

浅析泰国农业的转基因技术

毛国清

(中国科学院上海有机化学研究所, 上海 200032)

摘要: 本文从泰国传统农业经济出发, 比较全面地介绍了泰国农业转基因技术的发展过程、研发现状, 以及泰国转基因农作物的商业化的政策限制。同时, 探讨了农业转基因技术的国际潮流。

关键词: 泰国; 农业转基因; 调研

中图分类号: S33 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2009.10.002

一、泰国农业概况

泰国位于中南半岛中部, 面积约51.4万平方公里, 人口约6500万。作为传统的农业国家, 泰国拥有耕地面积占土地总面积的38%, 农业生产劳动力占全国总劳动力的45%。泰国总面积为2080万公顷的农用地近60%用于稻谷生产, 约9%用于种植果树, 常见的旱地作物有玉米、木薯、高粱等。得天独厚的地理位置与气候条件为农业生产提供了优越的自然条件, 使泰国成为享誉世界的第一大米出口国; 泰国北部与东北部地区地势相对较高, 近年来, 大量种植木薯, 出口量位居世界前三位; 泰国的玉米, 高粱等旱地作物, 主要用于饲料加工和出口, 其玉米产量排名世界第四; 狭长的南部地区集中种植了全国近90%的橡胶, 使泰国成为世界三大橡胶生产国与出口国之一。此外, 泰国还盛产丰富的热带水果, 如: 龙眼、榴莲、芒果、山竹等。

泰国农民世代沿袭传统的耕作方式。20世纪农村兴起“绿色革命”时期, 泰国农民开始采用农用新技术, 如化肥、农药和农业机械等来提高农业生产率。由于缺乏应用新技术的知识和经验, 泰国农民面临随之而来的环境、健康、水资源管理、土地侵蚀、土地所有权等问题。为有效应对

这些问题, “替代农业模式”在泰国应运而生。其主要形式包括: 综合农业、自足经济农业、有机农业和标准生产农业。

长期以来, 农业在泰国传统经济中占有举足轻重的地位。随着国家工业化进程的步伐, 泰国农业占全国经济的份额呈逐年下降趋势, 从1980年的逾20%下滑至2008年的不足10%。

随着世界生物技术的兴起, 分子标记技术和基因工程技术逐步被引入“精准育种”等农业生产领域。通过农业生物技术和转基因技术来提高农产品产量和保证农产品质量成为摆在泰国政府面前的重要选项。

二、泰国农业转基因技术研发现状

转基因农作物的研究始于20世纪80年代初的美国, 并逐步形成国际研发潮流。泰国在1983年和1985年相继成立了“国家基因工程和生物技术中心 (BIOTEC)”和“BIOTEC植物基因工程中心”, 这标志着泰国正式加入转基因生物技术的研究行列。泰国早期的生物技术研发曾领先于周边国家, 但政府对转基因作物扩大试验和田间试验严格的限制已经成为该领域继续发展的障碍。

BIOTEC对农业生物技术研发制定了十分严格的规则, 涉及该领域任何层次研发工作必须完成

作者简介: 毛国清 (1950-), 男, 中科院上海有机化学研究所 副译审, 所长助理; 研究方向: 有机化学。

收稿日期: 2009年04月27日

下列10个步骤:

- 甄别新的基因;
- 甄别基因促进子, 使之开展合适的基因表达;
- 查明基因功能;
- 基因的构筑和转变;
- 选择能够被转变和被区分的植物细胞;
- 植物组织培养;
- 实验性试验只能在暖房或限定的田间进行;
- 进行彻底的环境安全评估;
- 进行彻底的健康安全评估;
- 进行商业化应用的评估。

泰国农业转基因技术研究领域的主攻方向是提高农作物产量、防治病虫害、促进农产品加工和农产品多样化等。重点研究课题包括: 稻谷生物技术计划, 主要解决泰国稻谷低产量和枯萎病; 农作物疾病标记研究, 主要解决泰国地方性爆发的病菌型植物枯萎病, 每年发生于西红柿、土豆、辣椒、生姜和花生等农作物, 导致减产50%~90%; 农业基因工程研究, 此项研究聚焦在植物疾病的分子诊断和植物基因转化, 已在西红柿、木瓜、辣椒和棉花等作物进行了转基因品种试验, 取得实验室阶段成果并有待田间扩试。

泰国转基因农作物研发工作主要集中在国家基因工程和生物技术中心植物基因工程中心、泰国农业大学基因工程中心、泰国农合部、玛希顿大学和洛坤府叻查蒙空理工学院等机构。已经完成或正在进行的相关研究课题包括:

- 抗病毒辣椒;
- 抗病毒西红柿;
- 抗病毒木瓜;
- 抗虫害长豆;
- 抗虫害棉花 (如棉铃虫);
- 抗水稻齿矮病毒茉莉香稻谷;
- 抗百合环斑病毒木瓜;
- 抗白叶枯病稻谷;
- 抗除草剂菠萝;
- 延迟成熟期木瓜等等。

其中诸多研究项目是通过国际合作形式来展开并实现的。

早在20世纪70年代, 泰国兰花养殖业者就引

进了植物组织培养和育种生物技术, 很快这项技术便被证明远优于传统育种技术。为此, 一些公司投入资金开展该领域的研发工作。现今, 泰国已成为世界上重要的种子生产和出口国之一。

“稻谷生物技术计划”是泰国国家基因工程和生物技术中心与美国洛克非勒基金的合作项目。泰国农合部、大学和研究机构的生物技术专家参加了该项目的研发过程, 共同开发了稻谷育种分子标记物、耐盐稻谷品种、抗病毒转基因稻谷品种, 并鉴定了茉莉香稻谷的芳香组分。

泰国是世界上著名的大米生产国和出口国, 泰国香米更是闻名世界。泰国共有好几万种水稻, 可惜许多种类已经濒临绝种。为此, 泰国在日本的帮助下于1982年建立了“大米基因银行”, 冷冻室里储藏着近2.4万种水稻种子, 希望日后能通过先进技术让这些濒临绝种的水稻“重出江湖”。

泰国素兰纳里科技大学和美国路易斯安那州立大学合作研发了增强夜蛾抗性的转PPO基因西红柿品种。这种基因已被证实可使酚类物质转化成醌类物质, 这些次级代谢产物可使植物具有假单胞杆菌抗菌性。夜蛾在转PPO基因的西红柿品种中生长速率是其在非转基因品种中的1/4。高表达PPO还可以增加夜蛾幼虫死亡率。研究结果显示: PPO介导的酚氧化反应在抵抗害虫中起到了关键作用。

泰国国家基因工程和生物技术中心 (BIOTEC) 于1999年投入了6000万泰铢, 开启了“泰国稻米基因组排序计划”的研究项目。BIOTEC还代表泰国参加了生物技术领域国际科技大合作——“国际水稻基因组排序计划 (ICSRG)”。该项目于2005年完成, 参与该计划的有日本、美国、中国、法国、加拿大等10个国家和地区。此次测序的籼稻亚种的DNA由4亿多碱基对组成, 共有3.75万个基因, 比人类基因还多1.2万多个。专家认为, 水稻基因测序工作的完成不仅是科研领域的一个重要里程碑, 而且是人类农业育种史上的一个奇观。

泰国政府严格限制任何转基因物质的进口。任何实验室试验或小规模田间试验, 都必须经过国家农合部生物安全委员会审核同意。泰国政府于1992-2000年, 批准同意了38个转基因农作物进行实验室和田间试验 (见下页表格)。

获泰国政府准许试验的转基因农作物表 (1992-2000年)

年份	试验单位	作物名称	发展情况
1992	Plant Genetics System N.V.Co.,Ltd.	抗除草剂玉米 (Maize)	获准后未执行
1992	Asgrow Seed & Up John Co. Ltd.	香瓜	获准后未执行
1992	Asgrow Seed & Up John Co. Ltd.	葫芦瓜	获准后未执行
1993	Zeneca Seed Co. Ltd.	西红柿	获准后未执行
1993	Calgene Co. Ltd.	西红柿	进行了试验
1994	Asgrow Seed Thailand Co. Ltd.	葫芦瓜	无评论
1994	Thai Pan Trading Co. Ltd.	西红柿	无评论
1995	Upjohn Co. Ltd.	西红柿	完成实验后销毁残留物
1995	Thai Pan Trading Co. Ltd.	西红柿	获准后未执行
1995	Monsanto(Thailand) Co. Ltd.	棉花	完成实验后销毁残留物
1996	Novartis(Thailand) Co. Ltd.	抗除草剂玉米 (Maize)	未评论
1996	Monsanto(Thailand) Co. Ltd.	棉花	完成实验后销毁残留物
1996	Plant Pathology & Microbiology, DOA	黄瓜	完成实验室和暖房实验
1997	Rice Research Institute, DOA	靠茉莉花稻谷	完成了暖房实验 并保存于冷藏室内
1997	DNA Plant Technology Co.Ltd.	西红柿	因缺乏专业人士 实验最终被取消
1997	Horticulture Research Inst., DOA	木瓜	在孔敬园艺站完成了 受限的田间试验
1997	Monsanto(Thailand) Co. Ltd.	棉花	完成实验后销毁残留物
1997	Monsanto(Thailand) Co. Ltd.	棉花	完成实验后销毁残留物
1997	Novartis(Thailand) Co. Ltd.	抗除草剂玉米 (Maize)	完成暖房实验
1997	Dekalb	抗除草剂玉米 (Maize)	不符合植物检疫法
1997	Monsanto(Thailand) Co. Ltd.	抗除草剂玉米 (Maize)	不符合相关法律而销毁 种子
1997	Monsanto(Thailand) Co. Ltd.	抗除草剂玉米 (Maize)	不符合相关法律而销毁 种子
1997	Mr. Sophon Heang	西红柿	不符合相关法律 而将种子送回美国
1998	Monsanto(Thailand) Co. Ltd.	抗除草剂玉米 (Maize)	在暖房完成实验
1998	Charoen Cereals Co. Ltd.	抗除草剂玉米 (Maize)	因资料不全而被取消
1998	Monsanto(Thailand) Co. Ltd.	抗除草剂玉米 (Maize)	在暖房完成实验
1998	Cargill Seeds Co. Ltd.	抗除草剂玉米 (Maize)	实验最终被 Monsanto(Thailand) Co. Ltd. 接管
1998	Novartis(Thailand) Co. Ltd.	抗除草剂玉米 (Maize)	实验最终被取消

(续表1)

1998	Novartis(Thailand) Co. Ltd.	抗除草剂玉米 (Maize)	完成实验后销毁残存物
1998	Novartis(Thailand) Co. Ltd.	抗除草剂玉米 (Maize)	完成实验后销毁残存物
1999	Monsanto(Thailand) Co. Ltd.	杂交棉花	完成实验后销毁残存物
1999	Monsanto(Thailand) Co. Ltd.	棉花	在暖房完成实验
1999	Monsanto(Thailand) Co. Ltd.	抗除草剂玉米 (Maize)	在暖房完成实验
2000	Monsanto(Thailand) Co. Ltd.	抗除草剂玉米 (Maize)	在很小的区域进行田间 试验
2000	Monsanto(Thailand) Co. Ltd.	抗除草剂玉米 (Maize)	未评论
2000	Monsanto(Thailand) Co. Ltd.	抗除草剂玉米 (Maize)	未评论
2000	Plant Genetic Engineering Unit, Kasetsart University	木瓜	进行了实验室和暖房实 验
2000	Monsanto(Thailand) Co. Ltd.	棉花	完成大面积田间实验 后销毁残存物

《THE STUDY OF AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY IN THAILAND
BY BIOTECHNOLOGY ALLIANCE ASSOCIATION (BAA)》。

泰国从事农业生物技术研究工作的科技人员队伍虽然呈逐年成长趋势,但总体实力还十分单薄,与该领域前沿国家相去甚远。泰国国家科技发展署(NSTDA)的统计显示:从1996-2003年,泰国每年培养或新增的农业生物技术科研人员总数仅435人。其中,具学士学位的占8.0%,硕士学位占63%,博士学位占29%。

由泰国国家生物技术政策委员会牵头,国家科技部和相关科研机构共同参与制订了泰国“国家生物技术政策框架”,即泰国推动生物技术领域发展的八年规划(2004-2011年)。

该框架明确提出拓展新兴生物技术产业发展生物技术、将泰国建成“世界厨房”、将泰国建成“亚洲保健中心”、利用生物技术保护环境和制备清洁能源、将生物技术作为发展自足经济的关键因素,开发高素质生物技术人才资源等泰国发展生物技术的六大战略目标。

“国家生物技术政策框架”的实施已时间过半,是否能全面实现“框架”提出的六大战略目标眼下尚难定论。

三、转基因农作物商业应用前景不明

泰国是世界上少数几个未签署里约热内卢生物多样性协议的国家。1999年,随着欧共体国家对转基因作物安全性争议的升级,泰国国际经济政策委员会起草了一份转基因作物的指导政策,禁止引进任何商业用途的转基因生物(GMO)品种。随后,泰国农合部于2000年3月和2003年10月相继颁发通告明令禁止了89种转基因植物品种的进口。

泰国于1992年分别出台了适用于实验室和扩大试验的国家生物安全指导方针;1994年出台了转基因农作物田间试验指导方针;2001年出台了转基因食品安全评估指导方针,但泰国迄今尚未正式出台涉及生物技术和转基因技术安全性的国家法律。相关领域继续沿用现存的法律法规,例如:转基因农作物的法律依据沿用1964年制定并于1999年修改的“植物检疫法”、1975年制定并于1992年修改的“植物法”和1999年制定的“植物多样性保护法”;转基因动物沿用1962年制定的“动物疾病控制法”和1982年制定的“动物病原体

和毒性法”；r-DNA衍生的生物技术产品沿用1992年制定的“毒性物质法”；转基因环境保护沿用1992年制定的“强化国家环境质量法”；生物技术转让沿用1978年制定的“版权法”、1979年制定的“专利法”和1993年制定的“知识产权法”。

泰国政府支持转基因食品和转基因农作物的研发工作，并希望提高这方面的能力。但是，面对消费者群体和泰国绿色和平组织的反对声浪，以及作为传统稻米出口大国对潜在的影响稻米出口的担忧，泰国政府从未放松对转基因农作物商业化的禁令，转基因农作物在泰国大规模商业化推广迄今尚无先例。从1995年以来，泰国政府曾允许引进了近20种转基因作物，但仅限于实验室应用和田间试验。这些品种多为从孟山都公司引进的抗病虫害棉和从诺华公司引进的抗除草剂玉米。从孟山都公司引进Bt棉的举动一度成为生态学者和生态活动家的争议焦点。尽管泰国已经取得大量生物安全性试验结果，但想要突破对转基因作物商业化应用的管制，尚需进行更大规模的大地试验并获得更广泛的公众认知度和更高的公众接受度。

人类进入21世纪，生物技术显示出强劲的发展势头。快速发展的基因组技术、蛋白质组技术、生物信息技术、生物芯片、杆细胞组织工程以及日益成熟的转基因技术、克隆技术等关键技术，推动着生物技术产业成为当代高科技产业中发展最快和最重要的新兴产业之一。现代生物技术和农业转基因技术是新世纪大幅提高农产品质量和产量的最有效手段。要全面实现“国家生物技术政策框架”设定的六大战略目标，将泰国建成东南亚地区的知识经济领头羊，是否进一步放宽对农业生物技术的管制以及加强对该领域的研发投入和人才开发是值得泰国政府慎重考虑的重大课题。

四、农业转基因技术的世界潮流

转基因作物是利用组织培养技术的基因重组技术引入其它生物或物种的基因而培育出来的，这种作物也叫基因改育作物或基因重组作物。传统的育种方法是把两个品种杂交后再选优良的个体，但这种杂交通常只能在同一种或同一属作物

中进行。20世纪70年代出现的基因重组技术，大大拓展了动物或植物基因的交流范围。目前，科学家们可以把微生物和动物，甚至是人工合成的基因转移到植物中去，以此来提升农作物产量、品质以及抗病毒、抗害虫的能力。

自20世纪80年代初美国率先进行转基因农作物的研究以来，包括中国、印度、阿根廷、南非、加拿大、澳大利亚、墨西哥、法国、西班牙在内的40多个国家投入了对转基因农作物的研究。1996年美国率先开启了对大豆、玉米、油菜、土豆和西红柿商业化种植的实践。据报道，美国食品和药物管理局通过审批的转基因作物品种已有40多种；美国40%的农田种上了转基因作物；美国市场75%的大豆，34%的玉米和71%的棉花属于转基因产物；美国60%以上的加工食品含有转基因作物成分。

根据国际农业生物技术应用推广协会（ISAAA）的调查，种植转基因农作物的国家由1996年的6个发展到2008年的25个；2008年世界转基因作物种植面积已高达1.25亿公顷，全球近80%的转基因农作物种植集中在美国（6250万公顷）、阿根廷（2100万公顷）、巴西（1580万公顷）和加拿大（700万公顷）等名列前4位的国家；印度和中国分列第5和第6位。

现有的转基因作物可以从性能上分为4个种类：一是抗病虫害作物，该种作物可产生一种对某些害虫有毒性的蛋白，这种蛋白存在于常见的土壤细菌—芽孢杆菌属苏云金菌素（即Bt）之中；二是抗除草剂作物；三是抗病毒作物；四是营养增强型作物。目前，最广泛种植的转基因农作物包括大豆、玉米、棉花、油菜、南瓜、木瓜、甜菜、甜椒、西红柿等。2007年大豆种植规模达5860万公顷；其次为玉米，种植面积为3520万公顷；棉花和油菜籽种植面积分别为1500万公顷和550万公顷。转基因作物从用途上可以分为食品类作物，能源类作物，药物类作物，饲料类作物和工业原料类作物。2007年用于制造生物燃料的转基因作物种植面积增长较快，例如：美国40%的转基因玉米种植面积用来生产乙醇；中国开始种植燃料用途的转基因杨树；巴西开始种植燃料用途的转基因玉米。

转基因作物的诞生、成长和发展一直伴随着反对的声浪。自欧洲科研人员公布了几项有关转基因农产品对人体健康和生态环境具有潜在危害的实验结果,导致了人们对转基因作物安全性的担忧。欧盟于1990年制定了规范转基因作物的基本法则,严格限制转基因作物的种植和食品加工;欧盟不少成员国一直禁止经营转基因作物;法国、希腊、意大利等国虽允许少量经营,但有严格限制。美国孟山都公司准备在2005年推出转基因小麦,就曾遭到世界主要小麦生产国和粮食进口国的强烈反对。为了保证消费者的知情权和选择权,世界上有许多国家已经或正在制定有关对转基因作物及食品进行明确标签的法规。

随着世界人口的不断增长,世界人均占有的耕地等资源呈不断下降趋势。联合国于2009年3月11日发布的“世界人口前景”报告预测3年后世界人口将突破70亿大关,2050年地球人口将增至90亿,报告还指出:人口增长绝大多数来自发展中国家。如何充分利用地球的有限资源,养活、养好庞大的世界人口将成为全世界关注并着力探求的重大问题。探索农业可持续发展,不断提高科技对农业生产的贡献率将成为解决好这一问题的必由之路。目前,发达国家科技对农业的贡献率已达60%~80%,发展中国家仅维持30%~40%,有的甚至更低。随着21世纪世界科技前进的步伐,预计到2030年,发达国家的科技对农业的贡献率将攀升至80%~90%,发展中国家也将随之提高。

目前,全球农业耕地面积约为15亿公顷,但

是,转基因农作物种植面积只有1.25亿公顷(约占8.3%)。国际农业生物技术应用服务局(ISAAA)主席克莱夫-詹姆斯认为,全球越来越多的农户意识到转基因农作物的好处,未来转基因农作物的种植面积将大幅增长。从1983年首例转基因植物的问世,迄今全世界进入田间试验的转基因植物已近1500项。专家认为,未来将有很大一部分种子是通过组织培养或是重组DNA技术将一些有益的新特性引入植物获得的,农业转基因生物技术领域将在21世纪初得到更强劲的发展。

尽管前进的道路泥泞坎坷,农业转基因生物技术的发展前景依然是光明的。■

参考文献:

- [1] Transgenic Plants in Thailand by Supat Attathom.
- [2] Agricultural Biotechnology in Thailand by Hiran Hiranpradit.
- [3] Current Status of Bio-safety of Genetic Modified Food in Thailand by Ruud Valyasevi, etc.
- [4] Agricultural Biotechnology in Thailand by Nares Damrongchai.
- [5] Importation of Transgenic Plants: Rule and Regulations by BenJawan Juroonpong.
- [6] PPT on “Bio-safety in Thailand” by The Ministry of Agriculture and Cooperatives.
- [7] The Study of Agricultural Biotechnology in Thailand by Biotechnology Alliance Association (BAA).
- [8] 互联网相关资料.

A Brief Analysis of Agriculture Transgenic Technology in Thailand

MAO Guoqing

(Shanghai Institute of Organic Chemistry, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 200032)

Abstract: The paper introduces comprehensively the development and R&D situation of agriculture transgenic plants commercialization from traditional agricultural economy in Thailand, and describes the international trend of agricultural transgenic technology.

Key words: Thailand; agriculture transgene; investigation