

文章编号:1003-8701(2005)01-0021-04

转基因水稻研究及其生物安全性问题

朴红梅¹,金成海²,王景余²,刘宪虎¹,方秀琴²

(1.延边大学农学院,吉林 延边 133400; 2.吉林省农业科学院水稻所,吉林 公主岭 136100)

摘要:利用基因工程技术将外源基因导入栽培稻,创造转基因水稻的方法为提高水稻产量、品质和抗性开辟了一条崭新的途径。重点阐述了转基因水稻的研究进展、存在问题、发展趋势及生物安全性问题和对策。

关键词:转基因水稻;生物安全性;趋势

中图分类号:S511;Q78

文献标识码:A

植物基因工程始于20世纪70年代,它是在基因突变和有性杂交的基础上,拓宽植物可利用的基因,利用相关技术将外源基因有目的、有计划地插入、整合到受体植物基因组中并在受体植株中得以遗传与表达,使受体植株获得新的性状,培育出新的优良品种。自1983年第1株转基因植物诞生以来,植物基因工程发展日新月异,研究成果显著。全球抗虫、抗病、抗除草剂和品质改良的棉花、水稻、大豆和玉米等转基因植物达120多种,种植面积4700多万 hm^2 ,12个国家进行了转基因作物的商品化生产。植物基因工程技术无疑已成为当今植物遗传育种改良的重要途径之一。

水稻是世界上最重要的粮食作物之一,为世界近一半的人口提供粮食。人们对水稻遗传转化和育种利用进行了深入细致的研究,取得了极大的成果。转基因水稻于1986年获得成功,1988年又有3个实验室分别获得了转基因水稻植株。近几年水稻基因工程更是取得了突飞猛进的发展,一批抗病虫、抗除草剂、抗盐和品质改良的转基因水稻植株相继获得。粳稻基因组第4号染色体的精确测序以及籼稻基因组“精细图”的完成更是奠定了水稻基因工程快速发展的坚实基础。虽然,水稻基因工程取得了多方面成就,但目前全世界尚无转基因水稻被批准大面积种植的报道。

1 转基因水稻的研究现状

1.1 转基因水稻研究进展

水稻是最早应用转基因技术进行品种改良的作物之一。虽然全世界目前还没有真正在生产上发挥较大作用,但不同的基因,如谷蛋白、抗病、抗虫、抗病毒、抗除草剂和抗逆等基因已分别转入不同的水稻品种中。纵观其发展历程,利用转基因技术进行水稻遗传改良育种主要集中在以下几个方面。

1.1.1 产量与品质改良

产量与品质是由多基因控制的综合性状,个别外源基因的导入只能使基因组成成分中单一因子水平获得提高,对其综合水平没有显著影响。目前,水稻产量提高的基因工程技术主要是导入表达后可提高水稻光合效率的基因,提高单产,但离获得高产品种还相距甚远。在品质改良方面,Waxy基因转入水稻后,降低了稻谷中直链淀粉的含量,改善了米质。另外,富脯氨酸基因、富甲硫氨酸基因、赖氨酸基因及大豆球蛋白基因等都被成功导入水稻并获得转基因植株,对于开发特用稻米具有重要的意义。

收稿日期:2004-02-28

作者简介:朴红梅,女(朝鲜族),吉林省延边人,延边农学院在读硕士,主要从事水稻遗传育种研究。

1.1.2 抗病、虫性

日本成功将水稻条纹叶枯病毒蛋白基因 RSVCP 导入并获得转基因植株。Christou 将 Xa21 基因导入水稻,提高了水稻对白叶枯病和稻瘟病的抗性。何迎春等将烟草几丁质酶基因导入水稻获得了高抗纹枯病和稻瘟病的转基因植株。

用于水稻抗虫改良的外源基因主要有:苏云金杆菌杀虫结晶蛋白基因(Bt 基因)、昆虫蛋白酶抑制剂基因(PI 基因)和植物凝集素基因 3 种。导入 cryIA(b)、cryIA(c)基因的转基因植株经抗虫性检测后,表现出对二化螟、三化螟、稻纵卷叶螟有明显的致死效应。浙江大学应用 Bt 基因转化育成的“克螟稻”已通过浙江省科技厅鉴定,1999 年获准环境释放试验。

1.1.3 抗除草剂

20 世纪 80 年代,美国孟山都公司率先开展草甘膦抗性基因的转移研究和抗性品种的开发。随后,美国抗草胺膦和咪唑啉酮类除草剂的转基因水稻又相继问世。中国用于水稻抗除草剂的基因主要是 PPT 乙酰转移酶基因(bar),目前也已获得抗 Basta 水稻。

1.1.4 抗逆性

由于水稻抗逆基因定位、克隆和分离工作难度较大,抗逆转基因水稻研究报道不多。目前用于抗逆研究的基因主要有逆境诱导植物蛋白激酶基因、编码细胞渗透压调节物质基因、超氧化物歧化酶基因和防细胞蛋白质变性基因。现在已有部分基因导入水稻,获得具有抗旱、耐碱、耐盐和耐渍的转基因水稻植株。甜菜碱醛脱氢酶(BADH)基因转入水稻后获得的转基因稻株,表现出较强的耐盐性。应用 osg6B 作启动子,将淀粉酶的 Barnase 不育基因导入水稻获得水稻雄性不育系,为选育优良水稻不育系提供了新方法。Yokoi 将拟南芥菜的 3-磷酸甘油酯转移酶基因(GPAT)转入水稻后,显著提高了水稻叶片的抗低温能力。

1.2 转基因水稻存在的问题

水稻基因工程经过近 20 年的发展,已经达到一定的水平,但真正在生产上发挥较大作用的例子并不多见。在众多已分离出的基因中,像 Bt、Xa21、Bar 基因等有明显实用价值的基因很少。分离雄性不育和抗稻瘟病等重要基因还缺乏有效的方法。已经转化成功的转基因水稻由于某些原因无法投放市场,进行大规模商品化生产。

应用基因枪和农杆菌等转基因方法已经获得了许多转基因水稻植株,但其转化频率低、重复性差、随机性大和一定程度上的基因型的局限性等问题仍然存在,有时还非常严重。曾有个别籼稻高转化率的研究报道,但大多数籼稻品种愈伤组织生长速度慢、转化率低、再生困难。因此,提高转化效率,建立高效的基因转化系统仍有待于进一步解决。

另外,比较引人注目的是基因沉默现象,即转基因后代中存在不表达或表达量很低的现象。产生这种现象是因为转录时由于某种原因使启动失活或转录后 mRNA 被降解不能积累、插入的位点在异染色质上、导入的基因拷贝数多和导入的基因产生甲基化。此外,基因沉默还可能与转基因本身的重组和变异有关。从转基因的整体应用来看,基因沉默总是少数的。因此,只要转化效率高,从所得的大量转基因后代中选择表达力强而且稳定的即可。

外源基因因插入而引起的变异和组织培养过程中发生的变异也可能影响转基因水稻的应用价值。目前,外源基因整合到核基因组的整合机理尚不清楚,整合的 DNA 结构变异大、位点多、拷贝数多和遗传效应复杂。因此,在有性繁殖过程中传递的遗传规律比较复杂,稳定性较差。

2 转基因水稻的生物安全性

2.1 生态安全性

转基因水稻生态安全性所关注的焦点集中在:其环境释放后是否会产生外源基因逃逸并造成不可预料的危害;作为一个新物种是否对环境造成不利影响和破坏生态平衡等。

转基因水稻的外源基因逃逸是指用遗传工程方法转移到水稻品种中的单个或多个外源基因通过串粉或种子扩散转移到非转基因水稻或野生近缘种中(包括杂草)的现象。一旦发生此类情况,外源基

因就会传递下去或扩散开来,可能会提高野生稻或杂草的生态适应性,使其成为难以控制的“超级杂草”,导致自然的生物多样性发生变化,局部的生态平衡也会遭到破坏。同时,还要耗费大量的人力、物力对其进行根除。

转基因水稻的花粉、稻谷、稻草或根系的分泌物也可能被束缚在土壤颗粒中,产生毒性,危害土壤微生物种群以及野生动物,破坏生态。另外,转基因水稻也是食物链的基本成分,产生的毒性物质可能破坏食物链的组成。抗除草剂和抗药型的转基因水稻可以降低除草剂和农药的用量,但随着生物适应性的增强,又需开发新型的农药和除草剂,其结果只能是现有投入的更替和总体用量的增加,这必然会使环境遭到更严重的污染。

总之,转基因水稻是人工制造的新物种,释放到任何一个生态系统中,都会使原有物种的正常繁衍生息受到一定程度的干扰破坏。因此,在环境释放前,必须对其进行严格的生态安全性评价。

2.2 食品安全性

稻米是我国及世界最主要的食物来源之一,我国有一半以上的人以稻米为主食。因此,转基因水稻及其产品的安全性评价显得尤为重要。经转基因技术处理后的水稻是否使人产生过敏反应,长期服用会否患癌症等致命疾病是转基因水稻食品安全所关心的问题。1993年,经济发展合作组织(DECD)提出食品安全的“实质等同性”原则,具有此原则的可认为是安全的,不具有则要进行严格的安全性评价。世界卫生组织(WHO)和粮农组织(FDA)也得出结论,认为食物中转基因DNA本身无安全性问题。

转基因水稻产生的过敏反应可能是因为转入蛋白与已知过敏蛋白的氨基酸序列在免疫学上有明显的同源性,但目前尚无外源基因编码蛋白有过敏性的直接证据。同时转入的外源基因与其产物必须确保对人畜无害。如转入Bt杀虫蛋白基因的水稻,必须评价其安全性。现今,已有大量实验表明Bt基因只对少数靶昆虫有致死效应,对人畜绝对安全。

关于外源基因特别是抗生素基因能否水平转移至肠道微生物或上皮细胞,从而降低抗生素的临床治疗有效性?目前的结论是食用转基因食品后,绝大部分DNA已被降解,并在肠胃中失活。外源基因水平转移并表达的可能性极小,甚至不可能。

2.3 生物安全对策

任何新技术都存在不同程度的风险,因此,不能因为暂时还没有发生转基因植物危害人畜和生态环境的案例而忽视其安全性问题。在转基因植物投放市场前必须经过科学、严谨和长期的安全性评价,才可逐步扩大生产。转基因植物的生物安全对策是:

- ①坚持“实质等同性”原则,对环境和生态系统进行长期的跟踪研究,确认其生物安全性。
- ②制定转基因作物生产、加工和推广利用等方面的法律法规,严格控制其商品化进程。
- ③进一步完善产品检验和监督管理制度,加强转基因作物的安全性检测的力度。
- ④加大教育与宣传力度,增强人们对基因工程相关知识的了解,提高人们的认识程度。

3 展 望

植物基因工程技术作为育种工作的一个突破,拓宽了可利用的基因库。作为常规育种的有效补充,在提高农作物的抗虫、抗病、抗逆和品质改良方面都取得了令人瞩目的成就。尽管转基因作物的确存在着潜在的食品安全和环境安全以及技术方法等一系列问题,但决不能阻止其发展。在对待转基因作物的发展上,应该在严格的生物安全性评价基础上,在法律法规的约束下,制定完善的规范和标准,使其健康有序的发展。

参考文献:

- [1] 高玉杰. 植物基因工程的应用与研究进展[J]. 辽宁农业科学, 2003, (1): 28-30.
- [2] 王兴春, 等. 转基因植物生物安全标记基因[J]. 中国生物工程杂志, 2003, 23(4): 19-21.
- [3] 卢宝荣. 稻种遗传资源多样性的开发利用及保护[J]. 生物多样性, 1998, (6): 63.

- [4] 田文忠,等.植物抗毒素转化水稻和转基因植株的生物鉴定[J].植物学报,1998,40(9):803-808.
- [5] 卢宝荣,等.转基因稻是否会通过基因逃逸导致生态风险[J].自然科学进展,2003,13(1):30-35.
- [6] 饶荣华,等.转基因作物的安全性[J].湖北农业科学,2002,(5):27-30.
- [7] 王忠华,等.基因工程在水稻改良方面的研究进展[J].生物技术通报,1989,(2):5-8.
- [8] 扬友才,等.转基因水稻研究进展[J].湖北农业大学学报,2003,29(1):85-88.
- [9] 何迎春,等.含烟草几丁质酶基因的质粒 PBG1121 的构建及水稻转化[J].湖北农业大学学报,2002,28(2):93-96.
- [10] 梁雪莲.作物抗除草剂转基因研究进展[J].生物技术通报,2001,(2):17-21.
- [11] 朱冰,等.利用基因枪法获得可遗传的抗除草剂转基因水稻植株[J].中国农业科学,1996,29(6):15-20.
- [12] 孙国凤.在拟南芥和水稻中导入甜菜碱生物合成系统基因已确认其耐碱性[J].生物技术通报,1994,(6):40-41.
- [13] Zhang S P, et al. Transgenic elite indica rice varieties, resistant to *Xanthomonas oryzae* PV. *oryzae*. *Molecular Breeding*, 1998, (4): 551-558.
- [14] Yokoi S, et al. Introduction of the cDNA for *Arabidopsis* glycerol-33 phosphate acyltransferase (GPAT) confers unsaturation of fatty acids and chilling tolerance of photosynthesis on rice. *Molecular Breeding*, 1998, (4): 269-275.
- [15] 王启燕,等.禾谷类植物转基因技术研究进展[J].黑龙江农业科学,2003,(5):37-39.
- [16] 杨庆文.转基因水稻的生物安全性问题及对策[J].植物遗传资源学报,2003,4(3):261-264.
- [17] 贾士荣.转基因植物食品中标记基因的安全性评价[J].中国农业科学,1997,30(2):1-15.
- [18] 冯英,等.作物抗虫基因工程及其安全性[J].遗传,2001,23(6):571-576.

The Research of Transgenic Rice and Potential Biological Safety Problems

PIAO Hong-mei¹, JIN Cheng-hai², WANG Jing-yu², et al.

(*Agricultural College of Yanbian University, Longjing 133402, China*)

Abstract: Genetic engineering is a new method to create transgenic rice with foreign genes from other species. This method could be helpful to increase rice yield, quality and resistance to stress. Progress in research of transgenic rice, existed problems, prospects in the future, as well as biological safety problems and countermeasures were reviewed in the paper.

Key words: Transgenic rice; Biological safety; Prospect in future

(上接第 17 页)

3 讨 论

由表 3 分析结果可以看出,松辽 99-86 是值得重视和推广的品种,它主要表现为丰产性好、分蘖力(穗数)强、穗粒数多、结实率和千粒重高,连续 3 年试验,产量高且变幅小。说明松辽 99-86 既是高产型品种,也是一个稳产型的品种,而通 35 品种其穗长虽然大于松辽 99-86,但其穗粒数显著少于 99-86,这说明穗长并不等于穗粒数多。通过 2002~2004 年对松辽 99-86 与通 35 试验结果分析,初步明确了丰产性好的水稻品种,主要源于分蘖力强、成穗率高、穗粒数多和结实率高,为水稻育种工作者如何选育高产稳产型水稻新品种提供了具有参考价值的数据。

参考文献:

- [1] 都兴林.直立穗型超高产水稻品种生理特性的氮素调控及其应用、研究[D].沈阳农业大学博士论文.2000.
- [2] 张全德.农作物品种区域试验结果联合分析[J].浙江农业科学,1986,(6).
- [3] 莫惠栋.农业实验统计[M].上海出版社,1984,260-267.
- [4] 耿文良.北方稻区水稻新品种区域试验稳产性的研究[J].吉林农业科学,1987,(3):28-31.
- [5] 尹凤有.水稻的穗型参数[J].吉林农业科学,1987,(3):83-88.
- [6] 邱福林,邹国军.北方中早粳中熟组水稻品种区试结果综合分析[J].粳稻科技,1994,(1).