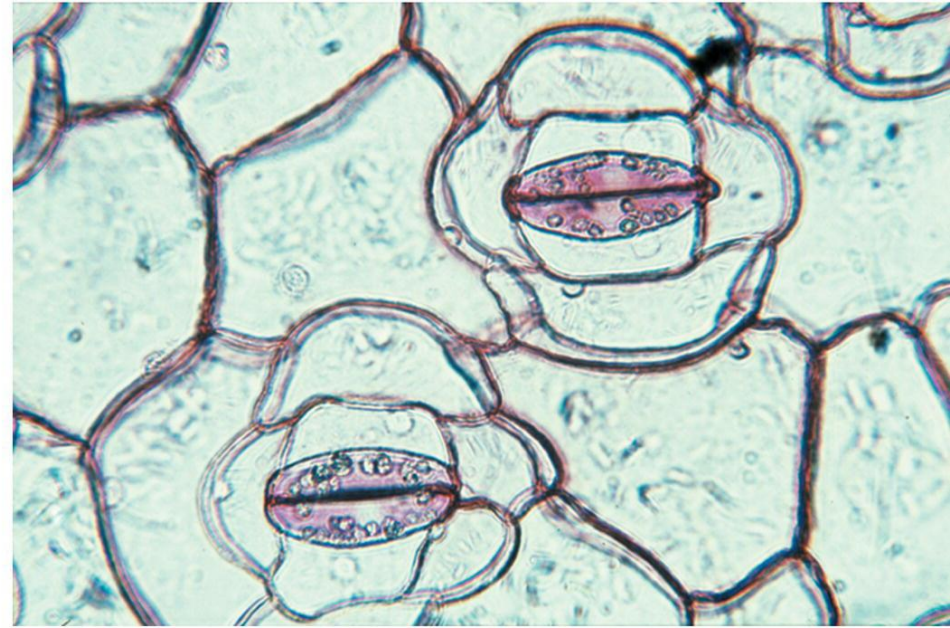


ACIDO ABSCISSICO



A



B

1960: Studi sulla dormienza di semi e gemme

Causata da ormoni

Dormina: dormienza delle gemme di *Acer pseudoplatanus*. Isolata da foglie all'inizio dell'autunno

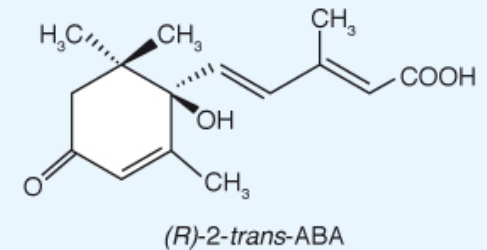
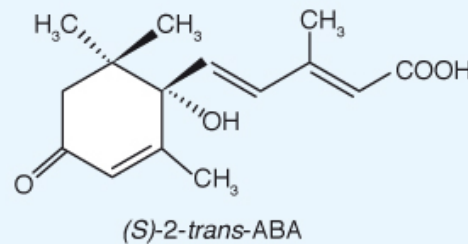
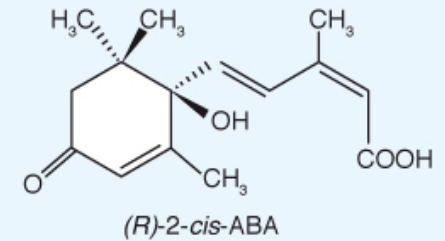
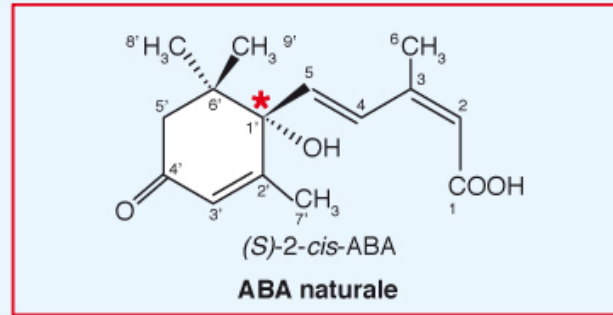
Chimicamente identica all'**abscissina II**, una sostanza che induceva l'abscissione dei frutti di cotone (in realtà, in modo indiretto: promuoveva la senescenza)

La sostanza fu rinominata **ACIDO ABSCISSICO**

Ormone dello stress

Inibitore della crescita

Struttura



Composto a 15 C che deriva dai carotenoidi, presente in tutte le piante vascolari, ma anche in alghe, funghi fitopatogeni, in molti animali

Presente in natura come isomero *cis* e come enantiomero S

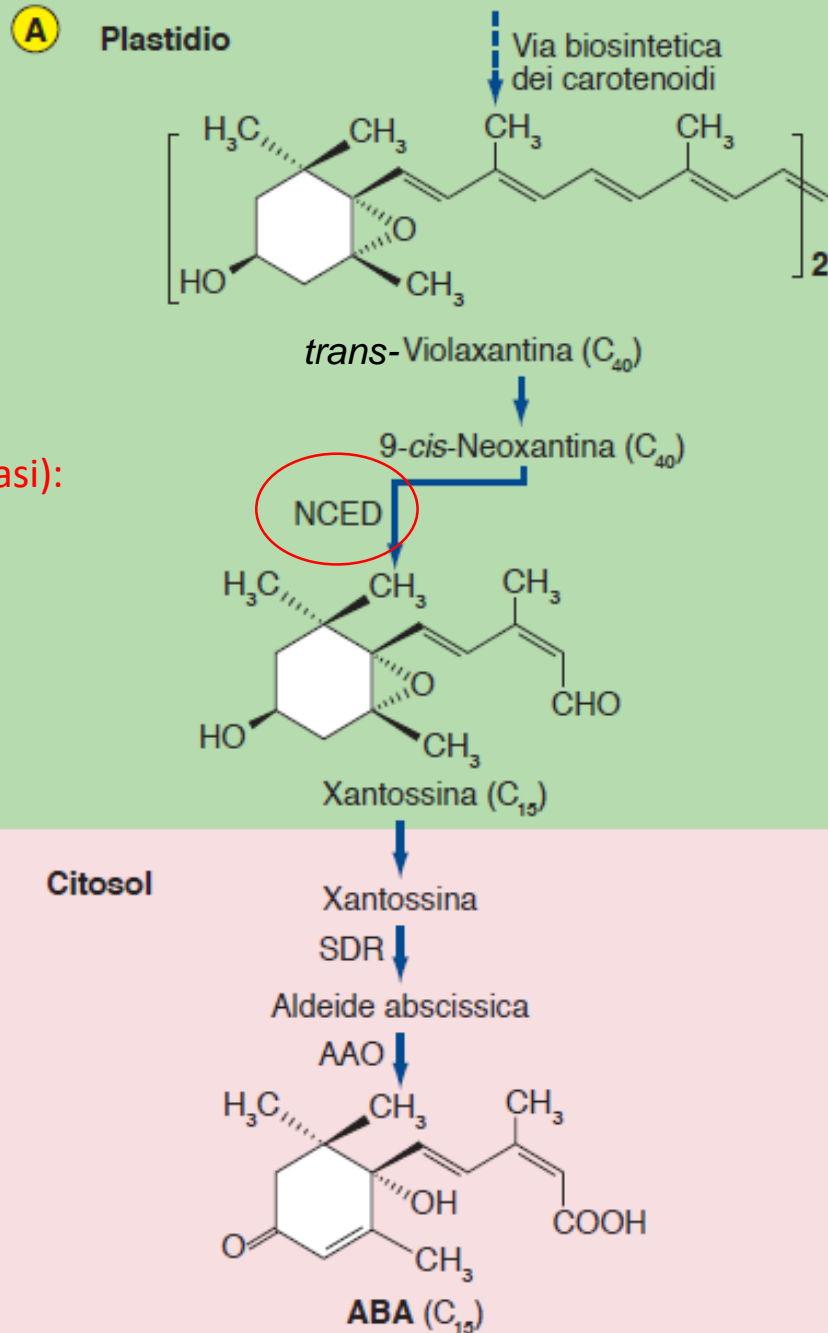
Enantiomero R non attivo nella chiusura degli stomi

BIOSINTESI

ABA sintetizzato soprattutto nel parenchima di tessuti vascolari

Sintesi a partire dall'Isopentenil difosfato (IPP) nella via dei carotenoidi

Nelle piante superiori si forma indirettamente, cioè come prodotto della scissione di una molecola di cis-neoxantina (carotenoide a 40 atomi di C)



NCED (9-*cis*-epossicarotenoide Diossigenasi):

Enzima regolatorio chiave della biosintesi

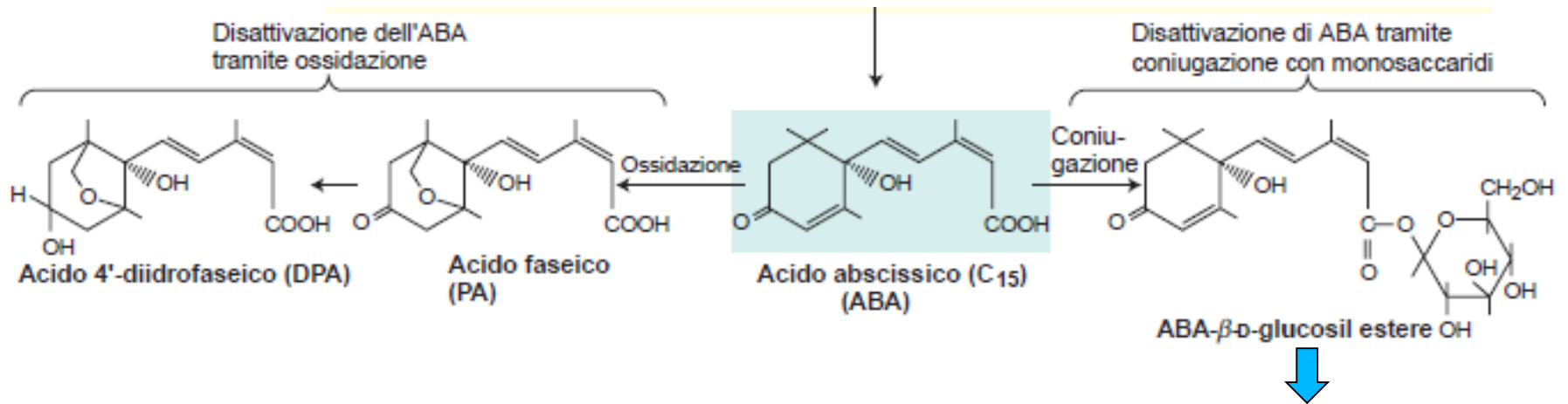
Sintesi indotta da stress idrico

Localizzato nei tilacoidi

L'ABA è disattivato mediante:

Ossidazione (irreversibile)

Coniugazione es. ABA β -D-glucosil estere



- Immagazzinato (RE, vacuolo);
- Traslocato verso siti bersaglio;

Idrolizzato da specifiche β -glucosidasi in condizioni di stress

L'ABA è trasportato nel floema e nello xilema

ABA sintetizzato nelle foglie traslocato alle radici nel floema

ABA sintetizzato nelle radici traslocato al germoglio nello xilema

Trasporto apolare

Le concentrazioni di ABA variano di molto durante lo sviluppo o in risposta a stress:

Semi durante lo sviluppo: variazione di 100 volte

Foglie durante stress idrico: aumento di 50 volte in poche ore

Aumenti dovuti a biosintesi e a trasporto

Effetti fisiologici dell'ABA

- 1- Induzione della chiusura stomatica in condizioni di stress idrico**
- 2- Regolazione differenziale dell'accrescimento di fusti e radici in condizioni di stress idrico**
- 3- Regolazione della maturazione e germinazione del seme**
- 4- Regolazione della senescenza fogliare
- 5- Regolazione della dormienza delle gemme

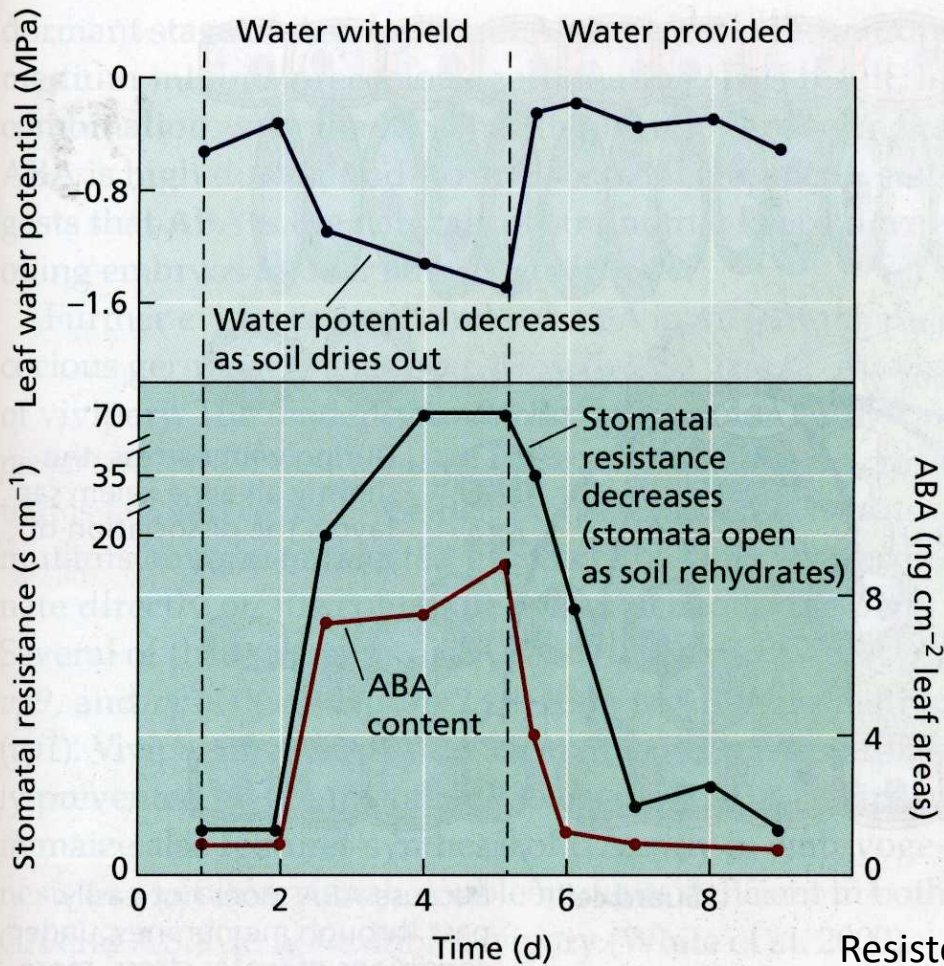
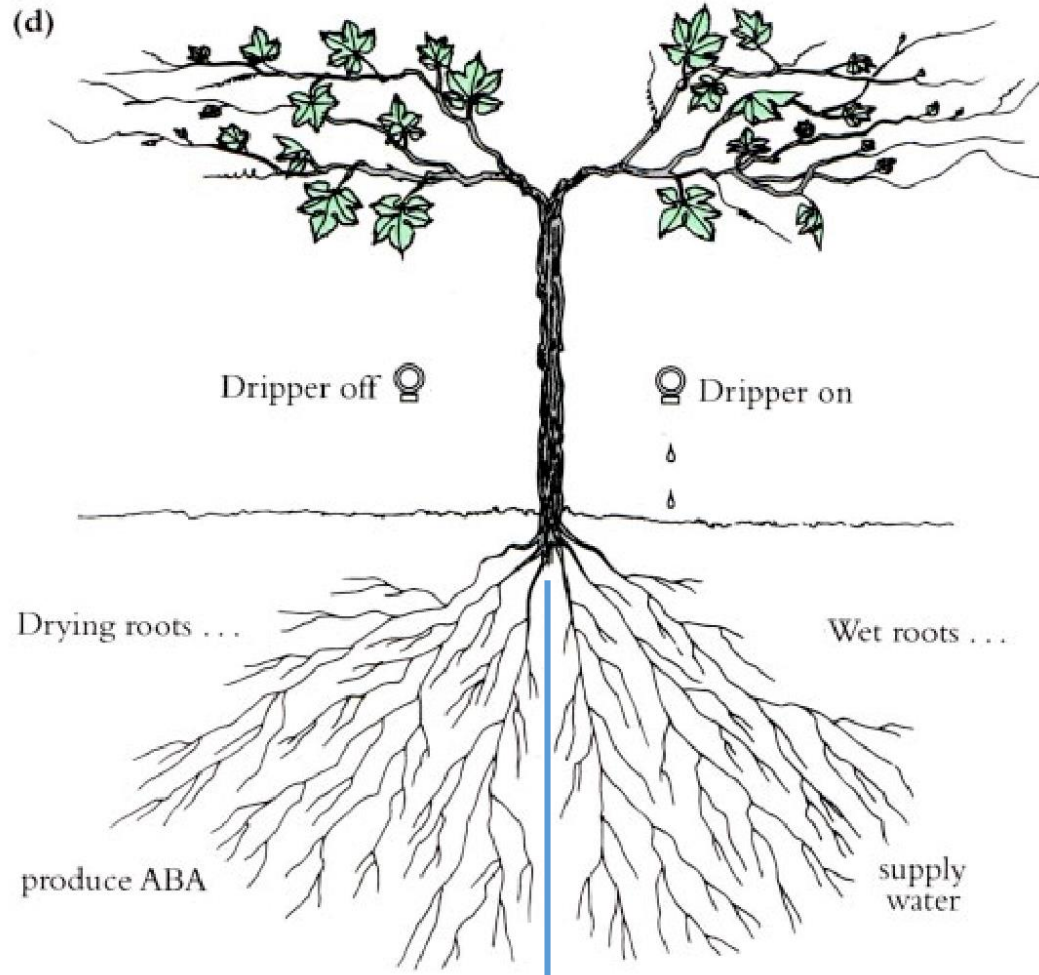


FIGURE 23.4 Changes in water potential, stomatal resistance (the inverse of stomatal conductance), and ABA content in maize in response to water stress. As the soil dried out, the water potential of the leaf decreased, and the ABA content and stomatal resistance increased. The process was reversed by rewatering. (After Beardsell and Cohen 1975.)

1- L'ABA induce la chiusura degli stomi in risposta allo stress idrico

Resistenza=1/conduzzanza

Esperimento 'split-root': gli stomi si chiudono quando una porzione dell'apparato radicale percepisce la disidratazione del suolo, anche se l'altra porzione continua ad essere irrigata e il potenziale dell'acqua della foglia non cambia



Risposta alla disponibilità d'acqua nel suolo

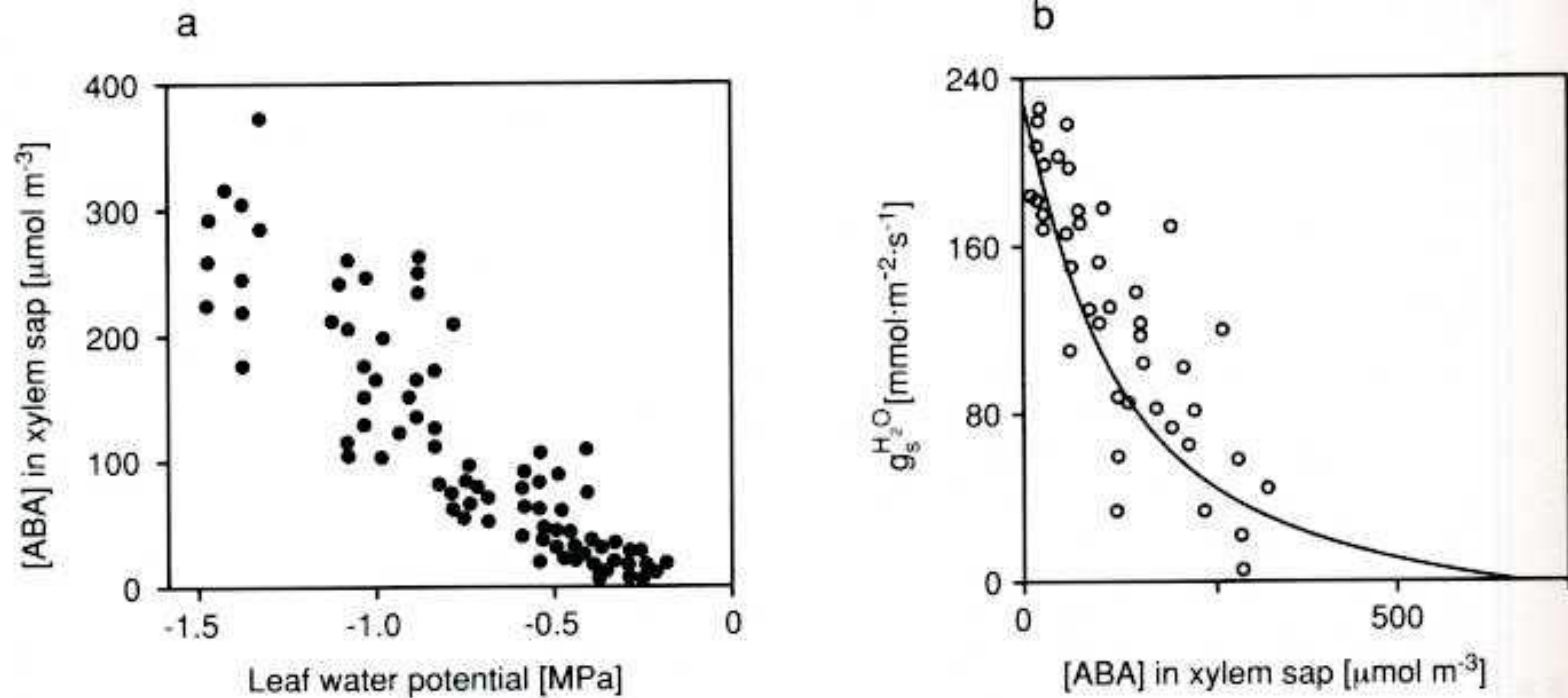
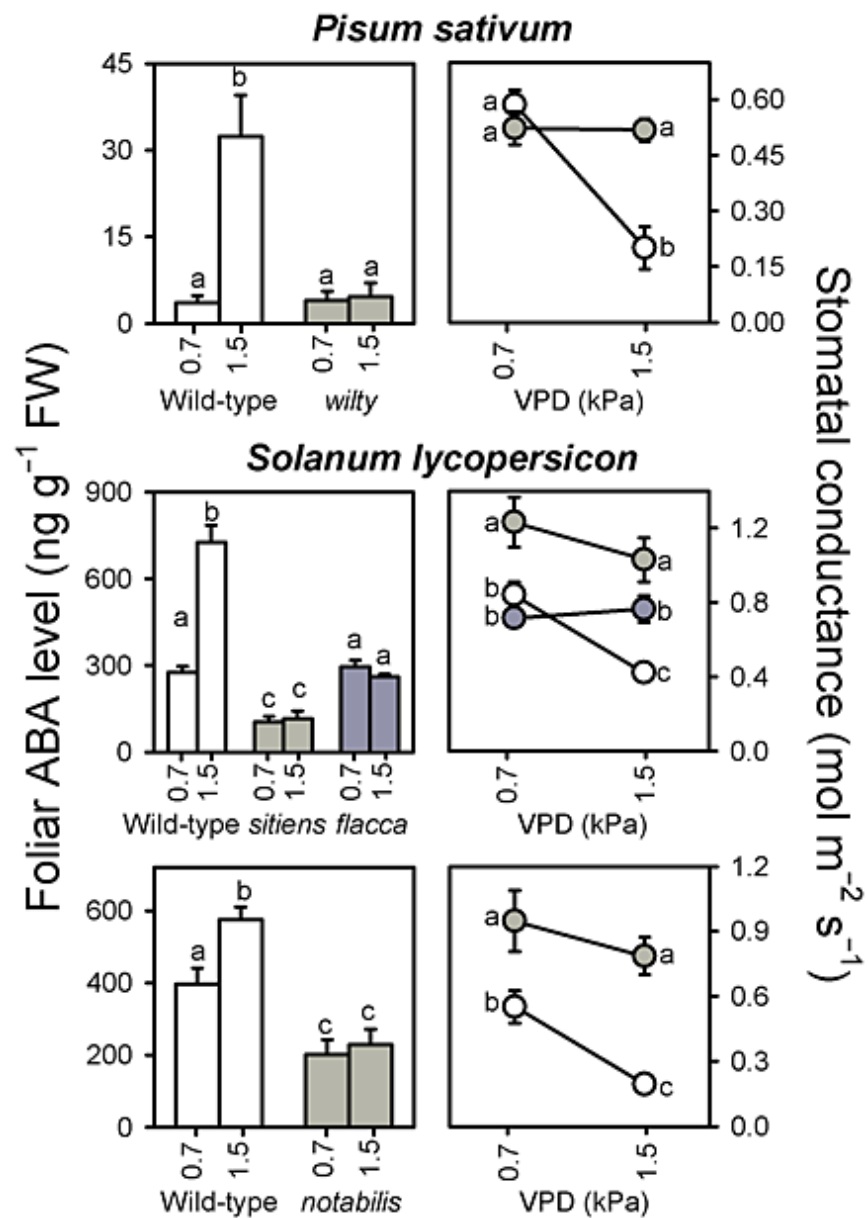
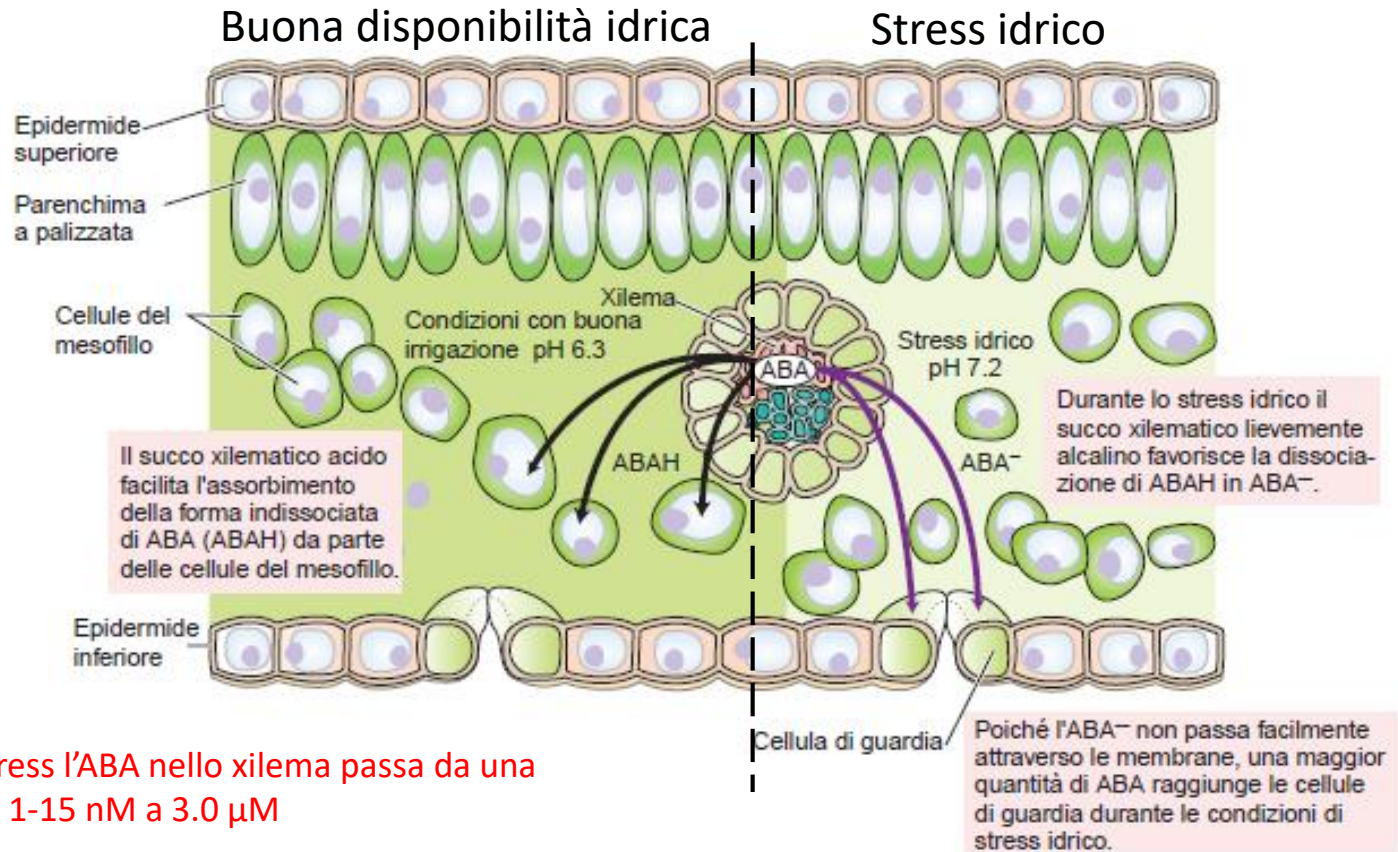


Fig. 4.32a,b. Increase of abscisic acid concentration [ABA] in the xylem sap in *Helianthus annuus* **a** as the soil is drying out (reduction in leaf water potential) and **b** decrease of stomatal conductance for water vapor ($g_s^{\text{H}_2\text{O}}$) at higher $[\text{ABA}]_{\text{xyl}}$. (After Tardieu and Simonneau 1998)

Risposta all'aumento del VPD



In condizioni di stress idrico l'ABA nella foglia viene redistribuito



In condizioni di stress l'ABA nello xilema passa da una concentrazione di 1-15 nM a 3.0 μ M

Meccanismo a trappola di anioni dovuto all'aumento di pH della linfa xilematica in condizioni di stress

Trasportatori ABC di efflusso e influsso per ABA⁻

+ Percorso apoplastico

Meccanismo di chiusura stomatica

ABA



Attivazione canali di uscita del K^+



Diminuzione della pressione di turgore
nelle cellule di guardia



Chiusura degli stomi

Via del segnale dell'ABA per la chiusura stomatica

1. L'ABA si lega ai suoi recettori. (Per chiarezza sono mostrati solo i recettori extracellulari).

2. Il legame dell'ABA induce la formazione di specie reattive dell'ossigeno (ROS) che attivano i canali del Ca^{2+} sulla membrana plasmatica. La produzione di acido fosfatidico (PA) mediata dalla fosfolipasi D (PLD) contribuisce alla produzione delle ROS.

3. L'influsso di calcio dà inizio a transienti intracellulari di calcio e promuove l'ulteriore rilascio di calcio dai vacuoli.

7. L'aumento del calcio intracellulare blocca i canali del K^+_{in} della membrana plasmatica.

8. L'aumento del calcio intracellulare promuove l'apertura dei canali (anionici) del Cl^-_{out} della membrana plasmatica, causando la depolarizzazione.

9. La pompa protonica della membrana plasmatica è inibita dall'aumento di calcio citosolico indotto dal calcio e dall'aumento del pH intracellulare, depolarizzando ulteriormente la membrana.

10. La depolarizzazione della membrana attiva i canali del K^+_{out} della membrana plasmatica.

11. Il K^+ e gli anioni che attraversano la membrana plasmatica sono prima liberati dai vacuoli nel citosol.

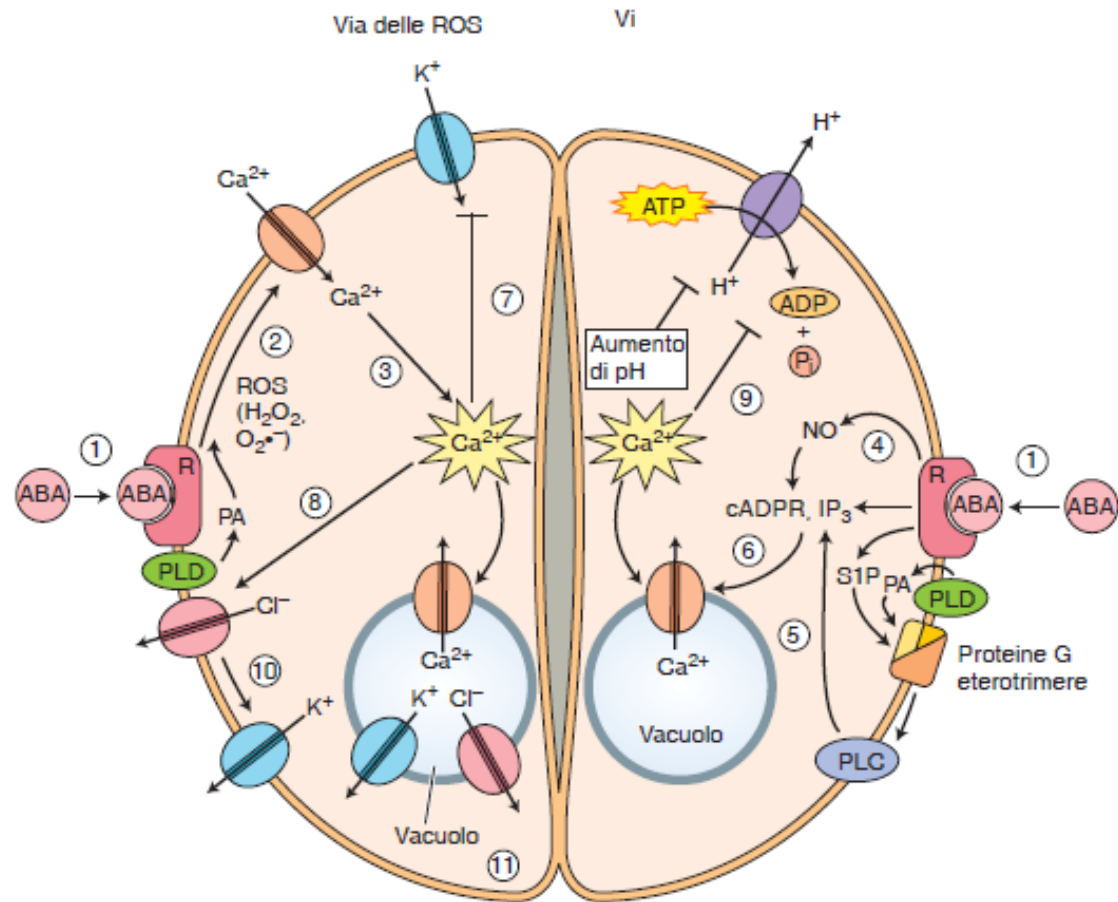


Figura 23.14 Modello semplificato per la via di segnalazione dell'ABA nelle cellule di guardia degli stomi. L'effetto netto è la perdita di potassio e del suo anione (Cl^- o malato²⁻) dalla cellula. cADPR = ADP-ribosio ciclico; IP_3 = inositolo 1,4,5 trisfosfato; NO = ossido nitrico; PA = acido fosfatidico; PLC = fosfolipasi C; PLD = fosfolipasi D; R = recettore; ROS = specie reattive dell'ossigeno; S1P = sfingosina-1-fosfato.

2- Stimolo della crescita delle radici e inibizione della crescita del germoglio in risposta a stress idrico (aumento rapporto root/shoot)

A Ψ elevato, ABA stimola crescita fusto, foglie e radici (effetto debole)

A Ψ basso, ABA inibisce crescita fusto e foglie, stimola crescita radici

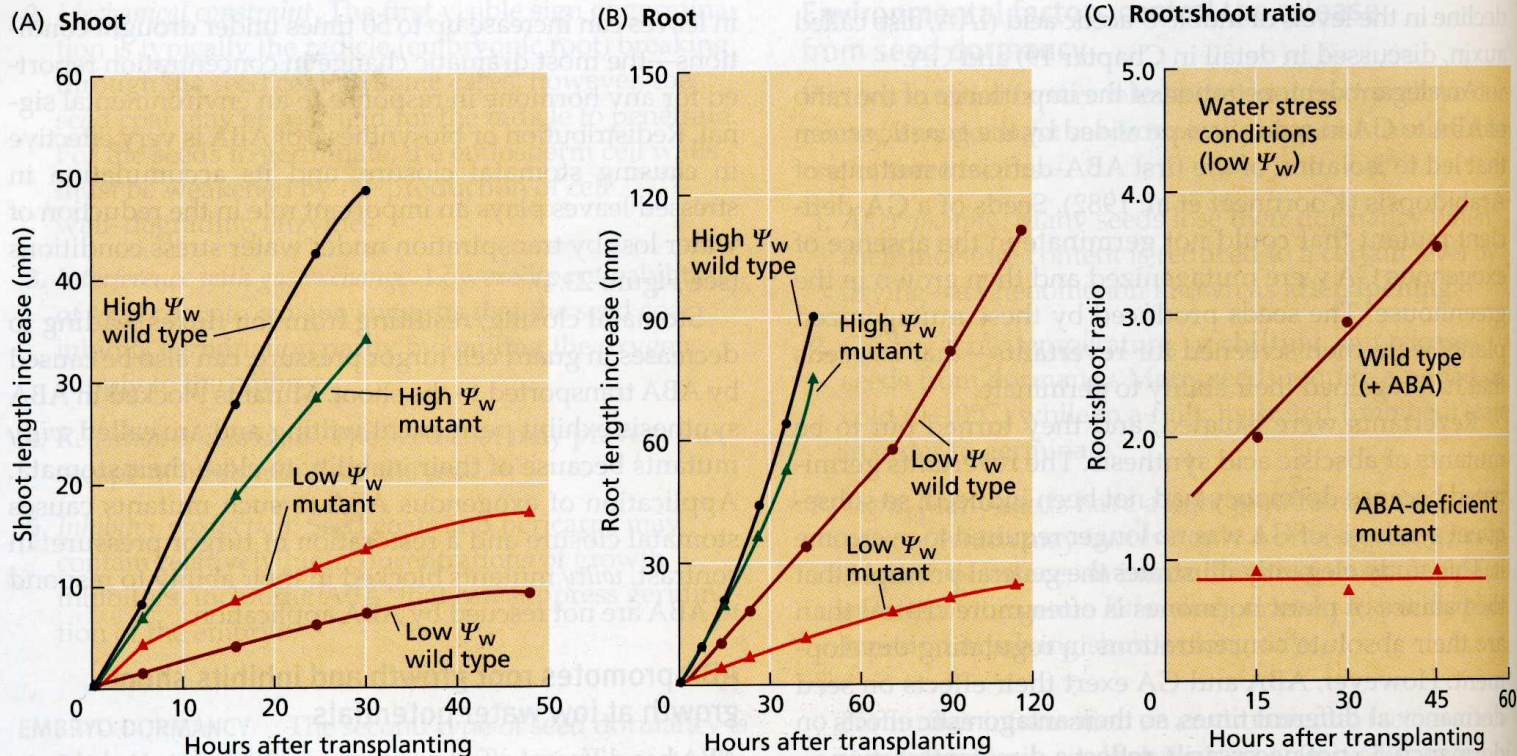
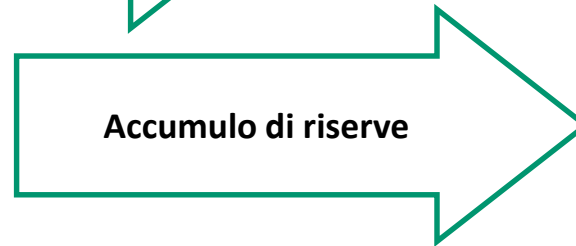


FIGURE 23.6 Comparison of the growth of the shoots (A) and roots (B) of normal versus ABA-deficient (*viviparous* [*vp*]) maize plants growing in vermiculite maintained either at high water potential ($\Psi_w = -0.03$ MPa) or at low water potential ($\Psi_w = -0.3$ MPa in A and -1.6 MPa in B). Water stress (low Ψ_w) depresses the growth of both shoots and

roots compared to the controls. (C) Under water stress conditions (low Ψ_w , defined slightly differently for shoot and root), the ratio of root growth to shoot growth is much higher when ABA is present (i.e., in the wild type) than when it is absent (in the mutant). (From Saab et al. 1990.)

3 - Regolazione della maturazione dei semi



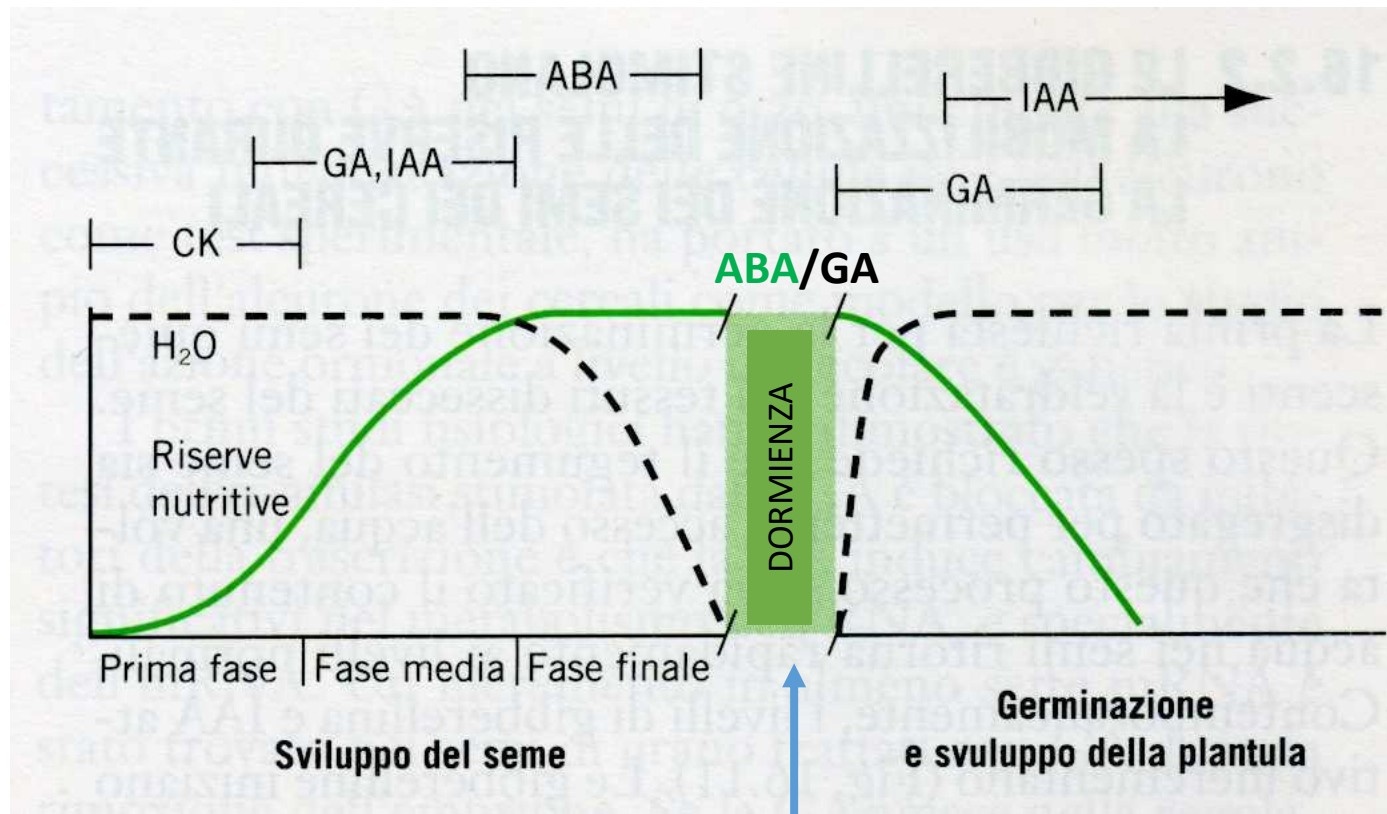
Lipidi
proteine

Quiescenza

Dormienza:
impedimento endogeno
della germinazione

L'ABA promuove l'accumulo di sostanze di riserva e la tolleranza alla disidratazione

I livelli di ABA si innalzano nella parte finale dell'embriogenesi, sono alti durante la maturazione e l'acquisizione della tolleranza alla disidratazione (e nella dormienza) per poi abbassarsi nella germinazione



Aumento delle concentrazioni di ABA anche di cento volte

ABA abbassa il livello di GA tramite inibizione dei geni coinvolti nella via biosintetica di GA