

Transgenic Crops and Our Life

转基因作物 我们的生活

国家农业生命科学技术科普基地 编



转基因技术真的是洪水猛兽吗？
转基因产品的安全性到底有没有保障？

转基因专家帮你解开重重谜团，
告诉你真实的转基因！



科学出版社

国家自然科学基金科普项目（30920003）资助出版

Transgenic Crops **转基因作物** **与我们的生活** and Our Life



国家农业生命科学技术科普基地 编

科学出版社

北 京

图书在版编目(CIP)数据

转基因作物与我们的生活 / 国家农业生命科学技术科普基地编.
—北京: 科学出版社, 2011
ISBN 978-7-03-031915-9

I. ①转… II. ①国… III. ①转基因植物: 作物—普及读物
IV. ①S33-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第145968号

责任编辑: 席 慧 甄文全 刘俊来 丛 楠 / 责任校对: 林青梅
责任印制: 张克忠 / 封面设计: 耕者设计工作室

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>

北京天时彩色印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011年8月第 一 版 开本: A5 (890×1240)

2011年8月第一次印刷 印张: 3 7/8

印数: 1—10 000 字数: 120 000

定价: 25.00元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)



编写人员名单

金安江 张启发 林拥军

彭光芒 陈 浩



PREFACE

前言

纵观人类历史发展进程，从来没有哪一项新技术具有像转基因技术那样“传奇般”的遭遇。一方面，世界上的许多国家都高度重视转基因技术的研究并积极推动其产业化进程，使得它在短短二十多年的时间里，以加速度扩展的态势迅速覆盖到与人们生产生活有直接关系的绝大多数生命有机体领域。另一方面，它又引发了全球范围内的关于其应用安全性和推广必要性的持续争论，多数人对相关科学知识不甚了解，公众在态度取向上也出现了明显的分化。转基因技术到底是造福人类的生物高新技术，还是像有的人所描述的作恶多端的“洪水猛兽”？这是一个与我们的生活密切相关，值得我们每一个人关注的重要话题。

从转基因技术的研发实践来看，生产转基因作物是转基因技术应用最为成熟和产业化程度最高的领域。据此，由行业科技人员、科技传播研究者和艺术设计专业人员集体创作，按照“认识转基因作物、转基因作物的研发与产业化、转基因食品的安全性、基因与转基因技术”层次递进的逻辑顺序，我们编写了一本希望能够揭开转基因的“神秘面纱”、吸引和促进公众对相关知识了解的科普读物，从科学角度消除大家对一些焦点问题的疑虑，使人们能够客观、理性地



认识转基因作物及其食品安全性，同时也试图为大家提供一种关于新技术科学认知态度的视角。本书力图体现两个方面的特点：一是以科学为依据，以事实为基础，将积极、客观、辩证的传播原则贯穿于全文；二是在表现形式上力求文字精练、图文并茂、形式活泼，科学性与可读性兼顾。

本书在编写的过程中得到了许多人的大力支持，中国农业科学院范云六院士、北京大学生命科学院李毅教授、华南农业大学资源环境学院李华平教授、内蒙古大学生命科学院哈斯阿古拉教授提供了相关图片，华中农业大学艺术设计专业张权老师、徐旻老师、杜静怡老师、邓涛同学、刘巧玲同学绘制了相关漫画和图表，中国农业大学食品科学与工程学院黄昆仑教授、华中农业大学食品科学技术学院刘晓宇博士、华中农业大学生物科学传媒中心旷乐老师、科学出版社相关编辑提出了修改意见，在此表示诚挚的谢意。

作为科技工作者，普及科学知识、传播科学思想是我们的社会责任。编者希望本书的出版发行，能为提高公众在现代生物技术领域的科学认知，构建良性的社会舆论环境，促进转基因技术的健康发展，进而更好地为造福人类社会贡献一点力量。

编 者

2011年3月于武汉华中农业大学

CONTENTS

目录

前言

第1章 认识转基因作物	1
1.1 转基因作物研发的标志性事件	2
1.2 转基因作物的特点与功能	4
1.3 功能多样的转基因作物	5
1.3.1 具有特定抗性的转基因作物	5
1.3.2 延长果实储藏期的转基因作物	11
1.3.3 改良品质的转基因作物	12
1.3.4 作为生物反应器的转基因作物	17
1.3.5 营养高效利用的转基因作物	20
1.3.6 改良环境的转基因植物	22
1.4 目前获准进入市场的转基因作物	23
1.5 转基因作物的培育	24
第2章 转基因作物的研发与产业化	26
2.1 当前转基因作物研究领域的热点	27



2.2	国际上转基因作物的发展态势	29
2.3	我国转基因作物的发展情况	33
2.4	转基因作物与基因经济	35
2.5	转基因作物与第二次绿色革命	40
2.6	我国现有作物生产中面临的七大问题	45

第3章 转基因食品的安全性

51

3.1	功能众多的转基因食品	52
3.2	对食品安全性概念的理解	53
3.3	转基因食品的的安全性评价原则	55
3.4	转基因食品的的安全性评价内容	57
3.5	转基因作物获准进入市场有十分严格的 程序	62
3.6	转基因食品可以让许多传统自然食品更安全 和更健康	65
3.7	对转基因食品安全性长期效应的认识	68
3.8	国际上对转基因食品安全性发生争议根源 复杂	71
3.9	国际上对转基因产品的态度及安全管理 政策	73

第4章 基因与转基因技术	78
4.1 基因的本质与功能	79
4.2 转基因技术的含义	82
4.3 转基因技术与传统技术是一脉相承的	84
4.4 几种常用的作物转基因方法	88
4.4.1 农杆菌介导转化法	88
4.4.2 基因枪介导的转化法	89
4.4.3 花粉管通道法	91
4.5 转基因技术的用途	92
4.6 转基因技术未来的发展方向	92
4.7 对转基因技术风险性的认识	93
附录1 全球七大科学院联合声明支持转基因技术	96
附录2 科学家支持农业生物技术的声明	97
附录3 科学时报:转基因农作物安全性典型争议事件溯源	99
附录4 咨询动态:获得安全证书的转基因抗虫水稻品系具有 自主知识产权	107
参考资料	109
参考网址	112

第 1 章

认识转基因作物



提起转基因作物和转基因产品，大家也许已不再陌生。因为在信息高度发达的今天，有很多渠道在传播着关于它们的话题。但若说它们就在我们身边，肯定会令不少人惊讶。而事实就是这样的，它们如潮水般滚滚而来，已经渗透到我们生活的方方面面，并正对我们的生活方式和生活质量产生着深刻影响。



延伸阅读：作物与转基因作物

作物是指人类所栽培的对人类有利用价值的各种植物，主要包括谷物、豆类、薯类等粮食作物，蔬菜、瓜果、花卉等园艺作物以及纤维类、油料类、饮料类等经济作物。

转基因作物是指科研人员在实验室中通过对作物基因进行修饰的办法（转基因技术）培育出的具备新特征的作物。

1.1 转基因作物研发的标志性事件

在转基因作物研发的历程中，有一系列影响深远的标志性事件，不断地把转基因作物的研究和产业化向前推进。



转基因作物研发的标志性事件

1973年	美国斯坦福大学的斯坦利·科恩(Stanley N. Cohen)教授首次开发成功转基因技术。
1983年	世界首例转基因植物——抗病毒转基因烟草在美国华盛顿大学培育成功，标志着人类利用转基因技术改良农作物的开始。
1986年	转基因农作物在美国获得批准进入田间试验。
1994年	美国Calgene公司培育的延熟保鲜转基因番茄被美国农业部和食品与药物管理局批准商品化生产，这是被批准上市的世界第一例转基因作物。
1996年	美国最早开始商业化生产和销售转基因作物(包括大豆、玉米、油菜、土豆和番茄)。
1997年	转基因作物开始在南美洲和亚洲的一些国家大规模推广种植。
2005年	种植转基因作物的国家从最初的6个增加到21个。
2006年	全球转基因农作物种植面积首次超过1亿公顷，达到1.02亿公顷，种植农户数首次突破1000万大关；1996年到2006年的累积种植面积超过5亿公顷，达到5.77亿公顷，实现了60倍的增长。
2007年	种植转基因作物的发展中国家数首次超过了发达国家数，分别为12个和11个，而发展中国家的增长率是工业化国家的3.5倍(21%比6%)；同时，从转基因作物种植中受益的发展中国家的农民人数也是首次突破1000万。
2009年	全球种植转基因农作物1.34亿公顷；而在各类作物种植中，转基因大豆首次达3/4，转基因棉花占近1/2，转基因玉米超过1/4，转基因油菜超过1/5。特别是，中国政府颁发了抗虫转基因水稻和转基因酸酶基因玉米安全证书。这被国际农业生物技术应用服务组织(ISAAA)主席克莱夫·詹姆斯(Clive James)誉为“是一项里程碑式的决策”。

1.2 转基因作物的特点与功能

迄今为止，全世界成功获得的转基因植物，据统计至少有35科、200多种，包括粮食、蔬菜、水果、林木、花卉等，目前商品化种植的转基因植物主要集中在4类作物：大豆、玉米、棉花和油菜。转基因的性状多数是在抗虫、抗病、抗除草剂、抗逆境、品质改良、生长发育调控、产量潜力及药物生产等方面。根据转基因的特性，转基因作物分为三代。

第一代集中在输入特性（input trait）方面，主要目的是降低耕种成本、节约劳力、增加作物产量以及减少化学农药的使用等。抗性作物均属于第一代转基因作物，其主要受益者是农民，同时可减少化学农药给环境带来的污染。

第二代集中在输出特性（output trait）方面，主要目的是提高作物的品质，能让消费者直接受益，如增加食物的营养，改善食物的口感，减少食物中的反式脂肪酸，消除食物中的有毒、过敏成分，提高油料作物的含油量等。

第三代集中在传统功能以外的其他方面（value-added trait），主要是为了实现特定目的而使作物产生特殊的化学物质，如药用作物、生物燃料作物、含有生物降解物质的作物等。



延伸阅读：反式脂肪酸

反式脂肪酸又名氢化脂肪酸，英文为trans fatty acid，在食品包装袋配料表中有人造奶油、植脂末、氢化植物油、起酥油、麦淇淋等多种称呼，为正常植物油通过氢化作用形成的油脂。与一般的植物油相比，反式脂肪酸具有耐高温、不易变质、使食品更松脆可口等优点。但是研究显示反式脂肪酸含量高的饮食能诱发心脑血管疾病，导致肥胖、哮喘、过敏等疾病，影响人的生育能力，致使记忆力衰退，影响婴幼儿和青少年的健康成长。促生反式脂肪酸主要有三种途径：

①精炼食用油的过程；②用含反式脂肪酸的食用油加工食品的过程；③煎、炸、爆、炒、溜等烹饪过程。一些国家已经立法限制食物里反式脂肪酸的含量与使用。



延伸阅读：通过转基因技术改良植物的有关性状

抗虫性：鳞翅目害虫(水稻螟虫、棉铃虫、玉米螟等)、鞘翅目害虫、线虫等抗性。

抗病性：病毒、细菌和真菌等病害抗性。

抗逆性：如冷、热、渍、旱、盐碱、金属离子毒害、除草剂等的抗性。

品质性状：油分组成与含量、淀粉类型、蛋白质组成与含量、维生素与矿物质含量，延迟果实成熟，消除某些作物的过敏原性等。

植物形态和开花习性：植物株高、开花时间、花器构造、花色等。

改良落粒性和穗发芽特性：减少种子收获阶段的产量损失。

用于药物生产：口服性疫苗、改善免疫机能蛋白和抗癌物质等。

1.3 功能多样的转基因作物

1.3.1 具有特定抗性的转基因作物

抗性包括抗虫、抗病毒、抗细菌、抗真菌、抗除草剂、抗逆境（干旱、盐碱、寒冷、涝、热、强光、紫外辐射）等。

抗虫转基因棉花

中国农业科学院的科研人员将苏云金芽孢杆菌 (*Bacillus thuringiensis*,

Bt) 杀虫蛋白基因转入棉花，培育出了抗虫新品种，1997年获准进行商业化生产。该成果使我国成为继美国之后，世界上独立自主研制成功抗虫棉的第二个国家。目前我国大规模种植的转基因农作物主要就是抗虫转基因棉花，2009年种植面积为380多万公顷，占我国棉花种植总面积的70%，涉及棉农700万人和绝大部分省份。



延伸阅读：苏云金芽孢杆菌

苏云金芽孢杆菌（Bt）是土壤中的一种细菌，由日本细菌学家石渡繁胤和德国科学家恩斯特·贝尔林纳（Ernst Berliner）分别在1901年和1911年独立发现，其菌体为短杆状。当它长到一定阶段，身体一端会形成一个卵圆形的芽孢，用来繁殖后代；另一端会产生一个菱形或近似正方形的蛋白结晶体，由于它与芽孢相伴而生，人们叫它伴孢晶体。伴孢晶体含有杀虫活性的 δ -内毒素（由特定基因编码产生），对棉铃虫、菜青虫、毒蛾、松毛虫、玉米螟、高粱螟、三化螟等100多种害虫有不同的致病和毒杀作用，但对哺乳动物、鸟、鱼以及非目标昆虫无害。20世纪30年代，Bt杀虫剂最先在法国获得商业化应用。自20世纪60年代起，用Bt开发的生物农药已在全世界范围内被广泛应用，如人们熟悉的有机农业中的无公害蔬菜就是用这类药物来防治虫害的。



Bt开发的生物农药



转基因



非转基因



转基因



非转基因

抗虫转基因水稻

华中农业大学的科研人员将Bt杀虫蛋白基因转入水稻，培育出转Bt抗虫水稻‘华恢1号’和‘Bt汕优63’，1999年通过了农业部组织的成果鉴定。其后的中间试验、环境释放和生产性试验都表明该转基因水稻对螟虫等鳞翅目害虫具有优良的抗性，可使水稻单产增加8%左右、农药施用量减少80%以上。2009年这两个品种获得农业部颁发的转基因生物生产应用安全证书。

绿色为转基因，
枯黄为非转基因（图
片由中国科学院遗传
与发育生物学研究所
提供）



非转基因

转基因



延伸阅读：种植转基因抗虫水稻的效益调查

根据中国科学院农业政策研究中心2003年在湖北的调查，种植抗虫转基因水稻每公顷少投入1200~1425元费用（包括节约农药、减少用工可能带来的收入、节约灌水费用等项目），减少农药中毒、中暑的危险，并为老幼病残户的收成提供保障。



延伸阅读：抗虫转基因水稻与杂交水稻的关系

抗虫转基因水稻‘华恢1号’和‘Bt汕优63’实际上是从一个转基因事件得到的，两个材料同根同源。其中，‘华恢1号’是由水稻恢复系‘明恢63’中转入了一个Bt基因而诞生出的新品种，转入Bt基因之后还是恢复系。用非转基因的不育系‘珍汕97A’与其杂交，得到的杂交组合被命名为‘Bt汕优63’，该品种便可以体现出杂种优势。杂交水稻是利用杂种优势来提高水稻产量，而抗虫转基因水稻是在杂交水稻的基础上转入一个Bt抗虫基因来提高对鳞翅目害虫的抗性。因此抗虫转基因水稻是两种技术的融合。

抗除草剂转基因大豆

作物在生长的过程中会伴随很多杂草。喷洒除草剂能消灭杂草，但有时也会伤害作物（统计显示约有10%的作物被当作杂草除去了）。1994年以来，美国孟山都公司推出的商品名为Roundup Ready Soybean的抗除草剂转基因大豆获准推广，成为世界上最早获准推广、目前种植最多的转基因大豆品种。该品种对广谱性除草剂农达（Roundup）有高度耐受性。优点包括：除草剂使用频率大幅减少（从5~7次减为1~2次），大豆生长不受影响；喷洒农药的时期不受大豆生长发育期的制约，只根据杂草发生的情况用药；降低能耗及水土流失；降低生产成本（生产成本比传统大豆低30%~35%）的同时提高产量（提高15%~20%）。