

Ficha n°288 - Febrero de 2008

## Un mecanismo genético universal descubierto en las plantas fijadoras de nitrógeno

**A**lgunos vegetales tienen la capacidad de desarrollarse en suelos muy pobres en elementos minerales. Esta facultad, resultado de una simbiosis a nivel de sus raíces con bacterias fijadoras de nitrógeno (*Rhizobium* o *Frankia*) y hongos micorrícicos, mejora en gran medida su nutrición nitrogenada y fosfatada. Un equipo del IRD, en colaboración con un laboratorio de la Universidad de Munich, se dedica desde hace varios años a descifrar los mecanismos de reconocimiento que dan origen a las asociaciones entre vegetales, bacterias y hongos. Descubrieron asimismo que uno de los elementos genéticos de las plantas llamado SymRK (Symbiosis Receptor Kinase), necesario para las leguminosas (chícharo o guisante, trébol, alfalfa...) asociado con la bacteria *Rhizobium* y los hongos micorrícicos, es igualmente indispensable para el establecimiento de la simbiosis entre el árbol tropical *Casuarina*, más conocido con el nombre de filao, y la bacteria fijadora de nitrógeno *Frankia*. La comprensión de estos mecanismos es esencial para la implementación de estrategias que permitirán algún día transferir estas capacidades simbióticas a plantas que no las tienen (trigo, maíz, arroz, etc.) y proporcionar una alternativa para el aporte masivo de abonos químicos a los cultivos.



Los filaos, plantados en las playas de los trópicos, constituyen un corta-vientos eficaz.

© IRD / Bonvallot Jacques

**Ciertos microorganismos del suelo son capaces de asociarse con las raíces de los vegetales bajo forma de simbiosis, algunos de los cuales desempeñan un papel ecológico y agronómico muy importante.**

De esta manera, la simbiosis micorrícica arbuscular (que vincula una planta con un hongo) permite a las primeras mejorar su nutrición hídrica y mineral. Esta asociación, que data de 400 millones de años atrás, parece haber acompañado la colonización del medio terrestre por los vegetales y se refiere actualmente a más del 80% de las especies de plantas. Más recientemente, hace cerca de 60 millones de años, la simbiosis que se estableció entre bacterias del suelo, las rhizobium, y plantas de la familia de las leguminosas, les concedió la capacidad única, entre los vegetales de cultivo intensivo, de alimentarse a partir del nitrógeno contenido en el aire. Los rhizobium forman en efecto en las raíces de las leguminosas con

las cuales se asocian, órganos especializados, los nódulos, capaces de transformar el nitrógeno atmosférico en amonio directamente asimilable por la planta. A cambio, la planta proporciona a los microorganismos nutrientes bajo forma de glúcidos complejos.

Desde hace varios años, los científicos intentan entender los mecanismos genéticos que dan origen a estas relaciones de beneficios recíprocos entre vegetales y bacterias, por una parte, y entre vegetales y hongos, por otra parte. En 2000, un estudio realizado por un equipo de investigadores franceses demostró que ciertos mecanismos de señalización genética que intervienen en la simbiosis entre las leguminosas y las bacterias de tipo *Rhizobium* y las leguminosas y los hongos micorrícicos, recurrían a un elemento genético común ulteriormente llamado SymRK. Se sabe asimismo que este tipo de gen interviene en el reconocimiento de los factores Nod, moléculas señalizadoras emitidas

>>

## Para mayor información

**CONTACTOS :**

DIDIER BOGUSZ  
Unité Mixte de  
recherche « Diversité et  
adaptation des plantes  
cultivées »

IRD  
BP 64501  
34394 Montpellier  
cedex 5

Tel : +33 (0)4 67 41 62 81  
didier.bogusz@ird.fr

**REFERENCIA :**

GHERBI H., MARKMANN  
K., SVISTONOFF S.,  
ESTEVAN J., AUTRAN D.,  
GICZEY G., AUGUY F.,  
PÉRET B., LAPLAZE L.,  
FRANCHE C., PARNISKE  
M., BOGUSZ D.,  
**SymRK defines a  
common genetic  
basis for plant root  
endosymbioses with  
AM fungi rhizobia  
and Frankia bacteria,**  
*PNAS* published 2008  
doi : 10.1073/  
pnas.0710618105

**PALABRAS CLAVE :**

Simbiosis, planta,  
bacteria, filao.

**RELACIONES CON LOS MEDIOS :**

GAËLLE COURCOUX  
+33 (0)1 48 03 75 19  
presse@ird.fr

**INDIGO,  
PHOTOTECA DEL IRD :**

DAINA RECHNER  
+33 (0)1 48 03 78 99  
indigo@ird.fr  
[www.ird.fr/indigo](http://www.ird.fr/indigo)



por las bacterias de tipo *Rhizobium* que son esenciales para la formación de los nódulos radiculares.

Las plantas actinorrhizas constituyen otro grupo de vegetales que adquirió la capacidad de vivir en simbiosis con otra bacteria fijadora de nitrógeno denominada *Frankia*. Estas especies vegetales pioneras, cuyos mecanismos genéticos involucrados en la relación huésped simbiote son todavía poco estudiados, están generalmente presentes en medios alterados tales como los suelos volcánicos o los suelos mineros, y en los terrenos pobres en nitrógeno como las morenas o los suelos arenosos. Existen 260 especies de plantas actinorrhizas distribuidas en 24 géneros y 8 familias de angiospermas, las plantas con flores. Un equipo del IRD, en colaboración con un laboratorio de la Universidad de Munich, estudió en particular el árbol tropical *Casuarina*, más conocido con el nombre de filao. Con ayuda de métodos de biología molecular, los científicos estudiaron en un inicio la secuencia que codifica el gen SymRK, en el seno del genoma de *Casuarina*. Una vez el gen aislado, el equipo quiso saber si éste era indispensable para el filao en el establecimiento de su simbiosis con la bacteria *Frankia*. Para lograrlo, desarrollaron plantas transgénicas en las cuales la expresión del gen SymRK fue muy disminuido. Compararon posteriormente su capacidad para formar nódulos simbióticos en sus raíces con la de las plantas testigo. Según los análisis, las plantas cuya expresión del gen SymRK se ve alterada, producen dos veces menos nódulos radiculares que las plantas testigo. En estos mismos individuos, el fenómeno de micorrización se ve asimismo fuertemente disminuido en relación con los filaos silvestres. Estos resultados indican que la reducción de la expresión del gen SymRK provoca, en *Casuarina*,

una disminución importante de su capacidad para fijar el nitrógeno atmosférico así como una reducción de su capacidad para formar micorrizas. De manera más general, estas conclusiones ponen en evidencia el hecho de que, en las plantas fijadoras de nitrógeno, un elemento genético común parece indispensable para la implementación de tres tipos de asociaciones simbióticas que favorecen la intervención de bacterias (*Rhizobium* y *Frankia*) o de un hongo micorrízico. Una mejor comprensión de estos mecanismos genéticos podría contribuir, en los próximos años, a implementar **procesos que permitan transferir el material genético necesario para la fijación del nitrógeno del aire a plantas que, al igual que los cereales, son incapaces de hacerlo**. Si bien el arroz establece una relación simbiótica con un hongo micorrízico, es incapaz de desarrollar nódulos fijadores de nitrógeno. Cabe señalar que, al modificar su genoma para conferirle esta capacidad, sería posible limitar significativamente el aporte de abonos nitrogenados a este cultivo agrícola y disminuir de esta manera en la misma medida la contaminación de los suelos que se desprende.

Redacción DIC - Grégory Fléchet

Traducción - Annie Carillo



Nódulos radiculares de *Casuarina* (filao).

©IRD / Franche Bogusz Claudine

Grégory Fléchet, coordinador

Délégation à l'information et à la communication

Tél. : +33(0)1 48 03 76 07 - fax : +33(0)1 40 36 24 55 - [fichesactu@ird.fr](mailto:fichesactu@ird.fr)