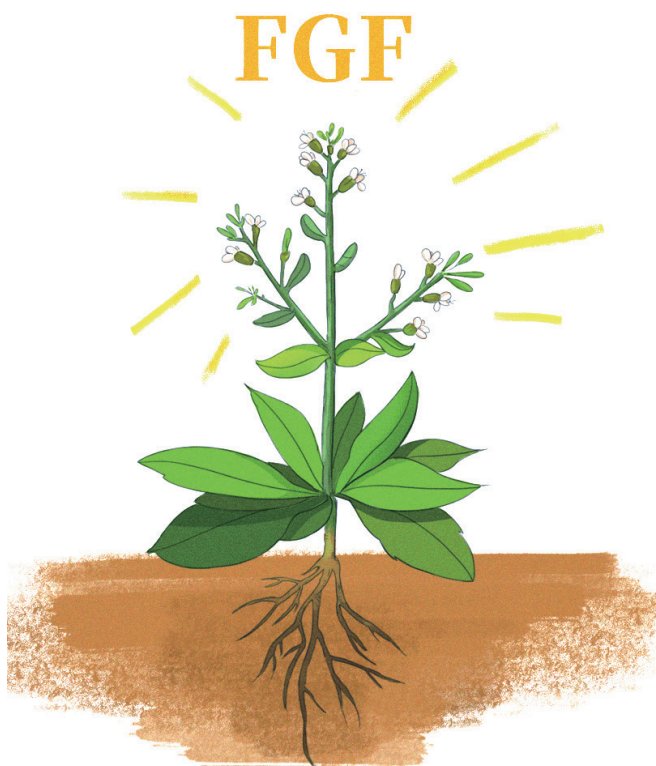


绘图 / 赵春秀



植物反应器 ——生产FGF的 “植物工厂”

撰文·供图

李校堃 马吉胜

植物能进行光合作用，仅需要来自土壤的矿物质和水分便可在适宜的条件下获得大量人们所需的产物，而产物贮藏在种子、果实和块茎等器官中，十分便于贮运。

植物生物反应器利用基因重组技术，以植物组织或细胞作为生物反应器来生产医药蛋白，进而提供廉价、绿色、安全、充足的药品。植物生物反应器是融合农业、生物技术和医药

的一项高新科技技术，是一个崭新的交叉学科，将彻底改变传统的基于发酵的医药工业生产模式。植物生物反应器把基因药物生产逐步转移向农场，利用整体植物来生产药物，是一种全新的生产模式。

利用植物作为反应器表达外源药用蛋白和疫苗，可解决许多药用蛋白和疫苗的来源问题，并降低生产成本，从而形成生物制药企业的核心竞争力，产生可观的经济效益。据测算，利用转基因植物生产药用重组蛋白的成本仅为利用大肠杆菌发酵生产成本的1/10~1/50，因此利用植物生物制药生产具有临床应用价值的药用蛋白，也是生物制药产业重点开发的热点领域，具有极大的商业价值和市场前景。

植物生物反应器不含致病微生物或潜在的致病微生物，对人畜安全，大大提高了表达产物的生物安全性。1997年以后，各种各样的植物表达系统被用于不同重组蛋白质的表达和生产。经过20多年的发展，植物生物反应器技术突飞猛进，国际上用于生物反应器的植物种类已达20多种，至少有120多种药物蛋白或多肽在植物中成功表达，15种植物源疫苗进入临床实验，6种植物源抗体进入临床和市场，8种药用蛋白进入临床实验。

李校堃教授团队利用植物油体生物反应器表达FGF，其表达水平达到每克红花种子表达FGF蛋白360微克。可通过简单的离心法从其余的种子蛋白质中分离出来，减少了下游处理的过程和成本，油体纯化成本5~20元/克，与原核反应器相比来说大大降低了生产成本。此外，该团队还利用人参发状根、烟草、番茄、红花等植物反应器，对FGF7、FGF10、FGF18、FGF21等多

个成纤维细胞生长因子进行了表达。

随着生物技术领域DNA重组技术和转基因技术的飞速发展,植物生物反应器技术作为生物技术的重要组成部分以其廉价、大量、安全等优势展示了其广阔的应用前景,已经引起了全世界的广泛关注。

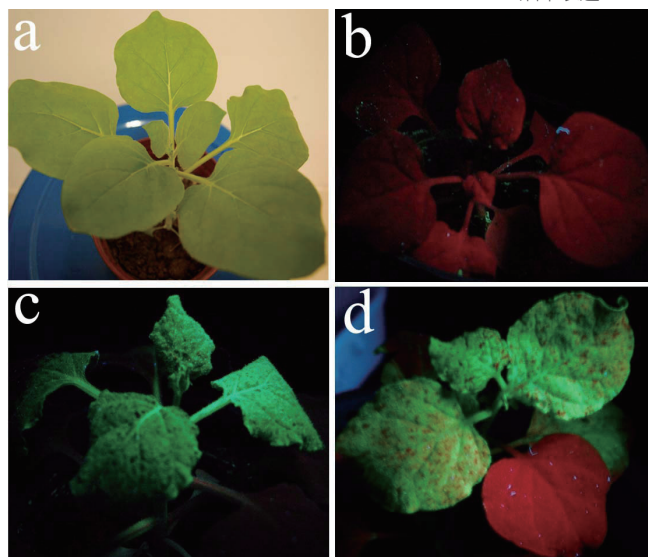
作者简介

李校堃,博士,温州医科大学教授,长江学者,主要从事成纤维细胞生长因子(FGF)的结构、功能、作用机制以及产业转化和临床应用研究。

马吉胜,博士,温州医科大学副研究员,主要从事成纤维细胞生长因子(FGF)的分析方法和临床药学研究。

(责编 桑新华)

烟草表达FGF7



- a. 可见光下未转染FGF7基因的植株
b. 紫外光下未转染FGF7基因的植株
c. 紫外光下转染了FGF7和GFP基因的植株
d. 紫外光下转染了GFP基因的植株

已实现植物反应器表达的FGF

受体植物	表达系统	表达蛋白	年份
人参发状根	分泌表达	成纤维细胞生长因子10 (FGF10)	2010
烟草	整株表达	酸性成纤维细胞生长因子 (aFGF)	2010
番茄	果实特异表达	碱性成纤维细胞生长因子 (bFGF)	2011
油菜	油体反应器	成纤维细胞生长因子7 (FGF7)	2011
红花	油体反应器	成纤维细胞生长因子7 (FGF7)	2011
拟南芥	油体反应器	成纤维细胞生长因子21 (FGF21)	2011
烟草	瞬时表达	成纤维细胞生长因子21 (FGF21)	2011
烟草	瞬时表达	表皮生长因子 (EGF)	2011
拟南芥	油体反应器	酸性成纤维细胞生长因子 (aFGF)	2013
亚麻芥	油体反应器	碱性成纤维细胞生长因子 (bFGF)	2014
红花	油体反应器	成纤维细胞生长因子10 (FGF10)	2015
拟南芥	油体反应器	成纤维细胞生长因子18 (FGF18)	2016
红花	油体反应器	成纤维细胞生长因子9 (FGF9)	2016