

转基因食品安全性研究进展

李志亮^{1,2} 吴忠义² 王刚³ 黄丛林²

(¹邯郸学院生物科学系, 邯郸 056005; ²北京农业生物技术研究中心, 北京 100089;

³河北师范大学生命科学学院, 石家庄 050016)

摘要: 转基因食品的安全性在世界范围内备受关注, 近年来, 已经成为公众争论的焦点。本文简要综述了转基因食品的现状和安全性, 并介绍了我国政府对转基因食品的态度。此外, 还对转基因食品的发展前景作了简要展望。

关键词: 转基因食品 安全性

Advancement of the Safety of Genetically Modified Food

Li Zhiliang^{1,2} Wu Zhongyi² Wang Gang³ Huang Conglin²

(¹Department of Biology Handan College, Handan 056005;

²Beijing Research Center of Agrobiotechnology, Beijing 100089;

³College of Life Science Hebei Normal University, Shijiazhuang 050016)

Abstract: The safety of genetically modified food has become a worldwide concerned issue and a focus of controversy in recent years. The present situation and the safety of genetically modified food are summarized, meanwhile, the attitude of our government to genetically modified foods is introduced in this paper. Moreover, the future development of genetically modified food is forecasted.

Key words: Genetically modified foods Safety

从 20 世纪 70 年代发展起来的基因工程技术, 能够对生物体进行精确的改造, 创造出“转基因生物”(genetically modified organisms), 而利用转基因生物制造或生产的食品、食品原料及食品添加剂等就是“转基因食品”(genetically modified foods)^[1]。

目前, 有些转基因产品已被批准商业化并开始进入普通家庭, 食品的安全性直接关系到人类的健康, 是每一个人都关心的问题。本文拟对转基因食品的现状、安全性以及我国政府对转基因食品的态度和转基因食品的发展前景作简要综述。

1 转基因食品的现状

利用基因工程和分子生物学技术将遗传物质导入活细胞或生物体中, 产生基因重组现象, 使之表达并遗传, 这样就改变了原来生物的遗传物质基因, 从而产生了转基因生物^[1]。1992 年, 我国首先在大田

生产上种植抗黄瓜花叶病毒转基因烟草, 成为世界上第一个商品化种植转基因作物的国家。目前, 我国正在研究的转基因作物品种已达 50 种以上, 涉及各类基因 100 种以上。主要集中在大豆、玉米、油菜、棉花和番茄 5 种作物上。在我国已被批准进行商品化生产的 6 种转基因植物中, 有 3 种涉及食品, 它们是转基因耐贮番茄、抗病毒甜椒和抗病毒番茄^[2]。利用现代生物技术特别是重组 DNA 技术研究开发的转基因食品, 近年来发展很快^[1], 我国在转基因食品的研究方面仅处于世界中游水平, 并且也未大规模生产转基因食品, 但已有少量农产品进口, 如大豆, 主要用于食用油加工^[3]。

自 1983 年第一例转基因植物问世以来, 植物基因工程发展日新月异。从 1996 至 2000 年, 全球的转基因作物的种植面积增长了 25 倍之多, 由 1996 年的 170 万公顷, 迅速发展到了 2000 年 4420 万公

顷^[1], 到 2010 年, 转基因作物的世界市场总收入将达到 3 万亿美元, 全世界转基因作物的种植面积将达到 6000 万公顷。从 1999 年到 2004 年, 美国基因工程农产品和食品的市场规模已从 40 亿美元扩大到 200 多亿美元, 到 2019 年将达到 750 亿美元^[4]。就转基因的性状而言, 抗除草剂的农作物种植面积最多, 占转基因农作物总面积的 77%; 其次为抗虫农作物, 占 22%^[2]。

20 世纪 90 年代初, 市场上第一个转基因食品出现在美国, 此后转基因食品越来越多。据统计, 截止 2000 年, 美国食品和医药管理局(FDA) 确立的转基因品种就有 43 个。目前, 转基因食品无论在数量上, 还是在品种上都已具备了相当的规模^[5]。转基因作物的培育和转基因食品的开发已经显示出诱人前景。

2 转基因食品的安全性

当大多数人尚未认识什么是“转基因食品”时, 转基因食品已悄悄走上我们的餐桌。当前, 人们最关心的是转基因食品的安全性问题。

2.1 转基因食品安全性争论的由来

1998 年 8 月, 英国 Rowett 研究所的蛋白质生化学家 Pusztai 在接受电视采访时说, 用转基因马铃薯喂养动物会阻碍小鼠的生长。这种抗虫转基因马铃薯所产生的雪花莲外源凝集素能够对小鼠的内脏器官和免疫系统产生损伤, 而对于人类来讲, 类似的影响可能会导致癌症发病率和死亡率的大幅上升^[6], 从而引起了人们对转基因食品安全性的关注。1999 年, 国际著名杂志 *The Lancet* 公开发表了这篇论文^[7], 更是火上浇油。尽管英国皇家学会于 1999 年 5 月宣布该研究“充满漏洞”, 从中不能得出转基因马铃薯有害生物健康的结论^[5], 但却激起人们对转基因食品是否危害人体健康的争论。

1998 年和 1999 年, 加拿大 Alberta 和 Saskatchewan 的转基因油菜田间先后发现了能够抗除草剂的油菜自播植物^[8]。1999 年 5 月, Losey 等人报道, 在一种植物马利筋的叶片上涂上转基因 Bt 玉米花粉后喂养君主斑蝶(*Danaus plexippus*), 发现 4 天后, 斑蝶幼虫的死亡率为 44%, 从而引发了“转基因植物对生态环境是否安全”的争议^[9]。

2.2 转基因食品争论的焦点

尽管多数科学家认为, 现代生物技术产生的食品本身的安全性并不比传统食品低。但这项技术还是面临着各种争论。争论的焦点主要集中在两大方面:

2.2.1 食品安全性^[1] 转基因产品在人体内是否会发生突变而有害人体健康, 是人们对转基因食品的安全性产生怀疑的主要方面。

① 转基因食物的直接影响, 包括营养成分、毒性或增加食物过敏物质的可能; ② 转基因间接影响, 经遗传工程修饰的基因片段导入后, 引发基因突变或改变代谢途径, 致使其最终产物可能含有新的成分或改变现有成分的含量所造成的间接影响; ③ 植物里导入了具有抗除草剂或毒杀虫功能的基因后, 它是否也和其他有害物质一样能通过食物链进入人体内; ④ 转基因食品经由胃肠道的吸收而将基因转移至肠道微生物中, 从而对人体健康造成影响。

2.2.2 环境安全性^[1] 转基因植物释放到田间后, 是否会将基因转移到野生植物中, 是否会破坏自然生态环境, 打破原有生物种群的动态平衡。

① 转基因生物对农业和生态环境的影响; ② 产生超级杂草的可能; ③ 种植抗虫转基因植物后, 可能使害虫产生免疫并遗传, 从而产生更加难以消灭的“超级害虫”; ④ 转基因向非目标生物转移的可能性; ⑤ 其它生物吃了转基因食品后是否会产生畸变或灭绝; ⑥ 转基因生物是否会破坏生物的多样性。

2.3 关于基因转移问题

2.3.1 标记基因的转移问题 转基因食品中的标记基因通常是一类抗生素抗性基因, 它用于基因工程操作中对转基因外植体的最初选择, 抗生素抗性基因通过转移或遗传转入物而进入食物链, 是否会进入人和动物体内的肠道微生物中, 产生耐药的细菌或病毒, 使其具有对某一种抗生素的抗性, 从而影响抗生素治疗的有效性^[2], 是人们争论的话题。1993 年, WHO 已有结论, 目前尚无裸露在肠道中的 DNA 转入微生物的证据, 也没有肠道中细菌转化的报告。抗生素抗性基因的转移是一个复杂的过程, 在植物启动子控制下的抗生素标记基因将不会在微生物中表达^[10]。特别是近年来对标记基因的研究有突破性进展, 开始不使用抗菌素类作为选择标记而

采用甘露糖作为选择剂^[11],这样就基本消除了人们对把抗生素抗性引入广泛的消费作物中会对环境及食用消费作物的人或动物产生未能预料后果的担心。因此,转基因食品的安全性问题是可以解决的。

2.3.2 外源基因的转移问题

2.3.2.1 外源基因转移至肠道微生物中 近几年来,人类饮食中含有转基因植物成分引起人们对转化基因可能会从转基因植物转移到肠道微生物中的关注^[12]。

2000 年,陈松等用 Bt 棉表达的含 Bt 毒蛋白的棉籽粉喂养大鼠 28d, 喂养鹌鹑 8d 的动物实验表明,喂食转基因食物后各组动物生长发育、行为及各项生理指标均正常,转基因与对照组相比无明显变化,证明这种转基因植物食品是安全的^[13]。

2004 年,Heritage 报道,一些肠道微生物在人工培养条件下的生长情况与正常的不同,说明这些微生物可能获得并含有转基因作物的基因,即发生了基因转移^[14],只是不清楚来自于饮食转基因植物的 DNA 在人类肠道中的持续性如何^[12]。

2004 年,Netherwood 等报道,分别以回肠末端被切除的患者和具有完整胃肠道的人员为实验对象,让他们都食用转基因大豆,来研究来自于转基因大豆的 epsps 基因在他们的小肠中的存活情况。实验证实进食了转基因大豆后未发生基因转移现象^[12]。

迄今,食用转基因食品的人群超过 10 亿,至今没有转基因食品不安全的实例^[15]。转基因食品的安全性由此可见一斑。

2.3.2.2 外源基因水平转移至周围环境生物中外源基因是否能转移至周围环境生物中也是人们争论的话题。2001 年 11 月,美国 California 大学的 David 等人在《自然》杂志上发表文章称,在墨西哥南部偏远山区采集到的当地玉米品种的基因组中,发现了外源基因片段。该文一出立刻引起了轩然大波,持反对意见者认为该文证据不足,并对试验数据提出了疑问^[8]。

英国帝国理工大学的研究者进行了一项长达 10 年的实验,在 12 个地点将玉米、甜菜、油菜和马铃薯的普通品种与抗杀虫剂或抗虫害的转基因品种混杂种植,结果所有品种的玉米、甜菜和油菜都在 4 年内

全部死亡,只有一种马铃薯坚持了 10 年。实验中种植的转基因作物不但没能向周围地区扩张,连在原来范围内持续生存都有问题,因此,实验者认为转基因植物的危险性被夸大了^[11]。

现在,许多国家通过进行田间实验来监测外源基因是否从转基因作物转移到周围土壤微生物中。2004 年,Heinemann 等人的研究表明,从转基因作物到微生物的基因水平转移仍然对环境造成影响,但发生的频率极低^[16]。

不过,即使真正发生了基因转移也不必对转基因作物的应用加以限制甚至禁止,因为这种预防措施会使人类不能享受转基因作物可能带来的益处。2004 年,Celis 等人在安第斯山脉研究了转基因马铃薯在安第斯山脉地区的环境生物安全性以及转基因作物可能发生的基因转移给我们可能带来的益处^[17]。

2.4 转基因品种与常规品种的安全性差异

由于大量传统育种方法难以利用的基因资源可以通过基因工程手段导入植物,似乎其带来的潜在安全问题是毋庸置疑的,但这恰恰忽视了问题的另外一个方面,那就是传统育种创造的基因变异会不会产生同样的问题? 研究认为,无论从创造基因变异的层面上还是从改造植物代谢这一层面上,基因工程育种与传统育种都没有本质区别。因此,转基因植物产品与传统植物育种品种在基因安全性上应该并无本质差异^[18]。它们的区别只是技术和方法问题,应该说基因工程更科学更安全^[11]。

2.5 转基因食品的安全性评价——实质等同性原则

那么如何评价转基因食品的安全性呢? OECD 于 1993 年提出“实质等同性”(Substantial equivalence)是评价食品安全性最有效的途径^[19]。所谓实质等同性是指如果一种新食品或食品成分与已存在的食品或食品成分实质等同,就安全性而言,它们可以同等对待。也就是说新食品或食品成分能够被认为与传统食品或食品成分一样安全^[20]。但 Milstone 等人坚持认为转基因食品与现存食品仅仅在化学上的相似性并不足以证明它对人类消费是安全的^[21]。

应该看到,实质等同性并不是安全评估的全部

工作,在某种意义上,其实它更是安全评估的框架或者说是原则。从整体上来看,目前还没有比实质等同性更好的评估体系。其他的方法(如生物学、毒理学、免疫学实验等)可作为实质等同性原则的重要补充,以提供更有说服力的数据和结论^[20]。

3 我国对转基因食品的态度

出于维护自身的经济利益,美国和欧盟在对待转基因技术和转基因食品问题上态度迥异,尤其在对待“转基因食品要不要贴标签”问题上的态度,美国主张在投放市场前经过严格的实验、评估、检测和监管的转基因食品不需加特殊的标签,而欧盟则坚持认为一切含有可检测转基因成分的所有食品都应该贴一个强制性的标签^[22],而且制定了相关法律并已经实施^[23]。我国采取了一种务实的态度,既保障其安全性,又不阻碍其发展。一方面,对转基因研究积极支持,不断投入资金以促进转基因技术的发展^[24]。另一方面,根据《中华人民共和国食品卫生法》和《农业转基因生物安全管理条例》制定了《转基因食品卫生管理办法》,并于 2002 年 7 月 1 日起施行。该办法明确规定:食品产品中(包括原料及其加工的食品)含有基因修饰有机体或/和表达产物的,要标注“转基因 XX 食品”或“以转基因 XX 食品为原料”。转基因食品来自潜在致敏食物的,还要标注“本品转 XX 食物基因,对 XX 食物过敏者注意”。这样,一方面可以缓解国外转基因农产品对我国农产品市场的冲击,为我国转基因农产品的开发争取宝贵时间,另一方面也有利于减轻重要贸易对象国技术贸易壁垒措施对我国农产品出口的影响^[25]。总的来看,目前对转基因食品的态度趋于宽松化、简单化。一方面进行严格的管理,另一方面对于证实无害的食品,积极加以推广。

4 转基因食品的发展前景

争论不下,阻挡不住,转基因食品已经摆在了消费者面前并且不断问世。在迅速发展的分子生物学技术及逐渐完善的基因工程产品管理和法律制度的保障下,基因工程植物商品化的前景是十分光明的,人类有能力使转基因食品满足人类需求,造福于人类^[11]。

据预测,2030 年地球人口将突破 100 亿,人类的生存将面临严峻的挑战,粮食问题将凸显出来,而转

基因生物工程将有可能帮助我们生产出三倍于现有产量的粮食。并且,转基因技术的应用将会给我们带来意想不到的裨益:中国农科院研究培育出抗乙肝的转基因番茄,已经顺利通过测试;美国普遍种植的转基因玉米中色氨酸含量提高了 20%,而一般植物食品中含量很低;转基因油菜,由于不饱和脂肪酸的含量大增,对心血管有利^[3]。

转基因技术和转基因食品具有广阔的发展前景,随着生物技术的快速发展,转基因技术将会给农业、食品及医药等产业带来深刻的变革,而转基因食品将成为一个具有巨大发展潜力的产业。

参考文献

- 1 陈光宇. 上海预防医学杂志, 2001, 13(9): 405~ 406.
- 2 李剑芳, 邬敏辰, 王琴. 江苏食品与发酵, 2003, (3): 8~ 12.
- 3 黄丽萍, 戴启宏, 厉以强. 江苏环境科技, 2003, 16(2): 43, 48.
- 4 黄其春. 龙岩师专学报, 2001, 19(3): 37~ 40.
- 5 罗云波. 食品工业科技, 2000, 21(5): 5~ 7.
- 6 魏伟, 钱迎倩, 马克平, 等. 自然资源学报, 2001, 16(2): 184~ 190.
- 7 Ewen SW, Pusztai A. The Lancet, 1999, 354: 1353~ 1354.
- 8 苏宁, 陈颖. 中国标准化, 2003, (1): 14~ 16.
- 9 Losey JE, Rayor LS, Carter ME. Nature, 1999, 399: 214.
- 10 贺小贤, 齐香君. 陕西科技大学学报, 2003, 21(1): 110~ 114.
- 11 王关林, 方宏筠. 植物基因工程(第二版). 北京: 科学出版社, 2002, 711~ 713.
- 12 Netherwood T, Martín Orúe SM, O'Donnell AG, et al. Nature Biotechnology, 2004, 22: 204~ 209.
- 13 方辉, 吴孟珠. 西北植物学报, 2003, 23(4): 688~ 692.
- 14 Heritage J. Nature Biotechnology, 2004, 22: 170~ 172.
- 15 张学文. 食品与发酵工业, 2003, 29(9): 82~ 86.
- 16 Heinemann JA, Traavik T. Nature Biotechnology, 2004, 22: 1105~ 1109.
- 17 Celis C, Scurrah M, Cowgill S, et al. Nature, 2004, 432: 222~ 225.
- 18 侯文胜, 郭三堆, 路明. 生物技术通报, 2002, (1): 10~ 15.
- 19 OCED. OCED, Paris 1993.
- 20 杨昌举, 黄灿, 高原, 等. 食品科学, 2001, 22(9): 95~ 98.
- 21 Millstone E, Brunner E, Mayer S. Nature, 1999, 401: 525~ 526.
- 22 Masood E. Nature, 1999, 398: 641.
- 23 Nelson L. Nature, 2004, 428: 788.
- 24 Macilwain C. Nature, 2003, 422: 111~ 112.
- 25 汪平. 广西社会科学, 2004, (4): 98~ 100.