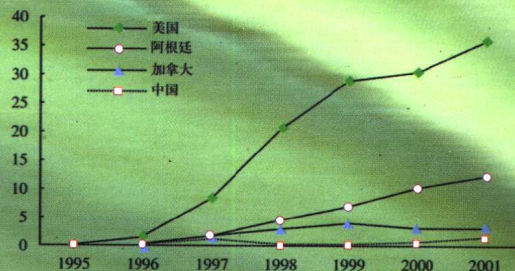


Transgenic Plants

转基因植物

闫新甫 主编

生 • 命 • 科 • 学 • 专 • 论



科学出版社
www.sciencep.com

内 容 简 介

本书全面总结了转基因植物研究的原理、方法、应用及安全性评价和管理的最新进展。全书共分5篇：第一篇论述了全球转基因植物发展的特点及其对农业和社会发展的影响，详述了全球转基因作物的大田试验、商业化种植及已取得的经济效益等；第二篇为转基因植物的研制，详细介绍了植物的遗传转化方法和分子生物学鉴定技术，并依次阐述了水稻、小麦、玉米、棉花、马铃薯、大豆、油菜、烟草、蔬菜、林木、果树、花卉和草类等植物转基因研究中所用基因的种类、功能、转化方法、表达鉴定、遗传及转基因植物品种培育所取得的成就；第三篇为转基因植物的安全性评价，主要介绍了转基因植物食品及其生态环境安全性评价的原则、内容、方法和实例及转基因农产品的检测方法；第四篇为转基因植物的安全性管理，介绍了全球公众对转基因植物食品的认识、各国对转基因植物的管理法规、政策及发展趋势；第五篇为附录，收录了我国最新颁布的农业转基因生物安全管理条例及相关的管理办法，转基因植物研究常用的外源基因、涉及的病毒、除草剂和专业术语的英汉名称对照表，有关转基因植物和生物技术信息的网站网址及全球正式批准的转基因植物品种（系）。

全书内容丰富，论述详细，信息量大，可供农学、生物学、遗传育种、生物工程、环境科学等专业的教师、学生、科研和农业技术推广人员及管理工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

转基因植物/闫新甫主编. —北京：科学出版社，2003.1

ISBN 7-03-011012-9

I. 转… II. 闫… III. 基因转变-植物-遗传工程… IV. Q943.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 095750 号

策划编辑：周 辉/文案编辑：彭克里 吴慧涵/责任校对：柏连海

责任印制：刘士平/封面设计：王 浩

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>

丽源印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2003年1月第 一 版 开本：787×1092 1/16

2003年1月第一次印刷 印张：42 1/2

印数：1—4 000 字数：960 000

定价：68.00 元

(如有印装质量问题，我社负责调换〈环伟〉)

《转基因植物》编辑委员会

主 编 闫新甫

副主编 李润植 苗泽伟 冯 洁 陈绍江 储成才

编著者 (按姓氏笔画排序)

王守才 尹维波 冯 洁 刘文轩 闫新甫

吴元华 张大兵 张学琴 张国栋 张振霞

时 焦 李润植 苏晓华 陈绍江 苗泽伟

崔洪志 储成才 舒庆尧 葛菁萍 裴 东

主要编写人员及其单位和联系方式

闫新甫 博士	国家烟草专卖局科技教育司	yanxf281@263.net
李润植 博士	Molecular Genetics Center of Loma Linda University (美)	rli2001@hotmail.com
苗泽伟 博士	中国科学院生态环境研究中心	miaozewei@yahoo.com
冯 洁 博士	中国农业科学院植物保护研究所	fengjiell@yahoo.com
陈绍江 博士	中国农业大学国家玉米改良中心	shaoj@mail.cau.edu.cn
储成才 博士	中国科学院遗传与发育生物学研究所	ccchu@genetics.ac.cn
张国栋 博士	University of Georgia (美)	gzhang@cfs.griffin.peachnet.edu
吴元华 博士	沈阳农业大学植物保护学院	biotwu@online.ln.cn
王守才 博士	中国农业大学作物学院	shoucai@263.net
刘文轩 博士	上海大学生命科学学院	wxliu@mail.shu.edu.cn
崔洪志 博士	中国农业科学院生物技术研究所	chz1971@mail.caas.net.cn
舒庆尧 博士	浙江大学原子核农业研究所	qyshu@zju.edu.cn
张大兵 博士	上海农科院生物技术研究中心	zdb30@hotmail.com
苏晓华 博士	中国林业科学院林业研究所遗传室	suxh@rif.forestry.ac.cn
时 焦 博士	中国农业科学院烟草研究所	xushi@public.wfptt.sd.cn
尹维波 硕士	中国科学院遗传与发育生物学研究所	wbyin@genetics.ac.cn
裴 东 博士	中国林业科学院林业研究所	peigu@rif.forestry.ac.cn
张学琴 博士	中国农业大学生物学院	kouyang@public.cau.edu.cn
张振霞 博士	中国科学院遗传与发育生物学研究所	zhangzhenxia@yahoo.com.cn
葛菁萍 博士	黑龙江大学生命科学学院	gejingping@0451.com

序

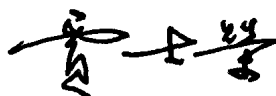
近年来,转基因植物 (genetically modified plant, GMP),尤其是转基因作物 (genetically modified crop, GMC) 的基础和技术研究、产业化应用及安全性评价都取得了令人瞩目的成就。据报道,2001 年全世界 GMC 的种植总面积达 5260 万 hm^2 ,比 2000 年增加 840 万 hm^2 ,增长 19%。GMC 自 1996 年种植 (170 万 hm^2) 以来,至 2001 年 6 年间增长了 30 倍。2001 年种植 GMC 的 13 个国家中,美国 (68%)、阿根廷 (22%)、加拿大 (6%) 和中国 (3%) 等 4 个国家占 99%;发展中国家种植 GMC 的面积占总数的 26%。4 种主要 GMC 即大豆、棉花、油菜和玉米的面积已分别占各该作物全球种植面积的 46%、20%、11% 和 7%;若 4 种 GMC 相加,则占这 4 种作物全球种植面积的 19%,即将近 1/5。由此可见,GMC 在世界作物生产中已经和正在发挥重要的影响,它在解决食品短缺、增进人类健康、增加或节省能源、保护自然资源和生态环境等方面将产生越来越大的作用。大多数国家政府对 GMC 的研究和应用持积极扶持态度,越来越多的民众已逐渐接受 GMC 产品,尽管近 3 年间在世界范围内引发了一场对 GMC 安全性的争论,一些国家和民间组织对 GMC 产品仍持观望、怀疑乃至否定的态度,但 GMC 的发展趋势不可逆转已成定局,GMC 的全球种植面积在 2000 年增长 11% 的基础上;2001 年又增长 19%,即是最好的证据。

近十多年来,我国 GMP 的研究、应用和安全性管理均取得了长足的进步,从事转基因植物研究的机构和人员不断增加,在某些技术领域已达到或接近国际先进水平。据不完全统计,目前我国从事农业生物基因工程研究工作的科研、教学单位达 90 多家,涉及的受体生物种类近百种,已有相当数量的遗传工程体进入中间试验、环境释放或商品化生产阶段,仅国产 Bt 抗虫棉 2001 年在我国的种植面积就已超过 60 万 hm^2 。在安全性管理方面,继国家科技部和农业部于 1993 年和 1996 年分别颁布《基因工程安全管理办法》和《农业生物基因工程安全管理实施办法》后,2001 年 6 月,国务院又颁布了《农业转基因生物安全管理条例》,今年 1 月农业部根据该条例颁布了 3 个配套管理办法。这些条例的出台将大大促进我国转基因植物健康、有序地发展,也将有助于对转基因植物安全管理的规范化、法制化及与国际接轨。

为总结国际 GMP 的发展经验,进一步推动我国 GMP 的研究和产业化发展,迎接加入 WTO 后我国农业高新技术面临的机遇和挑战,目前迫切需要一部能够充分反映转基因植物基础研究和技术的进展、商业化生产状况及不同国家对转基因植物的管理体制和法律法规的专著。由一批活跃在科研第一线的青年学者编著的《转基因植物》一书正为应势之作。

本书共分 5 篇 24 章,100 余万字。该书较全面系统地反映了转基因植物的发展过程、基础和技术研究进展、存在的问题和主要发展方向,全球商业化生产的概貌,世界各主要国家的相关法律法规和管理制度。我相信,该书的出版对我国 GMP 的研究和产业化发展以及进一步健全安全性评价管理体系,都会有重要的参考价值和指导意义。

该书作者邀我作序，我欣然应允。一是因为我亲历了我国 GMP 的发展过程；二是因为这是年轻人的力作，这使我看到 GMP 研究后继有人而颇感欣慰。从书稿目录和内容上看得出，该书作者来自不同专业领域，学术思想活跃，材料组织各有侧重，既注重经典性和前沿性相结合，又考虑首尾呼应，前后连贯，各章节的逻辑性也很强。因此，我认为这不失为一部结构严谨、内容丰富、详略得当、系统性和前瞻性均很好的专著，值得一读，特向读者推荐。



2002 年春节于北京

前言

自 1996 年以来, 全球转基因植物研究取得的成就举世瞩目, 许多转基因植物已逐渐进入田间, 并形成大规模商业化种植。但国际上多次出现转基因植物安全性争论事件 (英国 Pusztai 事件、美国 Losey 斑蝶事件、“终结者”技术事件、欧美标签风波、绿色和平组织偷窃罪事件及美国 Smith 报告等), 引起学术界的广泛争论, 加剧了公众对生物技术风险的非理性恐慌和茫然。同时各国政府出于管理、经济利益或政治需要的考虑, 纷纷介入, 相继出台了有关政策法规。在参加数次转基因生物或食品安全性学术和有关政策研讨会后, 二十几位从事相关领域研究的年轻学子经过深入交流和探讨, 深感有责任编著一部能全面反映当代转基因植物研究的最新进展、安全性评价和管理方面的专著, 使人们对转基因植物有一个客观、全面、正确的认识 and 了解, 这是编著本书的原因之一。

1983 年首例转基因作物 (烟草) 问世, 1986 年首批转基因作物 (棉花) 批准进入田间试验, 1992 年中国成为世界上第一个转基因作物 (烟草) 商业化种植的国家, 1994 年美国第一个转基因植物产品 (番茄品种 “Flavr-Savr”) 批准上市, 1996 年抗草甘膦除草剂的转基因大豆种子在阿根廷批准商业化生产, 到 2001 年全球共正式批准各种转基因植物 120 多个品种 (系), 已有 15 个以上的国家种植转基因植物, 其总面积已超过 5200 万 hm^2 。近二十年来植物转基因技术的研究有了飞跃发展, 特别是植物转基因技术的研究和应用, 对农业生产、生态环境和社会管理产生了重要的影响。与此同时, 我国的植物生物技术研究也进入了蓬勃发展的新阶段, 从事转基因植物的研究人员不断增加。在这样的背景下, 更需要有能够系统全面反映转基因植物及其安全性管理新知识和新技术的专著, 这是编著出版本书的原因之二。

本书概括了近十多年来国内外转基因植物的研究进展和发展趋势, 内容广泛, 包含了全球转基因植物的试验、商业化、取得的经济收益、转基因植物安全性评价和管理、十几类重要转基因植物的研制技术和应用等诸多方面。本书主要侧重实用性方面, 在结构上是从一般总体到专业技术的系统论述, 深浅结合, 详略得当; 各章节既保持前呼后应, 又独立成章。取材上力求做到理论与实践、一般知识与专业知识相结合, 以使读者开拓思路、掌握研究方法、了解最新动态和发展方向。通过本书, 读者不仅可以了解世界各国的转基因研究和应用状况、公众对转基因植物的反应及各国采取的安全性管理措施概貌, 而且可以全面了解各主要农作物和林木果树、花卉草类的转基因原理与关键操作技术及利用基因工程手段改良植物的策略。

全书共分 5 篇: 第一篇为全球转基因植物的发展, 共分 4 章 (第一至四章), 分别论述转基因植物发展的特点及对农业和社会发展的影响, 全球转基因植物的大田试验、商业化种植、收益等; 第二篇为转基因植物的研制, 为全书的核心内容, 共分 14 章 (第五至十八章), 第五章详细介绍了植物遗传转化的方法, 第六章介绍了转基因植物的分子生物学鉴定技术和方法; 第七至十八章依次就水稻、小麦、玉米、棉花、马铃薯、

大豆、油菜、烟草、蔬菜、林木、果树、花卉和草类等十多种(类)植物在转基因研究和品种培育方面所取得的成就逐一做了概述;第三篇为转基因植物的安全性评价,分4章(第十九至二十二章),第十九章和二十章主要介绍转基因食品及其环境的安全性、评价原则和评价内容,并讨论了转基因植物对环境的潜在风险,第二十一章介绍几个转基因植物的安全性评价实例,第二十二章介绍了国际上较公认的转基因植物农产品的检测方法;第四篇为转基因植物的安全性管理,分2章(第二十三章、二十四章),分别介绍了全球公众对转基因植物食品的认识,各国转基因植物的管理法规和政策及发展趋势;第五篇为附录部分,收录了我国最新颁布的农业转基因生物安全管理条例及相关的评价、进口和标识管理办法,转基因植物研究常用的外源基因、涉及的病毒病、除草剂和专业术语英汉名称对照表及有关转基因植物和生物技术信息的网站网址,并且编译收录了全球正式批准的转基因植物品种(系)一览表,以便查阅,并为读者进一步了解转基因植物发展的最新信息提供参考。同时,书中引用资料大部分标注来源出处,在各章末列有参考文献,供读者进一步查证。

本书编写人员均是活跃在我国植物基因工程、遗传育种、植物保护、生态环境等基础研究和应用研究及科研管理等领域第一线的年轻专家,他们多数有海外留学经历,了解学科发展前沿,学术思想活跃、敏捷,富有开拓进取的魄力和朝气。编著者期望本书能够开拓读者思路,活跃读者思想,为推进我国农业生物技术的基础研究和产业化,促进我国的经济和生态环境的可持续发展尽微薄之力。

本书承蒙中国农业科学院生物技术研究所贾士荣研究员在百忙中作序,在编写过程中得到国家烟草专卖局科教司王彦亭司长的热心支持,科学出版社周辉编辑对本书的出版也付出了大量劳动,在此一并表示衷心感谢!

由于本书涉及的植物种类较多、学科面广、作者们学术背景不同及资料信息来源渠道有异,尽管我们尽了最大努力对全书进行了审稿、校稿和统稿,以统一术语、减少谬误,力求保持其科学性和准确性,但由于编著者的专业水平和编写经验有限,书中难免有错误和疏漏,敬请广大读者批评指正。

闫新甫

2002年6月18日于北京

目 录

序
前言

第一篇 全球转基因植物的发展

第一章 转基因植物对全球繁荣的重要性	(3)
1.1 生物技术与转基因植物	(3)
1.1.1 生物技术	(3)
1.1.2 转基因植物	(3)
1.2 转基因植物发展的特点	(4)
1.2.1 转基因植物种类持续增多	(4)
1.2.2 转基因植物商品化速度明显加快	(5)
1.2.3 转基因植物作为生物反应器促进药物生产	(6)
1.2.4 转基因植物稳定高效表达技术不断完善	(8)
1.3 转基因植物对农业发展的影响	(10)
1.3.1 传统农业面临的挑战	(10)
1.3.2 转基因植物技术促进农作物新品种的培育	(10)
1.3.3 转基因植物商品化提高农业生产的效益	(21)
1.4 转基因植物对国民经济其他产业和人类社会的影响	(22)
1.4.1 转基因植物对医药业的影响	(22)
1.4.2 转基因植物对食品、纺织和化工等产业的影响	(24)
1.4.3 转基因植物对人类社会的影响	(27)
第二章 全球转基因植物进入田间试验情况	(36)
2.1 转基因农作物进入田间试验的国家和年度分布	(36)
2.1.1 全球田间试验发展概况	(36)
2.1.2 国家分布	(37)
2.2 进入田间试验的转基因植物和性状分布	(41)
2.2.1 转基因植物的田间试验基本概况	(41)
2.2.2 不同转基因植物和性状在国家和地区间分布	(42)
2.3 我国转基因植物的田间试验	(47)
2.3.1 我国转基因植物的田间试验状况	(47)
2.3.2 我国转基因植物田间试验中存在的问题	(48)
第三章 全球转基因作物的商业化	(51)
3.1 转基因作物种植在不同国家的分布	(52)
3.2 不同转基因作物的分布	(54)

3.3 商业化的转基因性状分布·····	(60)
3.3.1 商业化转基因性状 ·····	(60)
3.3.2 未来可能商业化的主要性状 ·····	(61)
3.4 转基因植物商业化中存在的问题·····	(64)
第四章 转基因作物应用的收益 ·····	(66)
4.1 工业化国家应用转基因作物的收益·····	(67)
4.1.1 美国耐除草剂大豆的收益·····	(68)
4.1.2 美国 Bt 玉米的收益 ·····	(70)
4.1.3 美国 Bt 棉花的收益 ·····	(71)
4.1.4 美国 Bt 马铃薯的收益 ·····	(73)
4.1.5 加拿大抗除草剂油菜的收益 ·····	(73)
4.2 发展中国家应用转基因作物的收益·····	(74)
4.2.1 中国的转基因作物收益 ·····	(74)
4.2.2 阿根廷的转基因作物收益·····	(77)
4.2.3 墨西哥的抗病毒马铃薯收益 ·····	(77)
4.2.4 肯尼亚的高产香蕉收益 ·····	(77)

第二篇 转基因植物的研制

第五章 转基因植物的基因转化方法 ·····	(81)
5.1 植物基因转化的受体系统·····	(81)
5.1.1 原生质体受体系统 ·····	(81)
5.1.2 愈伤组织受体系统 ·····	(81)
5.1.3 种质系统·····	(82)
5.1.4 胚状体受体系统 ·····	(82)
5.1.5 直接分化芽受体系统 ·····	(82)
5.2 农杆菌介导的植物基因转化技术·····	(83)
5.2.1 Ti 质粒的结构与功能 ·····	(83)
5.2.2 Ti 质粒载体系统 ·····	(85)
5.2.3 Ti 质粒介导的遗传转化方法·····	(87)
5.2.4 发根农杆菌 Ri 质粒介导的基因转化 ·····	(91)
5.2.5 农杆菌介导的基因转化系统的应用及进展·····	(92)
5.3 DNA 直接导入的基因转化技术 ·····	(94)
5.3.1 聚乙二醇 (PEG) 介导的基因转化 ·····	(94)
5.3.2 脂质体介导法 ·····	(96)
5.3.3 电穿孔法·····	(96)
5.3.4 基因枪法·····	(99)
5.3.5 其他方法·····	(103)
5.4 花粉管通道法介导的基因转化技术·····	(105)
5.4.1 原理 ·····	(106)

5.4.2	操作程序·····	(107)
5.4.3	应用 ·····	(109)
第六章	转基因植物的诊断方法 ·····	(117)
6.1	基于报告基因/选择标记基因的转基因植物诊断方法 ·····	(117)
6.1.1	选择性标记基因 ·····	(117)
6.1.2	报告基因 ·····	(119)
6.1.3	选择性标记基因和报告基因鉴定方法 ·····	(120)
6.1.4	PCR 快速检测法 ·····	(144)
6.1.5	报告基因的分离分析与转基因插入拷贝数的鉴定 ·····	(152)
6.2	外源目的基因整合的鉴定·····	(154)
6.2.1	分子杂交与转基因植物的鉴定 ·····	(154)
6.2.2	Southern 杂交 ·····	(154)
6.2.3	PCR-Southern 杂交 ·····	(190)
6.2.4	Southern 斑点杂交 ·····	(192)
6.2.5	应用原位杂交技术鉴定外源基因整合的位点 ·····	(193)
6.2.6	应用 DNA 标记技术鉴定外源基因的整合 ·····	(193)
6.3	转基因植物的外源基因表达检测·····	(197)
6.3.1	外源基因转录的检测 ·····	(197)
6.3.2	外源基因表达蛋白的检测·····	(206)
第七章	转基因水稻 ·····	(214)
7.1	转基因水稻植株的培育·····	(214)
7.1.1	农杆菌介导法 ·····	(214)
7.1.2	基因枪法·····	(216)
7.1.3	标记基因及其消除 ·····	(217)
7.2	转基因的遗传、表达与沉默·····	(219)
7.2.1	转基因的整合与遗传特点·····	(219)
7.2.2	转基因的表达与调控 ·····	(220)
7.2.3	转基因沉默 ·····	(221)
7.3	抗生物和非生物胁迫转基因水稻的培育·····	(222)
7.3.1	抗虫水稻·····	(223)
7.3.2	抗病水稻·····	(225)
7.3.3	抗逆转基因水稻 ·····	(226)
7.4	稻米品质的基因工程改良·····	(227)
7.4.1	淀粉品质·····	(227)
7.4.2	蛋白质品质 ·····	(228)
7.4.3	金米 ·····	(228)
7.4.4	富铁稻米·····	(229)
7.5	水稻基因组的研究·····	(229)
第八章	转基因小麦 ·····	(239)

8.1 转基因小麦研制方法	(239)
8.1.1 常用基因来源	(239)
8.1.2 表达载体	(240)
8.1.3 目的基因向小麦的转化	(242)
8.1.4 转化体的筛选和鉴定	(246)
8.1.5 基因转化后再生植株选择和转基因表达分析	(247)
8.2 转基因小麦研究进展及展望	(247)
8.2.1 抗病毒转基因小麦	(249)
8.2.2 改良籽粒品质的转基因小麦	(250)
8.2.3 改变籽粒中淀粉结构的转基因小麦	(251)
8.2.4 抗病、抗虫转基因小麦	(252)
8.2.5 雄性核不育小麦的培育	(253)
8.2.6 培育抗除草剂转基因小麦	(253)
第九章 转基因玉米	(257)
9.1 玉米转基因技术概述	(258)
9.1.1 转基因的导入技术	(258)
9.1.2 转化受体的基因型选择及愈伤组织的培养与植株再生	(262)
9.1.3 转化体的表达调控与选择	(263)
9.2 抗虫转基因玉米的研制	(267)
9.2.1 抗虫转基因玉米的研究进展	(267)
9.2.2 抗虫转基因	(268)
9.2.3 <i>Bt</i> 基因在玉米中的遗传及其稳定性	(269)
9.3 抗除草剂转基因玉米的研制	(271)
9.3.1 抗除草剂转基因玉米的研发现状	(271)
9.3.2 抗除草剂转基因及其应用	(271)
9.4 其他转基因玉米的研制	(273)
9.4.1 抗旱耐盐转基因及其应用	(273)
9.4.2 抗真菌转基因及其应用	(274)
9.4.3 抗病毒转基因及其应用	(276)
9.4.4 基因工程雄性不育性的创制	(277)
第十章 转基因棉花	(283)
10.1 转基因棉花的培育	(283)
10.1.1 农杆菌介导法	(284)
10.1.2 花粉管通道法	(286)
10.2 转基因棉花中外源基因的表达调控和遗传	(289)
10.2.1 影响外源基因表达的元件	(289)
10.2.2 转基因棉花的遗传	(292)
10.3 抗除草剂转基因棉花的研究	(292)
10.3.1 抗草甘膦除草剂转基因棉花的研究	(293)

10.3.2	抗溴苯腈转基因棉花的研究	(293)
10.3.3	抗 2,4-D 除草剂转基因棉花的研究	(293)
10.3.4	抗磺酰脲类除草剂转基因棉花的研究	(294)
10.3.5	抗草丁膦除草剂转基因棉花的研究	(294)
10.4	抗虫转基因棉花的研究	(294)
10.4.1	Bt 转基因抗虫棉的研究	(295)
10.4.2	胰蛋白酶抑制剂转基因棉花的研究	(296)
10.4.3	其他转基因抗虫棉的研究	(297)
10.5	其他转基因棉花的研究	(300)
10.5.1	抗病转基因棉花研究	(300)
10.5.2	抗逆境转基因棉花研究	(302)
10.5.3	转基因雄性不育棉花的研究	(302)
10.5.4	棉花纤维品质改良基因工程研究	(304)
10.6	转基因棉花研究展望	(306)
第十一章	转基因马铃薯	(314)
11.1	抵抗生物逆境基因工程	(314)
11.1.1	马铃薯抗病基因工程	(314)
11.1.2	抗昆虫转基因马铃薯	(320)
11.2	抵抗非生物逆境基因工程	(321)
11.2.1	抗干旱研究	(322)
11.2.2	抗冻害的研究	(322)
11.3	改善马铃薯的产量和品质	(322)
11.3.1	增加马铃薯块茎的尺寸	(323)
11.3.2	改善马铃薯的营养价值	(323)
11.3.3	防止切开马铃薯变褐的措施	(323)
11.4	生物反应器	(324)
11.4.1	以马铃薯生产人奶蛋白	(325)
11.4.2	食用马铃薯疫苗的研究开发	(326)
11.4.3	转蜘蛛丝蛋白基因的马铃薯	(327)
第十二章	转基因大豆	(330)
12.1	大豆转基因的方法和程序	(330)
12.1.1	农杆菌介导的转基因	(332)
12.1.2	物理方式的转基因	(334)
12.1.3	生物和物理方式相结合的基因导入	(336)
12.2	大豆含目的基因质粒的构建	(336)
12.2.1	抗除草剂草甘膦的 CP4 EPSPS 基因	(336)
12.2.2	抗豆类花斑病毒的 BPMV CP-P 基因	(337)
12.2.3	抗虫 Bt cryIA 基因	(337)
12.2.4	去饱和酶基因	(337)

12.3 转基因大豆的生产应用	(337)
12.3.1 抗草甘膦大豆的生产应用	(338)
12.3.2 抗草甘膦大豆的营养品质及安全性	(339)
12.3.3 抗草甘膦大豆的除草效果和经济效益	(343)
12.3.4 抗草甘膦大豆的检测	(343)
12.3.5 有望在短期内应用于生产的转基因大豆	(344)
第十三章 转基因油菜	(354)
13.1 油菜的遗传转化方法	(354)
13.1.1 农杆菌介导转化法	(354)
13.1.2 外源基因直接转化法	(357)
13.2 转化受体及筛选标记	(362)
13.2.1 转化受体	(362)
13.2.2 筛选标记	(365)
13.3 遗传特性	(367)
13.3.1 基因表达调控	(367)
13.3.2 外源基因的遗传特性及传递规律	(368)
13.4 外源基因在油菜育种中的应用	(368)
13.4.1 抗病、虫及除草剂转基因油菜	(369)
13.4.2 品质改良转基因油菜	(371)
13.4.3 转基因雄性不育油菜	(374)
13.5 问题与展望	(375)
第十四章 转基因烟草	(381)
14.1 抗真菌病害的转基因烟草研究	(381)
14.1.1 烟草抗真菌病害防卫反应的研究	(382)
14.1.2 几丁质酶与 β -1,3 葡聚糖酶的研究与应用	(383)
14.1.3 植物抗毒素基因及其应用	(384)
14.1.4 RIP 基因及其应用	(384)
14.1.5 过氧化物酶基因及其应用	(384)
14.1.6 问题与展望	(385)
14.2 抗病毒病转基因烟草研究	(385)
14.2.1 CP 基因的研究与利用	(385)
14.2.2 病毒卫星 RNA 的利用	(387)
14.2.3 病毒复制酶基因及其应用	(387)
14.2.4 核糖体失活蛋白的特性及抗病原理	(388)
14.2.5 干扰素基因及其应用	(389)
14.2.6 缺陷干扰颗粒的应用	(389)
14.3 烟草抗细菌病害基因工程研究	(390)
14.3.1 利用非植物抗菌蛋白	(390)
14.3.2 抑制细菌毒素	(391)

14.3.3	克隆和表达外源抗菌基因	(391)
14.3.4	共诱导感染点细胞程序化死亡	(392)
14.3.5	烟草抗细菌病害基因工程的应用前景	(392)
14.4	抗虫转基因烟草研究	(393)
14.4.1	第一代抗虫基因	(393)
14.4.2	第二代抗虫基因	(395)
14.4.3	问题与展望	(396)
14.5	抗除草剂转基因烟草研究	(397)
14.5.1	抗除草剂转基因机理研究及抗除草剂基因种类	(397)
14.5.2	抗除草剂基因应用于其他研究	(398)
14.6	分子标记技术在烟草研究中的应用	(398)
14.6.1	RAPD 标记在烟草研究中的应用	(399)
14.6.2	发展前景	(400)
14.7	特殊用途转基因烟草的研究	(401)
14.7.1	利用转基因烟草生产药物	(401)
14.7.2	耐不良环境转基因烟草研究	(403)
14.7.3	抗重金属毒性转基因烟草研究	(403)
14.7.4	抗热(耐高温)转基因烟草研究	(403)
第十五章	转基因蔬菜	(409)
15.1	茄果类蔬菜转基因的研究	(409)
15.1.1	转基因番茄	(409)
15.1.2	转基因茄子	(414)
15.2	芸薹属蔬菜转基因的研究	(415)
15.2.1	花椰菜	(416)
15.2.2	白菜	(416)
15.2.3	甘蓝	(417)
15.3	葫芦科蔬菜转基因的研制	(417)
15.3.1	甜瓜	(417)
15.3.2	番木瓜	(417)
15.3.3	西葫芦	(419)
15.4	甜菜转基因的研究	(420)
第十六章	转基因林木	(426)
16.1	林木转基因应用研究	(426)
16.1.1	抗虫转基因研究	(426)
16.1.2	抗病转基因研究	(427)
16.1.3	抗除草剂基因工程	(428)
16.1.4	生殖发育调控基因工程	(429)
16.1.5	抗逆境基因工程	(430)
16.1.6	材性改良基因工程	(431)

16.2 林木转基因基础性研究	(433)
16.3 林木转基因应用情况	(435)
16.4 存在问题及展望	(435)
第十七章 转基因果树	(442)
17.1 转基因苹果	(444)
17.2 转基因番木瓜	(445)
17.3 转基因香蕉	(447)
17.4 转基因核桃	(448)
第十八章 转基因花生、花卉和草类	(452)
18.1 转基因花生	(452)
18.2 转基因花卉	(453)
18.2.1 改变花色	(454)
18.2.2 控制形态	(454)
18.2.3 调控香味	(455)
18.2.4 延长花期	(455)
18.2.5 改良其他品质	(455)
18.2.6 调控开花	(456)
18.2.7 结束语	(456)
18.3 转基因草类	(456)
18.3.1 豆科牧草	(457)
18.3.2 禾本科牧草与草坪草	(462)
18.4 结束语	(464)

第三篇 转基因植物的安全性评价

第十九章 转基因植物食品的安全性评价	(473)
19.1 转基因植物食品的安全性	(473)
19.2 转基因植物食品安全性评价的原则	(475)
19.2.1 实质等同性原则	(475)
19.2.2 预先防范性原则	(478)
19.2.3 个案评估原则	(478)
19.2.4 逐步评估原则	(478)
19.2.5 风险效益平衡原则	(479)
19.2.6 熟悉性原则	(479)
19.3 转基因食品安全性评价的内容	(479)
19.3.1 毒性	(480)
19.3.2 过敏	(481)
19.3.3 抗生素抗性标记基因	(482)
19.4 小结	(482)
第二十章 转基因植物生态环境的安全性评价	(484)

20.1	转基因植物的潜在风险	(484)
20.1.1	转基因作物本身可能演化为杂草	(484)
20.1.2	基因流与转基因逃逸及其对近缘物种的潜在威胁	(485)
20.1.3	转基因植物对非目标生物的危害及生物多样性的影响	(487)
20.1.4	抗病毒转基因作物带来的潜在风险	(489)
20.1.5	转基因植物中非目的的外源基因序列的潜在风险	(491)
20.2	转基因植物环境的安全性评价方法	(492)
20.2.1	转基因植物环境安全性评价的目的与原则	(492)
20.2.2	转基因植物潜在风险评价的技术路线与方法	(493)
第二十一章	转基因产品安全性评价的实例	(499)
21.1	转 <i>Bt</i> 基因抗虫棉安全性评价	(499)
21.2	转基因玉米的安全性评价	(500)
21.3	抗虫转基因马铃薯的安全性评价	(502)
第二十二章	转基因农产品的检测	(505)
22.1	样本的采集	(505)
22.1.1	样本采集的总体原则	(505)
22.1.2	转基因样本采集中使用的一些术语	(505)
22.1.3	与 GMO 检测有关的 ISO 采样标准	(506)
22.1.4	建议和注意事项	(506)
22.2	样品制备和 DNA 分离方法	(507)
22.2.1	碱法 DNA 抽提	(508)
22.2.2	样品研磨和 DNA 纯化	(508)
22.2.3	DNA 纯化的具体方法步骤介绍	(508)
22.3	定性 PCR 的检测方法	(510)
22.3.1	检测策略概要	(511)
22.3.2	PCR 检测方法的优点	(511)
22.3.3	PCR 检测方法的缺点和局限性	(511)
22.3.4	PCR 检测方法的操作程序	(511)
22.4	半定量和定量 PCR 检测方法	(516)
22.4.1	策略概要	(517)
22.4.2	绝对定量和相对定量	(518)
22.4.3	优点、不足和局限性	(518)
22.4.4	常用方法的简介	(519)
22.5	免疫学检测方法	(523)
22.5.1	策略概要	(523)
22.5.2	检测方法	(523)
22.5.3	小结	(524)
22.6	以选择性遗传标记为基础的检测方法	(524)
22.6.1	转基因植物常用的主要选择性标记基因	(525)