

转基因作物及其生物安全性

张竞秋, 张丽, 哈斯阿古拉

(内蒙古大学生命科学学院, 呼和浩特 010021)

中图分类号: S603.6 文献标识码: B

文章编号: 1001-0009(2004)04-0080-02

自从 1983 年第一株转基因植物诞生以来, 全球抗虫、抗病、抗除草剂和品种改良的棉花、水稻、大豆、玉米等转基因作物已达 120 多种, 种植面积 4 700 多万 hm^2 (公顷)。1993 年, Colgene 公司研制的延熟保鲜转基因番茄在美国被批准上市^[1], 开创了转基因植物及其产品商业化的先河。随后, 转基因植物迅速步入了商品化的轨道, 1995 年~1998 年全球转基因作物的销售额由 0.75 亿美元猛增到 12~15 亿美元, 4 年间增加了 20 倍。迄今美国已批准 50 种转基因植物产品商业化, 占耕地面积的 1/4 其中, 抗除草剂大豆、抗虫棉、转基因玉米分别占该作物种植面积的 30%~55%, 市场上已有近 4 000 种食品来自遗传工程体^[2~4], 转基因植物已经并正在以不可阻挡之势迅速地改变着我们的生活。

1 植物基因工程在农业中的应用

1.1 抗病植物基因工程

到目前为止科学家已经从不同的植物中获得了 30 多个抗病基因。目前, 已相继证实了植物病毒基因组部分序列的 cDNA、卫星 RNA、核酶^[5]、外壳蛋白(CP)^[6]、复制酶、蛋白酶、移动蛋白等均在多种植物上产生不同程度的保护作用^[7,8]。最近又开发了针对多种病毒的抗病毒基因, 如核糖体失活蛋白(RIPs)基因及双链 RNA 特异性核酸酶基因^[7], 病原物的无毒基因和异源植物抗病基因也已用于抗病研究^[9,10]。

1.2 抗除草剂植物基因工程

抗除草剂转基因植物主要有两种类型: 修饰除草剂作用的靶蛋白, 使其对除草剂不敏感, 或过量表达以使植物受到除草剂作用后仍能进行正常代谢; 引入酶或酶系统, 在除草剂发生作用前将其降解或解毒^[1]。抗除草剂转基因植物在北美和其他许多国家抗除草剂的农作物已被广泛应用。

1.3 抗虫植物基因工程

近年来, 苏云金杆菌(*Bacillus thuringiensis* Bt)合成的毒素是研究最多、最有效, 也是应用最广的微生物杀虫剂, 能特异杀死鳞翅目昆虫, 对人畜无害。与普通棉花相比, Bt 抗虫棉的平均产量可提高 80%~87%^[11]。



第一作者简介: 张竞秋, 女, 1969 年生, 助研, 1997 年 7 月获得硕士学位。主要研究方向为植物分子生物学和基因工程, 先后主持省级科研项目 2 项, 参加国家自然科学基金项目 5 项和教育部重点项目 1 项。先后在核心期刊上发表论文 8 篇。

收稿日期: 2004-03-13

1.4 利用植物作为生物反应器

植物作为生物反应器具有微生物或动物细胞发酵系统所不具备的优点和极其巨大的潜力: 可对真核蛋白进行正确的翻译后加工, 形成活性分子, 不需要复杂的发酵产物后加工过程; 可利用自身丰富的底物, 而不需要昂贵的发酵底物, 成本相对低廉; 不涉及公众非常关心的有关转基因动物伦理道德的问题等^[12], 早期工作主要是试图改善食用蛋白质中必需氨基酸的含量, 近年又开辟了 3 个全新的领域: 利用转基因植物生产哺乳动物有关病原物的疫苗; 利用转基因植物生产哺乳动物单克隆抗体; 转基因植物生产工业用酶及蛋白^[13]。

1.5 其它类型的转基因植物

转基因植物还可用于油脂品质改良^[14]、食品中类胡萝卜素和各种维生素含量的提高、培育富铁食品黄金米、生物降解塑料^[15]等方面。通过转基因技术可能使植物具有高产、优质、耐严寒、抗高温、耐盐碱、抗倒伏等优良性状, 还可以改变花的某些特性, 如黄色牵牛花已培育成功。澳大利亚培育出品名为“Moon dust”的开淡紫色花, 具有可人的花色和较长的切花插瓶寿命的转基因香石竹^[16]。

2 生物安全评估

人们在考虑生态环境风险问题时, 主要关注的是“基因漂流”(Gene flow)问题, “超级害虫”问题和对非目标昆虫的伤害问题, 以及由此造成的生态平衡被破坏的风险。下面就几种主要的转基因作物分析其可能出现的环境风险问题。

2.1 Bt 抗虫棉的安全性

苏云金芽孢杆菌所产生的 Bt 蛋白晶体可选择性毒杀鳞翅目昆虫, 将 Bt 蛋白基因转入棉花中, 可以获得高效的抗棉铃虫(bollworm)的转基因棉花。中国农业科学院对 Bt 棉花的安全性做了很多工作, 简要分析如下。

首先是对非目标昆虫的伤害问题, 农科院的研究表明, Bt 棉花对非目标昆虫及人畜是无毒的。其原因在于, Bt 晶体蛋白是一种无杀伤活性的前体蛋白, 只有在鳞翅目昆虫肠中的碱性条件下才可以转化为有活性的成熟蛋白, 它与昆虫肠细胞表面受体结合, 造成肠道穿孔从而把昆虫杀死。然而人畜肠胃系统是酸性的, 不存在使前体蛋白成熟的条件, 况且肠道细胞的表面也不存在与 Bt 蛋白结合的受体。其它非目标昆虫体内也同时具备 Bt 蛋白晶体作用的两个重要条件, 所以对目标害虫以外的生物不会构成威胁。

其次是关于“基因漂流”问题: 棉花是常异交植物, 主要通过虫媒传粉, 在 50 m (米) 处有低频率(0.03%)的异交率, 100 m (米) 以外范围不再有花粉漂流而引起的异交。鉴于我国不是棉花的起源地, 在自然界中不存在相关的野生种, 在农业生态条件下也不存在可与棉花杂交的相关杂草, 因此 Bt 基因的漂流并不是一个值得关注的安全生产问题。

再有就是“超级害虫”问题: 根据在实验室内进行的模拟汰选结果, 预测至少在 10 年内单价 Bt 抗虫棉花可以在生产上有效地控制棉铃虫。另一种杀虫蛋白——豇豆胰蛋白酶抑制剂(CpTI)则可抑制昆虫对蛋白质的消化, 引起饥饿和厌食。将 Bt/CpTI 双价抗虫基因转入棉花可明显延缓棉铃虫种群对 Bt 产生抗性, 所以“超级害虫”也不大可能产生, 但仍需要对害虫进行监控, 并采取“高剂量/庇护所”的策略, 以降低害虫的抗药性。

2.2 转抗除草剂基因谷子的安全性

王天宇等人研究了转抗除草剂基因狐尾谷 (*Sataria italica*) 与其亲缘野生种绿尾谷 (*S. viridis*) 之间发生基因漂流的机会。他们通过试验数据表明, 栽培株和野生株在 0.03 m (米) 处可发生基因漂流的频率最高为 1.14%, 随着距离的增加, 这种频率急剧降低。加之这两种谷类是自花受粉植物, 所以狐尾谷的野生亲缘株几乎不可能获得抗除草剂基因而成为“超级杂草”。Mary 等人对抗除草剂油菜的研究也得出了类似的结果, 杂草获得抗性基因的机率是很小的^[16]。

2.3 抗病毒转基因植物释放的安全性

将病毒的 CP (coated protein) 基因转入植物体中, 可使植物获得抗病毒特性, 该思路是由 Hamilton 于 1980 年提出的, 1987 年根据此原理在世界上首次获得了抗 TMV 感染的转基因烟草。对于这类转基因植物, 人们普遍关心的问题主要包括: 转基因植物是否会产生新病毒? 转基因植物是否会加重其它病毒侵染后的症状? 归纳起来, 这些转基因植物的风险主要有: 重组 (Recombination)、异源包壳 (Heterologous encapsidation) 和协生作用 (Synergism)^[11]。所有这些风险都涉及到来源于病毒的基因与侵染转基因植物的另一病毒基因组之间的相互作用。世界上有许多科学家对此做了很多试验, 根据周雪平的研究, 目前可以得出以下结论: 重组和异源包壳对环境的影响很小, 而协生作用有一定风险, 另外新致病核酸的产生也可能存在风险, 需要进一步深入研究。

3 展望

转基因植物的出现与发展引起了人们极大的关注, 这些担忧主要集中在其对使用者的安全性, 具有多种抗性基因的超级杂草和具有高度抗药性的农业害虫的出现, 对非目标生物的危害, 对生态平衡和生物多样性的影响, 大范围环境释放可造成的其它非预期效果或积累效应等。人们虽然在转基因作物及其产品的定性及定量检测技术、风险评估、环境释放的管理、市场标签制度等方面进行了大量研究, 但风险的防范和化解最终有赖于转基因作物本身的发展与成熟。

参考文献:

[1] 周国辉, 李华平. 转基因植物及其应用[J]. 热带作物学报, 2000,

21(3): 70~76.

[2] 钱迎倩. 转基因作物的利弊分析[J]. 生物技术通报, 1999, (5): 7.

[3] Willmitzer L. Plant biotechnology: output traits — the second generation of plant biotechnology products is gaining momentum[J]. Current Opinion in Biotechnology, 1999, 10(2): 161~164.

[4] Dale P J. Public reaction and scientific responses to transgenic crops[J]. Current Opinion in Biotechnology, 1999, 10(2): 203~208.

[5] Duan Y P, Powell C A, Purifull D E, et al. Phenotypic variation in transgenic tobacco expressing mutated geminivirus movement/pathogenicity (BC1) proteins[J]. Molecular Plant Microbe Interaction, 1997, 10(9): 1065~1074.

[6] Wang G L, Song W Y, Ruan D L. The clone gene Xa21 confers resistance of multiple *Xanthomonas oxyzae* pv. *Oxyzae* isolates in transgenic plants[J]. Mol Plant — Microbe Interact, 1996, 9: 850~855.

[7] 李枫, 宋艳如. 转基因工程的手段提高植物中淀粉含量[J]. 植物学通报, 1995, 12: 6.

[8] Herbers K, Sonnewald U. Production of new/modified proteins in transgene plants[J]. Current Opinion in Biotechnology, 1999, 10(2): 163.

[9] Murphy D J. Production of novel oils in plant — microbe interaction[J]. Current Opinion in Biotechnology, 1999, 10(2): 175~180.

[10] Richard J. Mahoney. Opportunity for Agricultural Biotechnology. Science 2000, 288: 815.

[11] Hood E E, Jilka J M. Plant — based of xenogenic proteins[J]. Current Opinion in Biotechnology, 1999, 10(3): 382~386.

[12] 丁勇, 吴乃虎, 陈春霞等. 基因工程与农业[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 1994. 164~176.

[13] Mol. J. Comish. E. Mason. J. et. al. Novel coloured flowers[J]. Current Opinion in Biotechnology, 1999, 10(2): 198~201.

[14] 王忠华, 夏英武. 转基因植物报告基因 *gus* 的表达及其安全性评估[J]. 生命科学, 2000, 12(5): 207~209.

[15] 贾士荣. 转基因植物的环境及食品安全性[J]. 生物工程进展, 1997, 17(6): 37~42.

[16] Mary A. Rieger, Michael Lamond, Christopher Preston et. al. Pollen — Mediated Movement of Herbicide Resistance Between Commercial Canola Fields Science 2002, 296: 2386~2388.

经实践证明, 采用天然无公害杀虫剂防虫具有安全、经济有效等优点, 它无污染、无残留、速杀性强、持效期短、配制简便、经济实用、功效独特, 是生产天然无公害蔬菜的有效途径。现将几种常用方法介绍如下:

草木灰杀虫法: 草木灰是重要的农家肥, 它含有丰富的钾等矿物质, 有极好的防虫效果, 可用于防治葱蝇、根蛆、蚜虫、金龟子等。其使用方法有 3 种: 一是土壤施用, 每 667 m² (平方米) 用草木灰 30 kg~40 kg (公斤), 最好施于种植沟穴内, 播种或定植后再覆土, 可防治根除虫害; 二是直接撒施, 将草木灰经研磨过筛后于早晨露水未干时喷施于害虫为害部位, 每 667 m² (平方米) 用草木灰 1 kg~2 kg (公斤); 三是喷洒灰液, 将 3 kg (公斤) 草木灰加 10 kg (公斤) 浸泡 3 d (天), 滤渣后喷洒草木灰浸出液, 每 667 m² (平方米) 用草木灰 50 kg (公斤)。

烟草灭虫法: 烟草杀虫, 安全无公害, 原料广泛, 成本低廉, 杀虫力强, 它主要用于防治蚜虫、椿象、蝇蛆

等。配制时将烟草与水按 1:40 比例称取, 先将烟叶撕碎后用, 10 份开水浸泡并加盖盖好, 待水温降至 20 ℃ 时, 将浸透的烟叶揉搓, 直至无较浓汁液时捞出烟叶, 放入另外的 10 份水中继续揉搓。如此反复揉搓 4 次后滤渣捞出烟叶, 将烟汁全部混合, 用于田间防虫, 每 667 m² (平方米) 用草木灰 50 kg (公斤)。

蓖麻叶杀虫法: 蓖麻, 原料易得, 杀虫效果好, 喷施后对作物还有追补有机肥之效。此法可有防治蔬菜蚜虫、菜青虫、蝇蛆、地老虎、金龟子、小菜蛾等多种害虫, 可将蓖麻叶捣汁加水 3~5 倍, 浸泡 12 h (小时) 后喷洒叶面。也可将蓖麻叶晒干研粉后掺土施用。还可将蓖麻子油渣加水 5 倍, 揉搓浸泡 12 h (小时), 施用时选择晴天黄昏时喷洒, 每 667 m² (平方米), 用药液 20 kg~40 kg (公斤), 注意随配随用。

(黑龙江省克山县农业科学技术推广中心, 161600)

菜田无公害防虫技术

王婉莹 吴秀华