

## 科学认识和利用农业转基因技术

■ 张桃林

- 全球农业转基因生物产业化快速发展,面积由 1996 年的 170 万公顷扩展至 2014 年的 1.8 亿公顷,全球商业化应用的国家已增加到 65 个。
- 经济合作与发展组织(OECD)、联合国世界卫生组织、联合国粮农组织,充分研讨后得出结论,目前上市的所有转基因食品是安全的。
- 我国农业转基因安全管理严格规范,遵循国际通行指南,综合借鉴美国和欧盟做法,安全评价既针对产品又针对过程,以确保安全和国家利益。

基因是含有特定遗传信息的 DNA (脱氧核糖核酸)序列,是决定生物特性的最小功能单位。作为现代生物工程技术前沿的转基因育种,就是通过从一个生物体中提取结构明确、功能清楚的基因转移到另一个生物体,以获得新性状,培育新品种。转基因育种与传统育种都是对基因进行转移和重组,不同的是传统育种一般为种内基因转移,而转基因育种则能够打破物种界限实现基因转移,拓宽遗传资源利用范围,更为精准、高效和可控。因此,转基因育种是传统育种技术的延伸、发展和新突破。

### 全球农业转基因研究与应用发展迅猛

全球农业转基因生物产业化快速发展。面积快速扩大,由 1996 年的 170 万公顷扩展至 2014 年的 1.8 亿公顷,增长 106 倍,占全球 15 亿公顷耕地的约 12%。全球主要农作物种植面

积中 82% 的大豆、68% 的棉花、30% 的玉米、25% 的油菜都是转基因品种。种植转基因作物国家由 1996 年的 6 个增加到 2014 年的 28 个,加上批准进口的 37 个国家,全球商业化应用的国家已增加到 65 个。全球批准商业化种植的转基因作物已增加至 28 种。美国一直是转基因作物最早和最大种植与消费国家,2014 年种植面积 7310 万公顷,占美国可耕地面积的 40% 以上。美国 90% 的玉米和棉花、93% 的大豆、99% 的甜菜都是转基因品种,市场上 70% 的加工食品都含有转基因成分。2014 和 2015 年,美国分别批准了品质改良转基因马铃薯、苹果的商业化种植。巴西、阿根廷、印度、加拿大等都是主要转基因作物种植国,面积都超过 1000 万公顷。南非玉米单产以前只有我国的一半,引进种植转基因玉米后,单产已经接近我国,一举由玉米进口国变为出口国。相比较而言,欧盟只在西班牙等部分成员国有少量

转基因玉米种植,但允许大量进口转基因大豆、玉米等用作加工原料。同样,日本虽然也没有批准转基因作物在本国的商业种植,但允许进口包括土豆、大豆、玉米等的大量转基因农产品。

全球转基因技术竞争日益激烈。转基因技术及其在农业上的应用经历了技术成熟期和产业发展期后,目前进入以抢占技术制高点与培育现代农业生物产业新增长点为目标战略机遇期。无论发达国家还是发展中国家,均把以转基因为核心的生物技术作为增强产业竞争力和推动产业提质增效的战略举措。目前全球转基因技术呈现以下特点,一是研究领域不断拓展。研究种类由最初非食用的烟草、林木、花卉、棉花等拓展到间接食用的大豆、玉米,再到直接食用的水稻、小麦、蔬菜、水果等。目标性状从单一抗虫、耐除草剂向抗旱、养分高效利用、营养品质改良等方向拓展。含有复合功能基因、提高作物抗逆性状以及改善营养、增进健康的新一代转基因作物的研发明显提速,成为竞争新热点。以药用和工业利用为代表的新型转基因生物研发加快,已渗透到食品添加剂、疫苗和工业生产等领域。二是转基因技术更加准确高效。新一代基因转化技术实现定点整合、无选择标记和外源基因删除,转化过程更为精准可靠;突破了基因型限制和多基因聚合技术难题,实现了标准化、规模化、工厂化操作,大大提高了转化效率。三是研发投入大幅度提升。巴西、阿根廷、印度等发展中国家对转基因作物研发投入成倍增加,势头强劲。世界前三强种业公司(孟山都、杜邦-先锋、

先正达)年研发投入均超过10亿美元,占销售收入的10%左右。

### 农业转基因生物安全风险可控 已有科学定论

农业转基因技术安全性主要包括两个方面,即食用安全和环境安全。科学研究表明,任何一种食物,包括转基因食物,进入胃肠后,蛋白质、脂肪、碳水化合物等分解成小分子被人体吸收。转基因产品只要经过安全评价和验证,表明其转基因表达的蛋白质不是致敏物和毒素,就不会因食用而出现安全问题。为此,国际食品法典委员会(CAC)、联合国粮农组织(FAO)与世界卫生组织(WHO)等制定了一系列转基因生物安全评价标准,包括对转基因产品食用的毒性、致敏性、致畸性,以及对基因漂移、遗传稳定性、生存竞争能力、生物多样性等环境生态影响的安全性评价,以确保只有通过安全评价、获得安全证书的转基因生物及其产品都是安全的。事实上,全球大规模商业化种植转基因作物已有20年,迄今为止未发生一例被科学证实的安全问题。

国际社会对于转基因安全性是有权威结论的。经济合作与发展组织(OECD)、联合国世界卫生组织、联合国粮农组织,充分研讨后得出结论,目前上市的所有转基因食品都是安全的。欧盟委员会历时25年,组织500多个独立科学团体参与的130多个科研项目得出的结论是“生物技术,特别是转基因技术,并不比传统育种技术危险”。世界卫生组织认为“目前尚未显示转基因食品批准国广大民众使用转基

因食品后对人体健康产生了任何影响”。国际科学理事会认为,“现有的转基因作物以及由其制成的食品,已被判定可以安全使用,所使用的监测方法被认为是合理适当的”。英国皇家医学会、美国国家科学院、巴西科学院、中国科学院、印度国家科学院、墨西哥科学院和发展中国家科学院联合出版的《转基因植物与世界农业》认为,“可以利用转基因技术生产食品,这些食品更有营养,储存更稳定,而且原则上更能够促进健康,给工业化和发展中国家的消费者带来惠益”。

### 我国农业转基因安全管理科学规范

我国农业转基因安全管理严格规范,遵循国际通行指南,综合借鉴美国和欧盟做法,注重我国国情农情,安全评价既针对产品又针对过程,以确保安全和国家利益。一是建立健全了一整套适合国情并与国际接轨的法律法规、技术规程和管理体系,涵盖转基因研究、试验、生产、加工、经营、进口许可审批和产品强制标识等各环节。2001年,国务院颁布《农业转基因生物安全管理条例》,农业部制定并实施《农业转基因生物安全评价管理办法》《农业转基因生物进口安全管理办法》《农业转基因生物标识管理办法》《农业转基因生物加工审批办法》等4个配套规章,国家质检总局施行《进出口转基因产品检验检疫管理办法》。二是加强技术支撑体系建设。组建国家农业转基因生物安全委员会,负责转基因生物安全评价和开展转基因安全咨询工作。目前正在履行职能的第四届安委会委员共有64名,来自国务院各有

关部门推荐的相关领域,包括农业、医药、卫生、食品、环境、检测检验等,具有广泛的专业代表性和政府权威性;组建由41位专家组成的全国农业转基因生物安全管理标准化技术委员会,发布132项转基因生物安全标准;认定40个国家级的第三方监督检验测试机构。三是建立转基因生物安全监管体系,国务院建立由农业、科技、环保、卫生、食药、检验检疫等12个部门组成的农业转基因生物安全管理部际联席会议制度。农业部设立农业转基因生物安全管理办公室,负责全国农业转基因生物安全的日常协调管理工作。县级以上地方政府农业行政主管部门负责本行政区域内的农业转基因生物安全的监督管理工作。四是加强了转基因标识的管理,发布《农业转基因生物标签的标识》国家标准,依法对转基因大豆、玉米、油菜、棉花、番茄等5类作物17种产品实行按目录强制标识。

根据《农业转基因生物安全管理条例》及配套规章规定,我国对农业转基因生物实行分级分阶段安全评价管理制度。转基因生物安全评价按照风险高低分成4个等级,按5个阶段进行,即实验研究、中间试验、环境释放、生产性试验和申请安全证书5个阶段,任何一个阶段发现任何一个对健康和环境不安全的问题,都将立即终止。

### 我国农业转基因发展机遇与挑战并存

我国一贯高度重视农业转基因技术发展。近9年来中央一号文件6次提到转基因技术,“863”“973”等国家科技计划都将转基因技术

研发与安全性评价研究作为重大项目予以支持。2008 年国家启动“转基因生物新品种培育重大专项”,2009 年生物育种被列入国家战略性新兴产业。因此,推动转基因研究与应用是我国既定战略决策,特别是作为农业领域唯一的国家科技重大专项,“转基因生物新品种培育重大专项”实施以来,以水稻、小麦、玉米、大豆、棉花 5 大作物为重点,以抗病虫、耐除草剂、养分高效利用、高附加值、功能性等转基因作物新品种培育为目标,取得一系列重大进展,初步建成独具特色的转基因育种科技创新体系,整体研发水平在发展中国家居领先地位。其中,水稻、小麦等全基因组序列的测定、水稻功能基因组学研究以及抗虫转基因水稻、抗虫棉、转植酸酶玉米等产品研发处于世界领先水平,抗虫玉米、耐除草剂大豆和抗旱小麦居国际先进水平。克隆了具有自主知识产权和重要育种价值的高产、抗病虫、抗逆等关键基因 100 多个,并广泛应用于重大育种材料创制工作中,打破了发达国家和跨国公司基因专利的垄断,显著提升了我国自主基因、自主技术、自主品种的研发能力,在新品种培育不同阶段形成金字塔型成果储备,具备了持续培育转基因生物新品种的技术能力。目前,我国批准并大面积种植的转基因作物只有棉花和番木瓜,批准允许进口的转基因作物有大豆、玉米、棉花、油菜和甜菜。至今,我国已育成转基因抗虫棉新品种 100 多个,累计推广 2400 多万公顷,减少农药用量 37 万吨,增收节支 400 多亿元人民币,国产抗虫棉市场份额达到 96%。

虽然我国转基因技术研究与应用已具备良好基础条件,但依然面临激烈的国际竞争、繁重发展任务和短期内难以消除的争论,机遇与挑战并存。从全球看,发达国家都把转基因技术作为新一轮农业科技革命的重要方面,纳入国家战略重点。美国、日本、澳大利亚等发达国家加强了生物育种领域功能基因的挖掘和利用,拥有水稻、小麦、玉米、棉花和大豆等作物基因专利数量超过全球总数的 70%。跨国公司纷纷抢滩登陆,在我国陆续建立研发机构,关注产业核心技术和产品研发的同时积极向基础研究领域以及产业上下游延伸。转基因作物商业化应用在更大规模和范围快速扩大并不断向多功能、多领域拓展,改变着世界农产品贸易格局。

从国内看,一方面,农产品刚性需求增长与资源环境约束趋紧并存,重大病虫害多发频发,干旱、高温、冷害等极端天气条件时有发生,农药、化肥过度使用,依靠常规技术提高单产越来越难。突破资源环境约束,保障重要农产品有效供给,亟需加快培育一批抗虫、耐除草剂、抗旱、耐盐碱等抗逆农作物品种,保障农产品数量和质量安全;亟需加强研究,找到与产量、品质相关基因,提高单产水平,改善品质结构,实现从传统资源消耗型向环境友好、优质高效型现代农业转变。另一方面,我国转基因发展面临社会环境挑战。对转基因存在争议本属正常,但一定程度上变成一个被反复炒作、过度放大,甚至妖魔化的话题,影响到转基因健康发展。关于转基因争论,原因是多方面的。首先是科学认知问题。转基因技术是个新

技术,公众对其认识有个过程,存在疑虑和担心是正常的,易受到负面舆论影响,“宁可信其有,不可信其无”。历史上,不少重大的、突破性的新技术从发明到广泛应用、普遍认可,往往也经历过公众从质疑、甚至反对到逐步接受过程,例如牛痘接种、试管婴儿等。其次是一些虚假报道与谣言被反复炒作。“转基因玉米致癌”“转基因马铃薯试验大鼠中毒”“转基因玉米致母猪流产”等谣言,虽然被科学界和有关国家生物安全管理机构一一否定并证伪,但其负面影响加剧了消费者恐慌心理。第三是对转基因缺乏全面认识。一些人对转基因增产的质疑,认为目前转基因品种不具增产效果,难以解决粮食安全问题。其实,基因具有抗虫、耐除草剂、抗旱、品质改良、高产等多种类型、多种功能。作物能否直接增产与转入的目的基因及其功能密切相关。例如,目前转入并得到普遍应用的抗虫和耐除草剂基因,不以增产为目的,但由于减少农药使用和产量损失并增加了种植密度,客观上增加了作物产量。理论上讲,转基因作物在直接增产方面是具有潜力的。又例如,有人担心“Bt 蛋白虫子吃了都死,人吃了能不死吗”,其实 Bt 蛋白具有高度专一性,仅对鳞翅目害虫有作用,对其他昆虫包括人类都是安全的。当然,应该清醒地认识到目前转基因监管机构、队伍、手段仍显薄弱,亟待加强,违规种植转基因作物现象也偶有发生。此外,在转基因产品标识及管理方面,相对于国际上普遍实行的定量标识(设定阈值,如欧盟 0.9%,日本 5%),我国实行的是更加严格的按目录强制定性标识制度,即只要含有转基因

成分就必须标识,这无疑增加了标识成本和监管难度,因为标识及其监管涉及到制种、销售、种植、收储、加工、经营、流通等各环节全过程。事实上,标识与安全性无关(因而美国实行自愿标识制度),主要是满足消费者的知情权和选择权。

### 我国农业转基因发展战略与重点任务

指导原则上,一要坚持自主创新、重点突破。从农业生产重大需求出发,突破核心关键技术,抢占科技竞争制高点。二要坚持科学评估、审慎决策。严格按照法规和技术标准,遵循国际通行原则,开展科学评价,完善信息公开和部门会商机制。三要坚持规范程序、依法管理。严格规范试验、评价、决策和监管程序,加大监管力度,实现研究、试验、生产、加工、经营和进出口全程监管。四要坚持分类指导、分步推进。综合评估科学、经济、贸易、社会和文化等因素,按照“非食用→间接食用→食用”步骤推进产业应用。需要指出,这种推进顺序不是基于安全性考量,而是综合考虑了产业需求、国内外竞争态势和公众的接受程度。

推进转基因研究与应用,当前需要突出技术研究、安全管理、科普宣传三个重点。一是加强技术研究。针对干旱、盐碱、病虫害多发、气候变化等农业发展重大问题,实施抢占制高点战略、技术储备战略、产业应用战略,优先攻克抗旱、抗虫及耐除草剂等性状在主要农作物应用上的技术难关,培育转基因优质棉、抗虫及抗旱玉米、耐除草剂大豆等重大品种,带动现代种业发展。二是加强监督管理。研究制定转基

因品种审定办法,建立健全相关制度。强化转基因生物安全属地管理制度和研发者“第一责任人”责任制度。严格按照法规开展转基因制种及种植试验,防止违规种植扩散。加大品种审定环节检测力度,防止未获批准的转基因种子流入市场。加强农产品及其加工品转基因成分例行监测和重点地区抽检。强化部门协同,实施分段监管,保障公众知情权和选择权,做到有标识、可控制、能溯源。三是加强科普宣

传。科普宣传要力求全面客观公正,尊重科学,尊重事实;要努力培育一批懂技术、会科普、接地气的科普宣传队伍;要紧紧依靠宣传主渠道,积极运用新兴媒体,打造科普宣传平台;要深入学校、社区和公共场所,加强与公众的沟通交流,扩大科普宣传覆盖面,为我国农业转基因技术研究和应用创造良好氛围。

(作者为九三学社中央副主席,农业部副部长)

## 科学监管是转基因技术发展的保证

■ 武维华

- 政府在管理层面工作做得更好一些,既有利于争议平息,也有利于转基因技术健康发展。
- 如果政府部门在监管工作上总是“慢半拍”,无疑会加剧公众对转基因技术的质疑。
- 积极开展有公信力的转基因科普宣传,树立公众对转基因的科学认知,营造良好的科学氛围。

党中央国务院对转基因技术发展战略,态度是明确的。这在相关中央文件中都有明确表述。国家同意设立“农业生物转基因研究重大科技专项”也表明对转基因技术研究发展的支持。虽然有关转基因技术争议的缘由是多方面的,但如果政府相关部门在管理层面工作做得更好一些,可能既有利于争议平息,也有利于转基因技术健康发展,还有助于提高政府公信力和治理能力。

早在2001年,国务院颁布《农业转基因生物安全管理条例》以及相关部门的一系列配套规章,但在政策和条例实施过程中尚有许多不到位现象。例如,我国目前实际已种植近6000万亩转基因抗虫棉,但种植抗虫棉地区的政府部门并不承认其存在。新闻媒体关于在某些地方有转基因作物种植的部分报道也可能事实上是存在的,但缺乏官方权威解读。如果政府部门在监管工作上总是“慢半