

终止子技术与生物安全*

钱迎倩 马克平 桑卫国 魏 伟**
(中国科学院植物研究所 ,北京 100093)

摘 要 终止子技术是美国 Delta and Pine Land 种子公司和美国农业部联合申请、经美国专利局 1998 年 3 月批准的一项专利。整个过程可叙述为遗传工程师在转基因作物中加入了由 3 个基因组成的终止子基因 ,得到的转基因作物的种子由种子公司加上一种诱导剂 ,经诱导剂的作用及终止子基因间的相互作用 ,在种子胚胎发育的后期产生一种毒素 ,这种毒素杀死了发育后期的胚胎 ,最后得到的是成熟但不育的种子。专利获得后 ,引起国际上巨大反响。国际农业研究磋商小组指出 ,终止子技术必须禁止 ,不然将给全球食品保障带来影响。原因是这项技术会使农民无法留种、对遗传多样性有负影响 ,由于农民不再育种影响到持续农业的发展 ,可能出现出售或交换不能发芽的种子以及通过花粉非故意的传播造成生物安全的风险。第三世界国家认为这项技术是“种子的灾难”、“农业上的中子弹”。虽然转基因作物产生不育种子可能在解决转基因逃逸带来的生态风险上有益处 ,但这个收获与终止子技术可能给全球食品保障带来危机相比 ,两者就不能等量齐观了。从另一角度看 ,这项技术可能又是遗传工程带来的另一种生物安全危机。

关键词 终止子技术 ,不育种子 ,基因保护 ; “种子的灾难” ,生物安全

Terminator technology and biosafety/QIAN Ying-Qian , MA Ke-Ping , SANG Wei-Guo , WEI Wei**
Abstract In March 1998 , the Delta and Pine Land seed company and the U. S. Department of Agriculture announced that they had received a patent on the “ Terminator Technology ”. The technology involves three following steps : genetic engineers transfer terminator genes to a crop ; the seed company initiates the terminator process by adding an inducer before selling the seeds ; farmers then plant seeds , and harvest mature , but sterile , seeds. At a late stage of seed development , under the control of the inducer , one gene in the terminator becomes active and produces toxin. The toxin kills the embryo , resulting in the sterile seed. Enormous international responses were induced by this patent. The Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR) pointed out that the terminator technology must be banned in order to defend the world food security. The CGIAR cited the following reasons : This technology will stop farmers from producing fertile seeds from their own crops , consequently , the genetic diversity of crops and sustainability of agriculture will be adversely affected. It will probably induce the risk of the sale or exchange of sterile seeds , and risk of biosafety through pollen spread. Some third world countries warned that this technique is “ seeds of disaster ” , and “ the neutron bomb of agriculture ”. Sterile seeds produced by genetically modified crops with terminator genes may solve the ecological risk brought about from transgene escape , but the accompanied risk on biosafety and expense of global food security is no solution. From another point of view , this technology itself may be the another kind of risk of biosafety derived from genetic engineering.

Key words terminator technology , sterile seed , gene protection , “ seeds of disaster ” , biosafety

Author 's address Institute of Botany , The Chinese Academy of Sciences , China 100093

用遗传工程手段得到的经修饰活生物体(LMO)向环境释放后可能产生一系列生态风险 ,

收稿日期 :1999 - 02 - 09 ;修改稿收到日期 :1999 - 03 - 15
* 九五国家重点科技项目(攻关)计划(97 - 925 - 02 - 04 - 05)资助
Supported by a Key Project of the Ninth Five Years Plan of Science and Technology Commission(97 - 925 - 02 - 04 - 05)
* * 现在地址 :中国农业大学农业生物技术国家重点实验室 ,北京 ,100094
Present address :National Laboratories for Agro - Biotechnology ,China Agricultural University ,Beijing ,100094

其中已被实验证明了的危险是转基因的逃逸^[1,2],从而可能使转基因作物的野生近缘种成为杂草。但由美国的 Delta and Pine Land (DPL) 种子子公司(该公司现已被 Monsanto 公司购买) 和美国农业部联合申请的一个称为“ 终止子技术 ” 的专利 , 该专利技术可使作物种植后得到的种子是不育的 , 从而解决转基因物质从一种作物向其它物种或作物野生近缘种的扩散 , 提高了 LMO 的安全性。尽管这项技术在解决生物安全方面有如此的优点 , 但在美国国内、一些国际组织、尤其是在第三世界国家已经引起了强烈的反响与争论。本文首先对该项技术作一介绍 , 并对国际上争论的核心问题以及与生物安全的关系作简短的讨论。

1 终止子技术介绍

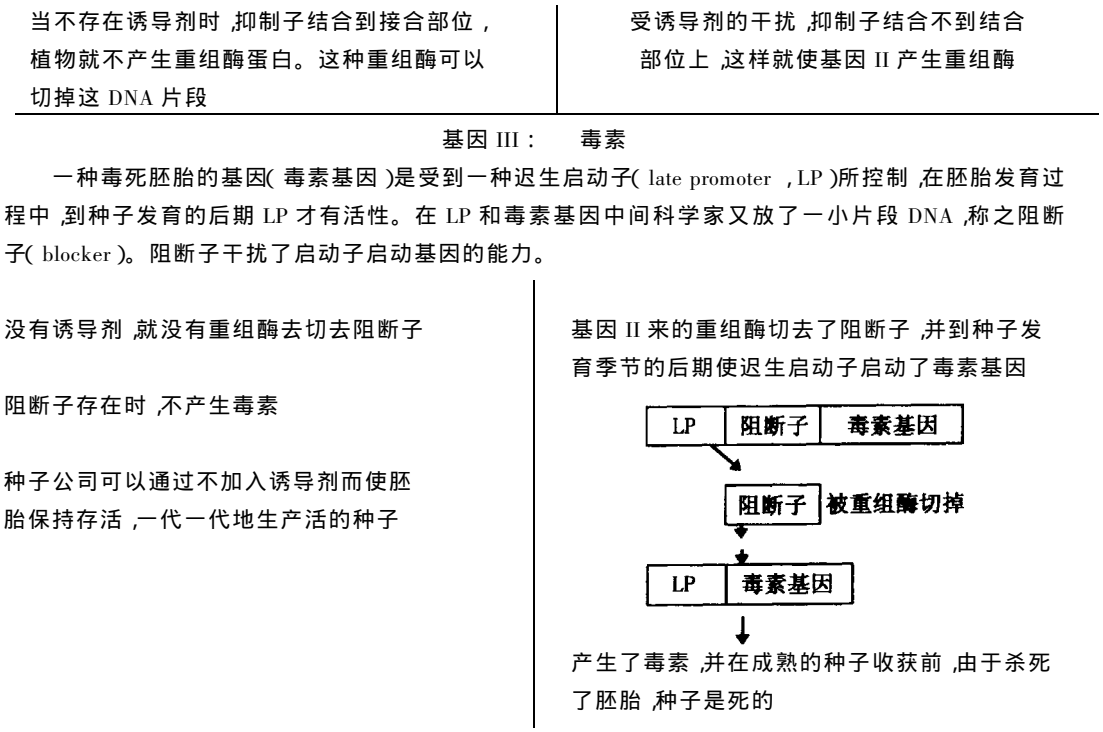
在国外 , 出售的玉米种子都是杂交种 , 杂交种只能种一年 , 第二年再种就开始大量分离 , 因此种子收获后不能用作留种 , 农民每年都要向种子子公司购买杂交种。转基因玉米由于高技术的加入可卖到更高的价格 , 投资者不仅收回了投资 , 并能获取高额利润 , 可是小麦、水稻、大豆以及棉花等作物都不是卖的杂交种 , 转基因作物出售一次后 , 农民可以继续留种 , 不存在每年都要再买种子问题 , 投资者运用了遗传工程的手段创造了“ 终止子技术 ”^[4] , 使作物第一年种后得到的种子是不育的 , 不能留种作为第二年再种的种子。实际上 , 终止子技术是一项用遗传工程的手段对遗传工程技术中基因保护的一种措施。

终止子技术已于 1998 年 3 月经美国专利局批准 , 美国专利号为 5723765 名称为“ 植物基因表达的控制 ”^[3]。这项技术大致的程序是遗传工程师把终止子基因插入到作物中得到转基因作物的种子 , 种子子公司在种子出售前 , 在种子中加入一种诱导剂 ; 农民把这些种子播下去后 , 长出正常的植株 , 并能收获成熟的种子 , 这种种子在油脂、蛋白质等各个部分都是完全正常的 , 就是胚胎已被杀死 , 因此农民不能把这样的种子作留种用。DPL 公司称这项专利谓“ 技术保护系统 ”。而国际农业促进基金会(RAFI) 称这项专利为“ 终止子技术 ”^[4]。一般把用这项技术获得的种子称为“ 终止子种子 ”。

2 终止子技术作用原理

这项技术的成功是依赖于一种受控的序列。这个序列控制着拼接进去的 3 个基因之间的相互作用 , 最后的工程基因在种子发育的很晚期才进入角色。公司在种子出售前要加入诱导剂(可能是四环素) , 当一个特殊的开关在诱导剂控制下把基因打开后 , 使这个基因产生毒素 , 毒素把成熟种子中的胚胎杀死。基因相互作用有多种途径 , 这些途径都已申请了专利 , 下面介绍一种途径(见图 1)。

终止子基因在不存在诱导剂时	终止子基因加上诱导剂后
基因 I： 抑制子	
一种抑制子基因产生一种抑制子蛋白	与左方一样 , 产生同样的抑制子蛋白
基因 II： 重组酶	
一种重组酶基因受到一种启动子控制 , 在启动子和这个基因之间 , 科学家又放上一个 DNA 片段 , 而这个 DNA 片段就成为基因 I 抑制子的结合部位。	



中去,不管这些农民是拒绝或无能力买这技术都有可能得到这样的花粉。其后果是一方面造成农民使用品种成为不育的,而影响到遗传多样性的降低。另一方面受携带终止子基因花粉影响的作物,当年是见不到影响的,农民不可能去识别哪些种子是不育的,哪些是可育的,都留种作为来年播种用,当发现某些种子是不育时已为时过晚,造成减产。如果这技术是通过隐性基因传递时,则会可能出现以后若干年无规律的收成,从而造成当地农村社区食物保障的受损。

此外,CGIAR的政策会深刻影响到联合国生物多样性公约的科学组织即将举行的会议。该组织会要审查终止子技术的影响。《公约》的代表曾参加CGIAR会议,并表示《公约》应很仔细地考虑CGIAR的政策,目前全球已有不同的政府、科学界和民众团体明确地反对,这技术又无任何可信赖的能促进生物多样性的阐明,而却对全球粮食保障有影响,应该禁止。

4 对终止子技术所持态度

在CGIAR召开的会议上发展中国家乌干达、津巴布韦和印度代表以及发达国家中的英国和荷兰的代表都态度明朗地反对终止子政策,美国政府代表保持沉默希望能抵挡住,但在公众舆论压力下,美国农业部作出决定,不用这项技术制成的种子卖给美国农民。美国农业部发言人明确表示,终止子技术的初衷是针对第二世界和第三世界的,主要的作物包括有水稻、小麦、高粱和大豆。但反对者认为矛盾并未解决,进一步向美国农业部提出为何即然承认这项技术释放给美国农民是不可取的,另一方面又把专利的权利交给Monsanto公司作商业发展;为何这项技术对美国农民不适用,而对世界上其它国家又是合适的呢?

RAFI和其它的非政府组织赞同CGIAR的政策,他们要求禁止终止子技术,采取了不少行动,1998年11月前来自57个国家的2400人利用了RAFI的Website向美国农业部长表达了下列3点要求美国政府停止与Monsanto公司谈判发放终止子执照的问题;要求美国农业部放弃这项技术所有专利用到其它87个国家去;在美国禁止应用这项技术,其它国家禁止应用时美国政府也不要干预。RAFI动员公众都起来反对这项技术,让这项会对农民、对生物多样性和世界食品保障都会受损害的专利停止掉。此外,RAFI还要用CGIAR的政策来影响联合国生物多样性议程。

Monsanto公司与印度的Mahyco公司合作开发其Bollgard™(Bt)转基因抗虫棉花,到1998年已是第3年了,印度农民知道了终止子技术后曾在他们国内出现把Bt棉花连根拔掉并烧掉的事件。Monsanto公司为之专门出告示,一方面宣传其转基因抗虫棉的能抗棉铃虫的优点,并宣传这种棉花已在美国、澳大利亚、南非和中国种植,大大减少了虫害、让农民增加了产量。另一方面又说明了目前Bt棉中没有用终止子技术,终止子技术还需要用几年的时间化几百万美元来做研究才能作商业化的利用。印度到1998年12月前在其“经济新闻”等等媒传上大肆宣传,呼吁政府要对终止子种子紧闭大门,不许进口会永久严重危害印度农业的含终止子基因的种子。认为“终止子种子”会迫使农民每年都要重新买种子,会使传统的作物品种逐渐灭绝。尽管目前终止子基因还仅仅在烟草和棉花上应用,但通过花粉的传播,可能影响到印度的其它植物,因此是一种“种子的灾难”会给整个第三世界国家带来巨大的危机。

目前掌握专利的人声称,终止子技术对所有的作物都有用,但实际上终止子技术只在烟草和棉花上作过应用,在其它作物不一定可行或者可能表现得不稳定。希望它失败不如禁止它的使用更为有效。何况终止子基因还有可能从烟草或棉花上进行扩散。即使是某种作物偶尔发生种子不能萌发的情况,由于这样的偶尔发生的事件,已足够让农民惊吓得不敢留种。智利

的一个称为教育和技术中心(CET)组织要求禁止终止子技术 ,把这技术称为“ 农业的中子弹 ”。

5 结束语

CGIAR 已把终止子技术的问题分析得很清楚 ,其初衷明显地是为了对其开发的转基因作物的知识产权保护服务的 ,但是带来的后果是严重的。尽管可能会在解决转基因作物由于转基因逃逸所带来的生态风险问题 ,但这项技术所带来的严重后果将与转基因逃逸是不可相比的。从另一个角度考虑 ,这可能又是由于遗传工程引起的一种新的生物安全的问题。

参 考 文 献

1 Mikkelsen T R , Andersen B , J rgensen R B. The risk of crop transgene spread. *Nature* ,1996 **380** :31
2 钱迎倩 ,马克平. 经遗传修饰生物体的研究进展及其释放后对环境的影响. *生态学报* ,1998 **18**(1) :1 ~ 9
3 Crouch M L. How the Terminator terminates :an explanation for the nonscientist of a remarkable patent for killing second generations seeds of crop plants ,[http ://www. bio. indiana. edu/ people. terminator html](http://www.bio.indiana.edu/people/terminator.html)
4 Anonymynous. Terminating food security ?[http ://www. rafi. org/pr/release 15. html](http://www.rafi.org/pr/release15.html) ,1998
5 Anonymynous. Terminator technology. *The Gene Exchange* ,1998 , Fall/ Winter ,1998 ,4
6 Anonymynous. Terminator seeds rejected by global network of agriculture experts. [http :// www. rafi. org/pr/re-lease 23. html](http://www.rafi.org/pr/release23.html) ,1998