

# How plants cope with flooding saline water

ศุภจิตรา ชัชวาลย์

ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์

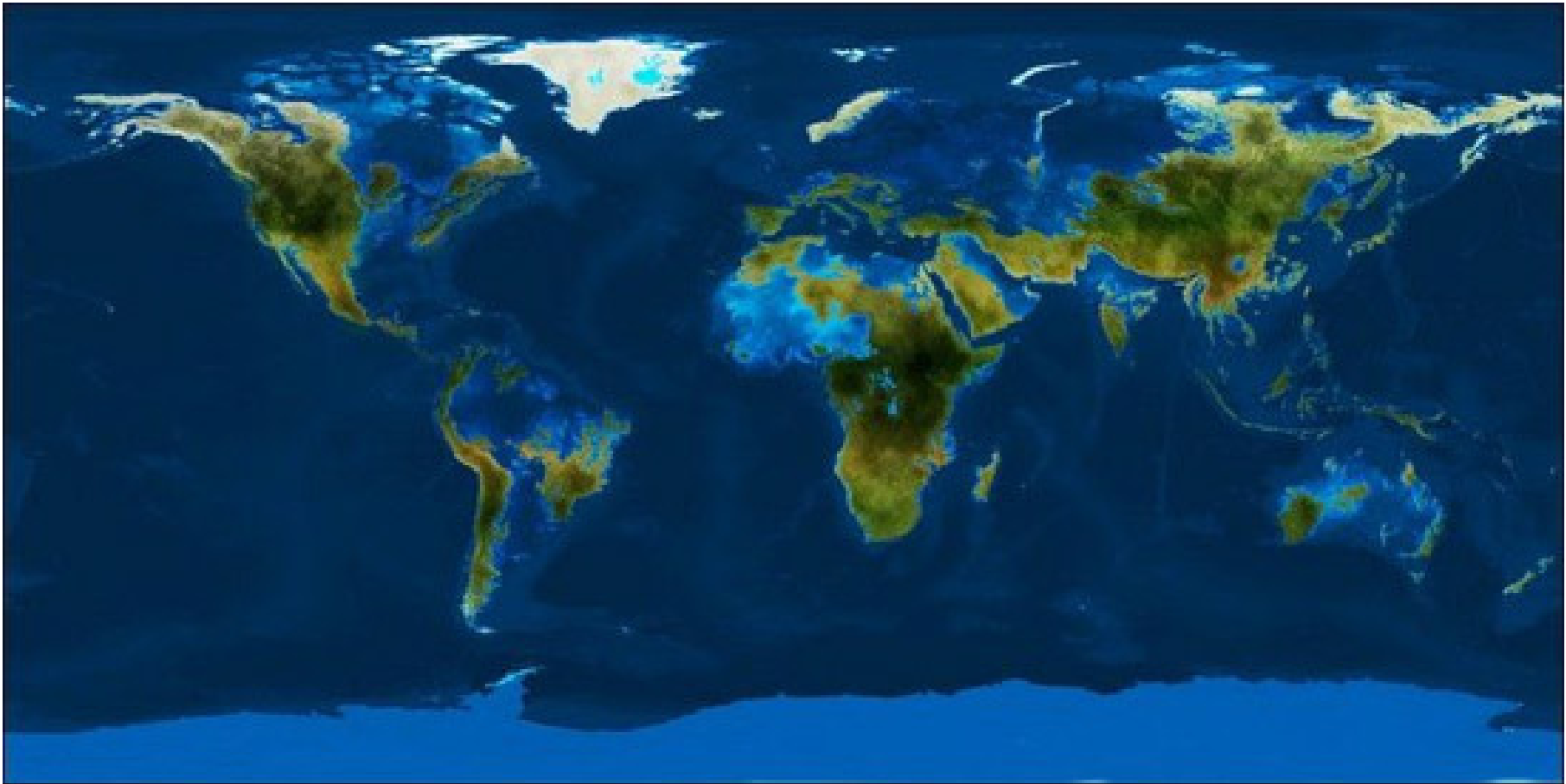
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# Outline

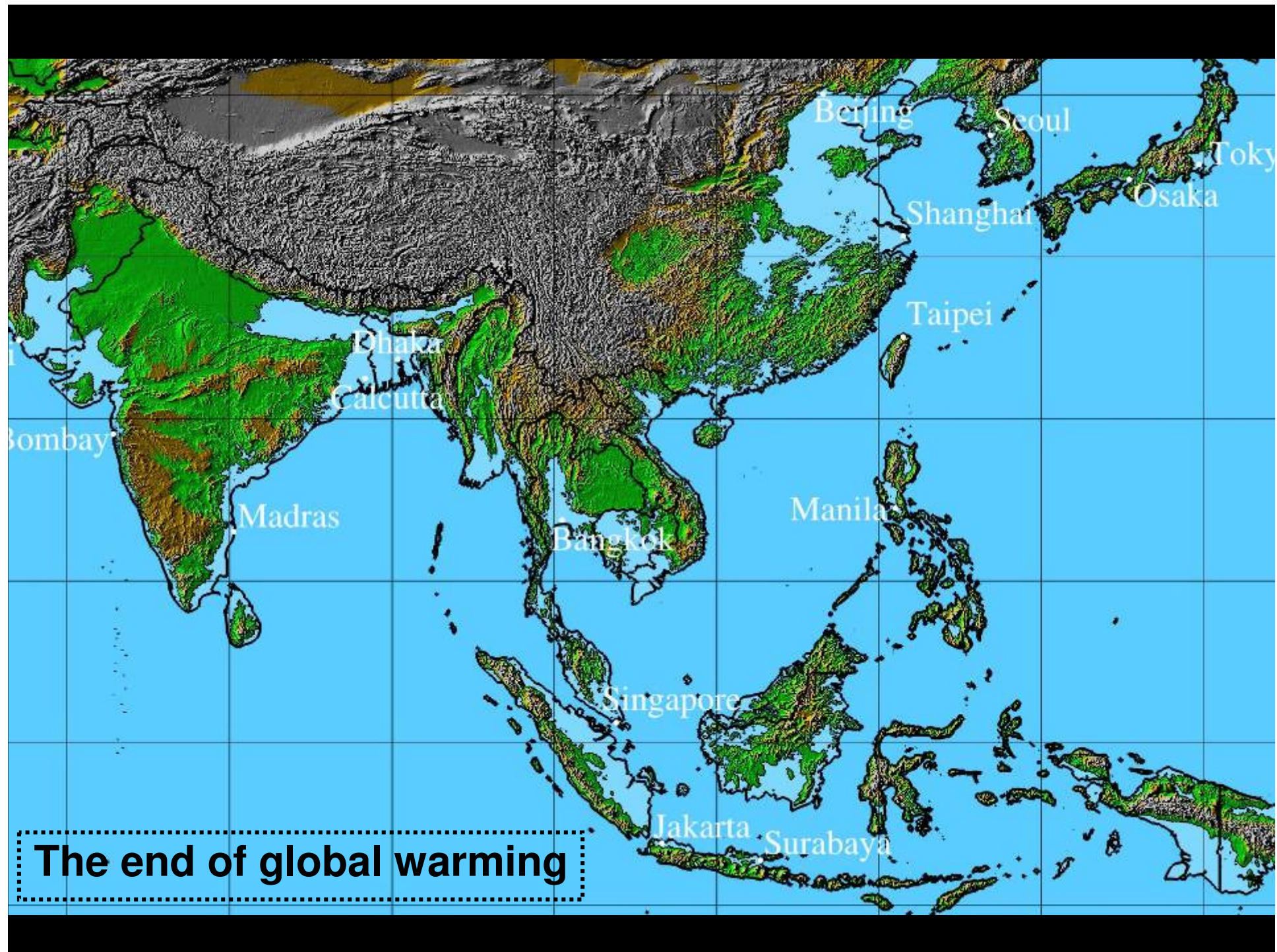
- โอกาสและลักษณะการเกิดน้ำเค็มท่วม
- ผลกระทบต่อพืชเมื่อเกิดน้ำเค็มท่วม
- การปรับตัวของพืชต่อความเค็ม
- การปรับตัวของพืชในภาวะน้ำท่วม
- แนวทางการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับพืชเพื่อ  
พร้อมรับการเกิดภาวะน้ำเค็มท่วม



# Global Warming & Flooding









ภาวะน้ำท่วมชั่วคราว



เมื่อน้ำลด  
ยังคงทิ้งความเค็มไว้



# Tsunami



# สภาพพื้นที่ป่าชายเลนก่อนเกิดธรณีพิบัติสึนามิ

ชนิดพืชที่พบ ได้แก่

โกงกางใบเล็ก โกงกางใบใหญ่ ถั่วขาว โปรงแดง



เอื้อเพื่อข้อมูล โดย อาจารย์ ดร.ศศิธร พ่วงปาน



# สภาพพื้นที่ป่าชายเลนหลังเกิดธรณีพิบัติสึนามิ

(ถ่ายเมื่อ ธันวาคม 2548)



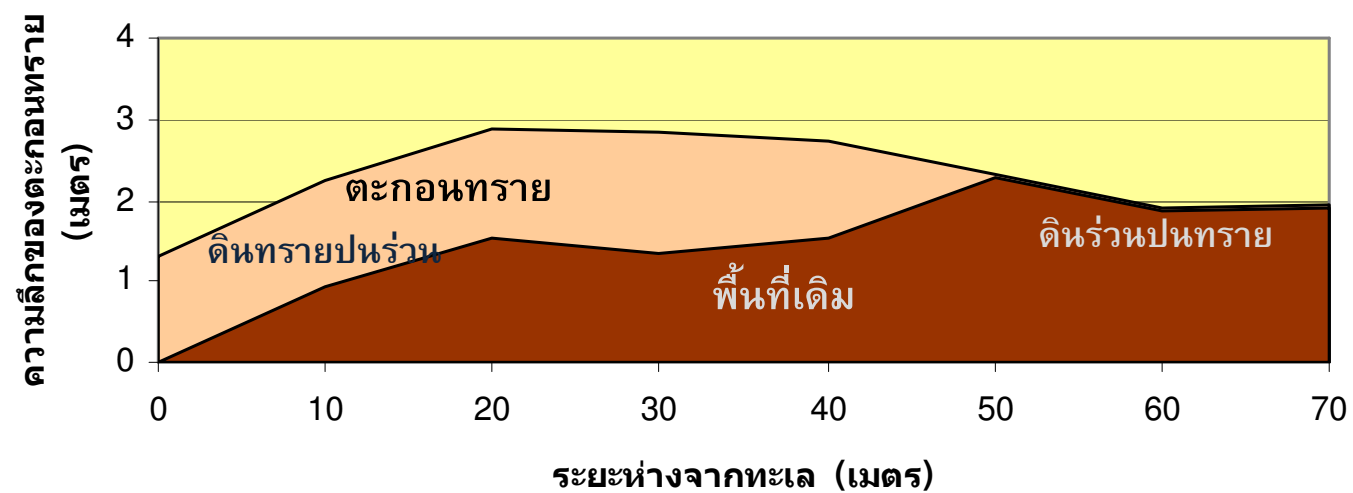


# สภาพพื้นที่ป่าชายเลนหลังเกิดธรณีพิบัติสึนามิ

(ถ่ายเมื่อ ธันวาคม 2548)



# สภาพแวดล้อมของพื้นที่ป่าชายเลนเปลี่ยนแปลงไป





# สภาพการฟื้นตัวของสังคมพืชหลังเกิดธรณีพิบัติสึนามิ (ธันวาคม 2550)



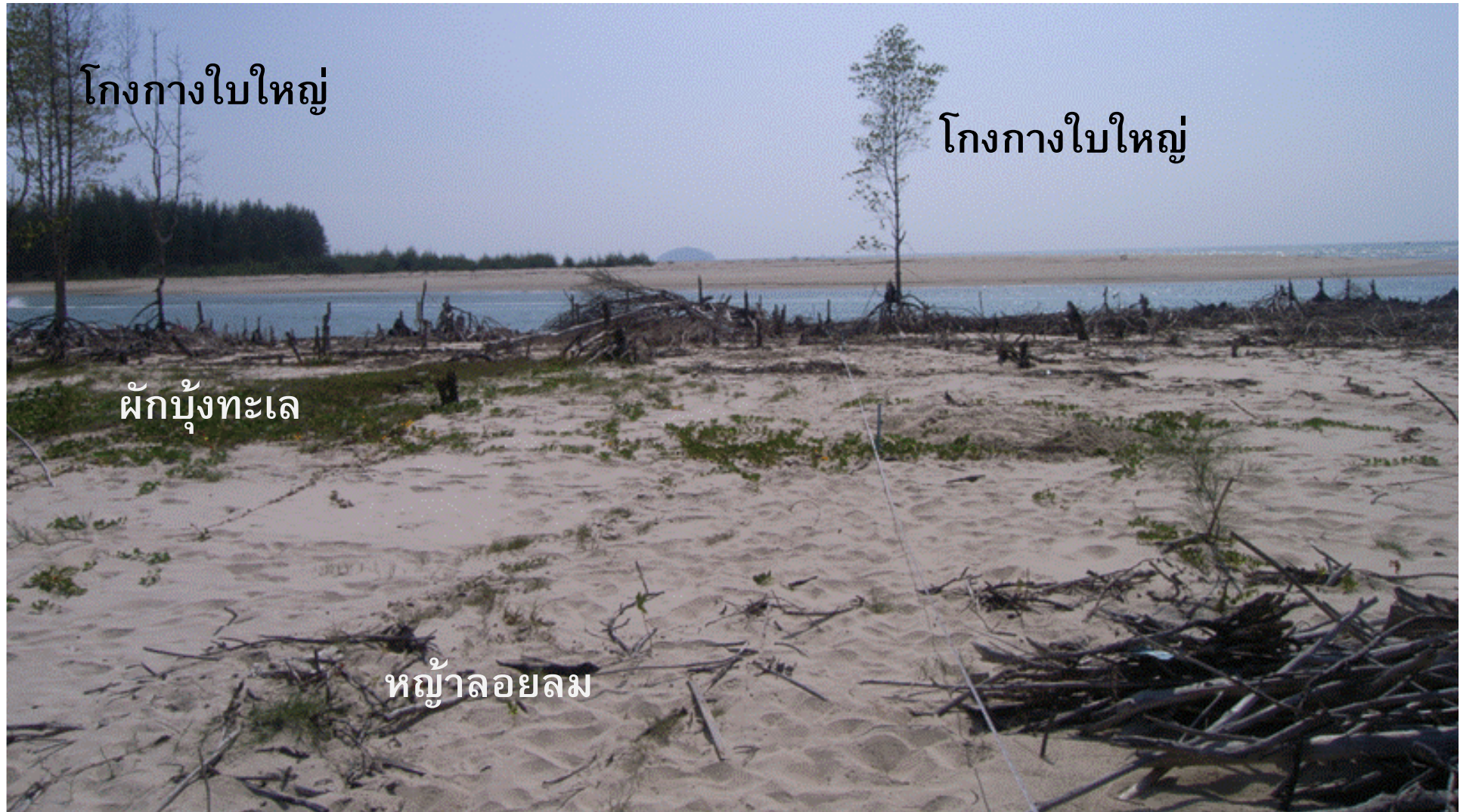
สนทะเล ปอทะเล



ผักบุ้งทะเล หูกวาง



# สภาพการฟื้นตัวของสังคมพืชหลังเกิดธรณีพิบัติสึนามิ (ธันวาคม 2550)





# ผลกระทบต่อพืชเมื่อเกิดน้ำเค็มท่วม

## ขณะน้ำท่วม

- รากพืชได้รับออกซิเจนน้อยลง
  - Hypoxia
  - Anoxia
- ความเข้มข้นของไอออนที่พืชได้รับสูงขึ้น
  - Cytotoxicity จาก ion
  - Water deficit

## หลังน้ำลด

- ความเข้มข้นของไอออนที่พืชได้รับสูงขึ้น
  - Cytotoxicity จาก ion
  - Water deficit

## ผลของภาวะน้ำท่วมที่มีต่อพืช

- Hypoxia – reduced respiration
- Anoxia - Fermentative metabolism
  - Inadequate ATP production
  - Production of toxin by anaerobic microbe
  - ROS production
  - Stomatal closure



# การปรับตัวของพืชต่อน้ำท่วม / ตัวอย่างจากพืชในป่าชายเลน



Pneumatophore

*Avicennia germinans* แสม



Prop root

*Rhizophora apiculata* โกงกางใบเล็ก

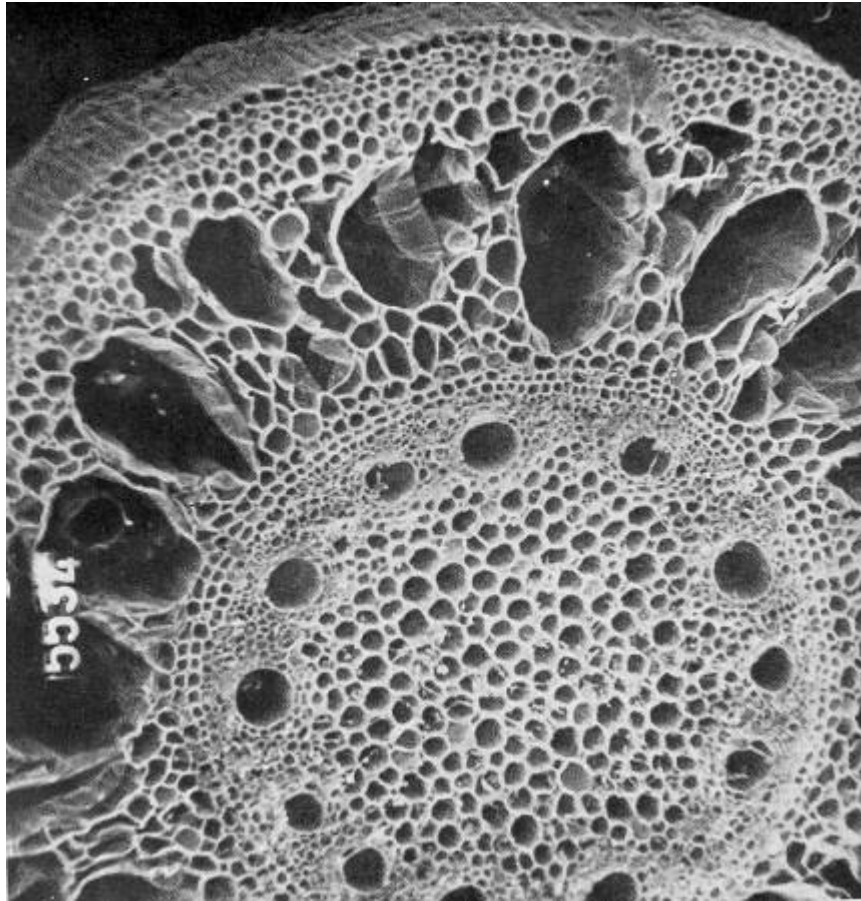
*Rhizophora mucronata* โกงกางใบใหญ่



*Avicennia marina* แสมทะเล

Knee root

# Aerenchyma formation



- Triggered by ethylene
- Triggered by fermentation metabolism



# การปรับตัวของพืชต่อความเค็ม



*Suaeda maritima* Dum.

**Halophyte**



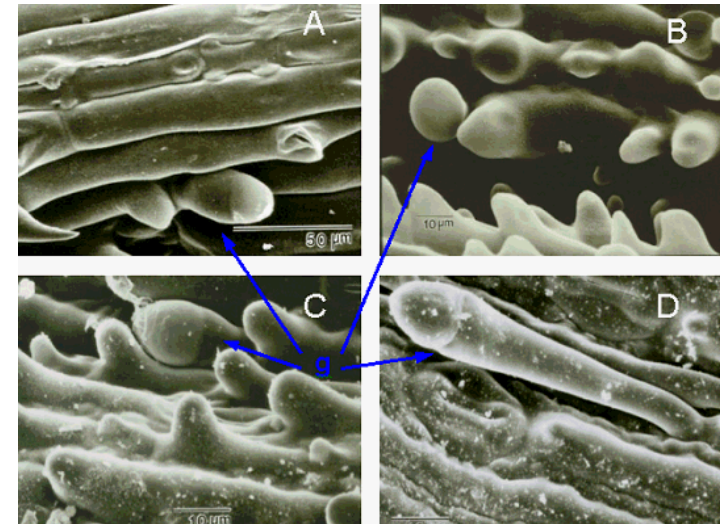
**Glycophyte**

In many cases, metabolism sensitivity to salt concentration in cytoplasm and organelle is similar.



# Halophyte

- Halophyte
  - Salt gland
  - Compartmentalization of  $\text{Na}^+$  and  $\text{Cl}^-$  (vacuole)



***Avicennia alba* - แสมขาว**



Salt excretors remove salt from their tissues via salt glands in their leaves.

## *Kandelia* sp.

*Kandelia candel* รังกะแต้

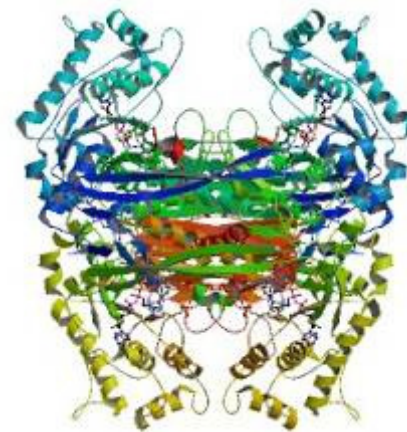
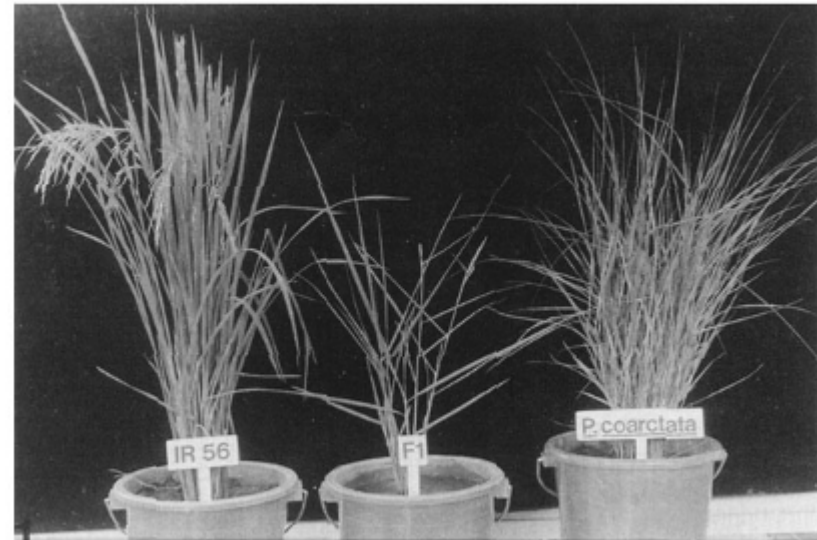


**Salt excluders** physiologically prevent salts entering the root xylem and being transported to their tissues by an ultrafiltration mechanism. Excess salts are removed from the roots by an active pump mechanism.



*Porteresia coarctata* (*Oryza coarctata*) forms an important constituent in the plant succession leading to formation of mangrove communities along the estuaries in India.

L-*myo*-inositol-1-phosphate synthase in *Porteresia coarctata*, homodimeric enzyme, retains its aggregation state in high salt, while rice protein disintegrates into enzymatically inactive monomers.

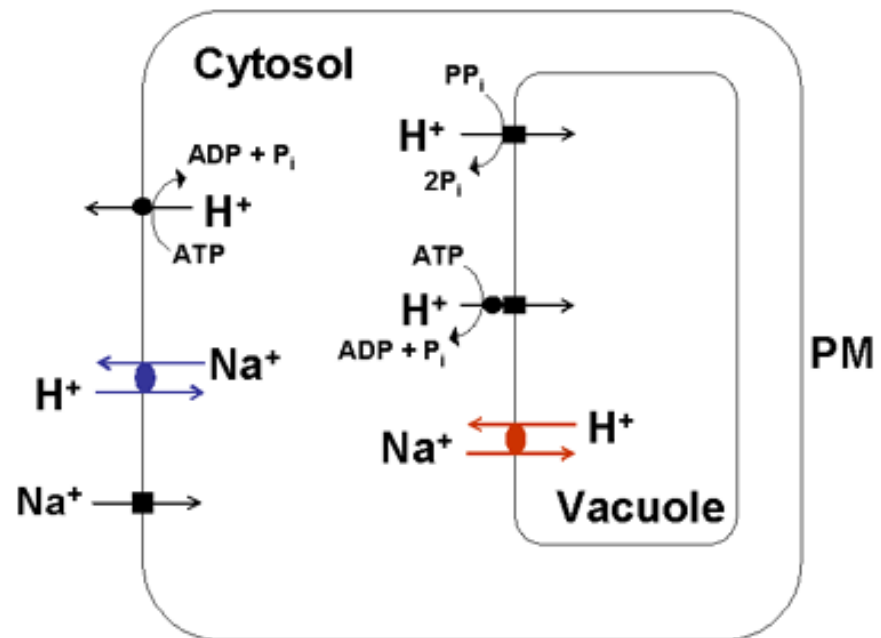


# Glycophyte

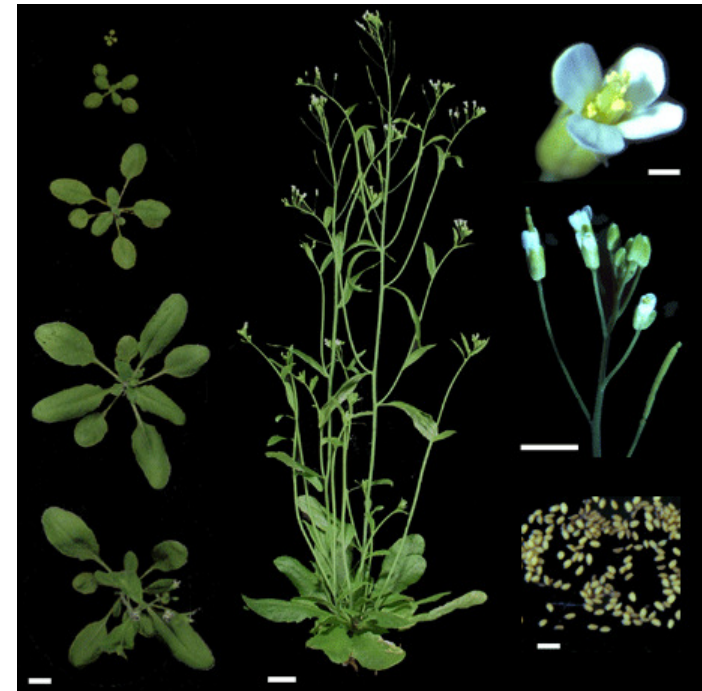
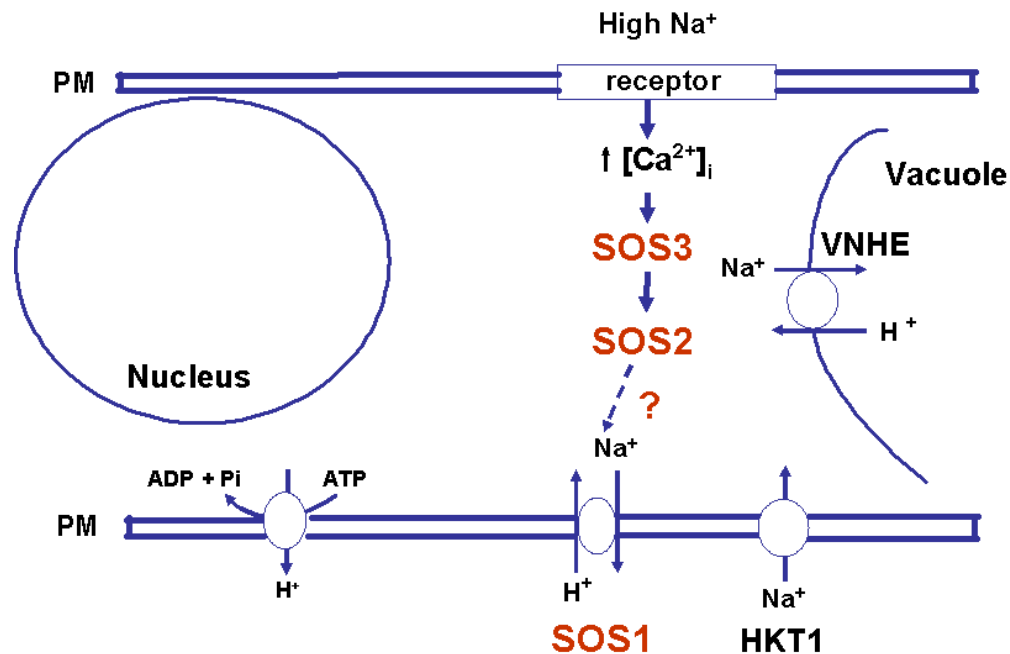
## Ion homeostasis by vacuolar compartmentalization

- Conserved mechanism among organisms, including yeast
- Prevent toxic accumulation of ions in cytoplasm
- Osmotic adjustment

Transporters regulating  $\text{Na}^+_i$  levels



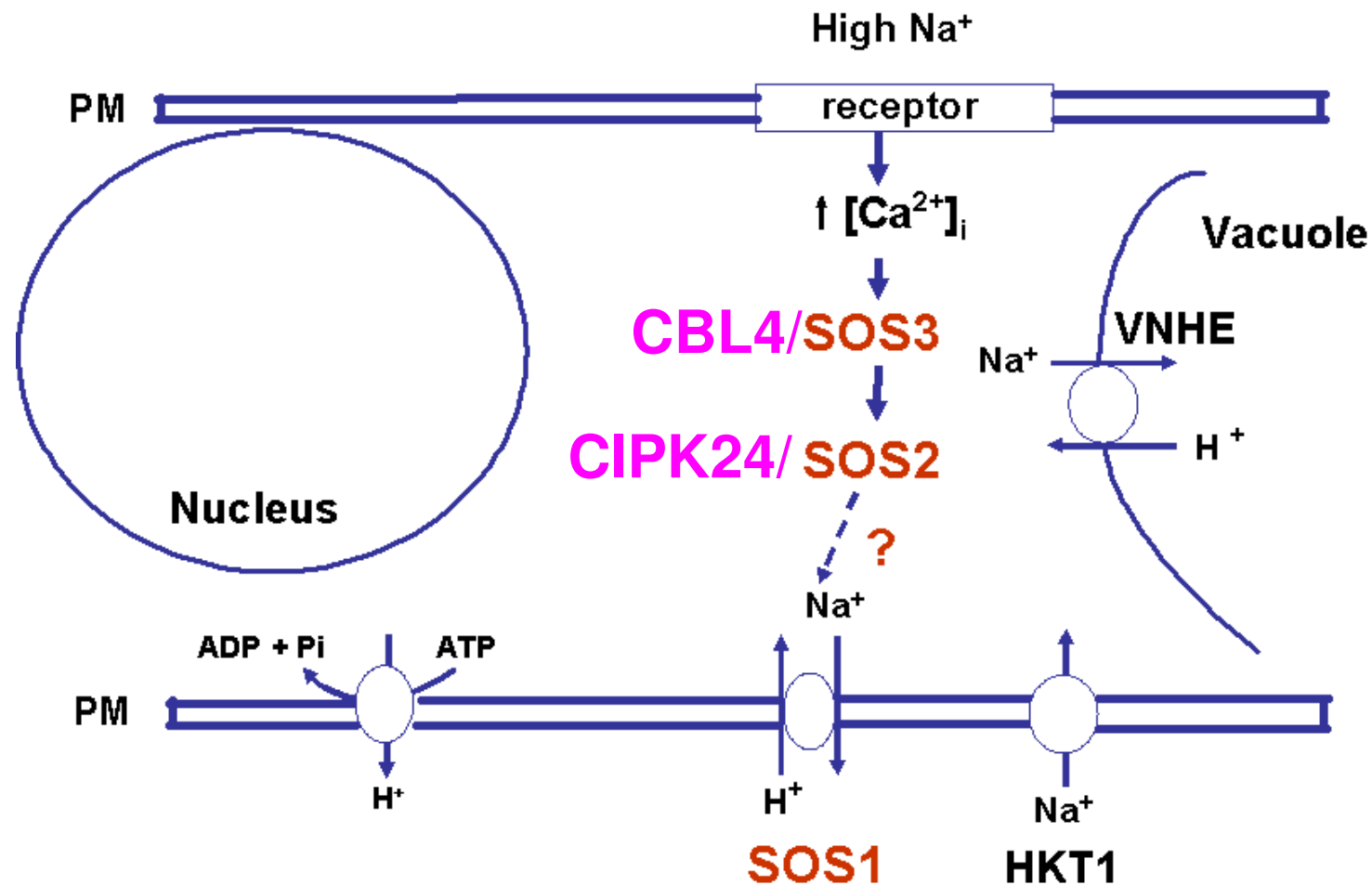
# Sodium / Proton Antiporter



Salt-Overly-Sensitive genes (*SOS1*, *SOS2*, and *SOS3*)

tonoplast Na<sup>+</sup>/H<sup>+</sup> exchangers (*NHX*) – vacuolar Na<sup>+</sup> / H<sup>+</sup> exchanger

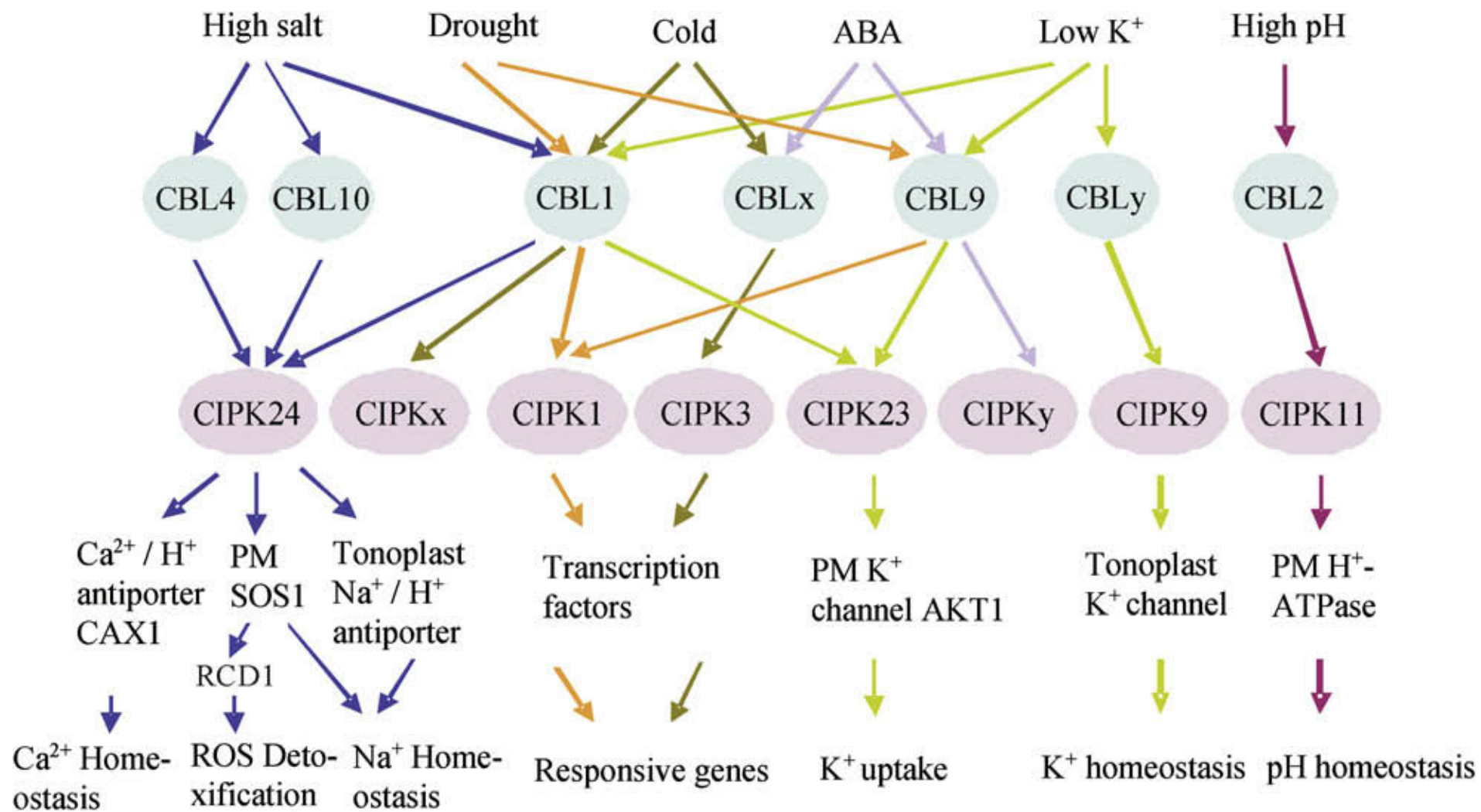




SOS3 encodes an EF-hand type calcium-binding protein that may sense calcium changes elicited by salt stress  
– Calcineurin B-like protein

SOS2 – serine-threonine kinase – CBL-interacting protein kinases (CIPK)

SOS1 encodes a 127 kilodalton membrane protein with 12 putative membrane-spanning domains and a long hydrophilic tail at the C-terminal end of the protein





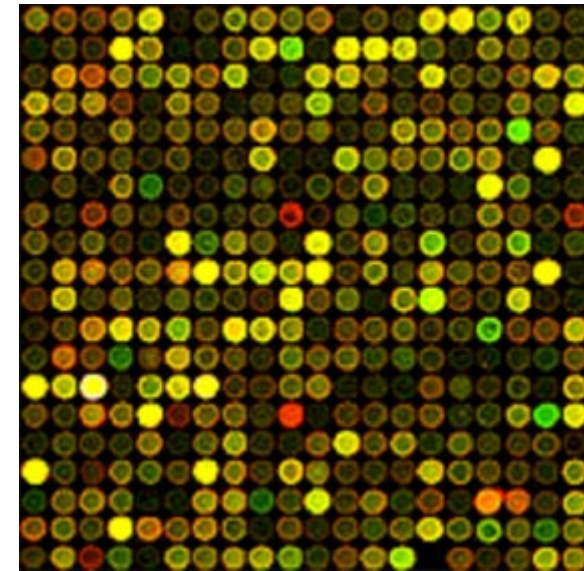
# cDNA microarray for analyzing the gene expression patterns of genes under stress conditions.

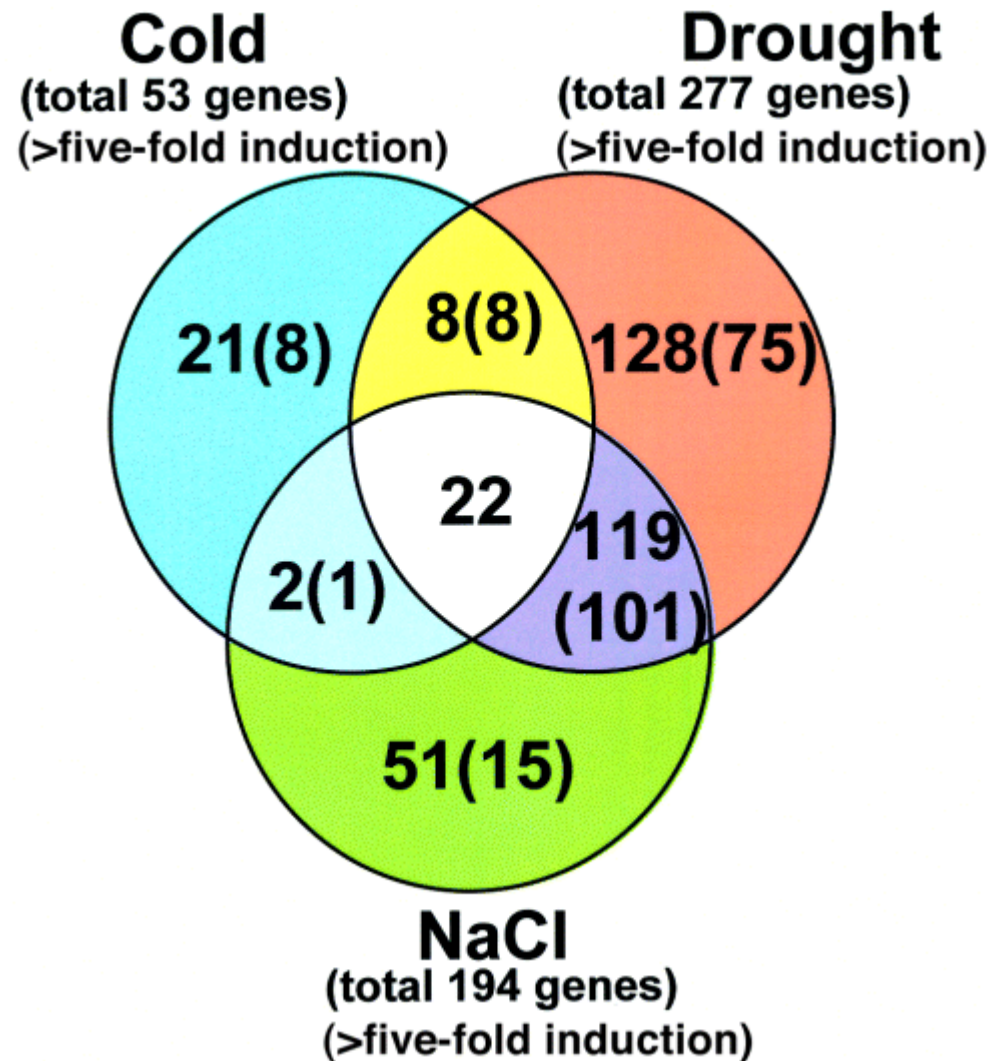
**The Plant Journal**

Volume 31 Issue 3 Page 279 - August 2002

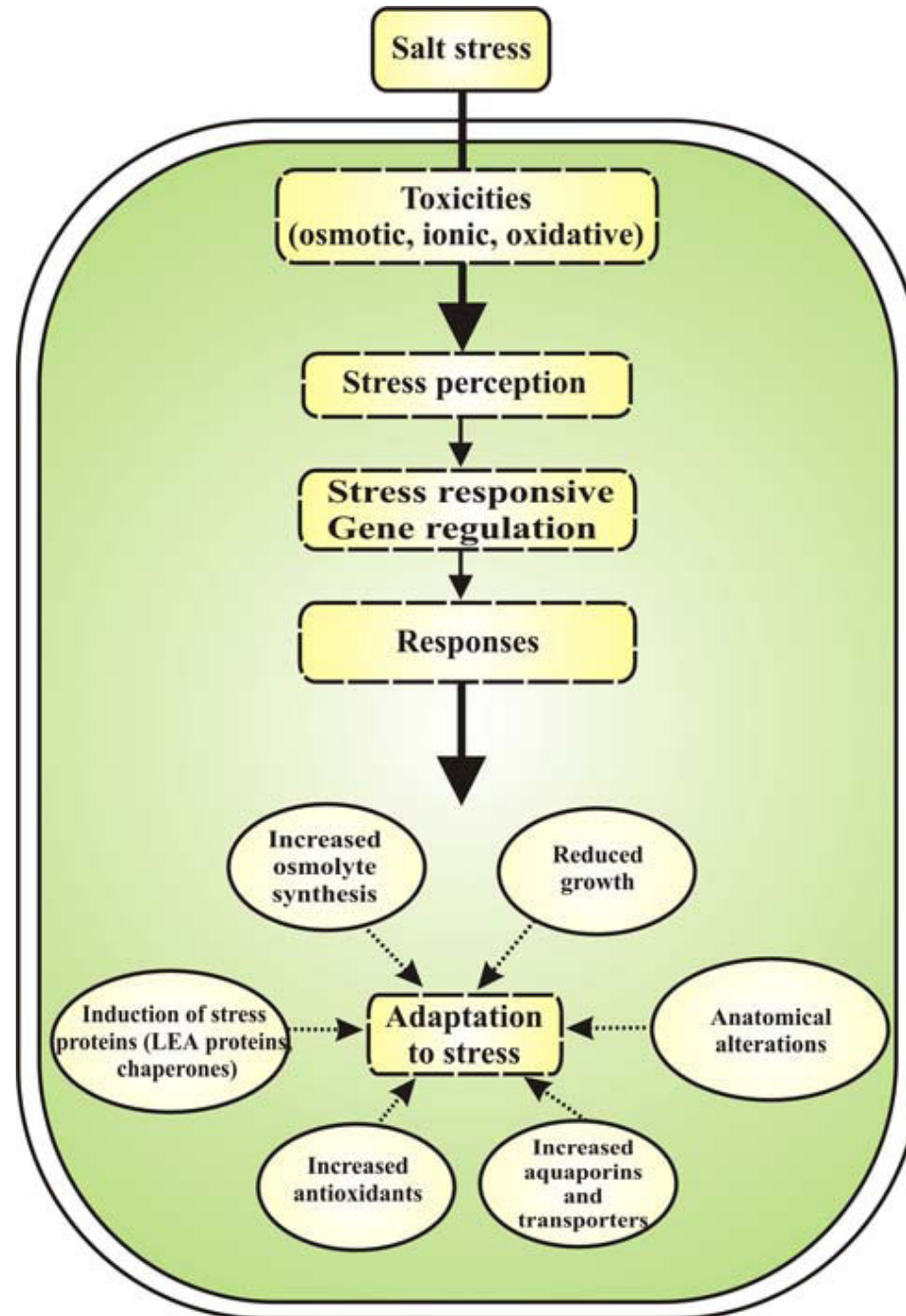
**Monitoring the expression profiles of 7000 *Arabidopsis* genes under drought, cold and high-salinity stresses using a full-length cDNA microarray**

Seki et al.



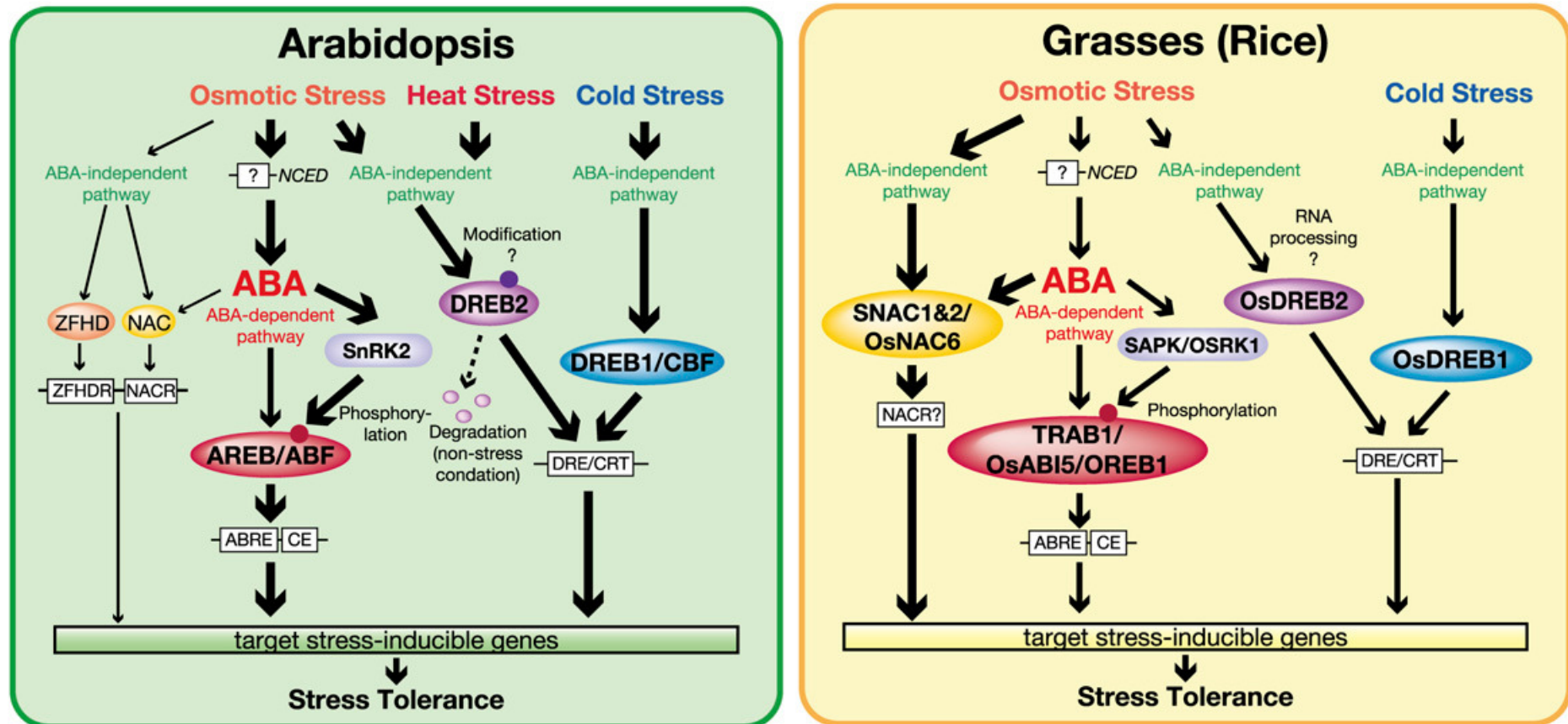




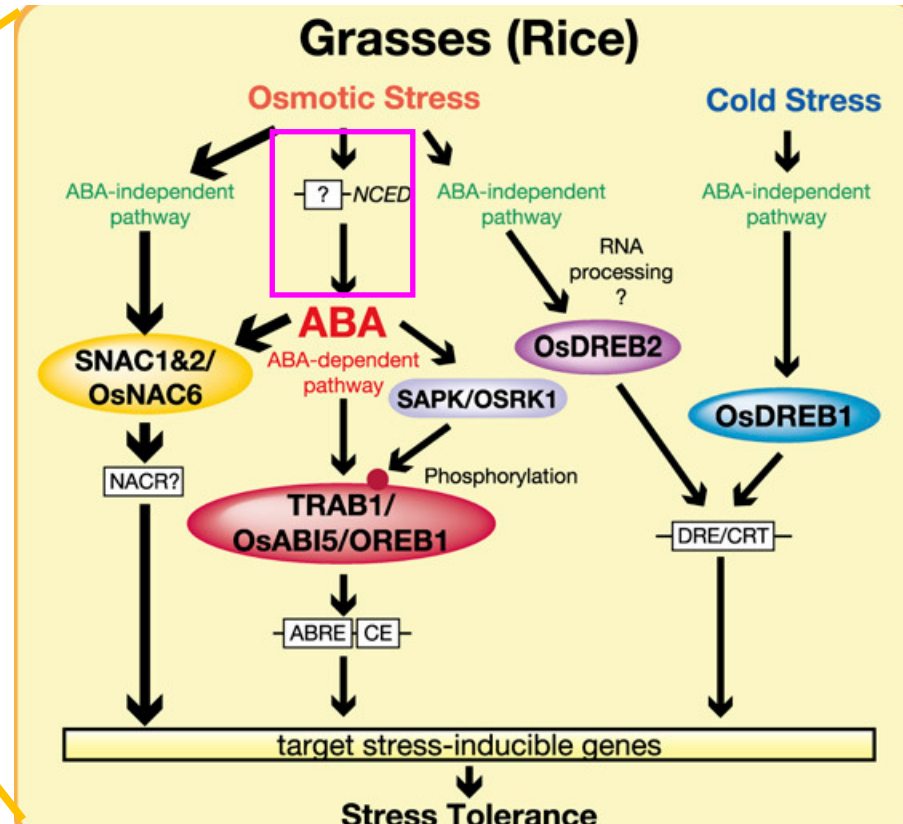
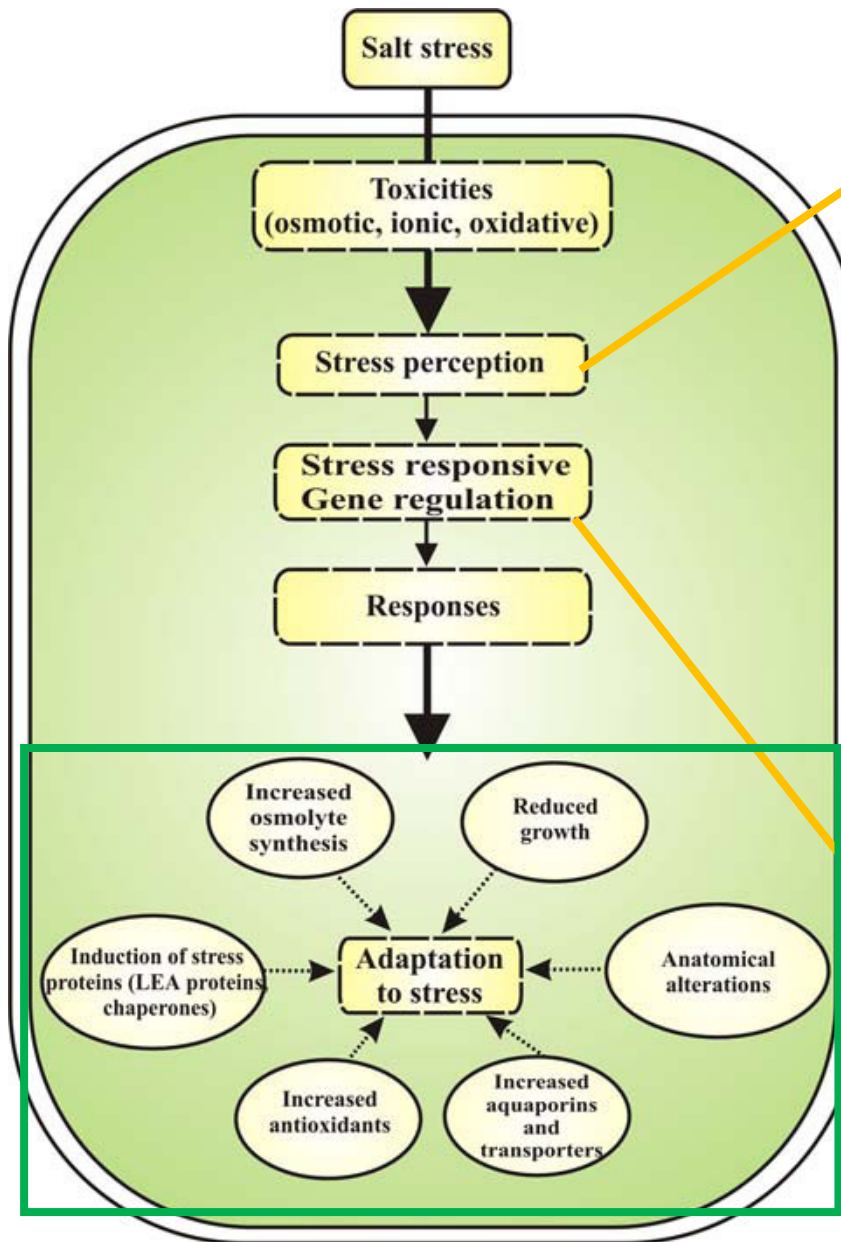


# Transcriptional Regulatory Networks in Response to Abiotic Stresses in Arabidopsis and Grasses

Kazuo Nakashima, Yusuke Ito, and Kazuko Yamaguchi-Shinozaki\*

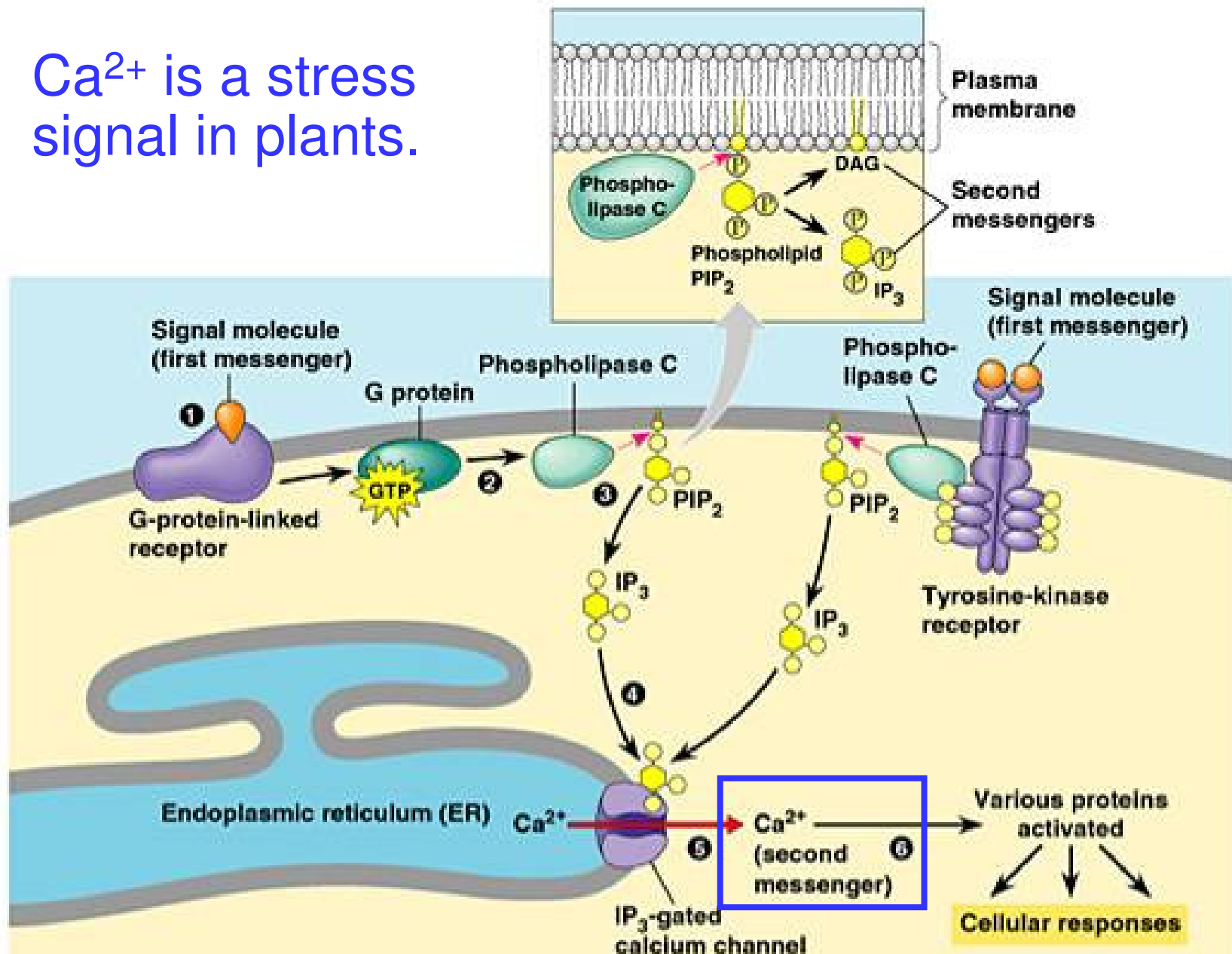






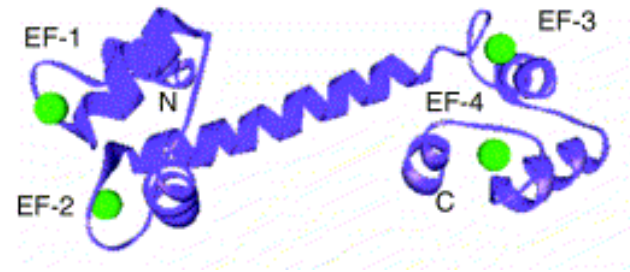
แนวทางการวิจัยเพื่อสร้างพืชทนเค็ม

$\text{Ca}^{2+}$  is a stress signal in plants.



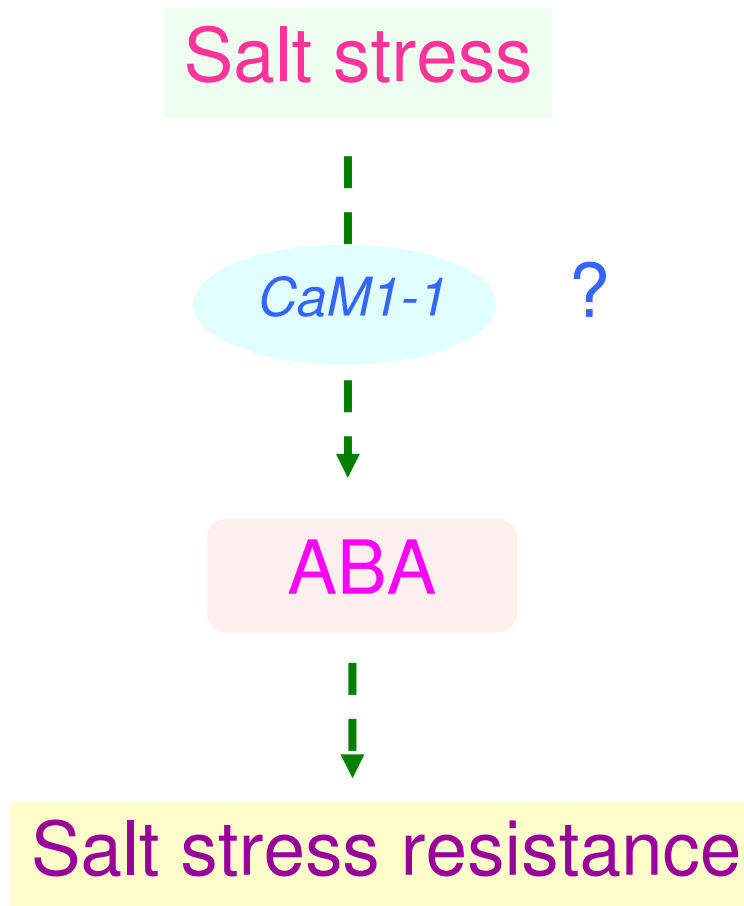
# Calcium sensor proteins

- Calmodulins (CaM)
- Calcinulin –B- like proteins (CBL)
- Calcium dependent protein kinases (CPK)





# The role of the *OsCam1-1* salt stress sensor in ABA accumulation and salt tolerance in rice



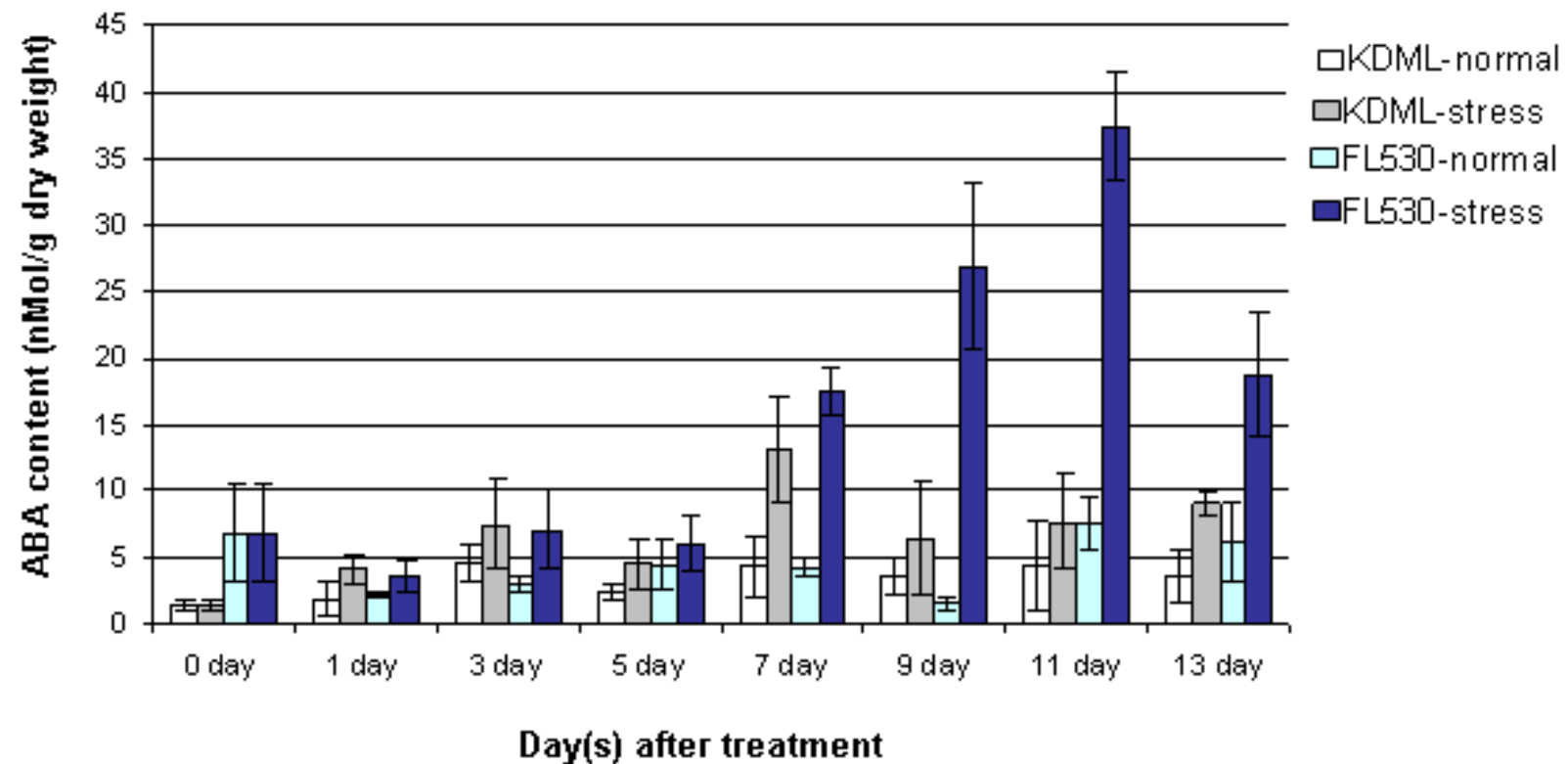
# Plant Materials



- KDML105
- FL530 – KDML105 Introgression line

Rice Gene Recovery Unit,  
National Center for Genetic  
Engineering and Biotechnology,  
Thailand.

# ABA content under salt stress

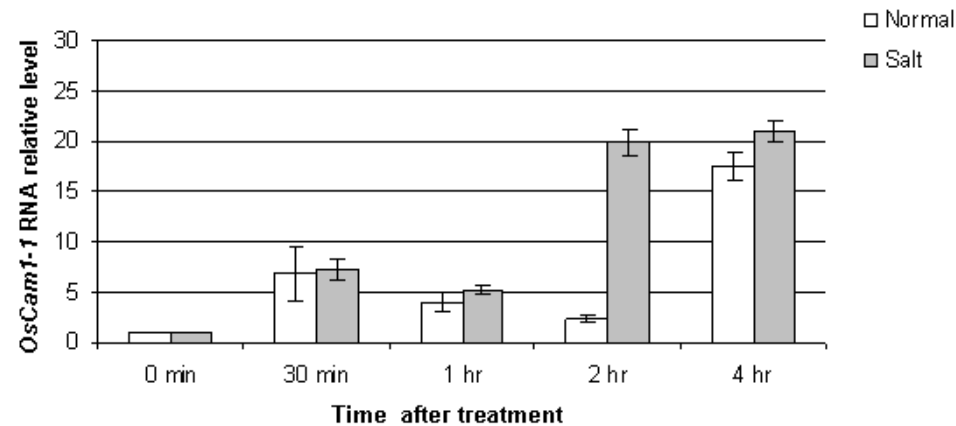




# *OsCam1-1* gene expression

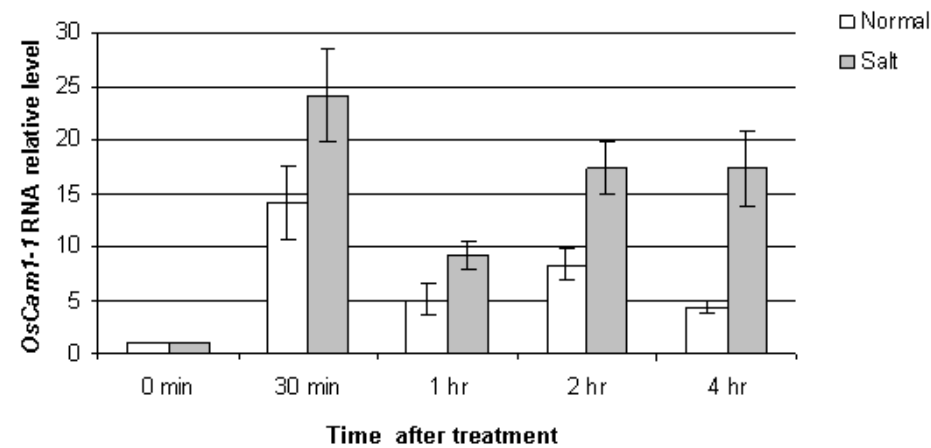
**A**

**KDML105 *CaM* expression**

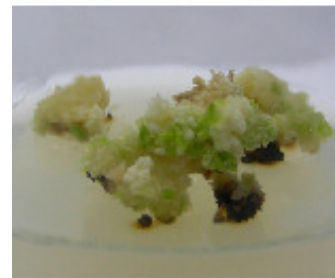
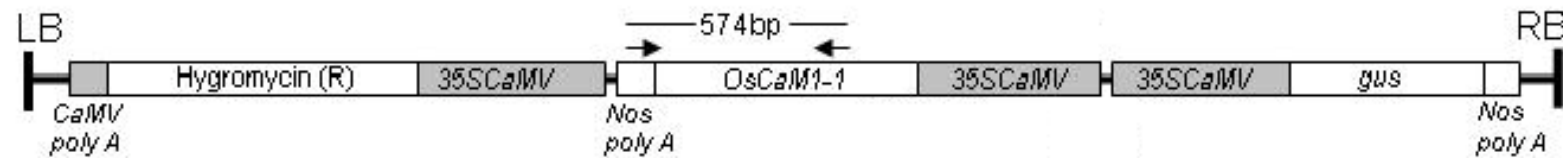


**B**

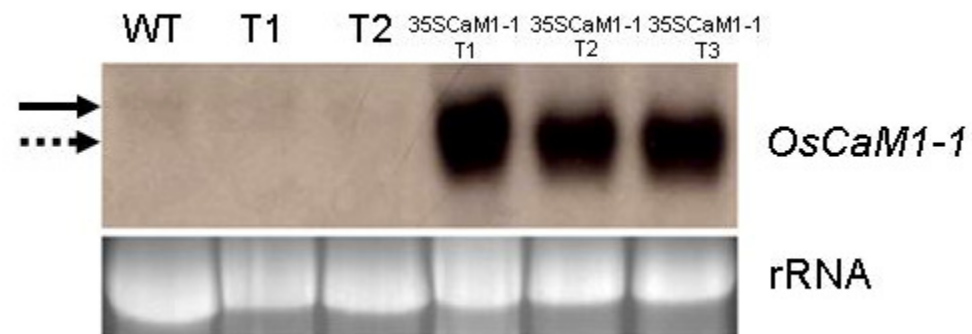
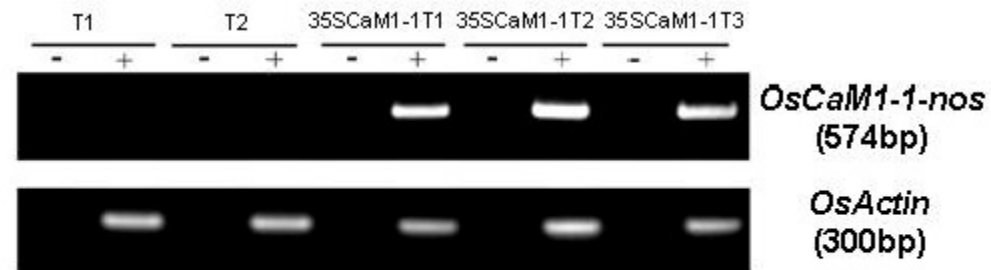
**FL530 *CaM* expression**



# Over-expression of *OsCam1-1* gene in transgenic KDML105 rice

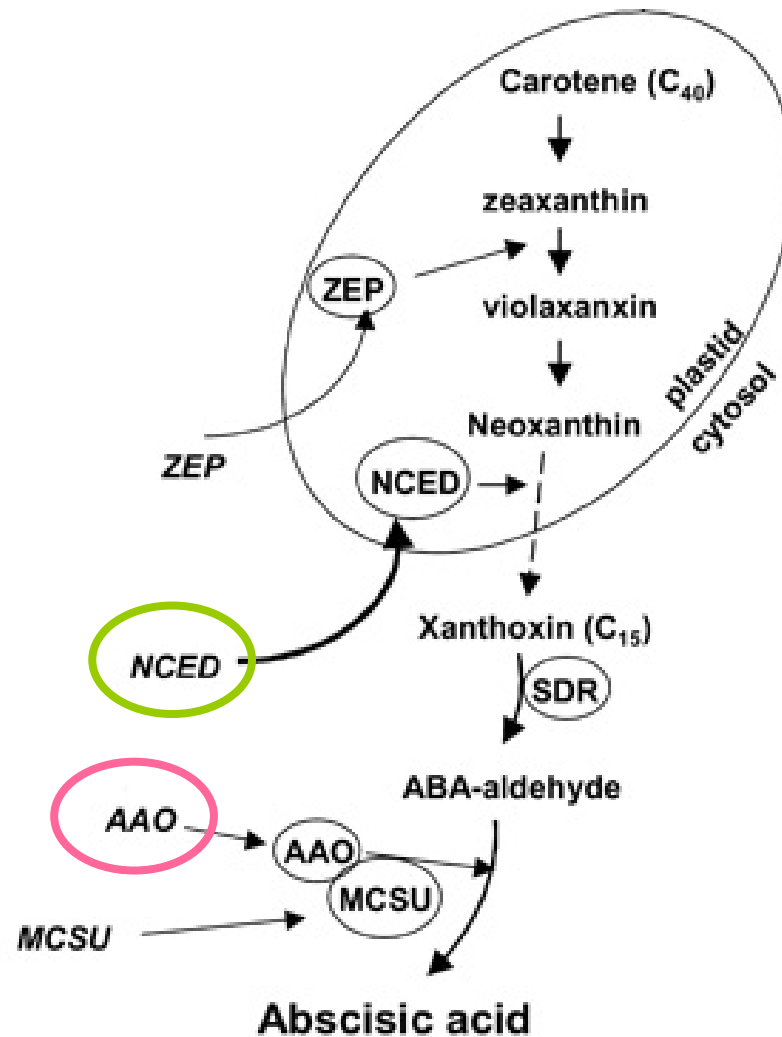


## Confirmation of the transgenic plants





# Abscisic acid synthesis pathway



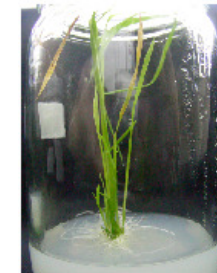
35SCaM1-1T1



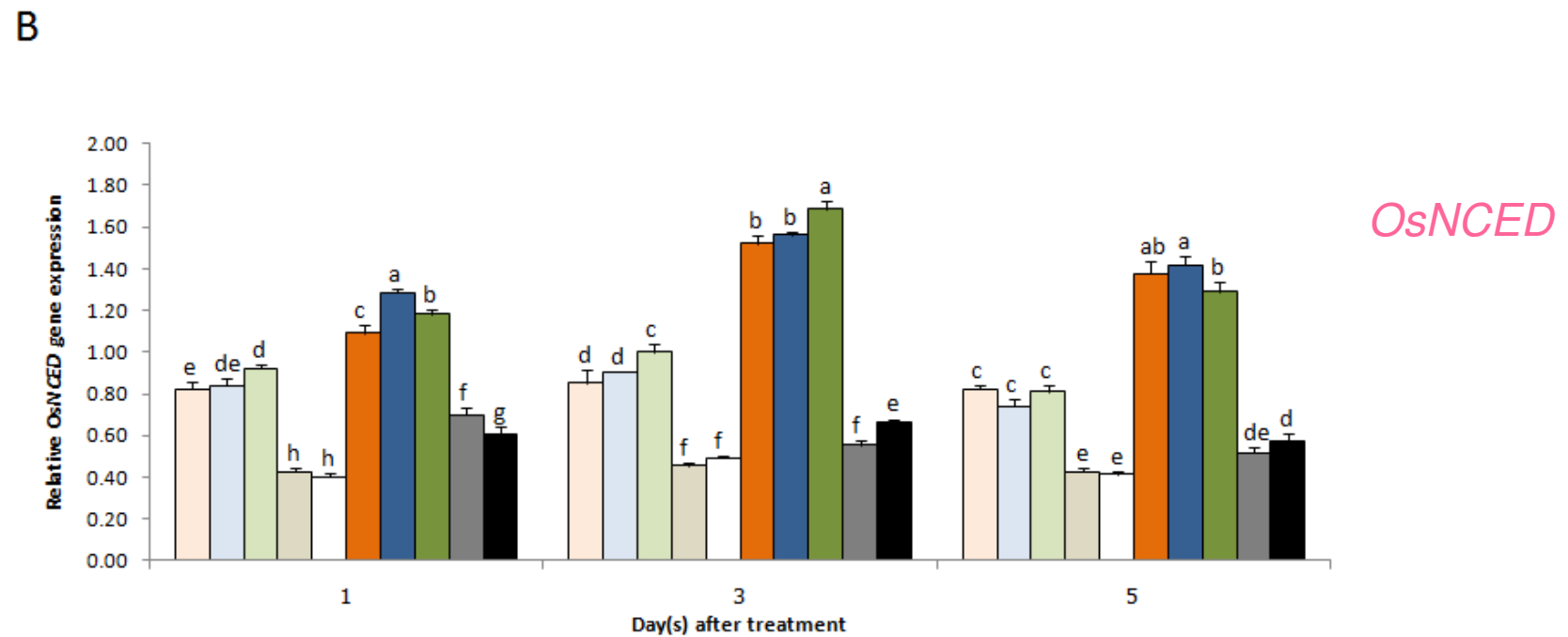
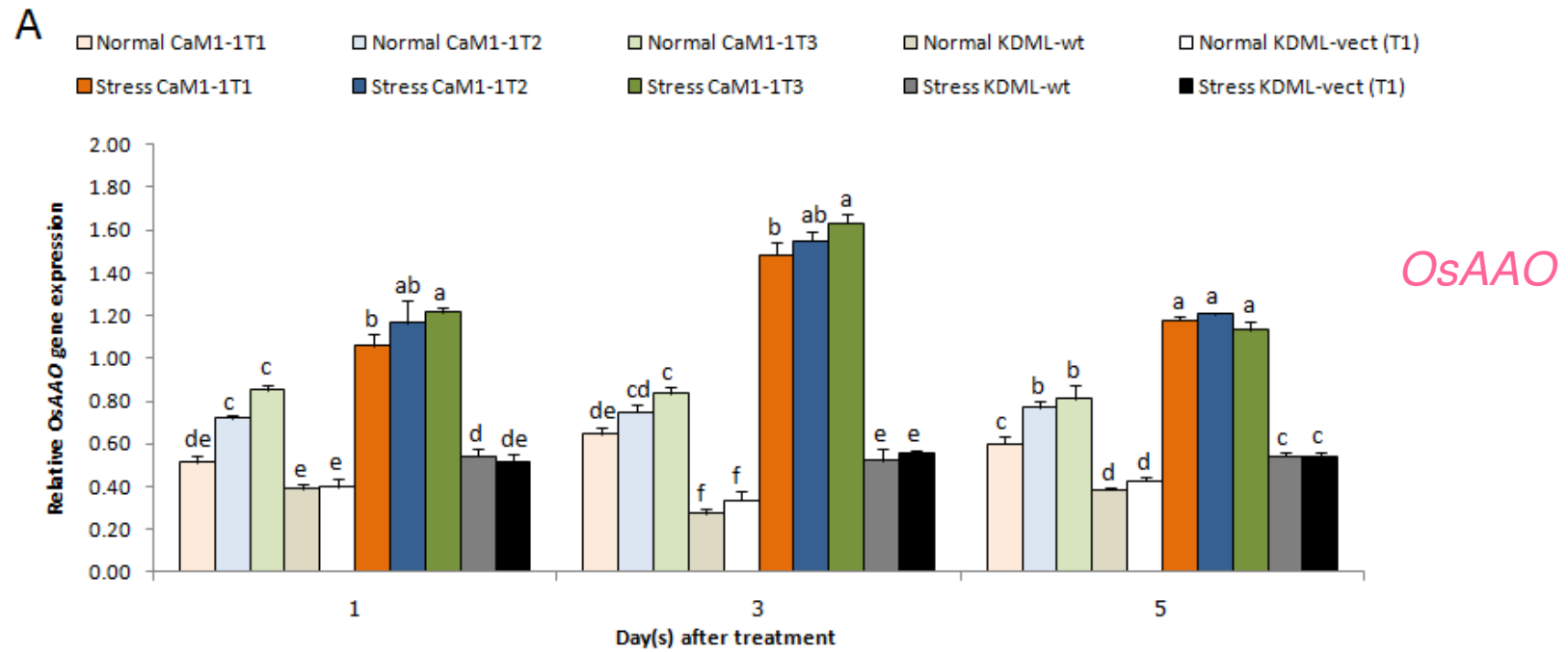
35SCaM1-1T2



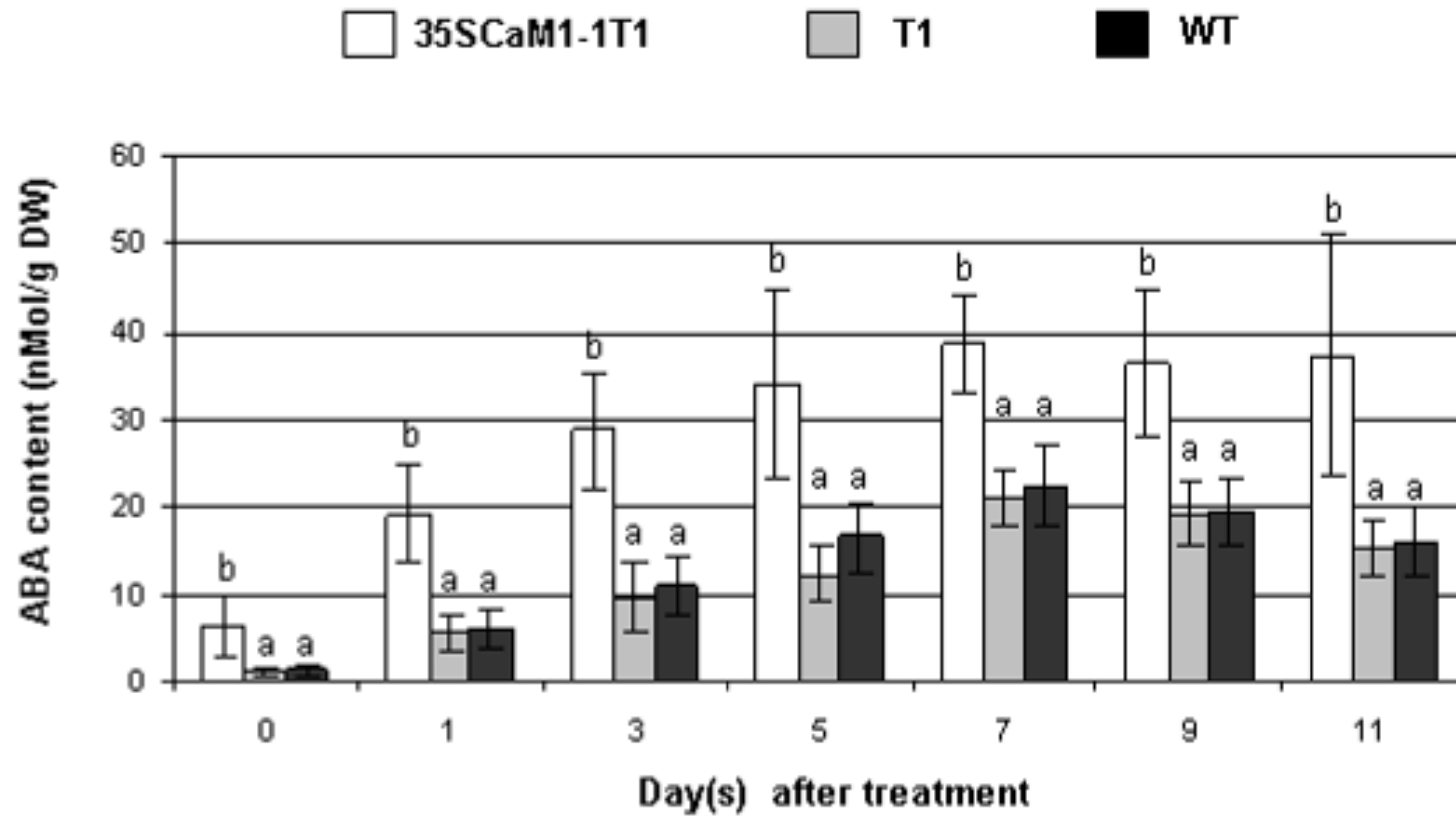
35SCaM1-1T3



Wild type & T1 - controls

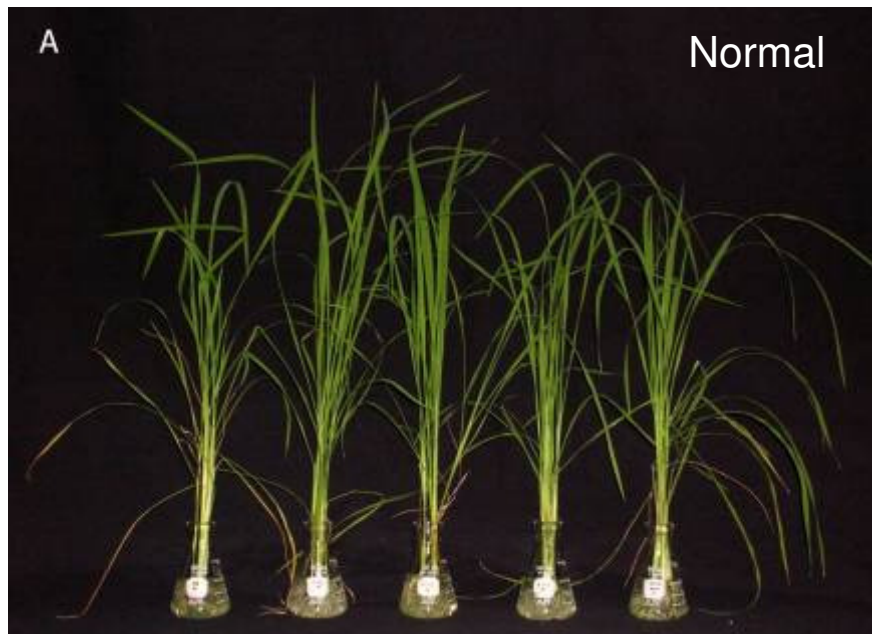


## ABA content during salt stress





## Phenotype of transgenic plants during salt stress

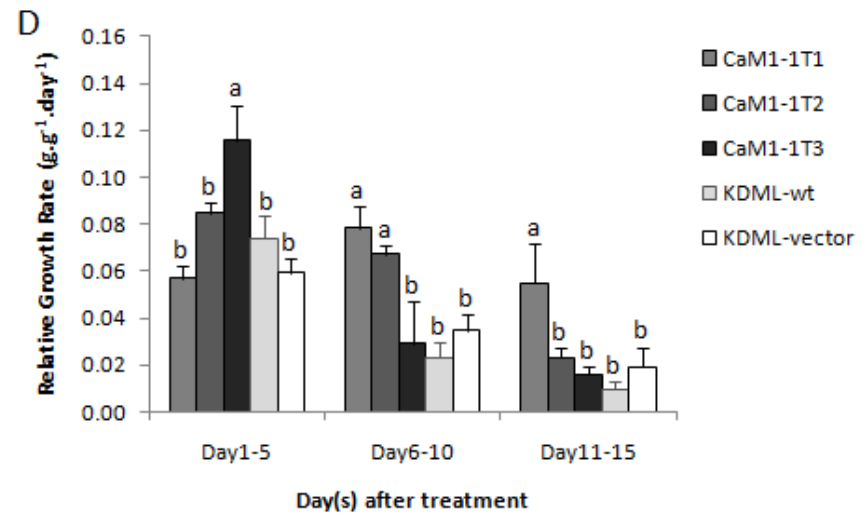
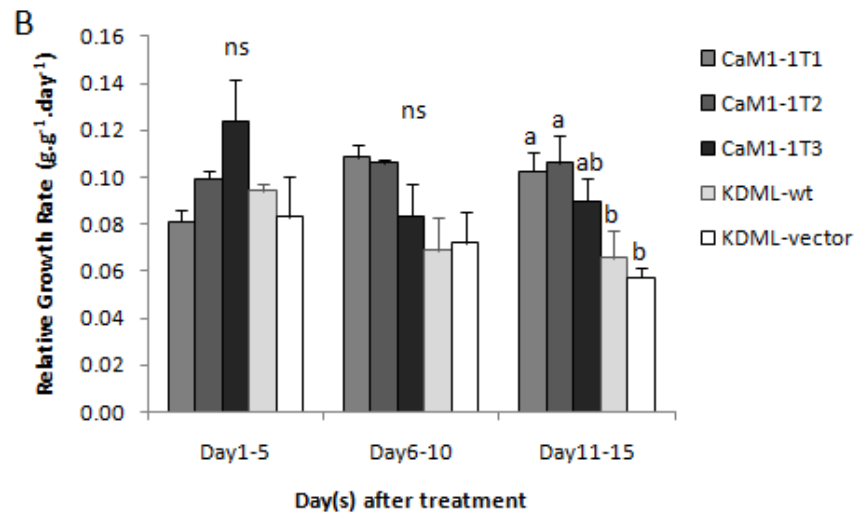
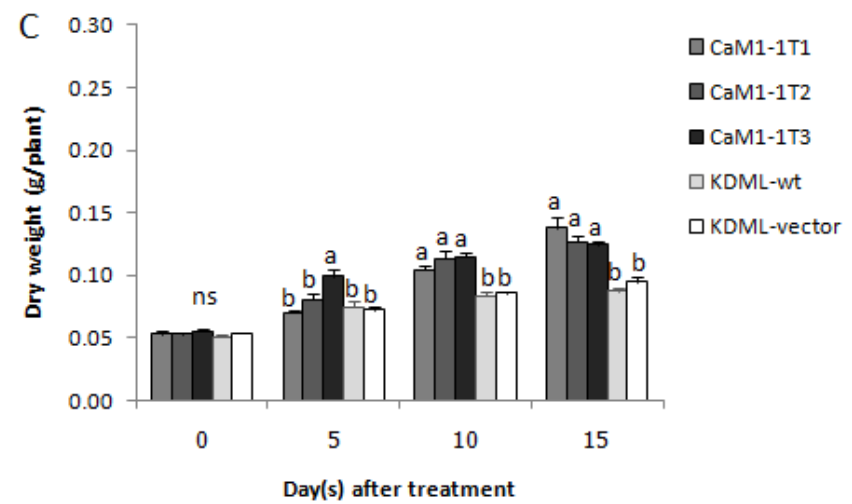
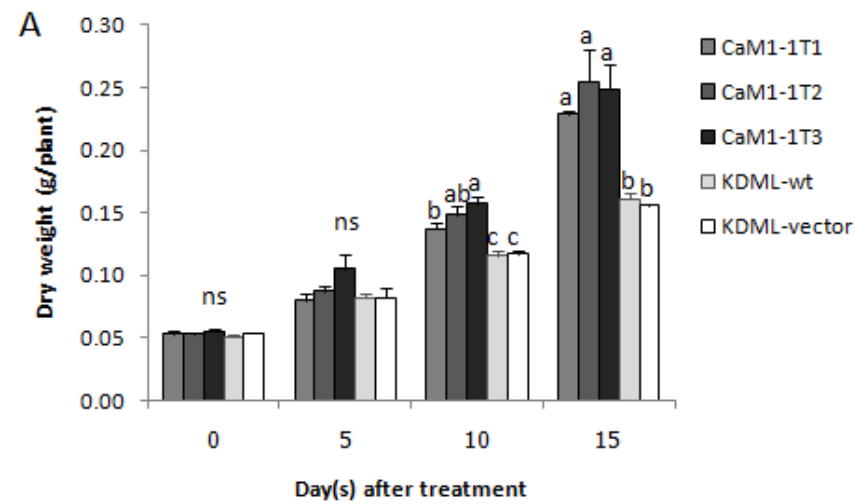


WT      35SCaM1-1T1 – T2 – T3      T1

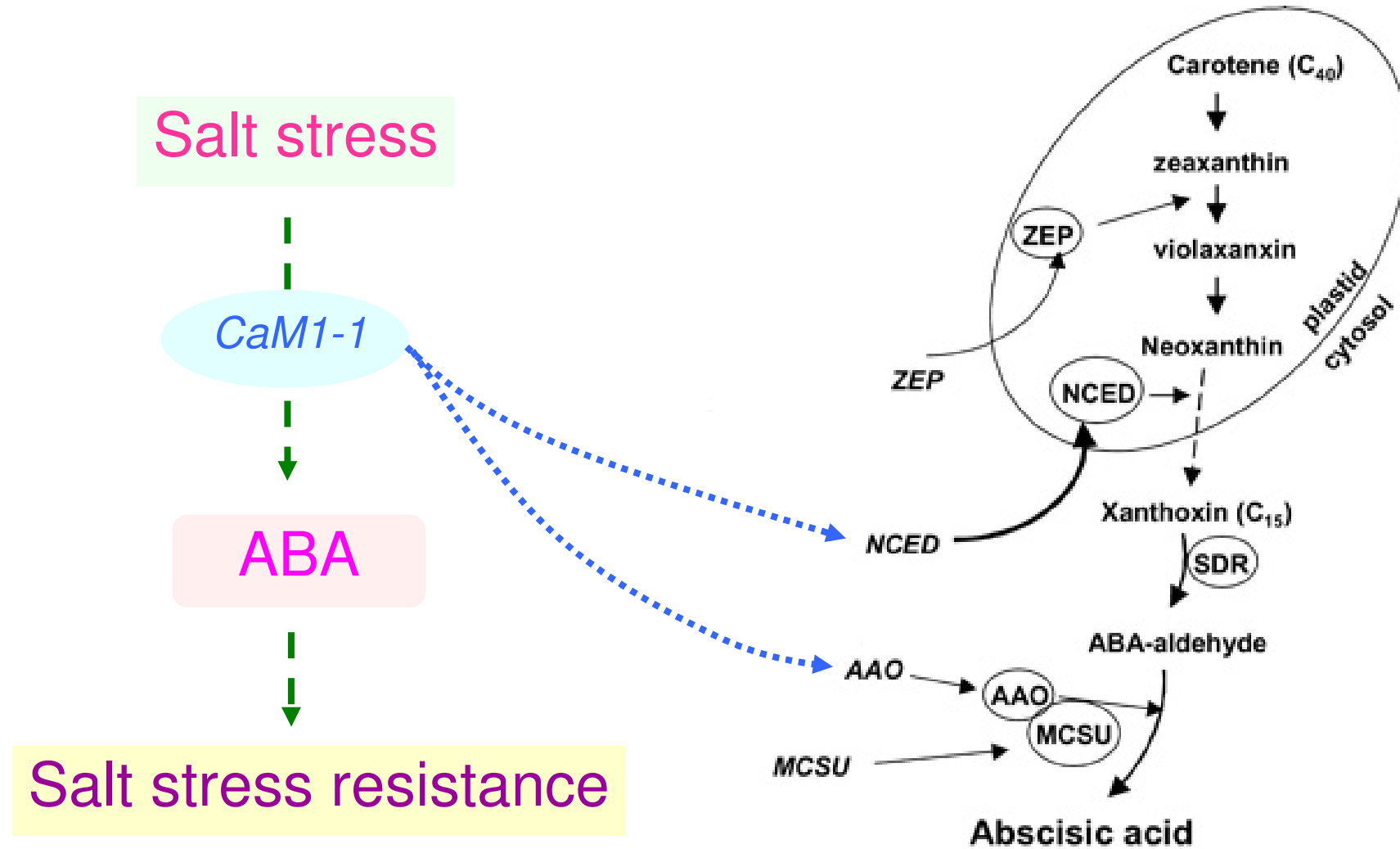


WT      35SCaM1-1T1 – T2 – T3      T1

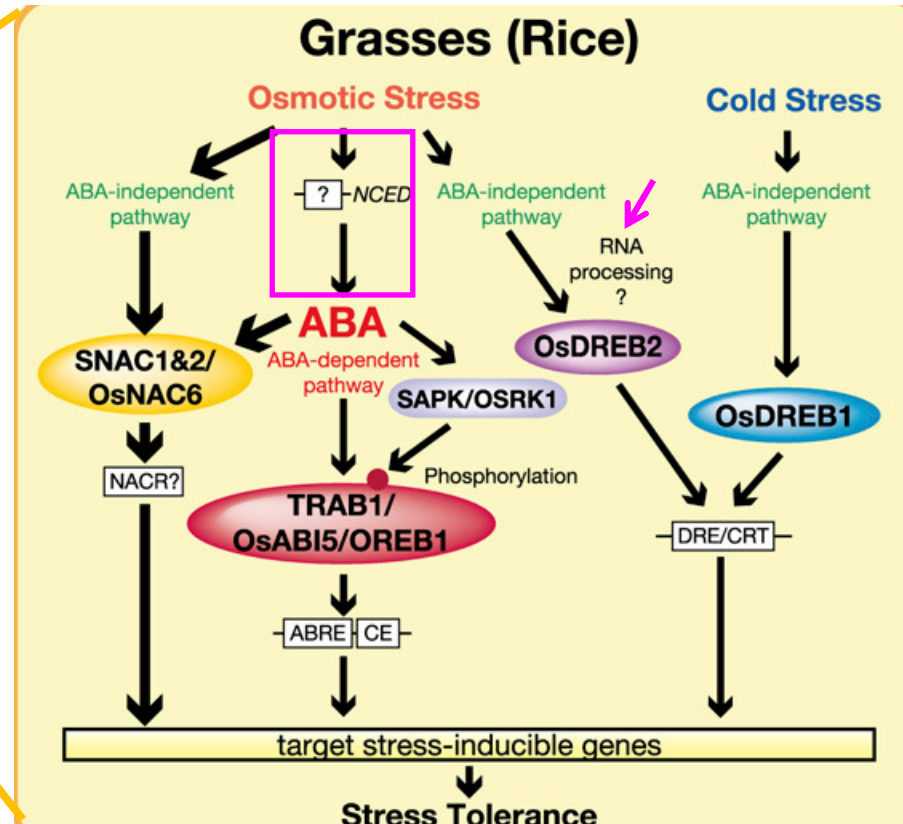
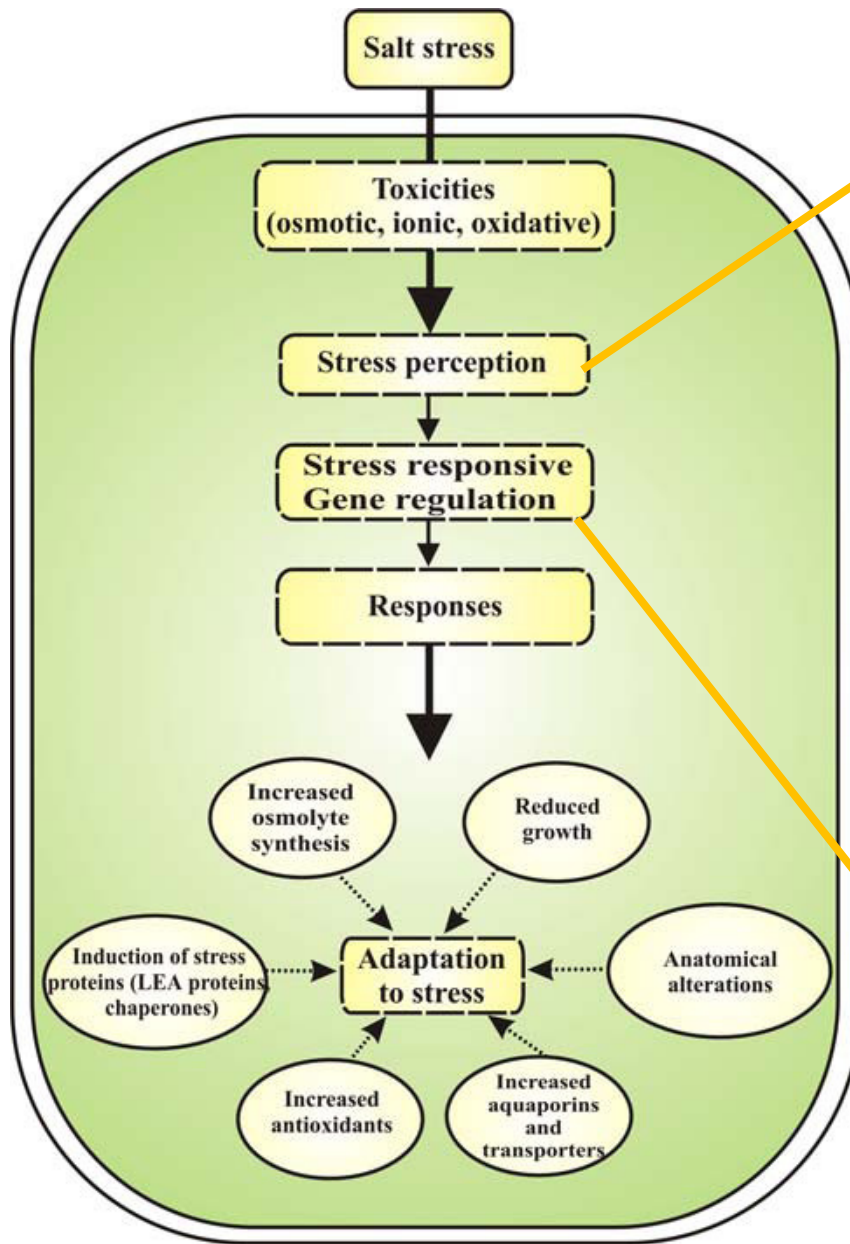
# Phenotype of transgenic plants during salt stress



# Conclusion

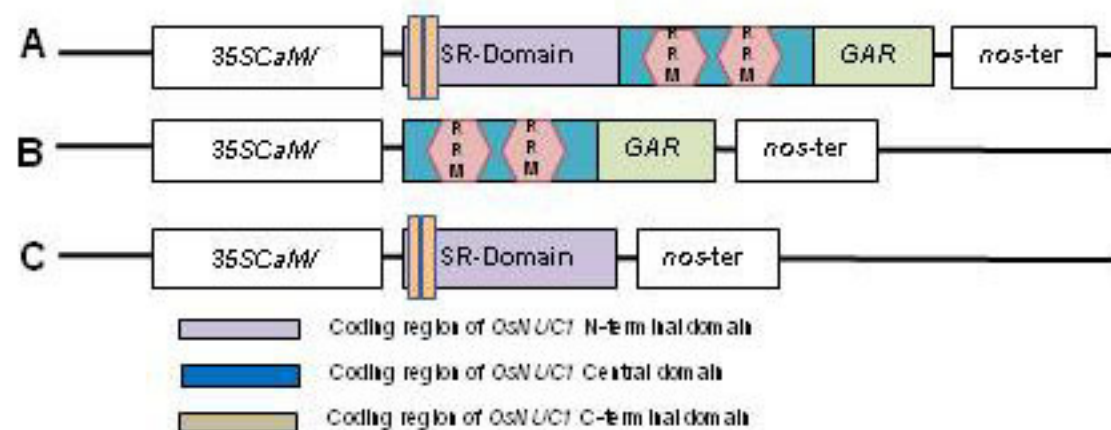




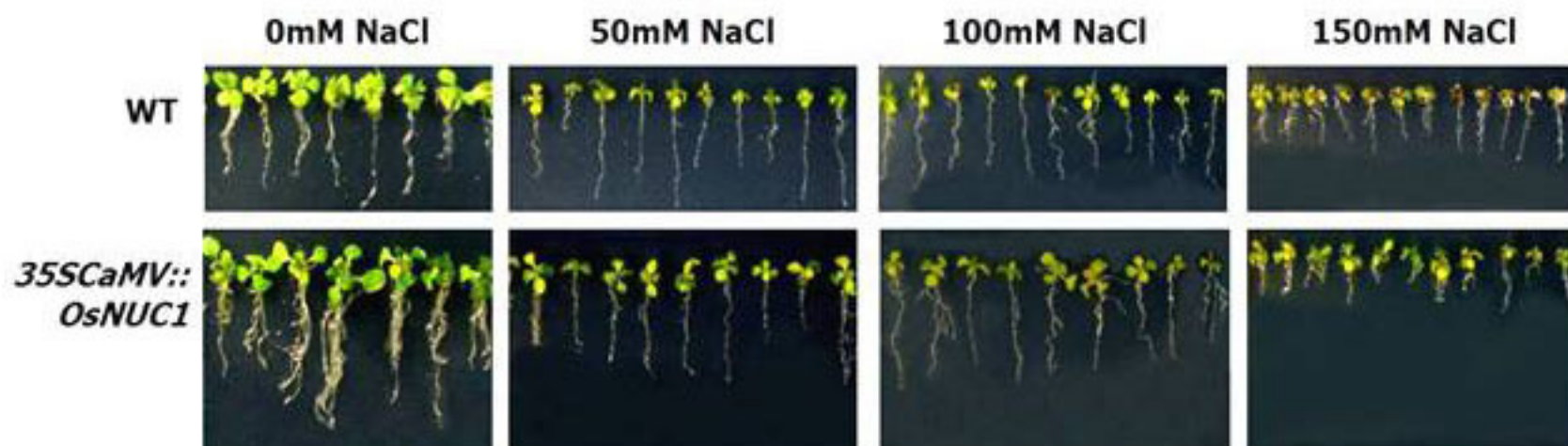


แนวทางการวิจัยเพื่อสร้างพืชทนเค็ม

A



B

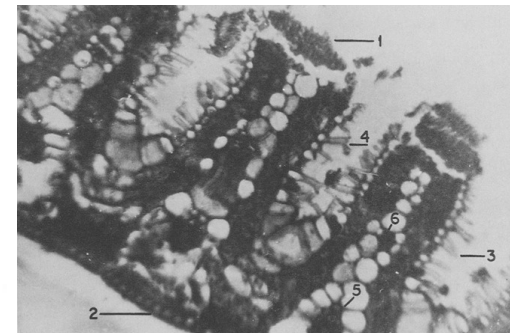






# แนวทางการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับพืชเพื่อพร้อมรับการ เกิดภาวะน้ำเค็มท่วม

- กลไกการตอบสนองต่อภาวะเค็ม  
ในเชิงสรีรวิทยา และ ชีววิทยา  
ระดับโมเลกุล
  - กลไกการตอบสนองต่อน้ำท่วม  
ขัง ในเชิงสรีรวิทยา และ ชีววิทยา  
ระดับโมเลกุล
  - ยีนที่ควบคุมกลไกต่าง ๆ  
ดังกล่าว ในฐานพันธุกรรมต่าง ๆ
  - วิธีการพัฒนาพันธุ์
- พืชต้นแบบ
  - พืชเศรษฐกิจ
  - พืชที่เป็น Natural Survivors



*Oryza coarctata*





# Acknowledgement

Warintra Takpirom

Nontalee Chumnanmanoonthum

Tanin Chantrachote

Assoc. Prof. Dr. Teerapong Buaboocha

Assist. Prof. Dr. Aussanee Pichakum

Sukhumaporn Sang-Ngam

Siriporn Sripinyowanich

EPPRU Team

Dr. Teerayut Toojinda & co.

Prof. Dr. Anchalee Tassanakajon

- *Commission on Higher Education*
- *National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, Thailand*
- *Thai government budget 2009, under the Research Program on Conservation and Utilization of Biodiversity, the Center of Excellence in Biodiversity, Faculty of Science, Chulalongkorn University*
- *Thailand Research Fund*
- *The 90<sup>th</sup> Anniversary of Chulalongkorn University Fund*
- *A1B1 Research Funds from the Faculty of Science, Chulalongkorn University.*

