

以科学的视角揭开作物 转基因的神秘面纱

崔德周 李永波 樊庆琦 隋新霞 黄承彦 楚秀生

(山东省农业科学院作物研究所 / 农业部黄淮北部小麦生物学与遗传育种重点实验室 / 小麦玉米国家工程实验室, 济南 250100)

摘要:转基因技术是近现代农业史上发展最为迅猛的作物遗传改良技术。1996年首例转基因作物开展商业化种植,截至2016年转基因作物种植面积已呈百倍增加。人们从转基因作物的大面积推广应用获得了巨大的经济效益与社会效益。目前转基因在我国被“妖魔化”,甚至出现“谈转基因色变”的局面。为使公众对转基因有科学全面的认识,对转基因的基本概念、国内外发展现状、安全性评价等内容进行了阐述,同时展望了转基因作物在我国产业化发展趋势。

关键词:转基因;发展现状;安全评价

当前世界人口已突破74亿,并且以每年近8000万的速度持续增长,2050年预计将达93亿。为保证世界人口粮食的充分供给,粮食产量必须增加70%以上,这就要求全球的粮食总产持续增加。然而,目前全球的粮食生产正面临一系列严峻的挑战:近20多年来,主要粮食作物单产增产潜力出现瓶颈,总产量徘徊不前;极端恶劣天气及作物病虫害频繁爆发,且有逐年加重势头;氮磷钾肥料过量施用导致土壤质地和水质富营养化日趋严重;人民生活水平的提高同对作物品质需求的矛盾,成为亟待解决的问题。因此,提高农业产能以确保充足的粮食供给和原料来源具有十分重要的意义。发展并推广转基因作物已成为缓解资源约束、保障粮食安全的重要举措。不幸的是,由于知识的不对称性,公众对转基因缺乏科学的认识,致使转基因陷入了被过度“妖魔化”的局面。为使读者对作物转基因有个科学、理性的认识,本文系统阐述了转基因的基本概念、发展现状、安全性评价等内容,并对未来的发展方向进行了展望。

1 转基因相关的基本概念

1.1 基因 植物、动物和微生物等生命体都是由细胞构成的,细胞内有细胞核,细胞核中的染色体是由A、T、C、G共4种碱基组成的脱氧核糖核酸,称之为DNA。它携带有遗传物质,通过细胞分裂实现

遗传物质向子代的传递。该遗传物质就是我们通常说的“基因”,具有能遗传给子代,决定生物体性状的功能,“种瓜得瓜,种豆得豆”就是对基因功能的形象诠释。因此,从本质上而言,基因只是一段具有遗传效应的DNA序列,在动物、植物和微生物中的组成并没有实质的区别。基因组是一个“组学”的概念,指的是生物体内遗传物质的总和。

1.2 转基因 目前,人们争论的转基因,其实包含3种不同层面、性质完全不同的内涵,即转基因技术、转基因生物和转基因生物制品。

转基因技术是借助现代分子生物学与生物化学等实验技术手段,将所研究的目的基因,经克隆、重组后,导入并整合到受体生物的基因组中,使其在受体体内正常表达,从而改善受体生物原有性状或赋予其新优异性状的一系列分子实验技术的总称。转基因技术也常常被称为遗传转化、基因工程或遗传工程等。植物遗传转化的方法有很多,最常见的两种转化方法是农杆菌介导转化法和基因枪转化法。农杆菌介导法机理清楚、拷贝数低、整合位点比较稳定,但存在受体基因型限制的情况;基因枪法则不受基因型的限制,但存在拷贝数多、基因沉默及遗传稳定性差等问题^[1]。除此之外,花粉管通道法在棉花等作物遗传转化中也比较常见。

转基因生物指的是利用转基因技术使其基因组组成发生改变的生物体,也被片面的称为基因修饰生物(GMO, Genetically Modified Organism)。然而,

基金项目:转基因生物新品种培育重大专项(2016ZX08002002)

通信作者:楚秀生

自然界很多生物体在进化过程中都是被遗传修饰过的,比如大多数农作物在长期自然选择和人工选育过程中,都经历了近万年的遗传修饰,被修饰的基因数以千计^[2]。

转基因生物制品是指以转基因生物为原材料做成的产品,包括鲜食的或经加工制作而成的产品,比如鲜食的转基因番木瓜,用转基因作物制成的各种成品食品等。

从以上3个概念不难看出,转基因技术只是一类普通的分子生物学实验技术,争议不大。人们关注的焦点应该是“转什么基因”以及“转基因生物制品的用途”。但是,近年来,人们争论转基因时,都有意无意地将3个层面的概念混在一起,笼统地称之为“转基因”。

2 转基因作物的发展现状

2.1 全球转基因作物发展现状 从首例转基因植物问世(转基因烟草,1983)到可延迟成熟的转基因西红柿在美国批准上市(1996),随后的20年,转基因技术得到迅猛发展,因其具有精准、高效的特点,已成为近现代育种史上发展最快、效率最高的品种改良技术。根据国际农业生物技术应用服务组织(ISAAA, International Service for the Acquisition of Agribiotech Application)发布的2016年度报告,全球有超过1.85亿 hm^2 土地种植转基因作物,是1996年的108倍,涵盖26个国家。其中,种植面积最大的是美国,达到7290万 hm^2 ,其次为巴西(4910万 hm^2)、阿根廷(2380万 hm^2)、加拿大(1160万 hm^2)和印度(1080万 hm^2),总面积为1.68亿 hm^2 ,占全球的91%。

按种植面积统计,转基因大豆面积最大,为9140万 hm^2 ,占全球转基因作物总面积的一半。从单个作物的种植面积来看,全球78%的大豆、64%的棉花、26%的玉米和24%的油菜都是转基因作物,除以上四大作物外,番木瓜、甜菜、马铃薯和茄子等转基因作物也已上市。就转基因性状而言,2016年耐除草剂转基因作物占47%,其次为复合性状转基因作物(占比为41%)。

2.2 我国转基因作物发展现状 我国自1997年商业化推广转基因作物以来,截至2012年累计推广面积已超过400万 hm^2 ,其中转基因抗虫棉则达到394.6万 hm^2 ^[3]。抗虫棉的研究和应用推广,使其抗

虫基因具有完全自主知识产权,打破了跨国种业巨头的垄断,抢占了制高点,掌握了生物技术育种的主动权和话语权,为我国棉农带来175亿美元的经济效益,仅2014年就实现了13亿美元的收益^[4]。目前,我国已发放抗虫棉花、抗虫水稻、抗病辣椒、抗病番木瓜、耐贮藏番茄、改变花色矮牵牛和转植酸酶基因玉米共7种转基因作物的安全证书,但实际上真正进入市场应用的仅有转基因棉花和番木瓜。另外,我国现已发放5种转基因作物(大豆、棉花、玉米、油菜籽和甜菜)的进口安全证书,批准用作食品加工原料或饲料,但不许在我国境内种植。其中,大豆进口量最大,2015年我国进口大豆8174万t,几乎全部为转基因大豆。值得一提的是,近年来,我国转基因作物的种植面积有所减少,到2016年约为280万 hm^2 ,降至世界第8位(数据来源于ISAAA, 2016),这可能与公众对转基因作物的曲解与争议愈演愈烈有关。

3 转基因作物的食用安全性评价

转基因作物的食用安全性评价关乎人民的身体健康和环境安全,亦关乎农业生物技术产业的健康可持续发展,也是转基因生物制品进入市场的前提条件和政府部门监管的依据。目前,国际上对食用安全性评价主要包括营养学、毒理学和致敏性评价。

3.1 营养学评价 营养学评价主要针对与人类健康密切相关的营养物质(如蛋白质、维生素、脂肪酸等)、抗营养因子(如植酸、凝集素和胰蛋白酶抑制剂等)或天然色素(如棉酚、芥酸和硫苷等),与传统食品比较,是否存在差异性,或这种差异性是否是转入目的基因所导致。目前报导的多项研究结果表明,大多数转基因作物如耐除草剂玉米、耐除草剂水稻、抗虫水稻、抗虫玉米、抗虫棉棉籽等转基因生物制品营养成分与相关传统食品是基本一致的^[5-10]。

3.2 毒理学评价 毒理学评价包含对转基因生物制品中的外源基因表达蛋白以及全食品的毒理学检测。借助生物信息学手段,分析外源表达蛋白与已知毒性蛋白和抗营养因子的氨基酸序列是否具有同源性,而后进行热稳定性试验和胃肠道模拟消化试验等。同时考察外源蛋白是否会产生预期效应之外的非预期效应。通过猪、牛、羊、小鼠、大鼠、鸡、鹌鹑、

鱼等^[11]动物实验来评价转基因生物制品对人类健康的影响,动物实验的结果其实可以反映营养学和毒理学的双重指标。从已进行的多项毒性试验结果显示,转基因生物制品与其受体对照有着同等的营养与安全性。例如,X.Qi等^[12]对大鼠食用转基因高油酸大豆进行了90 d的试验,结果表明,转基因大豆与传统大豆同样安全。J.McNaughton等^[13]通过肉鸡42 d喂养试验发现,食用转基因高油酸大豆的肉鸡在死亡率、生长速率、体重和器官重上均不存在显著差异。

3.3 致敏性评价 致敏性评价旨在预防转基因生物制品中出现新的过敏原,保护易感人群。国际上目前普遍采纳的是联合国粮农组织/世界卫生组织颁布的过敏原评价决定树^[14]。主要方法是通过氨基酸序列同源性比较、血清特异抗体结合试验、血清筛选试验、胃肠液消化模拟试验以及动物模型试验等综合评判外源蛋白潜在的致敏性。S.Cao等^[15]研究表明,饲用转*Cry1C*基因水稻的BN大鼠未表现出致敏性反应。

我国作为国际上最早开展农业生物技术研究 and 应用的国家之一,同时也是对转基因监管最严格的国家,尤其是转基因生物制品,则采取慎之又慎的态度。在法理层面上,我国政府先后制定出台了一系列法律法规,为转基因安全提供了法理依据。早在1996年转基因商业化之初,农业部就颁布了《农业生物基因工程安全管理实施办法》,并于次年批准设立“农业生物基因工程安全委员会”和“农业生物基因工程安全管理办公室”处理日常工作。进入21世纪,国务院和国家质检总局又分别颁布实施《农业转基因生物安全管理条例》和《转基因产品进出口检验检疫管理办法》,进一步完善了转基因生物的安全监管法规和制度。2010年农业部编制了《转基因植物安全评价指南》,从制度上规范了转基因农作物申报和评价。以上政策和法律法规的完善,保障了转基因技术在安全的框架内有序开展。

随着科技和社会的进步,越来越多的国家和地区开始重视经济与环境的可持续发展,以现代生物技术为核心的农业科技革命正在开展,转基因作物已成为现代常规农业的一部分。我国面对人多地少

的国情和节能减排、环境保护等方面的巨大压力,发展转基因作物已成为解决以上问题的首选措施。

参考文献

- [1] 叶兴国,杜丽璞.从转基因技术角度谈转基因植物的安全性[J].中国种业,2016(9):12-13
- [2] 张启发.大力发展转基因作物[J].华中农业大学学报:社会科学版,2010(1):1-6
- [3] 罗云波,贺晓云.中国转基因作物产业发展概述[J].中国食品学报,2014,14(8):10-15
- [4] 吴廖.转基因作物全球商业化20年[J].科学新闻,2016(6):71-73
- [5] 朱亚熙,贺晓云,马丽艳,等.转*G2-aroA*基因耐草甘膦玉米和非转基因玉米营养成分的比较分析[J].中国食物与营养,2012,18(9):65-69
- [6] Zhu Y, He X, Luo Y, et al. A 90-day feeding study of glyphosate-tolerant maize with the *G2-aroA* gene in Sprague-Dawley rats[J]. Food and Chemical Toxicology, 2013, 51: 280-287
- [7] Li X, He X, Luo Y, et al. Comparative analysis of nutritional composition between herbicide-tolerant rice with *bar* gene and its non-transgenic counterpart[J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2008, 21(7): 535-539
- [8] Wang E H, Yu Z, Hu J, et al. Effects of 90-day feeding of transgenic Bt rice TT51 on the reproductive system in male rats[J]. Food and Chemical Toxicology, 2013, 62: 390-396
- [9] He X Y, Huang K L, Li X, et al. Comparison of grain from corn rootworm resistant transgenic DAS-59122-7 maize with non-transgenic maize grain in a 90-day feeding study in Sprague-Dawley rats[J]. Food and Chemical Toxicology, 2008, 46(6): 1994-2002
- [10] 唐茂芝,黄昆仑,周可,等.转基因棉籽的食用安全性及对大鼠抗氧化系统影响的研究[J].食品科学,2006,27(6):216-219
- [11] Snell C, Bemheim A, Bergé J B, et al. Assessment of the health impact of GM plant diets in long-term and multigenerational animal feeding trials: a literature review[J]. Food and Chemical Toxicology, 2012, 50(3): 1134-1148
- [12] Qi X, He X, Luo Y, et al. Subchronic feeding study of stacked trait genetically-modified soybean (305423 × 40-3-2) in Sprague-Dawley rats[J]. Food and Chemical Toxicology, 2012, 50(9): 3256-3263
- [13] McNaughton J, Roberts M, Smith B, et al. Comparison of broiler performance when fed diets containing event DP-305423-1, nontransgenic near-isoline control, or commercial reference soybean meal, hulls, and oil[J]. Poultry Science, 2008, 87(12): 2549-2561
- [14] 祁潇哲,黄昆仑.转基因食品安全评价研究进展[J].中国农业科技导报,2013,15(4):14-19
- [15] Cao S, He X, Xu W, et al. Safety assessment of Cry1C protein from genetically modified rice according to the national standards of PR China for a new food resource[J]. Regulatory Toxicology and Pharmacology, 2010, 58(3): 474-481

(收稿日期:2018-05-17)