

# 再论生物安全

## A Review on Biosafety

钱迎倩 魏伟  
Qian Yingqian Wei Wei

(中国科学院植物研究所 北京 100093)

(Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100093, China)

**摘要** 生物安全是指既要避免或减轻由现代生物技术对生物多样性保护和其持续利用以及人类健康可能带来的不利影响,同时也承认现代生物技术在提高人类生活质量,特别是在满足食物、农业及卫生保健方面所具有的极大潜力。认为重视生物安全的人都是对转基因生物的反党派,甚至提到是坚决的反党派,这种观点是极端错误的、有害的。基因污染事件已经在加拿大及墨西哥发生,对转基因作物及其产品使用得最多的美国,事实上也是在采用预先防范的原则来处理生物安全,因此,发展生物技术应强调生物安全。

**关键词** 转基因作物 基因流 基因污染 预先防范原则

中图法分类号 Q 788

**Abstract** The concept of biosafety is not only to avoid or minimize the adverse impacts that could affect the conservation and sustainable use of biodiversity and human health, and which likely derives from modern biotechnology, but also to recognize the huge potentialities provided by modern biotechnology on the improvement of human living quality, especially on the aspects of satisfying the need of food, agriculture and health. The following perspective is extremely wrong that all the persons who pay attention to biosafety are the opposite faction of modern biotechnology. Genetic pollution has occurred in Canada and Mexico. The United States of America, which is the country made use of a lot of transgenic food, is also using the principle of precautionary approach. Therefore, it is important to pay attention to biosafety.

**Key words** transgenic crops, gene flow, genetic pollution, principle of precautionary

1994年美国 Calgene公司研制的延长成熟期的转基因西红柿是国际上由政府有关部门批准能大规模向环境释放,作商业化生产的第一个转基因作物。据不完全统计,至今至少有50个以上不同的转基因植物(其中包括了同一物种转基因性状不同或由不同公司研制的产品)已被批准作商业化生产。其中种植面积最大的主要是抗虫转基因棉花和玉米,抗除草剂转基因大豆和油菜,全球种植面积在4000万公顷左右<sup>①</sup>。我国目前由农业部批准作商业化种植的转基因作物主要是抗虫转基因棉花,在新疆、安徽、江苏、山东、山西、河南、河北、湖南、湖北和辽宁等省到2000年种植面积已达36.67万公顷,到2002年其种植面积占棉花总种植面积的40%<sup>①</sup>。可以说,凡是种植棉花的省份已都有转基因抗虫棉的种植。转基因抗虫棉的经济效益是明显的,据资料说明,山东梁山县1998年种植转基因抗虫棉1500 hm<sup>2</sup>,每公顷增产皮棉375 kg,

价值4500元;增产棉籽600 kg,价值750元;减少农药费用900元;节约劳动力1500元,估计总共经济效益为1100万元。以此类推,当年全国种植转基因抗虫棉累计的经济效益为10亿元。三年来累计为农民增收50多亿元。此外,国际上已有近400种转基因食品(主要在美国)上市,预计每年产值可达100亿美元以上,因此,转基因作物及其产物能得到的惠益是明显的。但是转基因植物也可能带来生态风险<sup>[1-5]</sup>,应强调生物安全。

### 1 “生物安全”的概念

早在70年代早期,也就是分离特种基因并将它们导入其它生物体中去的技术(即重组DNA技术)研究的早期,有一些科学家就对此项研究有关的潜在生物学和生态学风险,以及随后释放到环境中后所带来潜在的危害表示担心。对这项技术的安全性,10年来争论始终没有停止。到20世纪80年代后期,不少转基因生物陆续在实验室水平得到成功,有一部分经过中间试验,有的甚至已到可以向环境大规模释放进行商

2003-03-05收稿。

① 芮昌辉.棉铃虫对Bt抗虫棉的抗药性监测及预测.国外生物安全信息, 2002, 4: 10-16.

业化生产。到现阶段,“生物安全”的术语也就逐渐在刊物及其它场合下出现。一旦商业化生产实现,大量的转基因产物就不仅仅停留在某一个国家内,必然会成为商品进行国际贸易。因此,转基因生物及其产品的越境转移问题,可能对环境产生不利影响,从而影响到生物多样性保护和持续利用以及人类健康等问题,也就是转基因生物及其产品的安全性问题已涉及到国家与国家之间的问题。1992年6月5日在里约热内卢召开的联合国环境与发展会议所通过的《生物多样性公约》(下简称《公约》)中,生物安全的内容已在有关条款中列入,并提出建议,专门为生物安全需要一项议定书,作为制定有法律约束力的国际文件。为此,在1995年11月召开的《公约》缔约国第二次会议上,专门设立了一个生物安全全权特设工作组,以制定一份《生物安全协定草案》。由此可见,转基因作物及其产物一旦成为商品,与之相关的一系列问题不仅是科技界争论的科学技术问题,而已涉及到经济、贸易甚至政治问题。由于涉及国家的利益,议定书的谈判非常艰苦,经多年的谈判才最后定稿,被称为《生物多样性公约——卡塔赫纳生物安全议定书》(下简称《议定书》),并在2000年1月29日蒙特利尔召开的缔约国大会特别会议上正式通过。

“生物安全”这一术语现在已普遍地在应用,究竟“生物安全”是个什么概念,目前确实有不同的理解,有必要介绍《议定书》的简介中的两段叙述<sup>[6]</sup>。

“生物安全是《公约》阐述的问题之一。这一概念所指的是各国必须保护人类健康与环境免受现代生物技术产品对其可能造成的有害影响,同时亦承认现代生物技术在提高人类生活质量方面具有极大的潜力,特别是在满足食物、农业及卫生健康这些必不可少的需要方面。《公约》明确阐述了现代生物技术在两方面的孪生关系。一方面,《公约》对与生物多样性保护和持续利用之相关技术的使用和转让(包括生物技术)提出了规定(例如,第16条第1段和第19条第1、2段),而另一方面,在8(g)条和第19条第3段中,《公约》本着减少对生物多样性造成威胁的所有可能之总体目标,同时也考虑到人类健康所面临的风险,力求确立适当的程序以提高生物技术的安全。第8(g)条的规定与缔约方应采取的国家级措施有关;而第19条第3段则为解决生物安全问题而须制定的有法律约束力的国际文件奠定了基础”。

“这份《议定书》为有利于环保的生物技术的应用创造了一个基础环境,从而使各缔约国能在最大限度地降低生物技术对环境对人类健康可能造成的风险

的同时,尽可能从生物技术所能提供的潜力中获得最大的惠益”。

上述两段叙述较辩证地说明了“生物安全”这一术语的概念,即既承认现代生物技术在满足人类食物、农业及卫生健康上具有极大的潜力,但又注意到现代生物技术可能对环境产生不利的影响,即影响到生物多样性的保护和持续利用,也可能对人类健康造成危险。重视了生物安全并制定了《议定书》,就会去研究现代生物技术给环境和人类健康可能带来的影响。解决这些可能的影响,就可能从生物技术所能提供的潜力中获得最大的惠益,并使生物技术能更好造福于人类。不应该把重视生物安全观点的人,一概认为他们都是反对现代生物技术者,是反对转基因技术者,给他们戴上反对派,甚至坚决反对派的帽子。

## 2 基因污染事件

首先解释一下“基因污染”这个术语。从细菌、动物或植物的一个物种中提取到一种基因通过各种方法转移并整合到其它一个物种中去,这就是重组DNA技术,也就是转基因技术。转基因生物中的外源基因通过例如花粉的传播(基因流)等途径又被转移到另外的生物体中,就会造成自然界基因库的污染,这种现象称为基因污染。

事实上在1998年加拿大已经发生了基因污染事件。加拿大是种植抗除草剂转基因油菜面积最大的国家,有相当数量的是抗草甘膦和抗固杀草两种除草剂的双抗转基因油菜。大面积种植3~4年后,Alberta省的抗除草剂转基因油菜田里发现了自生自长的能抗草甘膦、固杀草及保幼酮3种除草剂的油菜,其中抗保幼酮的性状是来自常规育种培育的具抗性油菜,说明已经发生了由花粉传播的基因流。拥有抗1种以上除草剂的情况被称为基因堆积。这种自生自长的油菜被人们称为“超级杂草”。其生命力很强,已不可能被一般的除草剂杀死<sup>[7]</sup>。1999年在加拿大的Saskatchewan省的11个田块中又发现了有自生自长的抗多种除草剂性状的油菜<sup>[8]</sup>,这种多抗的转基因油菜甚至在与油菜田相邻的小麦田中也有发现。基因流发生的途径很多,可以由花粉通过风媒或虫媒进行传播,或者种子通过动物或在装卸、运输过程中无意扩散而传播。因此,基因污染往往不会仅局限于最初发生的地区,而会对环境造成蔓延性的灾难。有人预言,由于基因污染,种植传统油菜的加拿大农民难以确保其出售的油菜种子是无转基因的。

更严重的基因污染事件2001年发生在墨西哥。众

所周知,墨西哥是世界玉米的起源中心和遗传多样性中心。从平原到 2700 m 高度的各种地区分布着 30 多个玉米品种,并且还广泛分布着玉米的野生种,遗传多样性非常丰富。墨西哥政府出于安全性的考虑,从 1998 年开始就禁止转基因玉米的田间试验与商业化生产。然而从 1994 年北美自由贸易实施后,美国的玉米由于得到政府的高额补贴,价格远远比墨西哥低廉,造成墨西哥每年大量从美国进口玉米,在进口玉米中至少有 25% 是转基因玉米。墨西哥政府还曾进口 200 t 玉米送到墨西哥 2300 个社区作为救济食品出售,其中有 37% 的玉米是转基因玉米。政府对进口玉米没有及时采取措施,没有把转基因玉米与传统玉米隔离开,没有防止进口的转基因玉米被种植的措施,也没有告知农民进口的玉米是禁止种植的,基因污染也就是在这种情况下发生了。国际著名刊物 Nature 刊登了 2000 年 9 月 1 日墨西哥政府环境部公布了他们自己的研究报告,经调查过 Oaxaca 及 Puebla 两个州的 22 个社区,其中有 15 个发现有转基因污染<sup>[9]</sup>。同年 11 月 Nature 上又发表了 Quist 和 Chapela 撰写的研究报告,题为“在墨西哥 Oaxaca 转基因 DNA 渐渗到传统玉米地方品种”,报道了墨西哥玉米受到基因污染的分子基础<sup>[10]</sup>。围绕着这个实验报告,Nature 刊物随后又多次载文,有对这个实验报告进行质疑的;有 Nature 表态对报道这实验报告表示反悔的;还有众多科学家批评 Nature 编辑部的;以及 Quist 和 Chapela 的答复等等<sup>[4]</sup>。对这一系列报道因不了解背景不宜多加评论,我们还是应该相信墨西哥政府公布的材料。继 2000 年的研究报告,2000 年 1 月 23 日在一次专题学术讨论会上,墨西哥环境部门公布了一个由环境与自然资源部、国家生态研究所和国家生物多样性委员会共同研究的研究报告,完善了 2000 年 9 月的数据,结果说明在 Oaxaca 州和 Puebla 州的偏僻山村中转基因玉米的污染率高达 38%;再一次确认了墨西哥玉米受转基因污染的事实。

丰富的遗传多样性、丰富的遗传资源包含着各种抗虫、抗病、优质高产及其它抗逆性状,这是育种家宝贵的财富,是世界粮食安全的基础,是人类避免发生灾难性饥荒的保证。遗传单一性会造成巨大的损失,如美国南部曾在 1970 年时发生南部玉米枯叶病,由于品种单一,病情迅速蔓延,造成玉米减产 15%,损失价值为当时的 10 亿美元。由于追求高产,农民往往抛弃当地各种农家品种去种单一的优良品种,造成世界性遗传多样性的丧失,亦即遗传冲刷。按联合国粮农组织报道,最近 10 年来农作物遗传多样性丧失已达

75%。由于基因流造成的基因污染,也会导致当地的遗传多样性的丧失。某种作物起源地及遗传多样性中心如果遭受到遗传多样性丧失,其影响范围将不仅局限于一个国家,这就是墨西哥玉米事件引起国际上广泛重视的原因。

### 3 预先防范原则

《议定书》是按照 1992 年联合国环境与发展大会上《关于环境与发展的里约宣言》的原则 15 条所规定的预先防范办法来制定的<sup>[6]</sup>。美国是世界上转基因作物种植面积最大、利用转基因作物产物作为食品最多的国家。即使这样,美国政府对在其本土有关转基因作物及其产物的处理还是非常谨慎,也是采用预先防范的原则。下面就是 2 个例子。

美国 Aventis Crop Science 公司研制的一种转基因抗虫玉米 [商品名称“星联”(StarLink)],经检测,这种转基因玉米中含有一种 Cry 9c 的蛋白质可能引起部分人产生皮疹、腹泻及呼吸系统的过敏反应并且还具潜伏效应。1998 年虽然已经美国政府环境保护署批准可进行商业化生产,但规定其产物只能作为动物饲料,不能供作人类食品。但在 2000 年 9 月间,在商店货架上的炸玉米粉卷壳和其它谷物食品中被检验到了微量的“星联玉米”,随之掀起了很大的风波。因为在外观上对转基因玉米及常规玉米无法辨认,美国农业部决定 2000 年当年的全国玉米全部以转基因玉米论处。在美国,转基因玉米价格低于常规玉米,这一举措造成种植常规玉米的农民以及中间商很大损失。这事件也影响到澳大利亚、韩国、日本等国对美国玉米的进口,出口商也损失了数百万美元。为了解决与消费者间的集体诉讼,Aventis 和几个食品制造商同意支付 900 万美元,但这并未了结农场主们由于受到损失要求赔偿的单独诉讼。

另一件是发生在 2000 年 10 月的转基因玉米混进了普通大豆事件<sup>[11]</sup>。美国有一些生物技术公司利用植物作为生物反应器来进行药物的生产,用以治疗糖尿病、爱滋病和老年痴呆症等疾病。位于 Nebraska 州德克萨斯学院试验站的 Prodi Gene 公司利用转基因玉米进行胰岛素蛋白生产,已进入到田间试验阶段。该公司 2001 年时种植了不到 0.41hm<sup>2</sup> 的转基因玉米的地块,第二年却用于种植常规食用大豆,但对上一年收割时残留在田间转基因玉米种子发芽的苗未除干净,食用大豆收割时有一部分转基因玉米污染了约 500 蒲式耳的大豆,这些大豆又被运送到一个谷仓中与另外 500000 蒲式耳大豆混合。美国农业部立即隔离

(下转第 134 页 Continue on page 134)

lus galloprovincialis). Eur J Biochem, 1996, 240 302~306.

- 2 Yang Y S, Mitta G, Chavaniere A et al. . Solution structure and activity of the synthetic four-disulfide bond mediterranean mussel defensin (MGD-1). Biochem, 2000, 39(47): 14436~ 14447.
- 3 Mitta G, Vandembulcke F, Hubert F et al. . Mussel defensins are synthesized and processed in granulocytes then released into the plasma after bacterial challenge. J Cell Sci, 1999, 112 4233~ 4242.
- 4 Mitta G, Hubert F, Dyrudya E A et al. . Mytilin B and MGD2, two antimicrobial peptides of marine mussels gene structure and expression analysis. Dev Comp Immu, 2000, 24 381~ 393.
- 5 Mitta G, Hubert F, Noël T et al. . Myticin, a novel cysteine-rich antimicrobial peptide isolated from haemocytes and plasma of the mussel *Mytilus galloprovincialis*. Eur J

Biochem, 1999, 265 71~ 78.

- 6 Mitta G, Vandembulcke F, Noël T et al. . Differential distribution and defence involvement of antimicrobial peptides in mussel. J Cell Sci, 2000, 113 2759~ 2769.
- 7 Charlet M, Chernysh S, Philippe H et al. . Innate immunity isolation of several cysteine-rich antimicrobial peptides from the blood of a mollusk, *Mytilus edulis*. J Bio Chem, 1996, 271(36): 21808~ 21813.
- 8 Mitta G, Vandembulcke F, Hubert F et al. . Involvement of mytilins in mussel antimicrobial defense. J Bio Chem, 2000, 275(177): 12954~ 12962.
- 9 Mitta G, Vandembulcke F, Rock P. Original involvement of antimicrobial peptides in mussel innate immunity. FEBS Letters, 2000, 486 185~ 190.

(责任编辑: 邓大玉 曾蔚茹)

(上接第 128 页 Continue from page 128)

了金额达 270 万美元的大豆。根据美国政府规定, 生产作为药物或工业用途蛋白的转基因植物是不宜作为食品供人们食用的。虽然大多数的蛋白很快会被人体消化, 可是有些蛋白可有足够长的时间存留在人体, 可能危害到人体的健康。因此, 医药用途的转基因作物不允许作为人的食物或牲口的饲料。科学家也曾多次警告, 这类转基因作物如果被批准商业化生产而大面积向环境释放, 很可能通过基因流污染常规的农作物, 也有可能是在运输及仓储过程中与食用作物种子混到一起, 因此还是有相当风险的。对这一事件, 美国政府官员表示, 这些混杂了转基因玉米的大豆很可能会被烧毁或转化为燃料。这是一件美国政府按预先防范的原则来处理生物安全的一个好事例。

为了确保食品安全, 国际上近年来越来越盛行有机食品。不仅发达国家都在生产有机食品, 据统计世界上生产有机食品的国家已达 100 个以上。所谓的有机食品是指在生产中绝对不允许使用化学农药、化肥、除草剂; 不许采用基因工程技术、抗生素和离子辐射技术; 合理轮作, 防止水土流失, 保护生物多样性。美国目前在市场上销售转基因作物产物及其制成的各种食品已达 300 种左右。经过 7 年的研究讨论、调整和谈判, 美国农业部关于带有“有机”标签的食品在市场上销售的规定终于在 2002 年 10 月 21 日生效, 被人们称为是“美国农业的一个里程碑”的事件。按照美国农业部规定, 凡是有机程度达到或超过 95% 的食品, 都可贴上 1 个专门的“有机”标签。有机与非有机食品必须分开出售, 2 种食品之间必须有隔离物。如发现有机食品被非有机食品污染, 当事人将被罚款, 数额可高达 1 万美元。

总之, 生物技术将成为 21 世纪高新技术中一项重要的技术, 发展也会非常迅速, 有人估计仅转基因作物一项, 预计到 2010 年产值就可达到 200 亿美元。在发展生物技术的同时, 重视生物安全也是重要的。

#### 参考文献

- 1 钱迎倩. 生物多样性与生物技术. 中国科学院院刊, 1994, (2): 134~ 138.
- 2 Mikkelsen T R. The risk of crop spread. Nature, 1996, 380 (6569): 31.
- 3 钱迎倩. 转基因作物的利弊分析. 生物技术通报, 1999, 15 (5): 7~ 11.
- 4 魏伟, 马克平. 如何面对基因流和基因污染. 中国农业科技导报, 2002, 4(4): 10~ 15.
- 5 张永革, 吴孔明, 彭于发等. 转基因植物的生态风险. 生态学报, 2002, 22(11): 1951~ 1959.
- 6 生物多样性公约秘书处. 生物多样性公约——卡塔赫纳生物安全议定书. 正文和附件. 蒙特利尔: 生物多样性公约秘书处, 2000.
- 7 Hall L, Topinka K et al. . Pollen flow between herbicide-resistant *Brassica napus* is the cause of multiple-resistant *B. napus* volunteers. Weed Science, 2000, 48 688~ 694.
- 8 Beckie H J, Hall L M et al. . Impact of herbicide-resistant crops as weeds in Canada. Proceedings Brighton Crop Protection Council Conference—Weeds, 2001, 135~ 142.
- 9 Dalton R. Transgenic corn found growing in Mexico. Nature, 2001, 413 337.
- 10 Quist D, Chapela I H. Transgenic DNA introgressed into traditional maize landraces in Mexico. Nature, 2001, 44 541~ 543.
- 11 Gills J. Soybeans mixed with altered corn. Washington Post, 2002, 13.

(责任编辑: 邓大玉)