

## 我国转基因作物安全管理体系介绍、发展建议及生物技术舆论导向

康乐, 陈明\*

中国农业科学院作物科学研究所, 北京100081

**摘要:** 17年间, 转基因作物在全球的种植面积逐渐扩大了100倍, 截止2012年已经达到1.7亿公顷, 产生了巨大的经济效益、社会效益和生态效益。我国转基因作物发展迅速, 目前已有7种转基因植物获得生产应用安全证书, 转基因棉花占全国棉花种植面积的80%。为保障转基因生物安全, 我国已建立了完整的转基因生物安全管理体系, 包括安全管理机构、政策、法规, 转基因生物及其产品如环境安全评价、食品安全性评价及成份测定的技术标准。另一方面, 我国转基因作物安全管理及安全评价体系仍然需要完善, 本文针对现阶段存在的问题提出了改进及完善的建议。同时, 本文分析了我国转基因作物舆情, 列举了近来国内外所谓的转基因作物安全事件并揭示了事件的真实情况, 提倡理性看待转基因作物的发展, 为我国转基因研发与产业化营造积极的舆论氛围。

**关键词:** 转基因作物; 安全管理; 安全评价; 作物舆情; 安全性事件

## GMO Biosafety Management, Suggestions and Biotech Public Acceptance in China

KANG Le, CHEN Ming\*

*Crop Science Research Institute of Chinese Academy of Agricultural Science, Beijing 100081, China*

**Abstract:** GM crops have been commercialized for 17 years all over the world, and brought great economic, social and ecological benefits to growers and the world. China has approved 7 GM crops for planting, among which Bt cotton accounts for 80% of cotton planting area. In this article, we reviewed development and application of GM crop internationally and domestically. The policy on GM crops in China including regulations, guidelines, food and environmental safety assessment are also briefly introduced. Some existing problems and suggestions on China's biosafety management and regulator process are also described in this review. Finally, the authors advocate rational understanding of GM crops to create a positive atmosphere for public acceptance, which will benefit research, development and commercialization of GM crops in China.

**Key words:** GMO; biosafety management; biosafety assessment; public acceptance; biosafety issue

### 1 转基因作物发展现状

#### 1.1 国际转基因作物发展现状

1996~2012年的17年间, 全球转基因作物种植面积翻了将近100倍, 由当初的170万公顷增至1.7亿公顷, 转基因技术成为现代农业史上应用推广最迅速的技术, 并在全球范围内产生了巨大的经济、社会和生态效益。2012年, 已有59个国家/地区使用转基因作物, 其中, 有28个国家许可种植, 这些国家批准了2 497项转基因作物可种植(涉及25个作物319个转化体), 其中1 129项批准可食用, 813项可饲用, 转基因食品许可几乎占了全部许可的一半。就作物而言, 目前全球主要有4种, 即大豆、棉花、玉米和油菜, 分别占全球相应作物种植面积的77%、50%、25%和20%; 就性状而言, 主要有2个性状, 分别是抗除草剂性状(转5-烯醇式丙

酮酰莽草酸-3-磷酸合酶基因即EPSPS基因)和抗虫性状(转苏云金芽孢杆菌伴胞晶体蛋白基因即Bt基因)。美国是全球最大的转基因作物种植国, 90%以上的大豆, 50%以上的玉米是转基因的, 超过60%的加工食品含有转基因成份, 加拿大的转基因油菜面积覆盖率为97.5%, 加拿大油菜种植历史仅20多年, 如今已是全球最大的油菜籽出口国之一 (James 2013)。

#### 1.2 国内转基因作物发展现状

中国政府将发展生物技术产业提高到战略高度, 并列入国家发展规划中, 如在《国家高技术研

收稿 2013-05-06 修定 2013-05-28

资助 转基因生物新品种培育重大专项(2012ZX08001001)。

\* 通讯作者 (E-mail: chenming02@caas.cn; Tel: 010-82108789)。

究发展计划(863计划)》、《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)》和《当前优先发展的高技术产业化重点领域指南》中均强调发展生物技术。2010年“中央一号”文件明确:抓紧开发具有重要应用价值和自主知识产权的功能基因和生物新品种,在科学评估、依法管理基础上,推进转基因新品种产业化。2011年十二五发展计划要求“加快农业生物育种创新和推广应用,开发具有重要应有价值和自主知识产权的生物新品种,做大做强现代种业”。我国领导人对生物技术给予了高度重视并一贯支持,1988年邓小平同志高瞻远瞩地说:“将来农业问题的出路,最终要由生物工程来解决,要靠尖端技术。”2008年温家宝总理在接见*Science*总编时也重申“解决中国粮食紧缺问题要靠大的科技举措,要靠生物技术,靠转基因”。2010年7月刘延东国务委员听取生物医药板块重大专项的汇报讲道:“进一步加强统筹协调,建立科学、规范、高效的转基因生物安全评价机制及其新品种审定机制,以加速种业发展为重点。”

经过近20年的努力,目前,我国已初步形成了从基础研究、应用研究到产品开发的转基因作物研发体系,已成为全球为数不多的、真正拥有转基因生物自主研发能力的国家之一,在发展中国家处于领先地位。至今,我国已发放了7种植物生产应用安全证书(许可种植),包括耐贮藏番茄、抗虫棉花、改变花色矮牵牛、抗病辣椒(甜椒、线辣椒)、抗病番木瓜、抗虫水稻和转植酸酶基因玉米(审批信息见农业部中国生物安全网, <http://www.stee.agri.gov.cn/biosafety/spxx/>)。抗虫棉花从1997年开始在我国大面积商业化种植,目前覆盖率占棉花种植面积的80%,即除新疆棉区外,我国几乎全部种植转基因抗虫棉。目前,我国正在研制并推广高产、优质、抗虫的三系杂交抗虫棉(戚廷香等2012)。我国已发放了转基因棉花、玉米、大豆和油菜籽等4种作物的进口安全证书,批准用作饲料和食品加工原料,但不允许在中国境内种植。2012年我国进口大豆5 838万吨[中国海关总署官网, <http://www.customs.gov.cn/tabid/1/mid/93169/ctl/infodetail/infoid/413010/default.aspx> (2013-1-10)],占国内大豆消费总量的80%。这些进口的大豆几乎全部为转基因大豆,主要来源于美国、巴

西及阿根廷。

## 2 我国生物安全管理体系

风险是客观存在的,要求一个事物零风险显然是不科学的。“风险”是预计将产生“危害”的可能性(“风险”与“危害”、“危险”不同),风险是可以评估的,评估后是可以管理的,转基因生物也是如此。目前,我国已制定了一系列生物安全法律、法规及政策。为我国健康有序地发展转基因技术并促进其应用提供了坚实的保障。

### 2.1 管理机构

我国建立了农业部、国家发改委、商务部、科技部、卫生部、国家质检总局、环境总局等11个部门负责人组成的部际联席会议制度;组建了国家农业转基因生物安全委员会,负责农业转基因生物评价工作及转基因安全重大问题的决策;组建了国家农业转基因生物安全标准委员会,负责农业转基因生物评价标准的制定;农业部作为全国农业转基因生物安全监督管理部门成立了转基因全管理小组(部长任组长)及安全管理办公室,设立了县级以上农业行政主管部门的转基因生物安全管理办公室,负责各行政地区各级农业转基因生物评价日常管理工作。质检总局及海关负责进出口转基因作物的检验检疫工作(《农业转基因生物安全管理条例》2001)。

### 2.2 法规及配套规章

我国是世界上较早制定并实施转基因生物管理法规的国家之一。自1993年国家科委制定基因生物安全管理的指导性文件以来,经不断完善,之后相继出台了《农业转基因生物安全管理条例》(国务院,2001)及其配套法规《农业转基因生物安全评价管理办法》(农业部,2002)、《农业转基因生物进口安全管理办法》(农业部,2002)、《农业转基因生物标识管理办法》(农业部,2002)、《转基因食品卫生管理办法》(卫生部,2002)和《转基因产品进出境检验检疫管理办法》(国家质检总局,2004)。2010年农业部编制的《转基因植物安全评价指南》,使申报和评价更加方便和规范。这些法规和章程从研究试验、生产、加工、经营和进出口等所有环节对农业转基因生物进行安全管理及规范,为保障转基因生物安全及我国生物技术与生物产业的发展发挥了重要的推进作用。

## 2.3 检测标准与检测机构

从转基因抽样、产品、成分、环境安全、食用安全检测到出入境检验检疫各环节,我国现在已拥有约百项国家标准、行业标准或技术规范,其中包括9项环境安全检测技术规范及4项食品安全评价导则及技术规范(农业部/生物安全网/技术标准, <http://www.stee.agri.gov.cn/biosafety/jsbz/>)。截止2011年,农业部授权的检测机构有35家,其中产品成分检测机构18家,环境安全检测机构15家,食用安全检测机构2家(段武德2011),检测机构数目仍在不断增长。这些技术标准与第三方检测机构为转基因安全提供了技术支持与保障。

## 3 转基因安全评价的内容

反对转基因者总以“难以证实,也难以证伪”,“谁也说服不了谁”,“一时难以达成共识的专家判断”这种言语暗喻转基因“不可估测”的论点。其实,转基因的风险/安全性都是可以评估并加以管理的,即利用现有的分子生物学、遗传学、营养学、毒理学、植保学及生态学(甚至伦理学)等知识对转基因作物的分子特征、环境安全性和食用安全性进行检测、分析评价,从而得出综合的、科学可靠的论断。转基因安全评价遵循“比较性原则”,即与传统非转基因对照相比无显著差异,则认为外源基因及转化过程未改变其安全性,即转基因与其对照传统作物一样安全。对转基因作物的安全性从以下4个方面开展综合评价。

### 3.1 分子特征

评价转基因作物的安全性需要了解其分子特征,即了解外源片段的信息、整合情况、表达部位、表达量及对受体作物基因组的影响。在评价时要求说明目的基因来自于供体生物、供体生物有无长期安全食用历史、外源基因的功能、外源蛋白是否致敏或致毒、转化载体的安全性以及转基因操作对安全性的影响等。

### 3.2 遗传稳定性

在分子特征是安全的基础上,还需要转基因作物在代际间是稳定的,这就需要提供转基因植物多代的外源基因整合与表达情况(在DNA水平、RNA水平、蛋白质水平和性状表现水平均稳定表达),从而确保转基因植物安全和实用的稳定性。

## 3.3 环境安全

对转基因植物环境安全性的评价主要考查(1)在生存竞争能力方面,转基因植物的生存竞争能力是否比非转基因对照增强,如未显著增强则表明外源基因和转化操作过程并未增加转化受体的生存竞争力,转化体具有生物入侵性的可能性较低;(2)在外源基因漂移方面,最受关注的是抗性基因向杂草漂移的情况。基因漂移是客观存在的,关键在于后果是否可控。通常情况下,由花粉介导的外源基因向非转基因品种、野生近源种、野生种及杂草漂移(或逃逸)的频率非常低,不会带来明显的环境和其他生物安全问题,如果采取一定的空间隔离措施(如水稻5 m左右)便可以进一步降低转基因漂移的频率(卢宝荣2008)。且在无选择压的自然环境中,带有抗性基因的杂草经几代稀释后自然就会消失,产生“超级杂草”的可能性极低;(3)抗病/虫/除草剂转基因植物是否对非靶标生物产生影响,对植物生态系统群落结构是否产生影响,抗病/虫/除草剂转基因植物是否引起靶标生物的抗性增强等方面,只要转基因作物与非转基因对照无显著差异,都可以认为和传统植物一样安全的。经过10年的调查研究,我国抗虫棉对生态没有带来负面影响(Wu等2008)。

## 3.4 食品安全

我国转基因植物食品安全评价涵盖了联合国粮农组织(FAO)和世界卫生组织(WHO)之下的国际食品法典委员会(Codex Alimentarius Commission, CAC)的重组DNA植物食品安全评估准则(CAC/GL 45-2003)。即对营养学、毒理学、标记基因及对人类长期非预期效应进行检测和分析,比较转基因与非转基因对照之间是否存在统计学上的差异从而判断该转基因植物的食用安全性。营养学分析主要是对目标蛋白之外的营养成分和抗营养因素进行测定,包括蛋白质、脂肪、淀粉、水分、灰分、氨基酸和脂肪酸构成分析、微量营养成分(矿物质、维生素)以及抗营养因子等。毒理学分析包括外源蛋白质的毒理学分析和全食品的毒理学分析(考虑因转化操作所产生的潜在毒性效应)。比如我国2010年批准的转基因水稻 *Bt* ‘籼优63’ 经过如下食品安全性验证: 除外源蛋白外其他营养成分与抗营养因子均与非转基因对

照无显著差异;外源蛋白质与已知有毒性的蛋白质、抗营养因子的氨基酸序列无相似性,与已知的致敏源连续80个氨基酸同源性小于35%;在模拟胃、肠液中15 s内被降解;动物试验(急性毒性试验、亚慢性毒性反应、慢性毒性试验、大鼠传统致畸试验、三代繁殖试验)结果表明,与转化受体比较未观察到*Bt* ‘*籼优63*’有毒性作用;经试验和换算,人类急性毒性的安全系数约为10万;该转基因水稻不含抗生素标记基因。因此,该转基因水稻与非转基因水稻同样安全,消费者可放心食用。

### 3.5 转基因生物安全评价的研究

我国“十五”计划以来相继在国家重点基础研究发展计划(973)、国家高技术研究发展计划(863)、国家自然科学基金、科技部“转基因植物研究与产业化专项”、国家“转基因生物育种”重大专项,以及农业部、国家质检总局等相关计划中启动了多项涉及转基因生物安全的科研项目。目前我国转基因生物安全性的研究队伍已经初步形成,有关技术支撑体系正在逐步建立和完善,转基因生物安全评价研究全面开展并取得了一批国内外瞩目的研究成果(Wu等2008; Lu等2010),为我国农业生物技术研究开发和产业化提供了科研保障(范云六等2012)。

## 4 我国转基因作物安全管理体系存在的问题及改进建议

目前我国对转基因作物的管理与评价采取了适合我国现阶段国情的运作体系,随着转基因研发与产业化的不断深入,需要根据新形势不断调整和完善,本文给出如下建议。

### 4.1 缩短审批周期

安全评价的审批与新品种审定耗时过长,以水稻为例,安全评价至少3年,将转化位点通过回交转育至优良背景中育成可商业化的品系需要至少3年(6代),此回交转育的新株系申请安全证书需要1年,之后参加新品种审定需要3年,不考虑基因克隆等基础研究,遗传转化获得转化体、申报意外及政治因素,需要至少10年,较长的审批周期将打消我国转基因作物的研发积极性并阻碍产业化步伐。

“以转化体为基础的”(event-based)评价制度

与“以品种为基础的”(variety-based)评价制度是个老话题。目前我国颁发的安全证书绝大部分是进口用作加工源料的转化体和抗虫棉,所以依现行的“品种为基础的”评价机制比较适合目前国情。但是随着研发成果不断出新,特别是2020年转基因新品种培育重大专项结束时将有大批的转化体及转化体的衍生株系参加审评,届时,“以品种为基础的”机制难以应付诸多申请,且造成财力和时间无谓地浪费。应跟据“个案原则”和“熟悉原则”,以棉花为模型逐渐将“以品种为基础的”转向“半品种为基础的”评价制度,最终转为“以转化体为基础的”评价制度。

### 4.2 审批信息透明化

国际生命科学研究所(International Life Science Institution, ILSI)早已公开了目前商业化的转基因作物的信息,包括许可国家、用途、食品安全性、环境安全性以及信息完备的申报书([http://cera-gmc.org/index.php?action=gm\\_crop\\_database](http://cera-gmc.org/index.php?action=gm_crop_database)),并不断更新。但是其中未显示中国已商业化十余年的抗虫棉(1997年推广)。目前我国转基因安全审评尚无公众参与,随着国家的发展、社会的进步,人们认识水平的提高,需要建立公众参与安全评价的平台。

转基因安全评审工作以“同行审议”为主,仅安委会成员每年召开3次会议集中对各阶段各类型安全评价申报书进行审评,即以同行审评的方式“兼职”审阅,缺少“专职”科学家从事审评工作。

### 4.3 进一步系统化进口转基因生物的检测方法

自我国颁布《转基因植物进口安全管理办法》以来,发达国家不断申请转基因安全证书用以向中国出口转基因产品,仅2004年办理国内外贸易每一批次的转基因产品进口加工原料用安全证书就达2 000多份(范云六等2012)。我国应前瞻性地研究这些产品的安全评价和检测指标,做好检测与标识的技术与标准储备,在国际贸易竞争中不处于被动。同时了解向外国申请安全证书的流程、费用及历时,做好筹划工作,为以后转基因产品出口做好准备。

### 4.4 增进国际交流

需尽早考虑出口作物低剂量混入(low level presence, LLP)的阈值问题。以转基因稻米为例,

我国安全证书只规定了在哪个省种,并没有规定在哪个省卖,随着产业化推广及普及,所有稻米中都会或多或少的掺入转基因成份,虽然已证实对食用无危害,但在国际贸易中仍是障碍。我国是《生物多样性公约——卡塔赫纳生物安全议定书》(WHO, 2000)缔约方之一,该议定书具有与WTO相当的法定效力,是一个调解进口国与出口国贸易和环境安全的国际性协定,议定书对转基因农产品有“提前知情同意程序”、“同意进口的决定程序”、“食物饲料越境转移程序”、“风险评估与风险管理、运输和标志、责任赔偿和补救”等条款,这些条款已经被进口国用来作为设置技术壁垒的措施和手段,即以含有转基因成分为由拒绝进口。欧盟等国利用自身生物技术的优势,迅速研制了检测与标识的技术标准,争取在国际贸易竞争中的主动权,为保护本国生物技术发展设置屏障(范云六等2012)。在此方面,我国应加强,否则又将在贸易方面处于下风。

#### 4.5 转基因标识问题

美国施行转基因产品自愿标识制度,日本标识的阈值为5%,欧盟标识的阈值为0.9%,我国标识的阈值为0%(即定性标识制度)。我国的标识目录及阈值均适合目前国情。随着转基因生物的不断应用,我国标识制度也需相应完善,有如下建议:(1)将来食物链中不能保证100%不含有转基因成分,定性标识就失去了意义。因此标识制度也要与时俱进,改为定量标识,兼顾转基因成分的安全级别;(2)只标成份不标转基因植物,比如大豆油虽然使用了转*Bt*基因大豆,但是大豆油中没有转基因*Bt*蛋白,所以不需标识;(3)加工食品中,前5种主要成分以外的免于标识;(4)标识需考虑成本,不做无谓的浪费,同时考虑转基因原材料批量标识和加工零售商品的标识的差别;(5)现阶段禁止负标识(如“非转因xx”),以免引起公众误解或歧视转基因;(6)大胆地考虑采用自愿标识的新政策。

### 5 理性看待转基因,营造良好的舆论氛围

#### 5.1 破除谎言,回击造谣者和恶意造谣者

对于转基因的“争论”本身,不少报导用了“普遍的社会现象”,“谁也说服不了谁”这类的措辞。这些表述误导了公众,让公众以为社会已分成了两大派,一大派反对,另一大派支持。这种效果正

是反对者所期望的(公众都会等到没有争议时再接受)!于是,反对者成功地挟持了整个社会舆论。

其实,偏执地反对转基因者只是极少数人,主要的成员是相关利益者,抵制转基因食品可以让他们有足够的理由出售比转基因食品价格更高的非转基因食品,抵制抗虫转基因作物,就有更充分的理由出售农化产品。所以,反对者对转基因丧失底线地口诛笔伐,刻意妖魔化,呈现出昭然若揭的狂躁与非理性。死死纠缠在“一百年以后会不会有问题”、“自然的才是好的”、“转基因风险无法预测”之类的谬论与未知论,“(抗虫水稻)虫子吃了都死,人能吃吗!”这样不懂装懂的非科学命题,后来发展成了打着“民族主义”幌子散布“转基因亡国”的谣言和“转基因使精子数下降”之类欺骗性的断言,以至让人无法与之辩论。具有国际利益集团背景的非政府组织(比如绿色和平组织),对生物安全的潜在风险大肆渲染,误导消费者,企图影响我国政策,使得转基因产品的社会接受环境愈加复杂化,也影响了我国生物技术产业的健康发展。对造谣、恶意造谣、蛊惑大众者,应以科学证据为阵营,用犀利的言辞及时予以回击,不能让他们继续“绑架社会”。决策者要强硬地打击煽动者,明确地向正确的方向引导舆论。

#### 5.2 耐心引导公众理性认识转基因

转基因作为一个新生事物兀然而起,在17年间以百倍速度扩展,带来公众一定的恐惧是可以理解的。恐惧来自误解或不了解(甚至火车、电冰箱和马铃薯都曾作为新鲜事物引发过恐慌)。科学家、政府、媒体和科学家都要担负起各自的责任,向公众进行解释、科普宣传,从而营造科学、理性的社会氛围。

在向公众进行科普教育时,存在不可回避的政府公信力问题。为什么我国公众往往把转基因与毫不相干的“三聚氰胺问题”混为一谈?美国人比较接受转基因,难道是美国公民比我国公民更有学问吗?非也。对政府公信力的质疑导致人们有时宁愿相信小道消息,这方面需要投入更多的耐心来引导。

另一方面,作为一个有判断力的公众,应该以开放、理性的姿态去了解任何新事物,只要秉承足够的理性态度,即便缺乏足够的专业知识,也能

做出较为合理的推断。曾是反转基因运动标志性人物的英国环保人士马克·林纳斯(Mark Lynas)在多年偏执地反对转基因后,于2013年1月3日在天津农业会议上发表了“我为我以前反对转基因的行为道歉”的震撼演说。他理智地学习了转基因相关知识,发现转基因作物能够减少化学农药的使用,更加环保和可持续,认为反对转基因“实际上是一场反科学的运动”,对于转基因的争论“已经结束”。

### 5.3 科学家——宣传队伍中的先锋队

最了解转基因产品的是它的研发者,所以科学家要发挥科普宣传和倡导转基因的源头作用,即便成为公众泄愤的对象(相信这只是短暂的过渡时刻)。如果研究成果不能转化成生产力,付出越多等于浪费越多。所以科学家要把和公众交流、进行科普宣传、对新闻记者和科普作家进行培训当作科研工作的一部分,也是科学家的社会责任。

### 5.4 最常迷惑公众的命题

转基因的优势在科学上已成为不争的事实,但反对转基因者总是以貌似科学的命题蛊惑公众,主要有以下几点。

问题一,“怎么保证100年以后没问题?”这个问题貌似咄咄逼人,但实际是个谬论。该命题适合向所有使用未满100年的事物发难,比如问“现在没有发现手机/电脑/汽车/飞机/摩天大楼能致癌,但是100年后会不会出现癌症,用了3代之后,会不会让人类退化?”理智地想,科学的问题要用科学的方法来解决,新事物诞生100年后使用它是多么荒谬的想法。看看满街的手机、手提电脑、可乐和汽车,人们已经做出了选择。

问题二,“能确保转基因食品绝对健康吗?”又是个“哲学”问题。辩证地讲没有“绝对”的事物,要求零风险是不科学地,即使传统食品的风险也不是零。只要能证明转基因食品和传统食品的等同性,即转基因并没有增加风险,二者就是同样安全的。我们目前批准的转基因食品,都是以药品的标准对其安全性进行评价后,判断为安全可食用的。

问题三,“转基因作物是人工改造的,而天然的才是好的。”这个问题陷入了“自然主义”的谬误,没有任何科学证据表明“天然的才是好的”。以

水稻为例,国际经济与合作组共识性文件中指出,人类已有15 000年的稻作栽培历史,稻种经过人类上万年的种植与驯化,演化出了现在的水稻栽培种(OECD, 1999),我们所吃的稻米早已不是天然的了,要吃“天然”的野生水稻,人类早已饿死了99%。“天然的才是好的”本身就是拒绝主义。

问题四,“转基因会不会转到人身上呢?”且不讲分子原理,植物有几万个基因,为什么偏偏那一个转基因转移到我们身体呢?人类吃了几千年的猪肉,也没见一个变成猪八戒的。转基因水平转移到人畜肠道微生物中倒是有可能,科学家已经考虑到了这一点,采用了“洁净的”转化载体与转化系统,可以有效避免这一点。

问题五,“虫子吃了Bt水稻都死,人能吃吗?”原因是人体没有Bt蛋白的受体,而且人胃环境是强酸(Bt蛋白要在鳞翅目幼虫的中肠强碱环境下才有活性),所以虫子吃了就会导致“胃溃疡”最终丧命,而在人体内却穿肠而过。

问题六,“杂交安全,转基因不安全。”事实上,二者本质是相同的。作物育种经历了最初的轮回选择、杂交后代选育、杂种优势利用(如杂交水稻)、以及以转基因为代表的现代生物技术,转基因育种只是人类漫长育种史中的一个发展阶段和技术之一。与杂交相比,转基因技术将几个明确的基因(清楚基因和产物性状、插入位点、毒性、致敏性等信息)转入受体中,是“精确育种”;而传统杂交是将不明的成千上万个基因同时转入受体,再从中选出理想的个体,是“经验育种”,二者使用了不同的方法而已,有时转基因甚至更安全。

### 5.5 几起“转基因安全事件”及真相

转基因食品在全球被食用17年,相当于空前大规模的人体实验,目前未出现一例可证的对人/畜和环境有害的报导。关于转基因食品的流言如1944年的“巴西坚果致敏”事件,该产品在研发早期已停止;1999年的“饲喂10天后,GM马铃薯造成小鼠消瘦且免疫系统被破坏”事件,因实验用小鼠营养不良且无法重复试验结果等原因不足为信;1999年的“转基因玉米危害帝王斑蝶”事件,因无田间调查数据而不足为证;最让人啼笑皆非的“转基因玉米使中国广西男子精液异常”事件,纯属瞎编乱造!

2012年湖南衡阳的“黄金大米事件”(Tang等2012)引起了轩然大波。衡阳二十余名儿童食用黄金大米进行维生素A功效试验,知情权被侵犯。黄金大米的安全性早已被证实,在美国国立卫生院(NIH)的主持和联合国粮农组织(FAO)支持下,黄金大米(Golden Rice)的人体营养学功能试验已按照国际通行的做法,以符合科学伦理、确保参与者健康为前提,中国生物工程学会于2012年撰文《黄金大米的来龙去脉》([http://bri.caas.net.cn/news/in\\_01.aspx?id=855](http://bri.caas.net.cn/news/in_01.aspx?id=855)),告诉大家在美国等国家进行实验的初步结果证实黄金大米确有克服不同程度的维生素A缺乏症的良好功效。该起事件是监管、科研道德问题与科研伦理事件,实非转基因食品安全事件。

2012年Séralini在《食品和化学毒物学》上发表了文章称转基因玉米NK603致癌(Séralini等2012)。作者将200只SD大鼠分成10组(每组雌雄各10只),其中有1个空白对照组,9个试验组(饲喂高、中、低剂量施除草剂的NK603玉米,高、中、低剂量不施除草剂的NK603玉米,高、中、低剂量的除草剂)。作者进行了为期2年的大鼠喂养试验,得出转基因玉米使大鼠乳腺肿瘤发病率高等结论。该文一经发表引起一片哗然。但是从科学的角度来分析,该文漏洞百出,继而立即遭到许多科学家的批驳(François 2012; Nicole 2012)。首先,试验所选用动物为SD大鼠,此种大鼠常用于营养学评价,寿命约2年,晚期癌症自然发病率高,不适于致癌试验,致癌试验常选F344大鼠(Sakamoto等2008)。第二,每组试验动物数目太少,致癌试验每组至少雌雄各50只(OECD TG 451,动物致癌试验操作规范),但此文仅各10只(每组雌雄各10只是90 d喂养的标准)。第三,仅在试验结束时(600 d)调查统计,无中期调查数据。第四,未依据国际公认的致癌试验操作规范OECD TG 451 (carcinogenicity studies)设计试验;试验目标不明确,按90 d亚慢性毒性试验的方法作了一个慢性毒性的试验,下了一个致癌试验的结论。也不清楚是要对转化体进行检测,还是要对除草剂进行检测。第五,仅有1个对照组,按该文的设计至少应设4个对照,1个基础饲料组,高、中、低剂量非转基因组各1组。如果没有阴性对照,试验结果没有说服力。此文

看似把组别分得复杂,实则非常不科学。第六,低和高剂量组癌症发病率很高,中剂量组发病率却低,观察结果无剂量相关性,也不可信。另外该文章许多操作和分析细节遗漏。对于这种有明显缺陷的“四不象”研究论文及其结果,法国生物技术最高委员会和国家卫生安全署以及欧洲食品安全局(European Food Safety Authority, EFSA)先后否定了该文所下NK603玉米致癌的研究结论(欧洲食品安全局, <http://www.efsa.europa.eu/en/press/news/121004.htm>)。

## 5.6 中国如果没有转基因

如果我们放缓转基因研究与产业化步伐,将贻误国家发展良机,误国误民。活脱脱地重蹈清明以来“海禁政策”覆辙(直到西方人的军舰从海上打了过来,终于鸦片战争)。在全球范围内转基因已是大势所趋,不会逆转。各国都在紧锣密鼓地加紧研发与产业化。再过些年,转基因产品将渗透到我们生活的各角落,在中国政府的政策保护(外商投资产业指导目录, 2011)退去之前,我们的转基因还不能与跨国公司抗衡的话,那时本文所讨论的内容,不再是“要不要转基因”,而是“选外国哪家的转基因种子/农化/农机”。

如果我们放弃转基因,粮食安全无法保障。2030年后我国人口将增长到15亿(刘培磊等2010),这就需要粮食单产增加40%(而耕地不会增加)。目前我国粮食连续9年高产,靠的是少灾害、改良品种、加大施肥量以及加强田间管理。“农药、化肥、除草剂人海战术”已经持续不了太久,每增加10%的粮食产量就要增加20%的投入。如果不引入更有效的育种方法,无法保障未来15亿人口的粮食安全。

转基因不仅是粮食物资,而且是一个国家的战略物资。目前美国拥有转基因大豆的先进技术,以更低的成本生产出更优质的大豆,压倒性击跨了我国大豆市场,2013年我国大豆进口5 383万吨,占消费量的80%,已接近一个国家的战略警戒线。大豆贸易壁垒失守就是教训。再不急起直追,两国的研发与应用差距必将越来越大,中国必将加大对出口国的依赖,从而受挟制于人。

## 6 结语

我国的转基因研发目前在严格管理、科学评

价之下平稳进行。转基因作物育种经历了技术成熟期和产业发展期之后,目前已进入至关重要的、以抢占技术制高点与经济增长点为目标的战略机遇期。因此,加快转基因技术同传统育种技术的结合将是我国发展农业的有力手段和必由之路。同时,应在避免原样照搬发达国家方法、食洋不化的前提下,加强产学研结合,加快加强生物种业、构建技术推广平台、以企业为龙头、以玉米作为当前种子产业的重要支柱和前沿技术的制高点,坚定不移地加快转基因作物产业化。

### 参考文献

- 段武德(2011). 农业部转基因生物安全监督检验测试机构简介. 北京: 中国农业出版社
- 范云六, 黄大昉, 彭于发(2012). 我国转基因生物安全战略研究. 中国农业科技导报, 14 (2): 1~6
- 刘培磊, 赵永国, 李宁, 周云龙(2010). 转基因技术对粮食安全的影响及对策. 中国农业科技导报, 12 (4): 1~5
- 卢宝荣(2008). 我国转基因水稻的环境生物安全评价及其关键问题分析. 农业生物技术学报, 16 (4): 547~554
- 戚廷香, 邢朝柱, 郭立平, 吴建勇, 王海林, 唐会妮(2012). 三系抗虫杂交棉‘中棉所 83’高效制种技术. 现代农业科技, (22): 41~42
- François H (2012). Biotechnology: Bring bring more rigour to GM research. *Nature*, 491 (7424): 327
- James C (2013). 2012年全球生物技术/转基因作物商业化发展态势. 中国生物工程杂志, 33 (2): 1~8
- Lu YH, Wu KM, Jiang YY, Xia B, Li P, Feng HQ, Kris AG, Wyckhuys KAG, Guo YY (2010). Mirid bug outbreaks in multiple crops correlated with wide-scale adoption of Bt cotton in China. *Science*, 328: 1151~1154
- Nicole W (2012). A closer look at GE corn findings. *Environ Health Persp*, 120 (11): a421
- Sakamoto Y, Tada Y, Fukumori N, Tayama K, Ando H, Takahashi H, Kubo Y, Nagasawa A, Yano N, Yuzawa K et al (2008). A 104-week feeding study of genetically modified soybeans in F344 rats. *Shokuhin Eiseigaku Zasshi*, 49 (4): 272~282
- Séralinia GE, Clairia E, Mesnagea R, Gressa S, Defargea N, Malatestab M, Hennequinc D, Vendômoisa JS (2012). Long term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize. *Food Chem Toxicol*, 50 (11): 4221~4231
- Tang GW, Hu Y, Yin SA, Wang Y, Gerard ED, Michael AG, Robert MR (2012).  $\beta$ -Carotene in Golden Rice is as good as  $\beta$ -carotene in oil at providing vitamin A to children. *Am J Nutr*, 96 (6): 58~64
- Wu KM, Lu Y, Feng H, Jiang Y, and Zhao J (2008). Suppression of cotton bollworm in multiple crops in China in areas with Bt toxin-containing cotton. *Science*, 321 (5896): 1676~1678