

专稿

2014 年全球生物技术/转基因作物商业化发展态势

Clive James

(国际农业生物技术应用服务组织)

献给诺贝尔和平奖获得者、国际农业生物技术应用服务组织 (ISAAA) 发起人诺曼·博洛格博士, 以纪念其诞辰 100 周年(2014 年 3 月 25 日)

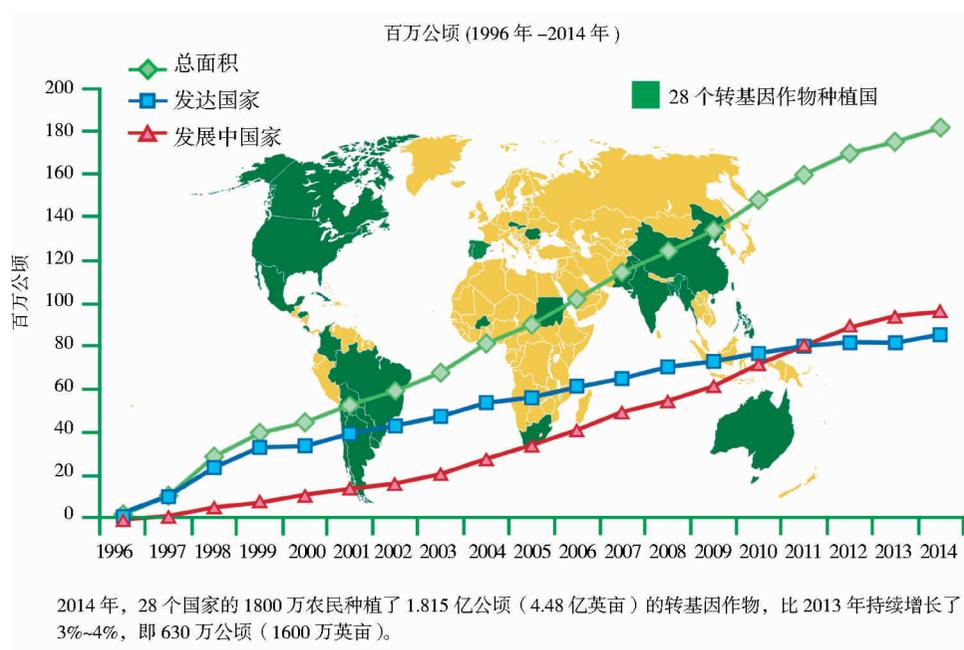


图 1 全球转基因作物种植面积

注 1: 本文版权属于国际农业生物技术应用服务组织 (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。订购报告全文请联系本刊编辑部。

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, 本文所有观点以及任何遗漏之处由作者承担全部责任。

注 3: 本文中的种植面积在某些情况下为四舍五入的近似值, 某些数字、总计、估值的百分比可能有小幅的变化。因为四舍五入, 估值的百分比加起来可能不会恰好等于 100%。所有转基因作物的种植面积估值均为一次计算, 无论作物有几种性状。

注 4: 南半球国家通常在公历年的最后一个季度种植转基因作物, 文中所指的种植面积不一定是该年的收获面积。以阿根廷、巴西、澳大利亚、南非及乌拉圭为例, 2014 年的种植面积通常是指 2014 年最后一个季度种植且在 2015 年第一季度收获的作物面积。因此, 对于南半球国家来说, 其估计值为预测值, 通常会受气候条件的影响。

注 5: 本文所有转基因作物的种植面积指经官方批准种植的产品种植面积, 不包括未经官方批准的任何转基因作物的种植面积。

2014年是转基因作物商业化的第19年,转基因作物种植面积持续增加。28个国家的1800万农民种植了1.81亿公顷(4.48亿英亩)的转基因作物,比2013年27个国家的1.75亿公顷有所增长。2013年10月30日,孟加拉国首次批准了Bt茄子的种植,在批准后不到100天,小农户们于2014年1月22日开始Bt茄子的商业化。美国于2014年11月批准了另一种粮食作物Innate™土豆,相比传统土豆,它的潜在致癌物质丙烯酰胺含量更低,挫伤损失更少。土豆是世界上第四大主食,在无性繁殖和作物腐烂过程中减少浪费有助于提高生产率和粮食安全性。还是在2014年11月,一种新的转基因作物苜蓿(事件KK179)在美国获批种植,其木质素减少了22%,从而具有更高的可消化性和生产率。在美国种植的第一种耐旱玉米2014年的种植面积比2013年的5万公顷增加5倍以上,达到27.5万公顷,表明美国农民对其很高的接受度。重要的是,2014年对过去20年全球147个已知转基因作物的最新、最严谨的综合分析表明,转基因作物在1995年至2014年间产生了多重重大效益:采用转基因技术使化学农药的使用率降低了37%,作物产量提高了22%,农民利润增加了68%。该结论印证了以往的全局年度研究得出的一致性结果:从1996年到2013年间预计增加的作物产量的价值为1333亿美元。

发展态势

2014年是转基因作物商业化的第19年,转基因作物种植面积持续增加

2014年,全球转基因作物的种植面积为1.815亿公顷,年增长率为3%~4%,比2013年的1.752亿公顷增加了630万公顷。作为商业化种植的第19年(1996年~2014年),在连续18年取得显著增长(特别是18年中的12年是两位数增长)之后继续保持增长。

生物技术是世界上应用最为迅速的作物技术

全球转基因作物的种植面积增加了100多倍,从1996年的1700万公顷增加到2014年的1.815亿公顷,转基因作物成为近来应用最为迅速的作物技术,这为大小农户及消费者带来的利益不言而喻。

转基因作物在过去20年(1995年~2014年)中产生了多重重大效益

Klumper和Qaim(2014年)利用在世界各地进行的农场调查或者田间试验得出的原始数据对过去20年147项已知转基因作物研究进行了综合分析,并且报告了转基因大豆、玉米或者棉花在作物产量、农药的使用和农民利润方面的影响。该综合分析的结论是“转基因技术的采用使化学农药的使用减少了37%,作物产量增加了22%,农民利润增加了68%。抗虫作物的产量增益和农药减少的程度大于抗除草剂作物。发展中国家比发达国家的产量和利润增益高”。作者指出:“这项综合分析证实尽管影响不均匀,但平均起来转基因作物的农业和经济利益非常可观并且意义重大;影响随改良的作物性状和地理区域不同而变化。”这项分析揭示了“发达国家和发展中国家农民受益于转基因作物的强有力的证据。”值得注意的是,这些结论印证了以前经同行评议的研究结果(包括PG经济学的Brookes和Barfoot进行的,经常被ISAAA年报引用的年度全球转基因作物的影响研究)。

全球数百万不愿冒险的农民(农户规模有大有小)都肯定种植转基因作物的收益高,因此再次种植率为100%。

从1996年~2014年,转基因作物在全世界几乎30个国家的数百万农民中获得了前所未有的采用率。这些农民做出超过1亿次种植和再次种植转基因作物的独立决定,累计种植面积超过18亿公顷(相当于美国或者中国总面积的180%以上)。不愿冒险的农民们对生物技术的信任和信心来自其能够实现巨大的、可持续的社会经济和环境效益。包括2011年欧盟的研究在内的许多组织的综合分析证实转基因作物是安全的,能够实现巨大的农业和环境效益并且导致农药用量的大幅减少。

2014年有28个国家种植转基因作物

2014年28个种植转基因作物的国家中(表1),20个为发展中国家(包括新加入的孟加拉国),8个为发达国家。排名前十位的国家转基因作物种植面积均超过100万公顷,其中8个为发展中国家,为将来转基因作物的多样化持续发展打下了广泛的基础。世界人口的60%即约40亿人居住在这28个转基因作物种植国家中。

表 1 2014 年全球转基因作物在各国种植面积(百万公顷)

排名	国家	种植面积(百万公顷)	转基因作物
1	美国*	73.1	玉米、大豆、棉花、油菜、甜菜、苜蓿、木瓜、南瓜
2	巴西*	42.2	大豆、玉米、棉花
3	阿根廷*	24.3	大豆、玉米、棉花
4	印度*	11.6	棉花
5	加拿大*	11.6	油菜、玉米、大豆、甜菜
6	中国*	3.9	棉花、木瓜、白杨、番茄、甜椒
7	巴拉圭*	3.9	大豆、玉米、棉花
8	巴基斯坦*	2.9	玉米、大豆、棉花
9	南非*	2.7	棉花
10	乌拉圭*	1.6	大豆、玉米
11	玻利维亚*	1.0	大豆
12	菲律宾*	0.8	玉米
13	澳大利亚*	0.5	棉花、油菜
14	布基纳法索*	0.5	棉花
15	缅甸*	0.3	棉花
16	墨西哥*	0.2	玉米
17	西班牙*	0.1	棉花、大豆
18	哥伦比亚*	0.1	棉花、玉米
19	苏丹*	0.1	棉花
20	洪都拉斯	<0.1	玉米
21	智利	<0.1	玉米、大豆、油菜
22	葡萄牙	<0.1	玉米
23	古巴	<0.1	玉米
24	捷克共和国	<0.1	玉米
25	罗马尼亚	<0.1	玉米
26	斯洛伐克	<0.1	玉米
27	哥斯达黎加	<0.1	棉花、大豆
28	孟加拉国	<0.1	茄子
	总计	181.5	

*19 个转基因作物种植大国的种植面积在 5 万公顷以上

世界上最贫穷的小国之一孟加拉国 2014 年率先批准了 Bt 茄子的种植和商业化;越南和印度尼西亚 2015 年有望首次种植转基因作物,将使亚洲的转基因作物种植国家总数达到 9 个

孟加拉国 2013 年 10 月 30 日首次批准了转基因作物(Bt 茄子)的种植,2014 年 1 月 22 日创纪录地在批准后不到 100 天内开始了转基因作物的商业化:20 个小农户首次种植了 Bt 茄子,全年共有 120 户农民种植了 12 公顷的 Bt 茄子。这样的成绩如果没有强烈的决心和政府支持特别是农业部长 Matia Chowdhury 的支持是不可能取得的。这为其它弱小而贫穷的国家树立了典型示范,同时也打破了印度和菲律宾审批商业化种植 Bt 茄子的僵局。

亚洲的另外两个发展中国家越南和印度尼西亚 2014 年也批准在 2015 年商业化种植转基因作物(本报告中不包括这些种植面积)。越南批准了转基因玉米。印度尼西亚批准了作为粮食的耐旱甘蔗,已于 2014 年种植了 50 公顷的甘蔗种子组用作 2015 年的商业化,而作为饲料的批准悬而未决。随着越南和印度尼西亚的加入,亚洲转基因

因作物商业化种植的国家总数将达到9个。

美国的转基因耐旱玉米的种植增加

DroughtGard™玉米(事件 MON 87460)2013年首次在美国的种植面积是5万公顷,2014年约为27.5万公顷,是2013年的5.5倍,反映了美国农民对首次利用生物技术解决玉米耐旱性的高度接受。值得注意的是,事件 MON87460是孟山都公司向非洲节水玉米项目(WEMA)捐赠的。WEMA是一个公私合作项目(PPP),用于选择一些非洲国家在2017年第一次开始种植转基因耐旱玉米。

一批新的转基因作物最近获得批准,包括土豆和茄子,计划于2015年以后开展商业化

2014年美国批准了两种新的转基因作物于2015年开始种植:Innate™土豆和HarvXtra™。Innate™土豆作为主食,其丙烯酰胺(潜在的致癌物质)含量较传统品种更低,挫伤浪费更少。具有事件KK1879的首蓿中木质素含量减少,将以HarvXtra™商标出售,具有更好的可消化性和更高的产量。另一种产品Enlist™ Duo是第二代抗除草剂(HT)产品的典范,具有双活性/杂草管理系统,用于处理抗除草剂的杂草。同一类型的其它作物还包括麦草畏/草甘膦大豆产品和事件SYHTOH2耐草铵膦、异恶唑草酮和硝磺草酮的大豆。Enlist™ Duo大豆和玉米都耐草甘膦除草剂和2,4-D胆碱。印度尼西亚批准了耐旱甘蔗并计划于2015年种植,而巴西也有两种产品即HTT大豆Cultivance™和本国产的抗病毒大豆将于2016年开始商业化。另外,越南首次批准了转基因玉米(HT与IR)于2015年的商业化计划。总之,除了目前直接使消费受益的转基因粮食作物(南非的白色玉米、美国和加拿大的甜菜和甜玉米以及美国的木瓜和南瓜)外,新的转基因粮食作物包括孟加拉国的蔬菜皇后——茄子和美国的世界第四大主食——土豆。

美国农业部动植物卫生检验局(APHIS/USDA)2014年11月批准了美国私人公司Simplot开发的Innate™土豆在美国的商业化。这种土豆的天冬酰胺含量较低,从而降低了对人类潜在致癌的丙烯酰胺的生成(在高温烹饪土豆时会产生丙烯酰胺),去皮后不会褪色,挫伤时斑点较少,易贮藏,减少了浪费从而有利于粮食安全。Innate™土豆是通过将基因从一种土豆转移到另一种土豆上得到的。Simplot公司进行的一项调查表明,91%的被调查者对Innate™育种方法很放心。该公司计划2015年开始在适量的种植面积上进行商业化,优先顺序是新鲜土豆市场和土豆片市场,而将Innate™生产与用于出口的传统土豆分开。Simplot公司计划向包括加拿大、墨西哥和日本在内的主要市场提交申请。

批准Innate™将为转基因土豆在全球打开新的机会窗口。土豆是世界第四大重要的主食,仅次于大米、小麦和玉米。植物保护的约束对土豆生产非常重要,因为土豆是无性繁殖作物,它的块茎而非“真正的种子”用于其商业化繁殖。因此,与通过种子繁殖的作物不同,土豆无法受益于种子提供的阻断许多植物病原体传播的天然屏障。所以,像其它块茎作物一样,与其它种子繁殖作物相比,土豆的患病率和疾病严重程度很高。全球土豆的产量损失有22%归因于真菌和细菌病原体,有8%归因于病毒,再加上害虫造成的18%的损失以及杂草造成的23%的损失,如果没有作物保护,70%的土豆产量会损失于科罗拉多甲虫等害虫和病毒载体(蚜虫和叶蝉)以及由真菌、细菌、各种病毒(包括土豆病毒Y即PVY和土豆卷叶病毒即PLRV)以及线虫引起的疾病,这些会在其所在区域造成毁灭性损失。发达国家利用繁殖使用的田间块茎的种子认证程序和植物组织培养系统(两者都需要基础设施和资源的循环使用从而每年产生洁净的土豆库存)对一些疾病特别是PVY和PLRV等以昆虫为媒介的疾病进行有效控制。认证在对付破坏性晚疫病的传播方面不太有效。认证需要充足的基础设施,而这是发展中国家无法获得的。总的看来,生物技术能够有效控制土豆因害虫和疾病所造成的损失。

在土豆病害中,由真菌疫霉菌造成的枯萎病是一种最重要的疾病,占植物病原体造成的土豆产量损失的15%。该疾病曾造成了爱尔兰1845年的饥荒。在饥荒发生150多年后,传统技术还是不能阻断这种疾病,枯萎病仍然是每年造成高达75亿美元损失的全球最主要的土豆疾病。土豆广泛种植于许多发展中国家如孟加拉国、印度和印度尼西亚。那里已经在进行田间试验,用于评估生物技术对土豆枯萎病的抗性。Innate™土豆在美国获得批准对于全球具有重要的意义,特别是对于发展中国家,因为它开创了通过复合多个已开发、已批准或者已商业化(美国20世纪90年代的PVY、PLRV和Bt)的重要性状(抗枯萎病)将生物技术应用于新作物的新机会。近期

Simplot 公司从英国 John Innes 研究所取得了转基因抗枯萎病土豆的授权,并开发了增强型 Innate™。这是一种抗枯萎病土豆,潜在丙烯酰胺含量低,黑斑挫伤更少,还原性糖含量更低。该公司已经向 APHIS/USDA 提交了关于增强型 Innate™产品的非管制状态的申请。现在已经邀请公众对其申请进行评议。

- APHIS/USDA 最近解除了对木质素减少的苜蓿事件 KK179 种植的管制。苜蓿是一种多年生作物,种植面积为 800~900 万公顷,在美国排名第四,仅次于玉米、大豆和小麦。它在美国和全球都是主要的饲料作物,全球种植面积约 3000 万公顷。转基因抗除草剂 RR® 苜蓿自 2005 年开始在美国种植。2014 年 11 月美国批准了转基因苜蓿事件 KK179 的种植,将以 HarvXtra™ 商标进行销售,与 RR® 苜蓿性状复合。与同一生长阶段的传统苜蓿相比,它的木质素含量降低了 22%。这造成苜蓿饲料中木质素总累积量的减少。KK179 饲料中木质素含量通常与类似生产条件下收获早几天的传统饲料中木质素的含量相同。与同龄的传统饲料相比,木质素减少的苜蓿的饲料质量有所提高,通过推迟收获几天使饲料产量最大化(在此期间积累更多的生物质),使农民在饲料的收获时间上有较大的灵活性,以应对不利天气和劳动力时间的变化。

- 美国解除了对 Enlist™ Duo 的管制,用于管控大量杂草。这些杂草包括很难控制的耐药杂草,例如耐草甘膦的帕尔梅苋属植物、水萱麻和三裂叶豚草。玉米和大豆种植户在其农场里各种抗除草剂种子和产品的轮作管理中可将 Enlist™ Duo 种子作为一项管理内容——这是维持抗除草剂作物价值、有效性和持久性的重要策略。中国对 Enlist 产品的进口审批还在进行中,中国批准上一个同类产品还是在 2013 年 6 月。新产品的种植和进口审批不同步是所有利益相关者需要迫切关注的主要挑战。

1800 万农民受益于转基因作物,其中 90% 为资源匮乏的小农户

2014 年有 1800 万农民种植了转基因作物,其中 90% 以上(即 1650 万)是发展中国家的资源匮乏的小农户。中国有 710 万农民受益于转基因作物,而印度有 770 万受益的农民。1996 年至 2013 年的最新经济数据表明,中国农民从中获利 162 亿美元,而印度农民获利 167 亿美元。除经济收益外,种植转基因作物使得杀虫剂的喷洒量降低了一半,因此减少了农民直接接触杀虫剂,更重要的是有助于可持续的环境和更好的生活质量。

2014 年发展中国家转基因作物的种植面积连续三年超过了发达国家

2014 年拉丁美洲、亚洲和非洲的农民共计种植转基因作物 9600 万公顷,即全球 1.81 亿公顷转基因作物种植面积的 53%(2013 年这一比例为 54%),而发达国家 8500 万公顷的种植面积占 47%(2013 年这一比例为 46%),即发展中国家比发达国家多种植 1100 万公顷。2014 年美国的增长最多(300 万公顷),而巴西(增加了 190 万公顷)最近 5 年的同比增长率最高。发展中国家较大的种植面积与评论家以前的预测相反。1996 年转基因技术商业化之前,他们曾断言转基因作物只适用于发达国家,不会被发展中国家特别是资金薄弱而贫穷的农民接受和应用。

1996 年至 2013 年,发达国家获得的累计经济效益为 652 亿美元,发展中国家产生的经济效益为 681 亿美元。2013 年发展中国家的经济效益为 101 亿美元,占全球 204 亿美元的 49.5%,而发达国家为 103 亿美元(Brookes 和 Barfoot,2015 年即将出版)。

在 1.81 亿公顷种植面积中,复合性状作物占 28%

复合性状仍然是转基因作物重要的、不断增长的特点,13 个转基因作物种植国在 2014 年种植了两个或以上性状的转基因作物,其中 10 个国家为发展中国家。2014 年复合性状转基因作物种植面积为 5100 万公顷,即 1.81 亿公顷的 28%,比 2013 年的 4700 万公顷(总面积 1.75 亿公顷的 27%)有所增加。更多性状复合的转基因作物的种植将稳定增长。2014 年拉丁美洲的巴西、阿根廷、巴拉圭和乌拉圭种植了 580 万公顷 HT/Bt 大豆。

5 个主要发展中国家——巴西、阿根廷、印度、中国、南非,种植了全球 47% 的转基因作物,人口占全球的 41%

全球三大洲前五个种植转基因作物的发展中国家是亚洲的中国和印度,拉丁美洲的巴西和阿根廷以及非洲的南非,它们共种植了 8470 万公顷的转基因作物,占全球转基因作物种植面积的 47%,并且这五个国家的人口约占全球 70 亿人口的 41%。2100 年,全球人口将达到 109 亿,仅撒哈拉以南非洲的人口将可能从目前的 10 亿(占全球

人口的 13%) 逐步增加到 38 亿(占全球人口的 38%)。高昂的、无力支付的粮食价格使全球粮食安全面临巨大挑战,而转基因作物会为粮食安全做出贡献。

美国仍然是全球的领头羊,2014 年美国的种植面积同比增长高于巴西,后者最近 5 年来种植面积增加比任何国家都快

美国仍是全球转基因作物的领先生产者,种植面积达到 7310 万公顷(占全球种植面积的 40%),主要转基因作物的采用率在 90% 以上。2014 年美国同比增长 4%,比其它国家都多,这主要是因为大豆总种植增加了 11%,达到创纪录的 3430 万公顷。尽管 2013 年美国的转基因作物采用率已经很高,但 2014 年三种主要作物仍然大幅增加——大豆采用率从 93% 增加到 94%,玉米从 90% 增加到 93%,棉花从 90% 增加到 96%。

巴西转基因作物的种植面积仍然仅次于美国

2014 年巴西的转基因作物种植面积达到了 4220 万公顷,仅次于美国,在全球转基因作物种植国中排名第二。最近五年巴西成为全球转基因作物的增长引擎,未来有望缩小与美国的差距。快速高效的审批制度使得巴西能够快速进行转基因品种审批。2014 年巴西连续第二年种植了抗虫、抗除草剂复合性状大豆,种植面积为 520 万公顷,比 2013 年的 220 万公顷大大增加。值得注意的是,年预算为 10 亿美元的巴西农业研究组织——巴西农科院(EMBRAPA)已经获批在 2016 年商业化种植本国产的转基因抗病毒豆类,而其通过公私合作与巴斯夫(BASF)开发的抗除草剂大豆在 2016 年商业化前需要等待欧洲的进口审批。

加拿大转基因作物的种植面积增加,而澳大利亚的种植面积由于持续的严重干旱而减少

2014 年加拿大的转基因作物种植面积为 1160 万公顷,比 2013 年的 1080 万公顷有所增加,因为该国农民们种植了更多的转基因油菜(800 万公顷,采用率 95%)和大豆(200 多万公顷)。加拿大种植了 800 万公顷的转基因油菜和 200 多万公顷的转基因大豆。澳大利亚因为严重干旱而减少了约 20 万公顷的转基因棉花种植面积,但采用率仍然高达 99%。棉花种植面积的减少由抗除草剂油菜的增加弥补——油菜的种植面积增加了 50%,达到 342000 公顷。

印度农业继续受益于 Bt 棉花

印度 Bt 棉花种植面积创历史新高,达到 1160 万公顷,是 2002 年开始商业化的 5 万公顷的 230 倍,采用率为 95%,比 2013 年的 1100 万公顷有所增加。Brookes 和 Barfoot 的最新估算显示 2002 年到 2013 年这 12 年间 Bt 棉花使农村收入增加了 167 亿美元,仅 2013 年的收入就达到 21 亿美元,与 2012 年基本相同。

中国转基因作物的发展态势

710 万中国小农户(平均约 0.5~0.6 公顷)成功种植了 390 万公顷转基因棉花,尽管由于低价格和高库存减少了棉花的总种植面积(从 2013 年的 460 万公顷减少到 2014 年的 420 万公顷),但转基因棉花的采用率从 2013 年的 90% 增加到 2014 年的 93%。广东、海南以及新的转基因作物种植省——广西种植了 8500 公顷抗病毒木瓜,比 2013 年的 5800 万公顷增加了 50%。另外,中国还种植了 543 公顷 Bt 白杨。除了 710 万直接受益于转基因棉花的农民外,另外 1000 万农民间接受益于 2200 万公顷棉铃虫中间寄主作物的种植(这些作物受益于广泛种植 Bt 棉花而使虫害减少)。因此,仅受益于转基因 Bt 棉花的中国农民实际上远远超过了 710 万。最新数据显示 1997 年~2013 年农民从 Bt 棉花获得的经济收益为 162 亿美元,仅 2013 年一年就达到 16 亿美元。

转基因玉米和转基因大米在中国、亚洲和世界上其它地区(近期、中期和长期内)具有重大利益和巨大意义,这是因为在全世界大米是主粮而玉米是最重要的饲料作物。中国对 Bt 玉米、抗除草剂玉米、植酸酶玉米以及转基因大米的研究和商业化对自身乃至全世界的粮食和饲料需求都有巨大的贡献潜力。虽然习近平主席对中国大量进口的转基因大豆和玉米(2013 年 6300 万吨大豆和 330 万吨玉米)中所采用的技术表示支持,但国内转基因主粮作物的生产至今尚未实施。习近平在 2013 年 12 月召开的中央农村工作会议上表示,这是一项新技术,“对它有争议和怀疑是合情合理的”。目前中国农业部启动了一项国家公共信息媒体宣传活动,旨在提高公众对转基因作物的认识,包括它们对中国带来的利益。中国继续提高转基因作物研发的优先级别(2008 年到 2020 年研发经费为 40

亿美元),反映了中国对转基因作物的长期投入。中国进口玉米不断增加(其中90%为转基因玉米),并且消费的大豆占全球总产量的三分之一,其中进口的大豆占全球出口总量的65%(90%为转基因大豆)。

非洲的发展态势

非洲2014年在转基因作物种植方面继续取得进步:苏丹Bt棉花种植面积大幅增加46%,达到9万公顷;南非和布基纳法索的转基因作物种植面积稍有减少,主要是因为种植条件的不稳定性;另外7个非洲国家(按字母排序分别为喀麦隆、埃及、加纳、肯尼亚、马拉维、尼日利亚和乌干达)开始进行大范围新转基因作物(大米、玉米、小麦、高粱、香蕉、木薯和甘薯)的田间试验,包括数种主要作物和孤生作物。WEMA项目有望最早于2017年在南非发布其首批转基因复合性状耐旱、抗虫(Bt)玉米,按监管审批,随后是肯尼亚、乌干达、莫桑比克和坦桑尼亚。

5个欧盟国家种植了143016公顷Bt玉米,西班牙是目前为止最大的Bt玉米种植国,占欧盟Bt玉米总种植面积的92%

五个欧盟国家(同2013年)Bt玉米的种植面积达到143016公顷(比2013年略微减少了3%,主要是因为玉米总种植面积的减少),特别是西班牙采用率达到创纪录的31.6%,其种植的Bt玉米占欧盟总面积的92%。三个国家的种植适度增加:葡萄牙、罗马尼亚和斯洛伐克,而两个国家的种植面积稍有减少:西班牙和捷克。2014年西班牙的Bt玉米种植面积居欧盟之首,为131538公顷(2013年为136962公顷)。总体来讲,欧盟国家中存在阻碍农民种植Bt玉米的因素,这是非常繁杂、苛刻的欧盟农民报告程序产生的消极影响。

转基因作物的批准情况

从1994年到2014年10月,共计38个国家(37国+欧盟28国)批准转基因作物用作粮食和饲料或释放到环境中,涉及27种转基因作物和357个转基因事件的3083项监管审批。其中1458项审批是关于转基因作物用于食品(直接使用或进行加工处理),958项审批关于转基因作物用于饲料(直接使用或进行加工处理),667项审批是关于转基因作物种植或释放到环境中。批准转基因作物事件的国家/地区中,日本位居第一(201个转基因作物事件),其次为美国(171个,不包括复合性状事件)、加拿大(155个)、墨西哥(144个)、韩国(121个)、澳大利亚(100个)、新西兰(88个)、台湾地区(79个)、菲律宾(75个)、欧盟(73个,包括已到期或在续订过程的批文)、哥伦比亚(73个)、南非(57个)和中国(55个)。玉米是获批事件最多的作物(在29个国家中有136个事件),其次是棉花(在21个国家中有52个事件)、油菜(在13个国家中有32个事件)、土豆(在10个国家中有31个事件)及大豆(在28个国家中有30个事件)。

在最多的国家和地区获得监管机构批准的作物事件是抗除草剂大豆事件GTS-40-3-2(26个国家+欧盟28个成员国的52次批准),其次是抗除草剂玉米事件NK603(25个国家+欧盟28个成员国的52次批准),抗虫玉米事件MON810(25个国家+欧盟28个成员国的50次批准),抗虫玉米Bt11(24个国家+欧盟28个成员国的50次批准),抗虫玉米TC1507(22个国家+欧盟28个成员国的47次批准),抗除草剂棉花MON531(19个国家+欧盟28个成员国的39次批准),抗虫玉米MON89034(22个国家+欧盟28个成员国的39次批准),抗除草剂大豆A2704-12(22个国家+欧盟28个成员国的39次批准),抗虫玉米MON88017(20个国家+欧盟28个成员国的37次批准),抗除草剂玉米T25(18个国家+欧盟28个成员国的37次批准)以及抗虫棉花MON1445(17个国家+欧盟28个成员国的37次批准)。

2014年全球仅转基因种子的价值就高达157亿美元

根据2011年的一项研究估计,一个新的转基因作物/性状的发现、开发和批准的成本为1.35亿美元。根据Cropnosis估计,2014年全球转基因作物的市场价值为157亿美元(比2013年的156亿美元稍有增加),占2013年全球作物保护市场723亿美元的22%,占商业种子市场450亿美元的35%。预计全球已收获的最终商业产品(转基因作物和其它收获的产品)的农场出场收入为转基因种子单独价值的10倍以上。

未来展望

2050 年全球人口供养

到 2050 年将供养 90 亿人口是人类在本世纪剩余年份里必须面对的一大挑战。全球大多数人甚至还没有认识到这一挑战有多么巨大,这使得完成这一任务更加困难。与 2050 年及以后人口供养有关的一些关键事实包括:

- 在 1900 年初全球人口只有 17 亿,而现在达到了 72 亿,到 2050 年将增加到 96 亿,在本世纪末的 2100 年将接近 110 亿。从全球看,8.7 亿人口目前面临长期饥饿,20 亿人营养不良。

- 高蛋白饮食低效化,包括以中国和印度为首的更加繁华的发展中国家的更多肉类。

- 需要在 2050 年前将作物生产率提高至少 60% 或者以上,还需要更好的、更加可持续的利用更少的资源——更少的土地、水、肥料和农药。

- 对生产生物燃料的生物质需求增加,以响应全球不断增加的对能源更加苛求的富裕人口的需求。

- 应对与气候变化相关的其它新挑战,更加频繁和严重的干旱以及水的使用——农业用水占全球淡水的 70%,而到 2050 年额外增加 20 亿人口后这一比例是不可持续的。

在小麦和大米绿色革命之后,作物生产率的增幅下降。现在很明显仅靠传统技术在 2050 年不能供养 90 亿人口,全球科学界的一项提议是更好地兼用传统技术(适应性更好的种质)和最好的生物技术(适当的转基因和非转基因性状),以取得作物生产率在全球 15 亿公顷耕地上的可持续增长。农业的投资回报很高而且直接影响脱贫致富,对那些全球最贫困人口——资源匮乏的小农户和依赖农业的无地农户来说更是如此。

转基因作物对粮食安全、可持续性和气候变化做出的贡献

从 1996 年至 2013 年,转基因作物通过以下方式对粮食安全、可持续性和气候变化做出贡献:使作物产值增加 1333 亿美元;产生更好的环境,节约 5 亿公斤的农药活性成分;仅 2013 年一年就减少 280 亿公斤 CO₂ 排放,相当于每年在公路上减少 1240 万辆汽车;在 1996 至 2013 年节约 1.32 亿公顷土地,保护了生物多样性;帮助超过 1650 万小型农户及其家庭(即 6500 万人口,他们属于世界上最贫困人口)缓解了贫困。转基因作物为许多全球科研机构支持的可持续强化战略做出了贡献,使生产力/生产能够在现有的全球 15 亿公顷的作物种植面积的条件下实现增长,因此保护了森林和生物多样性。转基因作物是必要的,但并不是万能的。对待转基因作物仍要像对待传统作物一样,坚持采用良好的耕作实践,例如轮作管理和抗性管理。

转基因作物对可持续性的贡献

转基因作物在以下五个方面对可持续发展做出贡献:

- 促进粮食、饲料和纤维安全及自足,包括通过持续提高农业生产力和提高农民经济收益,提供更多实惠的粮食

1996 年至 2013 年的 18 年间,转基因作物在全球产生了大约 1333 亿美元的农业经济收益,其中 30% 是由于减少生产成本(耕犁更少、农药喷洒更少以及劳动力更少)所得的收益,70% 来自 4.414 亿吨可观的产量收益。2013 年一年的收益为 204 亿美元,其中 88% 来自产量增加(相当于 6400 万吨),12% 是由于降低生产成本(Brookes 和 Barfoot, 2015 年即将出版)。

- 保护生物多样性

转基因是一种节约耕地的技术,可在目前 15 亿公顷的可耕地上获得更高的生产率,有助于防止砍伐森林和保护生物多样性。发展中国家每年流失大约 1300 万公顷富有生物多样性的热带雨林。如果在 1996 年至 2013 年间转基因作物没有产出 4.414 亿吨额外的粮食、饲料和纤维,那么需要增加 1.32 亿公顷(Brookes 和 Barfoot, 2015 年即将出版)土地种植传统作物以获得相同产量。这些增加的耕地中一部分将极有可能需要耕作生态脆弱的贫瘠土地(不适宜作物生产的耕地)和砍伐富有生物多样性的热带雨林,生物多样性将会因此遭到破坏。

- 减轻贫困和饥饿

到 2014 年为止,转基因棉花已经在中国、印度、巴基斯坦、缅甸、布基纳法索和南非等发展中国家为超

过 1650 万资源贫乏的小农户的收入做出了重要贡献,并且这一贡献在 2011 ~ 2020 年这十年间还将继续增强。

- 减少农业对环境的影响

传统农业对环境有严重影响,使用生物技术能够减轻这种影响。迄今为止的进步包括:显著减少杀虫剂喷洒,节约矿物燃料,通过免耕或少耕土地减少 CO₂ 排放,通过使用抗除草剂转基因作物实现免耕、保持水土。根据最新数据,1996 年至 2012 年,农药活性成分(a. i)累计减少了 5 亿公斤,少用了 8.7% 的农药。根据环境影响指数(EIQ)的测量,这相当于将农药对相关环境的影响减少了 18.5%。EQI 测量为综合型测量,基于各种因素对单个活性成分的净环境影响所做出的贡献。仅 2012 年一年,就减少了 3600 万公斤农药活性成分(相当于少用了 8% 的农药)以及 23.6% 的 EQI(Brookes 与 Barfoot, 2014 年)。

水资源利用效率的提高将对全球水资源保护和利用产生主要影响。目前全球 70% 的淡水被用于农业,这在未来显然不能承受。首个具有抗旱性状的转基因玉米杂交品种预计将于 2013 年在美国开始商业化,并且首个热带抗旱转基因玉米于 2017 年之前在撒哈拉以南非洲地区开始商业化。抗旱性状作物将对世界范围内的种植体系的可持续性产生重大影响,尤其是对于干旱比发达国家更普遍和严重的发展中国家而言。

- 有助于减缓气候变化及减少温室气体

对环境问题的迫切关注意味着对转基因作物的关注。转基因作物可帮助减少温室气体排放,并且从两个主要方面减缓气候变化。首先,通过减少使用矿物燃料、杀虫剂和除草剂,永久性地减少 CO₂ 的排放,预计仅 2013 年一年就减少了 21 亿公斤 CO₂ 排放(相当于路上行驶汽车的数量减少了 93 万辆);其次,由于转基因粮食、饲料以及纤维作物保护性耕作(由抗除草剂转基因作物带来的少耕或免耕),使得 2013 年额外的土壤碳吸收了相当于 259 亿公斤的 CO₂ 或相当于减少 1150 万辆上路行驶的汽车。因此在 2013 年,通过吸收方式,永久性和额外减少了共计 280 亿公斤的 CO₂,相当于减少了 1240 万辆上路行驶的汽车(Brookes 和 Barfoot, 2015 年即将出版)。

预计干旱、洪涝以及气温变化灾害将更为频繁且更为严重,因此,有必要加快作物改良项目,开发能很好适应更快气候条件变化的品种和杂交品种。目前几种农业生物技术包括:组织培养、诊断法、基因组学、分子标记辅助选择(MAS) 锌指法可以用于“加速育种”和帮助缓解气候变化影响。

总之,以上五点已经说明了转基因作物在显著促进可持续发展、减缓气候变化和全球变暖方面的能力,以及未来的巨大潜力。转基因作物能够显著提高生产力及收入,因此可作为农村经济增长的引擎,帮助世界上资源贫乏的小农户摆脱贫困。

转基因作物的管理和抗性管理

两个主要的转基因作物性状抗虫(IR)和抗除草剂(HT)自 1996 年商业化种植以来对全球粮食、饲料和纤维生产做出了巨大的贡献。2014 年抗虫和抗除草剂性状被单独或复合应用于四大主要作物——玉米、大米、棉花和油菜,并且全球种植面积为 1.81 亿公顷。此外,从 1996 年到 2014 年,IR/HT 转基因作物赢得了全世界数百万农民的信任并且因此在全球所有主要转基因作物种植国产生了 90% 或者更高的近乎最佳采用率。IR/HT 转基因作物为传统的基于杀虫剂的作物生产系统提供了成功的补充和替代系统,农民对它们的评价是高效、便利和对环境友好。这两种性状还被成功应用于一系列其它商业化的转基因作物,包括苜蓿、茄子、甜菜和白杨。这两种性状也已经被成功应用于另外两种未来将展开商业化的新转基因作物,即两种主食大米和小麦。

无论传统技术还是转基因技术,随着时间的推移以及抗虫性和抗除草剂性的广泛采用,都会导致害虫的抗药性和杂草的抗除草剂性,因而削弱农民的利益。科学界、监管部门和决策者在 1996 年开始引入转基因作物之前就已经预见并且考虑了 IR/HT 性状的抗性管理对策,包括庇护所策略,将害虫抗性管理(IRM)策略整合入虫害管理(IPM)计划中,以及转基因作物释放后抗性产生的早期监测等。目前,基因聚合、抗性复合等新的科学方法不断发展,使新转基因作物的管理和抗性的监管创优管理更加高效。因此,IRM、监管创优和包括轮作在内的良好的耕作实践在从 1996 年开始在 IR/HT 转基因作物的成功大规模种植和接受中扮演着重要的角色。人们认为这些方法延

长了转基因作物的生命,使它们比传统技术更为持久,从而使农民的收益在持续种植 IR/HT 转基因作物的基础上不断增长。

正如所预计的一样,研究已经证实第一代 IR 和 HT 性状正分别变得更易受目标害虫和杂草的抗性的影响。美国玉米的单个或复合 IR/HT 转基因作物已经导致了田间害虫的抗性。所以,必须对 Bt 抗性管理给予高的优先级,尤其是在以 Bt 基因(单个的和复合的)为特色的作物占多数的情况下更是如此。在 2014 年这类作物已经占到了 5500 万公顷。同样地,数项研究表明相当数量的杂草对除草剂(包括被广泛使用的草甘膦)的施用具有抗性,因而这类除草剂在未来的使用潜力有限。因此害虫抗性管理和 IR/HT 转基因作物的管理更加重要并且应该优先考虑。

20 年的经历以及技术发展的趋势建议,严格有效地执行抗性管理和监管创优需要考虑以下 12 种要素:

- 庇护所种植策略中的简单但富有创新性的方案如庇护袋(Refuge in the bag, RIB)
- 将害虫抗性管理(IRM)整合入虫害管理(IPM)系统
- 一整套推荐作法的严格实施
- 检测到的抗性的后期监管和实时报告
- 确保种子纯度和适当的性状表达
- 保证高质量 IR/HT 种子的供应
- IR 和 HT 性状的基因聚合和复合
- IR/HT 性状的多重模式的整合
- 发展能够阻止抗性产生的创新且有弹性的新技术
- 用改良产品及时更换现有 IR/HT 产品
- 在农业社区教育、培训和拓展 IR/HT 转基因作物的管理
- 强化对监管要求的合规

尽早批准具有两个和三个抗虫、抗杂草性状的第二代 IR/HT 作物如 Bollgard - III™ 和 Enlist™ 产品是非常重要的。庇护袋(RIB)策略的大规模使用必须严格保证合规性。重要的是,科学界、农民、决策者和私有领域的所有利益相关者必须知道他们的共同责任,认识到任何不良实施将使整个抗性管理系统无法工作。

黄金大米

妇女和儿童最易受维生素 A 缺乏(VAD)的影响,这是导致儿童时期失明及免疫系统不能抵抗疾病的主要原因。世界卫生组织(WHO)报告称 2009 年至 2012 年全世界每年有 1.9 亿至 2.5 亿学龄前儿童仍然受 VAD 的影响。研究表明补充维生素 A 能够将五岁以下儿童的死亡率降低 24% ~ 30%。这意味着让 800 万营养不良的晚期婴儿和学龄前儿童获得维生素 A 可以每年预防 130 至 250 万儿童的死亡。黄金大米(GR)是由菲律宾水稻研究所(PhilRice)和国际水稻研究所(IRRI)开发的。据 IRRI 报告,到 2014 年 3 月为止,其与菲律宾、印度尼西亚和孟加拉国的国家研究机构一直在对富含 β -胡萝卜素的黄金大米进行分析和测试。黄金大米事件 R(GR2-R)是将基因渗入许多品种并且在三个季节进行田间测试以评估其在菲律宾田间状态下的农业和产品性能。

多位点测试的初步结果表明虽然获得了粮食中 β -胡萝卜素的目标水平,但平均产量与当地农民偏爱的品种的产量相比较低。因此,增加产量这个新目标成为当前研究的焦点。当前研究还将包括 GR2 的其它版本如 GR2-E 及其它。在 IRRI,黄金大米的性状正被转入许多品种以获得合适的品系,一旦获得,将重新开始一系列限制性田间试验。IRRI 和许多研究合作伙伴决心致力于使农民和消费者受益的高性能大米品种的开发,致力于改善数千万微量营养素不足的人们健康水平。IRRI 及所有参与组织将继续严格遵守所有生物安全性及监管条款以便开发和传播黄金大米。

一旦发布,黄金大米就有潜力为维生素 A 缺乏的南方主要国家提供富含 β -胡萝卜素的碳水化合物主食,预估每天总计将达到 2006869 卡路里,包括:生活在南亚的人们 1130648 卡路里,东南亚 660979 卡路里,非洲 125124 卡路里,拉丁美洲 75238 卡路里,中亚 14880 卡路里。

未来 5~10 年潜在的新转基因作物

四种主要转基因作物是大豆、玉米、棉花和油菜。然而,最近五年商业化转基因作物大量扩张已经包括了种植面积巨大的甜菜和苜蓿以及小面积种植的南瓜、木瓜、茄子和白杨。2014 年总共有 10 种商业化的转基因作物。

目前有 71 种新的转基因作物/性状至少经过了田间试验(相当于限制性田间试验 CFT):

- 大约一半涉及在发展中国家进行田间试验的产品,而另一半在发达国家进行田间试验;通常认为南方国家如非洲、亚洲和拉丁美洲对粮食、饲料和纤维的需求更大。

- 四分之一为新作物。这些新作物使现有 10 个商业转基因作物的产品组合极大的多样化,并且一般而言它们是更倾向于穷人的孤生作物,能为穷人的粮食安全做出重要的贡献。这些新转基因作物包括:苹果、香蕉、亚麻荠、木薯、柑橘属、鹰嘴豆、豇豆、花生、芥末、木豆、土豆、大米、红花、甘蔗和小麦。

- 性状的范围包括改良抗旱和耐盐性状、增产、高效的氮利用、营养强化和粮食质量的提高、对害虫和疾病的抗性(包括抗病毒性)。

- 有大约一半为公共组织开发的技术或者涉及公私合作关系的转让项目。

非转基因生物技术产品

到目前为止,利用土壤杆菌属或者基因枪已经取得了转基因改良。新的、先进的生物技术应用如锌指核酸酶(ZFN)技术、与成簇的规律间隔性短回文重复序列(CRISPR)相关的核酸酶系统和转录激活因子样效应物核酸酶(TALENs)被用于提高转录过程的效率和精度。这些新技术可以在基因组中预先确定的位置切割 DNA 并且精确地插入突变或者在最佳位置更换单核苷酸从而使表达最大化。这些技术非常先进,利用 ZFN 已经成功地引入了抗除草剂性,利用 TALENs 删除或剪除了水稻白叶枯病易感基因。然而这一领域的专家认为这些新技术的“真正力量”在于它们能够编辑和改了植物自身的基因(而非转基因)。美国的监管部门最初表示将对不涉及转基因的基因改变区别对待,这会对当前资源密集型监管/批准过程的效率和时间以及公众对产品的接受产生很大的影响。

中国科学院的研究人员通过高级基因编辑方法开发了抗白粉病小麦,他们利用 TALENs 和 CRISPR 基因组编辑工具删除了抑制霉病防御的蛋白质的编码基因。小麦是六倍体,因而需要删除多份基因拷贝。这也代表了在不插入外源基因的情况下改良粮食作物方面取得的巨大成就,所以被认为是一种非转基因技术。

另一类仍然处于早期开发阶段的新应用是植物膜转运蛋白——研究它以克服非生物和生物胁迫对作物产生的一系列约束,从而增加微量营养素。值得注意的是目前全球 70 亿人口中几乎有 10 亿人营养不足,另外还有 10 亿人营养不良,缺乏关键的微量营养素:铁(贫血症)、锌和维生素 A。含有高水平重要微量营养素的粮食的充分供应对人类健康非常重要。最近的进展表明专门的植物膜转运蛋白可用于提高主要作物的产量,增加微量营养素的含量,提高对盐度、病原体、铝毒性等主要胁迫的抵抗力,扩大可耕种土地。估计酸性土壤占全球土地的 30%。

前进之路-公私合作关系(Public-Private Partnerships, PPP)

公私合作关系(PPP)在过去 10 年作物生物技术转让项目中的承诺和进步非常显著。第一个 PPP 生物技术作物转让项目是 ISAAA 在 20 世纪 90 年代初促成的。这个三方项目涉及三个合作伙伴:发展中国家合作伙伴墨西哥(更具体的是指生物技术实验室 CINVESTAV),它与农业部一起优先鉴定了小农户最愿意种植的土豆的病毒病抗性,而传统技术对此没有解决方法;私人部门的合作伙伴是孟山都公司(Monsanto),它同意捐赠赋予土豆 PVX 和 PVY 病毒抗性的壳蛋白质事件,最重要的是孟山都公司还同意对来自 CINVESTAV 的科学家进行关于新技术使用方面的培训;第三个合作伙伴是为这个为期 3 年的项目提供全部资金的洛克菲勒基金会,提供资金的原因是这个项目的创新性符合该基金会的作物生物技术项目要求。

另一个 ISAAA 促成的项目是对木瓜环斑病毒(PRSV)具有抗性的事件的捐赠。发展中国家的合作伙伴是东南亚五国(领先的作物生物技术公共部门实验室参与其中),按照字母顺序排列为:印度尼西亚、马来西亚、菲律宾、泰国和越南。私人部门的合作伙伴是同意捐赠抗木瓜 PRSV 病毒事件的孟山都公司。同墨西哥项目一样,孟山都

公司还同意对五个东南亚国家的科学家们进行关于新技术使用方法的培训,由不同的捐赠机构在三年期间内提供资金。在确立 PRSV 项目之后,ISAAA 帮助五个国家建立了一个网络来分享经验,加快技术进步。随着网络中国家的互动,五国共同认定了又一个木瓜性状——延期成熟。对易腐烂的水果例如热带地区收割后损失严重的木瓜来说这是一种重要的性状。延期成熟技术由 Zeneca 捐赠。

在过去 10 年,为了发展中国家特别是弱小的资源匮乏的农民的利益,数个援助机构和基金会已经确立了一些项目以促进私人 and 公共部门转基因作物应用的捐赠和转让。例如符合非洲国家需要的基于拮抗凋亡转录因子(AATF)的内罗毕项目,美国国际开发署(USAID)双边计划的农业生物技术支持项目(ABSPII)(具有全球活动,由康乃尔大学运作)。

PPP 的成功令人鼓舞,它增加了在合理时间内向农民提供获批转基因作物产品的可能性。以下的 4 个案例研究审视和说明了 PPP 的多元化特点,它们是:孟加拉国的 Bt 茄子项目、巴西抗除草剂大豆项目、印度尼西亚耐旱甘蔗项目和非洲节水玉米项目。

案例 1-孟加拉国的抗虫(IR)Bt 茄子

国家:孟加拉国

作物:茄子

面积: 15 万小农户(平均农场规模为 0.3 公顷)种植大约 50000 公顷

重要性: 穷人的蔬菜作物,被称为“蔬菜女王”

基因: 来自苏去金芽孢杆菌(*Bacillus thuringiensis*, Bt)的 cry1Ac 基因

性状: 抗虫(IR);保护果实免受致死害虫——果实与嫩梢蛀虫(*Leucinodes orbonalis*, 通常小农户每隔一天就需要施用有污染性的杀虫剂喷雾,尽管如此还是不可能充分控制它)的侵害

事件: 精华事件 EE-1

技术捐赠者: 印度私人公司 Mahyco

技术接受者: 孟加拉国农业研究院(BARI)

资助机构: 美国国际开发署(USAID)

指导者: 康乃尔大学管理的农业生物技术支持项目 II (ABSPII)

批准情况: 2013 年 10 月 31 日被批准用于粮食、饲料和环境释放,在不到 100 天后的 2014 年 1 月 22 日开始商业化

批准的品种: 茄子-1 (Uttara)、Bt 茄子-2 (Kajla)、Bt 茄子-3 (Nayantara)和 Bt 茄子-4 (Iswardi/ISD 006)

商业化: 2014 年 120 户农民种植了 12 公顷 Bt 茄子

潜在受益农民的数量: 150000 户最贫穷的孟加拉小农户,其每年人均收入不足 1000 美元

社会经济影响: 可供销售的产量提高了至少 30%,杀虫剂的施用量减少了 70%~90%,每公顷产生的纯经济效益为 1868 美元,相当于全国每年收入增加 2 亿美元

案例 2-巴西的抗除草剂 (HT) 大豆

国家:巴西

作物:大豆

面积:大约 3100 万公顷

重要性:巴西最重要的出口作物

基因:来自拟南芥 (*Arabidopsis thaliana*) *csr1-2* 基因,具有抗咪唑啉酮除草剂特性

性状:除草剂抗性

事件:BPS-CV127-9

技术提供者:德国巴斯夫/巴西农牧业研究公司(有两项支持产品开发的主要专利,一个基因来自巴斯夫,另一个来自巴西农牧业研究公司)

技术接受者:德国巴斯夫/巴西农牧业研究公司

资助机构:德国巴斯夫/巴西农牧业研究公司

指导者/合作者:德国巴斯夫/巴西农牧业研究公司

批准情况:2009 年(12 月)批准商业化种植,还在等待欧盟最终的进口批准

批准的品种:以 Cultivance™ 品牌出售的品种

商业化:有望于 2016 年作为商业化作物种植

潜在的受益者:包括农民、种子种植者和消费者

社会经济影响:Cultivance™ 有望占出口价值为 170 亿美元的 3100 万公顷大豆的高达 20% 的市场份额

案例 3-印度尼西亚的耐旱 (DT) 甘蔗

国家:印度尼西亚

作物:甘蔗

Area:450000 公顷

重要性:印度尼西亚是世界第二大粗糖出口国

Gene:来自根瘤菌 (*Rhizobium meliloti*) 的 *betA*

性状:耐旱性

事件:NX1-4T

技术提供者:日本味之素公司

技术接受者:PT. Perkebunan Nusantara XI (PTPN-11),印度尼西亚

资助机构:印度尼西亚政府

指导者/合作者:印度尼西亚东爪哇省任抹大学

批准情况:2013 年批准粮食和环境释放,饲料待批

批准的品种:甘蔗 PRT 耐旱 NX1-4T

商业化:有望于 2015 年首次开始商业化种植

案例 4 -非洲(南非、肯尼亚、乌干达、莫桑比克和坦桑尼亚)节水玉米项目中的耐旱(DT)玉米

国家:南非、肯尼亚、乌干达、坦桑尼亚和莫桑比克

作物:玉米

面积:5个国家大约800万公顷

重要性:非洲90%的玉米种植在雨养条件下,25%以上的地区经常遭受干旱

基因:来自枯草杆菌(*Bacillus subtilis*)的冷冲击蛋白基因(CspB)

性状:耐旱性

事件:事件 MON87460,用于复合杂交玉米,该玉米还具有控制害虫的 Bt 基因(MON 810),由孟山都公司捐赠。DT 事件与美国 2013 年应用的相同

技术提供者:美国孟山都公司

技术接受者:南非、肯尼亚、乌干达、莫桑比克和坦桑尼亚

资助机构:盖茨基金会、巴菲特基金会和美国国际开发署(USAID)

指导机构:非洲农业技术基金会(AATF)、5个非洲节水玉米项目国家、国际玉米小麦改良中心(CIMMYT)

批准情况:南非有望于2017年首次开始布署复合性状 DT/Bt,接下来肯尼亚和乌干达有望于2015年进行复合性状产品的限制性田间试验。莫桑比克修订的生物安全法令和实施条例为2015年实施限制性田间试验铺平了道路,而坦桑尼亚正在进行生物安全条例修正案的积极讨论

商业化:根据监管批准,南非将来2017年开始商业化

社会经济影响:将使中等干旱条件下的玉米产量增加200~500万公吨,可供养1400~2100万非洲人口

诺曼·博洛格在转基因作物领域的遗产与主张

将10亿人从饥饿中解救出来的诺曼·博洛格博士因其在缓解饥饿的半矮秆小麦技术方面的影响而荣获诺贝尔和平奖。诺曼·博洛格是 ISAAA 的发起人,也是全球范围内生物技术和生物技术/转基因作物的最伟大的倡导者,因为他比其他任何人更清楚它们在未来供养全世界人口方面的关键的、无与伦比的重要性。他已经通过绿色革命实现了自己的格言并理解了“读书即学习,百闻不如一见,实干即真知”这句谚语的深刻含义。本报告在尊重读者关于生物技术/转基因作物的选择权的同时力图分享关于转基因作物的知识。

博洛格博士格言:

“在十年前我们见证了植物转基因技术的成功,这一技术帮助全世界的农民在减少杀虫剂和水土流失的同时获得了更高的产量。具有全球一半人口的国家证实了这种生物技术的收益和安全性,我们需要那些农民们仍然别无选择地使用陈旧、低效的方法进行种植的国家的领导人拿出勇气,绿色革命和现在的植物生物技术正帮助我们在为下一代保护环境的同时满足对粮食生产的需求。”