

“十一五”国家重点图书出版规划项目



管理科学优秀研究成果丛书

转基因生物技术的经济影响 ——中国Bt抗虫棉10年

黄季焜 胡瑞法 陈瑞剑 米建伟 / 著
Scott Rozelle Carl Pray



科学出版社
www.sciencep.com

“十一五”国家重点图书出版规划项目

当代中国

管理科学优秀研究成果丛书

转基因生物技术的经济影响

——中国Bt抗虫棉10年

ZHUANJIYIN SHENGWU JISHU DE JINGJI YINGXIANG

黄季焜 胡瑞法 陈瑞剑 米建伟 / 著
Scott Rozelle Carl Pray

科学出版社
北京

内 容 简 介

本书以中国已商业化种植 10 年的转基因 Bt 抗虫棉为对象,通过对种植转基因农户的大样本长期固定观察,采用统计和计量经济模型分析方法,研究了转基因生物技术的经济影响。全书包括 17 章,分别就国内外转基因农业生物技术的发展和政策、转基因棉花技术和相关政策法规对转基因技术的发展及其经济影响、农户转基因抗虫棉技术采用行为等进行了研究。

本书不仅可使读者全面了解转基因棉花以及转基因技术的经济效益问题,还也可从事相关研究的学者在分析同类问题时在研究方法上提供借鉴。因此,本书可作为科研人员、政府决策人员、高校教师、研究生的重要参考书,也可作为从事相关研究关于研究方法的工具书。

图书在版编目(CIP)数据

转基因生物技术的经济影响:中国 Bt 抗虫棉 10 年/黄季焜等著. —北京:科学出版社,2010

(当代中国管理科学优秀研究成果丛书)

ISBN 978-7-03-028481-5

I. ①转… II. ①黄… III. ①抗虫性-基因转变-棉花-栽培-研究②抗虫性-基因转变-棉花-作物经济-经济发展-研究-中国 IV. ①S562②F326.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 148966 号

责任编辑:马 跃 / 责任校对:刘亚琦
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>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

2010 年 8 月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2010 年 8 月第一次印刷 印张:13 3/4

印数:1—2 200 字数:270 000

定价:45.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

当代中国管理科学优秀研究成果丛书编委会

编委会主任：

郭重庆 教授 国家自然科学基金委员会管理科学部

编 委：

蔡 莉	教 授	吉林大学
陈国青	教 授	清华大学
陈荣秋	教 授	华中科技大学
陈晓红	教 授	中南大学
党延忠	教 授	大连理工大学
方 新	研究员	中国科学院
冯芷艳	研究员	国家自然科学基金委员会管理科学部
高自友	教 授	国家自然科学基金委员会管理科学部
何继善	教 授	中南大学
黄海军	教 授	北京航空航天大学
黄季焜	研究员	中国科学院地理科学与资源研究所
贾建民	教 授	西南交通大学
寇纪淞	教 授	天津大学
李善同	研究员	国务院发展研究中心
李维安	教 授	南开大学
李一军	教 授	国家自然科学基金委员会管理科学部
刘人怀	教 授	暨南大学
刘源张	研究员	中国科学院数学与系统科学研究院
刘作仪	副研究员	国家自然科学基金委员会管理科学部
马费成	教 授	武汉大学
曲福田	教 授	南京农业大学
宋学锋	教 授	中国矿业大学
汪定伟	教 授	东北大学

汪寿阳	研究员	中国科学院数学与系统科学研究院
汪同三	研究员	中国社会科学院技术经济与数量经济研究所
汪应洛	教 授	西安交通大学
王如松	研究员	中国科学院生态环境研究中心
王众托	教 授	大连理工大学
王重鸣	教 授	浙江大学
魏一鸣	研究员	中国科学院科技政策与管理科学研究所
温铁军	教 授	中国人民大学
吴冲锋	教 授	上海交通大学
吴世农	教 授	厦门大学
席酉民	教 授	西安交通大学
薛 澜	教 授	清华大学
杨列勋	副研究员	国家自然科学基金委员会管理科学部
杨起全	研究员	中国科学技术促进发展研究中心
姚先国	教 授	浙江大学
于景元	研究员	中国航天科技集团公司 710 所
张 维	教 授	国家自然科学基金委员会管理科学部
张金隆	教 授	华中科技大学
张维迎	教 授	北京大学
赵纯均	教 授	清华大学
赵曙明	教 授	南京大学
朱道立	教 授	复旦大学

总 序

管理科学是促进经济发展与社会进步的重要因素之一，作为一门独立的学科，它主要在 20 世纪发展起来。在 20 世纪的前半叶，从泰勒式的管理科学发展到以运筹学为代表的着重于数据分析的管理科学；而在 20 世纪下半叶，管理科学与信息技术和行为科学共同演化，从一棵孤立的管理科学大树发展成为管理科学丛林。

现代管理科学在中国得到迅速发展得益于改革开放后管理实践的强烈需求。从 20 世纪 80 年代开始，管理科学与工程学科得到广泛关注并在管理实践中得到普及应用；随着市场经济“看不见的手”的作用逐渐增强，市场的不确定性增加，作为市场经济细胞的企业，想要更好地生存和发展就要掌握市场经济发展的规律，对工商管理学科的需求随之增加，从而推动了企业管理相关领域的研究。进入 21 世纪，公共管理与公共政策领域成为管理科学的后起之秀，而对它们的社会需求也越来越大。

“管理科学，兴国之道”。在转型期的中国，管理科学的研究成果对于国家富强、社会进步、经济繁荣等具有重要的推动作用。《当代中国管理科学优秀研究成果丛书》选录了国家自然科学基金委员会近几年来资助的管理科学领域研究项目的优秀成果，本丛书的出版对于推动管理科学研究成果的宣传和普及、促进管理科学研究的学术交流具有积极的意义；对应用管理科学的最新研究成果服务于国家需求、促进管理科学的发展也有积极的推动作用。

本丛书的作者分别是国家杰出青年科学基金的获得者和国家自然科学基金重点项目的主持人，他们了解学术研究的前沿和学科的发展方向，应该说其研究成

果基本代表了该领域国内的最高水平。丛书所关注的金融资产定价、大宗期货与经济安全、公共管理与公共政策、企业家成长机制与环境、电子商务系统的管理技术及其应用等，是国内当前和今后一段时期需要着力解决的管理问题，也关系到国计民生的长远发展。

希望通过本丛书的出版，能够推出一批优秀的学者和优秀的研究成果。相信通过几代中国管理科学研究者的共同努力，未来的管理科学丛林中必有中国学者所培育的参天大树。

国家自然科学基金委员会
管理科学部

前 言

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，引起生物体性状的可遗传修饰，这一技术称之为转基因技术。转基因技术由于打破了物种之间遗传物质转移的天然生殖隔离屏障，可以人为定向地改变生物性状、大幅度提高农作物的产量和质量、提高农业资源利用率和农业生产力。

然而，自从 1983 年世界上第一例转基因植物诞生以来，转基因技术受到了各国政府和社会组织的广泛关注，成为当代科技发展争论最为激烈的问题。支持者预言，21 世纪将是生物技术的世纪，它对人类疾病防治、食物短缺、能源匮乏、环境污染等一系列问题的解决带来希望。反对者则认为转基因技术的许多不可预见性可能给人类及生态环境带来灾难。很遗憾的是，许多争论常常来自主观的判断，缺少大量的、长期的实证依据。

农业是转基因应用最广泛的领域之一。其中转基因农作物的研究与开发进展最为突出，全球转基因作物的种植面积从 1996 年的 170 万公顷飞速上升到了 2008 年的 1.25 亿公顷。中国 2008 年转基因农作物（Bt 棉花）种植面积也达到 3380 万公顷。

本研究以中国已商业化种植 10 年的转基因抗虫棉为研究对象，研究转基因技术的经济影响，研究结果为这场争论添加了新的证据，部分研究成果已在国内外学术期刊发表并引起了学术界的广泛关注，基于本研究成果拟写的多份政策报告也得到国家领导人的高度重视，为国家制定相关政策提供了科学的决策依据。

得益于国家自然科学基金重点项目（70333001）和 International Development Research Centre（IDRC，103783-001；105562-001）等项目的支持，我们几位作者把多年来在转基因棉花技术的经济影响和政策方面的研究成果撰写成此书。为此，我们要感谢曾经参与本项研究并提出宝贵意见的中国农业科学院吴孔明和他的研究团队、贾士荣和他的研究团队、以及黄大昉和王琴芳等；我们还要感谢先后在中国科学院农业政策研究中心学习和工作并为本项研究做出贡献的林海、王子军、范存会、张彩萍、乔方彬、苏岳静、郭艳芹、杨军、白军飞及所有参与该项研究调查的研究生和博士生；同时感谢多年来支持我们工作的国家自然科学基金委管理科学部的陈晓田、黄海军、张维、杨列勋、李若筠、冯芷艳等，IDRC 的 E. Osir 和 S. McGurk，以及长期固定观察点的农业局领导与专家及相关部门人员，包括刘伟、宋鲁杰、刘军、张改长、李宪亭、段照伦、鲁好义、王长安、李宪峰、刘明久、职明星、王春虎、杨金玉等。

本书共分 17 章，除第 1 章引言和第 17 章结束语外，分 4 篇 15 章来论述。第一篇用两章的篇幅，就国内外转基因农业生物技术的发展和政策进行讨论。第二篇就转基因棉花技术的经济影响进行深入研究，用 6 章的篇幅分别从转基因抗虫棉技术的发展和扩散、转基因抗虫棉 Bt 基因的表达及其决定因素、转基因抗虫棉技术在大田生产上的影响、转基因抗虫棉技术的宏观经济影响、转基因抗虫棉发展的正外部经济性和负外部经济性等角度作实证研究与政策模拟分析。第三篇共 4 章，重点分析与国家生物技术的发展相关的政策法规与相关管理现状对转基因抗虫棉的经济影响，包括国家的生物安全管理政策对农户棉花生产的影响、现行条件下种子市场对农户技术采用的影响、种子补贴政策对农户生产的影响，以及国际生物安全协定对中国经济的影响等。第四篇主要研究农户的转基因抗虫棉技术采用行为，共 3 章，除了研究农民转基因抗虫棉技术采用的决定因素外，还分别就棉农的知识信息对棉花生产的经济效益和农户的风险规避意识对其技术采用和经济效益的影响进行研究。

作为一部研究转基因技术经济影响的专著，我们希望本书不但能够为读者提供全面了解转基因棉花以及转基因技术的经济效益问题，而且也能为未来从事相关研究的学者在分析同类问题时，在研究方法与思路上有一定的借鉴。

黄季焜

2010 年 7 月

目 录

总序 前言

第一篇 转基因农业生物技术和政策

第 1 章 引言	3
1.1 背景	3
1.2 研究目标和研究问题	5
1.3 本书的内容和结构	6
第 2 章 全球转基因农业生物技术发展	8
2.1 转基因生物技术：概念及其特点	8
2.2 转基因生物技术的发展	9
2.3 全球转基因农业生物技术产业的发展	11
2.4 主要国家转基因农业生物技术发展与商业化	15
第 3 章 中国转基因农业生物技术发展与政策	20
3.1 中国转基因生物技术的发展政策	20
3.2 转基因农业生物技术投资与能力	22
3.3 转基因农业生物技术安全管理	27
3.4 转基因农业生物技术的发展与商业化	30

第二篇 转基因棉花技术的经济影响

第 4 章 转基因抗虫棉技术的发展和在中国的扩散	37
4.1 转基因抗虫棉技术的发展	37
4.2 转基因抗虫棉技术的扩散	38
4.3 转基因抗虫棉的区域分布	42
第 5 章 转基因抗虫棉 Bt 基因的表达及其决定因素	45
5.1 试验设计与数据	45
5.2 Bt 抗虫棉的毒蛋白表达量	46
5.3 Bt 蛋白表达与施肥量的关系	49
5.4 Bt 表达量决定因素的计量经济分析	50
第 6 章 转基因抗虫棉技术在大田生产上的影响	54
6.1 研究数据	54

6.2	Bt 抗虫棉与非 Bt 抗虫棉的产量和农药施用量	56
6.3	转基因抗虫棉对农民生产影响的计量经济分析	59
6.4	转基因抗虫棉的种植对农户健康的影响	64
第 7 章	转基因抗虫棉技术的宏观经济影响	67
7.1	转基因棉花经济影响：要素偏向型技术进步	67
7.2	研究方法和方案设计	69
7.3	经济影响模拟结果	70
7.4	小结与讨论	75
第 8 章	转基因棉花的正外部经济性	77
8.1	Bt 抗虫棉种植的外部性	77
8.2	研究数据	78
8.3	实证模型、研究假设与实证结果	83
8.4	小结与讨论	91
第 9 章	转基因棉花的负外部经济性	92
9.1	转基因抗虫棉种植的负外部性与次要害虫	92
9.2	总施药量以及次要害虫施药量的动态变化	93
9.3	次要害虫用药量的计量经济分析	97
9.4	小结	100

第三篇 转基因棉花管理和政策的经济影响

第 10 章	生物安全管理对农户生产的影响	103
10.1	生物安全管理政策	103
10.2	研究数据	104
10.3	生物安全管理对 Bt 棉抗虫性和产量的统计描述及计量经济模型 分析	105
10.4	结论	110
第 11 章	种子市场对农户技术采用的影响	112
11.1	引言	112
11.2	数据来源	114
11.3	中国当前棉花种子市场特征	115
11.4	农户的市场参与特征	120
11.5	市场特征对于农户市场参与的影响	122
11.6	政策建议	127
第 12 章	良种补贴对农户转基因抗虫棉生产的影响	128
12.1	引言	128
12.2	数据来源	131
12.3	良种补贴政策的实施效果	132

12.4	良种补贴政策效果的计量经济分析·····	136
12.5	小结与讨论·····	143
第 13 章	国际生物安全协议对中国经济的影响 ·····	145
13.1	生物安全协议·····	145
13.2	生物安全协议与国际贸易·····	146
13.3	生物安全协议与中国的生物安全管理·····	149
13.4	转基因生物活体的检测成本：方法和基准结果·····	151
13.5	用全球贸易分析模型分析生物安全协议对中国和其他国家的影响 ·····	154
13.6	小结与讨论·····	158
 第四篇 农户差异与转基因棉花的经济效益		
第 14 章	农民抗虫棉技术采用的实证分析 ·····	163
14.1	样本选择与样本基本情况·····	163
14.2	农民抗虫棉技术采用模型及其估计·····	166
14.3	农户抗虫棉技术采用行为模型的估计结果及其分析·····	169
14.4	小结与讨论·····	170
第 15 章	棉农的知识信息与转基因抗虫棉的农药施用 ·····	172
15.1	引言·····	172
15.2	数据·····	174
15.3	主要变量描述和基本统计分析·····	176
15.4	计量经济模型及分析结果·····	183
15.5	小结与政策含义·····	186
第 16 章	棉农的风险规避与转基因棉花的农药施用 ·····	188
16.1	风险偏好与农户的虫害控制行为——描述性统计·····	188
16.2	风险偏好与农户的虫害控制行为——计量模型·····	191
16.3	小结·····	195
第 17 章	结束语 ·····	196
参考文献 ·····		198
附录 对 GTAP 数据库的中国数据的调整 ·····		208

第一篇 转基因农业生物技术和政策

第 1 章 引 言

1.1 背 景

现代生物技术,尤其是转基因技术受到了各国政府和社会组织的广泛关注,已成为当前科技发展争论最为激烈的问题(Conner et al. 2003; FAO 2000a)。争论的焦点已从生物技术本身的安全性问题,扩展到国家的食物安全、知识产权、贸易壁垒以至伦理道德等方面;从科学技术领域,扩展到经济贸易和社会政治领域^①(FAO 2000b)。支持者预言,21 世纪将是生物技术和信息技术的世纪,它对人类疾病防治、食物短缺、能源匮乏、环境污染等一系列问题的解决带来希望(ADB 2001; 李思经 1999)。反对者则认为现代生物技术的许多不可预见性可能给人类及生态环境带来灾难^②(Altieri, Rosset 2000)。

农业是生物技术应用最广泛的领域之一,其中转基因农作物的研究与开发进展最为突出。从 1983 年转基因农作物问世和 1994 年美国首例批准转基因延熟番茄商业化,全球转基因作物的种植面积从 1996 年的 170 万公顷飞速上升到了 2008 年的 1.25 亿公顷(James 2008),年均以 29% 的速度增长。其中,中国 2008 年转基因农作物(Bt 棉花)种植面积为 380 万公顷。

虽然世界各国在转基因技术的发展上的争论越来越激烈,但有两个问题应引起包括中国在内的大多数发展中国家的关注。首先,在这场争论中,农业生物技术(尤其是转基因技术)的发展战略和政策的选择因国家而异,没有统一的模式,而且引发这种差别的原因是多方面的。其次,发达国家,尤其是以欧盟的消费者群体和绿色和平组织为代表的反对者,已经在世界范围内掀起了相当规模的抵制农业生物技术发展的运动,这些运动直接或间接地影响着发展中国家农业生物技术发展的战略选择(Andersen, Cohen 2000)。

值得注意的是尽管国际上对转基因农作物问题争论不休,不但美国等对其持积极态度的发达国家继续推进生物技术的产业化进程,而且对转基因农作物持谨慎甚至“反对”态度的欧盟各国对其研究的投入也不断增加(ERS 2001, James 2008)。因为他们都清楚地认识到未来农业生物技术发展的巨大潜力,

① 黄大昉. 2001. 生物技术与中国农业科技的新革命. 在中国农业科学院研究生院所作的学术报告

② 绿色和平组织. 2002~2006. 国外生物安全信息, 总第 1 期~总第 26 期

不愿失去其未来农业科技国际竞争力。许多发展战略家们认为,国家利益是隐含在这激烈争论背后的最根本原因之一(Pinstrup-Andersen, Schioler 2001; 张彩萍, 黄季焜 2002)。

20 世纪 80 年代中期以来,中国农业生物技术在国家的大力支持下得到了长足的发展(Chen 2000)。虽然与一些发达国家相比还存在一定的差距,但总体上已领先于发展中国家,部分转基因农作物技术已处于国际先进水平(Huang et al. 2002b; Huang et al. 2005b),尤其是棉花和水稻。如 Bt 抗虫棉的广泛应用,在减少农药施用、保护生态环境、减轻农药中毒等方面取得了极其显著的经济和环境效益(Huang et al. 2002d; 苏军等 2000; 贾士荣等 2001),成为转基因农作物推动农业发展的成功范例。2002 年 4 月中国科学家在美国《科学》杂志上发表了水稻基因组测序的结果(Yu et al. 2002),震惊了国际科学界。据科技部统计,目前中国转基因植物研究涉及的植物种类有 50 多种、各种功能基因有 120 多种。

中国在推进转基因技术发展的同时,也加强了其产品的安全管理(贾士荣 1997)。1993 年以来相继出台了一系列法规和条例,在国内外引起反响,有支持也有反对。其中《农业转基因生物进口安全管理办法》曾激起了中美之间的贸易争端,为此中国不得不于 2002 年宣布推迟实施这些《管理办法》的部分内容。与此同时,环保研究部门的一些学者和绿色和平组织声称转基因 Bt 抗虫棉将给环境带来灾难性的影响^①,然而,这一观点同长期从事这方面研究的科学家们的研究结论明显不一致(Wu et al. 2002b)。2002 年在绿色和平组织资助下在广州开展了一项消费者调查,声称大部分中国消费者不接受转基因食品。这一结论与中国科学院农业政策研究中心以及国内其他科研单位同期在更大范围内开展的个项消费者调查结果几乎相反。

越来越激烈的争论至少带来了三种后果:一是无论在发达国家还是在发展中国家都已经使其政策决策者们陷入了一种两难境地;二是减缓了农业生物技术的发展速度;三是在公众中形成了一种对转基因生物技术及其产品的恐慌心理,而且这种恐慌正迅速向发展中国家蔓延,中国也不例外。

2000~2007 年,中国政府在转基因农作物产业化上也出现放慢速度的格局。虽然农业转基因技术的研发不断取得进展,在许多领域都有了较多的研究积累,但政府始终仍未批准转基因水稻和玉米等主要粮食作物的商业化,影响了中国农业生物技术研发和产业化的进程,使中国在转基因农作物的面积上在世界上的位置从 2004 年以前的第 4 位,下降到 2006 年的第 6 位,先后被巴西和印度超过(James 2008)。

① 薛达元. 2002. 转 Bt 基因抗虫棉环境影响研究的综述报告. 绿色和平组织编印

2008~2009年,中国转基因农作物产业化出现了重大转折。第一,在转基因作物发展的方针上发展了重要变化。2007年之前实行的“科学规划,积极研究,稳步推进,加强管理”转基因作物发展“16字方针”已经调整为“加快研究,推进应用,规范管理,科学发展”新的“16字方针”。第二,2008年国务院通过了《转基因生物新品种培育重大专项》,国家和社会将投入260亿元,以水稻、小麦、玉米、棉花四大作物和猪、牛、羊三类动物为重点,培植新兴生物技术产业。第三,2009年11月,农业部农业转基因生物安全管理办公室颁发了转基因Bt水稻和转基因植酸酶玉米的生物安全证书,为转基因关键作物的产业化铺平了道路,实现了从纤维(棉花)到饲料(玉米)和粮食(水稻)转基因农作物的产业化进程。这对中国、亚洲乃至全世界的转基因作物技术发展将起到重大的影响。

在这种背景下,国家除了应加强转基因生物安全评价和管理外,急需就其对中国经济的影响和生物技术政策取向等重大问题进行深入的研究与评估。因此,本项目的研究对于国家制定未来农业生物技术发展战略具有极其重大的现实意义;同时本项研究所采用的系统分析技术和方法对开展同类研究和推进政策研究学科在高新技术领域的应用和发展也具有深远意义。

1.2 研究目标和研究问题

本研究将以生物技术的经济影响为研究目标,以中国已商业化种植超过10年的转基因抗虫棉为例,分析其对中国农民新技术采用及其经济效益的影响;同时对中国相关生物技术政策的影响进行评估;在此基础上,研究转基因生物技术扩散对中国宏观经济福利的影响及其外部性,最后提出未来中国农业生物技术发展的建议。

为了完成上述研究目标,本研究将在中国科学院农业政策研究中心连续10年对转基因抗虫棉在农民大田上表现情况的连续跟踪观察的基础上,重点研究以下问题:

(1) 国际上转基因农业生物技术的发展趋势如何? 主要国家转基因生物技术的发展对中国有何借鉴?

(2) 中国转基因农业生物的发展与政策变化情况? 研发能力和发展现状如何?

(3) 转基因棉花技术的扩散及其决定因素都有哪些?

(4) 在大田生产条件下,农民采用转基因棉花技术的效益到底如何?

(5) 转基因棉花技术的扩散对整个国家经济福利的影响如何?

(6) 转基因抗虫棉技术的采用对农民健康的影响如何?

(7) 转基因抗虫棉的经济影响的持续性如何? 长期种植后是否存在外部性