

小麦贸易及转入外源基因研究进展^{*}

栾凤侠¹, 陶 波²

(1. 黑龙江出入境检验检疫局, 哈尔滨 150001; 2. 东北农业大学, 哈尔滨 150030)

摘要: 随着小麦转基因技术进一步研究应用, 转基因小麦的商品化生产和进出口贸易已指日可待, 随之而来的是转基因小麦安全性和检验检疫问题。本文在前人研究基础之上系统地总结分析了小麦的贸易现状, 对转基因小麦的研究和商品化生产进展缓慢的原因进行分析, 并对目前小麦转入外源基因的研究进展情况进行了阐述。

关键词: 转基因小麦; 外源基因; 安全性

中图分类号: S 512.1 文献标识码: A 文章编号: 1002-2767(2005)01-0046-03

The Progress of Wheat Trade and Transferring Exogenous Gene to Wheat

LUAN Feng-xia¹, TAO Bo²

(1. Heilongjiang Entry — Exit Inspection and Quarantine Bureau, Harbin 150001; 2. Northeast Agricultural University, Harbin 150030)

Abstract: With the study and application of wheat transgenic technique, commercial production and import—export of transgenic wheat can be expected soon. The problem of the safety of transgene wheat and test—quarantine will be coming. On the basis of predecessors study, this paper summerized the wheat trade situation, research of transgenic wheat and slowmoving reason of transgenic wheat commercial production. The study progress of transferring exogenous genes to wheat was expounded either also.

Key words: transgenic wheat; exogenous gene; safety

小麦是重要的粮食作物之一, 全世界有 70% 以上的人口以小麦制品为主食, 同时小麦又是主要的贸易品种, 全世界几乎所有的国家和地区都不同程度地参与到贸易中。我国是世界上最大的小麦生产国, 尽管小麦产量居世界首位, 但我国仍是主要的小麦进口国之一。入世后, 中国春小麦于 2001 年首次实现对韩国大规模出口, 加入了小麦出口国的行列。近几年随着转基因技术的飞速发展, 2001 年全球转基因作物种植面积为 5 260 万 hm^2 , 转基因产品贸易也不断上升。在我国粮食的进出口贸易中不可避免地进口了转基因大豆、玉米、油菜子及相关转基因食品等, 仅 2002 年我国进口 1 300 万 t 大豆中有近一半为转基因大豆。随着转基因小麦技术的进一步发展, 转基因小麦的商品化生产和进出口贸易指日可待, 会出现转基因作物食品安全性和环境安全性问题。转基因作

物食品安全性问题主要考虑转入外源基因如抗生素、Bt 毒素等是否对人体有害、营养成分是否平衡、抗营养因子含量是否产生以及是否出现新的过敏原等。目前全世界 36 个国家和地区出台了转基因产品的法律和法规, 并对转基因产品进行标识, 各国对转基因产品都有不同的最低限量阈值(1%~5%)。因此目前急需解决的问题是对转基因产品进行检验。

本文在前人研究基础之上系统地总结分析了小麦的贸易现状, 对转基因小麦的研究和商品化生产进展缓慢的原因进行分析, 并对目前小麦导入外源基因的研究进展进行了阐述, 为制定我国转基因小麦检验检疫标准提供理论依据, 同时为转基因小麦育种应用及贸易发展提供参考。

1 全球小麦贸易现状

2002 年世界小麦产量达到 5.77 亿 t。世界主要

* 收稿日期: 2004-10-29

基金项目: 国家质检总局科研资助项目(2004IK084)

第一作者简介: 栾凤侠(1963—), 女, 黑龙江省人, 高级工程师, 从事转基因产品检验及科研工作。

生产小麦的国家和地区有:中国、美国、加拿大、澳大利亚和欧洲,2001年这些国家和地区小麦产量占世界小麦总产量的67.1%左右。世界小麦的主要出口国家为美国、加拿大、澳大利亚、法国、阿根廷。美国产量的50%、澳大利亚和阿根廷产量的70%、加拿大的80%以上都用于出口。2001年世界小麦出口总量为1.072亿t,其中5个主要的小麦出口国供应了8610万t,相当于80%的世界小麦出口总量。近几年,世界小麦贸易格局发生变化,非传统出口国印度、中国等小麦出口量上升很快。世界主要小麦进口国有独联体、中国、埃及、日本、巴西等。70年代以来,世界小麦贸易额迅速增长的主要原因是发展中国家小麦进口量不断增加。目前,发展中国家每年大约消费小麦1.5亿t,其中2/3靠国外进口,中国曾经是世界第一大小麦进口国^[1]。

尽管我国小麦产量居世界首位,但我国仍是主要的小麦进口国之一。小麦进口量2001年87万t,2002年100万t。从进口品种结构上看,由于近几年国内小麦生产数量基本能满足需求,进口品种主要有美国硬红冬麦、软红冬麦和硬红春小麦,加拿大的硬质红春麦,澳大利亚硬质白麦。小麦出口方面,由于品种和质量等多方面的原因我国小麦多年来一直没有出口,加入WTO后,曾于2001年4月首次实现饲料小麦的出口,至今已有100多万t饲料小麦出口到韩国、日本等国家。中国于2002年首次出口91.16万t食用小麦到印尼、菲律宾、新西兰、越南等国家。

自1984年植物转基因技术首次在烟草上获得成功以来,到目前为止全球利用转基因技术培育成功的转基因植物近200种。从转基因产品贸易看,1999年贸易量达5467万t,贸易额为1025亿美元^[1]。

2 转基因小麦的研究发展和商品化生产相对缓慢的原因分析

全球转基因作物中大豆、玉米、棉花、油菜和马铃薯等作物已经大面积应用商品化生产,获得了很好的经济效益和社会效益,但作为主要粮食作物之一的小麦转基因技术研究进展速度却相对缓慢。主要原因是:一是受植株再生率低和基因型依赖性强等问题的限制,小麦组织培养技术尚不成熟;二是小麦转化受体单一,主要是未成熟胚及其衍生物;三是农杆菌转化单子叶植物特别是转化小麦机理方面尚缺乏系统深入的研究;四是转化方法过多,使用基因枪法,而忽视了花粉管导入方法等的利用;五是小麦本身为异源六倍体植物,基因组多而复杂,导入外源基因的丢失、

沉默与修饰更为严重等^[3~5]。转基因小麦商品化生产速度缓慢的原因是:几年来尽管转基因玉米和大豆已经在市场上投入使用,但是通常多作为动物饲料和榨油用。而转基因小麦将直接被食用,因此由于其安全性和国际市场贸易技术壁垒等多方面的原因,使转基因小麦在市场上将会面临着更大的挑战。面制品如面包和面条内转基因蛋白将不会被除去,因此这些面制食品将被打上转基因标签^[6]。

3 世界第一例转基因小麦的命运

美国Monsanto公司研制的抗草甘膦除草剂转基因小麦(Roundup Ready)是世界第一例转基因小麦,但在正式投放市场之前却受到世界主要小麦进口国买主和消费者的强烈反对。2002年底美国小麦协会在对小麦买家、面粉加工厂和最终用户进行调查后发现,持反对意见的占压倒性多数。中国、韩国、日本等亚洲国家,加拿大和欧洲国家的小麦进口商都表示不会购买或使用转基因小麦品种。然而美国是世界上最大的小麦出口国,年出口50亿美元,占农作物出口一半,美国农民担心种植转基因小麦会威胁美国小麦出口。2004年5月11日Monsanto公司正式声明,中止推广世界第一例转基因小麦。同时正在等待其他种类转基因小麦投放市场后,公司将正式推出转基因小麦,这个时间大约在未来的4~8年左右^[6]。但小麦的业内人士认为,这个时间大约在2006年。

4 小麦转基因技术研究应用进展情况

小麦的基因转化自1992年获得突破后研究进展很快,到目前为止,已经成功地将抗除草剂、抗病、抗虫、抗逆性、改良品质和雄性不育基因转入小麦植株并得到表达^[7]。

美国Monsanto公司研制成功的世界第一例抗草甘膦除草剂转基因小麦(Roundup Ready)已经通过安全性试验。目前正在田间释放的转基因小麦品种有:德国艾格福公司创制的抗草铵膦转基因小麦(Liberty Link Wheat);美国氰胺公司创制的抗咪唑啉酮转基因小麦(IMI-Wheat)^[8];美国农业部研究中心研制的高蛋白(ARS)转基因小麦(蛋白质高达50%左右)^[9];澳大利亚抗虫和耐镇草宁除草剂转基因小麦^[10];河北农大培育的抗蚜虫(GAN)转基因小麦(减少植株蚜虫70%以上)^[11];中国农大培育的抗小麦黄花叶病毒(WYMV)的转基因小麦(同时增产38%);以及抗白粉病基因、抗赤霉病基因、抗黄矮病基因转基因小麦扬麦10号、生抗1号、张春19^[12,13]。北京农林科学院培育的高分子量谷蛋白亚

基转基因小麦^[14]和河南农大抗穗发芽转基因小麦新品系已经进入中试阶段^[15]。

5 小麦转基因中应用的主要基因

5.1 最常用的外源标记基因(报告基因和选择标记基因)

最常用的外源标记基因有:GUS(β -葡萄糖苷酸酶基因)、CAT(氯霉素乙酰转移酶基因)、LUC(荧光素酶基因)、Bar(来源于杆菌的草丁膦乙酰转移酶基因)、NPT II(新霉素-3'-磷酸转移酶基因)、Hpt(潮霉素磷酸转移酶基因)、GFP(绿色荧光蛋白基因)、SGFP-S65T(合成的绿色荧光蛋白基因)、C1/Lc(花色素苷生物合成促进基因)、uidA(β -葡萄糖苷酸酶基因)及 Basta、EPSPs、Bxn、CP4 和 GOX 因素。

5.2 已经转入小麦并在小麦植株中得到有效表达的目的基因

5.2.1 抗除草剂类基因 Bar、Basta、EPSPs、Bxn、CP4、GOX(草甘膦氧化还原酶基因)和 bxn(抗溴苯腈硝胺酶基因)。

5.2.2 改良小麦品质的基因 ARS(高蛋白)基因;HMW-GS 1Ax1、1Dx5 和 1Dx10(高分子量谷蛋白亚基基因,改善烘焙品质和面筋强度)。

5.2.3 抗虫基因 Bt(苏云金芽孢杆菌毒蛋白基因);GNA(雪花莲凝聚素基因,抗蚜虫);API-A、API-B(慈菇蛋白酶抑制剂基因,抗鳞翅目、双翅目、鞘翅目害虫)。

5.2.4 抗病基因 GLPs(类萌芽素蛋白基因)、TLP(水稻蛋白基因)、RIP(大麦种子核糖滞活蛋白基因,抗真菌病)、Ds(玉米 Ds 转座子基因)、Chitinase(几丁质酶基因,抗真菌病)、BYDV-GPV(大麦缺失复制酶基因,抗黄矮病毒病)、Stilbene synthase(藜芦醇合成酶基因)、NP-1(来源于哺乳类动物的免疫防御素基因)、BADH(甜菜碱脱氢酶基因)。

5.2.5 嵌合雄性不育类基因 Barmse(核糖核酸酶类基因);细胞骨架蛋白基因;Anti-actin(雄性不育类基因)。

5.2.6 抗逆性基因 PSAG12-IPT(叶片衰老抑制基因)。

5.3 在小麦基因构建中常用外源启动子

在小麦基因构建中常用外源启动子有:35sRNA(花椰菜花叶病毒病启动子)、CaMV35s(花椰菜花叶病毒启动子)、Adh1(玉米 Adh1 基因的乙醇脱氢酶-1 启动子)、Act1(水稻肌动蛋白基因启动子)、

Ubiquitin(玉米泛素蛋白基因启动子)、PemuGN(人工重组型启动子)、Ca(水稻花药绒毡层特异性启动子)和 TA29(烟草花药绒毡层特异性启动子)。

5.4 在小麦基因构建中常用外源终止子

常用的有:NOS3'终止子^[1~5 16~18]。

参考文献:

- [1] 王广金.葡聚糖酶基因、高分子谷蛋白优质亚基基因转化小麦的研究[D].哈尔滨:东北农业大学博士论文,2002.
- [2] 檀琼萍,江昌俊.作物抗除草剂基因工程与抗除草剂转基因小麦的研究进展[J].安徽农业大学学报,2003,30(1):27-33.
- [3] 肖兴国,张爱民,聂秀玲.转基因小麦的研究进展与展望[J].农业生物技术学报,2000,8(2):111-116.
- [4] 奚亚军,路明.小麦转基因技术的研究现状及在育种上的应用[J].中国农学通报,2002,18(3):55-57.
- [5] 管延安,李根英.小麦转基因研究进展[J].山东农业科学,2002,(5):42-44.
- [6] 衣阿华.转基因小麦可能导致美国小麦出口损失一半[EB/OL].<http://www.ap88.com/public/shownewscountry.asp?id=27537&country=美国>,2003-03-11.
- [7] Anderson O D, Blechl A E. Transgenic wheat—challenges and opportunities[M]. USA: Transgenic Cereals American Association of Cereal Chemists, Paul, Minnesota 2000. 1-27.
- [8] 苏少泉.转基因抗除草剂作物与除草剂开发及应用[J].农药,2002 41(7):3-7.
- [9] 刘新.美国育出高蛋白转基因小麦[EB/OL].<http://www.aweb.com>,2001-06-22.
- [10] 雷.布林德尔.澳大利亚管理者批准了五种转基因食品[EB/OL].<http://www.Monsanto.com.cn/MediaCenter/international/>...,2003-12-01.
- [11] 孟山.中国抗虫转基因小麦育种成功[EB/OL].<http://www.Monsanto.com.cn/MediaCenter/DOMESTIC/.domesticoll>...,2003-11-23.
- [12] 卢良恕.可持续发展论坛[EB/OL].<http://www.sdinfo.net.cn/hintan/content/T1128.htm>—5k,2003-11-23.
- [13] 翟虎渠.中国农业科学院与中国农业高技术研究[EB/OL].<http://www.cafte.gov.cn/lxskyjq>,2003-05-21.
- [14] 张晓东,梁荣奇.优质 HMW 谷蛋白转基因小麦的获得及其遗传稳定性和品质性状分析[J].科学通报,2003,48(5):473-479.
- [15] 史俊庭.转基因小麦新技术进入中试阶段[EB/OL].<http://www.aweb.com.cn>,2004-0-15.
- [16] 赵化冰,马特英.小麦转基因方法的回顾、比较与展望[J].河北农业大学学报,2002,25(增刊):5-7.
- [17] Blechl A E, Anderson O D. Expression of a novel high-molecular-weight glutenin subunit gene in transgenic wheat[J]. Nature biotechnology, 1996, 14: 875-879.
- [18] Barcelo P, Hagel C, Becker D., et al. Transgenic cereal (tritordeum) Plant obtained at high efficiency by microprojectile bombardment of inflorescence tissue[J]. Plant J, 1994, 5: 583-592.