

文章编号: 1003-8701(2001)05-0026-05

转基因植物的研究与应用

程焉平

(四平师范学院生物系, 吉林 四平 136000)

摘要:介绍了转基因植物的主要研究方法及其在各个领域中的应用现状, 并对其今后的应用前景加以展望。

关键词:转基因技术; 转基因植物; 遗传转化; 生物安全

中图分类号: Q943.2

文献标识码: A

自 1983 年第一株转基因植物问世以来, 转基因植物的研究和应用在世界各国蓬勃开展。所谓转基因植物就是植物细胞或组织经遗传转化后, 进行组织培养长出愈伤组织, 再经诱导所分化出来的完整植株。转基因可以使优良的生物基因在不同种生物之间进行交流, 从而弥补单一生物种类中的遗传资源不足, 丰富种质库。转基因植物的研究在目前的生物技术领域中最为活跃, 具有十分广泛的应用前景。

1 植物转基因技术

1.1 土壤农杆菌介导转化技术

革兰氏阴性菌根瘤农杆菌 (*Agrobacterium tumefaciens*) 是一种植物病原菌, 通常只能感染双子叶植物的受伤部位。农杆菌携带一种称为 Ti 的质粒 (tumor-inducing plasmid), 该质粒含有一段 NDA, 称 T-DNA (transfer-DNA), 它能转移并整合到植物组织中, 并导致冠瘿瘤 (crown-gall) 的形成。不含有 Ti 质粒的土壤农杆菌不能诱导冠瘿瘤产生。

利用 Ti 质粒对植物进行遗传转化的最基本方法是将目的 DNA 片段插入 T-DNA 区, 然后通过土壤农杆菌和 Ti 质粒将其送入受体植物并整合到植物细胞的基因组内, 使之得到遗传转化。

土壤农杆菌介导的基因转移是目前最常用的获得转基因植物的方法。由于近几年来在载体系统和转化方法上的不断完善, 土壤农杆菌介导的基因转移不仅局限于其天然寄主双子叶植物范围内, 在转化水稻、玉米和小麦等单子叶植物上也取得了重大的突破。例如, Ishida 等 1996 年在玉米上获得了 5%~30% 的转化率, Hiei 等 1994 年在水稻上获得了 29% 的转化率。就目前的情况看, 土壤农杆菌介导的基因转化关键在于找到合适的组织培养和再生技术。

1.2 基因枪技术

由于土壤农杆菌转化技术在单子叶植物上的局限性, 目前, 多数研究者倾向于使用基因

收稿日期: 2001-03-26

作者简介: 程焉平, (1954-), 男, 四平师范学院生物系副教授, 从事遗传学教学。

枪技术(bioliistics)对单子叶植物进行转化。基因枪技术 1987 年由 Sanford 等人发明,是目前最有前途的植物 DNA 转移系统之一。其方法是先用 CaCl_2 、亚精胺或聚乙烯醇沉淀 DNA,然后用 DNA 包裹直径约 1~4 μm 球状金粉或钨粉颗粒,再利用基因枪装置以火药爆炸力或压力为动力,把包裹了 DNA 的微粒加速到约 300~600 m/s 的高速度,穿过植物细胞壁及细胞膜进入细胞,并整合到植物基因组 DNA 中。通过基因枪技术,大豆、棉花、杨树、玉米、水稻、小麦及高粱等植物都得到了转化。此外,基因枪技术还可以用于将基因转入叶绿体和线粒体中,从而使转化细胞器成为可能。基因枪技术的缺点是整合入植物细胞基因组中的外源基因通常是多拷贝的,这有可能导致植物本身的某些基因非正常表达及发生共抑制现象(co-suppression)。

此外,借助于 PEG、利用碳纤维、电泳、浸泡、花粉管通道以及超声波等方法也有成功转化植物的报道。

2 植物转基因技术的应用

目前,转基因植物主要是在提高植物抗性、改善植物品质以及利用植物作为生物反应器等方面进行了大量的研究,并已取得了令人瞩目的成就。

2.1 提高植物的抗性

农业病虫害、杂草等对粮食生产的影响是巨大的,而转基因植物品种的最大优点之一就是在不增加农药使用量的前提下确保或提高粮食产量。

2.1.1 培育转基因抗病植物品种

抗病性育种是转基因技术应用的重要目标之一。目前,人们使用最广泛的方法是利用弱病毒的外壳蛋白基因或其它基因转化植物,从而获得对强毒株病毒的抗性。1986 年,Beachy 等率先将 TMV 外壳蛋白基因置于 35S 启动子的控制之下转入烟草,获得了转 TMV 外壳蛋白基因的植株。大田实验结果表明,在接种了 TMV 之后,转基因植物只有约 5% 的植株得病,几乎不减产;而对照组植株的发病率为 99%,减产约 26%~35%。另有研究表明,玉米矮花叶病毒(MDMV)B 株系外壳蛋白在转基因植株中表达出对 MDMV 的抗性。此外,利用反义 RNA 介导、转入缺损的复制酶基因、干扰运动蛋白以及卫星 RNA 介导等方法也获得了一定程度的进展。

我国在转基因抗病性育种方面也取得了可喜的进展。据 1996 年统计,当时正在开发的抗病毒基因有 33 种,抗细菌病害的基因有 8 种,抗真菌病害的有 7 种。有的已经开始进行环境释放试验或大田试验。1998 年农业部批准了北京大学研制的转基因抗黄瓜花叶病毒甜椒“双丰 R”和转基因抗黄瓜花叶病毒番茄“8805R”的商品化生产。

2.1.2 培育转基因抗虫植物品种

全世界每年因虫害所造成的损失达数千亿美元,而每年所使用的化学杀虫剂的总金额在 200 亿美元以上。更不幸的是,使用化学杀虫方法所造成的生态污染将使人类付出难以用金钱衡量的代价。

1981 年,Schnepf 等人首次成功地克隆了第一个编码 Bt 杀虫晶体蛋白基因,揭开了转基因抗虫育种的序幕。迄今已经分离出 4 万多个 Bt 菌株,68 个亚种,对 45 个杀虫晶体蛋白序列进行了分离测定。经过优化的 Bt 基因已成功地导入烟草、玉米和棉花等多种植物中,获得了一大批转基因抗虫品种和种质资源。Bt 基因已成为植物基因工程及转基因育种最具有应用前景的抗虫基因。

目前,已经批准或即将批准的转 Bt 基因作物在 21 种以上。在美国,转 Bt 基因作物的种植面积已超过 20 万 hm^2 。在我国,只有转 Bt 基因的抗虫棉得到了商品化生产。由浙江大学与加拿大渥太华大学合作研究的转 cryIA(b)Bt 基因水稻有希望成为国际上第一个商品化的转基因水稻品种。

2.1.3 培育转基因抗除草剂植物品种

尽管每年全世界生产除草剂的费用高达 100 亿美元以上,但杂草的危害仍然使全球的粮食产量减少 10%。而且大多数除草剂都无法完全识别作物与杂草。培育抗除草剂的转基因植物将会弥补这方面的不足。

1986 年首次进行了抗除草剂转基因烟草的田间试验。目前,抗除草剂草甘膦(glyphosate)的转基因作物已培育成功。此外,如抗咪唑啉酮除草剂的 IMI-玉米、抗稀禾定的 SR-玉米和抗 glufosinate 的玉米品种均已进入田间试验或商业化生产。

2.1.4 培育抗旱、耐盐、抗寒、耐高温的转基因植物品种

根据植物的抗旱机理,目前认为转基因抗旱品种的选育应该是转入多种共同作用的外源基因,如控制无机盐运出体外的基因及具渗透调节作用的蛋白基因等。在培育抗旱转基因植物品种中有意义的基因大多也可以用于培育抗盐植物,特别是一些与调节渗透压有关的蛋白基因等。

有关转基因抗寒、耐高温的研究已有报道,获得的转基因植物有:烟草、水稻和甜椒等。此外,研究人员正在尝试将鱼的抗冻蛋白及其基因转入植物中,并已获得了转鱼抗冻蛋白的烟草和番茄。2000 年, Nature Biotechnology 报道:日本九州大学已培育出一种可在高温下维持光合作用的转基因烟草。另外, Breusegem 等于 1999 年报道,利用质体转化技术将拟南芥菜的 FeSOD 和 *Nicotina plumbaginifolia* 的 MnSOD 基因导入玉米,获得了抗寒的转基因玉米。

2.2 改善植物的性状和产品品质

2.2.1 改善植物的性状

在雄性不育的育种中,有关核基因(NMS)由于获得的不育株的百分率低而很少利用,转基因技术将使之成为可能。目前,已获得一批雄性不育的转基因植物,如烟草、玉米、油菜和马铃薯等。

2.2.2 改善植物产品品质

人们正在研究用基因工程的方法提高植物种子中的某种氨基酸和油分的含量以及增加植物种子中氨基酸和蛋白质的种类。这方面的工作在番茄、莴苣、大豆、油菜等植物中都取得了较理想的进展。

2.3 利用转基因植物作为生物反应器

自 20 世纪 90 年代初开始进行生物反应器研究,至今已育成表达多种外源基因的转基因植物。如烟草(Kumagai 等)、番茄(Hamamoto 等)、马铃薯(Usha 等)、油菜(Van de kerckhove 等)、玉米(Hood 等)。由于植物作为生物反应器具有其自身的优势,如不含有潜在的人类病原、上游生产成本低、转基因植物自交后代的遗传性状稳定等,所以,近年来有关转基因植物反应器的研究与应用也发展的很快。

1989 年 De Zoeten 等用转基因芜菁生产出用于抗病毒的干扰素,1993 年 Higo 等用转基因烟草生产人类的表皮生长因子,1995 年 Bosch 等用拟南芥菜生产人类生长激素,1997 年 Hood 等报道了通过转基因玉米生产鸡蛋抗生素白蛋白,并已进入商业化生产。

此外,利用转基因植物生产糖类物质、可降解塑料等方面的研究也十分活跃。随着转基因

因技术的不断发展,作为生物反应器的植物将有可能成为药物、食品的主要生产者。

转基因植物作为生物反应器尚需改造的是:①提高植物中外源蛋白的表达量;②降低下游生产成本;③减少或避免纯化过程。

3 植物转基因技术的安全性

自世界上第一株转基因植物问世以来,已有数十种乃至上百种转基因植物在世界各地的实验室中诞生,但在世界范围内获准大面积种植的转基因作物品种只占其中的一小部分。其主要原因就是出于安全性方面的考虑。在生物安全性上人们主要考虑以下 8 个方面的问题:

①具有诸多抗性的转基因植物的大面积种植将可能通过各种途径释放到自然环境中去,这将有可能影响自然界的生态平衡。

②转基因植物中的外源基因有可能通过杂交等方式扩散到自然种群中去,形成人们意想不到的有害植物种类。

③转入植物的标记基因(特别是抗生素基因),有可能通过某种途径扩散到其它微生物中并产生新的具有抗药性的病原物。

④某种单一的转基因植物的大量种植可能会引起生物多样性的改变。

⑤转基因植物是否会改变与之相关的物种进化速率(如害虫抗性的进化速率)。

⑥转基因植物中的标记基因是否会具有毒性,从而引起人们在食用转基因植物食品时发生过敏反应。

⑦转基因植物的产品是否会引起食用者发生不良反应。

⑧转基因植物是否会给农业生产带来不利影响,如“终止子技术”的运用将会影响农业生产的持续性。

4 转基因植物的应用前景

目前,人类社会所承受的最大压力是全球 60 亿以上的人口数量,而且这种压力每天都在增长。人口专家指出,即使计划生育进行的顺利,世界人口达到 100 亿的时间也不会超过 2050 年。面对如此巨大的人口压力,人类首先必须解决的问题是食物短缺。从长远看,现行的这种以大量的消耗(包括能源在内)自然资源和对环境的不可逆破坏为代价的集约化农业生产方式是不可持续的。因此,传统的农业生产已根本不可能继续满足未来世界人口对粮食的需求。在这样的背景下,以转基因技术为核心的生物技术必将历史地成为新一轮“绿色革命”的主要角色。就目前的实际情况看,全球的转基因植物研究与应用的发展极为迅猛。至 1999 年,全球的转基因作物种植面积已近 4 000 万 hm^2 ,转基因作物的销售额达到了 23 亿美元。客观地讲,目前再去讨论应不应该接受和发展转基因技术及其产品已没有什么意义了。而当务之急是如何运用好此项技术来为人类的生存与发展提供更多、更好和更安全的食品,同时,尽最大可能地减少或避免转基因植物产品可能出现的潜在负面效应。

为了使转基因植物的研究与应用能健康的发展,以下几方面的问题必须得到解决。

①首先要解决转基因植物及其产品的安全性问题。这一问题的解决不仅关系到该项技术能否具有广阔的研究空间和发展潜力,更重要的是必须避免其对人类生存与发展可能产生的不利影响。

②必须对植物转基因技术及其产品的研究与开发加强法规化管理和宏观上的调控,这

关系到该项技术能否正常有序地发展。

③必须对社会公众进行有关转基因技术及其产品的宣传和教育,并设立较完善的咨询服务机构,这关系到消费群体对转基因产品能否具有主动的接受心态和较强的选择能力。如果转基因技术及其产品得不到公众较高度度的认可与接受,那将会使其失去生存与发展的最基本条件。

④必须尽早培育健康、规范的转基因产品市场,尤其在广告宣传上必须做到真实客观,从而让消费者具有安全感。

从科学发展的历史看,转基因技术极有可能是科学技术相对落后的国家与发达国家之间缩短差距的最后机会,但同时生物的遗传资源也有可能成为人类最后可以开发利用的资源。所以,转基因植物研究和利用的核心问题应该是既要发展,又要尽可能安全。前者是人类生存所必需的,而后者是该项技术健康发展的基础,两者缺一不可,相辅相成。

参考文献:

- [1] simm M·German geneticists get some relief[J]·Science, 1994, 263(7):23.
- [2] Gorden J W·Scangos G A·Plotkin D·et al·Genetic transformation of mouse embryo by microinjection of purified DNA [J]·Proc·Natl·Acad·Sci·USA, 1980, 77:7380—7382.
- [3] WHO Strategies for assessing the safety of foods produced by biotechnology·Report of a Joint FAO/WHO Consultation·World Health Organization·Geneva, 1991.
- [4] Wakayama T·et al·Full-term development of mice from enucleated oocytes injected with cumulus cell nuclei[J]·Nature, 1998, 394:369—371.
- [5] 贾士荣·转基因作物安全性争论及其对策[J]·生物技术通报, 1999, (6):1—7.
- [6] 钱迎倩·转基因作物的利弊分析[J]·生物技术通报, 1999, (5):7—11.
- [7] Nordlee J A·Tayler S L·Townsend J A·Thomas L A·Bush P K·Identification of a Brazil nut allergen in transgenic soybeans[J]·New England Journal of Medicine, 1996, (334):688—689.
- [8] Losey J E·Rayor L S·Carter M E·Transgenic pollen harms monarch larvae[J]·Nature, 1999, 399:224.
- [9] Birch A·Interactions between plant resistance genes, pest aphid populations and beneficial aphid predators[J]·Scottish Crop Res·Inst·Annual Report·Dundee, 1996, (7):68—72.

Research and Application of Transgenic Plants

CHENG Yan-ping

(Department of Biology, Siping Normal College, Siping 136100, China)

Abstract: The main research ways and it's applying situation of transgenic plant in all field were studied in this paper and it also viewed on future prospect.

Key words: Transgenic technology; Transgenic plant; Genetic transformation; Biology security

欢迎订阅 2002 年下列自办发行期刊

《天津农业科学》,季刊,每期定价 3 元,全年 12 元。地址:天津市南开区航天道 26 号天津农科院,开户银行:天津市建行园区支行,帐号:527—261022985—3,邮编:300192。

《植物遗传资源科学》,季刊,16 开本,64 页,每期定价 5 元,全年 20 元。地址:北京市中关村南大街 12 号中国农科院,邮编:100081,电话:(010)62186657。

《植保技术与推广》,月刊,每期定价 4.5 元,全年 54 元。地址:北京市朝阳区麦子店街 20 号,邮编:100026。

《湖北植保》,双月刊,A4,40 页,每期定价 2.5 元,全年 15 元。地址:武汉市武昌珞狮路湖北省植保总站,邮编:430070。

《农产品市场周刊》,全年 50 期,每期定价 2 元,全年 100 元。地址:北京复兴路 83 号专修楼 414 室,邮编:100856,电话:(010)66706616。