

河南科技大学学术著作出版基金资助出版

园艺植物 生物技术原理与方法

Yuanyi Zhiwu Shengwu Jishu Yuanli Yu Fangfa

杨英军 扈惠灵 等 编著

河南科技大学学术著作出版基金资助出版

园艺植物生物技术 原理与方法

杨英军 扈惠灵 等 编著

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

园艺植物生物技术原理与方法/杨英军等编著. —北京:
中国农业出版社, 2007. 12
ISBN 978-7-109-12387-8

I. 园… II. 杨… III. 园林植物—生物技术 IV. S68

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 178855 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

责任编辑 张 利

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2007 年 12 月第 1 版 2007 年 12 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 20

字数: 460 千字

定价: 50.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

内容提要

本书系统地阐述了现代园艺植物生物技术的基本原理和方法，反映了该领域的最新研究进展。介绍了园艺植物组织和细胞培养、植物基因工程、植物分子标记及辅助选择、蛋白质组学研究和生物信息学等方面内容的基本原理和方法及其在园艺植物中的应用概况。

[园艺植物生物技术原理与方法]

编著人员

杨英军（河南科技大学）

扈惠灵（河南科技学院）

周俊国（河南科技学院）

施 江（河南科技大学）

[园艺植物生物技术原理与方法]

前言

QIANYAN

园艺植物生物技术原理与方法

21 世纪是生命科学的世纪，生物技术是目前生命科学研究中最具活力的领域。为了全面总结近年来生物技术在园艺植物上的最新研究进展与成果，结合我们的实践经验，编写了这本著作。在整理资料时着重考虑了两个方面的内容，一是生物技术的现状与前瞻性的协调统一，二是基础理论与实际操作的协调统一。在章节安排与取舍时，考虑了我国园艺作物生物技术的发展现状与潜力。因此本书具有以下特点，一是结构清晰、内容丰富，突出了综合性、科学性；二是内容新颖，查阅了大量文献资料，总结了近 20 年来园艺植物生物技术新的研究动向和成果，尽量为读者进一步进行科学研究提供参考；三是技术先进实用，强调在园艺植物研究上的应用，促使读者用新的思维方式开展研究；四是可操作性强，强调分子操作中的一些新的关键步骤及需要注意的事项，确保实验工作不走弯路。

本书所涉及的园艺植物生物技术研究及进展，只是广阔的园艺植物生物技术知识海洋中很少的一部分。由于时间和我们的水平所限，仍有许多新成果、新成就没有述及，因此书中一定还有不少需要改进的地方，恳请广大读者在使用过程中提出批评意见，以便及时修订和更新，更好地为园艺科研事业的发展服务。

在此一并向所有参考资料的作者表示深深的谢意！

本书获“河南科技大学学术著作出版基金”资助出版，同时也得到“河南科技大学博士研究基金”和“河南科技学院博士研究基金”的资助。

编 者

2007 年 8 月



目 录

园艺植物生物技术原理与方法

M U L U

前言

第一章 绪论	1
第一节 生物技术的含义	1
一、生物技术的定义	1
二、生物技术的种类及其相互关系	1
第二节 生物技术发展简史	2
一、传统生物技术的产生	2
二、现代生物技术的发展	2
第三节 现代生物技术发展概况	4
第四节 植物生物技术的性质、地位和任务	5
一、植物生物技术的性质、地位	5
二、植物生物技术的任务	5
第二章 园艺植物组织培养	7
第一节 植物组织培养的原理	7
一、细胞全能性及实现途径	7
二、细胞的脱分化与再分化	7
三、器官发生	8
四、体细胞胚胎发生	9
五、长期培养物形态发生潜力的丧失	10
第二节 植物组织培养基本技术	11
一、研究型植物组织培养实验室的组建	11
二、培养基及其配制	12
三、外植体的类型与选择	18
四、无菌操作技术	20
第三节 组织培养技术在园艺植物上的应用	22
一、植物离体繁殖	22
二、脱毒苗的培育与病毒检测	30
三、胚培养	35

四、胚乳培养	38
五、单倍体诱导与单倍体育种	40
六、种质资源离体保存	47
第三章 原生质体培养与体细胞杂交	56
第一节 原生质体培养与体细胞杂交的意义	56
一、原生质体的概念	56
二、原生质体培养与体细胞杂交意义	56
第二节 原生质体的分离与纯化	57
一、原生质体的分离	57
二、原生质体的纯化	60
三、原生质体的活力测定	60
第三节 原生质体培养	61
一、原生质体培养的方法	61
二、影响因素	64
第四节 原生质体融合	66
一、体细胞杂交的意义	67
二、原生质体融合的方法	67
三、原生质体再生和植株再生	69
四、体细胞杂种的鉴定和选择	70
第五节 原生质体培养及其融合在园艺植物上的应用	71
一、原生质体培养及其融合在园艺植物上的研究现状	71
二、原生质体培养及其融合在园艺植物上的应用	74
三、体细胞杂交面临的问题	76
第四章 园艺植物基因工程	78
第一节 基因工程的基本原理	78
一、基因工程技术的诞生	78
二、基因工程的基本操作过程	79
第二节 基因工程的工具酶	81
一、限制性内切酶	81
二、甲基化酶	85
三、DNA 聚合酶	86
四、其他酶	88
第三节 基因克隆载体	91
一、质粒克隆载体	92
二、病毒（噬菌体）克隆载体	97
三、染色体定位整合载体	101

四、人工染色体克隆载体·····	101
五、几种特殊用途的载体·····	105
第四节 基因分离与克隆·····	105
一、目的基因分离·····	105
二、DNA 分子重组的方法·····	113
三、目的基因导入大肠杆菌宿主细胞·····	115
第五节 植物转基因技术·····	116
一、植物基因工程载体·····	116
二、受体细胞·····	116
三、重组 DNA 导入受体微生物细胞的途径·····	117
四、植物转基因的方法及其操作·····	120
第六节 转基因植株的检测·····	125
一、选择标记基因及其检测·····	126
二、报告基因检测法·····	126
三、目标基因整合检测·····	127
四、目标基因表达检测·····	128
五、田间检测·····	128
第七节 RNAi 技术·····	129
一、什么是 RNAi·····	129
二、RNAi 的发现·····	129
三、RNAi 的作用机制·····	130
四、RNAi 的特点·····	131
五、RNAi 的功能·····	132
六、RNAi 实验技术要点·····	133
七、RNAi 技术的应用·····	137
第八节 转基因植物的安全性评价·····	137
一、转基因植物安全性评价的主要内容·····	138
二、转基因食品安全性评价研究·····	141
三、提高转基因作物安全性的措施·····	144
第九节 基因工程技术在园艺植物上的应用·····	150
一、概况·····	150
二、园艺植物基因工程主要应用·····	151
三、存在的问题·····	153
四、展望·····	156
第五章 园艺植物分子标记技术·····	158
第一节 分子标记概述·····	158
一、遗传标记与分子标记的概念·····	158

二、DNA 分子标记主要类型	162
第二节 常用分子标记技术原理及其操作	163
一、RFLP 标记	163
二、RAPD 标记	169
三、AFLP 标记	176
四、SSR 标记	179
五、STS 标记	182
六、SNP 标记	182
七、染色体原位杂交技术	183
八、SCAR 标记	184
九、SSCP 标记	186
十、ISSR 标记	187
十一、SRAP 标记	188
十二、REMAP 和 IRAP 标记	189
十三、TRAP 标记	192
十四、DGGE 技术	192
十五、其他的标记形式	193
第三节 数据的处理	194
一、DNA 数据的收集与数字化	194
二、统计学处理	196
三、连锁作图的数据分析方法	196
第四节 分子标记的获得	201
一、质量性状分子标记的获得	201
二、数量性状的分子标记	203
第五节 分子标记的应用	204
一、分子遗传图谱的构建	204
二、遗传多样性与种质鉴定	207
第六节 分子标记辅助选择	214
一、分子标记辅助选择技术的基本原理及策略	214
二、MAS 的基本方法	219
三、MAS 在育种中的应用	224
四、采用 MAS 时应注意的一些问题	224
第七节 DNA 分子标记的应用前景及尚需解决的问题	224
一、应用前景	224
二、尚需解决的问题	225
第六章 蛋白质组学及其研究	227
第一节 概论	227

一、蛋白质组学研究的研究意义和背景	227
二、蛋白质组学研究的策略和研究内容	228
三、蛋白质组学研究技术	229
第二节 蛋白质组学研究的原理与方法	231
一、蛋白质的分离	231
二、2-DE 以及相关技术	231
三、蛋白质的分析鉴定	234
四、蛋白质相互作用组学分析技术	241
第三节 蛋白质组研究技术	243
一、蛋白质样品制备	243
二、蛋白质双向电泳技术	244
第四节 蛋白质组学在园艺植物科学研究中的应用及存在的问题与发展趋势	247
一、蛋白质组学在园艺植物科学研究中的应用	247
二、存在的问题	249
三、发展趋势	249
第七章 植物生物信息学	251
第一节 生物信息学及其发展简史	251
一、生物信息学概念	251
二、生物信息学发展史	251
三、生物信息学的研究目标和任务	253
四、生物信息学的研究意义	255
第二节 生物信息数据库与查询	256
一、基因和基因组数据库(核酸序列数据库)	256
二、蛋白质数据库	260
三、功能数据库	265
四、其他数据库资源	266
第三节 序列分析和多序列比对	267
一、序列两两比对	268
二、多序列比对	272
第四节 核酸与蛋白质结构和功能的预测分析	273
一、针对核酸序列的预测方法	273
二、蛋白质的预测方法	276
第五节 分子系统发生	278
一、分子进化钟	278
二、系统发生树	278
第六节 生物信息学资源在园艺植物研究中的应用	284
一、新基因克隆中的引物设计	286

二、预测新序列的功能·····	286
三、获取物种品种的特征信息进行种质资源研究和品种鉴定·····	286
四、构建分子亲缘关系树并进行谱系分析·····	287
五、展望·····	287
附录 ·····	289
附录一 常用贮存液的配制 ·····	289
附录二 几种园艺植物常用培养基的成分表 ·····	291
附录三 植物 DNA 的提取 ·····	292
附录四 几种重要的转基因方法操作过程 ·····	296
附录五 PCR 扩增过程中常见的问题及解决方法 ·····	299
附录六 蛋白质提取与纯化技术 ·····	301
附录七 一些常见的生物信息学网址 ·····	304
附录八 GenBank 和 EMBL 中的 17 个子数据库名称和含义 ·····	306

第一章

绪论

20 世纪 70 年代，在生命科学研究领域取得了两项对人类生活和经济活动具有深刻影响的技术突破，一项是重组 DNA 技术，一项是淋巴细胞杂交瘤技术，这两项革命性技术的出现，有力地推动了现代生物技术的迅猛发展，促进形成了一个全新的现代生物技术群及新兴产业的良好局面。

自 1982 年世界上第一个基因工程药物——重组人胰岛素上市以来，经过 20 多年的发展，世界范围的生物技术产业蓬勃兴起，作为高效益、高风险的新兴产业，生物技术产业正在猛烈地冲击着世界经济，并产生巨大的社会和经济效益。生物技术本身可以发展成为具有巨大市场前景的新兴产业，同时可通过提供源头技术和产品，对传统产业进行技术改造和产品更新换代，提高传统产业的经济效益。

第一节 生物技术的含义

一、生物技术的定义

生物技术 (biotechnology) 又称生物工程 (bioengineering)，是以生命科学为基础，利用生物体的特性和功能，设计、构建具有预期性状的新物种、新品种 (系)，以及与工程原理相结合，加工生产目的产物，为社会提供商品和服务的综合技术体系。它包括几乎所有生物科学和其他尖端基础学科如化学、数学、微电子技术、计算机科学等为支撑，形成的一门多学科互相渗透的综合性学科。生物技术与其他高新技术一样具有“六高”的基本特征：即高效益、高智力、高投入、高竞争、高风险、高势能。

二、生物技术的种类及其相互关系

按照生物技术应用的生产部门的不同，生物技术可分农业生物技术、环境生物技术、医学生物技术、公安生物技术等多个方面，其中农业生物技术又可分为植物生物技术、动物生物技术和微生物生物技术。根据操作的对象及技术的不同，生物技术可分为细胞工程、基因工程、蛋白质工程、发酵工程和酶工程。细胞工程 (cell engineering) 是应用细胞生物学和分子生物学的原理、方法和技术，按人们的设计，有计划、大规模地培养某一物种的组织或细胞，以获得该生物的产品，或改变细胞的遗传特性以产生新的物种或品系；基因工程 (gene engineering)，又叫基因操作、重组 DNA 技术，是把生物有机体的 DNA 分离提取出来，在体外进行酶切和拼接，构成重组 DNA 分子，然后转化到受体细胞，使外源基因在受体细胞增殖表达；蛋白质工程 (protein engineering) 是根据蛋白质

的结构和生物活性之间的关系，利用基因工程的手段，按照人类的需要定向地改造天然蛋白质或设计制造新的蛋白质；发酵工程（fermentation engineering）是利用微生物生长速度快、生长条件简单以及代谢过程特殊等特点，在合适条件下，通过现代工程技术手段，由微生物的某种特定功能生产出人类所需的产品，有时也称微生物工程；酶工程（enzyme engineering）是利用酶、细胞器或细胞所具有的特异催化功能，或对酶进行修饰改造，并借助生物反应器和工艺过程来生产人类所需产品的一项新技术。

应该指出，上述 5 项技术并不是各自独立的，它们彼此之间是互相联系、互相渗透的。其中的基因工程技术是核心技术，它能带动其他技术的发展，比如通过基因工程对细菌或细胞改造后获得的“工程菌”或细胞，都必须分别通过发酵工程或细胞工程来生产有用的物质；又如，通过基因工程技术对酶进行改造以增加酶的产量、酶的稳定性以及提高酶的催化效率等。

第二节 生物技术发展简史

生物技术不是一门新学科，它可分为传统生物技术和现代生物技术，现代生物技术是从传统生物技术发展而来的。传统生物技术是指旧有的制造酱、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 80 年代初发展起来的，以现代生物研究成果为基础，以基因工程为核心的新兴学科、当前所称的生物技术基本上都是指现代生物技术。

一、传统生物技术的产生

传统生物技术应该说从史前时代起就一直为人们所开发和利用。在石器时代后期，我国人民就会利用谷物造酒，这是最早的发酵技术。公元 10 世纪，我国就有了预防天花的活疫苗。

在西方，苏美尔人和巴比伦人在公元前 6000 年就已开始啤酒发酵；埃及人则在公元前 4000 年就开始制作面包；1676 年，荷兰人 Leeuwenhoek（1632—1723）制成了能放大 170~300 倍的显微镜，并首先观察到了微生物；19 世纪 60 年代，法国科学家 Pasteur（1822—1895）首先证实发酵是由微生物引起的，并首先建立了微生物的纯种培养技术，从而为发酵技术的发展提供了理论基础，使发酵技术纳入了科学的轨道；到了 20 世纪 20 年代，工业生产中开始采用大规模的纯种培养技术发酵化工原料丙酮和丁醇；20 世纪 50 年代，在青霉素大规模发酵生产的带动下，发酵工业和酶制剂工业大量涌现。发酵技术和酶技术被广泛应用于医药、食品、化工、制革和农产品加工等部门。

在今天看来，上述诸方面的发展，还只能被观为传统的生物技术，因为它们还不具备高技术的诸要素。

二、现代生物技术的发展

20 世纪 50 年代，阿尔伯（Arber）的实验室发现大肠杆菌能够限制侵染的噬菌体，60 年代末证明大肠杆菌细胞内存在修饰—限制系统，即给宿主自身 DNA 打上甲基化标记

并切割入侵的噬菌体 DNA；1970 年史密斯 (Smith) 等人从流感嗜血杆菌 (*Hemophilus influenzae*) 中分离出特异切割 DNA 的限制酶；翌年，内森斯 (Nathans) 等人用该酶切割猴病毒 SV40 DNA，最先绘制出 DNA 的限制图谱 (restriction map)。现代生物技术就是以 20 世纪 70 年代 DNA 重组技术的建立为标志的。1972 年美国 Berg 和 Jackson 等人将猿猴病毒基因组 SV40 DNA、噬菌体基因以及大肠杆菌半乳糖操纵子在体外重组获得成功；翌年，美国斯坦福大学的科恩 (Cohen) 和博耶 (Boyer) 等人在体外构建出含有四环素和链霉素两个抗性基因的重组质粒分子，将之导入大肠杆菌后，该重组质粒得以稳定复制，并赋予受体细胞相应的抗生素抗性，由此宣告了基因工程的诞生；1973 年史密斯和内森斯提出修饰—限制酶的命名法；限制性核酸内切酶可用以在特定位点切割 DNA，限制酶的发现使分离基因成为可能。为表彰上述科学家在发现和使用限制酶中的功绩，1978 年的诺贝尔医学奖被授予阿尔伯、内森斯和史密斯；1975 年桑格 (Sanger) 实验室建立了酶法快速测定 DNA 序列的技术；1977 年吉尔伯特 (Gilbert) 实验室又建立了化学测定 DNA 序列的技术。分子克隆和测序方法的建立，使重组 DNA 技术系统得以产生。1980 年诺贝尔化学奖被授予伯格、吉尔伯特和桑格，以肯定他们在发展 DNA 重组与测序技术中的贡献；1977 年，日本的 Tfhura 及其同事首次在大肠杆菌中克隆并表达了人的生长激素释放抑制素基因。几个月后，美国的 Ullrich 随即克隆表达了人的胰岛素基因。1978 年，美国 Genentech 公司开发出利用重组大肠杆菌合成人胰岛素的先进生产工艺，从而揭开了基因工程产业化的序幕；1982 年，美国科学家将大鼠的生长激素基因转入小鼠体内，培育出具有大鼠雄健体魄的转基因小鼠及其子代；1983 年利用携带有细菌新霉素抗性基因的重组 Ti 质粒转化植物细胞，首例转基因番茄、烟草培育成功，开创了采用基因工程手段改良农作物品种的先河；1990 年春，美国国立卫生研究院 (NIH) 和能源部 (DOE) 联合发表了美国人类基因组计划，1990 年 10 月 1 日正式启动，耗资 30 亿美元；1994 年转基因番茄在美国上市，货架期比普通番茄延长了两个月，取得了巨大的经济效益，轰动一时。转基因技术的可贵之处在于能够打破物种之间的界限，可以按照人们的意愿来设计和创造具有经济价值的农作物新品种，这是传统方法不可能做到的。1997 年英国爱丁堡罗斯林研究所的有关科学家宣布，应用转基因技术首次育成克隆羊“多莉”，引起世界轰动，首次证明动物细胞也具有全能性；2000 年 6 月 26 日，美国总统克林顿在白宫举行了记者招待会，郑重宣布：经过上千名科学家的共同努力，被比喻为生命天书的人类基因组草图已经基本完成，人类终于能够解读生命的天书。人类基因组计划 (human genome project, HGP) 与阿波罗登月计划、曼哈顿原子弹计划并称为人类科学史上的三大计划。

现代生物技术诞生以来，迄今已走过了 30 余年的发展历程。时间不长，但却取得了巨大的成就，因为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、分离基因并经重组后导入其他生物或细胞，藉以改造农作物或畜牧品种；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。

第三节 现代生物技术发展概况

现代生物技术被世界各国视为一项高新技术，在当代六大高新技术（信息技术、新能源技术、新材料技术、空间技术、海洋技术以及现代生物技术）中，现代生物技术是最有发展远景的、至关重要的前沿科学，因此，世界各国特别是发达国家，在生物技术方面正进行着激烈的竞争。

生物技术对于提高一个国家的综合国力，应对人类所面临的食物短缺、健康问题、环境问题及经济问题的挑战是至关重要的，所以许多国家都将生物技术确定为增强国力和经济实力的关键性技术之一。美国在生物技术领域内研究人员达 10 万人，并制定了《美国的生物技术研究计划》，杂交制种的先锋公司、卧薪尝胆的杜邦公司、敢为人先的孟山都公司等都在投入大量的人力、物力、财力，进行生物技术的研究和开发。日本在 20 世纪成立了生命科学部，制定了日本的《人类前沿科学计划》，并且提出“生物产业立国”，从事生物技术的科研人员达 7 万人，占全日本整个科技队伍的 1/5。法国成立了国家生物技术林木世界委员会，欧共体成立了欧洲生物工程协调机构及生物工程联合会，俄罗斯也制定了《俄罗斯的生物技术开发计划》。可以看出世界各国在生物技术领域正展开着激烈的竞争和角逐，也可以这样说，生物技术震撼了人类社会。以基因工程为先导的生物技术将要影响和左右一个国家的经济前途和命运。

世界生物技术本身发展的总体趋势是：生物技术在经历了第一次浪潮（医药和保健领域）后，迎来了第二次浪潮，即重点发展农业生物技术、环境生物技术、生物制造和生物处理工艺及能源研究、海洋生物技术研究等。目前生物技术的应用已遍及农业食品、医药卫生、化工环保、生物资源、能源和海洋开发等各个领域，显示了它对解决人类所面临的食物、健康、资源、能源和环境等重大问题的巨大作用和市场潜力。

值得指出的是，我国生物技术研究开发与开发也取得了令人瞩目的成绩，如已在两系法杂交稻、抗虫转基因棉花和玉米、基因工程药物和疫苗、人血液代用品、人重大疾病相关基因研究和动物乳腺生物反应器、农作物组织培养和基因转移、家畜胚胎分隔和试管牛、羊等方面形成自己的特色和优势，并具备与世界发达国家整体竞争与抗衡的能力。但是，与西方发达国家相比，我国生物技术产品缺乏创新，极易丧失发展后劲。因此，我国应高度重视产品和技术的创新，必须深刻认识到生命科学的发展和生物技术的发展是相辅相成的。为迎接生命科学世纪的挑战，更好地参与新世纪激烈的生物技术产业的竞争，必须大力发展关键的生物技术，如基因组学技术，生物信息技术，基因克隆、重组、表达技术，动植物体细胞克隆技术，生物芯片技术、微阵列技术（Microarray）和生物传感器的基础研究，人工组织与器官研制技术，并带动农业生物技术、医药生物技术、环境生物技术、海洋生物技术和工业生物技术的高速发展。

1986 年 3 月党中央、国务院批准实施的我国高科技研究发展计划（863 计划），也将生物技术确定为主攻方向之一，选择了高产、优质、抗逆性的植物新品种选育，新型药物、疫苗和基因诊疗，蛋白质工程研究与应用等三项对我国国民经济发展有重大影响的项目进行跟踪和创新研究，有力地推动了农业生物技术研究与发展。在基础理论、实验技术

和实际应用等方面都有了明显进展,大大缩短了与世界发达国家的差距,在发展中国家处于领先地位。

有人说“21 世纪将是生物技术飞速发展的世纪”,因为目前人类所面临的人口爆炸、粮食短缺、自然资源不足、能源危机和环境污染等全球性问题找不到很好的解决办法,而现代生物技术将为解决人类所面临的这些危机和压力提供最有希望的解决途径。

第四节 植物生物技术的性质、地位和任务

一、植物生物技术的性质、地位

植物生物技术 (plant biotechnology) 包括植物组织培养或细胞工程 (plant tissue culture)、基因克隆与转基因植物生产 (gene cloning and genetically modified crops, GM crops)、分子标记及辅助育种应用 (molecular markers and molecular marker-assisted selection, MAS)。植物生物技术在农业上的应用主要包括创造新材料、培育新品种、开发功能食品、快速繁殖稀有材料、指纹分析、新基因挖掘、定位和辅助育种等。

植物生物技术是现代生物技术的重要组成部分,现代生物技术在农业上的应用蕴藏着巨大的潜力,伴随而来的将是比第一次绿色革命更为深入的第二次绿色革命。现代生物技术的伟大之处在于可以将生物的遗传信息进行室内操作,可进行基因型选择,在动物、植物、微生物及所有生物中进行基因工程设计,打破了种间隔离,扩大了种质资源以及杂种优势的利用,引发了农业育种革命。如水稻之父袁隆平院士培育的超级杂交稻,大面积平均单产 (每 667m²) 超过 800kg,为我国和世界的粮食生产做出了突出贡献。

二、植物生物技术的任务

植物生物技术将继续在以下领域做深入研究:

1. **基因工程** 植物基因工程是指利用培养的植物组织、细胞或原生质体作为受体,通过某种途径或技术将来之于微生物、动物或植物的基因或人工合成的基因作为外源基因导入植物细胞并使之稳定地表达,实现植物遗传改良的生物工程。

利用转基因技术,将某些具有特殊性状如抗病、抗虫、抗除草剂、抗涝、抗旱和抗盐碱的基因导入作物中,培育出具有抗逆性及品质优良的作物新品系。迄今为止,全世界已经分离出几百个目的基因,获得转基因植物近 200 种。有几千例转基因植物被批准进入田间试验,如抗虫棉、彩色棉、抗虫玉米、抗除草剂大豆、高油大豆等都已进入产业化和商业化阶段。相信科学家采用现代生物技术,能够培育出能抵御恶劣自然环境的林木新品种,到时可以用来征服沙漠,恢复森林,造福人类。

2. **试管苗快速繁殖** 我国在这方面已有不少成功的经验。马铃薯由于块茎带病毒代代相传,造成退化而严重减产。通过极小 (0.1~0.3 mm) 的茎尖培养,建立的马铃薯无毒苗技术,已在我国的东北、内蒙古、河北等地的马铃薯生产中广泛应用。从新西兰、澳大利亚引进一批优良香蕉品种,通过试管苗脱毒技术得到无病毒种苗,现已在广东、广西建立了数个年产百万株试管苗的工厂,在我国南方栽植,获得了显著经济效益。另外,我国在草莓、甜瓜、花卉、苹果、葡萄、桉树、毛白杨等园艺作物和林木上均通过试管苗脱