

El "cervell" a la punta de l'arrel?

11/2011 - Biologia. L'àpex de l'arrel podria tenir una funció similar a la del cervell dels animals inferiors, rebent senyals i coordinant moviments. Aquesta idea no és nova: ja l'havia formulada Darwin l'any 1880, i està recolzada pel fet que s'han detectat a l'arrel senyals químics i elèctrics que podrien ser anàlegs als del nostre sistema nerviós. Aquesta comunicació entre les cèl·lules de la planta disposaria d'un "centre d'operacions" a l'àpex de l'arrel, on s'integraria i es processaria la informació per a la "presa de decisions". Una investigació realitzada al laboratori de Biologia Molecular de plantes de la UAB sobre la distribució i regulació de l'auxina, hormona implicada en el desenvolupament de les plantes superiors, aporta nous coneixements per a comprendre millor aquests processos.



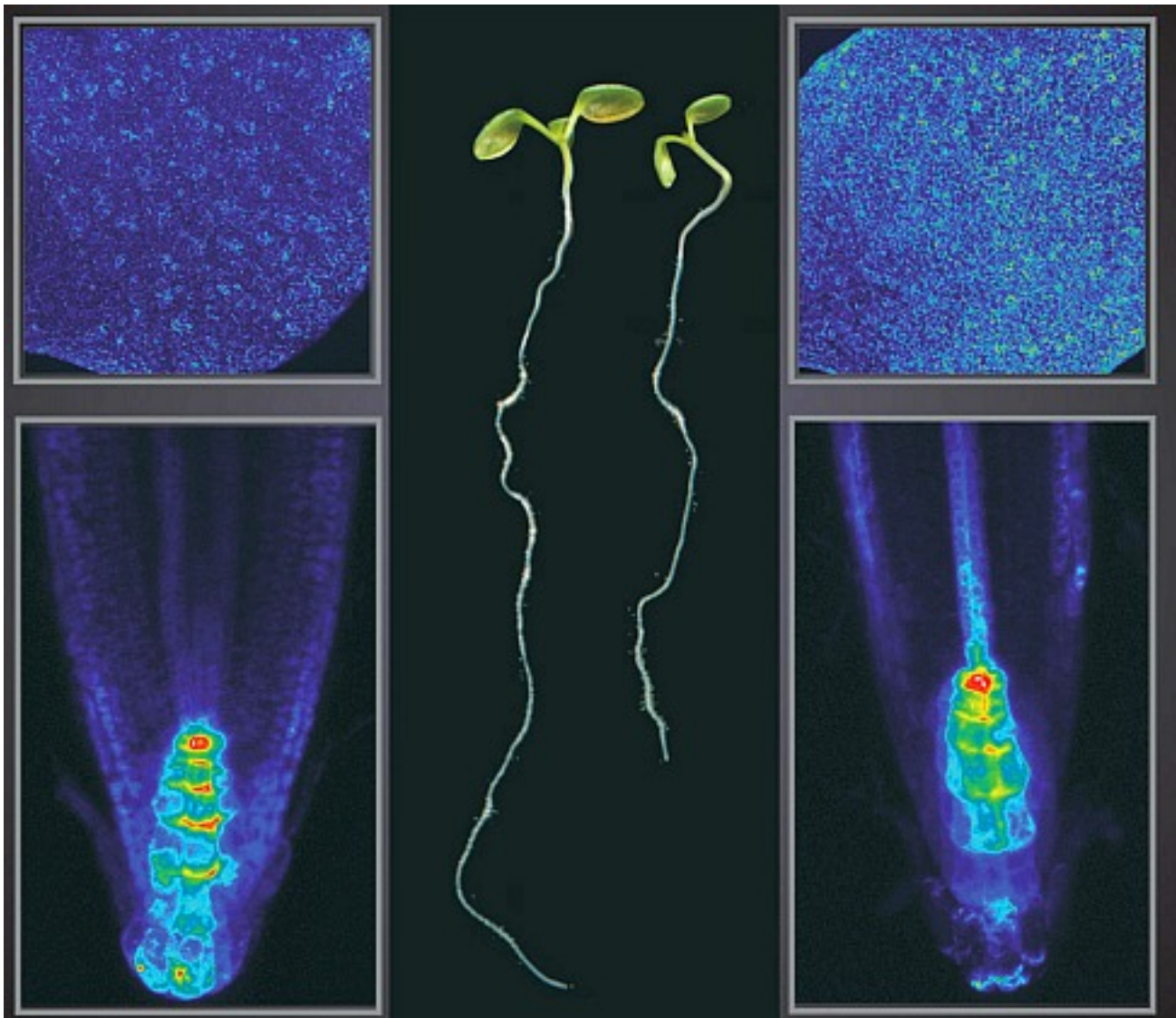
Portada del Plant Journal, Volum 67, núm. 1 (2011), que mostra la distribució d'auxina a l'àpex radicular de plantes salvatges i de les plantes mutants i on es pot apreciar, també, la mida menor de les plantes mutants.

L'any 1880 Charles Darwin va proposar, al seu llibre *The Power of Movements in Plants*, que l'àpex de l'arrel podria tenir una funció similar a la del cervell dels animals inferiors, rebent senyals i coordinant moviments. La hipòtesi "root-brain" (arrel-cervell) de Darwin fou ignorada durant molt de temps, i va ser rescatada de l'oblit recentement. La detecció a l'arrel de senyals químics i elèctrics, en analogia amb l'activitat neuronal i nerviosa, dóna suport a la idea d'una comunicació entre les cèl·lules vegetals amb mecanismes similars als dels animals, i de l'existència d'un centre que integraria els senyals i "prendria decisions". Segons aquesta teoria, "els conceptes d'intel·ligència, memòria, comportament i cognició són aplicables a les plantes superiors, que exhibeixen pautes elaborades y tenen un paper rellevant al seu cicle vital".

Un dels senyals químics clau en la comunicació intercel·lular vegetal és l'hormona auxina, que està implicada pràcticament en tots els processos del desenvolupament de les plantes superiors. L'auxina es transporta cèl·lula a cèl·lula de manera polar, probablement per un procés d'endocitosi i posterior secreció, mecanisme que recorda al procés d'alliberació dels neurotransmissors. Les vesícules endosomals també transporten a les proteïnes PIN, indispensables per a la secreció

de l'auxina. El tràfic intracel·lular de vesícules endosomals, que fa que les proteïnes PIN tinguin una localització polar a la membrana plasmàtica, (localització que pot canviar ràpidament en resposta a certs estímuls, com per exemple la força de la gravetat), és essencial pel cicle vital de les plantes, ja que és el responsable de la direcció dels fluxos d'auxina. El resultat és una distribució asimètrica de l'auxina, mantenint un equilibri dinàmic i flexible. La investigació realitzada al laboratori de Biologia Molecular de plantes de la UAB (Departament de Bioquímica i Biologia Molecular) aporta nous coneixements per a comprendre millor aquests processos.

Es van obtenir plantes transgèniques en les que s'havia eliminat l'activitat de la proteïna quinasa CK2, una proteïna molt conservada evolutivament. Com a conseqüència d'aquesta inactivació es va produir una internalització massiva d'algunes de les proteïnes PIN, i una menor acumulació de l'auxina a l'àpex radicular. La fotografia, que va ser la imatge de la portada del *Plant Journal*, Volum 67, nº 1 (2011), mostra la distribució d'auxina a l'àpex radicular de plantes salvatges i de les plantes mutants. També es pot veure la mida menor de les plantes mutants. La distribució d'auxina es va detectar mitjançant la proteïna fluorescent GFP (Green Fluorescent protein), que es va introduir en plantes d'*Arabidopsis* sota el control d'una seqüència promotora (seqüència que farà que aquell gen s'expressi) que s'activa únicament en presència d'auxina. Per tant, l'acumulació de GFP és proporcional a la quantitat d'auxina a les cèl·lules radicals; a la fotografia es mostra en pseudocolor, amb el vermell corresponent a la màxima intensitat.



La figura mostra els canvis en la distribució de la fitohormona auxina utilitzant la construcció DR5rev::GFP. El màxim d'auxina a la punta de l'arrel (àpex radicular) normalment es troba situat en les cèl·lules del centre quiescent, que en la figura apareix en vermell (màxima intensitat de senyal). Les arrels de les plantes mutants de CK2 (situades a la dreta de la imatge) mostren també aquest màxim, però el senyal està desplaçada cap a les cèl·lules més allunyades de la punta de l'arrel, amb una disminució de la quantitat d'auxina a la columella i la caliptra (les cèl·lules més apicals de l'arrel, les que es troben més a prop de la punta de l'arrel). Les plantes mutants, a més, mostren major concentració d'auxina en els cotilèdons (fulles primigènies de la planta, part superior de la figura), ja que el senyal derivada de DR5rev::GFP és més intensa.

Els resultats obtinguts van mostrar que els canvis en la distribució d'auxina es correlacionaven amb canvis fenotípics (observables en l'aspecte extern de les plantes) molt importants, com una menor longitud de l'arrel, absència d'arrels laterals i alteració de les respostes gravitròpica i fototròpica. L'anàlisi de l'expressió global de gens de les plantes mutants, realitzat per la tècnica de microarrays, va demostrar que una gran quantitat de gens regulats per l'auxina presentaven canvis transcripcionals, fet que va corroborar a nivell molecular els canvis fenotípics observats.

Els resultats obtinguts pels investigadors de la UAB mostren per primera vegada que la localització a la membrana plasmàtica dels transportadors d'auxina està regulada per la proteïna quinasa CK2. Per tant, aquesta quinasa sembla tenir un paper clau en els processos regulats per auxina, i potser també per altres fitohormones, donada l'estreta interrelació que existeix entre aquestes en el desenvolupament vegetal.

M. Carmen Martínez Gómez

Departament de Bioquímica i de Biologia Molecular

"A dominant negative mutant of protein kinase CK2 exhibits altered auxin responses in Arabidopsis".

Marquès-Bueno MM, Moreno-Romero J, Abas L, De Michele R, Martínez MC. Plant J. 2011 Jul;67(1):169-80. doi: 10.1111/j.1365-313X.2011.04585.x.