

21世纪高等院校教材

农林系列

植物 生物技术

张献龙 唐克轩 主编



科学出版社

www.sciencep.com

21 世纪高等院校教材——农林系列

植物生物技术

张献龙 唐克轩 主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书系统地论述了植物生物技术的理论和方法,既介绍了基本知识,也反映了该领域的最新研究进展。全书共17章,分三大部分。第一部分为植物组织和细胞培养的基本技术和方法,共7章,对离体操作的原理、植物组织和细胞培养、原生质体培养及融合、植物脱毒与快繁等方法和技术进行了系统描述;第二部分介绍了植物基因工程的原理和技术,共6章,包括基因克隆的方法、转化载体的构建、遗传转化技术、转基因检测、转基因植物的遗传及安全评价等;第三部分内容为植物分子标记及辅助选择应用,共4章,主要论述分子标记连锁图构建、植物基因组研究概况、分子标记辅助选择育种及其应用实例等。

本书是植物科学技术专业的教材,主要用于农林院校相关专业本科生、研究生教学。本书也是从事植物生物技术研究人员的一本有益参考书。

图书在版编目(CIP)数据

植物生物技术/张献龙,唐克轩主编. —北京:科学出版社,2004.6

21世纪高等院校教材——农林系列

ISBN 7-03-012677-7

I. 植… II. ①张…②唐… III. 植物-生物技术-高等学校-教材
IV. Q94.33

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第000026号

责任编辑:谢灵玲 吴铁双 李 锋/责任校对:陈丽珠

责任印制:安春生/封面设计:黄华斌

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004年6月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2004年6月第一次印刷 印张: 33 1/4

印数: 1—3 000 字数: 654 000

定价: 40.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈路通〉)

编 委 会

- | | | |
|-----|------------|--------|
| 主 编 | 张献龙 | 华中农业大学 |
| | 唐克轩 | 复旦大学 |
| 副主编 | 林兴华 | 华中农业大学 |
| | 余四斌 | 华中农业大学 |
| 参编者 | (按照姓氏笔画排序) | |
| | 包满珠 | 华中农业大学 |
| | 左开井 | 上海交通大学 |
| | 刘继红 | 华中农业大学 |
| | 孙玉强 | 华中农业大学 |
| | 汤继华 | 中国农业大学 |
| | 何光存 | 武汉大学 |
| | 余四斌 | 华中农业大学 |
| | 吴家和 | 华中农业大学 |
| | 张献龙 | 华中农业大学 |
| | 李建生 | 中国农业大学 |
| | 林兴华 | 华中农业大学 |
| | 林拥军 | 华中农业大学 |
| | 祝水金 | 浙江大学 |
| | 唐克轩 | 复旦大学 |
| | 谭光轩 | 武汉大学 |
| | 审稿人 | 郑用琍 |

前 言

绿色革命在 20 世纪的作物生产中发挥了重要作用，绿色革命的成功依赖于重要矮秆种质资源的发现和利用。随着现代分子生物学的发展，生物界动物、植物、微生物之间的基因交流成为可能，人类未来植物育种的材料来源再不会仅局限于挖掘现有资源，而更重要的是开拓本作物甚至植物以外的基因资源。可以预期，21 世纪将是基因革命的世纪，育种工作者要在传统育种方法的基础上注重基因的组装。20 世纪 90 年代以来，一些功能基因被分离并在生产上得到广泛应用。转基因作物的种植面积从 1996 年的 170 万公顷发展到 2002 年的 5870 万公顷，6 年间增加了近 34 倍。这一发展趋势预示着转基因作物有着广阔的应用前景。

基因已经成为一种重要的战略资源，具有重要的经济、社会、政治意义。但获得功能基因以后，必须使其在植物中遗传下去，才能为人类服务，所以细胞培养为基础的植物离体操作技术与植物转基因技术有着密切的联系。

除了转基因改良植物以外，随着分子生物学的发展，各种植物的分子标记被相应开发出来，多种植物或主要农作物的分子标记连锁图正逐渐完善，很多重要农艺性状的分子标记被标定。特别是一些性状的精细定位，一方面为分子标记辅助选择改良植物奠定了基础，另一方面为基因的克隆提供了指导。可以说，目前的学科发展已使植物基因克隆、分子育种和植物细胞培养紧密地联系起来，逐步形成了一个新的领域：植物生物技术。

随着科技发展和社会市场对人才需求的改变，传统农学的种植业领域无论在研究和生产上都在进行着不断调整，以吸收新理论、新方法，发展该学科，因此，传统的农学专业正在实现向植物科学技术专业的转变，将传统专业与新兴学科实行优势互补，适应社会发展的需要。

植物生物技术是农林院校的一门重要的专业基础课，是作物育种学等相关学科的基础，本书在编写过程中注意细胞培养、基因克隆和分子育种等方面的知识综合，将全书分为三大部分：植物组织培养、植物基因工程和分子标记辅助选择育种，各章内容相互衔接，使学生在学习的过程中有循序渐进的感觉。

本教材是由 6 个院校分工编写的。浙江大学祝水金教授编写第一、二章；武汉大学何光存教授、谭光轩博士编写第三章；华中农业大学刘继红博士编写第五章，张献龙教授编写第四、六、十、十三章，吴家和博士参加了第十、十三章的编写工作，孙玉强博士参加了第六章的编写工作，包满珠教授组织了第七章的编写，林拥军博士负责第十一、十二章的编写，林兴华教授编写了第十五章，余四

斌教授编写第十四、十六、十七章，中国农业大学李建生教授、汤继华博士参与了第十六章的编写工作；复旦大学唐克轩教授和上海交通大学左开井博士共同承担了第八、九章的编写。本教材完稿后，由郑用琏教授审稿，并提出了很多建议，在此表示感谢。由于编者业务水平的限制，教材内容一定存在一些缺点和错误，希望各单位在教学实践过程中，对本教材提出意见和建议，以便再版时修正。

编者

2003年12月

目 录

绪 论	(1)
第一部分 植物组织培养	(7)
第一章 植物离体遗传操作技术	(9)
第一节 植物组织培养实验室建设	(9)
第二节 培养基配制	(19)
第三节 植物组织培养离体操作技术	(28)
参考文献	(34)
第二章 胚器官培养	(35)
第一节 胚培养	(35)
第二节 胚珠培养	(47)
第三节 胚乳培养	(48)
第四节 离体授粉	(55)
参考文献	(60)
第三章 植物愈伤组织的诱导、继代及分化	(61)
第一节 愈伤组织的诱导与继代培养	(61)
第二节 愈伤组织分化与植株再生	(69)
参考文献	(87)
第四章 体细胞无性系变异与植物改良	(88)
第一节 体细胞无性系变异的概念及特点	(88)
第二节 体细胞无性系变异的遗传基础	(90)
第三节 体细胞无性系变异的广泛性和多样性	(97)
第四节 体细胞无性系变异的分子检测	(102)
第五节 体细胞无性系变异的育种应用	(103)
参考文献	(108)
第五章 原生质体培养和体细胞杂交	(109)
第一节 原生质体研究的发展和应用	(109)
第二节 原生质体分离、纯化	(111)
第三节 原生质体培养及植株再生	(115)
第四节 原生质体融合	(124)
第五节 体细胞杂种核质遗传	(139)
第六节 原生质体融合与植物遗传改良	(144)
参考文献	(150)
第六章 单倍体细胞培养	(151)

第一节	单倍体的起源和遗传行为	(153)
第二节	获得单倍体的意义及应用价值	(153)
第三节	花药培养及其影响因素	(155)
第四节	花粉 (小孢子) 培养	(171)
第五节	从雌配子体诱导单倍体植株	(174)
第六节	单倍体细胞培养与植物育种	(174)
参考文献		(177)
第七章	植物脱毒和快速繁殖技术	(178)
第一节	植物脱毒的原理	(179)
第二节	植物脱毒操作技术	(184)
第三节	植物离体快速繁殖	(190)
参考文献		(197)
第二部分	植物基因工程	(199)
第八章	植物基因的克隆原理与技术	(201)
第一节	基因克隆所需要的酶类	(201)
第二节	基因克隆需要的载体	(216)
第三节	植物基因组文库的构建	(230)
第四节	基因克隆的方法	(232)
参考文献		(248)
第九章	植物转化载体的构建	(249)
第一节	植物基因工程载体的种类和特征	(249)
第二节	根癌农杆菌 Ti 质粒	(250)
第三节	T-DNA 的结构特点和功能	(262)
第四节	T-DNA 转移的机制	(266)
第五节	植物基因转化载体系统	(269)
第六节	发根农杆菌的 Ri 质粒	(279)
第七节	无选择标记基因植物转化系统	(281)
参考文献		(285)
第十章	植物遗传转化技术和方法	(287)
第一节	植物遗传转化的发展现状	(287)
第二节	遗传转化方法和技术	(289)
参考文献		(315)
第十一章	外源基因整合及表达的检测	(316)
第一节	外源基因整合的分子生物学检测	(316)
第二节	外源基因表达的检测	(341)
参考文献		(357)
第十二章	转基因植物的遗传	(359)
第一节	转基因的整合位点和拷贝数对其功能表达及遗传的影响	(359)
第二节	转基因的遗传稳定性	(366)

第三节	转基因在转化植株中的遗传传递规律	(370)
第四节	转化方法对整合的外源基因结构及遗传特性的影响	(372)
	参考文献	(377)
第十三章	转基因植物安全性评价	(378)
第一节	转基因植物应用概况	(378)
第二节	转基因生物的安全性	(381)
第三节	农业转基因生物的安全管理	(393)
	参考文献	(400)
第三部分	植物分子标记及辅助选择育种	(401)
第十四章	植物遗传标记与分子标记图谱构建	(403)
第一节	遗传标记	(403)
第二节	分子标记技术	(409)
第三节	高通量分子标记和自动化分析技术	(421)
第四节	标记间联系及标记间相互转化	(422)
第五节	高密度遗传图谱构建	(423)
第六节	质量性状基因的定位	(429)
第七节	数量性状基因的定位	(435)
	参考文献	(440)
第十五章	植物基因组研究	(442)
第一节	结构基因组学研究	(442)
第二节	比较基因组研究	(463)
第三节	功能基因组研究	(470)
第四节	生物信息学	(475)
	参考文献	(478)
第十六章	分子标记辅助育种	(480)
第一节	作物育种基础与环节	(480)
第二节	分子标记辅助选择	(484)
第三节	MAS与表型选择的比较	(495)
第四节	分子标记辅助选择的策略	(499)
	参考文献	(503)
第十七章	应用 MAS 育种的研究实例	(505)
第一节	分子标记与资源评价	(505)
第二节	分子标记与亲本选配	(507)
第三节	MAS增强作物抗病性	(509)
第四节	MAS提高玉米杂种产量	(515)
	参考文献	(518)

绪 论

生物技术是 20 世纪人类科技史上最令人瞩目的高新技术之一，它对于提高国力，解决人类面临的食物短缺、疾病防治、人口膨胀、环境污染、能源匮乏等一系列重大问题带来了希望，因而引起了世界各国的普遍重视。生物技术有传统生物技术和现代生物技术之分。传统生物技术指旧有的制造酱、醋、酒、面包、奶酪、酸奶及其他食品的传统工艺；现代生物技术则是指 20 世纪 70 年代末发展起来的，以现代生物学研究成果为基础，以基因工程为核心的一系列技术。本书讲述的生物技术主要指以植物为基础的现代生物技术。

一、生物技术的产生和发展

1. 生物技术的产生

(1) 生物技术的定义：生物技术 (biotechnology)，也称生物工程 (bioengineering)，是指以现代生命科学为基础，结合先进的工程技术手段和其他基础科学的科学原理，按照预先的设计改造生物体或加工生物原料，为人类生产出所需要的产品或达到某种目的的一系列技术。

先进的工程技术手段是指基因工程、细胞工程、酶工程、发酵工程和蛋白质工程等新技术。改造生物体是指获得优良品质的动物、植物或微生物品系。生物原料则是指生物体的某一部分或生物生长过程所能利用的物质，如淀粉、糖蜜、纤维素等有机物，也包括一些无机化学品，甚至某些矿石。为人类生产出所需的产品包括粮食、医药、食品、化工原料、能源、金属等各种产品。达到某种目的则包括疾病的预防、诊断和治疗、环境污染的检测和治理等。

(2) 生物技术的产生：与 20 世纪尤其是二次大战后大部分应用技术的产生一样，生物技术的发生也是建立在一系列基础科学所取得的重大进展基础上，其中主要是生物化学、生物大分子晶体结构学、量子力学、信息科学等的进展。现代生物技术的基础是经典遗传学。孟德尔发现了分离定律和自由组合定律，提出了遗传因子概念；摩尔根发现了基因的连锁和交换现象。这两位先驱所采用的统计与实验方法为生物遗传学从描述性科学向精确性科学转变奠定了基础。

现代生物技术以 20 世纪 70 年代 DNA 重组技术的建立为标志。1944 年 Avery 等阐明了 DNA 是遗传信息的携带者。1953 年 Watson 和 Crick 提出了 DNA 双螺旋结构模型，阐明了 DNA 的半保留复制模式，从而开辟了分子生物学研究的新纪元。由于一切生命活动都是包括酶和非酶蛋白质行使其功能的结果，所以遗传信息与蛋白质的关系就成了研究生命活动的关键问题。1953~1955 年，

Watson 和 Crick 提出基因自我复制和指导蛋白质合成的中心法则。1961 年 Nirenberg 等破译了遗传密码。1969 年, 64 种遗传密码全部被破译。揭开了 DNA 编码的遗传信息是如何传递给蛋白质这一奥秘, 自此生物大分子基础上的遗传机制初步被揭示。基于上述基础理论的发展, Berg 于 1972 年首先实现了 DNA 体外重组技术, 标志着生物技术的核心技术——基因工程技术的开始。它向人们提供了一种全新的技术手段, 使人们可以按照意愿在试管内切割 DNA、分离基因并经过重组后导入其他生物或细胞, 借以改造作物或畜牧品种; 也可以导入细菌这种简单的生物体, 由细菌生产大量的有用的蛋白质, 或作为药物, 或作为疫苗, 也可以直接导入人体内进行基因治疗。显然, 这是一项技术上的革命, 以基因工程为核心, 带动了现代发酵工程、现代酶工程、现代细胞工程以及蛋白质工程的发展, 形成了具有划时代意义和战略价值的现代生物技术。

2. 生物技术的发展

(1) 发展进程与规模: 1983 年, 首批转基因植物(烟草、马铃薯)问世。1986 年, 首批转基因植物(抗虫和抗除草剂)进入田间实验。1993 年, 首例转基因植物产品(耐储存番茄)进入市场。1996 年后迅速产业化发展, 1999 年全球转基因植物种植面积达 3990 万 hm^2 , 2000 年种植面积继续扩大, 达 4420 万 hm^2 , 较 1996 年增加了 26 倍。目前, 各国转基因农作物种植面积已占全球耕地面积的 16%; 在美国, 转基因玉米面积超过玉米种植总面积的 1/3, 转基因大豆和棉花分别超过 1/2。

植物转基因技术虽然发展不久, 但已创造了巨大的经济效益。1995 年, 转基因植物的市场销售额为 7500 万美元, 1996 年就猛增至 2.35 亿美元, 以后一路攀升, 到 2000 年已超过 30 亿美元。推测 2005 年可达 80 亿美元, 2010 年将达到 250 亿美元。

我国转基因植物的研究始于 20 世纪 80 年代初。1986 年国家“863”计划实施后发展速度大大加快: 1993 年, 我国第一例转基因作物抗病毒烟草进入大田试验。1996 年, 据中国农业生物技术学会调查统计, 当时正在研究的转基因植物共 47 种, 涉及各类基因达 103 种。1997 年, 第一例转基因耐储存番茄获准进行商业化生产, 至 1999 年 5 月共有 6 种转基因作物产品投放市场。2000 年, 我国转基因抗虫棉花种植面积超过 550 万亩。又据科技部 2000 年不完全统计, 我国研究的转基因生物超过 95 种, 涉及的基因种类超过了 200 种。到 2002 年上半年为止, 农业部生物安全委员会批准进入田间环境释放的转基因植物有水稻、玉米、大豆、马铃薯等 22 种, 批准商品化生产的转基因植物有耐储存番茄、2 种抗虫棉、抗病毒番茄、抗病毒甜椒和改变花色的矮牵牛等 6 种。迄今转基因粮食作物仍在进行安全性评估, 尚未获准商品化。

经过将近 10 年的努力, 我国转基因抗虫棉的研究在激烈的国际竞争中不断发展并开始实现产业化。我国现已成为世界上拥有自主知识产权、独立开发成功

抗虫棉的第二个国家。目前已审定抗虫、高产、优质、单基因品种有 GK1、GK12、CK19、GK22、中棉所 38 等 11 个，田间释放的抗虫棉优良品系 45 个，与此同时，能有效延缓害虫抗性产生、杀虫效果更为稳定的双价基因抗虫棉品种 (SGK321) 也在国际上首次培育成功并大面积推广应用。转基因抗虫棉，在 2002 年种植面积已超过 60 万 hm^2 ，5 年来累计推广面积已达 99.3 万 hm^2 。

除转基因抗虫棉以外，我国科学家在抗虫（螟虫）和抗病（白叶枯病）水稻、抗虫（玉米螟）玉米、抗虫（叶甲）和抗病（青枯病）马铃薯、抗病（黄萎病）棉花、抗虫（舞毒蛾）杨树以及转基因马铃薯和番茄生物反应器的研究开发方面也取得了引人瞩目的进展，现已进入田间试验。一旦通过生物安全评价程序，将在农业生产中发挥巨大作用。

(2) 生物技术发展趋势：第一代生物技术产品开发接近完成，第一代产品都是经过基因工程修饰获得所谓“投入特征” (input traits) 的作物。转基因作物涉及的性状主要是抗病、抗虫、抗除草剂，由于种植转基因作物后节约了大量农药与劳动力，得益的主要是农民。目前正在开发的“第二代”转基因作物，重点在于改良品质、增加营养，而且具有医疗保健功能。它是由转基因而获得具有“产出特征” (output traits) 的作物，受益人是广大消费者（如转基因番茄生产乙肝疫苗等）。针对旱、涝、盐碱、低温等不良自然因子的各类抗逆作物的培育也是第二代转基因植物研究开发的重点，这项技术一旦获得成功将使发展中国家的农业生产取得更大的收益。

二、植物生物技术与农业革命

在世界农业发展史上，曾经出现过两次大的农业革命，被称为“绿色革命”。一次是 20 世纪 50~60 年代：以高秆改变为矮秆为标志的优质、高产“墨西哥小麦”的矮秆化和矮秆水稻良种的全面推广，使全世界粮食产量跃上了一个新的台阶。另一次就是 20 世纪 70 年代初，我国杂交水稻的培育成功，并大面积应用于生产，使水稻单产增长 20%~30%，创造了农业奇迹，因此，被称为农业发展史上的“第二次绿色革命”。现代生物技术在农业生产诸多领域得到了广泛的应用，并初步取得了显著的成效，有力地推动着农业生产实现新技术革命。因此，科学家们预言：生物技术将带来一场新的农业产业革命。

植物生物技术 (plant biotechnology) 是指对植物品质和性状进行改造的生物技术，包括植物组织培养技术、人工种子、细胞工程、基因工程等多种生物技术，主要是指植物基因工程和与之相关的植物组织细胞培养技术、分子标记育种技术等。人们利用植物生物技术的新方法能有效地分离出决定重要植物表型的一系列基因，利用转基因手段把已知表型的基因有目的的转入其他植物，并在新植物中表达出来。这样可以改变或再造农作物的品质、提高作物的产量和抗逆性，培育出高产、优质、高效和抗逆性强的作物产品，以生产足够粮食保障人类的生

存和发展。

1. 植物生物技术在农业中的应用

(1) 植物组织细胞培养 (plant tissue and cell culture): 运用植物组织细胞培养技术实现植物育种是获得新品种的一条快捷途径, 既可以通过花粉培养、未授粉子房以及胚珠培养等诱导形成单倍体植物, 也可以通过植物愈伤组织培养中普遍存在的染色体变异实现植物突变育种。另外, 通过植物组织培养技术进行的植物细胞融合 (尤其是原生质体融合)、胚胎培养以及植物体外受精技术可获得远缘杂交种。

通过植物组织培养中的茎尖培养能够产生无病毒原种, 因而可用于植物脱毒, 解决生产实践中植物病毒危害问题。植物组织培养技术还可应用于快速繁殖某些花卉和园艺植物、经济作物以及药用植物等。对珍贵的植物物种, 可以通过超低温保存 (建立超低温种质库) 予以收集和保存。

(2) 转基因作物 (genetically modified crops, GMC): 自从 1983 年世界上首次成功地获得第一株转基因植物以来, 植物基因工程技术在作物品种改良、抗病虫害、抗除草剂、杂种优势的利用等方面广泛应用, 并得到了迅速的发展。转基因植物在美国、加拿大、阿根廷、澳大利亚等国种植面积最大。美国转基因植物达 40%, 转基因作物主要是大豆、玉米、红薯、马铃薯、水稻等粮食作物; 拟南芥、油菜等十字花科植物; 白菜、番茄、香蕉、木瓜、番木瓜、康乃馨等果蔬、花卉植物; 棉花、亚麻等纤维作物等。

植物生物技术中的转基因技术突破了物种间的界限, 转移有用的基因, 使远缘植物之间可以进行基因的交流, 为创造新的生命类型开拓了无限广阔的前景。通过转基因技术还可以获得生物的定向变异, 即需要某种性状, 就可将有此性状的目的基因转移到受体细胞, 因而可以定向地获得所需要的变异。因此, 转基因技术为作物育种提供了新的手段。

目前, 全世界至少有 300 多种基因 (性状) 用于转化几十种植物、微生物和动物。在农作物方面效果最为明显的是在品质改良、增强抗病性、抗虫性、抗除草剂、提高含油量、杂种优势利用等方面, 都获得了突出的进展, 许多转基因产品已陆续投放市场, 使转基因产品的销售额猛增, 取得了很高的经济效益。

(3) 分子标记 (molecular markers) 技术与育种: 分子标记技术在植物分类学及遗传多样性、种质资源保护、遗传图谱的建立、基因定位与辅助选择育种、指纹图谱应用于作物品种鉴定等研究方面均取得较好的应用效果。这项技术的发展具有巨大的应用潜力和广阔的应用前景。

传统的植物学分类方法主要是形态标记分类法, 可靠性差, 许多物种之间的分类关系及亲缘关系仍需进一步研究。将分子标记应用于确定亲本之间的遗传差异和亲缘关系, 可划分杂种优势群, 提高杂交优势潜力。随着以 RFLP (restriction fragment length polymorphism) 为代表的分子标记的出现, 遗传作图在许多

作物中得到迅速发展，西红柿、黄瓜、土豆、玉米、水稻、小麦、大麦等多种作物的分子图谱已经建立。

分子图谱的建立一方面有助于追踪目标基因；另一方面对数量性状基因座 (quantitative trait loci, QTL) 定位研究也具有很大影响，它可将数量性状拆分，分别估计各个位点的表型效应，进而对其定位。湖南杂交水稻研究中心与美国康奈尔大学合作，1995 年在马来野生稻中发现 2 个 QTL，每个基因座具有比现有杂交稻增产 18% 的效应，近年来双方继续合作研究，通过分子标记辅助育种技术找到其近等基因系，目前已育出一个带这 2 个 QTL 的苗头组合，在试验中产量比高产杂交组合提高 35%。

分子标记在种质资源研究中的重要用途之一，就是绘制品种 (品系) 的指纹图谱。这种图谱多态性丰富，具有高度的个体特异性和环境稳定性，甚至可以监测到一些基因组中的微小变异。因此，指纹图谱技术极其适合于品种鉴定和新品种登记、品种纯度和真实性检验等工作。利用分子标记指纹图谱进行品种鉴定，对中国加入 WTO 后加强知识产权的保护工作具有日益重要的作用。另外，利用各品种指纹图谱的差异程度可判断品种间亲缘关系的远近，测量品种间遗传距离，进行系谱分析，并在指导杂交组合配制、杂种优势预测等方面具有重要作用。相信随着分子标记技术不断发展和完善，它将会推动植物遗传研究进入一个新的阶段。

2. 植物生物技术与展望

由于植物生物技术的巨大威力和它对种植业可能产生的重要影响，世界各国都非常重视植物生物技术的研究开发，目的是解决食物短缺问题，争取世界农产品市场，获取高额利润。

美国把植物生物技术看作是农业技术革新的关键。孟山都、杜邦等许多大公司都把植物生物技术的研究开发作为其战略重点之一。美国国家科学基金还资助建立了一个新的植物技术中心，主要研究改良农作物的新方法。日本于 1986 年成立了一个“生物领域特定产业技术研究推进机构”，目的在于大力促进企业和社会团体在农业领域进行生物技术研究开发。英国帝国化学公司兼并了几家种子公司，把玉米、大豆和小麦作为开发重点，年投入研究经费 2600 万美元。巴西也非常重视植物生物技术，由政府部门成立了一个大望农业研究公司，该公司拥有 800 名高级研究人员，年度预算为 1.5 亿美元。总之，在世界范围内，发展植物生物技术的势头越来越强。

随着植物生物技术研究不断向深度和广度发展，农业将成为其应用最广阔、最活跃、最富有挑战性的领域。它可使农业生产和科学技术发生质的飞跃，出现革命性变化。植物生物技术的发展及其在生产中的广泛应用将为农业科学技术的研究开拓新领域：①创造新品种：主要运用生物技术、核技术、光电技术和农业常规育种技术结合，综合不同的优良性状，跨越天然物种间的屏障，按人类需要

有选择地定向创造新的物种和类型, 丰富生物多样性, 提高生物抗逆性, 并充分利用固氮微生物和藻类, 丰富和充实作物营养综合体系内涵。②快速繁育技术应用: 利用植物细胞的全能性, 通过无性繁殖途径, 发展人工种子制造产业, 实现试管苗的工厂化生产。③改变食品原料性质, 开发新型功能性食品: 利用转基因植物作为反应器来生产具有一定商业价值的碳水化合物、脂类和蛋白质以及具有特殊化学性质的物质, 赋予生物新的形状和功能。如开发富含 β 胡萝卜素的金色大米, 能降低胆固醇、高蛋白含量的食品等。

我国野生植物资源丰富、种类繁多, 蕴藏着从事基因工程和细胞工程研究、发展植物生物技术的宝贵财富。同时, 我国植物组织培养技术处于世界领先水平, 在甘蔗、香蕉和马铃薯等植物的快速繁殖和水稻、玉米、大豆、小麦等重要粮食作物的转基因育种方面均获得成功。而且, 在棉花抗虫品种的培育和推广方面处于世界前列。我们科学工作者, 要充分发挥我国现有的优势, 利用各种生物技术手段, 促进植物生物技术在我国种植业中发挥重要作用, 以提高人民的生活质量和健康水平。

参 考 文 献

- 陈昌斌, 刘金林. 2002. 植物生物技术在农业中的应用. 现代技术, (4): 31~32
- 范德清, 魏宏森. 1998. 现代科学技术史. 北京: 清华大学出版社
- 黄大昉. 2002. 关于植物生物技术的发展与思考. 中国农业科技导报, 4 (1): 42~45
- 黄汉生. 2002. 农业生物技术的现状与发展动向. 现代化工, 22 (2): 52~55
- 李枸, 官春云. 2002. 转基因植物的应用研究及基因产品的安全性. 生命科学研究, 6 (1): 31~35
- 梁正. 2000. The production and enlightenment of modern biological engineering technology. 科技导报, 4: 37~41
- 刘继芬, 刘圆. 2002. 国际农业科技发展的新趋势. 中国农业科技导报, 4 (2): 29~33
- 罗明典. 2001. 现代生物技术及其产业化. 上海: 复旦大学出版社, 268~269
- 穆葛. 1996. 生物工程与农业科学综论. 农业现代化研究, 17 (6): 329~332
- 宋克敏. 2000. 论生物技术与农业现代化的关系. 农业现代化研究, 21 (3): 104~107
- 宋思扬, 楼士林. 1999. 生物技术概论. 北京: 科学出版社, 2~9
- 王建军, 曾亚文, 张建华. 2002. 植物新品种保护和农业生物技术发展探讨. 农业科技管理, (3): 35~37
- 辛业芸. 2001. 分子标记技术在植物学研究中的应用. 湖南农业科学, (4): 9~12
- 薛庆善. 2001. 体外培养的原理与技术. 北京: 科学出版社, 17

第一部分 植物组织培养

