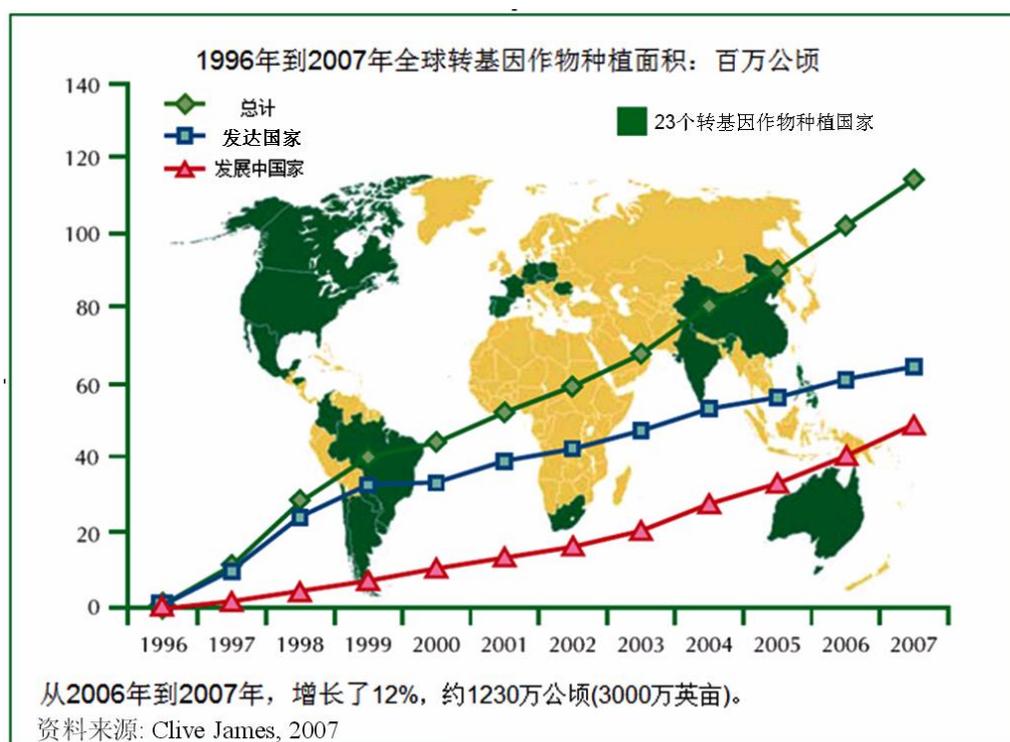


2007 年全球转基因作物商业化发展态势

——从 1996 年到 2007 年的第一个 12 年

Clive James

(农业生物技术应用国际服务组织)



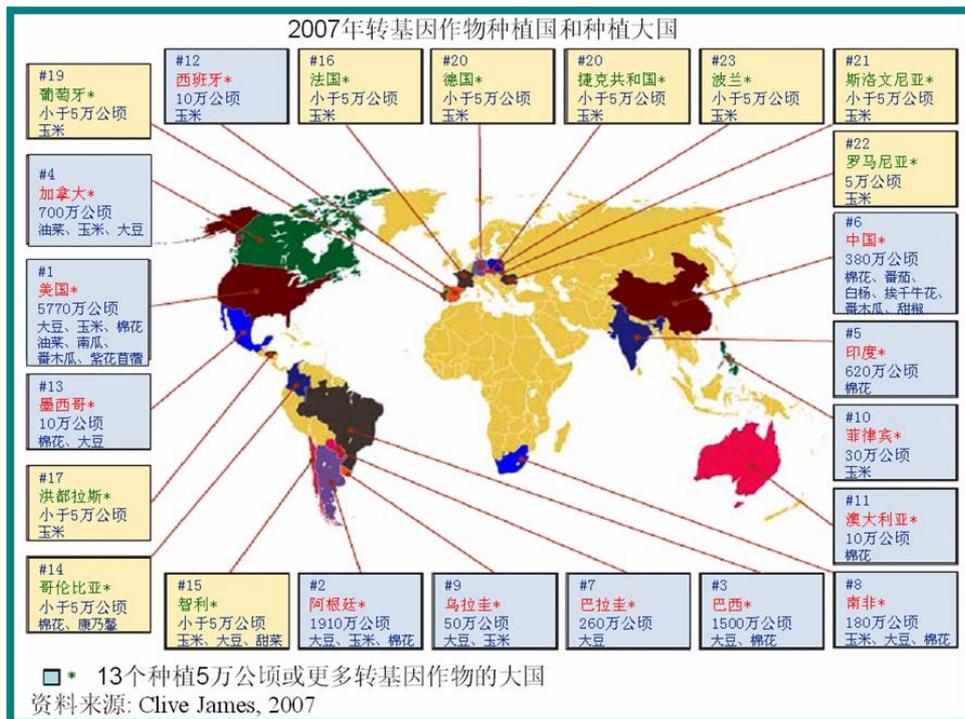
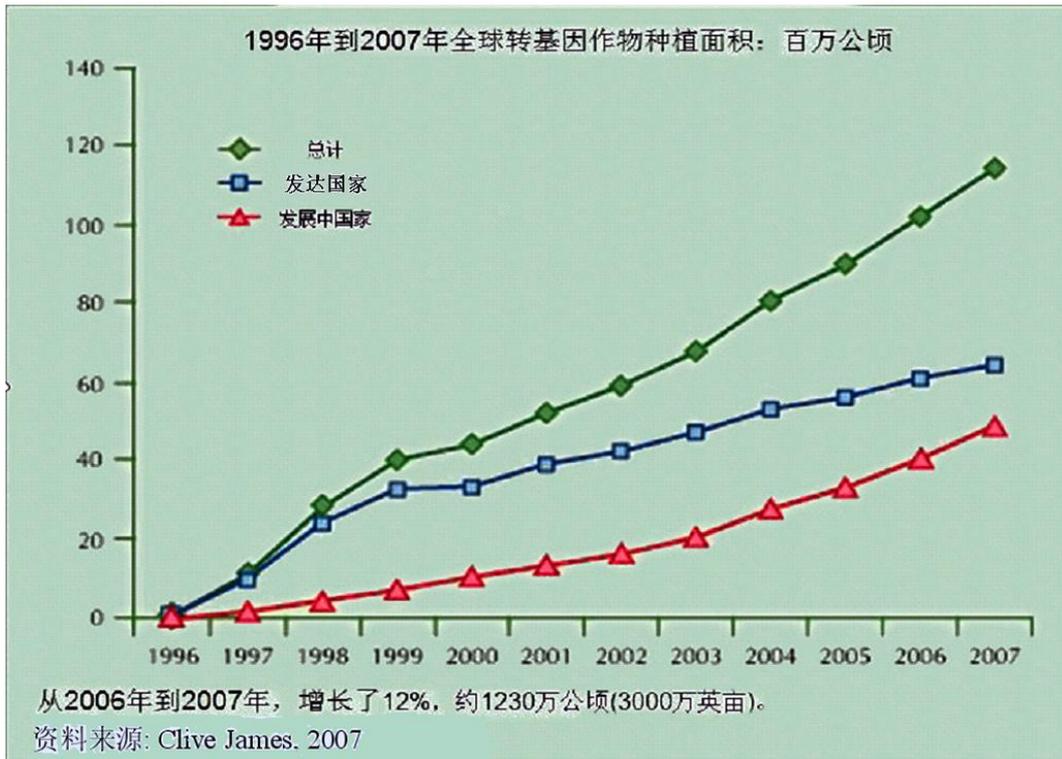
注 1：本文版权属于农业生物技术应用国际服务组织（International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications，ISAAA）所有。ISAAA 同意由《中国生物工程杂志》刊出中文译文。ISAAA 鼓励分享本文信息，但是不允许在没有得到版权所有者的情况下以任何形式或者任何方式复制本文的任何部分内容。在被 ISAAA 许可的前提下，ISAAA 鼓励出于教育或其它非商业目的对本文或其中部分内容进行适当复制。订购原文请联系 publications@isaaa.org，有关 ISAAA 的信息请访问 <http://www.isaaa.org>。

注 2：本文旨在向科学界和社会提供有关生物技术和转基因作物的信息和知识，以便于人们就转基因作物在促进全球粮食、饲料、纤维安全以及农业可持续发展等方面所起的潜在作用开展更为深入、全面和透明的讨论。本文所有观点以及任何遗漏或误译之处均由作者承担全部责任。

在转基因作物商业化的第一个 12 年（1996~2007）中，由于能得到持续稳定的收益，农民种植转基因作物量逐年增加。2007 年，全球转基因作物种植面积增长率达 12%，即增加 1230 万公顷(3000 万英亩)，达到 1.143 亿公顷（2.824 亿英亩）。第一个 12 年，转基因作物的商业化给工业化国家和发展中国家的农民都带来了经济和环境效益。为了更准确地解释对两个或三个“叠加性状”（赋予单一转基因作物品种复合的多个转基因优势特性）的普遍增长的应用，应当采用“性状面积”衡量，而不是普通意义上的种植面积表示。如果采用“性状面积”衡量，那么转基因作物种植面积从 2006 年(1.177 亿公顷)到 2007 年(1.437 亿公顷)增长了 22%，即 2600 万公顷，约为这一时期种植面积增长率 12%即 1230 万公顷的两倍。

2007 年，种植转基因作物的国家增加到 23 个，其中包括 12 个发展中国家和 11 个工业化国家，按照种植面积顺序为：美国、阿根廷、巴西、加拿大、印度、中国、巴拉圭、南非、乌拉圭、菲律宾、澳大利亚、西班牙、墨西哥、哥伦比亚、智利、法国、洪都拉斯、捷克、葡萄牙、德国、斯洛伐克、罗马尼亚和波兰，前 8 个国家的种植面积都超过 100 万公顷。全球的强劲增长态势为未来的转基因作物种植提供非常广阔而又稳定的基础。2007 年新加入的两个转基因作物种植国家分别是用于商业转基因作物种子出口的种植面积超过 25,000 公顷的智利和第一次种植 Bt 玉米的欧盟国家波兰。从 1996~2007 年转基因作物累计种植面积第一次达到 6.9 亿公顷(17 亿英亩)，以 67 倍的空前速度增长，成为近代历史上发展最快的作物技术。转基因作物的高种植率反映在其稳定的良好表现，并且为发展中国家和工业化国家都带来了显著的经济、环境、健康和社会效益。这是来自 23 个国家大约 5500 万个种植转基因作物超过 12 年的农民自己决定的。值得注意的是，2007 年是农民决定采用转基因作物累计人数超过 5000 万人的标志性的第一年。

表 1 2007 年转基因作物全球分布（单位：百万公顷）



2007 年，美国、阿根廷、巴西、加拿大、印度和中国继续成为全球转基因作物的主要种植国，美国以 5770 万公顷(全球转基因作物种植面积的 50%)位居世界第一，为了满足不

断增长的酒精用转基因玉米的市场需求，转基因玉米种植面积实际增加了 40%，而转基因大豆和棉花的种植面积有少量减少。值得注意的是，2007 年在美国种植的 63%的转基因玉米、78%的转基因棉花，合计为全部转基因作物的 37%都是包含两个或者三个复合特性的转多基因作物。复合性状转基因作物是一个非常重要的特性，也是将来的发展趋势，可以满足农民和消费者的多重需要，在美国、加拿大、菲律宾、澳大利亚、墨西哥、南非、洪都拉斯、智利、哥伦比亚和阿根廷这 10 个国家发展迅猛。更多的国家期望将来能种植转多基因的作物。

2007 年是转基因作物的一个重要里程碑——在发展中国家受益于转基因作物的资源匮乏的小农户数量第一次超过 1000 万。2007 年全球总数为 1200 万的生物技术受益农民中（2006 年为 1030 万），超过 90%即约 1100 万（2006 年为 930 万）是来自发展中国家的资源匮乏的小农户，另 100 万是来自加拿大等工业化国家和阿根廷等发展中国家的大农场主。这 1100 万小农户包括：中国 710 万人(Bt 棉花)，印度 380 万人(Bt 棉花)，以及在菲律宾(转基因玉米)、南非(通常由留守妇女农民种植转基因棉花、玉米和大豆)和在 2007 年种植转基因作物的其它 8 个发展中国家的 10 万农民。2006 到 2015 年即商业化的第二个 10 年间把贫困减少 50%的千年发展目标，是非常鼓舞人心的。

1996 到 2007 年期间，由于发展中国家种植转基因作物的持续增长，全球转基因作物种植面积比例不断增加。2007 年，发展中国家种植面积占全球转基因作物种植面积的 43%（4940 万公顷），2006 年和 2007 年间发展中国家种植面积的增长（21%，即 850 万公顷）明显高出工业化国家(6%，即 380 万公顷)。5 个主要发展中国家致力于转基因作物，范围涉及亚洲的印度和中国、拉丁美洲的阿根廷和巴西，非洲的南非，代表了约占全球人口 40%的 26 亿人，其中 13 亿完全依赖农业。这 5 个国家逐渐增加的影响预示着全世界范围接受和采用转基因作物的发展趋势。

印度

印度是世界上最大的棉花种植国家，棉花种植影响着 6000 万人的生活。2002 年有 54,000 个农民在种植 50,000 公顷 Bt 棉花。2007 年，Bt 棉花种植面积已经增加到 620 万公顷，这些棉花由 380 万个资源匮乏的小农户种植。连续 3 年，印度的种植增长比例在世界上所有转基因作物种植国家中最高，其中在 2007 年达到 63%。Bt 棉花之所以能获得这样激动人心的发展，是由于 Bt 棉花持续给农民和国家带来效益。Bt 棉花增产达 50%，减少了一半的杀虫剂喷药量，不仅带来了环境和健康的效益，而且每公顷增加收入 250 美元以上，帮助农民减

轻贫困。统计表明，2006年农民种植 Bt 棉花而增加的收入估计为 8.4 亿~17 亿美元，产量几乎翻番，对于曾经是世界上棉花产量最低的国家之一的印度，如今已经成为棉花出口国。印度财政部长最近赞扬了 Bt 棉花的成功，并且认为生物技术也一定会被应用在其它粮食作物如大米、小麦、豆类和油菜籽上。Aakkapalli Ramadevi 女士，一位来自 Andhra Pradesh（安德拉邦）的农民，耕作 3 英亩(1.3 公顷)的田地，是印度已经受益于 Bt 棉花的资源匮乏的小农户典型的代表。她表示，在 Bt 棉花出现之前，“种植的棉花产量非常低，常常遭受损失，生活贫困并且买不起任何需要的东西”。在种植 Bt 棉花两年之后，“种植棉花居然能赚钱了”。2006 年在印度的 456 个村庄开展的涉及 9,300 个种植 Bt 棉花和非 Bt 棉花家庭的研究指出，在种植 Bt 棉花家庭的妇女和孩子比种植非 Bt 棉花家庭的妇女和孩子享受到更多的社会效益。与种植非 Bt 棉花家庭的妇女比较，种植 Bt 棉花家庭的妇女能多一些胎儿期检查和家庭辅助生产，他们的孩子也有更高的入学机会以及更高的接种疫苗比例。印度计划继续增加 Bt 棉花的种植，逐步从当前的 66% 增加到 80% 或更多。同时，像 Bt 茄子这样能给 200 万资源匮乏的小农户带来效益的重要食品和经济作物的生物技术新产品，已经预先进入了大规模田间试验阶段，有望在近期得到正式批准。

中国

中国是世界上最大的棉花生产国，在 1996/1997 年引进 Bt 棉花，比印度早 6 年。印度 940 万公顷棉花种植面积几乎是中国 550 万公顷面积的两倍。虽然印度在 2002 年才引进 Bt 棉花，比中国晚了 6 年，但是到 2006 年为止，印度已经种植了比中国多 30 万公顷的 Bt 棉花，2007 年比中国多 240 万公顷。尽管中国的棉花种植面积（平均 0.59 公顷）比印度(1.63 公顷)小得多，但 2007 年受益于 Bt 棉花的中国小农户的数量(710 万)几乎是印度(380 万)的两倍。2007 年，中国 710 万资源匮乏的小农户种植 380 万公顷 Bt 棉花(2006 年为 350 万公顷)，相当于中国的全部 550 万公顷棉花中的 69%。

反映农民对新技术的信心的重要指标之一是农民在下一个季节重复种植 Bt 棉花的程度。中国科学院农业政策研究中心(CCAP)在 2006 年和 2007 年调查了河北、河南和山东 3 个省 12 个村庄的 240 个棉农家庭，报告指出在 2006 年种植 Bt 棉花的每一个家庭在 2007 年都选择继续种植 Bt 棉花，因此，在 2006 年和 2007 年之间这 3 个省种植 Bt 棉花的重复指数是 100%。有趣的是，调查的 240 个农民家庭中，几个在同一个村庄内的农民在 2006 年种植了同一品种的非 Bt 棉花，在 2007 年同样也种植这种非 Bt 棉花。这表明聪明的农民通常想在田地同时种植老品种和技术改良品种来比较它们的表现。在美国的玉米主要产区引进杂交玉米期间发生了类似的事情——农民紧挨着新品种种植表现最好的品种，直到他们对杂交品种

满意才全部种植。基于 CCAP 的研究，按中国 Bt 棉花耕作水平产量平均增加了 9.6%，杀虫剂使用量降低了 60%，对于环境和农民健康也有着积极的影响，并且每公顷增加相当可观的 220 美元收入，为每天收入不足 1 美元的许多棉农作出了突出贡献。牛庆军是一个典型的中国棉农，42 岁，有两个孩子，家庭收入的 80% 来自种植棉花。他的农田总面积是 0.61 公顷，棉花是他种植的唯一作物。牛庆军概括了他的 Bt 棉花种植经验：“如果没有抗虫棉（Bt 棉花），我们甚至不能种植棉花。在种植抗虫棉之前的 1997 年，即使每年喷 40 次杀虫剂也不能阻止棉铃虫的横行”。牛庆军在 2007 年全年只喷了 12 次杀虫剂，大约是在常规棉花上农药用量的一半。中国的 Bt 棉花经验被完整记录在案，是有关资源匮乏的小农户对种植转基因作物的重要研究案例。中国也已种植了大约 25 万棵转基因抗虫杨树，并且在 2006 年批准一种抗木瓜环斑病毒转基因番木瓜（水果/食品作物）的商品化，种植了大约 3,500 公顷。一种抗病毒甜椒和迟熟番茄也都获得商业化批准。在中国，除某些种类的 Bt 棉花之外，所有的商品化转基因作物都是由国家提供资金进行研发的。水稻是世界上最重要的粮食作物，在 2006 年，中国种植的 2930 万公顷水稻相当于世界总数 1.5 亿公顷的 20%。在世界上估计有 2.5 亿种植水稻的家庭，他们中的绝大多数是资源匮乏的小农户。在中国大约有 1.1 亿个家庭种植水稻，平均每个家庭种植面积仅 0.27 公顷。中国有世界上规模最大的转基因水稻计划，专一防治稻螟虫和水稻白叶枯病的转基因水稻，在大规模田间试验之后，目前正有待商业化种植的正式批准。CCAP 的黄季焜博士估计转基因水稻平均增加产量 2%~6%，每公顷杀虫剂用量可减少近 80%，即 17 千克。转基因水稻商业化种植每年能给中国带来 40 亿美元的效益，这将有助于提高可持续发展农业的环境效益，以及缓解资源匮乏的小农户的贫困。因此，对于多达 1.1 亿个稻农家庭的中国来说，Bt 棉花和转基因水稻有可能到 2010 年共同创造每年 50 亿美元的经济效益。据估计，1996~2006 年期间，中国已经从种植转基因棉花中获益 58 亿美元，其中仅 2006 年的收益估计就达 8.17 亿美元。决策者认为农业生物技术对于提高生产力、改善国家食品安全并且保持在国际市场上的竞争力方面是一个战略性要素。毫无疑问，由于决策者认识到依靠进口技术解决粮食、饲料和纤维安全存在安全风险，所以中国有意成为生物技术方面的世界领头羊之一。中国有一大批的研究所和数千位致力于作物生物技术研究的人员，有十几种正在进行田间试验的转基因作物，其中 3 个主要产品为水稻、玉米和小麦，还包括棉花、马铃薯、番茄、大豆、甘蓝、花生、甜瓜、番木瓜、甜椒、辣椒、油菜和烟草。

阿根廷

阿根廷是 6 个“转基因作物创始国家”之一，1996 年就开始“抗农达”（RR₁）耐除

草剂大豆和抗虫 Bt 棉花的商品化，这是全球商业化的第一年。阿根廷为世界转基因作物第二大种植国，2007 年种植 1910 万公顷，占全球转基因作物总面积的 19%。2007 年比 2006 年增加种植面积 110 万公顷，增长 6%。2007 年阿根廷种植的 1910 万公顷转基因作物中，有 1600 万公顷转基因大豆，280 万公顷转基因棉花，约 40 万公顷转基因玉米。与印度和中国不同，阿根廷的有着较大的农场，而且阿根廷是谷类和油料的主要出口国。最近一项分析表明，在阿根廷种植的转基因作物，特别是“抗农达”耐除草剂大豆，使农民在 1996 年到 2005 年 10 年中增加收入约 200 亿美元，提供了大约 100 万个新工作岗位，为消费者生产了更多的大豆，产生显著的环境效益，特别是免耕法可以保持土壤和土壤湿度进而可以复种转基因大豆(Trigo and Cap, 2006)。

转基因作物推广应用在阿根廷的迅速发展是以下几个因素共同作用的结果：一是完善的种子产业；二是有一套负责的、及时的和减本增效的转基因产品审批法规系统；三是高附加值技术。种植转基因作物的第一个 10 年中，阿根廷总收益为：1996~2005 年种植耐除草剂大豆收益为 197 亿美元；1998~2005 年种植抗虫玉米收益为 4.82 亿美元；1998~2005 年种植抗虫棉花为 1970 万美元，以上三种作物共产生了 202 亿美元的收益。在转基因作物商业化的第一个 10 年内转基因作物给阿根廷带来了多重和显著的效益。阿根廷面临的挑战是在转基因作物商业化种植的第二个 10 年，即 2006~2015 年，面对现在正积极加入的种植转基因作物的国家的竞争，如何保持世界第二的排名。

巴西

巴西不仅有大农场，还有资源匮乏的小农户，特别是在较贫穷的东北部，管理部门非常重视减轻农村地区的贫困。2007 年，巴西保持了世界第三大转基因作物种植国的地位，总种植面积约为 1500 万公顷，其中 1450 万公顷种植了“抗农达”耐除草剂大豆，单基因 Bt 棉花 50 万公顷。2007 年(1500 万公顷)比 2006 年(1150 万公顷)增长 30%，增长率排在印度之后位居世界第二；2007 年，巴西转基因作物种植面积增加 350 万公顷，成为世界上转基因作物种植国家中绝对增长最快的国家。目前巴西是世界上仅次于美国的大豆生产国，而且有望成为第一大国（2007 年，巴西弥补了美国转基因大豆种植面积的减少）；还是世界上第三大玉米生产国，第一个转基因玉米品种已经得到最初许可，并预计在 2008 或 2009 年获得最终的商业化种植批准；也是世界上第六大棉花生产国，第十大水稻(370 万公顷)生产国，是唯一一个亚洲之外的稻米主要生产国；还是世界上最大的甘蔗生产国(620 万公顷)，其中大约一半的甘蔗用于制糖业，另一半用于生物燃料酒精的生产。2007 年，巴西成为继美国之后世界上第二大酒精生产国，是世界上在矿物燃料和生物燃料方面都能自给自足的少数国

家之一。2007年 Anderson Galvão Gomes 博士的一项研究评估了由于繁琐的批准程序，特别是包括政府部门在内的不同利益群体之间的法律纠纷，导致转基因作物批准推迟而使巴西农民遭受的损失。把巴西邻国阿根廷转基因“抗农达”大豆获得快速的推广应用作为参照，研究表明，1998~2006年转基因“抗农达”大豆推迟应用一项就使巴西农民损失31亿美元，附加技术开发者实际损失14.1亿美元，总计损失45.1亿美元。1998~2006年，农民和技术开发者的总潜在收益是66亿美元，实际只实现了20.9亿美元（预期收益的31%）。这对于巴西是重大的损失，而主要损失者却是农民。最近，政府承诺相当于70亿美元（国有占60%和私营占40%）的资助，分10年每年划拨7亿美元，这表明了巴西政府的意愿和对生物技术的支持。而且，其中很大一部分将被用于重要的生物燃料和农业上。2007年11月，巴西总统卢拉宣布将对为期四年的“为科学、技术和创新的行动计划”项目投资230亿美元，该计划的四个要点之一是支持战略性领域的研究和创新，特别是在生物技术、生物燃料和生物多样性方面。在能产生巨大的实质性效益和人道主义效益的农业生物技术方面，巴西、印度和中国组成的“三驾马车”是一支惊人的力量。这“三驾马车”需要结合成一个核心团体，这样可以为了利用和优化转基因作物一起努力，到2015年，可以减轻资源匮乏的农户的贫困和饥饿，三种主要粮食作物玉米、水稻和小麦，还有其它几种作物，都将受益于生物技术。总之，巴西在种植转基因作物方面已经成为世界的领导者，预期“抗农达”大豆将会持续大幅增长，增加耐除草剂性状的Bt棉花的种植面积会迅速地扩张。

南非

南非是唯一一个位于非洲大陆的商业化种植转基因作物的国家。2007年，南非转基因作物种植面积总计180万公顷，比2006年的140万公顷增长几乎30%，在世界上排名第八。南非从1998年开始种植转基因玉米、棉花和大豆种植以来，种植面积逐年增加。2007年转基因玉米种植面积增长较快，其中白玉米的种植面积占了总数为170万公顷总白玉米种植面积的三分之二。无论是资源匮乏的小农户还是大农场主都在种植他们信任的转基因作物。在夸祖鲁-纳塔尔省（KWAZULU-NATAL）主要是女性农民种植Bt棉花。Philiswe Mdletshe，一位来自夸祖鲁-纳塔尔省Makhathini地区的女性棉农，连续5年种植Bt棉花，产量增加接近3倍，纯收入达5,730美元，杀虫剂使用量从种植非Bt棉花时的每季10次减少到种植Bt棉花时的2次，并节省了1,000公升水。Mdutshane是一位来自于南非东开普省的非常令人尊重的首领，在他管理的地区有120个非常贫困的农民在种植Bt玉米后，相对于种植常规玉米，产量增加高达133%，消除了使作物损失高达60%的钻心虫的危害，产量从每公顷1.5吨增加到每公顷3.5吨。Mdutshane称，“第一次他们生产足够他们自己食用的粮食”。

Hlabisa 地区农民协会主席 Richard Sitole 说，协会中的 250 户特困小户农民在 2002 年第一次种植平均 2.5 公顷的 Bt 玉米，每户产量比种植常规玉米增长了 25%，增加收入 300 美元，一些农场产量甚至增加高达 40%。令人鼓舞的是，南非已经加入由 ISAAA 发起的向其他非洲国家技术转让的计划，并且为邻国提供培训和发展人力资源。非洲独特的转基因作物经验，使南非成为非洲大陆的重点合作国家，对促进与亚洲的中国和印度、与拉丁美洲的阿根廷和巴西这几个相似的转基因作物种植国家的协作和合作也起着重要的作用。印度、巴西和南非 (IBSA) 政府，已经建立了包括转基因作物研究合作在内的合作平台。由于创造性的管理，IBSA 能逐步形成富有创新精神的机构，可以促进南-南分享转基因作物应用，从而快速提高非洲粮食生产不稳定国家的作物生产力。由于南非拥有转基因作物方面必要的资源基础和经验，这使得它在与工业化国家的公共机构与私有企业的合作开发具有创新性和创造性的合作与技术转让中都能发挥主导作用，并与其他渴望转基因作物的非洲国家分享他们的经验。作为非洲国家和世界重要转基因作物应用中心，南非在与其他国家分享转基因作物的经验与知识方面扮演着非常重要的角色。估计南非在 1998~2006 年期间由转基因玉米、大豆和棉花所获得的收入增长约为 1.56 亿美元，仅 2006 年一年估计就有 6700 万美元。

2007 年，种植转基因作物国家的数量增加到 23 个，波兰第一次种植 Bt 玉米，27 个欧盟国家中种植转基因作物的国家数由 2006 年的 6 个升到 8 个。2007 年西班牙以 70,000 公顷的种植面积继续领先欧洲其他国家，种植转基因作物的比率由 2006 年的 21% 上升到 2007 年的 40%。重要的是，其它 7 个国家(法国、捷克共和国、葡萄牙、德国、斯洛伐克、罗马尼亚和波兰) Bt 玉米总种植面积从 2006 年的大约 8,700 公顷到 2007 年的大约 35,700 公顷，增长超过 4 倍，尽管在种植面积方面很谨慎，但是欧盟的总 Bt 玉米以 77% 的年增长率第一次超过 100,000 公顷。

需要注意的是，2007 年超过全球 65 亿人口的一半(55%，即 36 亿)的人口生活在 23 个转基因作物种植国家，2006 年全球转基因作物创造了价值 70 亿美元的多种效益。此外，2007 年，这 23 个国家种植了超过世界种植总面积 15 亿公顷一半(52% 即 7.76 亿公顷)的转基因作物。在 2007 年这 1.143 亿公顷的转基因作物在世界上占 15 亿公顷农田面积的 8%。

2007 年，转基因大豆仍然是主要的转基因作物，随着玉米(3520 万公顷，占全球转基因种植面积的 31%)、棉花(1500 万公顷，占全球转基因种植面积的 13%)和油菜(550 万公顷，占全球转基因种植面积的 5%)的快速增长，转基因大豆种植面积已达 5860 万公顷，占全球转基因作物种植面积的 51%。

从 1996 年商业化开始到 2007 年，耐除草剂始终是转基因作物具有优势的特性。2007

年，耐除草剂大豆、玉米、油菜、棉花和紫苜蓿的种植面积占全球转基因作物种植面积 1.143 亿公顷的 63%，即 7220 万公顷。2007 年，转双基因和三基因的转基因作物占据了全球转基因作物种植面积的 19% (2180 万公顷)，比占全球转基因作物总面积 18% 的抗虫品种(2030 万公顷)还多。2006~2007 年，多性状产品以 66% 的速度增长，与之相比，抗虫产品增长 7%，耐除草剂产品增长 3%。

在第一个 12 年中，2007 年全球转基因作物累计种植面积第一次超过 10 亿公顷的三分之二，即 6.909 亿公顷或 17 亿英亩，相当于美国或者中国领土面积的 70%，或者将近英国总面积的 30 倍。高种植比率反映出农民对产品的满意，产品提供了实在的效益，范围涉及更方便和灵活的作物管理，更低的生产成本，每公顷更高的产量或纯收益，以及健康和社会效益，如通过减少使用传统的杀虫剂使环境更洁净，从而服务于可持续发展的农业。转基因作物的持续推广，反映了无论是在工业化国家还是在发展中国家，无论是对于小农民、消费者还是对社会，转基因作物都带来了实在和持续的效益。

最近关于全球转基因作物在 1996~2006 年期间对全球影响的调查指出，2006 年全球转基因作物种植者的净收益是 70 亿美元，1996~2006 年期间的累计收益达 340 亿美元(发展中国家为 165 亿美元，工业化国家为 175 亿美元)，这一统计包括了在阿根廷(布鲁克斯和巴富特，2008)的转基因大豆的复种相关的重要收益。1996~2006 年，估计累计少使用杀虫剂有效成分 289,000 公吨，相当于将这些杀虫剂所产生的环境影响降低了 15.5%。

全球对于环境的严重担忧，暗示转基因作物可能会从三个主要方面来减缓温室气体的排放和气候变化。首先，通过减少矿物燃料的使用，降低杀虫剂和除草剂的喷药量来长期削减二氧化碳的排放量，2006 年因这些措施削减的二氧化碳排放量估计为 12 亿公斤，相当于 50 万辆汽车的排放。其次，转基因食物、饲料和纤维作物采用免耕方法（抗除草剂转基因作物需要的耕作更少，甚至采用免耕），提高了 2006 年的土壤固碳量，二氧化碳固存达 136 亿公斤，相当于减少了 600 万辆汽车的排放。因此，2006 年通过固碳实现的永久性和额外削减相当于减少了 148 亿公斤的二氧化碳，或相当于减少汽车 650 万辆。第三，未来可用于生产酒精和生物燃料的转基因能源作物种植面积会有显著提高，一方面可以取代矿物燃料，另一方面又可以实现碳的再循环和固存。最新研究指出，生物燃料可使能耗的净节约率达到 65%。由于未来转基因能源作物的种植面积会显著提高，因此转基因能源作物将对环境变化做出巨大贡献。

尽管 2007 年有 23 个国家种植了商业化转基因作物，但自 1996 年以来，还有另外 29 个国家（总数量 52 个）已经批准了相关法规，允许进口转基因作物产品来用作食品和饲料

的加工原料，或进行环境释放试验。共有 23 种转基因作物的 1247 个项目获得 615 项批准。因此，这 29 个国家愿意进口转基因作物产品用作食品与饲料的加工原料，或进行环境释放试验，包括没有种植转基因作物的主要粮食进口国日本。在批准种植转基因作物的 52 个国家中，美国位居第一，其次是日本、加拿大、韩国、澳大利亚、菲律宾、墨西哥、新西兰、欧盟和中国。获得批准项目最多的是转基因玉米（40 项），其次是转基因棉花（18 项）、转基因油菜（15 项）和转基因大豆（8 项）。大多数国家都已批准了抗除草剂大豆 GTS-40-3-2，这个品种通过了 24 项审批（欧盟 27 个成员国中只有一个国家通过了审批），抗虫玉米（MON 810）和抗除草剂玉米（NK 603）均通过了 18 项审批，抗虫棉花（MON 531/757/1076）全球共通过了 16 项审批。

2007 年，估计在全世界种植的 1.143 亿公顷转基因作物中，大约有 9% 即 1120 万公顷转基因作物用于生产生物燃料，其中 90% 以上的种植面积都在美国。估计美国有 700 万公顷转基因玉米用于生产酒精，大约 340 万公顷转基因大豆用于生产生物燃料，加上大约 10,000 公顷的转基因油菜，美国转基因生物燃料总面积达 1040 万公顷。2007 年，巴西 750,000 公顷“抗农达”大豆用于生产生物燃料。在加拿大大约 45,000 公顷的转基因油菜用于生产生物燃料，这样全球用于生物燃料生产的转基因作物总种植面积为 1120 万公顷。

很显然在转基因作物商业化的第一个 12 年已经取得了很大的进步，但是与 2006~2015 年期间转基因作物商业化的第二个 12 年的潜在发展相比，到目前为止，转基因作物商业化还仅仅是“冰山一角”。2015 是转基因作物商业化第二个 10 年的最后一年，也是千年发展目标年，为全球生物技术团体提供了独一无二的机会，从北方到南方，从政府机构到私营企业，在 2008 年证明转基因作物能为千年发展目标和农业可持续发展做出贡献——这将给全球转基因作物团体 7 年的时间，为实现 2015 年的目标而制订一个行动计划。下面描述了 5 个目标，到 2015 年为止应用转基因作物将其实现的可能性很高。

1. 增加全球作物生产力，在改进粮食、饲料、纤维等农产品安全的可持续作物生产系统的同时，保护生物多样性

在第一个转基因作物商业化 12 年期间，种植抗虫、抗病和耐除草剂的转基因作物为增加作物生产力做出了杰出贡献。在相同的种植面积上生产力持续的增长，保护了生物多样性，因为它将帮助减少砍伐森林和刀耕火种的需要。从 1996~2006 年期间，粮食作物玉米、油料作物大豆和油菜，以及纤维作物棉花的产量收益达到 340 亿美元。转基因粮食作物已经分别在下列领域取得初步进展，如南非的白玉米，作为粮食加工原料的转基因玉米，通常用于加工食品的转基因大豆和油菜，以及在美国推广的转基因木瓜与西葫芦和在中国推广的转基因

番木瓜上。抵御非生物胁迫的耐干旱转基因作物有望在 5 年之内取得进展，随后将获得耐盐的转基因作物。新农户的特征是不但能提高产量而且能提供更有营养的粮食，例如 omega-3 油和富含维生素 A 的金米，有望在 2012 年获得批准。在今后 5 年最重要的是转基因水稻被批准，水稻是世界上最重要的粮食作物，2005 年已经在伊朗临时获得批准。在中国，转基因水稻已经完成了大规模的多地区田间试验，已经在考虑产品的商业批准。印度已经开始了田间试验。亚洲的很多国家都有研究计划，继中国批准之后，转基因水稻的获准将被加快。转基因水稻对于粮食安全和减轻贫困有着巨大潜能。

2. 帮助减轻贫困和饥饿

世界上 50% 最贫困的人是资源匮乏的小农户，并且另有 20% 的人是依靠农业生计却没有土地的人。因此，增加资源匮乏的小农户的收入将直接有助于减少世界最贫困人口数量。从 1996 年到 2005 年这第一个 10 年，转基因棉花已经对提高其收入作出了重要的贡献，这将在第二个 10 年被显著增强。转基因玉米已经给一定数量的小农户带来了效益并且保持着巨大的潜能。转基因茄子如同在印度发展一样，有望近期在菲律宾和孟加拉国获得批准。致力于反贫困宗旨的非主要农作物(如木薯、甘薯、高粱和蔬菜)，将使一个多样化和平衡的转基因作物计划发展成为一个目标锁定减少贫困与饥饿的计划。

3. 降低农业对环境的影响

常规农业严重地影响环境，而转基因技术能用来降低农业对环境的影响。在第一个 10 年的发展过程中，杀虫剂的使用明显减少，矿物燃料的使用被节省，二氧化碳的排放减少，通过种植耐除草剂作物优化免耕操作或保护性耕作，保护土壤和保存水分。提高水的利用效率将对全球水资源的保存和利用有较大影响。目前全球 70% 的淡水应用于农业，到 2050 年当人口增加约 50% 而达到 92 亿时，这一比例显然是不能接受的，而且目前在发展中国家，农业用淡水的比例甚至高达 86%。其他转基因作物的应用，将在第二个 10 年的末期实现，这些作物可以提高氮效率，在减缓全球变暖和水质污染过程中发挥作用，例如湄公河的污染，就与氮有关。第一个耐旱的转基因玉米品种有望在 2011 年左右商品化，该特性已经被整合于几种其他作物。耐干旱作物会对全球作物种植产生影响，特别是在干旱更普遍更严重的发展中国家。

4. 缓解气候变化并且降低温室气体排放

预计干旱、洪水和温度变化会更流行、更严重，因此需要加快改进作物种植来充分适应变化的气候。一些分子手段，包括诊断学、基因组学、分子标记辅助选择(MAS)和转基因作物可以用于加快育种并减轻对气候变化的影响。转基因作物通过免耕土地明显地降低了二氧

化碳排放量，保护土壤和保持土壤水分，降低杀虫剂喷洒量和固定二氧化碳。

5. 有助于低成本高效率的生物燃料生产

生物技术可以高效地优化第一代粮食/饲料/纤维作物和第二代能源作物的生物量/种植面积。这可以通过研发对非生物胁迫(干旱/盐)和生物胁迫(害虫、杂草、病害)耐受的转基因作物，改进植物新陈代谢以提高单位面积产量来实现。还可利用生物技术来研发更高效的用于生物燃料下游处理的酶。

未来

转基因作物的未来是令人鼓舞的。转基因作物种植国家的数量、转基因作物种类、转基因性状以及种植面积计划都将在商业化的第二个 10 年之间翻番；在发展中国家如布基纳法索、埃及、越南或许在未来一两年内种植转基因作物。维多利亚和新南威尔士州于 2007 年 11 月末结束了转基因油菜为期 4 年的禁令，这对转基因作物将来在澳大利亚发展意义重大，在这里耐干旱小麦已经开始田间试验。到 2015 年为止，假定只有转基因玉米将获得批准的情况下，种植转基因作物农民的数量能增加 10 倍，达到 1 亿人或更多。干旱是最普遍和最严重的作物产量提高的限制条件，基因提供了一定程度的耐旱特性，期望大约在 2011 年可以应用于那些饱受干旱之苦的发展中国家。从 2006 年到 2015 年商业化的第二个 10 年中，与第一个“美洲的 10 年”相比较，很可能以亚洲的显著增长为特色，而北美洲的发展继续以复合性状作物的快速增长为主，南美洲的巴西将有强劲的增长势头。作物质量特性将更加突出，虽然转基因作物仍在等待上市，但它们被暗示在欧洲即将获准。其他产品，包括医药产品、口服疫苗和特种产品也将富有特色。生物技术的应用提高了第一个代粮食/饲料作物和有重大影响的第二代生物燃料的能源作物的生产效率，同时也带来了机会和挑战。如果作物的效率不能通过生物技术和其他方法提高，在食品安全国家将粮食和饲料作物(如甘蔗、木薯和玉米)作为生物燃料的不恰当使用，可能会危及全球的粮食安全，阻碍粮食、饲料、燃料目标的实现。作物生物技术的关键作用是高效地优化每公顷生物量/生物燃料，提供更多的燃料。无论如何，从长远看，转基因作物对“人道主义千年发展目标(MDG)”的最重要的潜在贡献是到 2015 年把贫困和饥饿减少到 50%。对转基因作物坚持良好的耕作习惯，例如轮作和抗性治理，在第一个 10 年期间仍然是非常重要的。继续把负责任的管理付诸实践，特别是对于发展中国家，他们是转基因作物商业化第二个 10 年的主要的新的实施者。

在最近公布的 2008 世界银行发展报告中关于“发展农业”中指出“农业发展是达到 2015 年将贫困和饥饿人口减半的千年发展目标的至关重要的手段”。报告提示，在发展中国家人口中有四分之三人口居住在农村地区，他们中大多数直接或间接的依靠农业来维持生计。因此，

没有农业生产力革命就不能克服撒哈拉以南的非洲的赤贫情况。亚洲经济快速发展的事实也引起了人们注意,发展中国家的绝大多数财富就由亚洲创造,但那里仍然有 6 亿农村家庭(与撒哈拉以南的非洲地区的 7.7 亿总人口相比较)生活在极度贫困的条件下,亚洲农村的贫困将在未来几十年继续威胁数百万个农村的穷人。目前看来,贫困是一个农村现象,在那里有世界上 50%最贫困的资源匮乏的农户和另外 20%在农村完全依靠农业维持生计却又没有土地的人。我们面临的挑战是通过与资源匮乏农民共享知识以及那些已经成功利用转基因作物提高作物生产力以及经济收入的发达和发展中国家的经验,把农业贫困的集中转化成缓解贫困的机会。世界银行报告明确指出生物技术和信息革命为利用农业促进发展提供独一无二的机遇,但是也要注意发展快速的作物生物技术很容易被发展中国家错过,如果政府意愿和国际援助没有到位,特别是对那些有争议的在 ISAAA 年度报告着重讨论的转基因作物的应用问题。对于国际社会包括印度、中国、阿根廷、巴西和南非这些主要的已经从种植转基因作物中获利的发展中国家的挑战是,如何与众多的没有第一手经验的发展中国家公开分享他们推广转基因作物的经验和知识。实现这个意愿需要快速且适当的慈善基金支持、双边和多边的援助组织帮助,以及如今已经从转基因作物产业中收益达 70 亿美元的私营企业的的所有跨国公司。在这个时期如果没有提供关键的支持,那么将有许多发展中国家错过仅有的机会,导致长时间的贫穷和生产力缺乏竞争。分享转基因作物生产的成功经验是必须的,这包括与其相关的全部人力资源:政治家、决策者、农学家、生物技术学家、经济学家和直接从事于转基因作物各方面的农民。无论赞成还是反对都必须被坦率地分享,以便不需要新的转基因种植国家重蹈覆辙。在这其中需要关注的一个重要的问题是“怎样用不同的方法实施作物转基因计划?”,这即是能够从这些已成功种植转基因作物的国家中学习和得到的一些经验。

值得强调的是,在大多数发展中国家对转基因作物的最主要的限制是缺乏合适高效的法规系统。大多数发展中国家当今的法规系统通常是过于繁琐的,并且在许多情况下,按照这个系统来申请批准解除产品限制即商业化生产的花费高达 100 万美元或更多——这并不是大多数发展中国家的意愿。当前的法规系统是 10 多年前为工业化国家处理这些新技术的最初的需要而设计,他们拥有丰富的法规资源,而发展中国家完全没有——现在对于发展中国家的挑战是“怎样少付出而多收获”。由于过去 12 年积累的知识使现在制定合适的法规系统成为可能,这个法规系统应该是可靠的,严格而又不繁琐的,仅需要对于大多数发展中国家能做到的适当的资源,这是应该最优先考虑的事。如今不必要的和没有严格证明过的标准只满足了资源丰富的发达国家的需要,而正在阻碍发展中国家对转基因作物如金米等产品的及

时利用。从道德上讲这是一个两难的困境，一方面法规系统的需求已经超越其常规意义成为“死胡同而非方法或手段”，而另一方面，尽管法规系统可能完善而大多数发展中国家却在等待的过程中错失发展转基因作物产业的机会。

附：转基因作物的全球价值

2007年，英国 Croplis 咨询公司评估转基因作物的全球市场为 69 亿美元，占 2007 年 422 亿美元的全球作物保护市场的 16%，以及 2007 年全球商业种子市场 340 亿美元中的 20%。这 69 亿美元的转基因作物市值包括 32 亿美元的转基因玉米(从 2006 年的 39% 上升到相当于 47% 的全球转基因作物市值)，26 亿美元转基因大豆(37%，2006 年为 44%)，9 亿美元转基因棉花(13%)和 2 亿美元的转基因油菜(3%)。价值 69 亿美元的转基因作物市场，有价值 52 亿美元的市场(76%)在发达国家，价值 16 亿美元的市场(24%)在发展中国家。全球转基因作物市场的市值是基于转基因作物种子的售价加上全部技术转让有关的费用。从 1996 年转基因作物首次商品化以来的 11 年期间累计的全球市场估计为 424 亿美元，预计 2008 年全球转基因作物市场大约为 75 亿美元。

致谢：ISAAA 衷心感谢 Bussolera Branca 基金会 Ibercaja 银行和洛克菲勒基金会为完成本文及向发展中国家免费发放所给予的资助。