

# 大力发展转基因作物\*

张启发

(华中农业大学 生命科学技术学院/ 作物遗传改良国家重点实验室, 湖北 武汉 430070)

**摘要** 随着社会经济的不断发展和人口的持续增加, 我国农业面临着众多的严峻挑战。针对这些挑战, 我国的科学家提出了第二次绿色革命, 其内容概括为“少投入、多产出、保护环境”。而近年来兴起的转基因技术将为第二次绿色革命的实现起到重要的作用。目前, 国内外转基因技术的研究取得了大量成果, 我国转基因作物的研发也取得了很大进展。转基因作物自 1996 年开始在全球大规模地商品化种植以来, 已经带来了巨大的经济效益和环境效益。转基因抗虫棉花已经在我国大面积种植, 2008 年我国转基因棉花的种植面积 380 万公顷, 占我国棉花总种植面积的 66%。大力发展转基因作物对于我国的农业增产、农民增收以及农业的可持续发展将起到巨大的支撑作用。此外, 在大力发展转基因作物的同时, 还应制定严格的转基因生物安全管理规则和制度, 在让转基因作物的技术优势得到充分发挥的同时避免其潜在的风险。

**关键词** 转基因技术; 转基因作物; 绿色超级稻; 转基因生物安全管理

中图分类号: Q943 文献标识码: A 文章编号: 1008-3456(2010) 01-0001-06

1950 年以来, 随着科学技术的发展以及农业生产资料不断改善, 世界粮食生产的成本不断降低, 总产量和人均产量都获得了前所未有的增长。据联合国粮农组织(简称 FAO) 统计, 到 2010 年世界粮食产量将超过 23 亿吨。2050 年世界人口将达到 93 亿, 比目前增长 50%。人民的生活水平要继续提高, 那么到 2050 年, 世界粮食总产量必须至少再增加 1 倍, 因此, 世界农业仍将面临能否满足人类不断增长的粮食需求的严峻挑战。

据联合国粮农组织统计, 1960- 2000 年, 世界 3 个主要粮食作物: 小麦、水稻、玉米每公顷年均增长量分别为 41、53、64 公斤, 每年增长幅度与过去同期相比大概是 1.0%~ 1.2%。据 Dobermann(2009) 数据, 从现在起到 2020 年, 如果在技术上没有大的突破, 每年的增长幅度将会小于 1%; 如果在技术上有所突破, 每年的增长幅度将会大于 1%。如果我们期望到 2050 年世界粮食生产总量比现在再翻一倍, 就要求每年增长的幅度在 1.2%~ 1.5% 之间。因此就需要加强农业科学研究, 提高粮食生产中的科学技术比重, 用各种技术来改良我们的作物品种, 其中生物技术是作物品种改良中的主要技术之一。

目前全世界的粮食生产面临一系列的严峻挑

战: 近 20 多年来各种作物产量均徘徊不前, 产量潜力出现瓶颈; 作物病虫害危害逐年加重, 喷施农药污染环境, 危害人类身体健康; 过量施肥既会增加农民负担, 又使土壤质地恶化, 水质富营养化; 旱灾频繁, 水资源短缺; 人民生活水平的提高与对作物品质要求的矛盾凸显。转基因技术被称为“人类历史上应用最为迅速的重大技术之一”, 已成为世界各国增强农业核心竞争力的焦点。转基因技术作为现代农业生物技术的核心, 在缓解资源约束、保障食品安全、保护生态环境、拓展农业功能等方面已显现出巨大潜力。我们应该大力发展转基因作物, 同时制定严格的转基因生物安全管理规则和制度, 让转基因作物的技术优势得到充分的发挥。

## 一、转基因技术概述

### 1. 基因与转基因技术

生物体是由细胞组成的, 细胞里面有细胞核, 细胞核里有染色体。染色体上面携带着遗传物质 DNA。DNA 的中文名字是脱氧核糖核酸, DNA 就是我们的遗传物质/ 基因的载体, 基因的本质就是一段 DNA。基因可以通过控制酶或结构蛋白质的合成来控制生物的性状, 从而实现“种瓜得瓜, 种豆

收稿日期: 2009011013

\* 本文系根据张启发院士 2009 年 11 月 13 日给华中农业大学校级以上管理干部所作的专题报告“转基因作物与我们的生活”的录音整理而成。  
作者简介: 张启发(1953), 男, 教授, 博士, 中国科学院院士, 华中农业大学作物遗传改良国家重点实验室主任, 生命科学技术学院院长; 研究方向: 作物遗传育种及分子生物学。

得豆<sup>0</sup>。遗传物质的总和就叫基因组,目前生物学研究上涉及的“基因组计划<sup>0</sup>、基因组测序计划<sup>0</sup>、后基因组时代<sup>0</sup>”等热门词汇都与生物体的基因组有关。

转基因技术就是将人工分离和修饰过的基因导入到生物体的基因组中,由于导入基因的表达引起生物体的性状可遗传性的修饰,这一技术称之为转基因技术。转基因技术也常被称为遗传工程、基因工程或遗传转化。经转基因技术修饰的生物体在报纸媒体上常被称为遗传修饰过的生物体(Genetically Modified Organisms, GMO),这种说法是不准确的,因为很多生物体都是遗传修饰过的,比如大多数主要农作物,都经过了近万年人工遗传修饰,修饰的基因数以千计。

目前,植物的遗传转化主要有两种方法,即基因枪法和农杆菌介导转化法。基因枪法是利用火药爆炸或高压气体加速(这一加速设备被称为基因枪),将目的基因随着高速微弹直接送入完整的植物组织和细胞中,然后通过细胞和组织培养技术筛选出转化细胞并再生出转基因植株。农杆菌是普遍存在于土壤中的一种细菌,它能在自然条件下感染大多数双子叶植物的受伤部位,并诱导产生肿瘤。根癌农杆菌中分别含有 Ti 质粒,其上有一段 T2DNA,能引起植物产生肿瘤。农杆菌通过侵染植物伤口进入细胞后,可将 T2DNA 插入到植物基因组中。因此,农杆菌是一种天然的植物遗传转化体系。人们将目的基因插入到经过改造的 T2DNA 区,借助农杆菌感染实现外源基因向植物细胞的转移与整合,然后通过细胞和组织培养技术,筛选出转化的受体细胞并再生出转基因植株。农杆菌介导法起初只被用于双子叶植物中,近年来农杆菌介导转化在一些单子叶植物(如水稻)中也得到了广泛应用。除了基因枪法和农杆菌介导转化法外,还有一种花粉管通道法。花粉管通道法是我国学者周光宇于 80 年代初期提出的,其主要原理是:作物的雌蕊在授粉后,利用微型注射器向花粉管顶端注射含目的基因的 DNA 溶液,让外源 DNA 通过植物开花、受精过程中形成的花粉管通道进入到子房的胚珠中。随着受精卵细胞的不断分裂,目的基因就有机会整合到受体细胞的基因组中,随着受精卵的发育而生长成为带转基因的新个体。

## 2. 转基因技术与传统育种技术

转基因技术与传统育种技术是一脉相承的,其本质都是通过获得优良基因进行遗传改良。我们的

祖先自耕种作物以来,就一直在对作物进行遗传改良,如通过对自然突变基因和重组体的选择与利用来积累优良基因对作物进行品种改良。所谓育种其实就是在改变或者获得新的基因来利用新的基因,或者希望利用新的基因进行重组。近百年来的动植物育种则是采用人工杂交的方法,进行优良基因的重组和外源基因的导入而实现遗传改良。最近几十年转基因技术成为品种改良的重要手段,因此转基因技术与传统技术在原理和追求的目标等方面是一脉相承的。

我国 20 世纪 70 年代进行的单倍体培养育种与转基因技术比较接近,该方法主要应用花粉离体培养,一方面花粉离体培养可以固定得到的基因组合,另外一方面花粉离体培养的过程也会产生变异,也会诱导突变。上述方法都是人们寻找新基因或新基因组合的一个过程,所以从育种的角度来说是一脉相承的。

转基因技术和传统技术相比,有两个重要的区别。首先,从基因转移的范围看,传统技术一般只能在生物种内个体间实现基因转移,而转基因技术所转移的基因则不受生物体间亲缘关系的限制。其次,从基因的转移效率看,传统的杂交和选择技术一般是在生物个体水平上进行,操作对象是整个基因组,所转移的是多个基因,不可能准确地对某个基因进行操作和选择,对后代的表型预见性较差;而转基因技术所操作和转移的一般是经过明确定义的基因,功能清楚,可准确预期其后代的表型。

## 二、转基因作物的发展及现状

1983 年世界上首例转基因烟草问世,1986 年首批转基因植物被批准进入田间试验,1994 年首例转基因作物))转基因耐储藏番茄在美国被批准投放市场,2000 年全球转基因作物种植面积达 4 420 万公顷,2006 年全球转基因作物种植面积突破 1 亿公顷,达 1.02 亿公顷。迄今为止,至少有 35 个科 120 多种转基因植物获得成功,涉及到的改良性状主要有抗虫、抗病、抗除草剂、抗逆境、品质改良、生长发育、产量潜力等等。据国际农业生物技术应用服务组织(ISA)的报告,2008 年全球转基因农作物种植面积为 1.25 亿公顷,大致相当于中国的全部耕地面积。从种植面积来看,位居前列的依次为美国、阿根廷、巴西、印度、加拿大、中国,中国位居世界第六。2008 年有 25 个国家的 1 330 万农民种植了转基因

作物, 其中有 900 多万是种植转基因棉花的中国棉农。目前种植的转基因作物改良的性状主要有两个, 即抗除草剂和抗虫。种植面积较大的转基因作物有四种, 依次为转基因的大豆、玉米、棉花和油菜, 2008 年全球种植的转基因大豆、棉花、玉米、油菜分别占到了相应总种植面积的 70%、46%、24% 和 20%。

转基因作物的产业化带来了巨大的经济效益和环境效益。ISAAA 报告表明, 2005 年全球种植转基因作物的经济效益达到 50 多亿美元, 1996- 2005 年累计的经济效益达到 240 多亿美元。1996- 2005 年 10 年间累计减少杀虫剂 22.4 万吨(按活性成分计)。此外, 由于种植转基因作物减少了除草剂和农药生产和施用所需的能源以及减少锄草(免耕)带来的作物生产方式的变化, 大大减少温室气体二氧化碳的排放。据统计, 2005 年转基因作物的种植在全球范围内减少了 900 多万吨二氧化碳排放, 相当于近 400 万辆汽车一年的排放量。总的说来推广转基因作物的效益主要表现在少用杀虫剂、除草剂; 有效地控制害虫和杂草; 免耕、保护土壤; 减少排放; 增加食品安全性、有益于健康; 提高作物产量; 增加农民的收入等方面。

### 三、发展转基因作物的重要意义

#### 1. 我国农业生产中存在的几个主要问题

现阶段我国农业生产中主要面临以下一些问题:

(1) 主要作物的病虫危害逐年加重。2005 年我国主要作物的主要病虫害危害面积达到了 2 250 万公顷。据全国农业技术推广服务中心病虫害防治专家调查, 2009 年我国小麦条锈病、水稻螟虫、草地螟、蝗虫、玉米螟、马铃薯晚疫病等主要粮食作物病虫害偏重发生, 对粮食增产增收造成严重威胁, 粮食作物主要病虫害累计防治面积 2 亿多公顷次。水稻上面, 稻纵卷叶螟, 水稻二化螟, 三化螟等害虫的危害特别严重。湖北省植保站在潜江做过一个对比试验, 提出了这样一个问题: 即不打农药我们还能收多少粮食? 试验的结论是不打农药的情形之下, 我们收获的粮食只有 20%, 由此可见病虫害是非常的严重。现在农民对付病虫害唯一的办法就是打药, 其造成的后果一方面是农民打药的负担加重, 另一方面就是农药对环境的破坏非常严重, 最直接的后果就是农药残留超标严重危害人们的身体健康; 其次农药喷施过多会使害虫产生抗药性, 造成农药的防

治效果下降, 防治效果下降必然导致农民需要喷施更多的农药, 更多的农药会严重破坏生态环境, 农药残留普遍严重超标, 危害健康, 形成恶性循环。我国目前使用的农药以杀虫剂为主, 其中高毒农药品种占有相当高的比例, 许多被禁用的农药依然在使用, 这不仅损害环境, 而且增加了在食品中的有害残留。

(2) 我国农业生产中过量使用化肥和农药相当普遍, 大部分地区作物生产的施肥量已经超过了土地的承受能力。我国农业中使用化肥(特别是氮肥)的强度非常大, 而肥料的利用率比较低。例如在菲律宾施用 1 公斤纯氮可产 15~ 18 公斤稻谷, 我国在 1958- 1963 年每公斤纯氮可产 15~ 20 公斤稻谷, 1981- 1983 年为每公斤纯氮可产 9.1 公斤稻谷, 而我国现在每公斤纯氮仅可产 5.0 公斤稻谷。我国的耕地面积不到世界 1/10, 但是近年来氮肥的使用量却占全世界的 1/3, 按这个数字估算, 我国的平均施氮肥水平是世界的 5 倍。过量施肥会造成肥料利用率低、地下水污染、江河湖海的富营养化、生产成本高、农民负担重、降低作物品质等等一系列的问题。

(3) 水资源短缺, 旱灾频繁。我国农业耗水约占全国总耗水量的 70%, 水稻的用水又占整个农业耗水的 70%, 而我国又是一个缺水的国家, 人均淡水资源仅为世界平均水平的 25%。

(4) 农作物品质有待进一步提高。近 20 年来各种作物产量均呈现徘徊局面, 新育出的品种在产量潜力上没有大的突破。这些都是我国农业生产上亟待解决的问题。

#### 2. 转基因技术与第二次绿色革命

近年来我国农业科学家提出了第二次绿色革命, 即: 少投入、多产出、保护环境。转基因技术将在第二次绿色革命的实现过程中起到重要的作用, 下面是几个转基因作物的例子。

第一, 转基因抗虫棉。转基因抗虫棉花在我国已大面积种植, 它的推广大幅度地降低了农药的用量。在 1999- 2001 年的 3 年中, 由于种植抗虫棉, 少施用农药 12.3 万吨, 每公顷的经济效益达 3 000~ 4 000 元。至 2008 年底, 已审定转基因抗虫棉品种 155 个, 2008 年的种植面积为 380 万公顷, 约占全国植棉总面积的 66%, 减少化学农药用量约 80 余万吨, 减量 70%~ 80%, 棉农增产增收累计超过了 300 亿元, 棉农的农药中毒伤亡事故大大减少。

棉铃虫的食性较杂, 除了棉花外还可以危害玉米、蔬菜等其他农作物。因此, 人们最初预计转基因

抗虫棉的推广可能会导致非转基因作物上棉铃虫的危害加重。但是,科学家们经过 1997-2006 年 10 年的跟踪研究发现,转基因棉花可显著降低棉铃虫种群的整体数量,即转基因棉花的推广不仅使转基因棉花上的棉铃虫减少了,也使其他受棉铃虫危害的非转基因作物上的棉铃虫数量减少了。因此,转基因棉花不仅可以保护棉花不受棉铃虫的危害,同时也还能减轻其他非转基因作物上棉铃虫的危害,这是转基因棉花给人们带来的一个意外的/惊喜。

第二,绿色超级稻。水稻是最重要的粮食作物之一,是世界上超过一半人口的主食。目前水稻生产上面临着一系列的问题。比如世界人口的不断增长和耕地面积的减少对水稻产量构成持续压力;20 世纪 90 年代以来水稻单产徘徊不前;生产上日益严重的病虫害使水稻的产量损失严重;水资源的短缺和频繁发生的旱灾使水稻大幅减产等,同时过量使用的农药和化肥还导致了环境污染和生态破坏。因此我们提出了开展培育/绿色超级稻的战略构想。绿色超级稻的概念归纳起来就是 16 个字,即/少打农药、少施化肥、节水抗旱、优质高产,采用现代生物技术和传统育种技术相结合的策略,重点围绕水稻抗病虫、抗旱、营养高效利用、优质、高产五大重要性状进行改良。

中科院农业政策研究中心 2003 年对湖北省仙桃市干桥村种植转基因抗虫水稻一季中稻进行了调查,其结果为与传统水稻相比,种植转基因抗虫水稻直接效益为每公顷少投入 1 200~1 425 元,间接效益为大大减少打农药中毒、中暑的危险,同时为老弱病残户的收成提供保障。目前转基因抗虫水稻已经获得了国家颁发的生物安全证书。此外,其他的一些转基因水稻,如转基因营养高效利用的水稻以及转基因抗旱水稻的研究也都在进行之中。

第三,其他转基因作物。转基因技术还应用在其他农作物上,如延长储存期的转基因番茄,这种转基因番茄可以显著延长其/货架期,是我国首例批准上市的转基因作物。有科学家利用转基因技术培育可以改善维生素 A 缺乏症的转基因金稻米,一般水稻中不含维生素 A,而以水稻为主食的一些贫困人口由于食物比较单一,容易患维生素 A 缺乏症。维生素 A 缺乏可以导致失明、抵抗力下降以及儿童死亡率上升等一系列健康问题,β胡萝卜素是维生素 A 的前体,目前利用转基因技术培育了一种富含 β胡萝卜素的金稻米,食用这种金稻米可以显著改

善在一些贫穷国家和地区流行的维生素 A 缺乏症。英国的科学家研制了一种可以生产抗性淀粉的转基因小麦,食用这种抗性淀粉可以降低人类患冠状动脉心脏病、某些癌症和糖尿病的风险,促进身体健康。

第四,转基因技术的新趋势和转基因作物新产品。现在作物转基因技术发展的新趋势主要有:无标记转基因技术(进一步降低转基因作物的安全性风险);质体转化技术(转基因不随花粉传播);多基因转化技术(多性状同步改良);时空特异性表达技术(在食用部分无转基因产物)以及不需组织培养的转基因技术(提高转基因作物培育的效率)等。

近年来以转基因作物(或技术)为原料或基础开发出许多新产品以及应用到其他一些领域,如以转基因作物作为生物质能源的原料来源之一;以转基因技术作基础开发功能和保健食品,如开发必需氨基酸含量较传统作物提高的食品(稻米、玉米等);培育微量元素增加的稻米;利用转基因技术生产富含 Omega-3 的大豆;利用转基因技术培育具有治理环境污染的植物(生物抹布)以及应用转基因植物作为生物反应器生产抗体等。

总之,我们认为转基因作物有着巨大的潜在价值,即少投入,包括少施化肥,少打农药,少用水、土地、劳动力等;多产出,包括高产、优质,农产品的多用途以及食品的多样化等;保护环境,减少食品污染,有利于人类健康,减少环境污染,保障可持续发展,维护生物多样性。

## 四、转基因作物安全管理

转基因农作物在全球发展很快,从 1996 年开始大面积种植至今已有 14 年,全世界食用转基因食品的人群超过数十亿,至今还没有关于转基因食品不安全的任何证据。因此,目前国际上对转基因生物安全性的争论已不是纯粹的科学技术问题,而是包含政治、经济、伦理等诸多方面因素在内的一个复杂问题。

### 1. 转基因生物安全性的评价原则

世界各国非常重视转基因生物安全性的管理,从事转基因研究和开发的国家都有比较完善的、以科学为基础的管理规则,这些制度的建立为转基因的研究和健康而有序的开发产品起到了较好的作用。关于转基因作物安全性主要涉及两个问题,其一是转基因食品是否安全,其二是转基因作物对生态环境是否安全,一般公众更关心的是第一个问题

即食品安全性的问题。1991 年经合发展组织对食品安全性的定义为: 如果能合理地肯定, 在预期的条件下消费某食品不会有害, 则该食品就被认为是安全的。一般而言国际上广泛接受与采用的安全性评价主要遵循两个原则, 一个是实质等同原则 (substantial equivalence), 即评价转基因食品安全性的目的, 不是要了解该食品的绝对安全性, 而是评价它与非转基因的同类食品比较的相对安全性; 另一个是个案例分析原则 (case by case), 即某种转基因作物经过评价是安全的, 不代表其他转基因作物也是安全的。个案分析原则要求转基因植物及其产品安全性上市前应该按照各自的评价方法, 对不同的转化事件采取不同的评价方法。

比如我国首例批准上市的转基因作物))) 转基因番茄, 其转入外源基因的作用是产生反义 mRNA 部分抑制乙烯形成酶基因的活性, 转入的基因本身没有可检测到的基因产物, 在番茄果实中没有任何添加成份, 因此它与非转基因的番茄同样安全。再比如批准上市的抗病毒植物黄瓜、辣椒等, 转入的基因为植物病毒的外壳蛋白基因, 由于传统食品中本身就有植物病毒, 人类长期食用未见不良反应, 因此它与非转基因的植物同样安全。还有刚刚获得生物安全证书的转 Bt 抗虫水稻, Bt 制剂作为生物农药有长期使用的安全记录; 此外, Bt 蛋白的毒杀作用是非常特异的, 某一特定的 Bt 基因只对某一类昆虫有毒杀作用, 害虫取食 Bt 蛋白后, 在昆虫的中肠碱性条件下经特殊的酶系统作用, 释放出活性毒素, 活性毒素再与昆虫中肠特异的受体结合产生毒杀作用, 而哺乳动物的胃液为强酸性且肠胃中不存在与 Bt 毒素结合的受体, Bt 蛋白进入哺乳动物肠胃中后, 在胃液的作用下很快 (几秒钟之内) 就会全部降解, 多年的研究已证实 Bt 杀虫蛋白对哺乳动物、鸟、鱼以及非目标昆虫无害, 因此转 Bt 基因的作物也是安全的。

## 2. 美国的转基因生物安全性管理

美国政府对转基因生物的管理相对开放, 监控管理的对象是生物技术产品, 而不是生物技术本身, 强调以科学为基础和以风险为基础的评价和决策。美国于 1986 年发布了一个协调管理框架, 根据已有的管理功能, 指定由农业部 (USDA)、环境保护局 (EPA)、食品和药物管理局 (FDA) 共同负责。农业部负责确定转基因植物是否可能会成为有害生物, 即对农业和环境是否会产生不利影响, 管理转基因

植物和种子的进口、运输和田间试验。环保局管理转基因植物的环境安全性, 主要监管对象为/ 植保型的转基因植物, 如抗虫棉花、抗病毒番茄等。食品和药物管理局主要负责食品及食品成分安全的管理。三个机构分工明确、各司其职, 美国没有增加新的机构就将转基因生物的安全性管理得非常好。

美国的转基因食品标识采用自愿标识制度, 食品和药物管理局要求食品的标签应真实、不误导, 标识应提供成分、营养组成、可能的过敏性等信息, 不将转基因食品作为一类不同的食品, 不要求特别的标识。但美国食品药品监督管理局规定在转基因技术对食品产生实质改变时, 要求对转基因食品强制标识。

## 3. 我国的转基因生物安全性管理

我国政府一直非常重视农业转基因生物安全性的管理, 1993 年国家科委颁布 5 基因工程安全管理办法<sup>6</sup>, 初步建立了转基因生物安全管理框架; 1996 年农业部颁布 5 农业生物基因工程安全管理实施办法<sup>6</sup>; 1997 年农业部发布 5 关于贯彻执行 3 农业生物基因工程安全管理的实施办法<sup>4</sup>的通知<sup>6</sup>, 同时成立 / 农业生物基因工程安全委员会<sup>0</sup>和 / 农业生物基因工程安全管理办公室<sup>0</sup>; 2001 年国务院颁布 5 农业转基因生物安全管理条例<sup>6</sup>, 进一步完善了我国对转基因生物的安全管理法规和制度。

历年所颁布的法规所管理的农业转基因生物范围主要是以下四个方面: 转基因动植物 (含种子、种畜禽、水产苗种) 和微生物; 转基因动植物、微生物产品; 转基因农产品的直接加工品; 含有转基因动植物、微生物或者其产品成分的种子、种畜禽、水产苗种、农药、兽药、肥料和添加剂等产品。2001 年国务院颁布 5 农业转基因生物安全管理条例<sup>6</sup>中规定的管理制度包括: 农业转基因生物安全评价制度、转基因种子、种畜禽、水产苗种生产许可证制度, 农业转基因生物经营许可证制度, 农业转基因生物标识制度和农业转基因进口管理制度等等。

在安全性评价时, 评价过程分为 5 个阶段, 即实验研究、中间试验、环境释放、生产性试验和生物安全证书, 整个过程耗费的时间比较长, 一般情况下完成整个安全性评价需要 8 年以上的时间。

转基因生物安全评价项目包括三个方面: 一是评价受体生物的安全等级, 主要评价对人类健康和生态环境的影响、演化成有害生物的可能性以及实验结束后在自然环境中存活的可能性等; 二是评价

基因操作对安全等级的影响, 涉及遗传工程体及其产品对人类健康和生态环境产生的直接影响和间接影响以及通过与其它生物发生遗传信息交换产生的影响; 三是评价转基因生物的安全等级。根据受体的生物学特征和基因操作对生物体安全等级的影响, 将农业转基因生物安全性分为: 尚不存在危险、具有低度危险、具有中度危险、具有高度危险等 4 个等级。

转基因植物及其产品安全性评价主要包括食品安全性评价和环境安全性评价两部分。食品安全性评价主要包含: 新表达蛋白的毒理学评价; 新表达蛋白的致敏性评价; 转基因植物及其产品关键成分分析; 转基因植物食品安全性评价; 营养学评价; 转基因食品的加工方式、加工条件对转基因食品关键营养成分利用率的变化或对涉及到食品安全的一些成分的影响; 按个案分析原则需要进行的其他食品安全性评价。环境安全评价内容主要包含外源基因漂移风险评价; 转基因作物的生存竞争能力; 基因漂移的

环境影响; 转基因作物的功能效率评价; 转基因抗虫作物对非靶标生物的影响; 对作物生态系统群落结构和生物多样性的影响等。因此, 转基因食品是有史以来评价最透彻、管理最严格、凡是经政府审查、批准上市的转基因食品均是安全的。

## 五、结 语

目前我国公众对转基因技术和转基因食品还存在一些疑虑, 但是我们应该认识到转基因技术为作物改良提供了新手段。尽管存在潜在的风险, 但转基因技术本身能够进行精确的分析和评估, 因此可以有效地规避风险。对转基因技术的风险评估应以传统技术为参照, 科学规范的管理可为转基因技术的利用提供安全保障。因此, 为了大力发展转基因作物, 我们应该采用多种形式对公众进行普及生命科学基础知识的教育, 使公众对转基因技术有一个较为科学的认识, 主动地接受转基因食品, 使转基因技术贴近民众, 造福于人类。

## Devoting Greater Effort to Transgenic Crop Cultivation

ZHANG Qi2fa

(National Key Laboratory of Crop Genetic Improvement, College of Life Science and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan, Hubei, 430070)

**Abstract** With the constant development of social economy and the continuous increase of population, China's agriculture is facing numerous serious challenges. To meet these challenges, scientists in China have proposed to launch a second Green Revolution, the spirit of which is / less input, more output and protecting environment. The transgenic technology rising in recent years played an important role in ushering in the second Green Revolution. Currently, great achievements have been made home and abroad, and there are also rapid progresses in transgenic crop researches in China. The extensive commercial cultivation of transgenic crops since 1996 has brought about great economic and environmental benefits. Transgenic pest-resistant cotton has been planted on a large scale in China, and the planting area of which reached 3800 thousand hectares in 2008, which is about 66% of the total planting area of cotton. Meanwhile, devoting more effort to cultivating transgenic crops will play a great sustaining role in boosting agricultural production, increasing farmers' incomes and the sustainable development of agriculture. In addition to this, strict regulations and rules on the safety management of transgenic creatures should be made to avoid the potential risks and ensure the full play of the advantages of transgenic crops.

**Key words** transgenic technology; transgenic crops; green super2rice; safety management of transgenic creatures

(责任编辑: 刘少雷)