

GUONEIWAI  
ZHUANJIYIN ZHIWU  
YANFA XIANZHUANG  
YU ZHONGGUO FAZHAN DUICE

# 国内外转基因植物 研发现状与中国发展对策

■ 王德平 王丽伟 / 著

安徽大学出版社

GUONEIWAI  
ZHUANJIYIN ZHIWU  
YANFA XIANZHUANG  
YU ZHONGGUO FAZHAN DUICE

# 国内外转基因植物 研发现状与中国发展对策

■ 王德平 王丽伟 / 著

安徽大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

国内外转基因植物研发现状与中国发展对策/  
王德平、王丽伟著. —合肥:安徽大学出版社, 2006. 7

ISBN 7-81110-129-7

I. 国... II. ①王... ②王... III. 植物—外源—  
遗传工程—研究 IV. Q943.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 046235 号

## 国内外转基因植物 研发现状与中国发展对策

王德平 王丽伟 著

---

|      |                        |     |                   |
|------|------------------------|-----|-------------------|
| 出版发行 | 安徽大学出版社                | 经 销 | 新华书店              |
|      | (合肥市肥西路3号 邮编 230039)   | 印 刷 | 肥西新华书刊印刷厂         |
| 联系电话 | 编辑室 0551-5106428       | 开 本 | 850×1168 1/32     |
|      | 发行部 0551-5107784       | 印 张 | 4.75              |
| 电子信箱 | ahdxchps@mail.hf.ah.cn | 字 数 | 100 千             |
| 网 址  | www.ahupress.com.cn    | 版 次 | 2006 年 7 月第 1 版   |
| 责任编辑 | 李镜平 周逸辛                | 印 次 | 2006 年 7 月第 1 次印刷 |
| 封面设计 | 孟献辉                    |     |                   |

---

ISBN 7-81110-129-7/Q·2

定价 15.00 元

如有影响阅读的印装质量问题,请与出版社发行部联系调换

## 作者简介

**王德平** 男,汉族,1963年4月生,1986年毕业于安徽农业大学农学专业,获农学学士;2005年毕业于中国农业科学院研究生院农业经济管理专业,获博士学位。

1986年至2003年3月,在中国农业部科技司工作,2003年4月调至科技部中国生物技术发展中心工作。

在工作中,参与和组织有关农业科技推广、科技成果、知识产权、科研计划管理以及有关政策法规、战略研究、发展规划等工作。曾主管农业科技推广、科技成果、植物新品种保护、国家863农业生物技术、国家转基因植物研究专项等有关国家级、部级计划或奖励的组织、实施和管理工作;在《农民日报》、《光明日报》、《农业科技管理》等报刊杂志发表文章20多篇,参与《中国农业生物技术发展报告》、《中国农业年鉴》、《中国植物新品种保护考试大纲》等书籍的撰写工作。



# 前 言

分子生物学的诞生及现代生物技术的兴起是 20 世纪生命科学领域最伟大的事件,世纪之交基因组学研究的一系列突破又推动生物技术进入了更加迅猛发展的新阶段。包括植物、动物和微生物生物技术在内的农业生物技术已经成为新的农业科技革命的强大动力,不仅能在本世纪前 20 年全面建设小康社会,加快实现传统农业向现代农业跨越发展中发挥重要作用,而且将成为 21 世纪解决食物安全、人民健康、环境污染、资源枯竭、生态破坏、能源短缺等困扰人类生存与发展的一系列重大问题的重要科技支撑,成为继信息领域后全球战略发展的重点领域。

21 世纪是生物技术的世纪,谁占据生物技术优势地位,谁就会在未来生物经济时代占据主导或优势地位。转基因植物研究和开发是现代生物技术的重要内容之一,对当今和未来世界农业的发展都会产生重大影响。

转基因植物或称遗传修饰生物 (Genetically modified organism, 简称 GMO), 是经转基因技术改造的植物。转基因技术是指将人工分离或修饰的基因 (外源基因) 导入植物细胞, 经培养诱导分化出完整的植株, 外源基因在这些植株或其后代中表达, 从而引起植物体性状发生可遗传改变的技术。

笔者在分析了国内外转基因植物发展与当前政策之间的内在联系及规律的同时, 提出能保障我国转基因植物研究与开发稳步发展的主要措施; 分析了我国今后转基因植物的研发重点和方向。

本书共分为 5 章: 第 1 章 全球转基因植物研发比较与发展趋势; 第 2 章 中国转基因植物的研究与开发进展; 第 3 章 转基因植物对中国农业和国民经济发展的意义; 第 4 章 世界各国发展现代生物技术及其产业的主要举措; 第 5 章 中国转基因植物研究开发对策。

# 目 录

|                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| 前 言 .....                                  | I  |
| 第 1 章 全球转基因植物研发比较与发展趋势 .....               | 1  |
| 1.1 全球转基因植物历年种植面积比较与分析 .....               | 1  |
| 1.1.1 转基因植物全球种植面积变化情况 .....                | 1  |
| 1.1.2 发展中国家和发达国家的转基因植物种植情况 .....           | 2  |
| 1.1.3 世界各国的转基因植物种植面积 .....                 | 3  |
| 1.1.4 全球范围内各种转基因植物的种植情况 .....              | 5  |
| 1.1.5 转基因植物的性状改良及种植情况 .....                | 12 |
| 1.1.6 全球对转基因植物的采用情况 .....                  | 13 |
| 1.1.7 转基因植物的市场价值 .....                     | 16 |
| 1.2 国际转基因植物未来发展趋势 .....                    | 16 |
| 1.2.1 转基因植物面积逐年增长 .....                    | 16 |
| 1.2.2 以转基因为重点的农业生物技术已成为各国<br>政府支持的重点 ..... | 17 |
| 1.2.3 转基因植物产业已成为新的经济增长点 .....              | 18 |

|                                  |                                            |           |
|----------------------------------|--------------------------------------------|-----------|
| 1.2.4                            | 转基因植物的产业开发, 农业生物技术产业<br>向重组、并购和规模化发展 ..... | 19        |
| 1.2.5                            | 对转基因植物安全性的认识正逐步达成共识 .....                  | 19        |
| 1.2.6                            | 转基因植物研究向更深和更广的领域发展 .....                   | 20        |
| 1.3                              | 本章结语 .....                                 | 23        |
| <b>第2章 中国转基因植物的研究与开发进展 .....</b> |                                            | <b>24</b> |
| 2.1                              | 中国与植物有关的重要功能基因研究进展 .....                   | 24        |
| 2.1.1                            | 抗虫基因研究 .....                               | 25        |
| 2.1.2                            | 抗病相关基因研究 .....                             | 27        |
| 2.1.3                            | 抗逆相关基因研究 .....                             | 29        |
| 2.1.4                            | 生长发育相关基因研究 .....                           | 31        |
| 2.1.5                            | 产量及品质基因研究 .....                            | 34        |
| 2.1.6                            | 达到国际先进水平抗除草剂基因的分离与<br>克隆 .....             | 35        |
| 2.2                              | 中国转基因植物的研发情况 .....                         | 36        |
| 2.2.1                            | 国产抗虫棉的研发 .....                             | 37        |
| 2.2.2                            | 转基因水稻的研发 .....                             | 48        |
| 2.2.3                            | 转基因油菜的研发 .....                             | 58        |
| 2.2.4                            | 转基因杨树的研究 .....                             | 61        |
| 2.2.5                            | 转基因玉米的研发 .....                             | 63        |
| 2.2.6                            | 转基因小麦的研发 .....                             | 64        |
| 2.2.7                            | 转基因大豆的研发 .....                             | 65        |
| 2.2.8                            | 研制出一批抗病虫、抗旱、耐盐碱和品质改良的<br>转基因牧草、花卉和果树 ..... | 65        |
| 2.3                              | 本章结语 .....                                 | 67        |



---

|                                                     |           |
|-----------------------------------------------------|-----------|
| <b>第 3 章 转基因植物对中国农业和国民经济发展的<br/>重要意义 .....</b>      | <b>68</b> |
| 3.1 中国农业所面临的挑战 .....                                | 69        |
| 3.1.1 农产品安全面临的挑战 .....                              | 69        |
| 3.1.2 食物质量和食品安全面临的挑战 .....                          | 72        |
| 3.1.3 农业生产与可持续发展所面临的挑战 .....                        | 72        |
| 3.2 发展转基因植物的目的和意义 .....                             | 73        |
| 3.2.1 转基因植物是保障中国粮食安全可预见的最佳<br>选择 .....              | 74        |
| 3.2.2 转基因植物是大规模大幅度改善生态环境的<br>根本出路 .....             | 75        |
| 3.2.3 转基因植物是减少农业污染、保证食品安全、<br>提高农业生产效率的有效途径之一 ..... | 76        |
| 3.2.4 转基因植物是大规模开发和利用生物质资源<br>的重要基础 .....            | 77        |
| 3.2.5 植物抗逆和营养高效利用转基因植物技术与<br>产业化已成为国际竞争焦点之一 .....   | 78        |
| 3.2.6 中国已具备开展转基因植物的研究条件 .....                       | 80        |
| 3.3 本章结语 .....                                      | 83        |
| <b>第 4 章 世界各国发展现代生物技术及其产业的<br/>主要举措 .....</b>       | <b>84</b> |
| 4.1 美 洲 .....                                       | 85        |
| 4.1.1 美国:力争世界第一 .....                               | 85        |
| 4.1.2 加拿大:欲为世界先 .....                               | 88        |

|                                      |            |
|--------------------------------------|------------|
| 4.2 欧洲 .....                         | 89         |
| 4.2.1 英国:生物技术制胜 .....                | 91         |
| 4.2.2 德国:发展生物科技,保持国家竞争力 .....        | 94         |
| 4.2.3 法国:加速发展生物技术产业 .....            | 95         |
| 4.2.4 芬兰:首要发展生物技术 .....              | 96         |
| 4.3 亚洲 .....                         | 97         |
| 4.3.1 日本:生物产业立国 .....                | 97         |
| 4.3.2 新加坡:跻身生物技术顶尖行列 .....           | 99         |
| 4.3.3 印度:欲为生物产业大国 .....              | 100        |
| 4.3.4 韩国:培养生物产业 .....                | 102        |
| 4.3.5 马来西亚:打造“生物谷” .....             | 103        |
| 4.3.6 泰国:建“千亿元产业” .....              | 104        |
| 4.3.7 以色列:生物技术列入国家产业发展日程 .....       | 105        |
| 4.4 本章结语 .....                       | 109        |
| <b>第5章 中国转基因植物研究开发对策 .....</b>       | <b>111</b> |
| 5.1 转基因植物研发中存在的主要问题 .....            | 111        |
| 5.2 转基因植物研发的指导思想、总体目标<br>和重点任务 ..... | 113        |
| 5.2.1 指导思想 .....                     | 113        |
| 5.2.2 总体目标 .....                     | 114        |
| 5.2.3 重点任务 .....                     | 116        |
| 5.3 转基因植物研发的组织管理措施 .....             | 131        |
| 5.4 转基因植物研发的预期经济和社会效益 .....          | 133        |
| 5.5 本章结语 .....                       | 135        |
| <b>主要参考文献 .....</b>                  | <b>137</b> |
| <b>致 谢 .....</b>                     | <b>141</b> |

# 第 1 章

## 全球转基因植物 研发比较与发展趋势

转基因技术突破了物种间不能杂交的局限,在现代农业生物技术的发展中占据了突出的地位。自 20 世纪末出现以来,已经显示出了巨大的应用前景和商业价值。上世纪 80 年代初,世界上第一例转基因植物诞生。迄今为止,据不完全统计,转基因研究至少在 35 科 120 种植物中获得了成功,所涉及的性状包括抗虫、抗病毒、抗细菌、抗真菌、抗除草剂、抗逆境、品质改良,以及对生长发育的调控以提高产量潜力等。全球共有 50 多类转基因植物产品被批准投入商品化生产,其中抗除草剂、抗虫等转基因大豆、玉米、棉花、油菜等多种植物已大面积商业化种植。

### 1.1 全球转基因植物历年 种植面积比较与分析

#### 1.1.1 转基因植物全球种植面积变化情况

1996 年至 2004 年,转基因植物全球种植面积连续 9 年

保持 15% 以上的增长率(除 2002 年增长 12% 外)。2004 年, 17 个国家的 825 万名农场主种植了 8100 万公顷转基因植物, 比 2003 年的种植面积增长了近 20%, 增加 1330 万公顷。转基因植物全球范围的持续快速增长, 反映了发达国家和发展中国家的大、小农场主, 以及消费者和全社会普遍认识到其在提高农业生产率、保护环境和提高经济效益、人类健康水平和社会福利等方面的巨大作用。

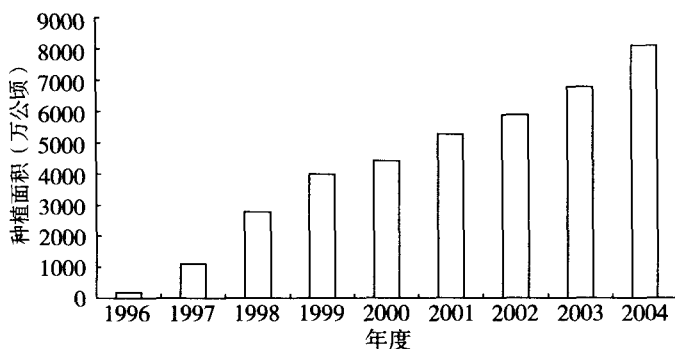


图 1.1 1996~2004 年全球转基因植物种植情况

### 1.1.2 发展中国家和发达国家的转基因植物种植情况

1996 年至 2004 年的 9 年间, 转基因植物的全球种植面积增加了 47 倍, 从 1996 年的 170 万公顷增加到了 2004 年的 8100 万公顷; 其中, 发展中国家的种植面积所占比例有所提高。在 2004 年全球转基因植物的种植面积里, 发展中国家超过三分之一, 且其发展势头持续走强。值得注意的是, 2003 年至 2004 年转基因植物的绝对增长量中, 发展中国家(720

万公顷)首次超过发达国家(610 万公顷)。

### 1.1.3 世界各国的转基因植物种植面积

2004 年转基因植物的主要种植国家有 14 个,种植转基因植物面积占全球转基因植物面积的 99%;现在,这 14 个国家种植的转基因植物面积都超过了 5 万公顷,这反映了水平领先的转基因植物种植国家的广泛参与。其中,美国种植了 4760 万公顷(占全球种植总面积的 59%),阿根廷 1620 万公顷(20%),加拿大 540 万公顷(6%),巴西 500 万公顷(6%),中国 370 万公顷(5%),巴拉圭 120 万公顷,印度 50 万公顷,南非 50 万公顷,乌拉圭 30 万公顷,澳大利亚 20 万公顷,罗马尼亚 10 万公顷,墨西哥 10 万公顷,西班牙 10 万公顷,菲律宾 10 万公顷。中国抗虫棉(Bt cotton)的种植面积持续 7 年增长,2004 年为 370 万公顷,占 2004 年棉花种植总面积的 65%。2004 年美国转基因大豆、棉花和玉米面积分别占三种作物种植总面积的 85%、76% 和 45%,转基因作物所占比例多年均增长。

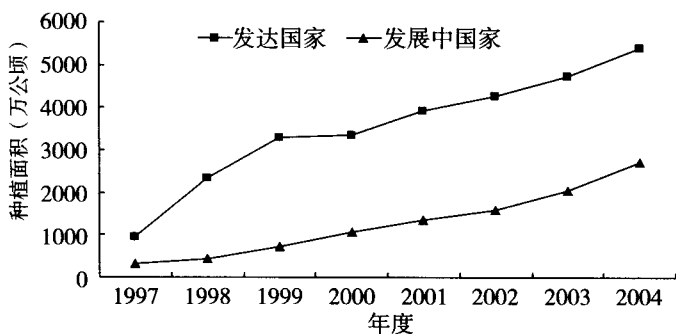


图 1.2 1997~2004 年发达国家和发展中国家的转基因植物种植情况

表 1.1 世界各国的转基因植物种植面积变化情况比较 (万公顷)

| 国家   | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 美国   | 150  | 810  | 2050 | 2870 | 3030 | 3570 | 3900 | 4280 | 4760 |
| 阿根廷  | 10   | 140  | 430  | 670  | 1000 | 1180 | 1350 | 1390 | 1620 |
| 加拿大  | 10   | 130  | 280  | 400  | 300  | 320  | 350  | 440  | 540  |
| 巴西   | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 300  | 500  |
| 中国   | —    | —    | <10  | 30   | 50   | 150  | 210  | 280  | 370  |
| 巴拉圭  | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 120  |
| 南非   | —    | —    | <10  | 10   | 20   | 20   | 30   | 40   | 50   |
| 印度   | —    | —    | —    | —    | —    | —    | <10  | 10   | 50   |
| 乌拉圭  | —    | —    | —    | —    | <10  | <10  | <10  | <10  | 30   |
| 澳大利亚 | <10  | 10   | 10   | 10   | 20   | 20   | 10   | 10   | 20   |
| 罗马尼亚 | —    | —    | —    | <10  | <10  | <10  | <10  | <10  | 10   |
| 西班牙  | —    | —    | <10  | <10  | <10  | <10  | <10  | <10  | 10   |
| 墨西哥  | <10  | <10  | 10   | <10  | <10  | <10  | <10  | <10  | 10   |
| 哥伦比亚 | —    | —    | —    | —    | —    | —    | <10  | <10  | <10  |
| 洪都拉斯 | —    | —    | —    | —    | —    | —    | <10  | <10  | <10  |
| 德国   | —    | —    | —    | —    | <10  | <10  | <10  | <10  | <10  |
| 法国   | —    | —    | <10  | <10  | <10  | —    | —    | —    | —    |
| 乌克兰  | —    | —    | —    | <10  | —    | —    | —    | —    | —    |
| 菲律宾  | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | <10  | 10   |
| 总计   | 170  | 1100 | 2780 | 3990 | 4420 | 5260 | 5870 | 6770 | 8100 |

阿根廷 2004 年转基因植物的种植面积增加 230 万公顷, 其中耐除草剂大豆和抗虫玉米的增长强劲。美国 2004 年的转基因作物面积增长了 11%(480 万公顷), 反映出了抗虫和耐除草剂玉米的增长势头, 且耐除草剂大豆持续增长。转基因



因作物种植国家数量持续增加,1996年为6个,1998年为9个,2001年为13个,到2004年增至17个。

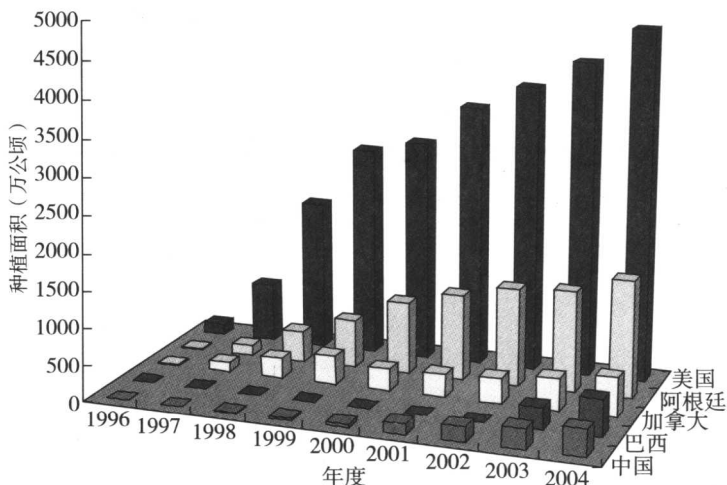


图 1.3 1996~2004 年期间世界转基因植物种植面积  
前 5 位国家的转基因植物种植面积变化情况

#### 1.1.4 全球范围内各种转基因植物的种植情况

从全球来看,2004年,4种主要商业化转基因植物的种植面积仍持续增长:转基因大豆 4840 万公顷(占转基因植物全球种植面积的 60%),比 2003 年的 4140 万公顷增长 15%;转基因玉米种植了 1930 万公顷(占转基因作物全球种植面积的 23%),比 2003 年的 1550 万公顷增长 25%。2004 年转基因棉种植面积为 900 万公顷(占转基因植物全球种植面积的 11%),比 2003 年 720 万公顷增长 25%;转基因油菜占了 430

万公顷(占转基因植物全球种植面积的6%),比2003年的360万公顷增长20%。2004年,转基因植物种植面积占全球耕地总面积15亿公顷的5%。以美国为例,1994—2004年共批准玉米、棉花、油菜、大豆等60多个商品化的转基因作物新品种。

表 1.2 全球各种转基因植物的种植面积变化情况 (万公顷)

| 作物     | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 大豆     | 50   | 510  | 1450 | 2160 | 2580 | 3330 | 3650 | 4140 | 4840 |
| 玉米     | 30   | 320  | 830  | 1110 | 1030 | 980  | 1240 | 1550 | 1930 |
| 棉花     | 80   | 140  | 250  | 370  | 530  | 680  | 680  | 720  | 900  |
| Canola | 10   | 120  | 240  | 340  | 280  | 270  | 300  | 360  | 430  |
| 南瓜     | —    | —    | —    | <10  | <10  | <10  | <10  | <10  | <10  |
| 番木瓜    | —    | —    | —    | <10  | <10  | <10  | <10  | <10  | <10  |
| 马铃薯    | <10  | <10  | <10  | <10  | <10  | <10  | —    | —    | —    |

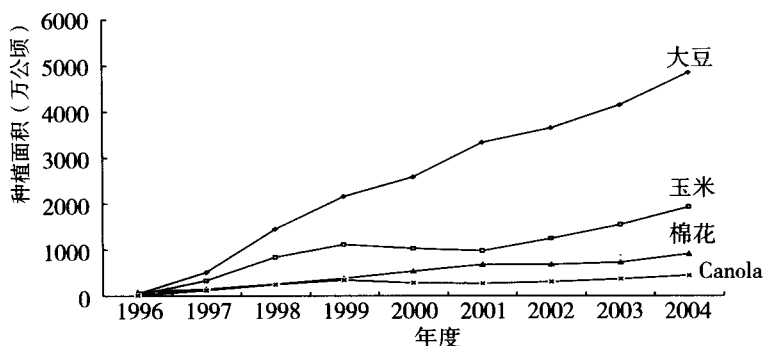


图 1.4 大豆等 4 种主要转基因植物的全球种植面积变化情况

表 1.3 1994~2004 年美国 FDA 批准的转基因作物新品种

| 作物       | 转基因              | 基因功能                | 品种名                      | FDA<br>批准日期  | 界定<br>使用范围    | 培育公司                            |
|----------|------------------|---------------------|--------------------------|--------------|---------------|---------------------------------|
| 玉米       | Cry1F<br>PAT     | 抗鳞翅目<br>昆虫;<br>耐草丁膦 | Event<br>TC6275          | 2004. 6. 30  | 人类食物和<br>动物饲料 | Mycogen 种子<br>公司和 Dow<br>农业科学公司 |
| 糖用<br>甜菜 | EPSPS            | 耐草甘膦                | Event<br>H7-1            | 2004. 8. 17  | 人类食物和<br>动物饲料 | 孟山都公司                           |
| 棉花       | Cry1F<br>PAT     | 抗鳞翅目<br>昆虫;<br>耐草丁膦 | Event<br>281-24-236      | 2004. 5. 10  | 人类食物和<br>动物饲料 | Mycogen 种子<br>公司和 Dow<br>农业科学公司 |
| 小麦       | EPSPS            | 耐草甘膦                | MON71800                 | 2004. 7. 22  | 人类食物和<br>动物饲料 | 孟山都公司                           |
| 棉花       | PAT              | 耐草丁膦                | LLCotton25               | 2003. 4. 2   | 人类食物和<br>动物饲料 | Bayer 植物<br>科学公司                |
| 玉米       | EPSPS            | 耐草甘膦                | Event<br>ASR368          | 2003. 9. 23  | 动物饲料          | 孟山都公司                           |
| 油菜       | EPSPS<br>GOX     | 耐草甘膦                | GT200                    | 2002. 9. 5   | 动物饲料          | 孟山都公司                           |
| 棉花       | Cry2ab<br>CryIac | 抗鳞翅目<br>昆虫          | 15985                    | 2002. 7. 18  | 动物饲料          | 孟山都公司                           |
| 棉花       | 修饰过的<br>Cry3Bb1  | 抗鞘翅目<br>昆虫          | Mon863                   | 2001. 12. 31 | 动物饲料          | 孟山都公司                           |
| 棉花       | Cry1f<br>PAT     | 抗鳞翅目<br>昆虫;<br>耐草丁膦 | 1507                     | 2001. 5. 18  | 人类食物和<br>动物饲料 | Dow 农业<br>科学公司                  |
| 棉花       | EPSPS            | 抗鳞翅目<br>昆虫;<br>耐草甘膦 | NK603                    | 2000. 10. 18 | 人类食物和<br>动物饲料 | 孟山都公司                           |
| 棉花       | Barnase<br>PAT   | 雄性不育;<br>耐草丁膦       | MS6                      | 2000. 4. 4   | 人类食物和<br>动物饲料 | Aventis 植物<br>科学公司              |
| 水稻       | PAT              | 耐草丁膦                | LLRICE E06<br>LLRICE E62 | 2000. 8. 31  | 人类食物和<br>动物饲料 | Aventis 植物<br>科学公司              |