

文章编号 :1003-8701(2008)06-0038-03

转基因技术在我国小麦遗传改良方面的研究进展

姜 昱,王玉民,王中伟*,林秀峰,马 瑞,刘志铭

(吉林省农业科学院生物技术研究中心,长春 130033)

摘 要 :小麦作为我国的主要粮食作物,对其进行基因工程改良已成为研究的热点。其转基因遗传改良受到科学家们的广泛关注。自 1992 年第 1 例转基因小麦问世以来,小麦转基因研究进展迅速。本文主要对转基因技术在我国小麦遗传改良(如改善品质、提高抗病虫性、抗除草剂、抗旱耐盐碱以及抗穗发芽能力等)方面的研究进展进行了概述。

关键词 :小麦;育种;转基因技术

中图分类号 :S512.103.53

文献标识码 :A

Application of Transgenic Technology to Genetic Improvement of Wheat in China

JIANG Yu, WANG Yu-min, WANG Zhong-wei*, LIN Xiu-Feng, MA Rui, LIU Zhi-ming

(*Biotechnology Center, Academy of Agricultural Sciences of Jilin Province, Changchun 130033, China*)

Abstract: Wheat is one of the most important cereal crops in the China, and genetic improvement of wheat with transgenic technology has drawn concern of many scientists. The progress in studies of the transgenic wheat (*Triticum aestivum* L.) is fast since the first transgenic wheat plant appeared in 1992. In this paper recent progress for application of transgenic technology to genetic improvement of wheat in china were summarized from several aspects, such as quality of wheat, resistance to diseases, insects, herbicides and adverse conditions, etc.

Key words :Wheat; Breeding; Transgenic technology

目前在小麦遗传转化中应用最多、效果最好的是基因枪法,绝大多数转基因小麦都是采用该方法获得的。农杆菌法在转基因小麦中的应用也日趋成熟,而花粉管通道法也以其特有的优点受到重视。近年来许多研究工作者利用不同方法将多种目的基因(如抗病虫害、抗除草剂、改良品质等)导入小麦,获得了一批转基因品系。弥补了常规小麦育种的不足,突破了可利用基因库的限制,为培育出常规育种方法难以得到的小麦新品种提供了一条有效的新途径。

收稿日期:_____

作者简介:姜 昱(1961-),女,研究员,主要从事分子标记辅助育种和植物转基因后代的筛选和鉴定。

通讯作者:王中伟,男,副研究员,E-mail: wangzhongwei@cjaas.com

1 品质方面的改良

小麦作为世界上最重要的粮食作物之一,其品质改良是育种领域的一个热点。研究表明,蛋白质构成影响面包的烘烤品质和营养品质(安室喜正,1991),而淀粉特性影响小麦子粒的加工品质和食用品质(Miura 等,1994)。目前在小麦品质改良领域中主要有两个热点,一是通过特异改变某些亚基的构成与比例,增加小麦中蛋白质及必需氨基酸含量来改良其营养品质,进而提高烘烤品质。二是调节淀粉生物合成途径,以培育直链淀粉含量少甚至没有的蜡质小麦品种,提高其加工品质。

小麦品质育种工作的重要筛选指标是选育具有谷蛋白含量高,特别是高分子量谷蛋白亚基(HMW-GS)含量高的品种。原因是HMW-GS中所含的cys残基的二硫键赋予面团弹性,是影响面粉

加工品质和烘烤品质的重要因素。小麦HMW-GS及其基因的研究成为育种工作者的重要课题。研究表明,不同小麦栽培品种间,亚基的数量、等位基因变异类型及基因表达水平的差异,导致品种间在面团弹性和面食加工制作品质上存在不同程度的差异。其中 $1Ax1$ 、 $1Dx5$ 、 $1Dy10$ 等亚基基因被认为是优质亚基基因, $glu-D1$ 位点上的 $1Dx5+1Dy10$ 基因的连锁表达对面团品质的提高尤为明显。因此,拥有这些亚基基因并能正常表达的小麦品种,在生产上的应用前景更加广阔。与国外小麦相比,我国小麦的蛋白质总量不低,但在加工品质上有较大差距,主要原因是我国大多数栽培小麦品种中缺少这些亚基基因。传统的杂交育种手段由于耗时且性状易分离,难以同时获得 $1Dx5+1Dy10$ 重组基因且稳定表达的小麦后代。通过基因工程手段改善小麦品质已成为人们广泛的共识。

孟超敏等构建了含高赖氨酸含量基因(*wblrp*)和赖氨酸合成关键酶(*dapA*)基因的植物表达载体pBPC102,将其导入小麦推广品种,获得4个赖氨酸含量提高10%以上的小麦株系。陈国庆等在构建融合质粒的基础上,利用花粉管通道法,将HMW-GS $1Dy10$ 亚基基因和反义蜡质基因同时转入小麦基因组,得到了转基因植株。何光源课题组将 $1Ax1$ 、 $1Dx5+1Dy10$ 基因转入小麦,获得了外源品质基因 $1Dx5$ 和 $1Ax1$ 超量表达的转基因植株,并利用其为亲本,通过传统杂交育种方法,将优质外源基因导入我国主栽小麦品种中,获得了 $1Dx5$ 或 $1Ax1$ 亚基基因稳定超量表达的小麦新型株系。尹均课题组开展了硫氧还蛋白反义基因的遗传转化,获得了转*trxs*基因抗穗发芽小麦新品系,并对其抗穗发芽作用机制进行了研究。

2 抗病虫性方面的改良

2.1 抗病性改良

小麦每年因病害减产高达10%~50%。长期以来,在作物育种上由于过分强调经济性状的改良,使作物的遗传背景不断缩小,大量的栽培品种丧失了抗病性等优良性状,这不仅限制了作物产量的稳定增长,而且为毁灭性病害的发生埋下了隐患。利用抗病基因工程提高小麦的抗病性和单位面积产量,是培育新的小麦抗病品种的一条有效途径。

燕飞等将大麦黄矮病毒GPV株系的复制酶基因片段和CP基因片段构建成可在植物细胞内表达含有双链复制酶RNA(茎)和反义CP RNA(环)的复合发夹RNA结构,利用基因枪法将该结构导入小麦幼胚

愈伤组织细胞,获得了基因组整合有外源基因的小麦再生植株,其中6株具有高度抗性。吴宏亚等利用基因枪法将WYMV-*Nib8*基因和*bar*基因共转化扬麦158,获得了转基因株系,2001~2004年对4个转基因株系T2~T5代在3个试验点病圃中进行田间抗病性鉴定。结果表明,转基因株系高抗小麦黄花叶病,其发病率在4.0%~7.3%之间,远远低于受体扬麦158的发病率81.5%(平均值),其抗性在世代之间稳定遗传。经滚动回交转育,获得了6个不仅兼抗小麦黄花叶病和白粉病,而且具有糯质基因的株系。周春江等将免疫防御素NP-1基因导入小麦品种,田间抗病虫鉴定结果表明,转基因植株对于白粉病、叶锈和条锈病有较强的免疫力和抗性,但对于蚜虫的抗性没有明显提高。吴成君等的研究表明,转*Bcl*基因植株对白粉病、赤霉病的抗性均高于对照,对全蚀病不具有抗性。

2.2 抗虫性改良

植物凝集素通过结合在昆虫的围食膜的几丁质上、消化道上皮细胞的糖缀合物以及消化酶上,影响昆虫对营养物质的正常吸收,并促进其消化道内细菌繁殖,使昆虫的生长发育受到抑制,从而达到杀虫目的。雪花莲凝集素(*gna*)是植物凝集素的一种,是目前已知凝集素中杀虫效果较为明显,对刺吸式口器的同翅目害虫(如麦蚜等)具有较好的抗性,而且由于其结合受体为甘露糖,人和动物中甘露糖残基极少,故而对人畜无害。将经修饰改造的高效*gna*基因转入丰产、优质小麦品种,是保证小麦抗病、稳产、高产、优质,减少环境污染的最好途径,也是基因工程技术研究的主要内容之一。但目前有关*gna*的抗虫机制尚不完全清楚。

我国从1998年开始,开展了抗蚜虫转基因小麦的研究。梁辉等研究表明,*gna*对禾谷缢管蚜在接种当代即表现出明显的毒杀作用,而对麦长管蚜,则是降低蚜虫所生产的若蚜的成活率。但在自然放养条件下,这两种麦蚜均不喜欢取食转*gna*基因植株且都趋向于取食不含*gna*基因的对照植株。调查中发现的仔蚜畸形现象,虽然发生频率较低,但说明可能是由于*gna*的存在而改变了母蚜的生存条件及环境,从而生产出畸形若蚜。徐琼芳等通过基因枪法将*gna*基因转入优质小麦品种郑州9405中,目前已经获得了纯合稳定的转基因株系,并在河南省农业科学院小麦研究所进行了环境释放试验。

3 抗逆性方面的改良

郭北海、杜丽璞、刘伟华等利用不同的转基因方

法分别将山菠菜甜菜碱醛脱氢酶基因、海藻糖合酶基因和枯草杆菌果聚糖蔗糖酶基因导入小麦,获得抗旱、耐盐能力得到提高的转基因小麦植株。最近,DREB转录因子的研究极为活跃,并已取得了显著进展,该基因在干旱、高盐及低温胁迫信号传递中起重要作用。王军卫等将逆境诱导转录因子DREB导入到小麦品种中,获得了转基因植株,叶片脯氨酸含量测定表明,有16个转基因株系的脯氨酸含量显著高于非转基因对照,其中10个株系的脯氨酸含量在 $1100 \mu\text{g/g}$ 以上,比对照提高了2倍多。室内抗旱模拟实验表明,转基因株系停止浇水15 d后,叶片仍然表现绿色,而对照叶片则失绿、枯干;复水10 d后,转基因株系恢复活力,对照则死亡。郝晓燕等将棉花的GH-DREB基因转化小麦品种鲁麦22,获得稳定遗传的转基因植株。对T3代转基因小麦孕穗期到开花期叶片可溶性糖、蒸腾速率、净光合速率测定结果表明:正常条件下,转基因后代与受体鲁麦22的各生理指标无明显差异,而水分胁迫下,转基因后代的净光合速率随着干旱处理时间的延长而逐渐下降,蒸腾速率随着干旱处理时间的延长而逐渐上升。但是,下降与上升幅度比对照低,其中,在胁迫第3 d、第6 d都与对照差异极显著,叶片的可溶性糖含量与对照相比差异不显著。

4 抗除草剂方面的改良

近年来抗除草剂小麦的研究取得了很大进展,运用不同的转化方法已获得了转 bar 基因小麦植株。然而,这些方法大都存在转化效率低,转基因材料多为国外或省外品种,难以直接利用等问题。郭宁等采用回交育种法,将 bar 基因导入到安徽省主栽小麦优良品种中,并对回交后代的抗性遗传、生理特性和农艺性状进行了研究。结果显示, bar 基因在小麦回交后代的遗传符合一对显性基因的分离规律,在产量及品质等主要农艺性状方面,转 bar 基因小麦与对照无明显差异,表明通过回交可以方便地将 bar 基因转育到其他品种,是获得新的抗除草剂小麦品种的一条简便有效的途径。

5 结 语

转基因技术为利用丰富多样的基因库进行小麦品种改良开辟了一条新路。尽管存在基因转化效率低,受体比较单一,缺乏有重要应用价值的目标基因,转基因小麦的抗病虫能力的丧失等问题,但是通过基因枪、农杆菌介导等方法获得了许多小麦转基因植株。一些有益的基因如抗病虫、抗逆、改善品质、

抗穗发芽等基因已经导入小麦模式品系或栽培品种,有的转基因小麦品系或品种已进入大田试验或作为品系、品种释放,而对于非模式小麦品种的改良则是通过传统的杂交方式来选育新的品种。在今后一段时间内,虽然常规育种仍是选育小麦品种的主要方法,但是随着新的、更多的具有重要价值的基因不断发现,遗传转化技术和转化体系的日臻完善,将基因工程育种与常规育种相结合,将会有目的地培育出一大批集高产、稳产、优质、高效、多抗等特性于一体的基因工程新品种应用于大田生产。

参考文献:

- [1] 陈国庆,王武源,李忠超,等.花粉管通道法转基因改良小麦品质的初步研究[J].广西植物,2005,25(3):245-248.
- [2] 孟超敏,陈绪清,梁荣奇,等.高赖氨酸含量基因在转基因小麦的表达及其赖氨酸含量分析[J].科学通报,2004,49(17):1731-1736.
- [3] 施农农,何光源,李克秀,等.基因枪法获得优质HMW亚基基因表达的转基因小麦[J].中国农业科学,2005,38(5):874-881.
- [4] 任江萍,赵安民,王新国,等.转反义TrxS基因小麦灌浆期内源Trxh基因表达用淀粉酶活性的研究[J].麦类作物学报,2007,27(5):893-897.
- [5] 燕飞,张文蔚,肖红,等.转病毒来源发夹RNA小麦表现对大麦黄矮病毒的抗性[J].遗传,2007,29(1):97-102.
- [6] 吴宏亚,张伯桥,高德荣,等.转WYMV-Nib8基因抗黄花叶病小麦的鉴定及优良株系的选育[J].麦类作物学报,2006,26(6):11-14.
- [7] 周春江,葛荣朝,赵宝存,等.利用花粉管通道法将免防御素NP-1基因导入小麦的研究[J].华北农学报,2007,22(2):26-28.
- [8] 吴成君,任贤,叶兴国,等.转Bcl和Rip基因小麦的鉴定和遗传分析[J].中国农业科学,2005,38(6):1100-1105.
- [9] 梁辉,朱银峰,朱祯,等.雪花莲凝集素基因转化小麦及转基因小麦抗蚜性的研究[J].遗传学报,2004,31(2):189-194.
- [10] 徐琼芳,田芳,陈孝,等.转GNA基因小麦新株系的分子检测和抗蚜虫性鉴定[J].麦类作物学报,2005,25(3):7-10.
- [11] 郭北海,张艳敏,李洪杰,等.甜菜碱醛脱氢酶(BADH)基因转化小麦及其表达[J].植物学报,2000,42(3):279-283.
- [12] 杜丽璞,徐惠君,叶兴国,等.小麦转TPS基因植株的获得及其初步功能鉴定[J].麦类作物学报,2007,27(3):369-373.
- [13] 刘伟华,赵秀振,梁虹,等.枯草杆菌果聚糖蔗糖酶基因转化小麦的研究[J].中国农业科学,2006,39(2):231-236.
- [14] 杨随庄.小麦抗旱的分子标记、基因定位和基因工程研究进展[J].中国农学通报,2007,23(4):59-62.
- [15] 王军卫,杨凤萍,陈绪清,等.外源脱水应答转录因子DREB基因在转基因小麦中的诱导型表达与抗干旱生理效果研究[J].遗传学报,2006,33(5):468-476.
- [16] 张媛媛,江昌俊,蒋明权.用基因枪法将抗除草剂 bar 基因导入小麦的研究[J].南京农业大学学报,2005,28(1):11-15.
- [17] 梁雪莲.农杆菌介导转化小麦幼胚获得抗除草剂再生植株[J].植物生理与分子生物学报,2003,29(6):501-506.
- [18] 郭宁,张玉江,江昌俊.转 bar 基因小麦的回交转育研究[J].安徽农业大学学报,2007,34(2):218-221.