

知识手册（17）

基因工程和 GM 作物

在过去 30 年期间，自从脱氧核糖核酸（DNA）双螺旋结构发现以来，基因工程领域取得了迅猛发展。基因工程这一术语已经被用来描述利用“DNA 重组技术”对生物体进行遗传修饰的过程。这其中包括利用实验室工具插入，修改或切除一段包含一个或几个目标基因的 DNA 片段。

开发具有优良农艺性状的品种是育种家的最终目标。然而，传统的植物育种很难保证将特定的基因通过杂交的方式使其组合到一起。累赘基因往往总是伴随着好的基因遗传给下一代，或者是在获得一个好的基因的同时，往往会失去另一个好的基因，因为来自于双亲的基因在其后代中被混合到一起并重新随机组合。这一难题限制了植物育种家培育新品种的速度。

相反，基因工程可以直接将一个或几个感兴趣的基因转移到近缘或远缘的生物体中并得到预期的表型（图 1）。不过并非所有的基因工程技术都是将外源基因插入生物体 DNA 中，也可以通过移除或关闭它们的特定基因而进行改良。

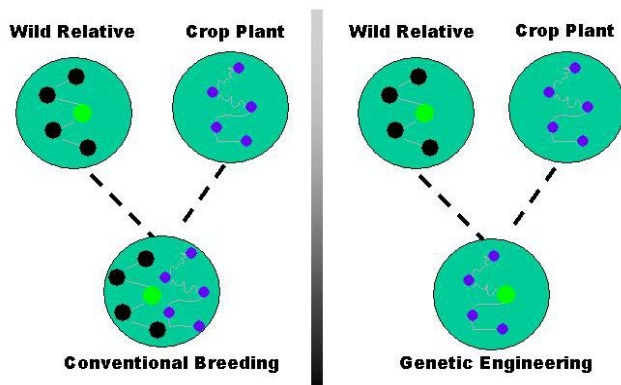


图 1. 传统育种与遗传工程育种的比较

来源：ISAAA Mentor's Kit, 2003

表 1. 传统育种与基因工程育种之比较

传统育种	基因工程育种
<ul style="list-style-type: none"> • 自交和近缘杂交具有不亲和性 • 很难保证将特定的基因通过杂交的方式使其组合到一起 • 累赘基因往往伴随着好的基因遗传到下一代 • 得到预期结果需要花费较长时间 	<ul style="list-style-type: none"> • 可以直接将一个或几个感兴趣的基因转移到近缘或远缘的生物体中 • 较之传统育种而言，缩短了作物改良所需要的时间 • 可以通过移除或关闭特定基因而进行改良

来源：ISAAA Mentor’s Kit, 2003

基因是编码特定性状或特征的 DNA 片段。例如，一个特殊基因的序列负责控制花的颜色，或控制植物的抗病能力，或控制植物在极端逆境下的抵抗力。

自然界自身的基因工程

“共享” DNA 的生存形式在自然界是很普遍的现象。经过成千上万年的进化，基因已经可以从一个有机体转移到另外一个有机体。例如，根癌土壤杆菌以具备天生的基因工程功能而闻名，对一些主要植物诸如苹果、梨、桃、樱桃、杏、树莓和玫瑰而言，它能够导致植物癌肿病。该病由于其在植物的根冠处形成巨大的瘤状物而得名，事实上，细菌转移了它自身 DNA 的一部分到植物中去，并且这部分 DNA 整合到了植物体的基因组上，从而形成瘤状物并使植物的新陈代谢产生变化。



基因工程在作物生产中的应用

基因工程技术仅在其他技术无计可施时被使用，也就是在想要的性状在作物种质资源里不存在的时候被使用，或这一性状是通过传统育种途径非常难获得的，并且通过传统育种途径去获得或改良该性状将花费非常长的时间（见图 2）。转基因作物或遗传改良（GM）作物是最普遍的遗传工程改良作物。

现代植物育种是一个多学科交叉的过程，其包含大量的手段和传统育种技术，在此过程中，生物信息学，分子遗传学，分子生物学和基因工程等学科被加以综合利用。

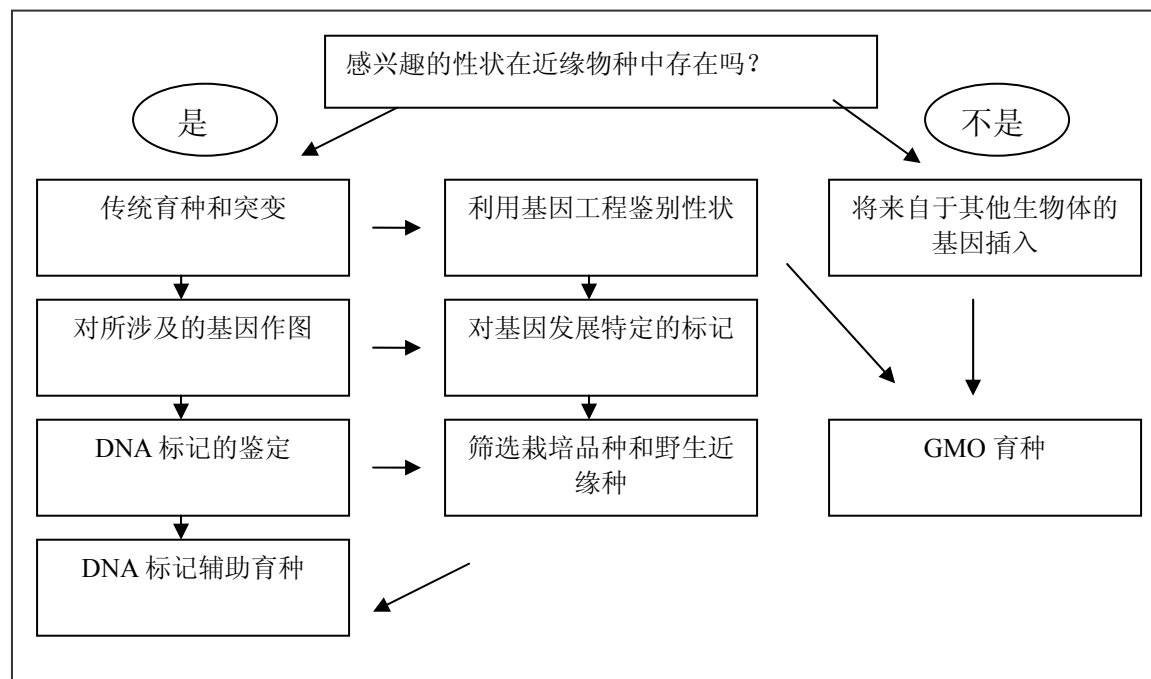


图 2. 现代植物育种
来源：DANIDA, 2002

转基因作物的发展



尽管基因工程涉及各种各样错综复杂的技术，但其基本原理是相当简单的。开发基因工程作物有 5 个主要的步骤，但是在每一步，每一个操作所涉及的生物化学和生理机制，基因表达的调控以及基因和基因产品被使用后的安全性问题都必须被了解。基因工程作物在商业化种植之前，必须经过安全性风险评估。

第一步是提取含有目标基因的生物体 DNA。第二步是基因克隆，即将目标基因从提取的总的 DNA 中隔离下来，接着就是克隆基因在寄主细胞里的大量繁殖。一旦目标基因被克隆，它将被设计并包装以使其能够在宿主中被控制和适当表达。然后被修饰过的基因将在宿主细胞里大量复制产生成千上万的拷贝。当基因被包裹完成后，它将通过转化过程而导入植物细胞。最常用的将基因导入植物细胞的方法是生物弹射击转化法（使用基因

枪) 或农杆菌介导转化法。一旦导入的基因能够在下一代中能够稳定的遗传和表达, 那么就可以被称作转基因植物。

开发转基因植物的时间长短取决于作物种类, 可用资源以及正式批准所需的时间等。一般而言, 一个新的转基因品种被用于商业化种植之前要花费 6-15 年的时间。

通过基因工程改造的可商业化利用的作物

从 1996 年到 2004 年, 转基因作物的全球种植面积保持持续的增加。2004 年种植了接近 81mha 的转基因作物并有着很高的市场价值, 例如主要的有抗除草剂大豆、玉米、油菜、棉花; 抗虫玉米、棉花和马铃薯; 以及抗病毒的南瓜和木瓜。

作物基因工程的动向

迄今, 商业化的 GM 作物已经为种植业提供了巨大的利益, 并且一定数量的产品使食品质量、环境利益、制药和非食品作物直接获益。这些产品包括: 高铁和高 b-胡萝卜素 (在体内可以转换成维生素 A 的重要微量营养素) 含量的大米; 快速成熟可以被及早收获的长寿香蕉; 用作改良饲料的玉米; 高黄酮醇 (强抗氧化剂) 含量的番茄; 抗旱玉米; 被提高磷利用率的玉米; 抗砷植物; 包含疫苗的可食水果和蔬菜以及造纸用的低木质素树木。



参考文献

- Agricultural Biotechnology Europe 2003. Future developments in crop biotechnology. Issue Paper 6.
- DANIDA. 2002. Assessment of potentials and constraints for development and use of plant biotechnology in relation to plant breeding and crop production in developing countries. Working paper. Ministry of Foreign Affairs, Denmark
- Desmond, S. and Nicholl, T. 1994. An introduction to genetic engineering. Cambridge University Press.
- Giddings, G., Allison, G., Brooks, D. and Carter, A. 2000. Transgenic plant as factories for biopharmaceuticals. *Nature Biotechnology* 18, 1151-1155.
- Goto, F., Yoshihara, R., Shigemoto, N., Toki, S., and Takaiwa, F. 1999. Iron fortification of rice seed by the soybean ferritin gene. *Nature Biotechnology* 17, 282-286.
- Lopez-Bucio, J., Martinez de la Vega, O., Guevara-Garcia, A., and Herera-Estrella, L. 2000. Enhanced phosphorous uptake in transgenic tobacco plants that overproduce citrate. *Nature Biotechnology* 18, 450-453.
- James, C. 2004. Preview: Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2004. ISAAA Briefs No. 32. ISAAA: Ithaca, NY.
- Robinson, C. 2001. Genetic modification technology and food: Consumer health and safety. ILSI Europe Concise Monograph Series.
- [Overview of Crops Genetic Engineering. http://croptechnology.unl.edu/download.cgi](http://croptechnology.unl.edu/download.cgi).
- Ye, X., Al-Babili, S., Klott, A., Zhang, J., Lucca, P. and Potrykus, I. 2000. Engineering the Provitamin A (b-carotene) biosynthetic pathway into (carotenoid-free) rice endosperm. *Science* 287, 303-305.

Pocket Ks 是知识手册系列，它收集了作物生物技术产品及其相关资料，以便随时查阅。本知识手册由全球作物生物技术知识中心编写（<http://www.isaaa.org/kc>）。

如需了解更多信息，请联系农业生物技术应用国际服务组织（ISAAA）SEAsiaCenter c/o IRRI, DAPO Box 7777, 马尼拉，菲律宾。

电话：+63 2 845 0563

传真：+63 2 845 0606

电子邮箱：knowledge.center@isaaa.org

2005 年第一次印刷