

Azotobacter 108 cfu ml⁻¹ (Chaudhary et al., 2013)

Trichoderma longibrachiatum T6 (Zhang et al., 2016)

Halotolerant bacterial strains (Ramadoss et al., 2013)

Triticum durum

Rizobatteri (Albdaiwi et al., 2019)

Bacillus, *Trichoderma*, *Endomycorrhiza* (Ayed et al., 2022)

Zea mais

Bacillus sp. MGW9 (Li et al., 2021)

Le tecniche di priming con biostimolanti promuovono la germinazione e la tolleranza dei semi allo stress salino



Oryza sativa

GABA 0.5 mM (Sheteiwy et al., 2019)

Triticum aestivum

GSH 1 mM / moringa leaf extract 3% (ur Rehman et al., 2021)

Karrikina, KAR1 1 nM (Shah et al., 2021)

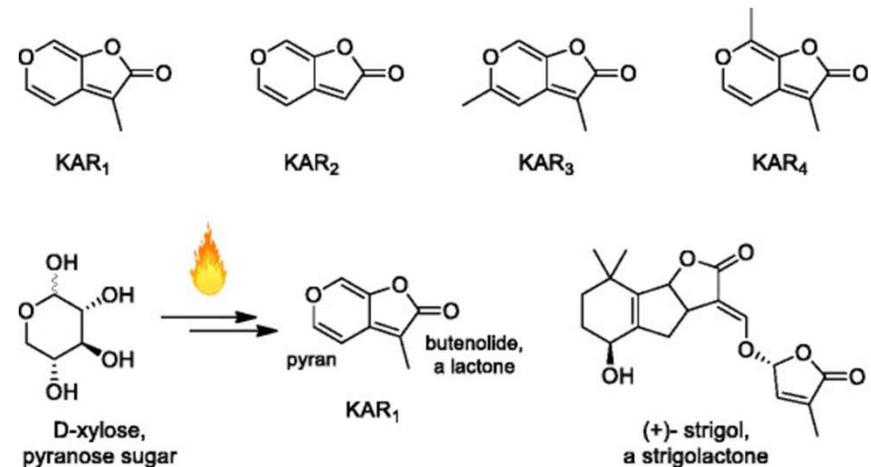
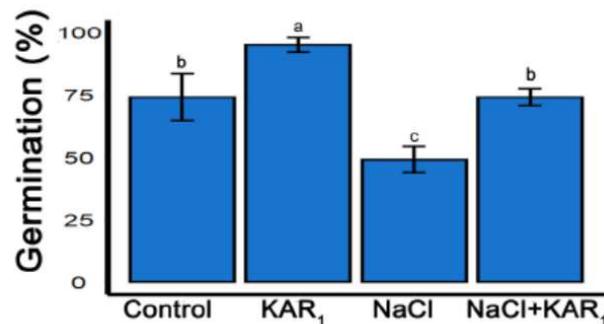
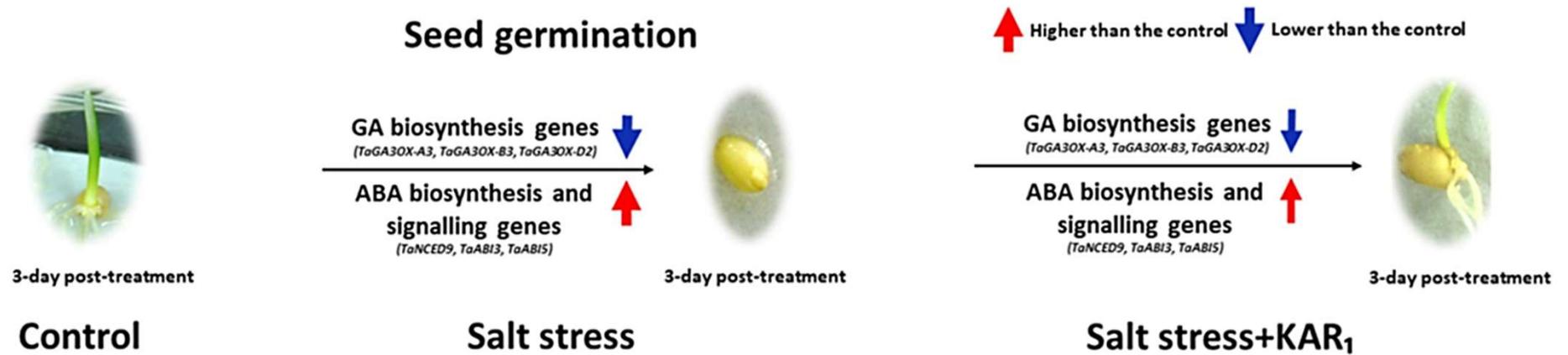
Triticum sativum
(sensibile al sale)

Glicina betaina (GB) 25 mM (Salama et al., 2015) → ↓ *prolina*

Zea mais

Acido umico (HA) 100 mg/L (Kaya et al., 2017)

Kar1 promuove la germinazione e la tolleranza dei semi allo stress salino

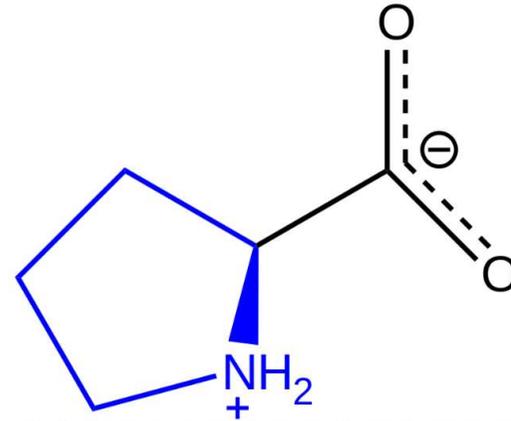


Dibattito in merito all'accumulo di prolina

Sintomo di stress

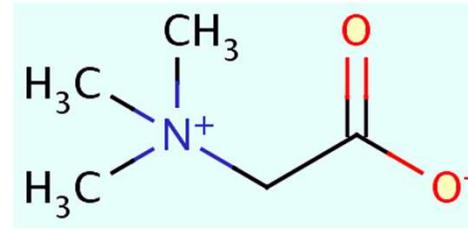
Risposta allo stress

Strategia adattativa



- osmolita
- stabilizza membrane e proteine
- detossifica ROS
- controlla il potenziale redox cellulare
- induce l'espressione di geni in risposta allo stress salino

Glicina betaina

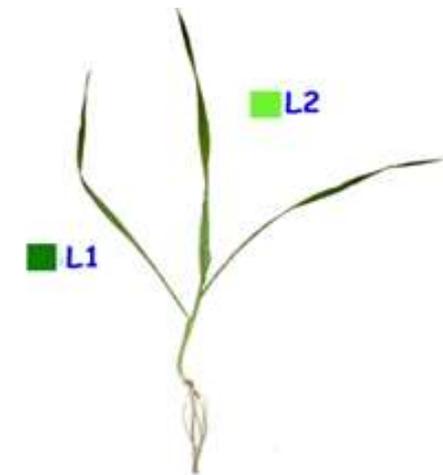
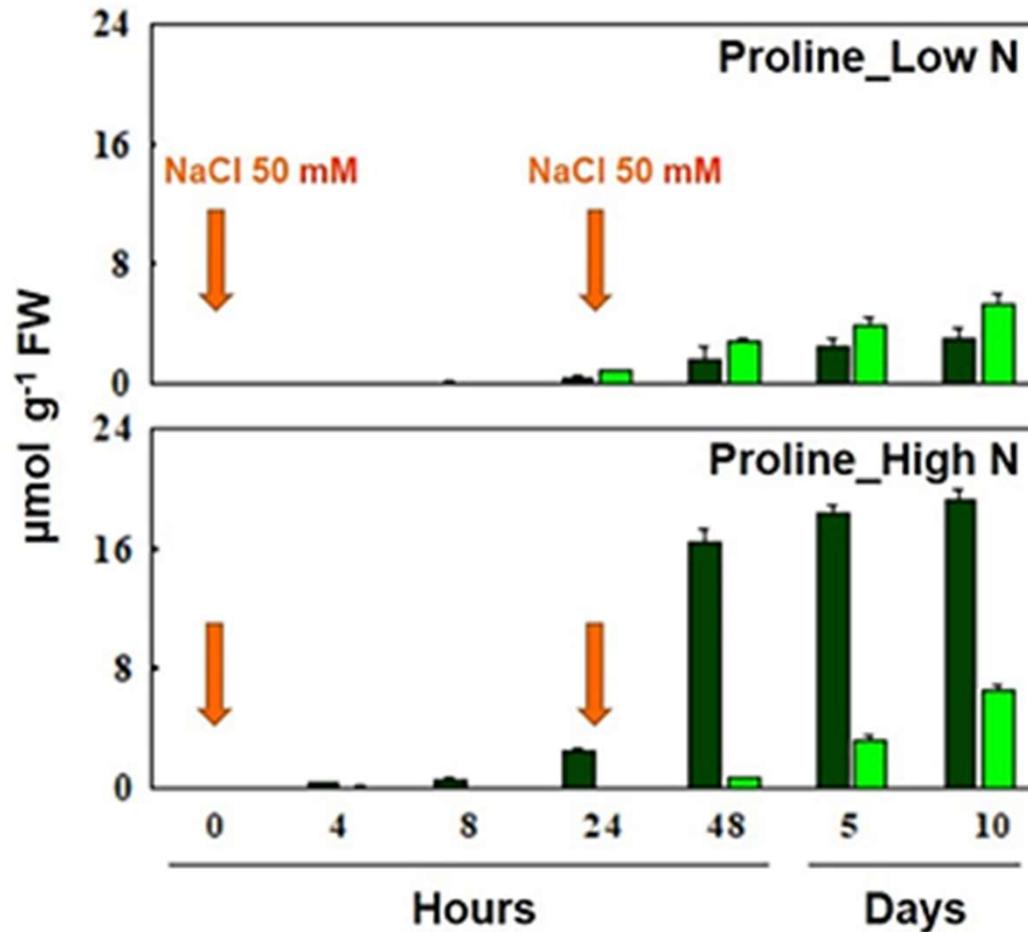


- Presente in diverse alofite e poche piante coltivate
- composto anfotero
- elettricamente neutro in un ampio range di pH fisiologici
- estremamente solubile in acqua

Ruoli....

- osmoregolatore
- stabilizza strutture e attività di macromolecole
- preserva l'integrità della membrana in condizioni di stress
- detossifica ROS

La prolina è rapidamente sintetizzata nei tessuti maturi all'insorgere dello stress, e poi è degradata dopo la fine dello stress per fornire energia, C e N.



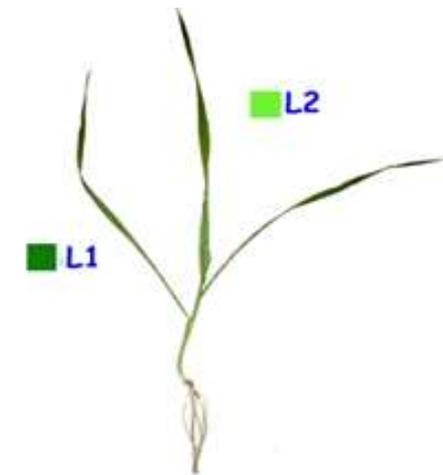
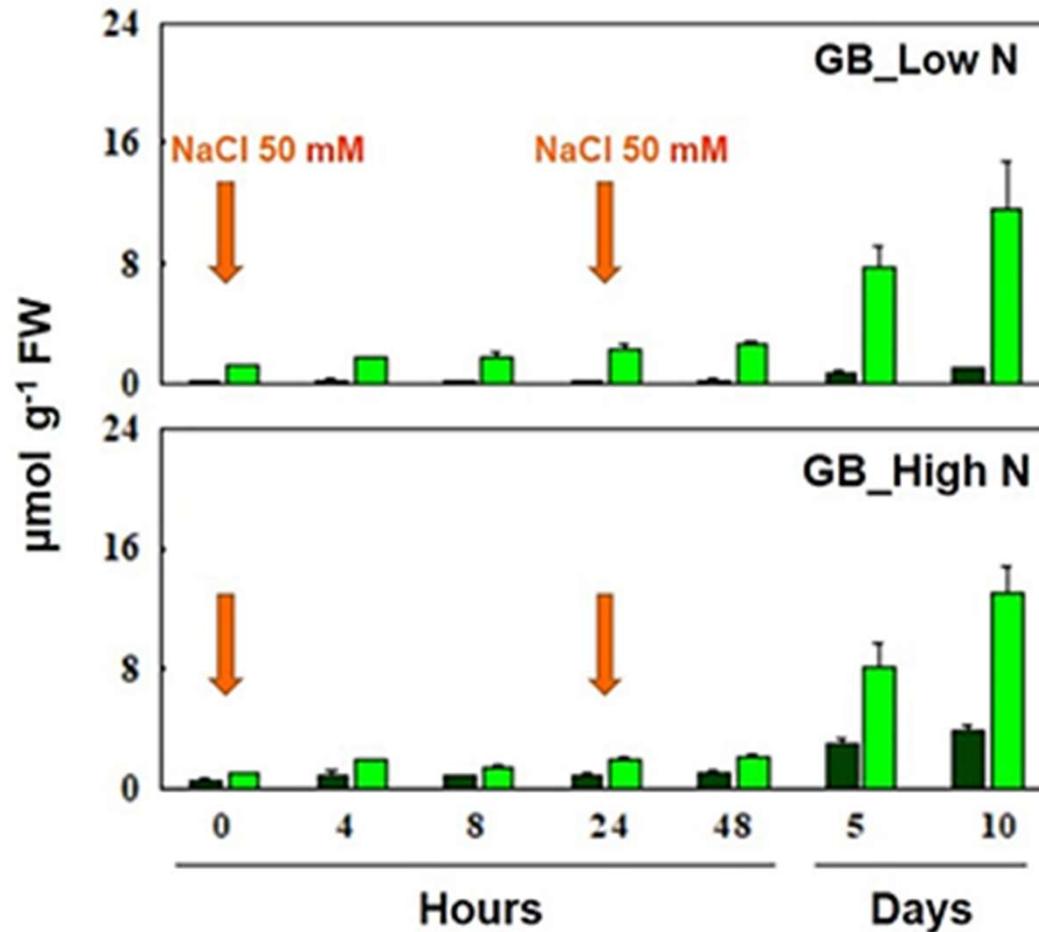
L1 - matura
L2 - apicale o giovane

....discrepanza spaziale e temporale

Carillo et al., 2008

Annunziata et al., 2019

La glicina betaina (GB) si accumula durante lo stress prolungato, nei tessuti giovani, indipendentemente dalla nutrizione azotata, e non viene degradata.



L1 - matura
L2 - apicale o giovane

....discrepanza spaziale e temporale

Carillo et al., 2008

Annunziata et al., 2019

I biostimolanti algali aumentano la tolleranza alla salinità in grano

Pianta intera

- ↑ Sopravvivenza
- ↑ Crescita
- ↑ NUE
- ↑ Numero di spighe
- ↑ Cariossidi



Target foglie

- ↑ Capacità antiossidante (metaboliti ed attività enzimatiche)
- ↓ ROS e MDA
- ↓ Perdita di elettroliti
- ↑ Pigmenti fotosintetici
- ↑ Proteine solubili
- ↑ Osmoliti compatibili (prolina, GB, zuccheri solubili)
- ↑ Rapporto K^+/Na^+
- ↑ Ca^{2+}

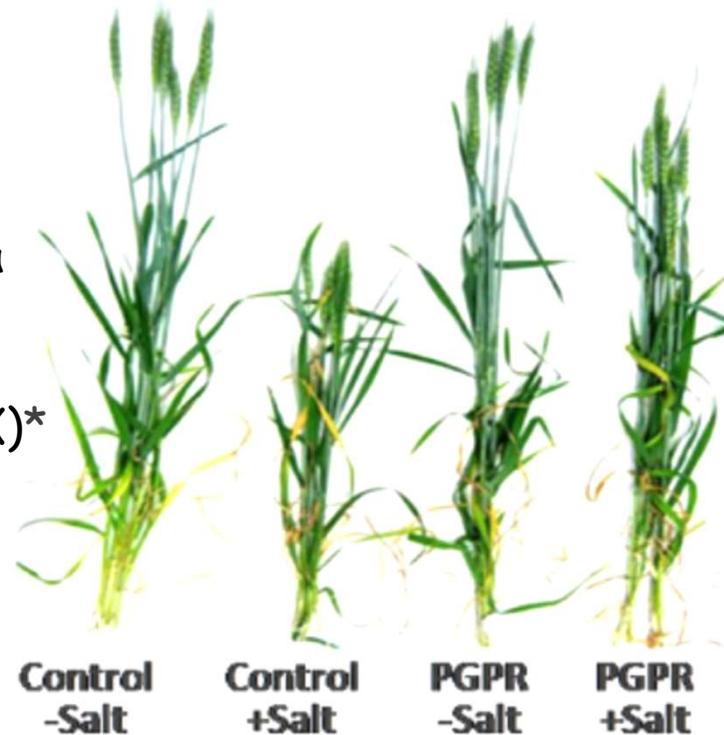
T. aestivum irrigazione con *C. ellipsoidea* e *S. maxima* 10% (Abd El-Baky and El-Baroty, 2008; 2010)

T. durum applicazione fogliare di *Kappaphycus alvarezii* 7.5% (Patel et al., 2018)

Alcuni biostimolanti microbici aumentano la tolleranza alla salinità

Pianta intera

- ↑ cascata segnali ABA
- ↑ attivazione geni responsivi alla salinità
- ↑ aumento tolleranza tissutale (HKT e NHX)*
- ↑ crescita pianta
- ↑ numero di spighe
- ↑ cariossidi



Target foglie

- ↑ capacità antiossidante (metaboliti ed attività enzimatiche)
- ↑ prolina
- ↑ zuccheri solubili
- ↑ carotenoidi
- ↑ flavonoidi

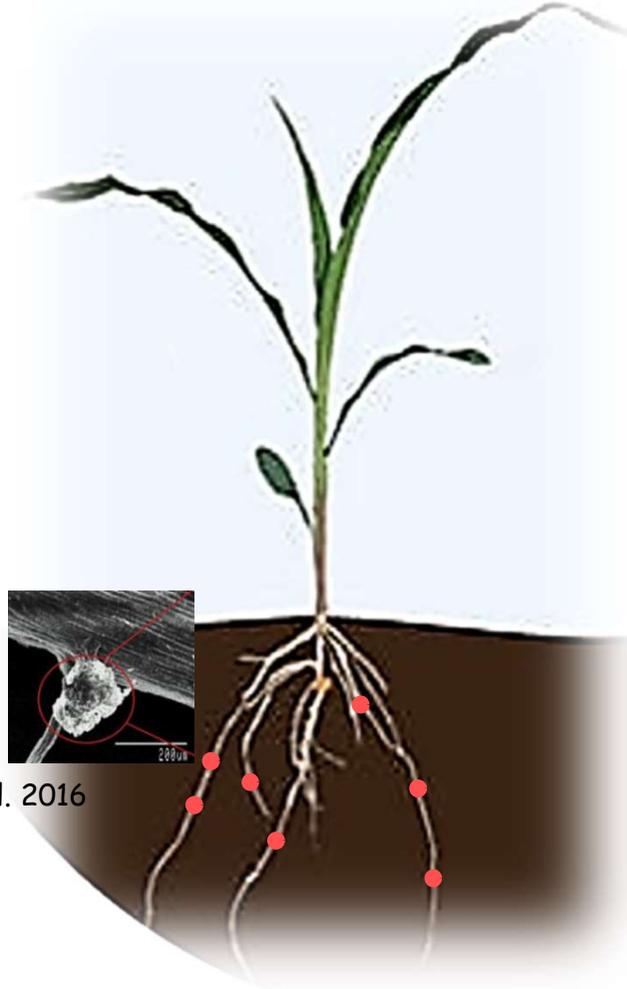
* High-Affinity Potassium (HKT) Transporters
Na⁺/H⁺ eXchanger (NHX)

T. aestivum suolo inoculato con PGPR alotollerante (*Dietzia natronolimnaea* STR1) (Bharti et al., 2016)

...altri biostimolanti microbici riducono lo stress da salinità

Pianta intera

- ↑ Esclusione di Na^+
- ↑ Crescita
- ↑ NUE
- ↑ Numero di spighe
- ↑ Cariossidi



Banik et al. 2016

Target foglie

- ↑ RWC
- ↑ Polifenoli
- ↓ Prolina
- ↑ Pigmenti fotosintetici
- ↑ Leaf area
- ↑ N, P e K
- ↑ Rapporto K^+/Na^+

Z. mays inoculo radici con *Azotobacter chroococcum* ceppi alotolleranti (Rojas-Tapias et al., 2012)

T. durum spray fogliare con *Bacillus* spp., *Trichoderma* spp., *Endomycorrhiza* (Ayed et al., 2022)

...idrolizzati proteici riducono lo stress da salinità

Pianta intera

- ↑ Crescita
- ↑ NUE
- ↑ Biomassa



30 cm

coltura idroponica

Target foglie

- ↑ Attività NR, GS1 e GS2
- ↑ Prolina
- ↑ Capacità antiossidante (attività enzimatiche, PAL e composti fenolici)

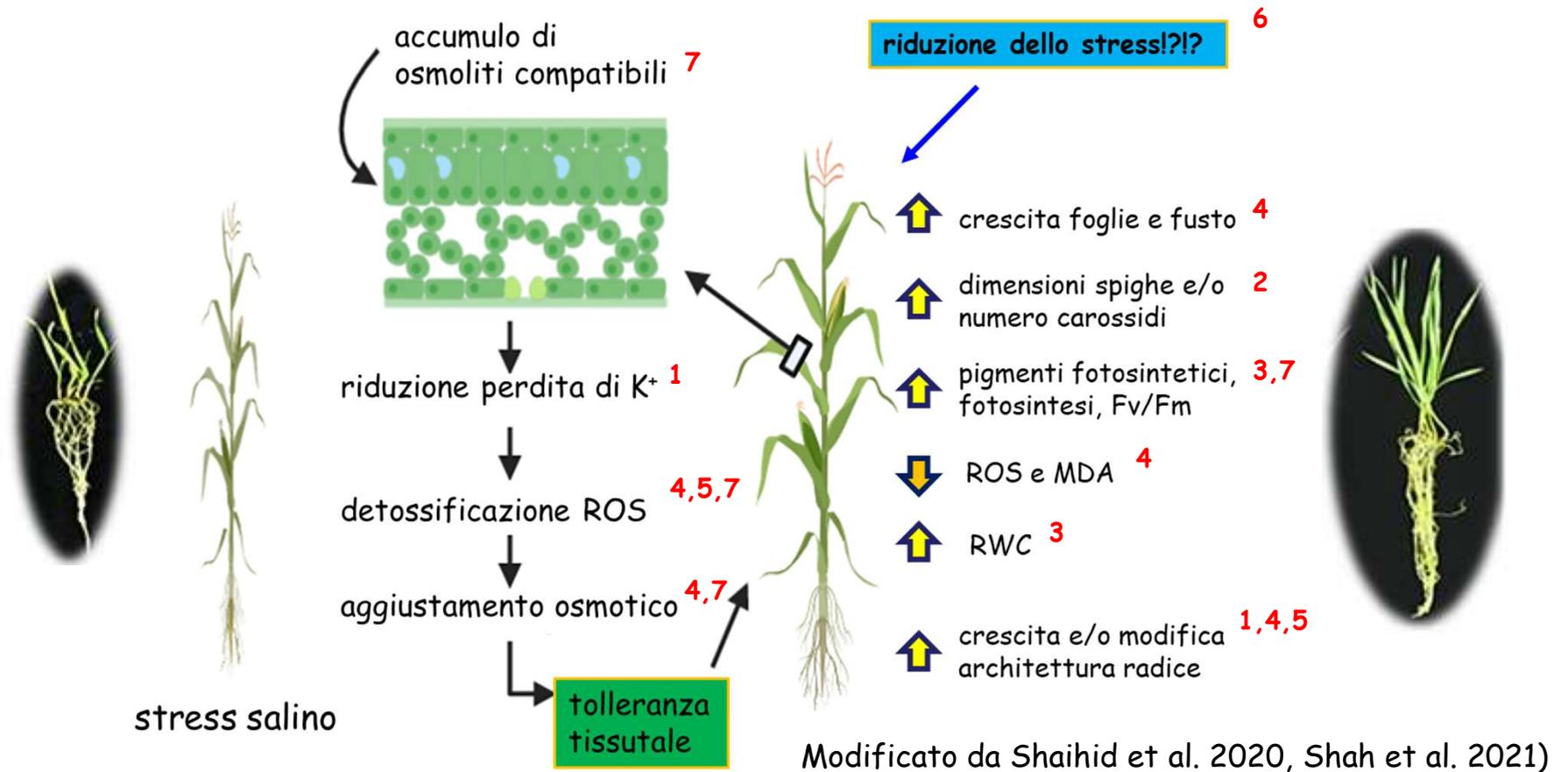
Target radici

- ↑ Aumento crescita
- ↑ Cambio architettura (numero e lunghezza radici secondarie)

Hoagland + idrolizzati proteici

Zea mays { idrolizzati di *alfalfa* o tessuto connettivo animale a 12 GDS (Ertani et al., 2009)
idrolizzati di *alfalfa* o triacontanolo (TRIA) a 12 GDS (Ertani et al., 2013)

...molecole a basso peso molecolare riducono lo stress da salinità



H. vulgare

prolina o GB (5 mM) nel mezzo di coltura (Cuin e Shabala 2005) → effetto **GB** su radice ¹

T. aestivum

acido umico 13L/ha (Khedr et al 2021) ²

spray fogliare con GB (100 mM) (Khedr et al 2022) ³

Hoagland + Karrikins, KAR1 1 nM (Shah et al. 2021) ⁴

crescita in mannitolo (100 mM) (Seckin et al. 2009) → attività antiossidante ⁵ ↑

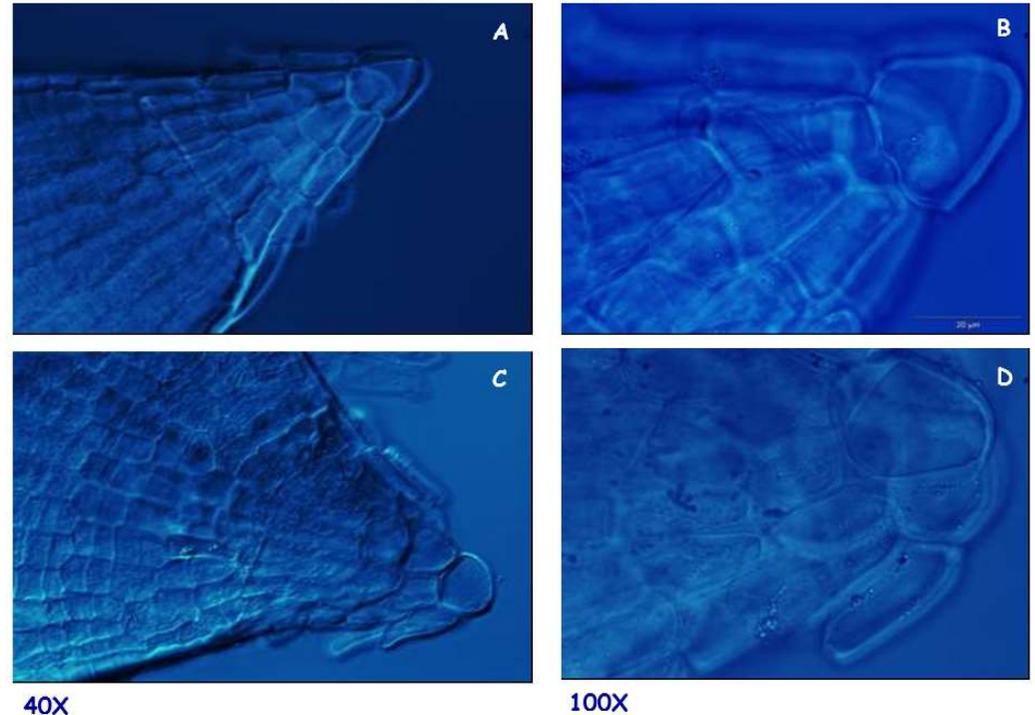
spray fogliare con mannitolo (15-30 mM) (Kaya et al 2012) → attività antiossidante ⁶ ↓

Z. mays

irrigazione con **GABA** (0.5 mM) (Wang et al. 2016) ⁷

I danni causati dal sale agli apici radicali potrebbero essere dovuti al ritardo nella sintesi/accumulo di GB!

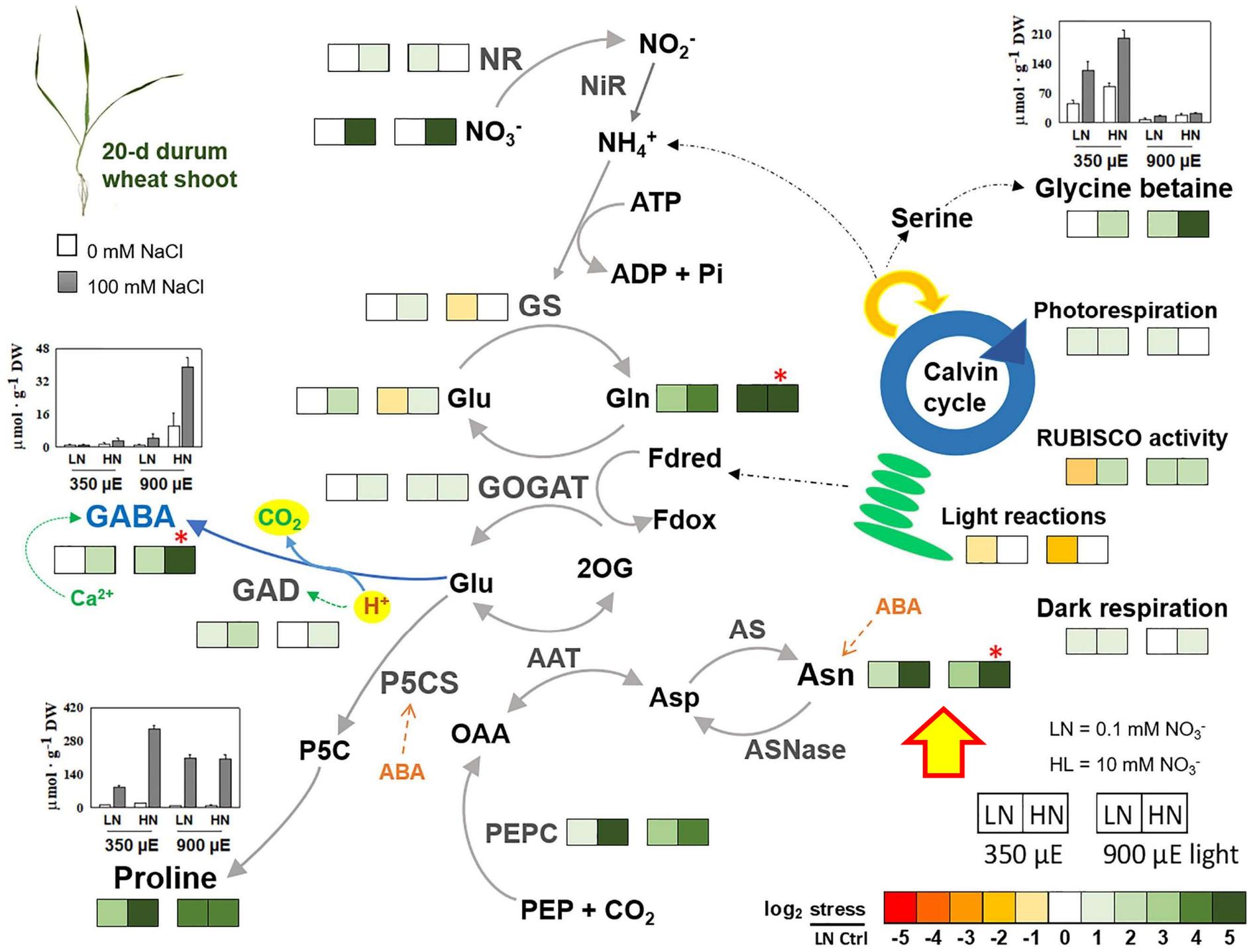
Apici radicali di grano duro coltivati senza (A, B) o con 100 mM NaCl (C, D) osservati mediante microscopia interferenziale differenziale (DIC)



A,B - l'apice radicale del controllo ha cellule strettamente addensate con piccoli spazi intercellulari. C, D - l'apice radicale delle cellule sotto stress salino mostra un'ampia vacuolizzazione, mancanza dell'organizzazione tipica del tessuto apicale, e una leggera plasmolisi dovuta alla mancanza di continuità e aderenza tra le cellule con tendenza all'arresto della crescita e del differenziamento.

H. vulgare

prolina o GB (5 mM) nel mezzo di coltura (Cuin e Shabala 2005) → effetto GB su radice



REVIEW ARTICLE

Food security: the challenge of increasing wheat yield and the importance of not compromising food safety

T. Curtis & N. G. Halford

Plant Biology and Crop Science Department, Rothamsted Research, Harpenden, Hertfordshire, UK

Journal of Experimental Botany, Vol. 63, No. 8, pp. 2841–2851, 2012
doi:10.1093/jxb/ers011 Advance Access publication 16 February, 2012



GM CROPS

The acrylamide problem: a plant and agronomic science issue

Nigel G. Halford^{1,*}, Tanya Y. Curtis¹, Nira Muttucumaru¹, Jennifer Postles¹, J. Stephen Elmore² and Donald S. Mottram²

Reducing the acrylamide-forming potential of wheat, rye and potato

2nd International Conference on Food Safety and Regulatory Measures
June 06-08, 2016 London, UK

Nigel G Halford

Rothamsted Research, UK

L'acrilammide si forma prevalentemente negli alimenti ricchi di carboidrati cotti al forno o fritti, costituiti da materie prime che contengono i suoi precursori (**asparagina e zuccheri solubili**), come i cereali, attraverso la reazione di Maillard (Regolamento UE 2158 - acrilammide negli alimenti)

A screenshot of a website page. At the top, there is a navigation bar with "Skip to content" and "Acc". Below that is a banner image of green corn plants with a "Global Food Security" logo and the text "Sustainable, healthy food levels". A navigation menu below the banner has four items: "Home", "Your Food", "The Issue", and "Research in Action". The main content area shows a breadcrumb trail: "Home > Research in action > Current research > Under the bar: acrylamide and food safety". The main heading is "Under the bar: acrylamide and food safety". To the right of the heading are social media sharing icons (Facebook, Twitter, LinkedIn, Email) and a "Share this page:" label. Below the heading is a sub-heading "Multiple BBSRC projects aim to reduce possible cancer risk in common foodstuffs." and a date "February 2013". At the bottom right, there is a "Sets a cookie" notice.

Asparagina e zuccheri solubili nei prodotti a base di cereali possono causare formazione di acrilammide!



Conseguenze agronomiche molto negative di cui agricoltori e ricercatori devono essere consapevoli

Journal of Experimental Botany, Vol. 63, No. 8, pp. 2841–2851, 2012
doi:10.1093/jxb/ers011 Advance Access publication 16 February, 2012



GM CROPS

The acrylamide problem: a plant and agronomic science issue

Nigel G. Halford^{1,*}, Tanya Y. Curtis¹, Nira Muttucumaru¹, Jennifer Postles¹, J. Stephen Elmore² and Donald S. Mottram²

Conclusioni

I biostimolanti aumentano certamente la tolleranza dei cereali alla salinità di semi germinanti e plantule.

Il trattamento dei cereali con biostimolanti per l'intero ciclo vegetativo in condizioni di salinità è sempre...

- realmente efficace
- economicamente conveniente





● Università
● degli Studi
della Campania
Luigi Vanvitelli



Grazie dell'attenzione!

Petronia Carillo

DISTABIF RESEARCH GROUP



Plant Physiology

petronia.carillo@unicampania.it