

---

# 分子植物卓越中心等揭示豆科植物共生互作中核内钙信号的编码机制

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/19665.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

8月16日，《美国国家科学院院刊》（PNAS）在线发表了中国科学院分子植物科学卓越创新中心/植物生理生态研究所/中科院植物分子遗传国家重点实验室谢芳研究组撰写的题为Constitutive activation of a nuclear-localized calcium channel complex in *Medicago truncatula*的研究论文。该研究揭示了在植物-微生物共生互作的共生信号途径中核膜定位的钙离子通道蛋白DMI1和CNGC15协同编码核钙信号的分子机制，为剖析共生过程钙信号的形成提供了新见解。

钙离子作为重要的第二信使，在真核生物多个信号通路中均发挥重要作用。在豆科植物与根瘤菌或菌根真菌的共生互作过程里，结瘤因子（Nod Factor, NF）或菌根因子（Myc factor, MF）激活的核及核周钙振荡是传递共生信号的核心事件。有效解析共生过程中钙信号的编码机制，相当于解读钙指纹的密码，可协助指导植物作出共生响应，对农业生产的可持续发展意义重大。

在豆科植物与根瘤菌共生固氮体系中，根瘤作为豆科植物特化的、重要的共生固氮器官，受NF信号途径激活而形成；而细胞核钙振荡作为NF信号的早期响应调控着下游共生基因的表达（Ehrhard et al., 1996）。在蒺藜苜蓿（*M. truncatula*

）中，DMI1与CNGC15是两个定位于核膜的钙离子通道蛋白，参与核及核周钙振荡的形成，且DMI1还可以与CNGC15相互作用（Charpentier et al., 2016）。然而，共生过程中核钙信号的编码以及DMI1与CNGC15如何调控核钙信号形成的机制尚不清楚。

谢芳研究组在蒺藜苜蓿中筛选到一个自发结瘤突变体spd1（spontaneous nodule development 1

），即在不接种根瘤菌或NF的情况下植物根部能形成根瘤器官。研究结合遗传分析和基因定位，发现spd1

是一个单基因控制的功能获得性突变体，在离子通道蛋白DMI1的羧基端RCK2结构域第760位丝氨酸发生了错义突变，即DMI1<sup>S760N</sup>。遗传实验证明，表达DMI1<sup>S760N</sup>

在野生型植物中，可以在不接种

根瘤菌时形成根瘤器官，验证了spd1的自发结瘤表型确是DMI1<sup>S760N</sup>的突变导致。植物

体内细胞钙成像技术检测发现，细胞

核钙振荡信号特异的在spd1根部将要形成根瘤的部位被自发激活。RNA-Seq和qRT-

---

PCR结果进一步表明，由NF及MF信号激活的共生基因在spd1中组成性表达，表明DMI1<sup>S760N</sup>作为DMI的功能获得性形式自发激活了共生信号途径。

该研究进一步运用结构生物学和遗传学手段阐明DMI1<sup>S760N</sup>的功能机制，发现DMI1<sup>S760N</sup>没有改变DMI1的核膜定位以及与CNGC15相互作用的能力，但该突变或破坏了DMI1

S760N

S760N激活自发结瘤所必需的。研究利用HEK 293T细胞的重组表达系统检测了通道蛋白活性，发现只有共表达DMI1<sup>S760N</sup>和CNGC15才能促进胞内钙离子的内流，并一定程度地介导有规律的钙离子浓度变化。这种效应依赖DMI1门环结构上钙离子的结合和选择性位点以及DMI1和CNGC15的离子通道活性。

该研究通过对自发结瘤突变体spd1的研究，揭示了植物-微生物共生互作中钙通道蛋白DMI1激活CNGC15的通道活性进而促进共生核钙振荡形成的分子机制。研究工作得到中科院青年科学家基础研究项目、国家重点研发计划、国家自然科学基金、中科院战略性先导科技专项、比尔及梅琳达·盖茨基金会的支持。英国剑桥大学的科研人员参与研究。

[论文链接](#)

研究团队单位：分子植物科学卓越创新中心

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://www.iikx.com)转发