亮点

被子植物受精机制研究的新天地

孙蒙祥

武汉大学生命科学学院, 武汉 430072

E-mail: mxsun@whu.edu.cn

收稿日期: 2015-10-27; 接受日期: 2015-11-02; 网络版发表日期: 2015-11-11

doi: 10.1360/N052015-00327

受精作用是植物世代交替中配子体世代向孢子体世代转换的关键环节, 也是连接亲代与子代的桥梁. 因而, 一个多世纪以来一直备受植物学家关注. 经过长期进化, 被子植物已经建立了非常完善的受精系统, 其中一个重要的保障机制是花粉通过形成花粉管将雄配子定点投送到雌配子的近旁, 从而确保了受精作用的高效率和稳定性. 同时, 也展示了一个令人叹为观止的现象. 花粉管需要穿过雌蕊的柱头、花柱、珠孔, 长途跋涉, 最终到达雌配子体. 途中经由多种细胞组织和微环境, 几经转向, 蜿蜒前行, 却总能准确地找到胚珠的珠孔, 并由此进入胚囊, 释放精细胞, 犹如神助. 这一奇妙的现象激励了几代植物学家, 为寻求其谜底孜孜以求. 直到 21 世纪初日本科学家利用激光切割的精巧实验确切地证实了几代人的一个推测, 即胚囊中的助细胞有引导花粉管定向生长的作用^[1,2], 后来又进一步明确了助细胞分泌的多肽 LUREs 具有吸引花粉管的作用^[3]. 至此, 关于花粉管如何会被引入胚囊问题似乎有了较为圆满的答案. 然而, 中国科学院遗传与发育研究所杨维才课题组^[4]的工作报道了出人意料的一个发现, 即中央细胞也具有引导花粉管定向生长的作用. 他们证实了一个在拟南芥(*Arabidopsis thaliana*)中央细胞特异表达, 但不在助细胞中表达的基因 CCG(central cell guidance)是将花粉管导向胚囊所必需的. 这一结果引发了广泛的关注, 也提出了许多新的疑问, 中央细胞是独立, 还是与助细胞协同作用

的? 如果是协同或通过助细胞起作用, 不在助细胞表达的 CCG 又是如何能调节助细胞活动的?

最近, 杨维才实验室^[5]刚刚发表的一个有趣的工作为上述问题提供了答案. 该课题组发现了一个与 CCG 直接相互作用的蛋白 CBP1(CCG binding protein 1). 与 CCG 突变的表型相似, *CBP1* 基因突变也可导致花粉管生长方向的迷失. 进一步的工作揭示了 CCG-CBP1 可能以复合体形式作为转录调节因子行使功能, 可有选择性地调节下游基因的表达. 有趣的是, CCG-CBP1 不仅能调节中央细胞的基因表达, 而且能调节助细胞特异基因的表达, 其中包括 *MYB98*, 一个能调节 *LURE1* 表达的转录因子, 表明中央细胞可通过助细胞并与之协同参与调节花粉管的导向. 这一发现为 CCG 看似不可思议的作用提供了合理的诠释. 深化了对花粉管导向分子机理的认识, 也开辟了探讨受精机制研究的一片新天地. 一方面, 开启了有别于注重个别细胞作用的传统视角, 从雌配子体的整体作用探讨花粉管导向调节机制的新思路; 另一方面, 为探讨有性生殖过程中细胞间通讯及其作用提供了不可多得的切入点.

法国植物生殖生物学家 Dumas 等人^[6]曾提出过一个雌性生殖单位(female germ unit)的概念, 认为雌配子体内卵细胞、助细胞和中央细胞可作为一个结构单位, 完成吸引花粉管、精子释放和双受精的功能. 由于该概念当时缺乏足够的证据支持, 虽广为人知, 却并没有被广为接受和应用. 其后多年, 卵细胞与助细胞间功能上

引用格式: 孙蒙祥. 被子植物受精机制研究的新天地. 中国科学: 生命科学, 2015, 45: 1260–1261

Sun M X. A novel field for seeking the molecular mechanism of fertilization in angiosperm. SCIENTIA SINICA Vitae, 2015, 45: 1260–1261, doi: 10.1360/N052015-00327

的联系,特别是中央细胞与卵器功能上的联系一直不甚了了.有报道指出中央细胞和卵细胞间可能有双向的发育信号交流^[7],但对于信号的实质尚不清楚.而今峰回路转,上述 CCG 和 CBP1 的工作为这一概念注入了实实在在的内涵,也注入了方兴未艾的活力.有力地

注解了这一概念的前瞻性与科学性,不能不说这是植物有性生殖研究领域一件值得庆贺、使人兴奋的新成果.在这一片受精机制研究的新天地中,诸多后续研究,关于中央细胞与助细胞间的信息联络、关于多肽信号分子在其中的重要作用,仍然令人充满期待.

参考文献

- 1 Shimizu K K, Okada K. Attractive and repulsive interactions between female and male gametophytes in *Arabidopsis* pollen tube guidance. *Development*, 2000, 127: 4511–4518
- 2 Higashiyama T, Yabe S, Sasaki N, et al. Pollen tube attraction by the synergid cell. *Science*, 2001, 293: 1480–1483
- 3 Okuda S, Tsutsui H, Shiina K, et al. Defensin-like polypeptide LUREs are pollen tube attractants secreted from synergid cells. *Nature*, 2009, 458: 357–361
- 4 Chen Y H, Li H J, Shi D Q, et al. The central cell plays a critical role in pollen tube guidance in *Arabidopsis*. *Plant Cell*, 2007, 19: 3563–3577
- 5 Li H J, Zhu S S, Zhang M X, et al. *Arabidopsis* CBP1 is a novel regulator of transcription initiation in central cell-mediated pollen tube guidance. *Plant Cell*, 2015, doi 10.1105/tpc.15.00370
- 6 Dumas C, Knox R B, McConchie C A, et al. Emerging physiological concepts in fertilization. *What's New Plant Physiol*, 1984, 15: 17–20
- 7 Wu J J, Peng X B, Li W W, et al. Mitochondrial GCD1 dysfunction reveals reciprocal cell-to-cell signaling during the maturation of *Arabidopsis* female gametes. *Dev Cell*, 2012, 23: 1043–1058