

国外农业丛书

主编 晋保平 张宇燕

国外转基因技术和农产品

GUOWAI ZHUANJIYIN JISHU HE NONGCHANPIN

陈燕峰 段守亮 编著



国外农业丛书
主编 晋保平 张宇燕

国外转基因技术和农产品

陈燕峰 段守亮 编著

 中国社会出版社

图书在版编目(CIP)数据

国外转基因技术和农产品/陈燕峰,段守亮编著.

—北京:中国社会科学出版社,2006.9

(国外农业/晋保平,张宇燕主编)

ISBN 7-5087-1480-6

I.国... II.①陈... ②段... III.农产品-外源-遗传工程-研究-国外

IV.①Q943.2②TS201.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 109377 号

丛 书 名:国外农业

主 编:晋保平 张宇燕

书 名:国外转基因技术和农产品

编 著 者:陈燕峰 段守亮

责任编辑:闫 薇

出版发行:中国社会科学出版社 邮政编码:100032

通联方法:北京市西城区二龙路甲 33 号新龙大厦

电 话:(010)66051698 电 传:(010)66051713

邮购部:(010)66060275

经 销:各地新华书店

印刷装订:北京市优美印刷有限责任公司

开 本:140mm×203mm 1/32

印 张:4.25

字 数:98 千字

版 次:2006 年 9 月第 1 版

印 次:2006 年 9 月第 1 次印刷

定 价:7.00 元

(凡中国社会科学出版社图书有缺漏页、残破等质量问题,本社负责调换)

总序 造就新农民 建设新农村

李学举

党的十六届五中全会作出了建设社会主义新农村的战略部署。在社会主义新农村建设过程中，大力发展农村文化事业，努力培养有文化、懂技术、会经营的新型农民，既是新农村建设取得进展的重要标志，也是把社会主义新农村建设不断推向前进的基本保证。

为落实中央的战略部署，中央文明办、民政部、新闻出版总署、国家广电总局决定，将已开展三期的“万家社区图书室援建和万家社区读书活动”由城市全面拓展到农村，“十一五”期间计划在全国三分之一以上的村委会开展农村图书室援建和读书活动，使两亿多农民由此受益，让这项造福城市居民的民心工程同时也造福亿万农民群众。中央领导同志对此十分重视，中共中央政治局委员、国务院副总理回良玉同志作出重要批示：“发展农村文化事业是新农村建设的重要内容，也是农村发展中一个亟待加强的薄弱环节。在农村开展图书室援建和读书活动，为亿万农民群众送去读得懂、用得上的各种有益书刊，对造就有文化、懂技术、会经营的新型农民，满足农民全面发展的需求，将发挥重要作用。对这项事关农民切身利益、事关社会主义新农村建设的重要活动，要精心组织，务求实效。”

中共中央政治局委员、中央书记处书记、中宣部部长刘云山

同志也作出重要批示。他指出：“万家社区图书室援建和万家社区读书活动，是一项得人心、暖人心、聚人心的活动，对丰富城市居民的文化生活、推动学习型社区建设发挥了重要作用。这项活动由城市拓展到农村，必将对丰富和满足广大农民群众的精神文化生活，推动社会主义新农村建设发挥积极作用。要精心组织，务求实效，把这件事关群众利益的好事做好。”

为了使活动真正取得实效，让亿万农民群众足不出村就能读到他们“读得懂、用得上”的图书，活动的主办单位精心组织数百名专家学者和政府相关负责人，编辑了“建设社会主义新农村书屋”。“书屋”共分农村政策法律、农村公共管理与社会建设、农村经济发展与经营管理、农村实用科技与技能培训、精神文明与科学生活、中华传统文化道德与民俗民风、文学精品与人物传记、农村卫生与医疗保健、农村教育与文化体育、农民看世界等10大类、1000个品种。这些图书几乎涵盖了新农村建设的方方面面。“书屋”用农民的语言、农民的话，深入浅出，使具有初中文化水平的人就能读得懂；“书屋”贴近农村、贴近农民、贴近农村生活的实际，贴近农民的文化需求，使农民读后能够用得上。

希望农村图书室援建和农村读书活动深入持久地开展下去，使活动成为一项深受欢迎的富民活动，造福亿万农民。希望“书屋”能为农民群众提供一个了解外界信息的窗口，成为农民学文化、学科技的课堂，为提高农民素质，扩大农民的视野，陶冶农民的情操发挥积极作用。同时，也希望更多有识之士参与这项活动，推动农村文化建设，关心支持社会主义新农村建设。

二〇〇六年九月

前 言

中国是世界上生物技术领先的国家,早在 20 世纪 60 年代,中国生物科学家就研制出了牛胰岛素,令世界同行大跌眼镜。中国的生物技术给中国农业的发展以强大的技术支持,其中最为突出的就是袁隆平主持的杂交水稻技术,使得中国农业有能力用占世界 7%的耕地养活了世界 22%的人口。

世界各国以转基因技术为核心的现代生物科技的发展,引起了中国科学家和高层领导的关注。20 世纪 80 年代,中国政府着手制定了“863”中国高科技研究发展计划,其中转基因技术被列为重要的发展内容。为了进一步加速我国生物技术及其产业的发展,我国政府已经制定了今后 5~10 年发展规划和相关政策,明确了发展目标和重点领域。国家对生物技术的投入将超过 100 亿元,重在扶持涉及农业、医药、环境保护等与人们生活密切相关的产业领域。未来 5~10 年,中国生物技术发展的重点领域是基础生物学、医药生物技术、农业生物技术、环境生物技术、生物多样性、生物安全等。

目前,国家科技部等政府部门已经着手实施新的措施,规范和加速推进现代生物技术产品开发及其产业化的步伐,主要从以下几个方面入手:加强技术创新,保护知识产权,重点开发有自主知识产权的新技术与新产品;现代生物技术产品的开发与利用生物技术改造和提升农业等传统产业二者并重,提高传统产业的质量和效益;建立健全生物安全评价保障体系,保障生物安全;建立健全农业、环保、食品、进出口检疫等领域生物安全的技术评价标准、评估体系;加强生物资源的保护和开发利用;完善生物资源管理的法规和制

度,建立健全国家生物资源的收集、整理、保藏与利用体系。

目前,我国现代生物技术的发展取得了明显的成就,转基因技术农业更加成熟。我国已拥有国家、部门和地方政府资助的生物技术重点实验室近 200 个,获得了一批具有知识产权的新基因、新表达系统。生物工程药物进入了创制阶段,建立了一系列关键平台技术,动植物转基因技术已经成熟,具备了大规模基因测序和生物芯片、生物信息的研究条件。在植物抗盐、抗旱基因方面已经取得了重大进展。抗病虫害的转基因烟草、棉花和抗腐烂西红柿已进入商业化生产阶段。

我国列入第一批转基因食品标识管理的农业转基因生物有大豆种子、大豆、大豆粉、大豆油、豆粕、玉米种子、玉米、玉米油、玉米粉、油菜种子、油菜籽油、油菜籽粕、棉花种子、鲜蕃茄、蕃茄酱。转基因作物所直接提供或间接制造的食品,也悄悄地出现在中国人的餐桌上,和外国消费者一样,中国的消费群体对转基因食品的安全问题一直给予极大的关注。

本书是作者在参考了国内外最新资讯、阅读了大量文献材料的基础上,为农民朋友了解最新的国外转基因技术和转基因技术在农业领域的应用情况特意写成的。本书将简单介绍转基因技术的发展过程以及转基因技术在农业各个领域中的应用。通过阅读有关转基因技术及其安全性问题的内容,将有助于消除农民朋友对转基因技术和转基因食品安全性的疑虑。国外政府、涉农组织和国际组织对转基因技术和转基因技术在农业领域中的应用以及转基因食品的安全性问题意见互歧,对这些问题的论述将是本书的主要内容,希望能够对农民朋友有所帮助。

陈燕峰 段守亮

2006 年 5 月

目 录

第一章 让我们走近转基因技术	1
第一节 当代生物技术的发展	1
第二节 什么是转基因技术	4
第三节 转基因技术和杂交、克隆等技术的区别	8
第四节 什么是转基因食品	9
第五节 初现曙光的基因经济	11
第二章 转基因技术在农业领域的应用	12
第一节 转基因技术在种植业的应用	12
第二节 经转基因技术改进的生物农药	21
第三节 转基因作物和生物质能的开发	24
第四节 转基因作物的商业化生产和跨国销售	25
第五节 转基因技术在养殖业的应用	28
第六节 转基因技术和知识产权保护	33
第七节 农业转基因技术发展前景和展望	34
第三章 转基因技术及其安全性	36
第一节 普通民众对转基因生物的担忧	36
第二节 对转基因食品安全性的反思和管理	43
第三节 生物安全与国际反生物恐怖主义合作	49
第四章 转基因技术在国外农业领域的发展及相关政策	51
第一节 概述	51

第二节	美国大力支持转基因技术的发展和应	57
第三节	欧洲各国对转基因技术与转基因食品的态度	59
第四节	日本支持转基因技术的发展	67
第五节	俄罗斯慎重看待转基因作物	70
第六节	印度：“绿色革命”后的转基因革命	72
第七节	以色列：节水农业中的转基因技术应用	74
第八节	非洲：转基因技术应用缓步前行	75
第九节	拉丁美洲诸国应用转基因技术情况	76
第五章	国外涉农组织在农业转基因技术发展中的作用	80
第一节	美国涉农组织在农业转基因技术发展中的作用	83
第二节	日本涉农组织在农业转基因技术发展中的作用	89
第三节	欧洲涉农组织在农业转基因技术发展中的作用	90
第六章	国际组织和转基因技术	93
第一节	联合国和转基因技术	93
第二节	世界贸易组织和转基因技术	97
第三节	国际绿色和平组织和转基因技术	100
附录一	我国关于转基因技术和产品的法律法规	102
一、	农业转基因生物安全管理条例	102
二、	转基因食品卫生管理办法	113
三、	农业转基因生物加工审批办法	117
附录二	相关国际组织、政府部门、科研机构名称和网址	120
一、	国内转基因农产品推广和相关政策	120
二、	转基因食品安全和转基因污染	121
三、	相关外国行业组织和国际组织的中文网站	122
参考文献		123

第一章 让我们走近转基因技术

第一节 当代生物技术的发展

让我们先来了解一下生物是什么吧。生物,简而言之就是有生命的物体,具有生长、发育、繁殖等能力,能通过新陈代谢作用与周围环境进行物质交换。动物、植物、微生物都是生物。我们如果要判断什么是生物,可以依据这些标准:(1)生物能进行呼吸;(2)生物生存需要营养;(3)生物能排出体内的废物;(4)生物能对外界刺激做出反应;(5)生物能繁殖后代;(6)除病毒外,生物都是由细胞构成的。

生物技术并不是一件离我们十分遥远的事情,想想我们平日里为了获得大丰收而去精心挑选饱满的种子,这里面就蕴含着深刻的生物学知识和丰富的生物技术。挑选饱满的种子的过程,也就是将带有不好的基因的作物人工筛选掉的一个过程。

你也许听说过“神农尝百草”的故事,也可能知道李时珍可以算是生物学界的一个重要人物。但是严格意义上的现代生物学,是从西方传到我国的。生物学是现代自然科学的一个重要分支,它的发展具有悠久的历史,大致可以分为以下几个阶段。

第一,实验生物学时期。这个时期生物学知识主要是来自人们的日常生活和劳作的经验,直到意大利文艺复兴时期(14~16世纪),生物学才开始有了重大的突破。当时,意大利著名画家达·芬

奇摆脱了神学偏见,提出人体运动是骨骼和肌肉的作用,抛弃了以往血管起始于肝脏的见解,认为一切血管均起始于心脏。

第二,经典生物学时期。从 17 世纪到 19 世纪中期,随着欧洲工业革命的蓬勃发展,生物学逐渐从博物学中独立出来。经典生物学时期以分门别类、观察描述为主要特点,人们从多样性的生物世界寻找统一性的理论概括,这是生物学发展过程中第一次从分析到综合的阶段。1859 年 11 月 24 日,伟大的生物学家达尔文的《物种起源》一书出版,生物进化成为整个科学界讨论的中心话题和全社会共同关注的焦点,对生物学及其他有关学科的发展产生了巨大影响。

第三,从 19 世纪中期到 20 世纪中期大约 100 年的时间里,随着数学、物理学、化学等学科的发展及其与生物学的交叉渗透,相继取得一系列引人注目的成就。

第四,20 世纪中期至今,随着分子生物学的研究的确立和研究领域的拓展,生物学的发展从此进入了一个崭新的、迅猛发展的分子生物学阶段,一系列令人惊叹的新成就接踵而来。以基因工程为核心的生物技术显现出强大的生命力,成为当今世界最令人瞩目的高新技术之一,是许多国家产业结构调整的战略重点。1990 年启动的“人类基因组计划”,于 2000 年宣告人类基因组工作框架已经测序完成,这部“生命天书”的破译及其随后的各种“组学”研究,使人类首次在分子水平上全面认识自我,无疑对生命科学的发展产生巨大的推动作用。

如果我们从历史的角度看,生物技术的发展同样经历了这些阶段:第一阶段是经验型技术,如农业种植、养殖过程中的种养技术和繁育优良品种的技术,酿造业中的发酵技术等等。这时的技术与科学在形式上来看是分离的,虽然生物技术在一定程度上推动了古代实用生物科学的发展(如种植和养殖技术促进了动植物学

特别是分类学和生态学的发展),但在这个阶段基本上没有以生物科学理论的应用为特征的生物技术,也几乎没有对技术的科学阐释。例如,我国古代的《齐民要术》、《天工开物》以及李时珍的《本草纲目》等不朽著作,其基本内容也只是经验技术(尽管今天看来还可以发掘出更丰富的科学内涵)。

近代自然科学在 16 世纪诞生后,科学与技术的联系发生了变化,生物技术的发展进入了第二阶段。此时,一方面,随着生产的发展、技术要求的难度增加,越来越需要科学理论的支持,技术人员求助于科学家帮助他们解决技术难题。另一方面,一些科学家开始关心生产技术,从技术上的困难和矛盾中寻找科学研究的课题。例如,巴斯德创立的发酵生物学理论就源于法国里尔地区酿酒业提出的酒变酸的难题,他还据此建立了至今仍在使用的消灭酒中杂菌的低温消毒技术,即“巴斯德消毒法”。像巴斯德消毒法这样的技术,已完全不同于历史上的经验技术,它是在科学理论指导下研究和发展起来的,被人们称之为“科学的技术”。

进入现代社会后,科学与技术的关系发生了根本性的变化,科学明显地走在技术的前面并引导技术的进步,生物技术的发展进入了第三阶段。例如,在现代生物技术领域,从 1953 年 DNA 分子结构的阐明开始,很快形成了 DNA 重组技术,由此产生了一系列基因工程技术。基因技术是现代生物技术的核心,按照人类的意愿有计划地改造生物已成为可能,从而人们把世界上日益严重的人口、环境、粮食、资源、健康等与人类生存和发展密切相关的诸多重大社会问题的解决寄希望于生命科学与生物技术的进步。

我们从当代生物技术整体来看,可以把它划分为生物专业技术和生物工程技术两类:生物专业技术是直接应用并操作的技术,其核心是可操作的程序和产品,如 DNA 重组技术、克隆技术等都属于生物专业技术;生物工程技术是针对具体工程项目,保证其顺

利实施的各种物质手段和方法的集合。一项生物工程技术包括多种专业技术,如微生物基因工程技术就包含 DNA 重组技术、微生物发酵技术以及各种生产设备的制造安装技术、工艺流程技术等,因而一项生物工程技术往往是一个技术体系。

由于基因组计划的进展、克隆技术的突破,基因工程创造的经济价值正不断涌现,加之数学、物理、化学等学科与生物学的交叉引发了科学研究新的生长点,也由于地球上物种的急速消亡,人类生存环境的逐步恶化,人类可用资源的日渐衰竭,人类逐渐认识到生物科学不可估量的发展前景和忽视生物科学引发的潜在危机,因而促使社会逐渐聚焦到生物科学领域中来,使生物学和生物技术受到了前所未有的关注。当代生物科学与生物技术的发展有着重要的现实意义,它们的发展将直接关系到人类所面临的粮食、医药、人口、能源和环境等重大问题的解决。基因工程、蛋白质工程、微生物工程、细胞工程等高新生物技术已成为推动世界新技术革命的重要力量,以基因信息为基础的巨大的知识经济产业正在形成,它将使人类进入一个能改造和创建新的生物的崭新时代。基因药物、基因治疗、转基因作物等一大批高科技含量的商品开始在市场崭露头角,并产生了巨大的社会效益和商业价值。生物学的研究成果已逐渐从实验室走出来,生物科技产业正逐步成为社会经济结构重要的支柱产业。

第二节 什么是转基因技术

基因技术是生物技术的核心,以基因技术为支柱的生物工程的兴起和发展是 20 世纪生命科学领域最伟大的事件。目前,转基因作物正在按照人们的意愿被“重新设计”。1983 年,世界上第一例转基因植物在美国成功培植,当时就曾有人惊呼:“人类开始有

了一双创造新生物的‘上帝之手’。”有人预言,21 世纪将是转基因作物的一个转换期,科技含量将有很大的提高。

了解基本生物知识的人都知道,生物体是由各种细胞构成的。细胞里边有细胞核,遗传物质即所谓的 DNA 就在细胞核中,而双螺旋结构的 DNA 是基因的载体,基因的改变,实际上就是 DNA 的改变。

通过改变生物的基因,能够提高作物的产量或者抗病虫害的能力。我国著名的杂交水稻培育专家袁隆平教授,就是通过杂交技术来提高水稻的产量的,这实际上就是“选择性繁殖”技术的应用。运用选择性繁殖这种技术,人们已经创造出了许多新品种,包括从杂色的玫瑰到巨大的南瓜,再到一年生长两季并且具有非常高的抗病性的小麦。作为观赏鱼类的金鱼,也是古代中国人通过长期的有意识的选择性培育、繁殖带花色的鲤鱼而产生的新品种。

转基因技术同样会改变生物的基因,但也需要人们去选择一些比较有用的生物特性。转基因技术是对杂交技术的一次飞跃,因为转基因技术可以实现基因在不同物种之间的传递和流动,而且由于转基因技术转移的基因更明确,更有目的性,可以最大限度地避免传统杂交带来的不良基因的表达。将人工分离和修饰过的基因导入到生物体基因组中,由于导入基因的表达,引起生物体的性状的可遗传的修饰,这一技术称之为转基因技术。人们常说的“遗传工程”、“基因工程”、“遗传转化”均为转基因的同义词。经转基因技术修饰的生物体在国外媒体上常被称为“遗传修饰过的生物体”(简称 GMO)。换言之,转基因技术是指利用分子生物学技术,将某些具有优良性状的基因转移到其他物种中,从而改造生物的遗传物质,使之在性状、营养和消费品质等方面向人类需要的目标转变。

基因工程技术允许科学家们将一段特定的遗传因子嵌入到植物或动物体中,避免经受选择性繁殖实验的缓慢过程。因此,相比

于选择性繁殖来讲,基因工程技术筛选优良品种的周期更短,利用基因工程,可以很容易地进行物种的杂交(例如,你可以创造一种能够产生人类胰岛素的植物)。现在,这项技术已经标准化,并且基因可以很容易地进行移接。

在植物转基因技术领域,我们按遗传转化的方法把是否需要通过组织培养再生植株而把植物转基因方法分成两大类:第一类需要通过组织培养再生植株,常用的方法有农杆菌介导转化法、基因枪介导转化法;另一类方法不需要通过组织培养,目前比较成熟的主要有花粉管通道法。下面将向你简要介绍农杆菌介导转化法、基因枪介导转化法和花粉管通道法这几类最常用的植物转基因技术。

1. 农杆菌介导转化法

农杆菌是普遍存在于土壤中的一种革兰氏阴性细菌,它能在自然条件下趋化性地感染大多数双子叶植物的受伤部位,并诱导产生冠瘿瘤或发状根。根癌农杆菌和发根农杆菌细胞中分别含有 Ti 质粒和 Ri 质粒,其上有一段 T-DNA,农杆菌通过侵染植物伤口进入细胞后,可将 T-DNA 插入到植物基因组中。因此,农杆菌是一种天然的植物遗传转化体系。人们将目的基因插入到经过改造的 T-DNA 区,借助农杆菌的感染实现外源基因向植物细胞的转移与整合,然后通过细胞和组织培养技术,再生出转基因植株。

农杆菌介导法起初只被用于双子叶植物中,近年来,农杆菌介导转化在一些单子叶植物(尤其是水稻)中也得到了广泛应用。

2. 基因枪介导转化法

利用火药爆炸或高压气体加速(这一加速设备被称为基因枪),将包裹了带目的基因的 DNA 溶液的高速微弹直接送入完整的植物组织和细胞中,然后通过细胞和组织培养技术,再生出植株,其中转基因阳性植株即为转基因植株。与农杆菌转化相比,基

因枪转化的一个主要优点是不受受体植物范围的限制,而且其载体质粒的构建也相对简单,因此也是目前转基因研究中应用较为广泛的一种方法。

3.花粉管通道法

在授粉后向子房注射含目的基因的 DNA 溶液,利用植物在开花、受精过程中形成的花粉管通道,将外源 DNA 导入受精卵细胞,并进一步地被整合到受体细胞的基因组中,随着受精卵的发育而成为带转基因的新个体。该方法于 20 世纪 80 年代初期由我国学者周光宇提出,目前我国推广面积最大的转基因抗虫棉就是用花粉管通道法培育出来的。该法的最大优点是不依赖组织培养人工再生植株,技术简单,不需要装备精良的实验室,常规育种工作者易于掌握。

动物转基因技术虽然和植物转基因技术有着同样的原理,但有着极为不同的方法,人们常用的动物转基因技术有以下几类:

(1)显微注射法。在显微镜下,用一根极细的玻璃针(直径 1~2 微米)直接将 DNA 注射到胚胎的细胞核内,再把注射过 DNA 的胚胎移植到动物体内,使之发育成正常的幼仔。

(2)体细胞核移植方法。先在体外培养的体细胞中进行基因导入,筛选获得带转基因的细胞。然后,将带转基因体细胞移植到去掉细胞核的卵细胞中,生产重构胚胎。重构胚胎经移植到母体中,产生的仔畜百分之百是转基因动物。

回顾转基因技术的发展历程,我们认识到,转基因理论和技术诞生于实验室,发展于高度商品化的市场经济当中,而且逐渐为人们所接受,从而走进了千家万户平常人家,不知不觉地改变着我们的生活。

第三节 转基因技术和杂交、克隆等技术的区别

自从人类耕种作物以来,就从未停止过作物的遗传改良。过去的几千年里农作物改良的方式主要是对自然突变产生的优良基因和重组体的选择和利用,通过随机和自然的方式来积累优良基因。遗传学创立后近百年的动植物育种则是采用人工杂交的方法,进行优良基因的重组和外源基因的导入而实现遗传改良。

转基因技术与传统育种技术是一脉相承的,其本质都是通过获得优良基因进行遗传改良,但在基因转移的范围和效率上,两者有两点重要区别:第一,传统技术一般只能在生物种内个体间实现基因转移,而转基因技术所转移的基因则不受生物体内亲缘关系的限制。第二,传统的杂交和选择技术一般是在生物个体水平上进行,操作对象是整个基因组,所转移的是大量的基因,不可能准确地对某个基因进行操作和选择,对后代的表现预见性较差。转基因技术所操作和转移的一般是经过明确定义的基因,功能清楚,后代表现可准确预期。因此,转基因技术是对传统技术的发展和补充,将两者紧密结合,可相得益彰,大大地提高动植物品种改良的效率。

克隆是指从一个祖先通过细胞的无性繁殖形成的、基因型完全相同的后代个体。克隆作为名词使用时,是指从一个祖先通过无性繁殖产生后代;当作为动词使用时,是指产生克隆个体的操作过程。

克隆技术则是指从众多的基因或细胞群体中,通过选择和无性繁殖获得目的基因或细胞的技术操作。克隆可根据其研究或操作的层次分为:基因克隆、细胞克隆和个体克隆三大类。基因克隆