

中国农业生物技术的研发能力、存在问题及改革建议

胡瑞法¹, 王玉光¹, 蔡金阳¹, 黄季焜², 王晓兵²

(1. 北京理工大学 管理与经济学院, 北京 100081; 2. 北京大学 现代农学院, 北京 100871)

摘要: 本文采用对国内承担转基因重大专项研究的全部研究单位研发能力的调查数据, 结合 Web of Science 数据库全部转基因研究 SCI 论文检索数据和德温特数据库(DII) 中转基因生物技术专利检索数据, 研究了中国农业生物技术的研发能力及其研发体制。发现中国政府农业生物技术研发投资快速增长, 中国转基因农业生物技术研发具有较强的国际竞争力; 政府主导的以课题组为研发单位的转基因生物技术研发体制限制了国际竞争力的提升。为此, 提出了整合上中下游研究机构, 加强和强化“转化事件”等关键环节技术研究等政策建议。

关键词: 农作物; 转基因; 研发; 能力; 政策建议

中图分类号: F323 文献标识码: A 文章编号: 1002-9753(2016)07-0027-06

R&D Ability, Existing Problems and Reform Recommendations of China's Agricultural Biotechnology

HU Rui-fa¹, WANG Yu-guang¹, CAI Jin-yang¹, HUANG Ji-kun², WANG xiao-bing²

(1. School of Management and Economics, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China;

2. School of Modern Agricultural, Peking University, Beijing 100871, China)

Abstract: In the paper, we study the R&D ability and the R&D system of China's agriculture biotechnology. Combing the survey data from all domestic undertakers about GM special project with GM SCI papers from Web of Science and GM patents from DII, we find that China's GM R&D investment increases rapidly and China has stronger international competitiveness on GM R&D. However, the biotechnology R&D system led by government through the research group for R&D units has become an obstacle for enhancing its international competitiveness. Therefore, we give some corresponding policy suggestions, such as the integration of the upper, middle and lower research links and strengthen the transformation of the incident and other key aspects of technical research.

Key words: agriculture; GM; Research and Development(R&D); ability; policy suggestions

一、引言

随着传统农业生产方式对提升农业生产效率的贡献逐渐减弱, 科技进步已成为促进农业发展的首要推动力量。作为现代生物技术核心的农业转基因技术更是变化最深刻发展最迅速的一个现代科技领域。据国际农业生物技术应用服务组织

(ISAAA) 发布的 2015 年全球转基因发展报告, 2015 年全球转基因作物种植面积已达 1.797 亿公顷^[1], 成为有始以来增长最快速的农业技术之一^[2], 28 个国家的 1800 万农户在种植转基因作物中受益。转基因农作物的商业化种植对粮食安全、气候变化和可持续性等均做出了重大贡献^[1],

收稿日期: 2016-02-23 修回日期: 2016-07-11

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71210004, 71403019)。

作者简介: 胡瑞法(1960-) 男, 北京理工大学管理与经济学院教授, 博士生导师, 研究方向: 农业科技政策。

已成为不可逆转的世界科技潮流。

中国曾是世界上最早种植转基因作物的国家^[1]。2004 年之前中国的转基因作物种植面积快速发展,曾是国际上种植面积第四位的国家,2004 年被巴西超越,2006 年被印度超越,2015 年转基因作物种植面积仅不到印度的 33%^[3]。

自从 2004 年开始,中国进口转基因粮食快速增加。特别是转基因大豆年进口量从 2004 年的不足 2017 万吨猛增到 2015 年的 8100 多万吨,几乎是中国国产大豆总产量的 7 倍^[4]。除大豆外,中国每年还进口数百万吨的转基因玉米和油菜籽。中国正面临着转基因粮食能吃不能种的尴尬局面。

中国转基因作物种植面积下降与大量进口转基因粮食的原因与转基因作物商业化的停滞有关。尽管 2009 年国家农业部转基因生物安全委员会通过了转基因 Bt 水稻和植酸酶玉米的安全性评估,但截止目前,仍未有一例被批准商业化种植。一个重要原因在于公众担心转基因作物批准商业化后,中国的粮食生物技术将被跨国公司控制,从而影响国家的粮食安全。为此,本文将在对国内承担转基因重大专项研究的全部研究单位研发能力调查和对相关数据库检索的基础上,研究中国的农业生物技术研发能力,通过与国际比较研究中国农业生物技术的研发体制及其存在的问题,并据此提出相关的政策建议。

二、中国农业生物技术研发能力

(一) 研发投资

早在上世纪七八十年代开始,中国就启动了农业生物技术的研发工作。尤其是“863 计划”和“973 计划”的实施,中国对农业生物技术的研发投资快速增长。自上世纪八十年代以来,中国对农业生物技术的研发投资每隔五年便翻一番,按购买力评价计算,2003 年中国对农业生物技术的研发投资仅次于美国而处于世界第二位^[5]。进入新世纪后,特别是 2008 年国家决定实施转基因生物新品种培育重大专项后,政府对转基因农业生物技术研发的公共投资呈现持续快速增长的势头(图 1)。由 2005 年的 10.2 亿元增长到 2010 年的 39.8 亿元(现价),扣除物价上涨因

素后,年均增长 27.5%。如果与 1986-2003 年间比较,这一速度明显加快,其中 2008 年政府的生物技术研发投资便比 2005 年翻了一番,2010 年又比 2008 年增长了 66%。

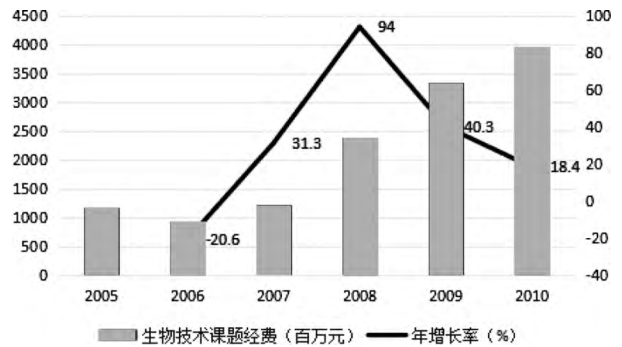


图 1 2005-2010 年农业转基因生物课题经费收入变化情况(2010 不变价)

数据来源:作者调查所得。

(二) 研发人员

全国从事农业生物技术研发的科研人员呈现增加的趋势。虽然自本世纪初以来,中国政府对各级政府研究机构均开展了精减编制的改革,但在人员总数基本不变的趋势下^[6-8],从事农业生物技术研发的人员则呈现增加的趋势(图 2)。全国从事农业生物技术研发人员的总数从 2005 年的 11118 人增加到 2010 年的 14578 人,增加了 31%。与此同时,从事农业转基因生物技术研发人员的人力资本快速提升,拥有博士学位研究人员的比例由 2005 年的 33% 上升到 2010 年的 43%,增长了 10 个百分点。农业生物技术研发拥有了一批经过专业规范培训的专业人才。

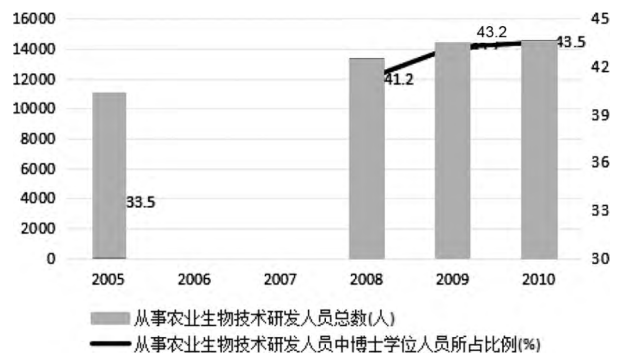


图 2 2005、2008-2010 年从事农业生物技术研发人员数及人力资本变化

数据来源:作者调查所得,2006、2007 年数据缺失。

(三) 研发国际竞争力

为了研究中国农业生物技术研发的国际竞争力,本研究检索了截至2016年6月,美国Web of Science数据库中所发表的全部转基因研发SCI论文和德温特数据库(DII)中不同国家所申请的转基因生物技术专利。检索结果发现:

(1) 中国的农业生物技术基础研究能力快速增长(图3)。中国本土研究人员所发表的农业转基因生物技术研究SCI论文,在1999年时远居美国、日本等发达国家之后而居世界第10位。此后快速增长,2000年超过荷兰和意大利上升到世界第8位,2001年超过澳大利亚又上升一位,2005年超过法国、加拿大和英国达到国际第四位,2007年超过德国和日本成为世界第二位,2015年又以发表638篇SCI论文而超过美国的626篇达到世界第一位。

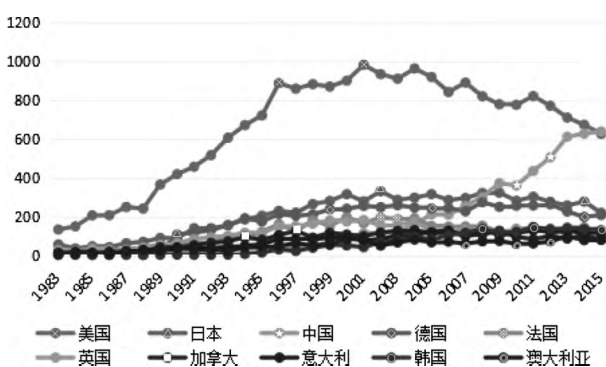


图3 排名前十的国家1983-2015年发表的转基因相关SCI论文数变化情况

数据来源:作者根据Web of science数据库检索整理

(2) 中国的转基因农业生物技术应用基础研究处于国际前列^[9]。截止2014年底,中国发表的转基因水稻、棉花研究SCI论文处于世界第一位,其中转基因水稻论文远高于处于第二位的美国而处于世界绝对领先水平,棉花与美国仅相差2篇,几乎相同。中国发表的转基因玉米、大豆和小麦SCI论文均次于美国而处于国际第二位,但远高于世界其他国家。表明中国的转基因农作物应用研究具有较强的国际竞争力,完全具有与美国等西方国家竞争的实力。

(3) 中国的转基因开发研究已仅次于美国,处于国际第二位。截止2016年6月,德温特专利数据库(DII)共检索出1980年以来全部有关转基因的专利16270项。如果不考虑世界知识产权组织的6094项转基因专利,美国共获得高达8088项专利授权,远高于第二位中国的5369项。其余排名第三到第九位的国家分别为欧洲专利局(4211项)、日本(3699项)、澳大利亚(3691项)、加拿大(1894项)、韩国(1534项)、德国(1459项)、巴西(950项)。表明中国的转基因开发研究也具有与其它国家竞争的实力。

三、农业生物技术研发体制

(一) 国际转基因农业生物技术的研发

(1) 国际上农业转基因技术的研发主要由跨国公司主导。截止2012年底,除中国外其它转基因作物种植国家的转基因品种94%来自七大跨国公司^[2]。跨国公司的研发活动以商业化为目的,以具有较大市场潜力的粮棉油糖为主,以与公司其它产品相关的具有较大潜在市场价值的性状为突破口,以可以有效保护其知识产权的技术开展研究。政府研究机构仅承担科学探索性的基础研究任务。

(2) 跨国公司的转基因技术研发过程为流水线式作业。按照已有的技术成果,跨国公司设计建设了转基因新品种技术研发流水线。该流水线集成了上游的基因开发、中游的基因转化和下游的新品种选育全过程,每个研发人员所从事的研发活动均为研发流水线的一个环节,各研发环节的研发产品均有类似工业生产流水线式的质量控制标准,研发人员仅对其研发环节的质量负责。

(3) 以下游终端产品为导向,开展大规模的上中游研究。在转基因技术研发流水线中,跨国公司设计了以产品竞争力为导向的研发工艺。即上游研究在成功克隆的数以万计基因的基础上,从其中鉴定出具有特定功能和极高潜在市场价值的数十个候选目标基因提供给中游;中游通过对候选目标基因的安全评价,对最终确定的目标基因

开展基因转化工作,并通过对表达了目标基因的大规模转化事件群体的优中选优,筛选出基因表达和遗传特征均最好的“转化事件”进入下游的品种选育。这一高强度竞争群体研发工艺,确保了所研发技术的市场竞争力。

(4) 转基因技术的生产线式研发特征强化了知识产权的保护、交流和利用。转基因技术的工厂化和流水线式研发,使一个公司不可能拥有对每一环节技术的知识产权,必须借助其它公司的技术才能确保其研发过程的顺利开展和高效。为此,各主要跨国公司间开展了知识产权的相互授权使用,从而促进了专利技术的更广泛利用和更强的保护。

(二) 中国生物技术研发体制

中国的农业生物技术研发是政府主导的体制。虽然中国的私人农业研究部门近年来快速发展^[10],然而,由于农业转基因生物技术研究多数仍由政府研究部门承担,其体制特点仍未为政府主导的研究体制^[11]。即政府主导了转基因生物技术由上游的基因克隆研究、中游的转基因研究和下游的转基因品种选育研究。尽管自《种子法》颁布以来中国的种子企业快速发展^[12],种子企业已开始并承担了大量的研发投资,并已开始投资农业生物技术及相关领域^[13],但无论从研究能力或者投资总量而言,相对于政府研究部门的研究能力与投资,中国的农业生物技术企业仍处于发展的初期,企业的研发活动仍主要依赖于从政府研究部门购买技术和委托投资。

以课题组为单位开展研究。目前中国政府研究机构主导了转基因技术研发的上中下游全过程。所有研究均以课题组为单位开展工作。这一体制与跨国公司的流水线式研发完全不同。各课题组主要关注课题组目标的实现,较少关注其研究对整个研发过程的影响。但是需要说明的是,目前中国的转基因技术研究均按照政府确定的既定目标进行,这些目标涉及到国际产业化技术前沿的几乎所有领域,这是跨国公司过分重视个别具有商业价值基因的开发和强调成熟技术的应用

所无法比拟的。特别需要指出的是,许多探索突破作物产量的中国独创基因(如提高水稻产量和养分效率基因等)的成功克隆,无疑将为中国转基因技术的研发奠定了坚实的基础。

(三) 中国转基因技术研发所存在的问题

(1) 以课题组为单位的研发体制,较难形成上中下游高度融合的流水线式研发体系。我国目前正在执行的转基因重大专项,其顶层设计是根据各研究课题组的优势,分别作为整个研发过程的一个环节开展相关研究。据我们调查,在 525 家承担国家转基因重大专项研究的课题组中,从事上、中、下游研究的分别有 154、109 和 115 个课题组。然而,很少有课题组能够毫无保留地按照国家重大专项顶层设计的要求将其研究成果无条件交给下一环节进行后续研究。调查发现,有 31% 的上游课题组将其克隆的基因独立开展中下游研究而不是直接交给下游;同样,有 78% 的中游课题组在开展上游或下游的研究,有 62% 的下游课题组在开展上游或中游的研究。这一体制不仅打破了重大专项所设计的上中下游相融合的研发体系目标,较难集中精力研发具有突破性的技术,更重要的是将影响到重大专项最终目标的实现^[14]。

(2) 以课题组为单位的研发体制,不利于市场高竞争力技术的研发。需要说明的是,由于转基因技术研究的高度商业化特性,使各研究课题组自然而然地将产品商业化为其研发目标。其结果不仅分散了其所承担研发环节的研发优势,同时也难以做好其它环节的研发工作。例如,多数从事上游研究的单位,由于缺乏中下游研发的能力和条件,使其独自开展的基因转化工作由于缺乏足够的转化事件群体,使其所开发的基因“转化事件”在商业化后很难与主要跨国公司的同类技术竞争。

(3) 课题组间的人为技术和信息控制,不利于知识产权的商业化利用。以课题组为单位的商业化研究体制,也为课题组间技术的充分利用和信息交流设置了障碍。由于存在着潜在商业价值,

课题组人员为了潜在利益对其技术进行保护是理性选择。尤其值得注意的是,该体制也有可能造成课题组为了获取高额利益,私自出售其研究成果导致技术外流的风险。

四、结论与政策建议

(1) 自上世纪八十年代以来,中国政府农业生物技术的研发投资快速增长。每隔五年,政府对农业生物技术的研发投资便翻一番,进入新世纪后,这一增长速度加快。与此同时,在政府农业研究机构的研发人员总数减少的情况下,转基因生物技术研发人员总数则不降反增,研发人员人力资本快速提升。

(2) 中国农业生物技术的研发具有与美国等西方国家竞争的国际竞争力。中国的基础研究成果已超过美国而居世界第一位;主要转基因作物研究的应用基础研究成果已与美国各有优势,其中转基因水稻的研究中国具有绝对优势,转基因棉花研究与美国处于同一水平,转基因玉米和大豆研究则落后于美国。

(3) 由政府主导的以课题组为单位的研发体制导致了我国转基因农业生物技术研发的上中下游较为严重的脱节现象。该体制所导致的课题组间人为技术和信息控制,不利于知识产权的商业化利用,较难形成上中下游高度融合的流水线式研发体系从而影响了转基因农业生物技术研发国际竞争力的提升。

(4) 考虑到我国转基因农业生物技术研发具有较强的研发能力与国际竞争力,研发体制存在较为严重的上中下游脱节的现象,在此提出以下改革建议:

首先,整合上中下游研究机构,促进具有高竞争力技术的产生与应用。据我们调查,在承担五大作物转基因重大专项上游研究的154家课题组中,有84家课题组同时从事中游的基因转化研究或者上、中、下游全过程研究(中游研究亦然);而课题组间的研究实力则存在显著差异。一方面表明目前我国从事上游研究的研究单位,超过半数具有中下游研究的能力;同时表明许多研究能力

较弱的研究单位,承担了重大专项的研究。这将非常不利于重大专项集中科研攻关,实现重大技术突破目标的实现。为此,整合上、中游研究单位,集中资助研发能力强的课题组的研究活动,在提高我国转基因技术研发效率的同时,促进我国具有高竞争力技术的产生与应用。

其次,加强和强化“转化事件”等关键环节技术研究,提高我国转基因技术的国际市场竞争力。我国以课题组为单位的转基因技术研发体制与跨国公司流水线式研发体制比较的主要劣势在于上中下游脱节所导致的技术竞争力不强。主要表现在两个环节。一是目标基因表达调控研究不充分,整合检测不够系统所导致的基因质量缺乏与跨国公司同类基因竞争的能力;二是中游的基因转化研究由于构建的转化事件群体不大,从中所选择的优良“转化事件”无法与跨国公司所构建的超大规模转化事件群体所选择的“转化事件”竞争。上述两方面劣势中前者可以通过我国的数量优势弥补,后者通过增加中游“转化事件”的群体数量则不仅可以解决该环节所造成的与跨国公司的技术竞争力差距,同时,强化该环节的研究,也可有效弥补前者基因质量与跨国公司技术的差距。为此,加强和强化“转化事件”等关键环节的研究,将有效提高我国转基因技术的国际市场竞争力。这也是目前条件下充分利用我国转基因技术研发的体制优势的成本最小也最容易实现的选择。

第三,合理解决科研人员对知识产权的利益诉求问题,促进研究成果的快速转化。在产品存在商业化潜力的条件下,由于课题组人员对研究成果商业价值的考虑经常会多过完成课题任务的考虑,使其在研究成果“交帐”时往往会有所保留。为了使研究人员无保留地将其克隆且表达最好的基因交给下一环节,必须充分考虑科研人员的合理利益诉求问题。在此建议将克隆基因的商业化收入与研究人员的报酬和科研经费挂钩,从而激励研究人员将最具国际市场竞争力的技术投入到转基因技术的产业化进程中来。

参考文献:

- [1] James C. 20th Anniversary (1996 to 2015) of the Global Commercialization of Biotech Crops and Biotech Crop Highlights in 2015 [M]. ISAAA Brief No. 51 2015. ISAAA: Ithaca ,NY.
- [2] 黄季焜等. 转基因生物技术的经济影响——中国 Bt 抗虫棉 10 年 [M]. 北京: 科学出版社 2010.
- [3] 胡瑞法. 转基因农作物生物安全: 科学研究进展与网络观点溯源 [R]. 2015.
- [4] 国家统计局. 2015 年国民经济和社会发展统计公报 [EB/OL]. 2016-02-29. http://www.stats.gov.cn/tjsj/zxfb/201602/t20160229_1323991.html.
- [5] Jikun Huang , Ruifa Hu , Scott Rozelle , Carl Pray. Insect-resistant GM rice in farmers fields: assessing productivity and health effects in China [J]. Science 2005(308) : 688.
- [6] 胡瑞法 时宽玉 崔永伟 黄季焜. 中国农业科研投资变化及其与国际比较 [J]. 中国软科学 2007(2) : 53-58.
- [7] Jikun Huang , Ruifa Hu , Jinyang Cai , Xiaobing Wang. Human research capacity in Chinese agbiotech [J]. Nat Biotech ,2012 (30) : 1007.
- [8] 蔡金阳 胡瑞法 黄季焜 王晓兵. 中国农业转基因农业技术投资、研发能力及进展 [J]. 中国农村经济 ,2016 (6) : 61-70.
- [9] 王双双等. 中国转基因技术研发的国际竞争力 [J]. 中国农业科技导报 2015 ,17(6) : 15-20.
- [10] 胡瑞法 梁勤 黄季焜. 中国私部门农业研发投资的现状和变化趋势 [J]. 中国软科学 2009(7) : 28-34.
- [11] 黄季焜 徐志刚 胡瑞法 张世煌. 我国种子产业: 成就、问题和发展思路 [J]. 农业经济与管理 ,2010 ,3(3) : 5-10.
- [12] 胡瑞法 黄季焜. 中国农业科研体系发展与改革: 政策评估与建议 [J]. 科学与社会 2011 3(1) : 34-41.
- [13] Ruifa Hu , Jinyang Cai , Jikun Huang , and Xiaobing Wang. Silos hamstring Chinese plant biotech sector [J]. Nat Biotech 2012 (30) : 749-750.
- [14] 黄季焜 胡瑞法 王晓兵 蔡金阳. 农业转基因技术研发模式与科技改革的政策建议 [J]. 农业技术经济 ,2014 (1) : 4-10.

(本文责编: 王延芳)