

11/2011

¿El "cerebro" en la punta de la raíz?



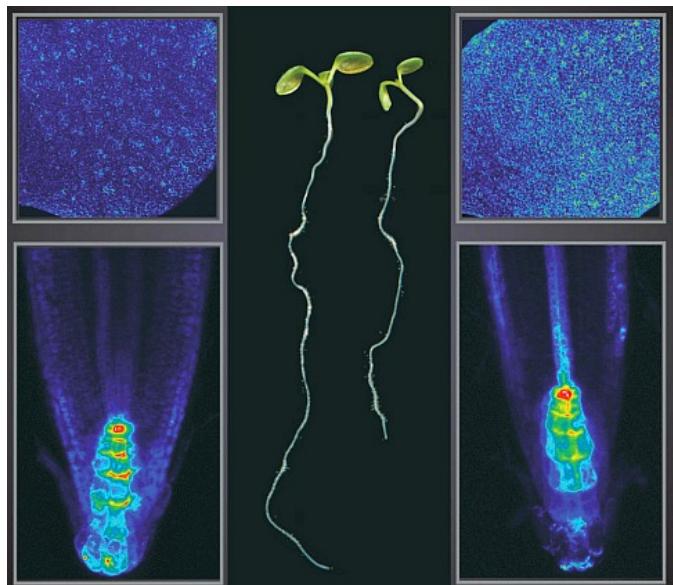
El ápice de la raíz podría tener una función similar a la del cerebro de los animales inferiores, recibiendo señales y coordinando movimientos. Esta idea no es nueva: ya la había formulado Darwin en 1880, y está apoyada por el hecho de que se han detectado en la raíz señales químicas y eléctricas que podrían ser análogos a los de nuestro sistema nervioso. Esta comunicación entre las células de la planta dispondría de un "centro de operaciones" en el ápice de la raíz, donde se integraría y

se procesaría la información para la "toma de decisiones". Una investigación realizada en el laboratorio de Biología Molecular de plantas de la UAB sobre la distribución y regulación de la auxina, hormona implicada en el desarrollo de las plantas superiores, aporta nuevos conocimientos para comprender mejor estos procesos.

En 1880 Charles Darwin propuso, en su libro "The Power of Movements in Plants", que el ápice de la raíz podría tener una función similar a la del cerebro de los animales inferiores, recibiendo señales y coordinando movimientos. La hipótesis "root-brain" (raíz-cerebro) de Darwin fue ignorada durante mucho tiempo, y fue rescatada del olvido recientemente. La detección en la raíz de señales químicas y eléctricas, en analogía con la actividad neuronal y nerviosa, apoya la idea de una comunicación entre las células vegetales con mecanismos similares a los animales, y de la existencia de un centro que integraría las señales y "tomaría decisiones". Según esta teoría, "los conceptos de inteligencia, memoria, comportamiento y cognición son aplicables a las plantas superiores, que exhiben pautas elaboradas y tienen un papel relevante en su ciclo vital".

Una de las señales químicas clave en la comunicación intercelular vegetal es la hormona auxina, que está implicada prácticamente en todos los procesos del desarrollo de las plantas superiores. La auxina se transporta célula a célula de forma polar, probablemente por un proceso de endocitosis y posterior secreción, mecanismo que recuerda al proceso de liberación de los neurotransmisores. Las vesículas endosomales también transportan a las proteínas PIN, indispensables para la secreción de la auxina. El tráfico intracelular de vesículas endosomales, que hace que las proteínas PIN tengan una localización polar en la membrana plasmática, (localización que puede cambiar rápidamente en respuesta a ciertos estímulos, como por ejemplo la fuerza de la gravedad), es esencial para el ciclo vital de las plantas, ya que es el responsable de la dirección de los flujos de auxina. El resultado es una distribución asimétrica de la auxina, manteniendo un equilibrio dinámico y flexible. La investigación realizada en el laboratorio de Biología Molecular de plantas de la UAB (Departamento de Bioquímica y Biología Molecular) aporta nuevos conocimientos para comprender mejor estos procesos.

Se obtuvieron plantas transgénicas en las que se había eliminado la actividad de la proteína quinasa CK2, una proteína muy conservada evolutivamente. Como consecuencia de esta inactivación se produjo una internalización masiva de algunas de las proteínas PIN, y una menor acumulación de la auxina en el ápice radicular. La fotografía, que fue la imagen de la portada del *Plant Journal*, Volumen 67, n º 1 (2011), muestra la distribución de auxina en el ápice radicular de plantas salvajes y de las plantas mutantes. También se puede ver el tamaño menor de las plantas mutantes. La distribución de auxina se detectó mediante la proteína fluorescente GFP (*Green Fluorescent protein*), que se introdujo en plantas de *Arabidopsis* bajo el control de una secuencia promotora (secuencia que hará que ese gen se exprese) que se activa únicamente en presencia de auxina. Por lo tanto, la acumulación de GFP es proporcional a la cantidad de auxina en las células radiculares, a la fotografía se muestra en pseudocolor, con el rojo correspondiente a la máxima intensidad.



La figura muestra los cambios en la distribución de la fitohormona auxina utilizando la construcción DR5rev::GFP. El máximo de auxina en el ápice radicular normalmente se encuentra situado en las células del centro quiescente, que en la figura aparece en rojo (máxima intensidad de señal). La raíces de las plantas mutantes de CK2 (situadas a la derecha de la imagen) muestran también este máximo, pero la señal está desplazada hacia las células más alejadas de la punta de la raíz, con una disminución de la cantidad de auxina en la columella y la caliptra (las células más apicales de la raíz). Las plantas mutantes, además, muestran mayor concentración de auxina en los cotiledones (parte superior de la figura), ya que la señal derivada de DR5rev:GFP es más intensa.

Los resultados obtenidos mostraron que los cambios en la distribución de auxina se correlacionaban con cambios fenotípicos (observables en el aspecto externo de las plantas) muy importantes, como una menor longitud de la raíz, ausencia de raíces laterales y alteración de las respuestas gravitropica (a la gravedad) y fototrópica (a la luz). El análisis de la expresión global de genes de las plantas mutantes, realizado por la técnica de *microarrays*, demostró que una gran cantidad de genes regulados por la auxina presentaban cambios transcripcionales, lo que corroboró a nivel molecular los cambios fenotípicos observados.

Los resultados obtenidos por los investigadores de la UAB muestran por primera vez que la localización en la membrana plasmática de los transportadores de auxina está regulada por la proteína quinasa CK2. Por tanto, esta quinasa parece tener un papel clave en los procesos regulados por auxina, y quizás también por otros fitohormonas, dada la estrecha interrelación que existe entre éstas en el desarrollo vegetal.

M. Carmen Martínez Gómez
carmen.martinez@uab.cat

Referencias

"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.

[View low-bandwidth version](#)