

山东农大科研团队破解世纪难题

在植物生命科学领域，有一个悬而未决的世界难题——“单个体细胞如何发育成完整植株”。这一问题早在2005年就被国际著名学术期刊《科学》(Science)在其创刊125周年时列为最具挑战的125个关键科学问题之一。近日，这道世纪之问终于迎来了来自中国科学家的答案。山东农业大学教授张宪省和苏英华研究团队首次完整揭示了单个植物体细胞如何通过基因重编程“改变命运”，最终发育为完整植株的全过程。该成果不仅破解了困扰科学界百余年的“植物细胞全能性”机制之谜，也为作物遗传改良与高效再生提供了全新理论支撑。9月16日，这一成果在国际著名学术期刊《细胞》(Cell)在线发表。

1 一个细胞如何“重启”生命程序？

1902年，“植物细胞全能性”概念被提出，即植物细胞可脱分化形成类似受精卵的全能干细胞，进而发育为完整植株。这一现象广泛存在于植物界，包括农作物、木本植物，但其背后的分子机制始终未解。

张宪省介绍，较动物细胞而言，植物细胞具有更强的发育可塑性，在一定条件下，它们无需受精就能发育成胚胎，这种现象被称为“体细胞胚胎发生”。植物细胞还有着独特的“再生”能力，例如，叶片的体细胞在经历重编程过程后，能够回归到原始的干细胞状态，并进一步进

入“体细胞胚胎发生”阶段，最终再生为一株完整的植株。这一“再生”现象在快繁、生物技术育种、脱毒培养等农业生产中具有极为重要的应用价值。而植物体细胞经过重编程，从“普通细胞”转变为“全能性胚胎”的核心秘密一直未被揭露。

“就像一片叶子本应永远是叶子，但它却能‘变身’为一株株新植物，这种‘命运逆转’如何发生？”苏英华道出研究初衷。自2005年起，团队在张宪省指导下，以拟南芥为模型开启探索，一场持续20年的科研“马拉松”就此拉开序幕。

2 从偶然发现到构建完美体系

研究初期，团队面临的最大挑战是构建单个体细胞直接发育成胚胎的实验技术体系。2009年，团队首次在拟南芥中发现，大量生长素的积累是细胞全能性激活的“开关”，相关成果发表在《Plant Journal》(国际植物科学期刊)。2011年，团队一次意外发现使得研究迎来转折，一种诱导因子使得幼苗叶片表面直接长出胚胎结构，这种体细胞胚竟然直接来源于叶片表面的单个细胞。这一偶然现象让苏英华意识到，无需愈伤组织过渡，成熟叶片细胞可直接被诱导为胚胎。为重现这一现象，苏英华带领学生“像重启实验一样”经过反复验

证，终于建立了“诱导单细胞起源的体细胞胚胎发生”稳定体系。

苏英华介绍，下一个难题是寻找全能干细胞的分子标记，经过反复验证试验，团队终于发现了只在全能干细胞中发光的荧光标记。

有了稳定的诱导体系和全能干细胞标记，便打开了该项研究的“大门”。应用扫描电镜及激光共聚焦活体成像等技术，首次捕捉到单个植物细胞的分裂全过程：从1个细胞分裂为2个，再以“3个一组”的特殊模式逐步形成12个细胞的胚体，直观证实了植物细胞全能性的“单细胞起源”，有力回答了学术界长期存在的疑惑。

3 两个关键基因如何“点亮”全能性？

团队通过研究，找到了触发细胞全能性的“关键钥匙”：叶片气孔前体细胞特有的基因SPCH，与人工诱导高表达的基因LEC2，二者协同作用形成“分子开关”。

论文第一作者副教授唐丽苹介绍，体细胞胚来源于单个的全能干细胞，原本注定要发育成气孔的“前体细胞”，在全能性调控因子LEC2与气孔发育关键因子SPCH的协同作用下，激活生长素合成通路，导致生长素特异性大量积累，致使前体细胞脱离“气孔发育之路”，转而成为能够孕育新生命的全能干细胞。

团队完整记录了细胞命运重塑的完整路径，揭示了关键的命运分岔点：一条路径是气孔前体细胞继续分

化为气孔；另一条是在大量合成内源生长素的推动下，单个体细胞被重编程为全能干细胞，走上胚胎发育之路。

研究人员将这一状态命名为“GMC-auxin”中间态。在这一状态下，细胞发生深度染色质重塑，大量沉默的基因被逐步激活，细胞命运轨迹产生分岔，为全能性的建立打开了“大门”。进一步实验表明，阻断细胞内源生长素合成会使这一重编程过程完全停滞，体细胞胚胎无法形成；单纯添加外源激素无法替代这一过程，只有细胞自主合成并积累的生长素信号，才能触发全能性的开启。

该研究在世界上首次全面解析了单个植物体细胞重编程形成全能干细胞并再生完整植株的分子机理。

4 加速从实验室到田间的智慧育种

这一理论的解析不仅有助于理解植物细胞发育的根本规律，也为精准调控植物再生和定向改良作物性状提供了全新的思路与技术工具。

目前，该体系在小麦、玉米和大豆等作物的实验正同步推进。“未来或可通过精准调控细胞全能性，实现作物优良品种的‘快速克隆’，大幅度缩短育种周期，服务精准设计育种。”张宪省表示，“这也将为珍稀植物种质资源的高效保护、植物合成生物学注入新动力。”

山东农业大学为该论文第一完

成单位，张宪省、苏英华和荷兰拉德堡德大学教授须健以及北京华大生命科学研究院副研究员夏科科为共同作者。山东农业大学副教授唐丽苹、博士翟立明、北京华大生命科学研究院博士李纪明、山东农业大学博士生高月为共同第一作者。

该研究得到了国家自然科学基金重点项目、面上项目、山东省自然科学基金重大项目，荷兰拉德堡德大学生物与环境科学研究所的启动基金、国家重点研发计划以及深圳市科技计划的资助。

据山东农业大学微信公众号

“双节”同庆 盛大酬宾 金秋海参厂家展销会来泰安啦！

中秋遇国庆，鲜味暖泰安！金秋海参厂家展销会重磅登陆，省去中间商，直供价让利全城！9月19日至21日（本周五到周日）与您相约泰安凯里亚德大酒店（原华泰大酒店）一楼大厅。展会精选深海好参，肉质肥厚、营养丰富，从捕捞到展台全程锁鲜，不管是自留滋补，还是“双节”送礼都合适。多个海参厂家现场展销，厂价销售，让您在家附近即可买到超高性价比的海参。

- 大连高压即食海参 700元/2.5公斤 800元/3公斤加赠即食海蜇一袋
- 大连鲜食海参 1000元/2.5公斤赠一斤 加赠即食海蜇一袋
- 大连3A淡干刺参 1280元/0.5公斤 2400元/1公斤
- 大连纯淡干刺参 1580元/0.5公斤 大连国标刺参 1850元/0.5公斤
- 大连野生纯淡干 2280元/0.5公斤 好当家刺参 1480元/0.5公斤
- 胶东淡干 1180元/0.5公斤 2000元/1公斤

持报纸活动现场享受99元购鲜食海参一斤！老客户选购价格优惠，更多品类欢迎现场选购……

地址：泰安凯里亚德大酒店（原华泰大酒店）一楼大厅 活动时间：9月19日至21日 咨询电话：13706313367（微信同号）
乘车路线：乘8路、15路、17路、57路、66路到华泰大酒店站下车或乘坐5路、23路、36路、65路到迎胜路北段下车

广
告