

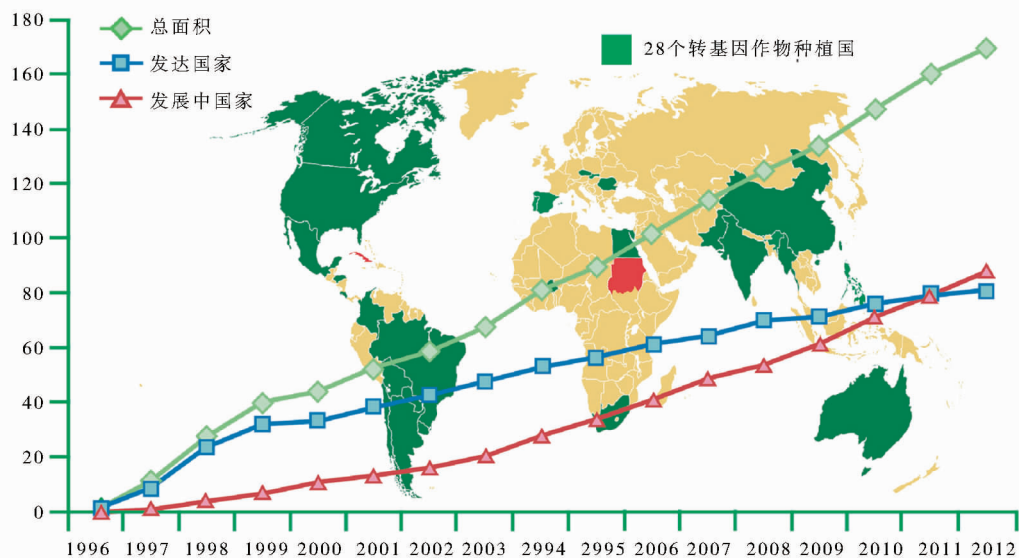
2012 年全球生物技术/转基因作物商业化发展态势

Clive James

(国际农业生物技术应用服务组织)

转基因作物种植面积从1996年到2012年增长了100倍,由170万公顷增长至1.7亿公顷,这是前所未有的突破。

全球转基因作物种植面积百万公顷(1996~2012年)



2012年, 28个国家的1730万农民种植了1.703亿公顷(4.2亿英亩)的转基因作物, 比2011年持续增长了6%, 即1030万公顷(2500万英亩)。

资料来源: Clive James, 2012年

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: 本文中的种植面积会因四舍五入而与实际值之间存在细微差异。

注4: 南半球国家通常在阳历年的最后一个季度种植转基因作物, 如阿根廷、巴西、澳大利亚、南非及乌拉圭。2012年的种植面积信息通常是指2012年最后一个季度种植且在2013年第一季度收获的作物面积, 其估计值为预测值, 通常会受气候条件的影响。以巴西为例, 其冬季玉米(双季)在2012年12月的最后一周开始种植, 更多部分在2013年1至2月种植, 根据首次种植确定作物年的政策, 这些种植面积均归入2012年数据。

1 概 况

2012 年是转基因作物商业化的第 17 年,转基因作物种植面积持续增加

2012 年,全球转基因作物种植面积达到 1.703 亿公顷,比 2011 年的 1.6 亿公顷增长了 6%,即 1030 万公顷。作为转基因作物商业化的第 17 年,在连续 16 年(1996~2011 年)的增长后,2012 年转基因作物种植面积持续增加。

生物技术是应用最为迅速的作物技术

2012 年标志着转基因作物种植面积前所未有的增长,从 1996 年到 2012 年增加了 100 倍,由 170 万公顷增至 1.7 亿公顷。这一增长使得转基因技术以可观的利润成为现代农业史上应用最迅速的作物技术。

全球数百万农民因利益可观而选择了种植转基因作物

从 1996 年至 2012 年,来自全球约 30 个国家的数百万农民种植了转基因作物,这是对生物技术作物益处的最有力的证明。

在这 17 年期间,全球超过 1 亿人次的农民种植了转基因作物,且累积种植面积超过了 15 亿公顷(超过美国或中国 50% 的国土面积)。能够使得不愿冒险的农民对转基因作物产生如此信任和信心的一个主要原因是:转基因作物带来了可观的、可持续的社会经济及环境益处,2011 年在欧洲进行的研究再一次证实了转基因作物的安全性。

28 个国家种植转基因作物,排名前十位的国家的种植面积均超过 100 万公顷

2012 年 28 个种植转基因作物的国家中,20 个为发展中国家,8 个为发达国家。2011 年种植转基因作物的国家中,19 个为发展中国家,10 个为发达国家(图 1)。排名前十位的国家转基因作物种植面积均超过 100 万公顷,前九位均超过 200 万公顷,为将来转基因作物的多样化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。

两个国家新加入到种植转基因作物的行列,三个国家停止向农民提供转基因种子

2012 年,两个国家首次开始种植转基因作物:苏丹开始种植 Bt 棉花,古巴开始种植 Bt 玉米。德国和瑞典不再种植转基因马铃薯“Amflora”,因为该种马铃薯在市场已停止销售。波兰不再种植转基因玉米,因为欧盟和波兰对种植许可相关法律的诠释不一致。欧盟主张所有种植所需的必要批准必须就位,这与波兰的相关规定不同。

2012 年,苏丹成为非洲将转基因作物(Bt 棉花)商业化的第四个国家,之前三个为南非、布基纳法索和埃及。根据旱作农田和灌溉方案,苏丹的转基因作物种植面积共计 2 万公顷;约 1 万农民为初始受益者,人均拥有 1-2.5 公顷土地。古巴农民因为“受监管商业化”计划的批准而首次种植了 3000 公顷的杂交 Bt 玉米,这也是他们主动要求商业化种植转基因玉米的结果。“受监管商业化”计划是生态可持续发展的无农药计划的一部分,该无农药计划中,生物技术玉米杂交种和菌根添加剂起重要作用。古巴种植的 Bt 玉米能抵抗主要害虫——秋粘虫,由位于哈瓦那的遗传工程和生物技术研究所(GIGB)研发。

超过 1700 万农民从转基因作物中获益

2012 年有 1730 万农民种植了转基因作物,值得注意的是,其中 90% 以上(即 1500 万农民)是发展中国家的资源匮乏的小农户。农民最善于规避风险,而 2012 年种植转基因作物的农民仍比 2011 年增加了 60 万人次。2012 年,中国和印度各有 720 万的小农户种植了总共 1500 万公顷的转基因作物,其中 Bt 棉花平均每公顷使农民增加了 250 美元的收入。此外,种植转基因作物使得杀虫剂的喷洒数量降低了一半。

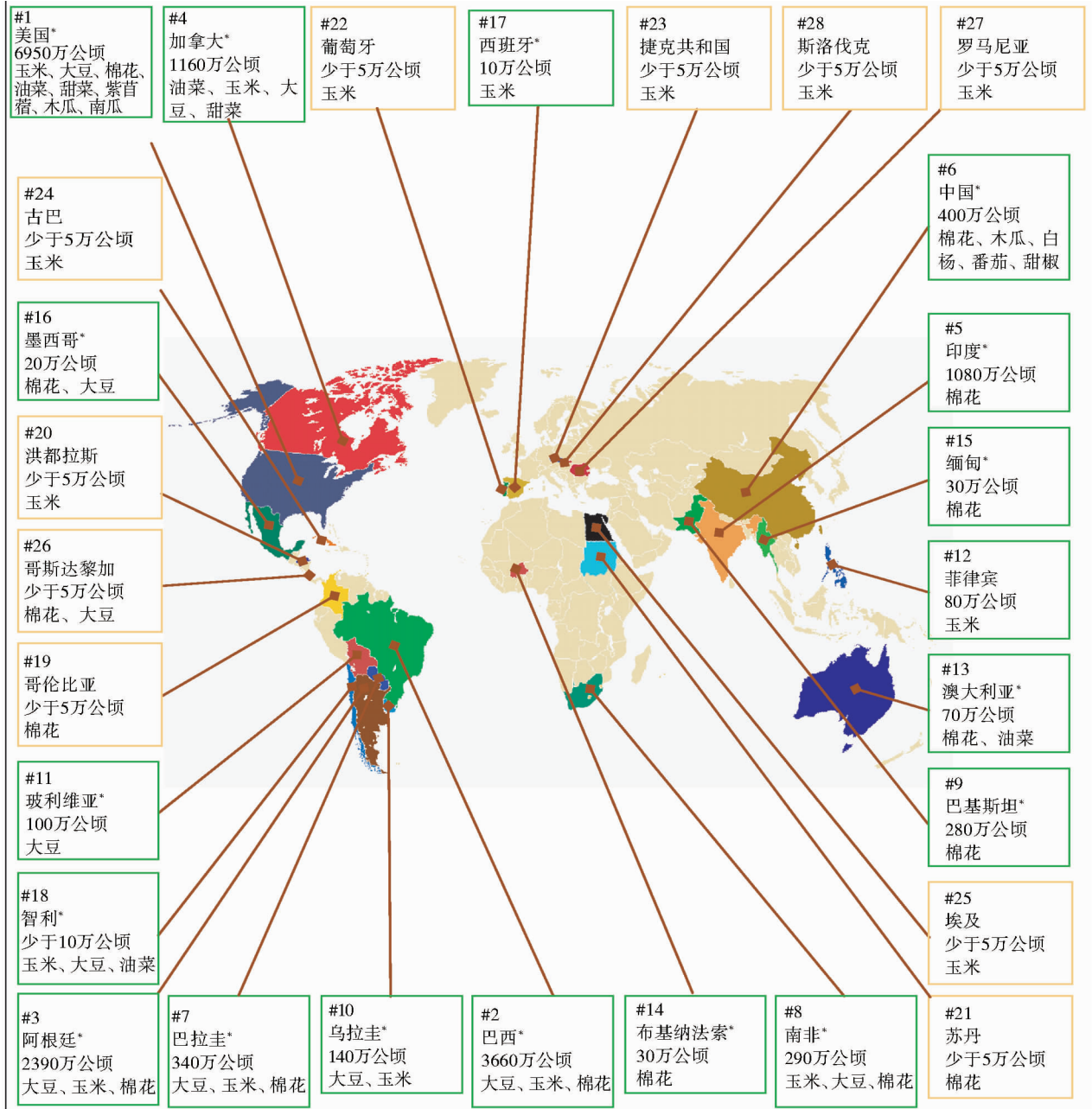


图1 2012年转基因作物种植国和主要种植国*

* 18个转基因作物主要种植国的转基因作物种植面积大于等于5万公顷

发展中国家转基因作物种植面积超过了发达国家

2012年,发展中国家转基因作物的种植面积(占全球的52%)超过了发达国家的转基因作物种植面积(占全球的48%),这与某些评论家的预言截然相反。1996年,转基因技术商业化之前,他们预测转基因作物的商业化只适用于发达国家,不会被发展中国家认可和应用。2012年,发展中国家转基因作物种植面积增长了11%(或870万公顷),而发达国家仅增长3%(160万公顷)。1996~2011年间,转基因作物为发展中国家带来的经济收益累计为490亿美元,为发达国家带来的累计经济效益为486亿美元。而2011年一年,转基因作物为发展中国家所带来的经济效益(101亿美元)也高出发达国家(96亿美元)。2011年转基因作物带来的经济效益共计197亿美元。

复合性状转基因作物种植面积占全球 1.7 亿转基因作物种植面积的四分之一

复合性状是转基因作物的一个重要特点。2012 年,13 个国家种植了两种或更多性状复合的转基因作物。这 13 个国家中有 10 个是发展中国家。2012 年复合性状转基因作物的种植面积是 4370 万公顷(总面积的 26%),而 2011 年,这个数字是 4200 万公顷。

2 发展态势

前五位种植转基因作物的发展中国家是中国、印度、巴西、阿根廷和南非

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大陆的南非。这五个主要发展中国家共种植了 7820 万公顷的转基因作物,占全球转基因作物种植面积的 46%,且这五个国家的人口约占全球 70 亿人口的 40%。2100 年世界人口将达到 101 亿,值得注意的是,届时非洲转基因作物种植面积预计将会从目前的 10 亿公顷(约占全球的 15%)增长至 36 亿公顷(约占全球的 35%)。高昂的粮食价格加剧了全球粮食安全问题,这对于转基因作物来说也是个严峻挑战。转基因作物可以缓解粮食安全问题,尽管不能完全解决该问题。

巴西——转基因作物的增长引擎

在转基因作物种植面积方面,巴西达到了 3660 万公顷,仅次于美国,正成为全球转基因作物种植国家中的领先者。2012 年,巴西连续四年带动了全球转基因作物的增长,其增长率达世界第一,增加了 630 万公顷,同比增长 21%。巴西转基因作物种植面积占全球转基因作物种植面积(1.7 亿公顷)的 21%,逐步缩小了与美国的差距。

快速审批制度使得巴西能够及时进行转基因品种审批。该国首次批准了抗虫和耐除草剂复合性状大豆,并将于 2013 年商业化。值得注意的是,年预算为 10 亿美元的公共机构 EMBRAPA,获批商业化生产拥有自主知识产权的转基因抗病毒大豆(水稻和大豆为拉丁美洲的主要产物),证实了该国研发、生产及审批新型转基因作物的能力。

美国仍是转基因作物种植国中的领先者,加拿大的转基因油菜种植面积最大

美国仍是全球转基因作物的领先生产者,种植面积达到 6950 万公顷,所有转基因作物的采用率约为 90%。加拿大的转基因油菜种植面积创下记录,达到 840 万公顷,采用率为 97.5%。

印度和中国继续扩大 Bt 棉花种植面积

印度 Bt 棉花种植面积创历史新高,达到 1080 万公顷,采用率为 93%;而中国资源匮乏的 720 万小农户种植了 400 万公顷的 Bt 棉花,采用率为 80%,平均每个农民种植 0.5 公顷的 Bt 棉花。2002 年至 2011 年间,印度农民通过种植 Bt 棉花增收 126 亿美元,其中仅 2011 年一年就增加了 32 亿美元收入。

非洲的进展

2012 年,非洲在转基因种植方面继续取得进展。南非将转基因作物种植面积扩大 60 万公顷,达到 290 万公顷;随着苏丹开始种植转基因作物,非洲转基因作物种植国达到四个,分别是:苏丹、南非、布基纳法索和埃及。2012 年,南非的转基因作物种植面积连续第 15 年增长,种植面积估算值为 290 万公顷,与 2011 年的 230 万公顷相比,年度大幅增长了 26%,这主要是由于玉米和大豆种植面积的增长。

五个欧盟国家种植 12.9071 万公顷转基因 Bt 玉米,比 2011 年增长 13%,其中西班牙的 Bt 玉米面积占欧盟总种植面积的 90%

五个欧盟国家(西班牙、葡萄牙、捷克、斯洛伐克和罗马尼亚)种植 12.9071 万公顷转基因 Bt 玉米,比

2011 年增长 13%。其中西班牙种植的转基因 Bt 玉米面积占欧盟总种植面积的 90%，即 11.6307 万公顷，以 30% 的采用率创下记录。如获审批，一种抗晚疫病马铃薯“Fortuna”将于 2014 年上市，这将成为一种重要产品，满足欧盟政策及环境要求，还可以通过大量减少杀菌剂应用和降低生产损失来实现马铃薯的可持续生产。预计仅在欧盟，每年可以减少 15 亿美元的损失，全球则可以减少 75 亿美元的损失。

3 社会经济和环境效益

转基因作物对粮食安全、可持续性和气候变化作出贡献

从 1996 年至 2011 年，转基因作物通过以下方式对粮食安全、可持续性以及气候变化做出贡献：增加价值 982 亿美元的农作物产量；节省 4.73 亿公斤的杀虫剂，更好地维护了环境；仅 2011 年一年就减少 231 亿公斤 CO₂ 排放，相当于从公路上移走大约 1020 万辆汽车；通过节省 1.087 亿公顷土地，保护了生物多样性；改善了超过 1500 万小型农户即超过 5000 万人口的生计（他们属于世界最贫困人口）。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

转基因作物从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，包括通过持续增加农业生产力和提高农民经济利益，提供更多实惠的粮食

1996 年至 2011 年的 16 年间，转基因作物在全球产生了大约 982 亿美元的农业经济收益，其中 51% 是由于减少生产成本（耕犁更少、杀虫剂喷洒更少以及劳动力更少）所得的收益，另外 49% 来自 3.28 亿吨可观的产量收益。2011 年一年的总收益中，78% 是由于增加产量（5020 万吨），而 22% 是由于降低生产成本（Brookes 和 Barfoot, 2013）。

- 保护生物多样性，转基因作物是一种节约耕地的技术

转基因作物是一种节约耕地的技术，可在目前 15 亿公顷耕地上获得更高的生产率，并因此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 2011 年间转基因作物没有产出 3.28 亿吨额外的粮食、饲料和纤维，那么需要增加 1.087 亿公顷（Brookes 和 Barfoot, 2013）土地种植传统作物以获得相同产量。这增加的 1.087 亿公顷耕地中的一部分将极有可能需要耕作生态脆弱的贫瘠土地（不合作物生产的耕地）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。

- 有利于减轻贫困和饥饿

到目前为止，转基因棉花已经在中国、印度、巴基斯坦、缅甸、玻利维亚、布基纳法索和南非等发展中国家为超过 1500 万资源贫乏的小农户的收入做出了重要贡献，并且这一贡献在转基因作物商业化第二个十年中的剩余三年内还将继续增强。2013 年到 2015 年间，转基因作物将主要是转基因棉花和转基因玉米。

- 减少农业的环境影响

传统农业对环境有严重影响，使用生物技术能够减少这种影响。迄今为止使用生物技术获得的益处包括：显著减少杀虫剂喷洒，节约矿物燃料，通过不耕或少耕土地减少 CO₂ 排放，通过使用耐除草剂转基因作物实现免耕、保持水土。1996 年至 2011 年，农药活性成分（a.i）累计减少了 4.73 亿公斤，少用了 8.9% 的农药。根据环境影响指数（EIQ）的测量，这相当于少用了 18.3% 具有相关环境影响的农药。测量为复合型测量，基于各种因素对单个活性成分的净环境影响所作出的贡献。仅 2011 年一年，就减少了 3700 万

公斤 a. i(相当于少用了 8.5% 的农药)以及 22.8% 的 EIQ(Brookes 和 Barfoot,2013)。

水资源利用效率的增加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,因为到 2050 年世界人口将增长 30%,从而超过 90 亿。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预计将于 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

人们迫切关注环境问题,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,2011 年预计减少了 19 亿公斤 CO₂ 排放(相当于路上行驶汽车的数量减少了 80 万辆);其次,由于转基因粮食、饲料以及纤维作物保护性耕作(由耐除草剂转基因作物带来的少耕或免耕),使得 2011 年额外的土壤碳吸收了相当于 211 亿公斤的 CO₂ 或相当于减少 940 万辆上路行驶的汽车。因此在 2011 年,通过吸收方式,永久性和额外减少了共计 230 亿公斤的 CO₂,相当于减少了 1020 万辆上路行驶的汽车(Brookes 和 Barfoot,2013)。

随着面临与气候变化相关的新的挑战,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)可以用于“加速育种”和帮助缓解气候变化影响。通过如下方式,转基因作物已经对减少 CO₂ 排放做出了贡献:减少农耕地的耕作,保护土壤,尤其是保持水分,减少杀虫剂喷洒,以及吸收 CO₂。

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。转基因作物可显著提高生产力及收入,因此可作为农村经济增长的引擎,帮助世界上的小型、资源贫乏农户摆脱贫困。

2012 年转基因种子的全球市场约为 150 亿美元

2012 年仅转基因种子的全球市场价值就达到了约 150 亿美元。2011 年开展的一项研究估计,发现、研发并授权种植一个新转基因作物/性状的成本约为 1.35 亿美元。Cropnosis 公司估计,2012 年转基因作物的全球市场价值为 148.4 亿美元(高于 2011 年的 133.5 亿美元),这相当于 2012 年全球作物保护市场 646.2 亿美元市值的 23%,商业种子市场 340 亿美元市值的 35%。预计全球农场收获的“终端产品”(利用转基因技术获得的粮食及其他产品)价值是转基因种子市场价值的十倍。

4 监管

转基因作物的管理

缺乏适宜的、以科学为基础的、低成本高效率的监管制度是采用转基因作物的主要限制因素,小而贫穷的发展中国家迫切需要建立可靠、严谨又不繁琐的监管制度。值得注意的是,2012 年 11 月 6 日,在美国加利福尼亚州,选民否决了要求“强制性标识转基因食品”的第 37 号提案,最终投票结果为反对票占 53.7%,支持票占 46.3%。

转基因作物事件的批准情况

从 1996 年起至今,除 28 个商业化种植转基因作物的国家外,另外有 31 个国家,共计 59 个国家和地区得到监管机构批准进口转基因作物用于食物和饲料以及释放到环境中,涉及 25 种作物、319 个事件,共计 2497 项审批。其中 1129 项审批关于转基因作物用于食品(直接使用或进行加工处理),813 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),555 项审批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 59 个国家和地区中,美国位居第一(196 个转基因作物事件),其次为日本(182 个)、加拿大(131 个)、墨西哥(122 个)、澳大利亚(92 个)、韩国(86 个)、新西兰(81 个)、欧盟(67 个,包括已到期或在续订过程的批文)、菲律宾(64 个)、台湾地区(52 个)和南非(49 个)。玉米是获批事件最多的作物(在 23 个国家中有 121 个事件),其次是棉花(在 19 个国家中有 48 个事件)、马铃薯(在 10 个国家中有 31 个事件)、油菜(在 12 个国家中有 30 个事件)及大豆(在 24 个国家中有 22 个事件)。在大多数国家和地区获得监管机构批准的作物品种是耐除草剂玉米 NK603(22 个国家的 50 次批准 + 欧盟 27 个成员国的批准),其次是耐除草剂大豆 GTS-40-3-2(22 个国家的 48 次批准 + 欧盟 27 个成员国的批准),抗虫玉米 MON810(22 个国家的 47 次批准 + 欧盟 27 个成员国的批准),抗虫玉米 Bt11(20 个国家的 43 次批准 + 欧盟 27 个成员国的批准),抗虫棉花 MON531(17 个国家的 36 次批准 + 欧盟 27 个成员国的批准)以及抗虫棉花 MON1445(14 个国家的 31 次批准 + 欧盟 27 个成员国的批准)。

5 未来展望

无论是 2015 这一千年发展目标年还是将来,转基因作物的前景令人振奋。亚洲还有一些发展中国家在 2015 年之前将首次种植转基因作物;非洲的转基因作物前景也是谨慎的乐观;转基因抗旱玉米将首次于 2013 年在北美上市,2017 年在非洲上市;巴西将在 2013 年首次种植抗虫和耐除草剂复合性状大豆;预计得到监管审批后,金米将于 2013/2014 年在菲律宾首次进入市场;印度尼西亚可能会种植耐旱甘蔗;在中国,转基因玉米的种植面积可能会达到 3000 万公顷;在未来,仅仅在亚洲,会有 10 亿贫困的水稻种植者从转基因水稻中获益。转基因作物虽然不是万能药,但是能够帮助实现 2015 千年发展目标,将贫困人口减少 50%。转基因作物可优化作物产量,通过公共部门和私人部门的合作加快优化进程,如在贫困的发展中国家,新一代慈善基金会(如盖茨和巴菲特基金会)资助的非洲节水玉米项目(WEMA)。观察者对转基因作物的前景持谨慎乐观态度,预计每年转基因作物种植面积将为微幅上涨,因为目前发展中国家和发达国家主要作物在成熟市场的种植率已经很高。

美国 2012 年的旱灾

2012 年,美国 50 年来最严重的旱灾影响了作物产量。据估计,这场干旱对美国 52 个州中的 26 个州造成了影响,影响面积至少为美国陆地面积的 55%,达到近 10 亿公顷。相比之下,1934 年更为严重的“Dust Bowl”旱灾影响了美国大约 80% 的陆地面积。截至 2012 年 7 月底,干旱和极端高温已影响了 29 个州的 1000 多个县,这些县被美国农业部定为自然灾害县,同平均年相比,美国 38% 的玉米被评为差级,同样地,30% 的大豆也被评为差级。考虑到玉米是美国最重要的农作物,其在 2011 年的价值达 765 亿美元,因此 2012 年损失巨大。2011 年德克萨斯州的干旱导致 76 亿美元的损失,2012 年的干旱造成的总损失更为严重。因为美国玉米和大豆的出口量分别占到全球玉米和大豆总出口量的 53% 和 43%,所以 2012 年美国干旱对玉米和大豆的价格也产生了严重影响。令人欣慰的是,2012 年全球的大米和小麦供应充足,有可能避免像 2008 年年中商品价格的大幅上涨。与大豆相比,玉米的价格更容易上涨,因为美国的生物燃料生产对玉米的需求会加剧玉米供应的不足。

2012 年 7 月的初步预估显示,受旱灾影响的玉米和大豆种植面积高达 30%,可靠数据即将公布。一些最新的估算指出,与 2011 年的产量相比,2012 年的玉米平均产量降低了 21%,大豆的平均产量降低了 12%。美国农业部初步的估计显示,2012 年的旱灾会导致粮食价格在 2013 年上升 3% 到 4%,牛肉价格上升 4% 到 5%。

首个转基因耐旱玉米将于 2013 年在美国上市

通过转基因作物获得的耐旱性状被看作是转基因作物商业化的第二个十年内(2006 年至 2015 年)及将来能够获得商业化的最重要的性状,因为到目前为止,耐旱性是提高全球作物产量的一个最重要的制约因素。2013 年,孟山都公司将在美国推出第一种也是最先进的生物技术/转基因耐旱玉米。值得注意的是,技术开发者孟山都公司和巴斯夫公司,已将同种技术赠予私人/公共部门的合作项目 WEMA。WEMA 希望于 2017 年在撒哈拉以南非洲地区应用这种转基因耐旱玉米,撒哈拉以南非洲地区对耐旱性状需求最大。

耐旱性的全面审查

考虑到耐旱性至关重要,ISAAA 邀请到国际玉米小麦改良中心(CIMMYT)的玉米耐旱性项目的前负责人 Greg O. Edmeades 博士,从常规方法和生物技术方法的角度及时、全面的审查了全球私人 and 公共部门中玉米耐旱性的发展状况,并讨论了短期、中期和长期的未来前景,Edmeades 博士的著作《取得和实现玉米耐旱性的最新研究进展》在 ISAAA 报告 Brief44 中完整体现。